การประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2561

“การปฏิรูปป่าไม้แห่งชาติ”

วันที่ 22-24 สิงหาคม พ.ศ. 2561
ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
กรุงเทพมหานคร

การประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2561
“การปฏิรูปป่าไม้แห่งชาติ”

ทรัพยากรป่าไม้เป็นหนึ่งในทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญของประเทศที่ทุกรัฐบาลให้ความสำคัญมาโดยตลอด เพราะเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมของประชาชน โดยมี กรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ เป็นหน่วยงานภาคปฏิบัติของรัฐที่มีหน้าที่ในการดูแลรักษา จัดการ ฟื้นฟู ส่งเสริมการจัดการทรัพยากรป่าไม้ให้เกิดความยั่งยืน ในขณะที่คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นหน่วยงานภาควิชาการที่ให้การสนับสนุนข้อมูลทางวิชาการป่าไม้เพื่อเสนอแนะประกอบการตัดสินใจในการดำเนินนโยบายป่าไม้ ผ่านการประชุมวิชาการ การเสวนา การอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเวทีต่างๆ โดยเฉพาะการประชุมการป่าไม้ที่ได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ครั้งแรกเมื่อวันที่ 28 มีนาคม – 4 เมษายน พ.ศ. 2509 จนถึงปี พ.ศ. 2561 นับเป็นการประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 22

ในปีนี้ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ในฐานะเจ้าภาพหลักการประชุมการป่าไม้ ร่วมกับ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ได้กำหนดให้มีการจัดการประชุมการป่าไม้ประจำปี 2561 ขึ้น ระหว่างวันที่ 22-24 สิงหาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้หัวข้อ “การปฏิรูปป่าไม้แห่งชาติ” ซึ่งสอดคล้องกับช่วงเวลาที่รัฐบาลจัดทำแผนการปฏิรูปประเทศในด้านต่างๆ รวมทั้งด้านทรัพยากรป่าไม้ จึงเป็นโอกาสอันดีที่การประชุมครั้งนี้จะได้นำเสนอเพิ่มเติมประเด็นเพื่อการปฏิรูปทรัพยากรป่าไม้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังมีการจัดประชุม “การสัมมนาป่าชายเลนแห่งชาติ” ควบคู่ไปด้วยเพื่อกระตุ้นเตือนให้สังคมได้รับรู้และตระหนักถึงบทบาทของป่าชายเลนที่มีต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน การประชุมประกอบด้วยการบรรยายพิเศษ การเสวนาในหัวข้อต่าง ๆ ที่น่าสนใจ มีการอภิปรายของนิสิตนักศึกษาต่อความคาดหวังของการปฏิรูปการป่าไม้ของประเทศ มีการนำเสนอผลงานทางวิชาการภายใต้กลุ่มหัวข้อต่างๆ อย่างหลากหลาย

คณะผู้จัดการประชุมการป่าไม้ในครั้งนี้ หวังว่าเอกสารรายงานการประชุมฉบับสมบูรณ์นี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในวงการวิชาการป่าไม้ และคาดหวังว่าผู้มีหน้าที่ในการปฏิรูปการป่าไม้ของประเทศในทุกระดับจะได้นำผลจากการประชุมในครั้งนี้ รวมทั้งผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง ไปใช้ในการบริหารจัดการและปฏิรูปการป่าไม้ของประเทศชาติให้สำเร็จตามแนวปฏิรูปประเทศของรัฐบาลต่อไป

คณะกรรมการจัดประชุม
สิงหาคม 2561

กำหนดการประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๑
“การปฏิรูปป่าไม้แห่งชาติ”
วันที่ ๒๒ - ๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๑
ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

วัน/เวลา	รายการ
วันที่ ๒๒ สิงหาคม ๒๕๖๑	
อาคารจักรพันธ์เพ็ญศิริ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
๐๗.๐๐ - ๐๙.๐๐ น.	**ลงทะเบียน**
๐๙.๐๐ - ๑๐.๐๐ น.	**พิธีเปิดการประชุม** **กล่าวรายงาน** **โดย** พลเอกสุรศักดิ์ กาญจนรัตน์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม **กล่าวเปิดการประชุมและปาฐกถาพิเศษ เรื่อง การปฏิรูปป่าไม้แห่งชาติ** **โดย** ฯพณฯ พลเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี
๑๐.๐๐ - ๑๐.๓๐ น.	เยี่ยมชมนิทรรศการ
๑๑.๐๐ - ๑๒.๐๐ น.	**บรรยายพิเศษ เรื่อง นโยบายสู่การปฏิรูปป่าไม้ไทย** **โดย** รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม **ดำเนินรายการโดย** นายศุภชาติ สุภเมธี พิธีกร ช่อง MCOT
๑๒.๐๐ - ๑๓.๐๐ น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
๑๓.๐๐ - ๑๖.๐๐ น.	**อภิปราย/เสวนา เรื่อง ป่าไม้ไทย ปฏิรูปอย่างไร ให้ยั่งยืน** **โดย** พลเอกนิพัทธ์ ทองเล็ก ประธานคณะอนุกรรมาธิการการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ชุมชนเมือง สภานิติบัญญัติแห่งชาติ ผศ.ดร. ขวัญชัย ดวงสถาพร กรรมการปฏิรูปประเทศด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พลโท ผดุง ยิ่งไพบูลย์สุข ผู้อำนวยการศูนย์ประสานการปฏิบัติที่ ๔ กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ดร. อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ นายศศิน เฉลิมลาภ ประธานมูลนิธิสืบนาคะเสถียร นายพลภัทร ชัสวิเศษ เลขานุการป่าชุมชน ตำบลเจริญสุข จังหวัดบุรีรัมย์ **ดำเนินการเสวนาโดย** ดร. นงรัตน์ อิสโร คณะทำงานจัดทำแผนแม่บทยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ชุดที่ ๑๔ ว่าด้วยเรื่องการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์เพื่อกำหนดอนาคตประเทศและการสร้างการมีส่วนร่วม
๑๖.๐๐ - ๑๗.๓๐ น.	ชมผลงานภาคนิทรรศการและโปสเตอร์

*****หมายเหตุ** เวลา ๑๐.๓๐ - ๑๐.๔๕ น. และ ๑๔.๓๐ - ๑๔.๔๕ น. พักรับประทานอาหารว่าง

การแต่งกาย : ชุดสุภาพ

- สุภาพบุรุษ สวมเสื้อ กางเกงแบบสุภาพ โดยสอดชายเสื้อไว้ในกางเกง สวมรองเท้าหุ้มส้น
- สุภาพสตรี สวมเสื้อ กระโปรงหรือชุดกางเกงแบบสุภาพ สวมรองเท้าหุ้มส้นหรือรัดส้น

วัน/เวลา	รายการ
วันที่ ๒๓ สิงหาคม ๒๕๖๑	
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
ห้องประชุมจงรักปรีชานนท์ ชั้น ๒ ตึกวนศาสตร์ ๗๒ ปี	
๐๙.๐๐ - ๑๐.๐๐ น.	**พิธีเปิดสัมมนาวิชาการป่าชายเลนแห่งชาติ** **โดย** ปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
๑๐.๐๐ - ๑๒.๐๐ น.	**เสวนา เรื่อง การจัดการป่าชายเลนสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน** **โดย** ศ.ดร. สนิท อักษรแก้ว ประธานสมาคมป่าชายเลนนานาชาติ นายธนู แนบเนียร ผู้ทรงคุณวุฒิคณะกรรมการนโยบายแผนการบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งแห่งชาติ นางสาวศิริพร ศรีอร่าม ผู้ประสานงานโครงการป่าชายเลนเพื่ออนาคต และผู้จัดการฝ่ายสื่อสารองค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ แผนงานประเทศไทย นายพลัฐวัษ วงษ์พิริยชัย นักกฎหมายกฤษฎีกา ผู้ว่าการการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย **ดำเนินการเสวนาโดย** รศ. บำเพ็ญ เขียวหวาน
๑๒.๐๐ - ๑๓.๐๐ น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
ห้องประชุมจงรักปรีชานนท์ ชั้น ๒ ตึกวนศาสตร์ ๗๒ ปี	
๑๓.๐๐ - ๑๖.๓๐ น.	**เสวนา เรื่อง ปฏิรูปทรัพยากรชีวภาพไทย... ทำอย่างไรดี** **โดย** นายธิติ กนกทวีฐากร กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ศ.ดร. สายสมร ลำยอง นักวิชาการผู้ทำการศึกษาทรัพยากรฐานชีวภาพ นายชูศิลป์ สารวัฒนะ ประธานวิสาหกิจชุมชนชีววิถีบ้านน้ำเกี๋ยน นางสาวลาวัลย์ มะเจียกจร กลุ่มชุมชนผู้ใช้ประโยชน์จากฐานชีวภาพ **ดำเนินการเสวนาโดย** นางจุฬารัตน์ นิรัติศยกุล ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน) (BEDO)
ห้องประชุมสง่าสรรพศรี ชั้น ๓ ตึกวนศาสตร์ ๖๐ ปี	
๑๓.๐๐ - ๑๖.๓๐ น.	**เสวนา เรื่อง อนาคตไม้เศรษฐกิจไทย ทำอย่างไรให้ยั่งยืน** **โดย** นายไกรสร สว่างเดชารักษ์ ห้างหุ้นส่วนจำกัดโรงเลื่อยจักรท่าเสา นางยิ่งลักษณ์ ปฏิภาณเทวา ประธานสหกรณ์สวนป่าภาคเอกชน จำกัด นายชาญณรงค์ หวังมนตรี สวนป่าหวังมนตรี นายจีราวัฒน์ ตั้งกิจนามวงษ์ นายกสมาคมธุรกิจไม้ นายนิกร ลิขิตหวังพาณิชย์ นายกสมาคมธุรกิจไม้ยางพาราไทย **ดำเนินการเสวนาโดย** นายสุกิจ จันทร์ทอง รองผู้อำนวยการองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
ห้องประชุมวนศาสตร์ ๕๐ ปี ชั้น ๔ ตึกเทียมคมกฤส (Mangrove for the Future)	
๑๓.๐๐ - ๑๖.๓๐ น.	**ถอดบทเรียนโครงการป่าชายเลนเพื่ออนาคต (Mangroves for the Future: MFF)** **ดำเนินรายการโดย** นางสาวศิริพร ศรีอร่าม ผู้ประสานงานโครงการป่าชายเลนเพื่ออนาคต วีดีทัศน์ ๑๒ ปีโครงการป่าชายเลนเพื่ออนาคต **เสวนา เรื่อง การจัดการองค์ความรู้** การบูรณาการจัดการองค์ความรู้เพื่อการจัดการทรัพยากรชายฝั่งอย่างยั่งยืน บทเรียนจากจังหวัดตราด นครศรีธรรมราชและตรัง **โดย** ผู้แทนเครือข่ายอ่าวตราด **ดำเนินการเสวนาโดย** นางเรวดี ประเสริฐเจริญสุข ประธานมูลนิธิเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

วัน/เวลา	รายการ
วันที่ ๒๓ สิงหาคม ๒๕๖๑ (ต่อ)	
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
ห้องประชุมวนศาสตร์ ๕๐ ปี ชั้น ๔ ตึกเทียมคมกฤส (Mangrove for the Future) (ต่อ)	
๑๓.๐๐ - ๑๖.๓๐ น.	**เสวนา เรื่อง การส่งเสริมธรรมาภิบาลในการจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง** การจัดการชายฝั่งแบบบูรณาการโดยชุมชนมีส่วนร่วม **โดย** เครือข่ายศูนย์เรียนรู้โรงเรียนธรรมชาติป่าชายเลน ตำบลบางแก้ว จังหวัดสมุทรสงคราม มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดสมุทรสงคราม **ดำเนินรายการโดย** นายสมศักดิ์ พิริยโยธา ผู้อำนวยการสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดปราจีนบุรี **บรรยายการปกป้องทรัพยากรอาหารป่าชายเลน** **โดย** นายพิเชษฐ์ ปานดำ โครงการความมั่นคงทางอาหารชุมชนชายฝั่งอ่าวพังงา และรับประทานอาหารจากป่าชายเลน **เสวนา เรื่อง การเสริมสร้างศักยภาพทุกภาคส่วนในการจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง** **โดย** เครือข่ายชุมชนอนุรักษ์ป่าชายเลนบ้านเปร็ดใน และอ่าวตราด จังหวัดตราด ชุมชนอนุรักษ์ป่าชายเลนบ้านบางลา จังหวัดภูเก็ต (ผู้ชนะรางวัล Equator Prize ปี ๒๕๖๐) เครือข่ายอนุรักษ์อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี นายประทีป มีคติธรรม **ดำเนินรายการโดย** นางสาวสมหญิง สุนทรวงษ์ **นิทรรศการ ด้านการอนุรักษ์และจัดการป่าชายเลนและทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง** **โดย** ชุมชนและภาคเอกชน
ห้องประชุมไชน่ารูม ศูนย์วนศาสตร์ชุมชนเพื่อคนกับป่า (RECOFTC) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
๑๓.๐๐ - ๑๖.๓๐ น.	**เสวนา เรื่อง “ปลูกได้ ตัดได้ ขายได้ โจทย์การแก้ พ.ร.บ.ป่าไม้ ที่ยังรอคำตอบ”** **โดย** ศูนย์วนศาสตร์ชุมชนเพื่อคนกับป่า (RECOFTC) ร่วมกับศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ นางพิกุล กิตติพล เกษตรผู้ปลูกสวนป่า นายกสมาคมธุรกิจไม้ ผศ.ดร. นิคม แหลมศักดิ์ คณะบดีคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดร. เดชรัต สุขกำเนิด หัวหน้าภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้แทนกรมป่าไม้ **ดำเนินรายการโดย** นางสาววรางคณา รัตนรัตน์ ศูนย์วนศาสตร์ชุมชนเพื่อคนกับป่า (RECOFTC)
ห้อง ๒๐๒ ชั้น ๒ ตึกวนศาสตร์ ๗๒ ปี (นิเวศวิทยา สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ)	
๑๓.๐๐ - ๑๖.๓๐ น	นำเสนอผลงานวิชาการ
ห้อง ๔๐๒ ชั้น ๔ ตึกวนศาสตร์ ๗๒ ปี (การมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการจัดการป่าไม้และสังคม)	
๑๓.๐๐ - ๑๖.๓๐ น.	นำเสนอผลงานวิชาการ
ห้องคอมพิวเตอร์ ๑ ชั้น ๓ ตึกวนศาสตร์ ๗๒ ปี **(วนผลิตภัณฑ์ วิศวกรรมป่าไม้และนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากรป่าไม้)**	
๑๓.๐๐ - ๑๖.๓๐ น.	นำเสนอผลงานวิชาการ
ห้อง FORTROP ชั้น ๓ ตึกวนศาสตร์ ๖๐ ปี	
๑๓.๐๐ - ๑๖.๓๐ น.	เสนอผลงานวิชาการ **เรื่อง ป่าชายเลน** (ระดับนานาชาติ)

วัน/เวลา	รายการ
วันที่ ๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๑	
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
ห้องประชุมจงรักปรีชานนท์ ชั้น ๒ ตึกวนศาสตร์ ๗๒ ปี	
๐๙.๐๐ - ๑๒.๐๐ น.	**เสวนา เรื่อง ฐานข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ Landuse Classification** **โดย** อธิบดีกรมป่าไม้ หรือผู้แทน อธิบดีกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช หรือผู้แทน อธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน หรือผู้แทน ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) หรือผู้แทน ผศ.ดร. วีระภาส คุณรัตนศิริ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ **ดำเนินการเสวนาโดย** รศ.ดร. สุวิทย์ อ๋องสมหวัง
ห้องประชุมสง่าสรรพศรี ชั้น ๓ ตึกวนศาสตร์ ๖๐ ปี	
๐๙.๐๐ - ๑๒.๐๐ น.	**เสวนา กลุ่มย่อย เรื่อง แผนการปฏิรูปประเทศกับการขับเคลื่อนการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้** **โดย** นายศุภกิจ ห้วงน้ำ รองหัวหน้ากลุ่มอนุรักษ์และพัฒนาป่าชายเลนบ้านเปร็ดใน (ทช.) นายศรีหา มงคลแก้ว ประธานเครือข่ายป่าชุมชนจังหวัดอุบลราชธานี (ปม.) นายมาโนช วีระกุล นายกสมาคมอนุรักษ์ผืนป่ามรดกโลกดงพญาเย็น - เขาใหญ่ (อส.) นายสวง ชำนาญกำหนด ประธานป่าชุมชนบ้านห้วยสะพานสามัคคี **ดำเนินการเสวนาโดย** ดร. สุรินทร์ อ้นพรม
ห้อง FORTROP ชั้น ๓ ตึกวนศาสตร์ ๖๐ ปี	
๐๙.๐๐ - ๑๒.๐๐ น.	Student Forum
ห้อง ๒๐๒ ชั้น ๒ ตึกวนศาสตร์ ๗๒ ปี (นิเวศวิทยา สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ) (ต่อ)	
๐๙.๐๐ - ๑๒.๐๐ น.	นำเสนอผลงานวิชาการ
ห้อง ๔๐๒ ชั้น ๒ ตึกวนศาสตร์ ๗๒ ปี (วนวัฒนวิทยาเพื่อการพัฒนาป่าไม้)	
๐๙.๐๐ - ๑๒.๐๐ น.	นำเสนอผลงานวิชาการ
๑๒.๐๐ - ๑๓.๐๐ น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
ห้องประชุมจงรักปรีชานนท์ ชั้น ๒ ตึกวนศาสตร์ ๗๒ ปี	
๑๓.๐๐ - ๑๖.๓๐ น.	**สรุปผลการประชุมการป่าไม้ในแต่ละด้าน** **โดย** ผู้แทน/ผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละด้าน **กล่าวสรุปผลการประชุม** **พิธีปิดการประชุมและพิธีการส่งมอบการเป็นเจ้าภาพครั้งต่อไป** **โดย** อธิบดีกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

กำหนดการนำเสนอผลงานทางวิชาการ
การประชุมการป่าไม้ ประจำปี 2561
วันที่ 23 - 24 สิงหาคม 2561
ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

วันพฤหัสบดีที่ 23 สิงหาคม 2561	
ห้อง 202 ชั้น 2 ตึกวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
นิเวศวิทยา สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ **ประธาน ดร.รุ้งนภา พูลจำปา** **เลขานุการ นางสาวยุวดี พลพิทักษ์**	
13.00 - 13.15 น.	ชนิดและการเลือกกินเหยื่อของหมาใน ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ *โดย จิดาภา ทองบ้านทุ่ม*
13.15 - 13.30 น.	พื้นที่อาศัย การเคลื่อนที่ และการใช้ถิ่นอาศัยของหมาใน (*Cuon alpinus*) ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ *โดย พรพิมล ขับสนิท*
13.30 - 13.45 น.	การปรากฏและพฤติกรรมบางประการของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ *โดย ศรัญญา ดำรงโภคภัณฑ์*
13.45 - 14.00 น.	อัตราส่วนระหว่างเพศ และขนาดของกิ้งก่าเขาเล็ก (*Acanthosaura lepidogaster*) ในป่าดิบเขาบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-ห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ *โดย บงกชรัตน์ ภัทรมนัส*
14.00 - 14.15 น.	พฤติกรรมและชนิดพืชอาหารของลิงไอ้เงี๊ยะ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวจังหวัดชัยภูมิ *โดย วุฒิศักดิ์ คุ้มหมู่*
14.30 - 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
นิเวศวิทยา สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ (ต่อ) **ประธาน รศ.ดร. รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์** **เลขานุการ นางสาวศุภลักษณ์ ศิริ**	
15.00 - 15.15 น.	ความหลากชนิด และความมากมายของสัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนม ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา *โดย นรเศรษฐ์ เขียวศรี*
15.15 - 15.30 น.	ความหลากชนิด ความชุกชุม และช่วงเวลากิจกรรมของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมในแปลงศึกษานิเวศระยะยาว เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยกล้องดักถ่ายภาพ *โดย ปิยะศาสตร์ คำหอม*
15.30 - 15.45 น.	ความมากมาย และการกระจายของสัตว์กีบคู่บางชนิด ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน *โดย กุสุมา เม่นขำ*
15.45 - 16.00 น.	การประมาณความหนาแน่นของงูบางส่วนในเขตสงวนชีวมณฑลแม่สา - คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ *โดย ทรงพล ชัยมงคล*

วันพฤหัสบดีที่ 23 สิงหาคม 2561	
ห้อง 402 ชั้น 4 ตึกวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
การมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการจัดการป่าไม้และสังคม **ประธาน ผศ.ดร. พสุธา สุนทรห้าว** **เลขานุการ นายนราพงษ์ แสงราม**	
13.00 - 13.15 น.	ความสำคัญและมูลค่าประโยชน์ทางอ้อมของต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่บางกะเจ้า จังหวัดสมุทรปราการ *โดย ฑีฆา โยธาภักดี*
13.15 - 13.30 น.	การวิเคราะห์มูลค่าป่าคาร์บอนต้นแบบโครงการป่าวังจันทร์ จังหวัดระยอง ในรอบ 3 ปีแรก *โดย ผกามาศ น้องดี*
13.30 - 13.45 น.	การปลูกจิตสำนึกให้แก่เยาวชน เพื่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าดิบแล้ง ที่มีไม้ลาน อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี *โดย สิรินทร์ ติยานนท์*
13.45 - 14.00 น.	การบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติศรีลานนา โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน กรณีศึกษาบ้านแม่จอน ตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ *โดย อานนท์ ยอดญาติไทย*
14.00 - 14.15 น.	ความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรีต่อการจัดการพื้นที่สีเขียวในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน *โดย มณฑาทิพย์ โสมมีชัย*
14.15 - 14.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
การมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการจัดการป่าไม้และสังคม (ต่อ) **ประธาน ผศ.ดร. พสุธา สุนทรห้าว** **เลขานุการ นายภูรินทร์ สิขรีไพศาล**	
14.45 - 15.00 น.	การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12 อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส *โดย ฟิรดาว มะเกะ*
15.00 - 15.15 น.	ประโยชน์ของพืชสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร ตำบลร้องเข็ม อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ *โดย ต่อลาภ คำโย*
15.15 - 15.30 น.	องค์ประกอบและความหลากชนิดของพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์ จากป่าชุมชน บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ *โดย กฤษดา พงษ์การัณยภาส*
15.30 - 15.45 น.	การปรับตัวในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนบ้านวัดจันทร์ อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ *โดย นิตยา เมี้ยนมิตร*
15.45 - 16.00 น.	กลยุทธ์ทางเลือกในการจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยการมีส่วนร่วม กรณีศึกษาบ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ *โดย อานนท์ ยอดญาติไทย*

วันพฤหัสบดีที่ 23 สิงหาคม 2561	
ห้องคอมพิวเตอร์ 1 ชั้น 3 ตึกวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
เทคโนโลยีวนผลิตภัณฑ์ วิศวกรรมป่าไม้และนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากรป่าไม้ **ประธาน ดร. ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ** **เลขานุการ นางสาวอิสรีย์ ฮาวปินใจ**	
13.00 - 13.15 น.	ศักยภาพของชีวมวลเพื่อโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก : กรณีศึกษาของสวนป่าขุนแม่คำมีและสวนป่าแม่คำปอง-แม่สาย (ไม่เกิน 1 MW) *โดย วัลลภา ตรัยวิกรานต์*
13.15 - 13.30 น.	อิทธิพลของชนิดกาวต่อคุณภาพของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพารา *โดย ทรงกลด จารุสมบัติ*
13.30 - 13.45 น.	สมบัติบางประการของเชื้อเพลิงอัดเม็ด จากเศษไม้ยางพาราที่ผ่านการทอร์รีไฟด์ *โดย ดาริกา ผิวฝ้าย*
13.45 - 14.00 น.	การคัดเลือกแท็กอาร์เอฟไอดีที่เหมาะกับงานป่าไม้ *โดย นพรัตน์ คัคคุริวาระ*
14.00 - 14.15 น.	การออกแบบ วิเคราะห์ และประเมินผลเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัสด้วยโปรแกรมออกแบบผลิตภัณฑ์ *โดย ปัทมา แสงวิศิษฏ์ภิรมย์*
14.15 - 14.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
ห้องคอมพิวเตอร์ 1 ชั้น 3 ตึกวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
เทคโนโลยีวนผลิตภัณฑ์ วิศวกรรมป่าไม้และนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากรป่าไม้ **ประธาน ดร. กาญจน์สุมาต์ บุรพผล** **เลขานุการ ดร. ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล**	
14.45 - 15.00 น.	ภาพรวมค่าการปลดปล่อยคาร์บอนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากไฟที่ตรวจพบโดยเซ็นเซอร์โมดิส ช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายนปี พ.ศ. 2546-2561 บริเวณภูมิภาคอาเซียนตอนบนโดยเฉพาะประเทศไทยโดย CAMS-ECMWF *โดย วีรชัย ตันพิพัฒน์*
15.00 - 15.15 น.	การประยุกต์ดัชนีพืชพรรณเพื่อคาดการณ์มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของชนิดป่าที่แตกต่างกันโดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ *โดย จิรพัฒน์ จรูญอุดมสมบัติ*
15.15 - 15.30 น.	การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในพื้นที่ป่าด้วยวิธีการ LiDAR จากอากาศยาน และภาพถ่ายทางอากาศ กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ *โดย ตรีชาย อนุวงศ์เจริญ*
15.30 - 15.45 น.	การประยุกต์แบบจำลอง CLUE - S และภาพดาวเทียม Landsat เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา *โดย กนกวรรณ เขียวจันทร์*
15.45 - 16.00 น.	การปรับแต่งโปรแกรมพฤติกรรมไฟ Prometheus ประเทศแคนาดา สำหรับป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี

	โดย วีรชัย ตันพิพัฒน์
16.00 - 16.15	สมบัติเชิงกลและโครงสร้างของรากต้นแดงและรากต้นยางนา *โดย อังคณา ทองคำ*
วันศุกร์ที่ 24 สิงหาคม 2561	
ห้อง 202 ชั้น 2 ตึกวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
นิเวศวิทยา สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ (ต่อ) **ประธาน ดร. วรดลต์ แจ่มจำรูญ** **เลขานุการ นายจักรพงษ์ ทองสวี**	
09.00 - 09.15 น.	การจัดกลุ่ม และการจัดลำดับหมู่ไม้ตามปัจจัยกำหนด เขตสงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา *โดย ฤทธิไกร สายคำมูล*
09.15 - 09.30 น.	การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) ในประเทศไทยโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดไมโครแซทเทลไลท์ *โดย สุจิตรา จางตระกูล*
09.30 - 09.45 น.	การประเมินการเติบโตของต้นไม้และสมบัติดินของป่าชายเลนปลูกฟื้นฟู ในพื้นที่อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี *โดย วิภาวี วันเพ็ญ*
09.45 - 10.00 น.	การทดแทนตามธรรมชาติของกล้าไม้ ลูกไม้ป่าชายเลนและสมบัติของดิน ในพื้นที่บริเวณจอมหอบป่าชายเลนบ้านทับปลา ตำบลท้ายเหมือง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา *โดย เจษฎา วงค์พรหม*
10.00 - 10.30 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
นิเวศวิทยา สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ (ต่อ) **ประธาน ดร. นิสา เหล็กสูงเนิน** **เลขานุการ นายสุธีระ เหิมฮึก**	
10.30 - 10.45 น.	ลักษณะกลุ่มเซลล์ผิวใบของพืชวงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) บางสกุลในประเทศไทย *โดย วิชาญ เอียดทอง*
10.45 - 11.00 น.	ความหลากหลาย และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ริมทาง จังหวัดตรัง-พัทลุง *โดย สุรินทร์ แข่งขัน*
11.00 - 11.15 น.	ความหลากชนิดของเห็ดในบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา *โดย สาวิตรี มังคลาด*
11.15 - 11.30 น.	ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ของราทะเลในจังหวัดสตูล *โดย สาทินี ซื่อตรง*
ห้อง 402 ชั้น 4 ตึกวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
วนวัฒนวิทยาเพื่อการพัฒนาป่าไม้ **ประธาน นายธิติ วิสารัตน์** **เลขานุการ นายดุริยะ สถาพร**	
09.00 - 09.15 น.	การเติบโตและสัดส่วนแก่นของไม้สักในแปลงทดสอบแม่ไม้อายุ 17 ปี

	โดย สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ
09.15 - 09.30 น.	การเติบโตและมวลชีวภาพของไม้สนคาริเบียที่สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ *โดย ชนิษฐา จันทโชติ*
09.30 - 09.45 น.	สมบัติดินบางประการและการเติบโตของยูคาลิปตัสสายต้นต่างๆ อายุ 7 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา *โดย นฤเบศ กะทิศาสตร์*
09.45 - 10.00 น.	การประยุกต์วิธี line intersect สำหรับการประมาณมวลซากเนื้อไม้หยาบ ในป่าชายเลนรุ่นสอง ปากแม่น้ำตราด *โดย ปิยะพล แก่นคง*
10.00 - 10.30 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
วนวัฒนวิทยาเพื่อการพัฒนาป่าไม้ (ต่อ) **ประธาน ผศ.ดร. สาพิศ ดิลกสัมพันธ์** **เลขานุการ นายพิธีกร สุภาวงศ์**	
10.30 - 10.45 น.	ผลของระยะปลูกต่อการเติบโตและผลผลิตของไม้ยางนา อายุ 20 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ *โดย นเคนทร์ กวีธนาธรรม*
10.45 - 11.00 น.	การประเมินความเสี่ยงและความผิดปกติของต้นไม้ใหญ่ในเมืองเขตพื้นที่คุ้งบางกะเจ้า จังหวัดสมุทรปราการ *โดย แหลมไทย อาษานอก*
11.00 - 11.15 น.	การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าริมน้ำไม้วงศ์ยางเด่นตลอดริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา *โดย สญามล นิลแก้ว*
11.15 - 11.30 น.	ผลกระทบของการเผาต่อการสะท้อนน้ำของดินในไร่ข้าวโพดบนพื้นที่สูงบริเวณ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน *โดย ปวัตน์ อินทะวงค์*

สารบัญ

1. นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ

ภาคบรรยาย

ชนิดและการเลือกกินเหยื่อของหมาใน ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 1-1

จิดาภา ทองบ้านทุ่ม นรเศรษฐ์ เขียวศรี พนากร กระออมกลาง รองลาภ สุขมาสรวง
นุชจรินทร์ คงสะเสน ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร และ ครรชิต ศรีนพวรรณ

พื้นที่อาศัย การเคลื่อนที่ และการใช้ถิ่นอาศัยของหมาใน (*Cuon alpinus*) 1-13
ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร นุชรินทร์ คงสะเสน รองลาภ สุขมาสรวง ครรชิต ศรีนพวรรณ ศักดิ์สิทธิ์ ชิ้ม
เจริญ นรเศรษฐ์ เขียวศรี พรพิมล ขับสนิท วริศรา โทมัส วันเสน่ห์ โตอนันต์ ชนัญญา กาญจนสาขา
เมธิรา เลิศติรัญวงศ์ พนากร กระออมกลาง กิตติวรา ศิริภัทรนุกูล Kate Jenks Jennifer Buff
และ ไพศิลป์ เล็กเจริญ

การปรากฏและพฤติกรรมบางประการของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 1-23

มนันยา พลาอาด ศรัญญา ดำรงโภคภัณฑ์ และ รองลาภ สุขมาสรวง

พฤติกรรมและชนิดพืชอาหารของลิงไอ้เงี๊ยะ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว 1-33
จังหวัดชัยภูมิ

วุฒิศักดิ์ คุ้มหมู่ และ รองลาภ สุขมาสรวง

ความหลากชนิด และความมากมายของสัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนม 1-43
ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา

นรเศรษฐ์ เขียวศรี ทีรทัศน์ อยู่เจริญ พนากร กระออมกลาง ครรชิต ศรีนพวรรณ
รองลาภ สุขมาสรวง และ ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร

ความหลากชนิด ความชุกชุม และช่วงเวลากิจกรรมของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนม ในแปลงศึกษา 1-53
นิเวศระยะยาว เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยกล้องดักถ่ายภาพ

รองลาภ สุขมาสรวง ปิยะศาสตร์ คำหอม William McShea ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร
ธราภรณ์ พันกันทะ ยุวลักษณ์ ชนะชัย สรายุทธ บุณยะเวชชีวิน และ นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์

ความมากมาย และการกระจายของสัตว์กีบคู่บางชนิดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน 1-65

กุสุมา เม่นขำ เมธาสิทธิ์ พรรณนาผลากูล รองลาภ สุขมาสรวง ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร
ธราภรณ์ พันกันทะ มนันยา พลาอาด และ นริศ ภูมิภาคพันธ์

สารบัญ

การจัดกลุ่ม และการจัดลำดับหมู่ไม้ตามปัจจัยกำหนด เขตสงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา 1-77

ฤทธิไกร สายคำมูล สถิตย์ ถิ่นกำแพง และ ดอกรัก มารอด

ลักษณะกลุ่มเซลล์ผิวใบของพืชวงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) บางสกุลในประเทศไทย 1-87

วิชาญ เอียดทอง กิตติกา คงกล่อม และ กุศล ตั้งใจพิทักษ์

ความหลากหลาย และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ริมทาง จังหวัดตรัง-พัทลุง 1-101

สุรินทร์ แข่งขัน

ความหลากชนิดของเห็ดในบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา 1-113

สาวิตรี มังคลาด และ ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง

อัตราส่วนระหว่างเพศ และขนาดของกิ้งก่าเขาเล็ก (*Acanthosaura lepidogaster*) ในป่าดิบเขาบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-ห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ 1-125

บงกชรัตน์ ภัทรมนัส

การประมาณความหนาแน่นของงูบางส่วนในเขตสงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ 1-127

ทรงพล ชัยมงคล

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) ในประเทศไทยโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดไมโครแซทเทลไลท์ 1-129

สุจิตรา จางตระกูล พนิดา รุ่งรัตนกุล และ นารีรัตน์ ทองบุญส่ง

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ของราทะเลในจังหวัดสตูล 1-131

สาทินี ซื่อตรง สิตา ปรีดานนท์ อรพิน พระเจริญ อนุพงศ์ คล้ายสุบรรณ จริยา สากยโรจน์ พนิดา อุนะกุล นางประนอม ชุมเรียง วรัทยา พรมชู และ ทนุวงศ์ แสงเทียน

ภาคโปสเตอร์

การประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากชนิดของไลเคน ค่า Index of Atmospheric Purity (IAP) และ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เพื่อติดตามคุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก 1-133

เกษศิริ ศิริกุล อรินทม์ งามนิยม ทายาท ศรียาภัย ศิริกุล ธรรมจิตรสกุล กัญจน์ ศิลป์ประสิทธิ์

ครัสเตเชียนในป่าชายเลนคลองโคนและแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม 1-143

วรไกร วิชานุชิต ศิรประภา เปรมเจริญ อรวรรณ คำรักษ์ และสุริยาภรณ์ เชยชม

สารบัญ

การสำรวจ รวบรวม และอนุรักษ์พืชป่าล้มลุกและไม้เถาที่ใช้เป็นอาหารและสมุนไพรพื้นบ้านในพื้นที่ป่าชุมชน อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว 1-153

พนม สุทธิศักดิ์โสภณ ภัทรพงษ์ เกริกสกุล และ กัญจน์ ศิลป์ประสิทธิ์

เห็ดป่ากินได้ในแปลงไม้ยางนาที่ศูนย์พัฒนาการเกษตรภูสิงห์อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดศรีสะเกษ 1-163

ไสว คณาเสน สุนทร ทองเลิศ สุจินดา สมหมาย พงศ์สวัสดิ์ คำสุนทร
นววิทย์ พงศ์อนันต์ ธิติยา บุญประเทือง อัมพวา ปินเรือน และสายัณห์ สมฤทธิ์ผล

การพัฒนา DNA barcodes พืชถิ่นเดียว โดยการถอดรหัสพันธุกรรมในคลอโรพลาสต์จีโนม 1-165

พนิดา รุ่งรัตนกุล กิตติยา สิงห์ทอง วันทรา แซ่เฮ้ง ภาวิตา เต่าทอง
และ นารีรัตน์ ทองบุญส่ง

2. วนวัฒนวิทยาเพื่อการพัฒนาป่าไม้

ภาคบรรยาย

การเติบโตและมวลชีวภาพของไม้สนคาริเบียที่สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 2-1

ชนิษฐา จันทโชติ สคาร ทีจันทึก พรเทพ เหมือนพงษ์ และ เพ็ญพิชชา ชูสง่า

สมบัติดินบางประการและการเติบโตของยูคาลิปตัสสายต้นต่างๆ อายุ 7 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา 2-11

นฤเบศ กะทิศาสตร์ และ รุ่งเรือง พูลศิริ

ผลของระยะปลูกต่อการเติบโตและผลผลิตของไม้ยางนา อายุ 20 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 2-25

นเคนทร์ กวีธนาธรรม รุ่งเรือง พูลศิริ และสันต์ เกตุประณีต

การประเมินความเสี่ยงและความผิดปกติของต้นไม้ใหญ่ในเมืองเขตพื้นที่คุ้งบางกะเจ้า จังหวัดสมุทรปราการ 2-33

แหลมไทย อาษานอก จตุพร โกฏค้างพลู สุพรรษา รอดคงไร สุวิทย์ นะวะคำ
ชิดชัย แก้วบริสุทธิ์ และ ณภัค กรรณสูต

การเติบโตและสัดส่วนแก่นของไม้สักในแปลงทดสอบแม่ไม้อายุ 17 ปี 2-47

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล ประพาย แก่นนาค จรัส ช่วยนะ
พรรษชล หนูเทพ

สารบัญ

ภาคโปสเตอร์

การประเมินผลการทดสอบสายต้น/สายพันธุ์ และการประมาณปริมาตรไม้มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนของไม้สักอายุ 10 ปี จังหวัดเชียงใหม่ 2-49
อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์ สมชาย นองเนือง สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล วรพจน์ คำใบ และ โศรยา ภูจีระ

ผลของการตัดขยายระยะต่อการสะสมและปริมาณสารอาหารของซากพืชในพื้นที่ป่าฟื้นฟู สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา 2-63
อารยา อุ้ยกิ้ม และรุ่งเรือง พูลศิริ

ผลของการลิดกิ่งต่อการเติบโตและคุณภาพเนื้อไม้ของสักในสวนป่า 2-71
วรพรรณ หิมพานต์ และ ทศพร วัชรางกูร

3. เทคโนโลยีวนผลิตภัณฑ์

ภาคบรรยาย

ศักยภาพของชีวมวลเพื่อโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก : กรณีศึกษาของสวนป่าขุนแม่คำมีและสวนป่าแม่คำปอง-แม่สาย (ไม่เกิน 1 MW) 3-1
วัลลภา ตรัยวิกรานต์

อิทธิพลของชนิดกาวต่อคุณภาพของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพารา 3-13
ทรงกลด จารุสมบัติ วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์ ปิยะวดี บัวจงกล กิติพงศ์ ตั้งกิจ วรารัตน์ หาคำ และ คมสันต์ คล้ายภู่

สมบัติบางประการของเชื้อเพลิงอัดเม็ด จากเศษไม้ยางพาราที่ผ่านการทอร์รีไฟด์ 3-25
ดาริกา ผิวฝ้าย พงษ์ศักดิ์ เฮงนิรันดร์ ทรงกลด จารุสมบัติ และ ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ

ภาคโปสเตอร์

การผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอริไฟด์เพื่อการใช้ประโยชน์ไม้ด้านพลังงานเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม 3-35
นฤมล ภานุนำภา สุวรรณา อ่ำเผือก ฐิติภรณ์ บุญแย้ม และ เบญจมาภรณ์ วงษ์คำจันทร์

สารบัญ

4. การมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการจัดการป่าไม้และสังคม

ภาคบรรยาย

ความสำคัญและมูลค่าประโยชน์ทางอ้อมของต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่บางกะเจ้า จังหวัดสมุทรปราการ 4-1

ทีฆา โยธาภักดี แหลมไทย อาษานอก ต่อลาภ คำโย มณฑล นอแสงสี ณภัค กรรณสูต สุวิทย์ นะวะคำ และชิดชัย แก้วบริสุทธิ์

การวิเคราะห์มูลค่าป่าคาร์บอนต้นแบบโครงการป่าวังจันทร์ จังหวัดระยอง ในรอบ 3 ปีแรก 4-15

ผกามาศ น้องดี พสุธา สุนทรห้าว และ สุรินทร์ อ้นพรม

การบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติศรีลานนา โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน กรณีศึกษาบ้านแม่จอน ตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ 4-29

อานนท์ ยอดญาติไทย ลิตานันท์ ศิริภาทย์ ประสงค์ แซ่เฒ่า รัตติกาล พันธรักษ์เดชา และปฐมพงศ์ วงศ์ษา

ความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรีต่อการจัดการพื้นที่สีเขียวในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน 4-41

สุภานี กลมเกลี้ยง และ มณฑาทิพย์ โสมมีชัย

การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12 อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส 4-51

ฟิรดาว มะเกะ และ เกื้อ ฤทธิบูรณ์

ประโยชน์ของพืชสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร ตำบลร้องเข็ม อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 4-63

ต่อลาภ คำโย และ นภาพร ชุมไพร

องค์ประกอบและความหลากชนิดของพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 4-75

กฤษดา พงษ์การัณยภาส แหลมไทย อาษานอก และ สุมัย หมายหมั้น

การปรับตัวในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนบ้านวัดจันทร์ อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ 4-89

รัชนี โพธิแท่น และ นิตยา เมี้ยนมิตร

สารบัญ

กลยุทธ์ทางเลือกในการจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยการมีส่วนร่วม กรณีศึกษาบ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ 4-103

อานนท์ ยอดญาติไทย ภัทรนันท์ บิโข่ รัตติกาล พันธรักษ์เดชา ขวัญหทัย ธรรมเสนา และอาทิตย์ ธนเกษมสันต์

การปลูกจิตสำนึกให้แก่เยาวชน เพื่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าดิบแล้งที่มีไม้ลาน อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี 4-115

สิรินทร์ ติยานนท์ และประวัติศาสตร์ จันทร์เทพ

ภาคโปสเตอร์

มูลค่าทางเศรษฐกิจของเห็ดป่ากินได้ในสถานีวนวัฒน์วิจัยหนองคูจังหวัดสุรินทร์ 4-117

สมพร คำชมพู สมฤดี ตะเคียนเกลี้ยง สุจินดา สมหมาย พงศ์สวัสดิ์ คำสุนทร อัมพวา ปินเรือน สาทินี ซื่อตรง และ สายัณห์ สมฤทธิ์ผล

5. งานวิชาการป่าชายเลน ป่าพรุ และป่าชายหาด

ภาคบรรยาย

การประเมินการเติบโตของต้นไม้และสมบัติดินของป่าชายเลนปลูกฟื้นฟู ในพื้นที่อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี 5-1

ออ พรานไชย วิภาวี วันเพ็ญ และ ลดาวัลย์ พวงจิตร1

การทดแทนตามธรรมชาติของกล้าไม้ ลูกไม้ป่าชายเลนและสมบัติของดิน ในพื้นที่บริเวณจอมหอบป่าชายเลนบ้านทับปลา ตำบลท้ายเหมือง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา 5-15

เจษฎา วงค์พรหม เดชา ดวงนามล สหัส ราชเมืองขวาง วสันต์ จันทร์แดง สมาน นาละธรรม และ ณฐมน กะลำพะบุตร

การประยุกต์วิธี line intersect สำหรับการประมาณมวลชากเนื้อไม้หยาบ ในป่าชายเลนรุ่นสอง ปากแม่น้ำตราด 5-27

ปิยะพล แก่นคง สุธาทิพย์ อำนวยสิน ฉัตรทิพย์ รอดทัศนา ธมนัย ประวีณวงศ์วุฒิ และ คศิธร พ่วงปาน

สารบัญ

6. การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ภาคบรรยาย

การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าริมน้ำไม้วงศ์ยางเด่นตลอดริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา 6-1

สญามล นิลแก้ว ลดาวัลย์ พวงจิตร แหลมไทย อาษานอก ต่อลาภ คำโย

สุวิทย์ นะวะคำ ชิดชัย แก้วบริสุทธิ์ และ ณภัค กรรณสูต

ผลกระทบของการเผาต่อการสะท้อนน้ำของดินในไร่ข้าวโพดบนพื้นที่สูงบริเวณอำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน 6-15

ปวัตน์ อินทะวงค์ กอบศักดิ์ วันธงไชย และ นฤมล แก้วจำปา

7. วิศวกรรมป่าไม้และนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากรป่าไม้

ภาคบรรยาย

การคัดเลือกแท็กอาร์เอฟไอดีที่เหมาะกับงานป่าไม้ 7-1

นพรัตน์ คัคคุริวาระ และ Tomi Kaakkurivaara

การออกแบบ วิเคราะห์ และประเมินผลเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัสด้วยโปรแกรมออกแบบผลิตภัณฑ์ 7-17

ปัทมา แสงวิศิษฏ์ภิรมย์ ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล และ นพรัตน์ คัคคุริวาระ

การประยุกต์ดัชนีพืชพรรณเพื่อคาดการณ์มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของชนิดป่าที่แตกต่างกันโดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 7-29

จิรพัฒน์ จรูญอุดมสมบัติ

การประยุกต์แบบจำลอง CLUE - S และภาพดาวเทียม Landsat เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา 7-39

กนกวรรณ เขียวจันทร์ วีระภาส คุณรัตนสิริ และ อภิชาต ภัทรธรรม

สมบัติเชิงกลและโครงสร้างของรากต้นแดงและรากต้นยางนา 7-51

อังคณา ทองคำ และ พยัตติพล ณรงคะชวนะ

การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในพื้นที่ป่าด้วยวิธีการ LiDAR จากอากาศยาน และภาพถ่ายทางอากาศ กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 7-63

ตรีชาย อนุวงศ์เจริญ กาญจนา นาคะภากร สุระ พัฒนเกียรติ สุกิจ วิเศษสินธุ์

และ จรัญธร บุญานุภาพ

สารบัญ

8. อื่นๆ

ภาคบรรยาย

ภาพรวมค่าการปลดปล่อยคาร์บอนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากไฟที่ตรวจพบโดยเซ็นเซอร์โมดิส ช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายนปี พ.ศ. 2546-2561 บริเวณภูมิภาคอาเซียนตอนบน โดยเฉพาะประเทศไทยโดย CAMS-ECMWF 8-1

วีรชัย ตันพิพัฒน์ มาร์ค พาริ่งตัน กอบศักดิ์ วันธงไชย และ ประยูรยงค์ หนูไชยา

การปรับแต่งโปรแกรมพฤติกรรมไฟ Prometheus ประเทศแคนาดา สำหรับป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี 8-3

วีรชัย ตันพิพัฒน์ เจอนอต ลักเกอร์ โจคิม เทียนแมน กอบศักดิ์ วันธงไชย และ ประยูรยงค์ หนูไชยา

ภาคโปสเตอร์

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำยางของต้นรักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou) 8-5

แก้วนภา กิตติบรรพชา อนุวัตร สูงติวงศ์ และ อัจฉราพร มะณีชัย

องค์ประกอบชนิด สังคมพืช ในพื้นที่โครงการบ้านป่ารักน้ำ ตำบลโคกสี อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร 8-7

ประสิทธิ์ วงษ์พรม อนุสรณ์ กุลวงษ์ และวุธิพงศ์ ภักดีกุล

ความหนาแน่น ขนาดตัวของปูก้ามดาบชนิด *Ucarosea* (Tweedie, 1937) และลักษณะของดินที่อยู่อาศัย จังหวัดสตูล ประเทศไทย 8-9

ณรงค์ศักดิ์ สิทธิชัย อารีรัตน์ สุขกาย และ ขนิษฐา กีรติภัทรกาญจน์

ขนาดตัวและโครงสร้างของรูปูก้ามดาบชนิด *Ucarosea* (Tweedie, 1937) ในจังหวัดสตูล ประเทศไทย 8-11

ณัฐณิชา โกมัย ปาริชาต คชฉิม และ ขนิษฐา กีรติภัทรกาญจน์

โครงการส่งเสริมการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้ระบบนิเวศเป็นฐาน โดยการฟื้นฟูพื้นที่ป่าชายเลนและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ในประเทศไทยและประเทศเวียดนาม 8-13

สุปราณี กำปงชัน และ สาทิศ คงศิริกำแหง

ชนิดและการเลือกกินเหยื่อของหมาใน ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

Prey Profile and Prey Selection by Dhole in Khao Yai National Park

จิดาภา ทองบ้านทุ่ม[1] นรเศรษฐ์ เขียวศรี[1] พนากร กระออมกลาง[2] **รองลาภ สุขมาสรวง[1*]** นุชจรินทร์ ศงสะเสน[1]
ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร[1] และ ครรชิต ศรีนพวรรณ[2]

Jidapha Thonghbanthum[1], Noraset Khiowsree[1], Panagorn Kraomkhlang[2], **Ronglarp Sukmasuang[1*]**,
Nucharin Songsasen[1], Khwanrutai Charaspet[1] and Khanchit Srinopawan[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2]อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]Khao Yai National Park, Pakchong District, Nakorn Ratchasima Province

* Corresponding author; email: **mronglarp@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดและการเลือกกินเหยื่อของหมาใน ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ดำเนินการระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนกันยายน 2560 โดยการเก็บมูลหมาในที่พบมาวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ และติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพเพื่อศึกษาความมากมายของเหยื่อ การเลือกกิน ผลการวิเคราะห์มูลหมาในจำนวน 52 กอง สามารถจำแนกชนิดเหยื่อได้ 7 ชนิด ได้แก่ เก้ง (*Muntiacus munjak*) กวางป่า (*Rusa unicolor)* หมูป่า (*Sus scrofa*) อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*) อีเห็นข้างลาย (*Paradoxurus hermaphrodites*) และกระจงหนู (*Tragulus kanchil*) ค่าความถี่ของการปรากฏ (% frequency of occurrence) ของเหยื่อที่พบในกองมูลพบว่า เก้งมีค่าร้อยละความถี่ 41.31 รองลงมาเป็นกวางป่า 28.85 และหมูป่า 15.38 อีเห็นเครือ 7.69 ชะมดแผงหางปล้อง 1.92 อีเห็นข้างลาย 1.92 และกระจงหนู 1.92 ค่าร้อยละความมากมายของหมาในและเหยื่อ จากการตั้งกล้องดักถ่ายภาพ รวม 2,013 กับดักคืน พบหมาในมีค่าร้อยละความมากมาย 3.73 ชนิดเหยื่อของหมาในพบว่า เก้งมีค่า 15.90% รองลงมาเป็นหมูป่า 14.41% ลิงกัง 9.29% กวางป่า 6.71% เม่นใหญ่ 5.76% ตามลำดับ ค่าดัชนีการเลือกกินเหยื่อของหมาใน สามารถจัดเหยื่อออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่หมาในชอบกิน ได้แก่ กระจง (+1.00) และอีเห็นหน้าขาว (+1.00) กลุ่มที่เลือกกินตามสัดส่วนที่ปรากฏในธรรมชาติ ได้แก่ หมูป่า (0.00) เก้ง (-0.02) และกวางป่า (-0.05) และกลุ่มที่หมาในไม่ชอบเลือกกิน ได้แก่ อีเห็นข้างลาย (-1.28) และชะมดแผงหางปล้อง (-1.28) จำนวนตัวของเหยื่อที่หมาในกินในรอบปี รวม 14.32 ตัว เป็นเก้ง 4.57 ตัว กวางป่า 1.18 ตัว หมูป่า 0.71 ตัว อีเห็นเครือ 3.72 ชะมดแผงหางปล้อง 0.45 ตัว อีเห็นข้างลาย 1.06 ตัว และกระจงหนู 2.64 ตัว โดยจำนวนตัวเหยื่อที่กินพบว่า 84.56% เป็นสัตว์กีบคู่ มวลชีวภาพของเหยื่อที่หมาในกินต่อตัวต่อปี ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่คิดเป็น กวางป่า 64.04 กก. เก้ง 26.65 กก. หมูป่า 23.69 กก. อีเห็นหน้าขาว 3.62 กก. ชะมดแผงหางปล้อง 0.98 กก. อีเห็นข้างลาย 0.90 กก. กระจงหนู 0.87 กก. รวมน้ำหนัก 120.85 กก./ตัว/ปี ส่วนใหญ่เป็นสัตว์กีบคู่คิดเป็น 95.44% ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไปได้แก่ควรศึกษาชนิดเหยื่อจากการวิเคราะห์มูล การศึกษาติดตามด้วยกล้องดักถ่ายภาพต่อไป รวมถึงการจัดการทุ่งหญ้า เพื่อเพิ่มประชากรสัตว์กีบที่เป็นเหยื่อหลักของหมาในโดยเฉพาะในพื้นที่ที่ห่างไกลจากกิจกรรมมนุษย์ พื้นที่ห่างจากแหล่งท่องเที่ยว

คำสำคัญ: หมาใน ชนิดเหยื่อ การเลือกกินเหยื่อ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

ABSTRACT

Prey profile and prey selection by dhole was studied in Khao Yai National Park from February to September 2017. Scat analysis using microscopy was applied to identify prey species. Camera trapping method was also used to study abundance of preys in the area. Based on 52 dholes' scats, 7 prey species were identified, namely common barking deer (*Muntiacus munjak*), sambar deer (*Rusa unicolor*), wild boar or Eurasian wild pig (*Sus scrofa*), masked palm civet (*Paguma larvata*), large Indian civet (*Viverra zibetha*), common palm civet (*Paradoxurus hermaphrodites*), and lesser mouse deer (*Tragulus kanchil*). Percentage of frequency of occurrence of each prey species showed that barking deer had the highest occurrence of 41.31% followed by sambar deer (28.85%), wild boar (15.38%), masked palm civet (7.69%), large Indian civet (1.92%), common palm civet (1.92%), and lesser mouse deer (1.92%), respectively. The relative abundance of dhole, based on data from 2,013 trap nights of 53 camera locations was 3.73% while the relative abundance of barking deer was highest (15.90%) followed by wild boar (14.41%), pig tailed macaque (9.29%), sambar deer (6.71%), and porcupine (5.76%), respectively. According to the electivity index dhole's preys were classified into 3 groups: i) preferred prey group composing of lesser mouse deer (+1.00) and mask palm civet (+1.00); ii) prey group that was selected based on its availability including wild boar (0.00), barking deer (-0.02) and sambar deer (-0.05); and iii) avoided prey group consisting of common palm civet (-1.28) and large Indian civet (-1.28). Our calculation indicated that a dhole consumed 14.32 individuals per year. Annual prey composition composed of 4.57 individuals of barking deer, 1.18 individuals of sambar deer, 0.71 individuals of wild boar, 3.72 individuals of masked palm civet, 0.45 individuals of large Indian civet, 1.06 individuals of common palm civet and 2.64 individuals of lesser mouse deer. We found that 84.56% of prey individuals was ungulate species. Biomass of the prey species consumed by a dhole per year were 64.04 kg of sambar deer, 26.65 kg of barking deer, 23.69 kg of wild boar, 3.62 kg of masked palm civet, 0.98 kg of large Indian civet, 0.90 kg of common palm civet and 0.87 kg of lesser mouse deer. We recommended that studies of prey species using scat analysis and population monitoring by camera trapping method should be continued. Furthermore, grassland should be proper managed in order to increase of ungulate population, especially in pristine areas.

Keywords: Dhole, prey species, prey selection, Khao Yai National Park

คำนำ

หมาใน (*Cuon alpinus* (Pallas,1811) เป็นสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมกินเนื้อ ถือเป็นสัตว์ผู้ล่าขนาดกลาง ที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมจำนวนประชากรสัตว์กินพืชให้มีความสมดุลเช่นเดียวกับเสือโคร่งและเสือดาว หมาในอาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูง และเนื่องด้วยสมาชิกภายในฝูงที่มาก อาหารจึงต้องเพียงพอสำหรับ การดำรงชีวิต สมาชิกแต่ละตัวช่วยกันล่าเหยื่อที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดตัวมันหลายเท่า หมาในมีสถานภาพทางการอนุรักษ์ใกล้สูญพันธุ์ (Endangered) (IUCN, 2015) นอกจากนี้หมาในยังเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ.2535 ปัจจุบันหมาในมีการกระจายทั่วทั้งเอเชียใต้ เอเชียตะวันออก และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แต่มีประชากรลดน้อยลง โดยกระจายออกไปจากเทือกเขาเทียนซานและอัลไต ในประเทศจีน ครอบคลุมประเทศรัสเซีย และกระจายไปทางใต้ในประเทศมองโกเลีย เกาหลี จีน ทิเบต เนปาล และอินเดีย ส่วนการกระจายทางตะวันออกเฉียงใต้พบจากประเทศพม่า กัมพูชา เวียดนาม ลาว ไทย คาบสมุทรมาเลย์ เกาะสุมาตรา และเกาะชวาในประเทศอินโดนีเซีย

ในประเทศไทย งานศึกษาการกระจายและความชุกชุมของหมาในของ Kanchanasaka *et al*. (1998) พบว่าหมาในกระจายอยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ 32 แห่งที่อยู่ทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยกเว้นภาคใต้ และพบว่าหมาในมีความชุกชุมมากที่สุดในกลุ่มป่าเขาใหญ่ - ดงพญาเย็นและเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่ใหญ่ที่สุด (บุษบง และคณะ, 2553) รองลงมาเป็นกลุ่มป่าตะวันออก และกลุ่มป่าภูเขียว - น้ำหนาว ตามลำดับ โดยเฉพาะที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ไม่พบการปรากฏของเสือโคร่งมาเป็นเวลาหลายปี หมาในจึงมีบทบาทที่สำคัญในการเป็นผู้ล่าอันดับสูงสุด ทำหน้าที่ควบคุมประชากรสัตว์กินพืชแทนเสือโคร่ง

ปัจจุบันงานวิจัยที่เกี่ยวกับหมาในของประเทศไทยเริ่มมีเพิ่มขึ้น แต่ไม่ได้นำความรู้เกี่ยวกับนิเวศวิทยาโดยเฉพาะ ชนิดเหยื่อ การเลือกกิน และการใช้พื้นที่อาศัยของหมาใน ซึ่งมีการศึกษาน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์กินเนื้อชนิดอื่น เช่นเสือโคร่งและเสือดาว ในระบบนิเวศเดียวกัน ประกอบกับทัศนคติของสังคมต่อสัตว์ชนิดนี้เป็นไปในเชิงลบ พิจารณาว่าหมาในเป็นสัตว์ผู้ล่าทำลายประชากรสัตว์กีบอย่างโหดร้าย เนื่องจากหมาในไม่สามารถฆ่าเหยื่อให้ตายได้ทันที แต่หมาในจะรุมกินเหยื่อทันทีที่เหยื่อหมดแรงและยังไม่ตาย ด้วยความเชื่อที่กล่าวว่าหากประชากรหมาในเพิ่มขึ้น อาจทำให้ประชากรสัตว์กีบที่เป็นเหยื่อลดจำนวนลงหรือหมดไป จึงควรกำจัดหมาในออกเพื่อรักษาประชากรอื่นแทน โดยความเชื่อนี้ขาดหลักฐานจากงานวิชาการรองรับ จึงเป็นสิ่งคุกคามประชากรหมาในโดยตรง ทั้งที่หมาในมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศจึงควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อให้มีความรู้เพียงพอในการนำข้อมูลมาใช้ตัดสินใจ เพื่อการจัดการประชากรและถิ่นอาศัยของหมาในได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดเหยื่อของหมาใน ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่จากการวิเคราะห์กองมูล
2. เพื่อศึกษาการเลือกกินเหยื่อของหมาใน

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บข้อมูล

1. ศึกษาประชากรหมาในและเหยื่อโดยใช้กล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติ (camera trap) และนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าร้อยละความมากมาย (%relative abundance: %RA) ของหมาในและเหยื่อหลัก

2. การศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างเส้นขนในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

2.1 นำมูลหมาในแต่ละกองไปล้างน้ำเปล่า คัดเลือกเส้นขนทุกลักษณะที่พบในกองมูลไปล้างขจัดไขมันด้วยน้ำยาล้างจานและผงซักฟอก เขย่าสิ่งสกปรกด้วยเครื่อง ultrasonic แล้วนำขนบรรจุใส่ซองกระดาษอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

2.2 ศึกษาเปลือกขน ใช้ acetone ผสมน้ำยาทาเล็บแบบใสป้ายลงแผ่นสไลด์รอให้แห้งหมาด คีบเส้นขนวางลงไปกดให้เกิดลายเปลือกขนบนยาทาเล็บ ดึงขนออกส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ บันทึกภาพลายเปลือกขนที่บริเวณโคน กลาง และปลายของเส้นขน

2.3 ศึกษาแกนขน โดยนำขนไปแช่ใน xylene ประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อละลายสารสีที่อยู่ในเส้นขนจนเห็นแกนขนชัดเจนเมื่อส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ บันทึกภาพลายแกนขนที่ตำแหน่งกึ่งกลางและทุกตำแหน่งที่มีลักษณะแตกต่างออกไป

2.4 จำแนกชนิดโดยนำภาพเปลือกขนและภาพแกนขนที่ได้ไปเปรียบเทียบกับสไลด์อ้างอิงเส้นขนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมของ อัจฉรา (2543) วิเคราะห์พร้อมกับลักษณะที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าที่หลงเหลือในกองมูล เช่น สีของเส้นขน ขนาดเส้น กระดูก ฟัน กีบ เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณร้อยละความถี่เหยื่อที่ปรากฏ (%Frequency of Occurrence: %FO) ที่พบในกองมูลของหมาในตลอดปี และที่จำแนกตามฤดูกาล จากสูตร

$$\text{ร้อยละของความถี่เหยื่อที่ปรากฏ} = \frac{\text{จำนวนกองมูลที่มีเหยื่อชนิดนั้น}}{\text{จำนวนกองมูลทั้งหมด}} \times 100$$

2. ศึกษาค่าร้อยละความมากมาย (%Relative Abundance: %RA) ของหมาในและเหยื่อหลัก โดยใช้ข้อมูลจากกล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติ (camera trap)

2.1 คำนวณร้อยละความมากมายของหมาในและเหยื่อ จากสูตร

$$\text{Relative Abundance (\%)} = \frac{\text{Trap Success}}{\text{Trap Night}} \times 100$$

เมื่อ Relative abundance (%) คือ ความมากมายสัมพัทธ์ของสัตว์ชนิดที่ A

Trap success คือ จำนวนภาพทั้งหมดที่ถ่ายได้ของสัตว์ชนิดที่ A

Trap night คือ จำนวนกล้องที่ทำการวางต่อคืน x จำนวนวันทั้งหมด

3. การหาดัชนีการเลือกกิน (Electivity index) โดยใช้ตาม (Jacobs, 1974) มีวิธีการคำนวณดังนี้

$$\text{ดัชนีการเลือกกินเหยื่อ (E)} = \frac{r-p}{(r+p) - 2rp}$$

เมื่อ E คือ ดัชนีการเลือกกินเหยื่อ มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1

r คือ สัดส่วนของชนิดเหยื่อที่พบในมูล

p คือ สัดส่วนของชนิดเหยื่อที่สำรวจพบในพื้นที่ศึกษา

เมื่อ E เข้าใกล้ +1 (+0.5 ถึง 1) แสดงถึง การเลือกกินเหยื่อ โดยไม่ขึ้นกับปริมาณเหยื่อที่มีอยู่ในธรรมชาติ หมายความว่า แม้เหยื่อชนิดนั้นๆ ในธรรมชาติมีอยู่น้อยก็ตามสัตว์ก็ยังคงเลือกกิน

เมื่อ E มีค่าเข้าใกล้ -1 (-1 ถึง -0.5) แสดงถึง การไม่เลือกกินเหยื่อ โดยไม่ขึ้นกับปริมาณเหยื่อที่มีอยู่ในธรรมชาติ หมายความว่า ถึงแม้เหยื่อชนิดนั้นๆ ในธรรมชาติมีอยู่มากก็ตาม สัตว์ก็ยังไม่เลือกกินเหยื่อชนิดนั้น หรือเลือกกินในปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับชนิดอื่น

เมื่อ E เข้าใกล้ 0 (-0.5 ถึง +0.5) แสดงถึง การเลือกกินเหยื่อชนิดนั้นๆ ขึ้นอยู่กับปริมาณเหยื่อที่มีอยู่ในธรรมชาติ หมายความว่า เมื่อปริมาณเหยื่อชนิดนั้นในธรรมชาติมีมากสัตว์ก็จะเลือกกินในปริมาณที่มากและเมื่อปริมาณของเหยื่อชนิดนั้นลดลงสัตว์ก็กินในปริมาณที่น้อยลง

4. คำนวณจำนวนตัวของเหยื่อที่หมาในกิน จากสูตร (Jedrzejewska and Jedrzejewski, 1998)

$$\text{Nprey} = \frac{\text{DFI} \times \text{Bprey} \times \text{ndays}}{\text{BMprey} \times 100}$$

เมื่อ Nprey คือ จำนวนตัวของเหยื่อที่ถูกหมาในกินต่อตัว

DFI คือ ความต้องการอาหารต่อวันของหมาใน ในที่นี้ใช้ 1.36 กิโลกรัม (Mukherjee *et al.* 2004)

Bprey คือ % Biomass consumed ของเหยื่อแต่ละชนิด

BMprey คือ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเหยื่อชนิดนั้น

5. Correction factor หรือ ค่าน้ำหนักเหยื่อที่หมาในกินจากการปรากฏชนิดเหยื่อในมูล โดยสูตร (Weaver, 1993)

$$Yi = 0.439+0.008Xi$$

เมื่อ Yi คือ มวลของเหยื่อชนิดที่ i ที่พบต่อกองมูล

Xi คือ น้ำหนักตัวเฉลี่ยของสัตว์ที่ i ที่เป็นเหยื่อที่พบในกองมูล

ผลและวิจารณ์

1. ชนิดเหยื่อ

จากการนำกองมูลหมาใน ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 ทั้งหมด 41 กอง มาวิเคราะห์ชนิดเหยื่อที่หมาในกิน สิ่งที่พบในกองมูลประกอบด้วย เส้นขน กระดูก หญ้า เป็นต้น และเมื่อนำเส้นขนมาวิเคราะห์โดยเทคนิคทางกล้องจุลทรรศน์ สามารถจำแนกเหยื่อได้ทั้งหมด 7 ชนิด พบว่าทั้งหมดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมประกอบด้วย เก้ง (*Muntiacus munjak*) กวางป่า (*Rusa unicolor*) หมูป่า (*Sus scrofa*) อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*) อีเห็นข้างลาย (*Paradoxurus hermaphrodites*) และกระจงหนู (*Tragulus kanchil*)

ผลการศึกษาค่าร้อยละความถี่ของการปรากฏ (%FO) ในครั้งนี้ ค่าร้อยละความถี่ของการปรากฏพบ เก้งมีค่าร้อยละความถี่มากที่สุด 41.31 รองลงมาเป็นกวางป่า 28.85 และหมูป่า 15.38 อีเห็นเครือ 7.69 ชะมดแผงหางปล้อง 1.92 อีเห็นข้างลาย 1.92 และกระจงหนู 1.92

Table 1 Percentage frequency of Occurrence (%FO) of the prey species based on 41 dhole's scat in Khao Yai National Park, during February and September 2017.

No.	Common name (scientific name)	n=52	
		n	%FO
1	Sambar deer (*Cervus unicolor*)	15	28.85
2	Barking deer (*Muntiacus muntak*)	22	42.31
3	Wild boar (*Sus scrofa*)	8	15.38
4	Masked palm civet (*Paguma larvata*)	4	7.69
5	Large Indian civet (*Viverra zibetha*)	1	1.92
6	Common palm civet (*Paradoxurus hermaphrodites*)	1	1.92
7	Lesser mouse deer (*Tragulus kanchil*)	1	1.92
	Total	52	100.00

การศึกษาของ นคร (2555) ศึกษาที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว พบว่า กวางป่ามีค่าร้อยละความถี่สูงที่สุด 31.4 กระจงหนู 23.5 เก้ง 20.6 และหมูป่า 12.8 อาจเนื่องจาก ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวสามารถพบเห็นกวางป่าได้ง่ายและมีความชุกชุมสูง Austin (2002) ศึกษาในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ไม่พบหมูป่าในกองมูลหมาใน พบกวางป่ามีค่าร้อยละความถี่สูงที่สุด 80.0% รองลงมาเป็นเก้ง 23.0% เม่นใหญ่ 7.0% หนู 7.0% เกล็ดงู 3.0% นก 3.0% ปลวก 3.0% และหญ้า 7.0% ผลการศึกษาครั้งนี้คล้ายกับผลการศึกษาของ Grassman *et al*. (2005) ศึกษาที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว พบเก้งมีค่าร้อยละความถี่สูงที่สุด 42.6% กวางป่า 31.5% หมูป่า 23.6% และเนื้อทราย 14.2%

ผลการศึกษาชนิดเหยื่อที่พบจากกองมูลพบว่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ และอุทยานแห่งชาติทับลาน มีชนิดเหยื่อ ที่พบเหมือนกันทั้ง 3 พื้นที่ คือ กวางป่า เก้ง หมูป่า และเนื้อทรายพบ

เฉพาะในบางพื้นที่ เนื่องจากมีการปล่อยคืนสู่ธรรมชาติ โดยผลการศึกษาครั้งนี้มีชนิดเหยื่อ ที่พบคล้ายคลึงกับ นคร (2555) จำนวน 4 ชนิด คือ กวางป่า กระจงหนู เก้ง หมูป่า คล้ายคลึงกับ Grassman *et al*. (2005) จำนวน 3 ชนิด คือ กวางป่า เก้ง และหมูป่า คล้ายคลึงกับ อัมพรพิมล (2557) จำนวน 4 ชนิด คือ หมูป่า กระจงหนู กวางป่า และ เก้ง

ผลการศึกษาค่าร้อยละความมากมาย (%RA) ของหมาในและเหยื่อ จากการตั้งกล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติ รวมกับดักวันที่ดักถ่ายภาพได้ทั้งหมด 2,013 กับดักคืน (trap night) พบว่า หมาในมีค่าร้อยละความมากมายในรอบปี 3.73%

เมื่อเปรียบเทียบความมากมายของหมาในและชนิดเหยื่อ ที่หมาในใช้เป็นอาหารทั้งหมดจากกล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติ พบว่า หมาในมีความมากมายน้อยกว่าชนิดเหยื่อหลักมาก ซึ่งเป็นไปตามหลักพีระมิดอาหารที่ผู้ล่ามีจำนวนน้อยกว่าเหยื่อ ชนิดเหยื่อของหมาในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เมื่อคำนวณโดยรวมในรอบปีพบว่าเก้งมีค่าร้อยละความมากมายมากที่สุด 15.90% รองลงมาเป็นหมูป่า 14.41% ลิงกัง 9.29%กวางป่า 6.71% เม่นใหญ่ 5.76% ตามลำดับ ดังรายละเอียดตาม Table 2

Table 2 Percentage relative abundance of dhole and their prey in Khao Yai National Park, gained by camera trap techniques during January and April 2018.

No.	Common name	TN= 2,013	
		n	%RA
1	Sambar deer	135	6.71
2	Gaur	10	0.50
3	Barking deer	320	15.90
4	Wild boar	290	14.41
5	Pig-tailed macaque	187	9.29
6	Dhole	75	3.73
7	Porcupine	116	5.76
8	Large spotted civet	2	0.10
9	Small Indian civet	16	0.79
10	Common palm civet	5	0.25
11	Large Indian civet	21	1.04

Remarks: TN = trap night, %RA = (%relative abundance), n = trap success

2. ดัชนีการเลือกกิน (Electivity index)

ผลการคำนวณดัชนีการเลือกกิน (electivity index) เหยื่อของหมาใน ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พบว่าสามารถจัดเหยื่อออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มเหยื่อที่หมาในชอบกิน ได้แก่ กระจง (+1.00) และอีเห็นหน้าขาว (+1.00) กลุ่มที่เลือกกินตามสัดส่วนที่ปรากฏในธรรมชาติ ได้แก่ หมูป่า (0.00) เก้ง (-0.02) และกวางป่า (-0.05) และกลุ่มที่หมาใน ไม่ชอบเลือกกิน ได้แก่ อีเห็นข้างลาย (-1.28) และชะมดแผลหางปล้อง (-1.28) ดัง Figure 1

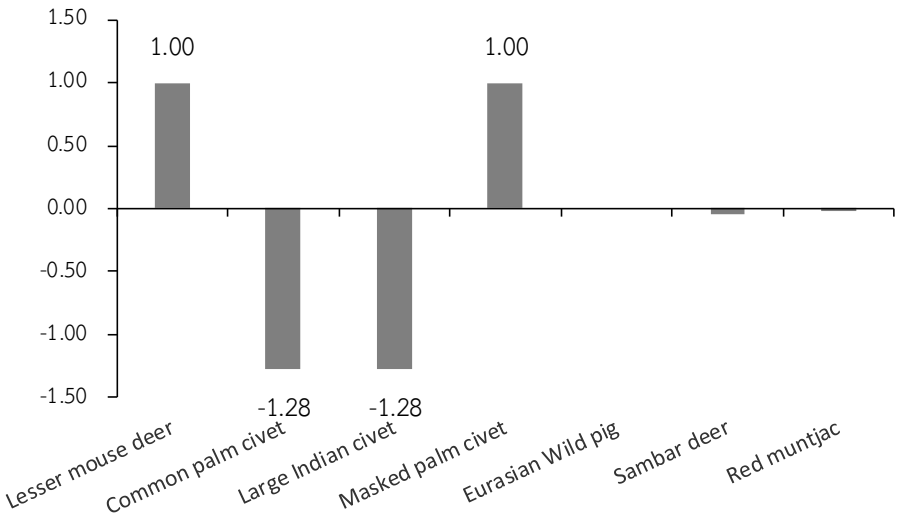


Figure 1 Electivity index of prey species of the dhole in Khao Yai National Park.

ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเหยื่อที่หมาในกินหรือ Correction factor จากการปรากฏชนิดเหยื่อในกองมูล พบว่า เก้ง 0.63 กวางป่า 2.22 หมูป่า 1.54 อีเห็นเครือ 0.47 ชะมดแผงหางปล้อง 0.51 อีเห็นข้างลาย 0.47 และกระจงหนู 0.45 ชนิดเหยื่อของหมาในจากกองมูลในรอบปี ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พบว่ากองมูลที่ประกอบด้วยเหยื่อเพียงชนิดเดียว 52 กองมูล (ดู Table 3)

ผลการคำนวณจำนวนตัวของเหยื่อที่หมาในในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ในรอบปีรวม 14.32 ตัว เป็นเก้ง 4.57 ตัว กวางป่า 1.18 ตัว หมูป่า 0.71 ตัว อีเห็นเครือ 3.72 ชะมดแผงหางปล้อง 0.45 ตัว อีเห็นข้างลาย 1.06 ตัว และกระจงหนู 2.64 ตัว รวมสัตว์ป่าที่เป็นเหยื่อของหมาใน 14.32 ตัวต่อปี โดยจำนวนตัวเหยื่อที่หมาในกินพบว่า 84.56% เป็นสัตว์กีบคู่ที่อาศัยในพื้นที่ ดัง Table 3 และ Figure 2

Table 3 Prey species, average body weight of each prey, correction factor, frequency of occurrence, biomass consumed and number of individuals of prey consumed by the dhole per individual per year in Khao Yai National Park.

No.	Prey species	Average body weight (Kg.) in parenthesis	Correction factor (Yi)[2/]	% frequency of occurrence [3/]	Biomass consumed [4/]	% Biomass consumed	No. of consumed/ dhole/year[5/]
1	Barking deer	20-28 (24.0)	0.63	42.31	26.65	22.07	4.57
2	Sambar deer	185-260 (222.5)	2.22	28.85	64.04	53.03	1.18
3	Wild boar	75-200 (137.50)	1.54	15.38	23.69	19.62	0.71
4	Mask palm civet	3-5 (4)	0.47	7.69	3.62	2.99	3.72
5	Large Indian civet	8-10 (9.0)	0.51	1.92	0.98	0.81	0.45
6	Common palm civet	2-5 (3.5)	0.47	1.92	0.90	0.75	1.06
7	Lesser mouse deer	0.7 – 2 (1.35)	0.45	1.92	0.87	0.72	2.64
			Total	100.00	120.75	100.00	14.33

Remarks: 1/: Lekagul and McNeely (1977) 2/: Weaver (1993) (yi = 0.439 + 0.008xi) 3/: This study 4/: Ackerman *et al.* (1984)
5/: Jedrzejewska and Jedrzejewski (1998)

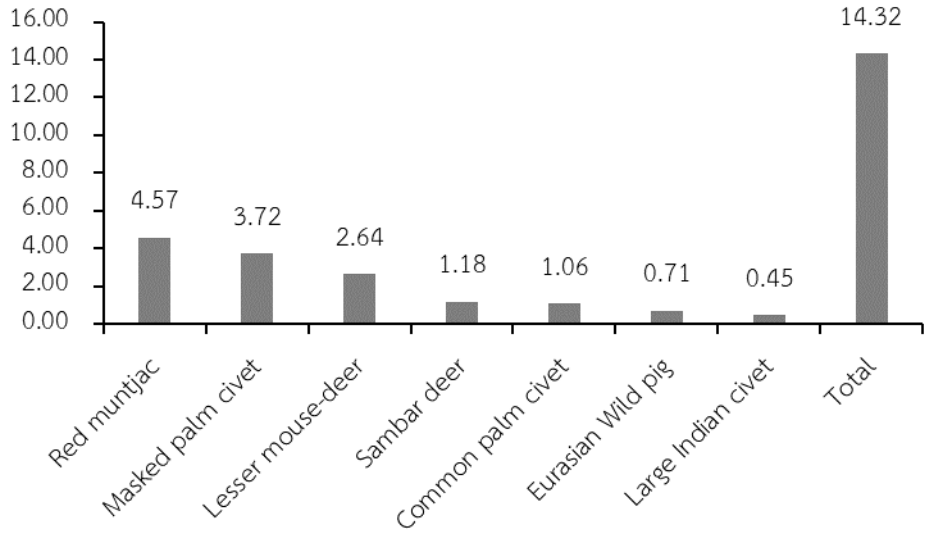


Figure 2 Individuals of prey species consumed by the dhole per year in Khao Yai National Park.

ผลการคำนวณค่ามวลของเหยื่อที่หมาในที่กินเหยื่อต่อตัวต่อปี ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พบว่า ในรอบปีกินเหยื่อรวมหนัก 120.75 กิโลกรัม (ดู Table 3) ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาในอินเดียโดย Salvan *et al.* (2013) และ Borah *et al.* (2009) พิจารณาผลการศึกษาจาก Figure 3 จากจำนวนเหยื่อที่พบ 7 ชนิด เป็นกวางป่า 64.04 กก. เก้ง 26.65 กก. หมูป่า 23.69 กก. อีเห็นหน้าขาว 3.62 กก. ชะมดแผงหางปล้อง 0.98 กก. อีเห็นข้างลาย 0.90 กก. กระจงหนู 0.87 กก. โดยส่วนใหญ่พบว่าเหยื่อของหมาใน คิดเป็น 95.44% เป็นสัตว์กีบ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของขวัญฤทัย (2557) ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระก็พบว่าเหยื่อหลักของหมาในในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสัตว์กีบ คิดเป็น 90.31% ดังนั้นการรักษาประชากรหมาในให้สามารถดำรงอยู่ในพื้นที่แห่งใดแห่งหนึ่งได้ปัจจัยสำคัญคือการรักษาประชากรของสัตว์กีบในพื้นที่ให้มีปริมาณเพียงพอดัง Figure 3

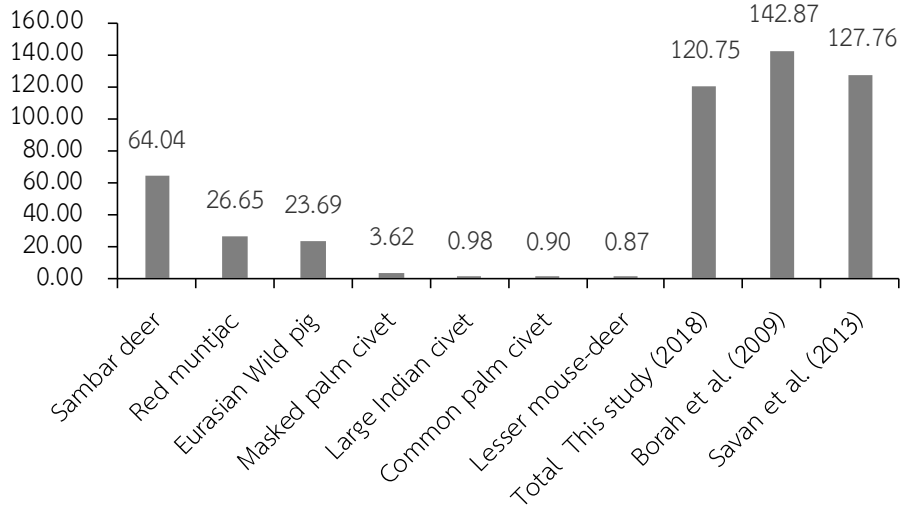


Figure 3 % Biomass consumed (kg.) by the dhole per individual per year in Khao Yai National Park compared with other protected areas in India.

สรุป

1. ชนิดเหยื่อที่ปรากฏในกองมูลหมาในจากการวิเคราะห์มูล พบจำนวน 41 กอง จำแนกชนิดเหยื่อ จากรูปร่างลักษณะของเส้นขน พบรวม 7 ชนิด ได้แก่ เก้ง (*Muntiacus munjak*) กวางป่า (*Rusa unicolor)* หมูป่า (*Sus scrofa*) อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*) อีเห็นข้างลาย (*Paradoxurus hermaphrodites*) และกระจงหนู (*Tragulus kanchil*)

2. ค่าความถี่ของการปรากฏ (% frequency of occurrence) ของเหยื่อที่พบในกองมูล 52 กอง พบว่า เก้งมีค่าร้อยละความถี่มากที่สุด 41.31 รองลงมาเป็นกวางป่า 28.85 และหมูป่า 15.38 อีเห็นเครือ 7.69 ชะมดแผงหางปล้อง 1.92 อีเห็นข้างลาย 1.92 และกระจงหนู 1.92

3. ค่าร้อยละความมากมาย (%RA) ของหมาในและเหยื่อ จากการตั้งกล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติ รวมกับดักวัน ที่ดักถ่ายภาพได้ทั้งหมด 2,013 กับดักวัน (trap day) พบว่า หมาในมีค่าร้อยละความมากมายในรอบปี 3.73 ชนิดเหยื่อของหมาในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เมื่อคำนวณโดยรวมในรอบปีพบ เก้งมีค่าร้อยละความมากมายมากที่สุด 15.90 รองลงมาเป็นหมูป่า 14.41 ลิงกัง 9.29 กวางป่า 6.71 เม่นใหญ่ 5.76 ตามลำดับ

4. จากการคำนวณดัชนีการเลือกกิน (electivity index) เหยื่อของหมาใน ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ สามารถจัดเหยื่อออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มเหยื่อที่หมาในชอบกิน ได้แก่ กระจง (+1.00) และอีเห็นหน้าขาว (+1.00) กลุ่มที่เลือกกินตามสัดส่วนที่ปรากฏในธรรมชาติ ได้แก่ หมูป่า (0.00) เก้ง (-0.02) และกวางป่า (-0.05) และกลุ่มที่หมาใน ไม่ชอบเลือกกิน ได้แก่ อีเห็นข้างลาย (-1.28) และชะมดแผงหางปล้อง (-1.28)

5. ผลการคำนวณค่าน้ำหนักเหยื่อที่หมาในกิน หรือ Correction factor จากการปรากฏชนิดเหยื่อในกองมูล พบว่า เก้ง 0.63 กวางป่า 2.22 หมูป่า 1.54 อีเห็นเครือ 0.47 ชะมดแผงหางปล้อง 0.51 อีเห็นข้างลาย 0.47 และกระจงหนู 0.45

6. ผลการคำนวณจำนวนตัวของเหยื่อที่หมาในในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ในรอบปีรวม 14.32 ตัว เป็นเก้ง 4.57 ตัว กวางป่า 1.18 ตัว หมูป่า 0.71 ตัว อีเห็นเครือ 3.72 ชะมดแผงหางปล้อง 0.45 ตัว อีเห็นข้างลาย 1.06 ตัว และกระจงหนู 2.64 ตัว รวมสัตว์ป่าที่เป็นเหยื่อของหมาใน 14.32 ตัวต่อปี โดยจำนวนตัวเหยื่อที่หมาในกินพบว่า 84.56% เป็นสัตว์กีบคู่

7. มวลชีวภาพของเหยื่อที่หมาในกินต่อตัวต่อปี ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่คิดเป็น กวางป่า 64.04 กก. เก้ง 26.65 กก. หมูป่า 23.69 กก. อีเห็นหน้าขาว 3.62 กก. ชะมดแผงหางปล้อง 0.98 กก. อีเห็นข้างลาย 0.90 กก. กระจงหนู 0.87 กก. รวมน้ำหนัก 120.85 กก./ตัว/ปี โดยส่วนใหญ่พบว่าเหยื่อของหมาใน คิดเป็น 95.44% เป็นสัตว์กีบ

8. ควรมีการติดตามศึกษาชนิดเหยื่อจากการวิเคราะห์มูล การศึกษาติดตามด้วยกล้องดักถ่ายภาพ และการจัดการถิ่นอาศัยด้วยการจัดการทุ่งหญ้า เพื่อเพิ่มประชากรสัตว์กีบที่เป็นเหยื่อหลักของหมาในโดยเฉพาะในพื้นที่ที่ห่างไกลจากกิจกรรมมนุษย์ พื้นที่ห่างจากแหล่งท่องเที่ยว

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร. 2557. **ชนิดเหยื่อ และการใช้พื้นที่อาศัยของหมาใน (*Cuon alpinus*) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นคร สลางสิงห์. 2555. **ชนิดเหยื่อและการใช้พื้นที่อาศัยของหมาใน (*Cuon alpinus*) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุษบง กาญจนสาขา, สมหญิง ทัฬหิกรณ์, ศุภกิจ วินิตพรสวรรค์, อัมพรพิมล ประยูร และ กมล แฝงบุบผา. 2553. **สถานภาพของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่.** กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า, สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

อัจฉรา เพชรดี. 2543. **อุปนิสัยการกินอาหารของเสือโคร่งในเขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งจากการวิเคราะห์มูล.** วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ackerman, B.B. 1984. Cougar food-habits in Southern Utah. **The Journal of Wildlife Management** 48(1): 147-155.

Borah, J., K. Deka, S. Dookia and R.P. Gupta. 2009. Food habits of dholes (*Cuon alpinus*) in Satpura Tiger Reserve, Madhya Pradesh, India. **Mammalia** 73: 85-88.

Grassman, L.I., N.J. Silvy and K. Kreetiyutanont. 2005. Spatial ecology and diet of the Dhole *Cuon alpinus* (Canidae, Canivora) in north central Thailand. **Mammalia** 69(1): 11-19.

IUCN. 2015. **The IUCN Red List of Threatened Species Version 2015 *Cuon alpinus*.** Available Source: http://www.iucnredlist.org, August 19, 2017.

Jacobs, J. 1974. Quantitative measurement of food selection: a modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. **Oecologia** 14: 413-417.

Jedrzejewska, B., and W. Jedrzejewski. 1998. **Predation in vertebrate communities: the Bialowieza Primeval Forest as a case study**. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Kanchanasaka, B., S. Simcharoen and U. T. Than. 1998. **Carnivores of Mainland Southeast Asia.** Siam Tong Kit Printing Co., Ltd. Bangkok.

Lekagul, B. and J. A. McNeely. 1988. **Mammals of Thailand.** Darnsutha Press, Bangkok.

Mukherjee, S., S. P. Goyal, A. J. T. Johnsingh and M. R. P. L. Pitman. 2004. The importance of rodents in the diet of jungle cat (*Felis chaus*), caracal (*Caracal caracal*) and golden jackal (*Canis aureus*) in Sariska Tiger Reserve, Rajasthan, India. **Journal of Zoology (London)** 262: 405–411.

Selvan, K. M., G. G. Veeraswami and S. A. Hussain. 2013. Dietary preference of the Asiatic wild dog (*Cuon alpinus*). **Mammal Biology** 78: 486-489.

Weaver, J.L. 1993. Refining the equation for interpreting prey occurrence in gray wolf scats. **Journal of Wildlife Management** 57: 534–538.

พื้นที่อาศัย การเคลื่อนที่ และการใช้ถิ่นอาศัยของหมาใน (*Cuon alpinus*) ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

Home Range, Movement and Habitat of Dhole (*Cuon alpinus*) in Khao Yai National Park

ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร[1] นุชรินทร์ ศงสะเสน[2] **รองลาภ สุขมาสรวง[1]*** ครรชิต ศรีนพวรรณ[3] ศักดิ์สิทธิ์ ชิ้มเจริญ[4]
นรเศรษฐ์ เขียวศรี[3] พรพิมล ขับสนิท[1] วริศรา โทมัส[5] วันเสน่ห์ โตอนันต์[4] ชนัญญา กาญจนสาขา[4]
เมธิรา เลิศติรัญวงศ์[4] พนากร กระออมกลาง[3] กิตติวรา ศิริภัทรนุกูล[1] Kate Jenks[6]
Jennifer Buff[1] และ ไพศิลป์ เล็กเจริญ[7]

Khwanrutai Charaspet[1], Nucharin Songsasen[2], **Ronglarp Sukmasuang[1*]**, Khanchit Srinopawan[3],
Saksit Simcharoen[4], Noraset Khiowsree[3], Pornpimol Kubsanit[1], Warisara Thomas[5],
Wansanae Tooanan[4], Chananya Kanchanasakha[4], Methira Lertiranwong[4], Panagorn Kraomkhlang[3],
Kittiwara Siripattaranugul[1], Kate Jenks[6], Jennifer Buff[1] and Paisil Lekchareon[7]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ [2]สถาบันสมิธโซเนียน ประเทศสหรัฐอเมริกา
[3]อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา [4]กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ
[5]องค์การสวนสัตว์ในพระบรมราชูปถัมภ์ กรุงเทพฯ [6]สวนสัตว์มินเนโซต้า ประเทศสหรัฐอเมริกา
[7]คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา นครปฐม

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]Smithsonian Institution, USA [3]Khao Yai National Park, Pakchong District, Nakorn Ratchasima Province
[4]Wildlife Research Group, Department of National Park Wildlife and Plant Conservation, Bangkok
[5]The zoological Park Organization under the Royal Patronage of His Majesty the King, Bangkok
[6]Minnesota Zoo, USA [7]Faculty of Veterinary Science, Mahidol University, Salaya Campus, Nakorn Pathom Province
* Corresponding author; email: **mronglarp@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาขนาดพื้นที่อาศัย การเคลื่อนที่ และการใช้พื้นที่อาศัยของหมาใน ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยการใช้สัญญาณวิทยุดาวเทียม ดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ด้วยการดักจับหมาในเพื่อติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุดาวเทียมยี่ห้อ SIRTRACK สามารถดักจับหมาในติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ 2 ตัวเป็นหมาในตัวเต็มวัยเพศเมีย เมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2560 และวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ตามลำดับ จากการติดตามระบบสัญญาณดาวเทียมพบว่าหมาในตัวแรกติดตามสัญญาณได้ 70 วัน จำนวนตำแหน่งที่สัญญาณได้ 179 ตำแหน่ง และหมาในเพศเมียตัวที่ 2 สามารถติดตามสัญญาณได้ 123 วัน มีจำนวนตำแหน่งที่รับสัญญาณได้ 260 ตำแหน่ง ผลการวิเคราะห์พบว่าขนาดพื้นที่อาศัยของหมาในเพศเมียตัวที่หนึ่งเมื่อใช้ค่า 95% ของตำแหน่งทั้งหมดที่ใกล้กับจุดศูนย์กลางพื้นที่อาศัย มีค่า 76.97 กม^2 ขนาดพื้นที่อาศัยเมื่อใช้ค่า 75% ของตำแหน่งทั้งหมดมีค่า 41.71 กม^2 และขนาดพื้นที่อาศัยเมื่อใช้ค่าตำแหน่ง 50% ของตำแหน่งทั้งหมดมีค่า 25.85 กม^2 หมาในตัวเต็มวัยเพศเมียตัวที่สอง มีขนาดพื้นที่อาศัยเท่ากับ 27.65 กม^2 เมื่อใช้ตำแหน่งที่ได้ 95% ของตำแหน่งทั้งหมดที่อยู่ใกล้กับจุดศูนย์กลางของพื้นที่อาศัย และมีค่า 7.62 กม^2 เมื่อใช้ตำแหน่ง 75% ของตำแหน่งทั้งหมด ขณะที่ขนาดพื้นที่อาศัยเมื่อใช้ตำแหน่ง 50% จากตำแหน่งทั้งหมดที่อยู่ใกล้กับจุดศูนย์กลางของพื้นที่อาศัยมีค่า 1.69 กม^2 ที่กรณีการเคลื่อนที่

เฉลี่ยต่อวันของหมาในตัวที่หนึ่งมีระยะทาง 2,390.19 ม. ระยะทางที่มากที่สุด คือ 14,215.31 ม.ระยะทางที่น้อยที่สุดคือ 1.54 ม. การเคลื่อนที่เฉลี่ยต่อวันของหมาในตัวที่สองมีระยะทาง 2,754.38 ม. ระยะทางที่มากที่สุด คือ 10,982.97 ม. ระยะทางที่น้อยที่สุดคือ 1.54 ม. กรณีการใช้พื้นที่อาศัยของหมาในที่ติดสัญญาณวิทยุพบว่ามีการใช้ประโยชน์พื้นที่บริเวณทุ่งหญ้ามากกว่าป่าดิบแล้งมากกว่าค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ หมาในชอบใช้พื้นที่ช่วงชั้นความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 501 - 1,000 ม. ในพื้นที่ห่างจากเส้นทางหลวง ระหว่าง 0 - 1,000 ม. และในบริเวณพื้นที่ห่างจากศูนย์บริการนักท่องเที่ยวระหว่าง 0 - 4,000 ม. ในพื้นที่ห่างจากลำห้วยระหว่าง 0 - 1,000 ม. และในพื้นที่ห่างจากหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติระหว่าง 2,001 – 3000 ม. และที่ระยะห่างระหว่าง 4,001 - 6,000 ม. ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไปได้แก่การศึกษาติดตามประชากรของทั้งหมาใน และเหยื่อในอุทยานแห่งชาติอย่างต่อเนื่อง การลดกิจกรรมมนุษย์ในพื้นที่อาศัยของหมาในที่ได้จากการศึกษานี้โดยเฉพาะการใช้เส้นทาง กิจกรรมการฟื้นฟูประชากรสัตว์กีบที่เป็นเหยื่อควรดำเนินการในพื้นที่ห่างไกลจากกิจกรรมมนุษย์เพื่อลดผลกระทบทางลบกับหมาใน นอกจากนี้ควรมีการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้เห็นบทบาทของหมาในต่อระบบนิเวศในฐานะสัตว์ป่าสำคัญ ตลอดจนสัตว์ป่าที่ถูกจัดว่ามีสถานภาพหายากใกล้สูญพันธุ์ทั้งภายใน และบริเวณโดยรอบพื้นที่อุทยานแห่งชาติ

คำสำคัญ: หมาใน ขนาดพื้นที่อาศัย การเคลื่อนที่ การใช้พื้นที่อาศัย อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

ABSTRACT

Home range size, movement and habitat of dhole in Khao Yai National Park was assessed using satellite radio collar from January to December 2017. Two adult female dholes were captured and tagged with SIRTRACK satellite radio collar on January 31, 2017 and February 7, 2017, respectively. The satellite monitoring system could monitor the first dhole for 70 days with 179 telemetry locations while the second dhole was monitored for 123 days with 260 telemetry locations. Our analysis indicated that the home range size of the first dhole was 76.79 km^2 when applying 95% of the location near the center of home range (95% home range size). On the other hand, the home range sizes were 41.71 km^2 and 25.85 km^2 when applying 75% and 50% home range size, respectively. For the second dhole, there were 27.65 km^2 7.62 km^2 and 1.69 km^2 of home range when applying 95%, 75% and 50% of home range size, respectively. The results of species movement per day demonstrated that the first dhole had the average daily movement of 2,390.19 meters with the maximum daily movement of 14,215.31 meters and the minimum daily movement of 1.54 meters. The average daily movement of the second dhole was 2,754.38 meters with the maximum daily movement of 10,982.97 meters and the minimum daily movement of 1.54 meters. Our assessment of habitat use by the collar dholes suggested that the individuals significantly used grassland habitat more than dry evergreen forest and the average. The dholes preferred to use the area with altitude class of 501 - 1,000 meter above mean sea level, 0 - 1,000 meter away from the main road, 0 - 4,000 meter away from the visitor centre

2,001 – 3,000 meter away from the ranger station, and between 4,001 – 6,000 meter. We recommended that dhole and prey population should be monitored continuously while human activities in the area used by the dhole should be reduced. In addition, grassland habitat improvement for ungulate species should be promoted in the area far from anthropogenic activities in order to minimize any negative impacts to dhole population. Furthermore, we suggested that information relating to ecological functions of dhole should be disseminated as this species is a key wildlife species and is considered as an endangered species in the national park.

Keywords: Dhole, home range size, movement, habitat use, Khao Yai National Park

คำนำ

การศึกษาขนาดพื้นที่อาศัย การเคลื่อนที่ และการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของสัตว์ป่า เป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการจัดการเพื่อการอนุรักษ์สัตว์ป่า เนื่องจากทำให้เข้าใจพลวัตรประชากรของสัตว์ป่าชนิดนั้นโดยรวม (metapopulation dynamic) การศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของสัตว์ป่าทำให้เข้าใจเกี่ยวกับการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง การรบกวนถิ่นอาศัยที่มีผลต่อการใช้ถิ่นอาศัยของสัตว์ป่า การระบาดของโรค ตลอดจนตอบคำถามทางนิเวศวิทยาที่เกิดขึ้นอย่างหลากหลาย สามารถนำมาใช้ในการจัดการเพื่อแก้ปัญหาการอนุรักษ์สัตว์ป่าชนิดนั้นได้ทันท่วงที พื้นที่อาศัย (home range) หมายถึงพื้นที่ที่สัตว์ป่าชนิดใดชนิดหนึ่งมีการใช้เป็นประจำมีความคุ้นเคย มีขนาดแตกต่างไปตามชนิดของสัตว์ โดยทั่วไปสัตว์ขนาดใหญ่มีพื้นที่อาศัยใหญ่กว่าสัตว์ขนาดเล็ก (Moen, 1973) ขนาดและรูปแบบพื้นที่อาศัยขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของสัตว์แต่ละชนิด เช่น ขนาดของฝูง ความหนาแน่นประชากร สภาพของพื้นที่อาศัยทางทางกายภาพ และทางชีวภาพ ขนาดพื้นที่อาศัยมีวิธีการศึกษาหลากหลายวิธีโดยวิธี minimum Convex Polygon (MCP) เป็นวิธีที่ใช้ในการศึกษาอย่างแพร่หลายมากที่สุด (Harris *et al*., 1990) ขนาดพื้นที่อาศัยของหมาในในประเทศอินเดียไม่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับขนาดของฝูง (Venkataraman *et al*., 1995) แต่ขึ้นกับความสามารถในการล่าเหยื่อ ความหนาแน่นของเหยื่อ ขนาดพื้นที่ระยะห่างระหว่างฝูงของหมาใน (Venkataraman *et al*., 1995; Austin, 2002; Grassman *et al*., 2005; Acharya, 2007; Jenks *et al*., 2015)

Acharya (2007) พบว่าขนาดพื้นที่อาศัยของหมาใน ในประเทศอินเดียมีขนาดเล็กในช่วงฤดูแล้ง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ เนื่องจากเป็นช่วงที่หมาในตกลูก และคอยดูแลเลี้ยงลูกใกล้กับโพรงรัง หรือขนาดพื้นที่อาศัยขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำที่มีจำกัดในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ขนาดพื้นที่อาศัยมีขนาดเล็กในช่วงฤดูแล้งด้วย (Venkataraman *et al*., 1995)

การศึกษาขนาดพื้นที่อาศัยของหมาในในประเทศไทยด้วยการติดสัญญาณวิทยุ เคยมีการดำเนินการที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน พบว่ามีขนาดพื้นที่อาศัย 33 กม^2 ภายในระยะเวลา 105 วัน (Jenks *et al*., 2015) ขณะที่ Grassman *et al*. (2005) ศึกษาหมาในด้วยการติดสัญญาณวิทยุหมาใน 4 ตัวในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ พบว่ามีขนาดพื้นที่อาศัยระหว่าง 1 – 60 กม^2 ระยะทางการเคลื่อนที่ในรอบวันเฉลี่ย 2.6 กม. ขณะที่ Austin (2002) ศึกษาขนาดพื้นที่อาศัยของหมาในด้วยการติดวิทยุในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พบว่ามีขนาดพื้นที่ 27.6 กม^2 ระยะทางการเคลื่อนที่ในรอบวัน

เฉลี่ย 1.4 กม. การศึกษาขนาดพื้นที่อาศัย และการเคลื่อนที่ของหมาในด้วยสัญญาณวิทยุดาวเทียมในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งเป็นแหล่งที่อาศัยของหมาในที่สำคัญที่สุดแห่งหนึ่งยังไม่เคยมีการดำเนินการมาก่อน ผลการศึกษาจะสามารถใช้ในการจัดการสัตว์ป่าที่มีหมาในเป็นสัตว์กินเนื้อที่โดดเด่น ในพื้นที่แหล่งมรดกทางธรรมชาติของโลกให้สามารถอนุรักษ์สัตว์ป่าหายากให้คงอยู่อำนวยประโยชน์ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขนาดพื้นที่อาศัยและการเคลื่อนที่ ของหมาในด้วยสัญญาณวิทยุดาวเทียม
2. เพื่อศึกษาการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของหมาในในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ดักจับหมาในติดสัญญาณวิทยุ

1.1 ดำเนินการดักจับหมาในระหว่างวันที่ 25 มกราคม ถึงวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 โดยใช้วิธีวางกับดักขา (soft catch trap) บริเวณรอบที่ทำการอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้แก่ ทุ่งหญ้าหนองผักชี โป่งทุ่งกวาง ค่ายพักแรมสุรัสวดี ศูนย์อาหาร อ่างเก็บน้ำสายศร ศูนย์ฝึกอบรมที่ 1 (เขาใหญ่) และหนองขิง เช่นเดียวกับวิธีการของ Jenks *et al.* (2015)

1.2 ติดปลอกคอเครื่องส่งสัญญาณดาวเทียมระบบ GPS ยี่ห้อ SIRTRACK ซึ่งถูกออกแบบเฉพาะกับหมาใน เมื่อถูกจับได้จากธรรมชาติ เมื่อเปิดสัญญาณข้อมูลตำแหน่งของหมาในจะถูกส่งผ่านเวปไซต์ของบริษัท SIRTREK ทุก 4 ชั่วโมง

2. ขนาดพื้นที่อาศัย การเคลื่อนที่ และการใช้พื้นที่อาศัย

2.1 นำค่าพิกัดตำแหน่งที่ได้รับจากปลอกคอที่ติดไปกับหมาใน จากการส่งผ่านเวปไซต์ของบริษัท SIRTREK นำมาเก็บรวบรวมไว้แล้วนำมาวิเคราะห์ขนาดพื้นที่อาศัยด้วยโปรแกรม RANGE 9 ที่ขนาดพื้นที่อาศัย 95% 75% และ 50% (Grassman *et al.*, 2005)

2.2 วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของแต่ละตำแหน่งที่ได้ในรอบวัน ทุกวันในแต่ละตัว โดยโปรแกรม BIOTA

2.3 วิเคราะห์ลักษณะพื้นที่ที่ใช้ด้วยโปรแกรม Arc MAP นำค่าพิกัดสัญญาณถ่ายถอดลงไปในแผนที่ แล้วคำนวณจำนวนตำแหน่งวิทยุของหมาในที่ตกในแต่ละชั้นระยะห่างจากปัจจัยแวดล้อมที่คาดว่ามีผลต่อการปรากฏของหมาในในพื้นที่ ใช้ chi square ทดสอบความแตกต่างของค่าสังเกต กับค่าคาดหวังโดยใช้ค่าเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ เพื่อพิจารณาการเลือกใช้พื้นที่อาศัยโดยพิจารณาผลที่ $P<0.05$ (McClean *et al.*, 1998)

ผลและวิจารณ์

1. การดักจับหมาใน

ดักจับและติดปลอกคอระบบดาวเทียมกับหมาในเพศเมียตัวเต็มวัย 2 ตัว ตัวแรกดักจับได้วันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2560 บริเวณศูนย์ฝึกอบรมกรมป่าไม้ชื่อว่า ฟาน (Farn) ส่วนตัวที่สองดักจับได้วันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 บริเวณทุ่งหญ้าหนองผักชีชื่อว่าผักชี (Pak Chi)

2. ขนาดพื้นที่อาศัย

ข้อมูลการใช้พื้นที่อาศัยของหมาในทั้งสองที่ได้รับจากระบบดาวเทียมวันละ 1 - 4 ครั้ง โดยฟานได้รับข้อมูลการใช้พื้นที่อาศัยระหว่างวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2560 ถึง 4 มิถุนายน พ.ศ. 2560 รวมระยะเวลา 123 วัน ขณะที่ผักชีได้รับข้อมูลการใช้พื้นที่อาศัยระหว่างวันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ถึง 19 เมษายน พ.ศ. 2560 รวมระยะเวลา 70 วัน ฟานมีขนาดพื้นที่อาศัย 7,657.65 เฮกตาร์ (76.57 ตารางกิโลเมตร) ต่างกับผักชีที่มีขนาด 2,765.43 เฮกตาร์ (27.65 ตารางกิโลเมตร) ดัง Table 1 ความแตกต่างกันของขนาดพื้นที่อาศัยของหมาในทั้งสองตัวเนื่องจากมีจำนวนตำแหน่งสัญญาณวิทยุที่แตกต่างกัน นอกจากนั้นอาจเกิดจากความแตกต่างของพื้นที่อาศัยทั้งกรณีสภาพภูมิประเทศ ปัจจัยที่เอื้อต่อการอยู่อาศัย ปริมาณเหยื่อในพื้นที่ อย่างไรก็ตามช่วงขนาดพื้นที่อาศัยของหมาในทั้งสองตัวมีขนาดใกล้เคียงกับหมาในเพศเมียเต็มวัยที่ถูกจับติดวิทยุในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ของ Austin (2002) ที่พบว่ามีขนาดพื้นที่อาศัย 26.7 ตารางกิโลเมตร และใกล้เคียงกับการศึกษาของ Durbin (2004) พบว่าหมาในเพศผู้ในประเทศอินเดียมีขนาดพื้นที่อาศัยเท่ากับ 55.0 ตารางกิโลเมตร

Table 1 Home range size of the collar dholes in Khao Yai National Park during January and June 2017 using satellite radio collar.

Dhole	Farn	Pak Chi
Number of telemetry location	260	179
95% core area (ha)	7,657.65	2,765.43
75% core area (ha)	4,171.64	762.45
50% core area (ha)	2,585.03	169.11

3. การเคลื่อนที่

จากการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ พบว่า ฟานมีระยะทางการเคลื่อนที่ในรอบวัน เท่ากับ 2,390.19 เมตร ขณะที่ผักชีมีระยะทางการเคลื่อนที่ในรอบวัน เท่ากับ 2,754.38 เมตร ดัง Table 2 ระยะทางในการเคลื่อนที่ในรอบวันของฟานและผักชีนั้นมีระยะทางใกล้เคียงกับหมาในในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งมีระยะทางการเคลื่อนที่ในรอบวัน 2.6 กิโลเมตร (Grassman *et al.,* 2005) เช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของหมาใน ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่จากการศึกษาของ Austin (2002) มีการเคลื่อนที่ 1.4 กิโลเมตร และของ Johnsingh (1982) ในอินเดียมีการเคลื่อนที่ 1.0 - 6.0 กิโลเมตร นอกจากนี้ผลของการศึกษาพบว่าหมาในเคลื่อนที่ในเวลากลางคืนไปยัง

ตำแหน่งใกล้เคียงกันซ้ำไปซ้ำมา เนื่องจากว่าบริเวณนั้นอาจมีเหยื่อที่ถูกหมาในล่าไว้ หรือเป็นโพรงรัง (den site) ของหมาใน ซึ่งมีอยู่หลายแห่งที่พบในป่าดิบแล้งใกล้แหล่งน้ำ

4. การใช้พื้นที่อาศัย

ปัจจัยที่สำคัญนำมาวิเคราะห์การเลือกใช้พื้นที่แบ่งออกเป็นปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่ ประเภทป่า และปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะห่างจากถนนหลัก ระยะห่างจากศูนย์บริการนักท่องเที่ยว ระยะห่างจากลำห้วย และระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 19 (ผากล้วยไม้) ผลการศึกษาข้อมูลการใช้พื้นที่ชี้ให้เห็นว่าหมาในทั้งสองมีการเลือกใช้ปัจจัยทางชีวภาพที่ต่างกันโดยฟานเลือกใช้ป่าดิบแล้งเป็นจำนวนร้อยละ 67.31 มากที่สุด ขณะที่ผักชีเลือกใช้พื้นที่ทุ่งหญ้า (ทุ่งกวางและมอสิงโต) เป็นจำนวนร้อยละ 50.84 มากที่สุด ดัง Table 3 เนื่องจากบริเวณเป็นที่ที่มีเหยื่ออุดมสมบูรณ์หรืออาจจะเป็นโพรงรังสำหรับหลับนอน

Table 2 Movement of the collared dhole in Khao Yai national park during January and June 2017.

Dhole	Farn	Pak chi
Number of telemetry location	260	179
Number of day observed	123	70
Total distance (m)	293,993.60	192,806.90
Average per day (m)	2,390.19	2,754.38
Minimum distance per day (m)	1.54	1.54
Maximum distance per day (m)	14,215.31	10,982.97
SE	248.69	364.38

Table 3 Number of telemetry location of the collared dhole in each forest categories during January to June 2017.

Biotic factors	Farn	Pak chi	X^2 test for combined data (P value)
	Number of location (%)	Number of location (%)	
Dry evergreen forest	175 (67.31)	88 (49.16)	>0.05
Grassland	85 (32.69)	91 (50.84)	<0.05
Summary	260	179	

การใช้พื้นที่อาศัยของหมาในเมื่อพิจารณาในกรณีความสูงจากระดับน้ำทะเล พบว่าหมาในทั้งสองเลือกใช้พื้นที่ที่ระดับความสูง 501 - 750 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางมากที่สุดร้อยละ 64.23 และ 64.25 ตามลำดับ ดัง Table 4 คล้ายกับผลการศึกษาของ บุษบง และคณะ (2553) ที่รายงานว่าพื้นที่อาศัยของหมาในโดยปกติแล้ว

ปรากฏที่ 500 - 800 เมตร จากระดับน้ำทะเล ขณะที่การใช้พื้นที่อาศัยเมื่อพิจารณาตามระยะทางที่ห่างจากถนนหลักที่ผ่านอุทยานแห่งชาติพบว่าหมาในทั้งสองใช้พื้นที่อาศัยในระยะห่างเฉลี่ยจากถนนอยู่ที่ระยะ 0 - 1,000 เมตรมากที่สุด ดัง Table 5 อาจเนื่องจากบริเวณเส้นทางหลวงที่ตัดผ่านอุทยานแห่งชาติมีทุ่งหญ้ากว้างเป็นระยะโดยเฉพาะระหว่างเส้นทางขึ้นเขาเขียว ศูนย์ฝึกอบรมเขาใหญ่ จนถึงบริเวณโป่งชมรมเพื่อนที่ห่างจากสำนักงานอุทยานแห่งชาติมาทางอำเภอปากช่องประมาณ 3 กิโลเมตร พื้นที่เหล่านี้เป็นที่อยู่อาศัยของเหยื่อหลัก หมาในจึงเลือกอาศัยในพื้นที่ประกอบกับมีความเหมาะสมเนื่องจากมีโพรงรัง ที่พบว่าส่วนใหญ่ปรากฏในป่าดิบแล้ง (Table 5)

Table 4 Number of telemetry location of the collared dhole in each distance class of the mean sea level during January to June 2017.

Mean sea level (m)	Farn	Pak Chi	X^2 test for combined data (P value)
	Number of location (%)	Number of location (%)	
20-250	0 (0%)	0 (0%)	>0.05
251-500	7(2.69%)	0 (0%)	>0.05
501-750	167 (64.23%)	115 (64.25%)	<0.05
751-1000	84 (32.31%)	64 (35.75%)	<0.05
1001-1250	2 (0.77%)	0 (0%)	>0.05
1251-1320	0 (0%)	0 (0%)	>0.05
Summary	260	179	

Table 5 Distance of the collared dholes from main road in Khao Yai National Park during January to June 2017.

Dhole	Farn	Pak Chi
Number of Telemetry location	260.00	179
Max (m)	5719.35	5807.90
Min (m)	4.92	8.41
Mean (m)	740.25	989.04
SE	55.54	77.40052

การเลือกใช้พื้นที่อาศัยเมื่อพิจารณาในกรณีระยะห่างจากศูนย์บริการนักท่องเที่ยวพบว่ามีหมาในเลือกพื้นที่อาศัยรอบศูนย์บริการนักท่องเที่ยวรอบรัศมีในระยะ 4,000 เมตร พบรายงานตำแหน่งของหมาในมากที่สุด ดัง Table 6 เนื่องจากหมาในติดตามสัตว์กีบ พวกกวางป่า เก้ง หมูป่า หรือพวกชะมด อีเห็นที่เป็นอาหารของหมาใน โดยสัตว์ที่เป็นเหยื่อเหล่านี้ ชอบเข้ามาอาศัยบริเวณใกล้ๆศูนย์บริการนักท่องเที่ยวอาจเนื่องจากเข้ามาหากินอาหาร หรือใช้แหล่งน้ำใกล้กับบริเวณกิจกรรมมนุษย์ จึงมีผลให้หมาในติดตามเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่บริเวณกิจกรรมมนุษย์ด้วย

Table 6 Number of telemetry location of the collared dhole in each distance class of the visitor center during January to June 2017.

Distance from visitor center (m)	Farn	Pak Chi	X^2 test for combined data (P value)
	Number of location (%)	Number of location (%)	
0 - 1000	3 (1.15%)	14 (7.82%)	<0.05
1001 -2000	50 (19.23%)	112 (62.57%)	<0.05
2001 – 3000	29 (11.15%)	35 (19.55%)	<0.05
3001 – 4000	42 (16.15%)	1 (0.56%)	<0.05
4001 - 5000	34 (13.08%)	3 (1.68%)	>0.05
5001 – 6000	59 (22.69%)	3 (1.68%)	<0.05
6001 – 7000	15 (5.77%)	3 (1.68%)	>0.05
7001 - 8000	13 (5.00%)	7 (3.91%)	>0.05
8001 – 9,000	8 (3.08%)	1 (0.56%)	>0.05
9001 - 10000	0 (0%)	0 (0%)	>0.05
> 10000	7 (2.69%)	0 (0%)	>0.05
Summary	260	179	

กรณีการใช้พื้นที่อาศัยตามระยะห่างจากลำห้วยพบว่ารายงานการปรากฏของหมาในใกล้แหล่งน้ำมีระยะห่างเพียง 1.94 เมตร และมีระยะทางห่างจากแหล่งน้ำมากที่สุด คือ 3,882.63 เมตร ซึ่งนับว่าเป็นระยะทางที่ไม่ไกลมากเมื่อเปรียบเทียบกับระยะทางในการเคลื่อนที่ต่อวันของหมาในนอกจากนี้ยังพบว่าหมาในมีโพรงรังที่ใช้สำหรับนอนไม่ไกลจากแหล่งน้ำอีกด้วยแสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำมีผลกับเลือกโพรงรังและการล่าหาอาหารของหมาในดัง Table 7

Table 7 Distance of the collared dholes from permanent stream in Khao Yai National Park during January to June 2017.

Dholes	Farn	Pak Chi
Number of location (%)	260	179
Mean (m)	1137.42	719.52
Minimum (m)	13.39	1.94
Maximum (m)	3882.63	3106.78
SE	67.67	39.89

ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า พบว่าหมาในทั้งสองตัวเลือกใช้พื้นที่ใกล้กับหน่วยพิทักษ์ป่าอุทยานแห่งชาติโดยเฉพาะในระยะ 0 – 2,000 เมตร จากการเก็บข้อมูลในพื้นที่พบหมาในชอบเข้ามาใช้บริเวณใกล้กับหน่วยพิทักษ์

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 19 (ผากล้วยไม้) มากเมื่อเทียบกับหน่วยพิทักษ์ป่าอื่นในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เนื่องจากบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าผากล้วยไม้ มีลำห้วย และมีป่าดิบแล้งอยู่บริเวณโดยรอบ ถึงแม้กิจกรรมมนุษย์บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ แต่หมาในยังคงเข้ามาใช้ประโยชน์ จับเหยื่อ หรือหลบซ่อนอยู่บริเวณนี้เป็นประจำ อาจเนื่องจากการปรับตัวคอยดักจับกวางป่าที่มาหากินใกล้กับพื้นที่กิจกรรมนักท่องเที่ยว มีผลให้หมาใน เข้ามาอาศัยในพื้นที่ด้วย ดัง Table 8

Table 8 Number of telemetry location of the collared dhole in each distance class of forest ranger station during January to June 2017.

Distance class of forest ranger station (m)	Pak Chi	Farn	X^2 test for combined data (P value)
	Number of location (%)	Number of location (%)	
0-1000	0 (0%)	9 (3.46%)	>0.05
1001 - 2000	2 (1.12%)	45 (17.31%)	>0.05
2001 - 3000	46 (25.70%)	26 (10%)	<0.05
3001 - 4000	36 (20.11%)	22 (8.46%)	>0.05
4001 - 5000	49 (27.37%)	36 (13.85%)	<0.05
5001 - 6000	28 (15.64%)	71 (27.31%)	<0.05
> 6000	18 (10.06%)	51 (19.61%)	<0.05
Summary	179	260	

สรุป

การศึกษาหมาในระหว่างวันที่ 25 มกราคม ถึงวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ทำการดักจับหมาใน บริเวณรอบที่ทำการอุทยานแห่งชาติ สามารถดักจับหมาในได้จำนวน 2 ตัว คือ ฟานและผักชี จากการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่อาศัยพบว่ามีขนาด 7,697.66 เฮกตาร์ และ 2,765.43 เฮกตาร์ ฟานมีระยะทางการเคลื่อนที่เฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 2,390.19 เมตร มีระยะทางการเคลื่อนที่สูงสุดในรอบวัน เท่ากับ 14,215.31 เมตร ผักชีมีระยะทางการเคลื่อนที่เฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 2,754.38 เมตร มีระยะทางการเคลื่อนที่สูงสุดในรอบวันเท่ากับ 10,982.96 เมตร หมาในเลือกใช้พื้นที่ป่าดิบแล้งและทุ่งหญ้า (หนองผักชีและมอสิงโต) มากที่สุด หมาในทั้งสองเลือกใช้พื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 500-750 เมตรมากที่สุด หมาในทั้งสองเคลื่อนที่เฉลี่ยจากถนนอยู่ที่ระยะ 700 - 1,000 เมตรมากที่สุด หมาในอาศัยอยู่รอบศูนย์บริการนักท่องเที่ยวรอบรัศมี 2,000 เมตรมากที่สุด หมาในปรากฏใกล้กับหน่วยพิทักษ์ป่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 19 (ผากล้วยไม้) มากที่สุดเมื่อเทียบกับหน่วยพิทักษ์ป่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่แห่งอื่น ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไปได้แก่ การติดตามศึกษาขนาดพื้นที่อาศัย การเคลื่อนที่ต่อไป ติดตามศึกษาประชากรและเหยื่อของหมาใน ต่อไปแนวทางในการจัดการประชากรได้แก่การปรับปรุงพื้นที่อาศัยด้วยการจัดการทุ่งหญ้าเพื่อเพิ่มประชากรสัตว์ป่าที่เป็นเหยื่อในพื้นที่ห่างไกลจากกิจกรรมมนุษย์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอธิบดีกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และ ผู้อำนวยการสำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่อนุญาตให้ดำเนินการศึกษาหมาในในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ นายเกรียงศักดิ์ จตุรสุขสกุล ผู้อำนวยการศูนย์ฝึกอบรมที่ 1 (เขาใหญ่) ที่ให้ความอนุเคราะห์ที่พัก เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ทุกท่านที่คอยอำนวยความสะดวกในระหว่างการทำงาน และขอขอบคุณคณบดีคณะวนศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ในขณะนั้น ที่สนับสนุนการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

บุษบง กาญจนสาขา, สมหญิง ทัฬหิกรณ์, ศุภกิจ วินิตพรสวรรค์ และ อัมพรพิมล ประยูร. 2553. **สถานภาพของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในประเทศไทย**. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า, สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

Acharya.B.B. 2007. **The ecology of the dhole or Asiatic wild dog (*Cuon alpinus*) in Pench Tiger Reserve, Madhya Pradesh**. Ph.D Thesis.Saurashtra University, India.

Austin, S.C. 2002. **Ecology of Sympatric Carnivores in Khao Yai National Park, Thailand**. Ph.D. Thesis, Texas A and M University-Kingsville.

Durbin, L.S., A. Venkataraman, S. Hedges and W. Duckworth. 2004. **Dhole (*Cuon alpinus*): South Asia–South of the Himalaya (Oriental)**, pp. 210-219. Cited C. Sillero- Zubiri, M. Hoffmann and D. W. Macdonald, eds. **Foxes, Wolves, Jackal and Dogs: an Action Plan for the Conservation of Canids**. The wildlife Conservation Research Unit, Oxford, UK.

Harris, S., W.J. Cresswell, P.G. Forde, W.J. Trewhella, T. Woodlard and S. Wray. 1990. Home-range analysis using radio-tracking data—a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. **Mammal Review** 20: 97–123.

Grassman, Lon I. Jr., N.J. Silvy and K. Kreetiyutanont. 2005. Spatial ecology and diet of the Dhole *Cuon alpines* (Canidae, Canivora) in north central Thailand. **Mammalia** 69: 11-19.

Jenks, K.E., E.O. Aikens, N. Songsasen, J. Calabrese, C. Fleming, N. Bhumpakphan, S. Wanghongsa, B. Kanchanasaka, M. Songer and P. Leimgruber. 2015. Comparative movement analysis for a sympatric dhole and golden jackal in human-dominated landscape. **Raffles Bulletin of Zoology** 63: 546-554.

Johnsingh, A.J. F. 1982. Reproduction and social behavior of the dhole, *Cuon alpinus* (Canidae). **Journal of Zoology** 198: 443-463.

McClean, S.A., M.A. Rumble, R.M. King and W.L. Baker. 1998. Evaluation of resource selection methods with different definitions of availability. **Journal of Wildlife Management** 62(2): 793-801.

Moen, A.N. 1973. **Wildlife ecology**. W. H. freeman and company, USA.

Venkataraman, A.B., R. Arumugam and R. Sukumar. 1995. The foraging ecology of dhole (*Cuon alpinus*) in Mudumalai Sanctuary, Souther India. **Journal of Zoology** 237: 543-561.

การปรากฏและพฤติกรรมบางประการของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

Appearance and Behavior of Wild Elephant in Khao Yai National Park

มนันยา พลาอาด[1] ศรัญญา ดำรงโภคภัณฑ์[1] **และ รองลาภ สุขมาสรวง[1*]**

Mananya Pala-ard [1] Saranya Domrongpokkapan[1] and **Ronglarp Sukmasuang[1*]**

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[*]Corresponding Author; E-mail: **mronglarp@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาการปรากฏและพฤติกรรมบางประการของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ดำเนินการศึกษาการปรากฏของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่โดยการพบเห็นตลอด 24 ชั่วโมง แล้วเปรียบเทียบการปรากฏของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยกล้องดักถ่ายภาพระหว่างปี พ.ศ. 2553 จนถึงปี พ.ศ. 2559 ศึกษาพฤติกรรมของช้างป่าในธรรมชาติในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่พบโดยตรง จากผลการศึกษาพฤติกรรมรวมเวลา 192.64 นาที จำแนกพฤติกรรมออกเป็น 4 พฤติกรรมคือ การกิน การเคลื่อนที่ การยืน และการขับถ่าย โดยจัดพฤติกรรมการเดินและวิ่งเป็นพฤติกรรมการเคลื่อนที่ พบว่าช้างป่ามีมีพฤติกรรมการกินมากที่สุดคือร้อยละ 91.17 รองลงมาได้แก่พฤติกรรมการยืน (59.84%) และการเคลื่อนที่ (37.17%) ตามลำดับ

ช่วงเวลาในการปรากฏของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีการปรากฏมากในช่วงเวลา 14.00-22.00น. ที่พบการปรากฏในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่อีกช่วงคือ 16.00-18.00 น. โดยมีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ การปรากฏของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนที่ได้จากกล้องดักถ่ายภาพระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 จำนวน จำนวน 65 ตำแหน่ง ครอบคลุมพื้นที่ 813.99 ตารางกิโลเมตร รวมจำนวน 7,560 กับดักคืน สามารถถ่ายภาพช้างป่าได้จำนวน 1,799 ภาพ พบว่า ช้างป่ามีกิจกรรมตลอดวัน เมื่อพิจารณาจากเวลาที่บันทึกที่ภาพถ่ายที่ได้ ส่วนใหญ่มีกิจกรรมระหว่างเวลา 18.00 – 20.00 น. รองลงมา เป็นช่วงเวลาระหว่าง 10.00-12.00 และ ช่วงเวลา 02.00-04.00 น. การปรากฏของช้างป่าจากกล้องดักถ่ายภาพ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 จำนวน รวม 9 เดือน จาก 71 ตำแหน่งตั้งกล้อง รวมจำนวน 3,345 กับดักคืน สามารถบันทึกภาพช้างป่าได้ 178 ภาพ พบว่าช่วงเวลาที่ช้างป่าถูกบันทึกภาพมากที่สุดคือช่วงเวลา 18.00-20.00 น. จำนวน 52 ภาพ ช่วงเวลา 02.00-04.00 น. จำนวน 28 ภาพ ช่วงเวลา 20.00-22.00 น. จำนวน 25 ภาพ ช่วงเวลา 00.00-02.00 น. จำนวน 22 ภาพ และช่วงเวลา 22.00-00.00 น. จำนวน 15 ภาพ เมื่อเปรียบเทียบการปรากฏของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่พบว่าการปรากฏในช่วงเวลากลางวันมากกว่ากลางคืน ขณะที่การปรากฏของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง มีการปรากฏในช่วงเวลากลางคืนมากกว่ากลางวัน ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาและจัดการจัดการเพื่อการอนุรักษ์ช้างป่าในพื้นที่บางประการได้เสนอไว้ในการศึกษานี้แล้ว

คำสำคัญ: ช้างป่า พฤติกรรม การปรากฏ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ABSTRACT

This study of appearance and behavioural aspects of wild elephant was conducted in Khao Yai National Park (KYNP) by direct sighting throughout 24 hours a day. The results were compared with the appearance of the wild elephant in Khao Ang Rue Nai (KARNWS) and Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuaries (HKKWS) which were studied by camera trap from 2010 to 2016. Elephant behaviors in KYNP were directly observed. Based on 192.64 minutes of observation, the behaviour were classified into 4 main categories: eating, moving (walking and running), standing and defecating. The results showed that elephant spent most of the time eating (91.17% of the observation time), followed by standing (59.84%) and moving (37.17%), respectively. We found the highest appearance of the elephant during 14.00 – 22.00 pm, particularly during 16.00-18.00 pm. Appearance of elephant during this time was significantly difference from the average. Data of elephant appearance in KARNWS gained by 7,560 trap nights of 65 camera trap locations covering 813.99 km^2 during January and August 2010 (1,799 pictures of wild elephant) showed that most of the activities took place during 18.00 – 20.00 pm, followed by 10.00-12.00 am and 02.00-04.00 am, respectively. For HKKWS, during December, 2014 to August, 2015 (9 months), 178 pictures were recorded from 71 camera locations and 3,345 trap nights. The results suggested that elephant were most active during 18.00-20.00 pm (52 photos), followed by 02.00-04.00 am (28 photos), 20.00-22.00 pm (25 photos), 00.00-02.00 am (22 photos) and 22.00-00.00 pm (15 photos), respectively. When comparing the results from all three sites we found that elephant in KYNP appeared during the day whereas elephant in both in KARN and HKKWS were mostly sighted during the night. Recommendations for further studies, conservation and management of wild elephant in the area were proposed in this research.

Keywords: Wild elephant, behavior, appearance, Khao Yai National Park, Khao Ang Rue Nai Wildlife Sanctuary, Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary

คำนำ

ช้างป่าเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่มีอายุยืนยาวและมีความจำที่ดีเยี่ยม ด้วยสมองที่มีน้ำหนักมากถึง 4.8 กิโลกรัม นับว่ามีขนาดใหญ่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์ชนิดอื่นทั้งที่มีชีวิตและสูญพันธุ์ไปแล้ว ช้างสามารถสะสมและรักษาความรู้เกี่ยวกับสังคม ระบบนิเวศ จดจำเสียง กลิ่น รวมถึงสถานที่ต่างๆได้อย่างยาวนานหลายทศวรรษ ในธรรมชาติช้างป่าเพศเมียเป็นผู้นำ ในการพาสมาชิกเดินหาอาหาร หลบภัย รวมถึงการพาสมาชิกบางส่วนออกจากโขลงใหญ่หรือเข้าร่วมกับโขลงอื่น การอยู่รวมของช้างเป็นสังคมมีความถาวรและซับซ้อน โดยสมาชิกในฝูงตัวเต็มวัยมักเป็นช้างเพศเมีย ช้างป่าเพศผู้เมื่อเติบโตขึ้น มักเดินทางออกจากโขลง ซึ่งเป็นกลไกธรรมชาติป้องกันการผสมเลือดชิด ช้างป่าเพศผู้ตัวเต็มวัยมักหากินอยู่ตัวเดียวหรือมีการรวมกับเพศผู้ตัวอื่นหากินชั่วคราวในการหากินในธรรมชาติ มักเข้าฝูงตัวเมียเฉพาะช่วงฤดูผสมพันธุ์ ปกติช่วงฤดูแล้งช้างป่ามีการกระจายมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ

ฤดูฝนเนื่องจากปัจจัยอาหารและปริมาณที่มีในถิ่นอาศัย (Moss and Lee, 2011) แม้มีการกระจายเพื่อหาอาหารในระยะทางที่ห่างออกไปดังกล่าวช้างป่าสามารถสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้เสียงความถี่ต่ำ (Leong *et al*., 2003) ช้างสามารถรับรู้ได้รอบทิศทางเป็นระยะทางไกลจากตัวอื่นที่อยู่ไกลแม้มองไม่เห็น (McComb *et al*., 2003) สามารถตรวจจับคลื่นเสียงการสั่นไหวของสมาชิกจากพื้นดินได้อย่างแม่นยำ คลื่นการสั่นสะเทือนมีความถี่ระหว่าง 10-40 เฮิรตซ์ ส่งผ่านอากาศให้ช้างอีกตัวได้รับรู้ โดยมีการเคลื่อนที่ผ่านอากาศด้วยความเร็ว 309 เมตร ต่อ วินาที และผ่านพื้นดิน 248-264 เมตรต่อวินาที (O'Connell-Rodwell *et al*., 2001; Munshi-South, 2009) นอกจากนี้ช้างป่าสามารถใช้การสื่อสารด้วยการสัมผัสโดยการใช้งวง หู เท้า หาง แม้แต่ร่างกายของพวกมันในการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน (Poole, 1999) ช้างป่ามีการแสดงออกเพื่อสื่อทั้งในระยะไกล (Garstang, 2004) ตลอดจนพฤติกรรมของช้างป่าที่พบเห็นทั่วไป ได้แก่ การกระพือหู เตะฝุ่น หรือชูงวง

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่นับเป็นแหล่งอาศัยของช้างป่าที่สำคัญของประเทศ ทั้งยังได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวมากกว่าหนึ่งล้านคนต่อปี มีการตัดถนนผ่านเพื่อการพัฒนาพื้นที่รองรับการท่องเที่ยวมากขึ้นมาเป็นลำดับ ทำให้มีการใช้บางส่วนร่วมกันระหว่างคนกับช้างป่า บางครั้งพบว่าช้างป่าเข้ามาในพื้นที่กิจกรรมของมนุษย์ มีการเผชิญหน้ากันระหว่างคนกับช้างป่า สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้เกิดความขัดแย้งระหว่างคนกับช้างป่าขึ้น ดังนั้นการศึกษาพฤติกรรมและช่วงเวลาที่ปรากฏในพื้นที่กิจกรรมถือเป็นสิ่งสำคัญในการทำความเข้าใจ เพื่อหาแนวทางบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้น

การศึกษาพฤติกรรมเป็นวิธีการที่มีคุณค่าและมีต้นทุนต่ำในการตรวจสอบการคุกคามต่อประชากร โดยได้ใช้การเฝ้าสังเกตจดบันทึกพฤติกรรมของช้างป่าโดยตรง ตลอดจนใช้การเก็บข้อมูลเวลาการปรากฏตัวของช้างป่าทั้งจากการพบโดยตรงบนเส้นทางหลวงในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ตลอดเวลาเป็นระยะเวลา 1 ปี พิจารณาเปรียบเทียบการปรากฏของช้างป่าในพื้นที่กับที่ปรากฏจากกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าในพื้นที่แห่งอื่นที่ไม่มีกิจกรรมของมนุษย์ เพื่อทำความเข้าใจลักษณะของการปรากฏของช้างป่าในรอบวันที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพธรรมชาติในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาพฤติกรรม การปรากฏของช้างป่าในพื้นที่ที่มีกิจกรรมมนุษย์อย่างยาวนาน เพื่อหาแนวทางในการจัดการต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พฤติกรรมที่ของช้างป่า

1. การศึกษาพฤติกรรมของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ดำเนินการโดยขับรถยนต์สำรวจไปตามเส้นทางใน 3 พื้นที่ คือ เส้นหลวงหมายเลข 3077 (สามแยกศูนย์ฝึกอบรมที่ 2-ปราจีนบุรี) เส้นทางหลวงหมายเลข 2090 (ปากช่อง-น้ำตกเหวสุวัต) และพื้นที่กิจกรรมที่ช้างป่าออกมา

2. เมื่อพบช้างป่า ใช้การเฝ้าสังเกตโดยตรง จำแนกพฤติกรรมของช้างป่าเป็นประเภทต่างๆได้แก่ การกิน (eating) การยืน (standing) การเคลื่อนที่ (moving) ได้แก่ การเดิน (walking) การวิ่ง (running) การขับถ่าย (defecating) ตามวิธีการของ Joshi (2009) และ Ahamed (2015) ที่ทำการศึกษาพฤติกรรมช้างป่าด้วยวิธี Focal animal sampling โดยเก็บข้อมูล 10 นาที พัก 5 นาที จบครบ 1 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลพฤติกรรมที่พบของช้างป่าลงในกระดาษบันทึกข้อมูล เพื่อวิเคราะห์หาร้อยละของแต่ละพฤติกรรม

ช่วงเวลาการปรากฏ

1. เก็บข้อมูลการปรากฏของช้างป่าในบริเวณพื้นที่ต่างๆทั้งบนเส้นทางหลวง บริเวณพื้นที่กิจกรรมมนุษย์ และบริเวณสำนักงาน ทั้งการพบโดยตรง และที่ได้จากรายงานของเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ดำเนินการตลอด 24 ชั่วโมง ในระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เมื่อพบช้างป่าบนทึกข้อมูลเวลาการปรากฏ สถานที่ที่ปรากฏของช้างป่าลงในกระดาษบันทึกข้อมูล

2. อาศัยผลการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 และการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยแต่ละพื้นที่ติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ ครั้งละ 7 – 15 ตำแหน่ง ให้แต่ละตำแหน่งห่างกันประมาณ 1 กิโลเมตร ตั้งกล้องดักถ่ายภาพให้ทำงานตลอด 24 ชั่งโมง ติดตั้งกล้องไว้ในพื้นที่ ครั้งละ 1 เดือน แล้ว จึงย้ายกล้องดักถ่ายภาพไปยังตำแหน่งใหม่ ในแต่ละพื้นที่ โดยในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ดำเนินการระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 พิจารณาภาพถ่ายที่ได้เฉพาะช้างป่า แล้วนำข้อมูลทั้งจำนวนภาพ และเวลาที่ปรากฏบนภาพถ่ายมาใส่ในตารางในโปรแกรม Excel

3. จำแนกช่วงเวลาในการศึกษาการปรากฏเป็นทุก 2 ชั่วโมงตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงเวลาที่มีการปรากฏตัวของช้างป่ามากที่สุดและนำมาเปรียบเทียบระหว่าง 3 พื้นที่ศึกษา ทั้งการเปรียบเทียบจำนวนภาพที่พบโดยตรง กับค่าเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาในรอบวัน แล้วเปรียบเทียบโดยใช้ chi square test พิจารณาผลทั้งที่ระดับ $P<0.05$ และ $P < 0.01$ และโดยการคำนวณช่วงเวลาที่มีการปรากฏเป็นค่าร้อยละด้วย

ผลและวิจารณ์

พฤติกรรมของช้างป่าบนพื้นที่กิจกรรมมนุษย์

ผลการศึกษาพฤติกรรมของช้างป่าจากการพบตัวโดยตรงแล้วเฝ้าสังเกต สามารถดำเนินการได้ในเดือนกรกฎาคม และเดือนตุลาคม 2560 เป็นช้างป่าเพศผู้เต็มวัย 2 ตัว ช้างป่าตัวที่ 1 จากการติดตามสังเกตพฤติกรรมในวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 ระหว่างเวลา 14.26 – 15.56 น. รวมเวลา 95.33 นาที พบช้างป่าแสดงพฤติกรรมการยืน (standing) มากที่สุด ร้อยละ 35.99 พบว่าเวลาที่ช้างป่าแสดงพฤติกรรมนี้มีความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (X^2=15.038, $P<0.05$) รวมถึงพฤติกรรมการกิน (eating) ที่แสดงออกมากในลำดับถัดมาคือ ร้อยละ 34.17 มีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (X^2=11.97, $P<0.05$) นอกจากนี้จากการสังเกตพบว่าช้างป่าตัวดังกล่าวมีพฤติกรรมการเดิน (walking) การวิ่ง (running) และขับถ่าย (defecating) ร้อยละ 19.68 1.58 และ3.91 ตามลำดับ

ขณะที่ช้างป่าเพศผู้เต็มวัยตัวที่ 2 จากการสังเกตในวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2560 ระหว่างเวลา 14.26 – 15.56 น. รวม 97.31 นาที พบว่ามีการแสดงพฤติกรรมการกิน (eating) ร้อยละ 57.53 มีพฤติกรรมการยืน และเดินร้อยละ 23.85 15.93 ตามลำดับ โดยพฤติกรรมการยืน การเดิน เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยพบว่าไม่มีความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทาง (X^2=0.99, $P<0.05$), (X^2=0.64, $P<0.05$) ขณะที่พบว่าช้างป่ามีพฤติกรรมการกินมีความแตกต่างกันจากค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (X^2=74.48, $P<0.05$)

เมื่อวิเคราะห์พฤติกรรมจากช้างป่าทั้ง 2 ตัวโดยรวมเป็นเวลา 192.64 นาที จำแนกพฤติกรรมออกเป็น 4 พฤติกรรมคือ การกิน การเคลื่อนที่ การยืน และการขับถ่าย โดยจัดพฤติกรรมการเดินและวิ่งเป็นพฤติกรรมการ

เคลื่อนที่พบว่าช้างป่ามีมีพฤติกรรมการกินมากที่สุดคือร้อยละ 91.17 พฤติกรรมการยืนและการเคลื่อนที่ร้อยละ 59.84 37.17ตามลำดับ ซึ่งลำดับของการแสดงพฤติกรรมจากมากไปน้อยคล้ายกับพฤติกรรมของช้างป่าที่มีการศึกษาด้วยวิธีการเดียวกันในอุทยานแห่งชาติราจาจิ (Rajaji National Park) ประเทศอินเดีย โดย Joshi (2009) ที่พบว่าพฤติกรรมที่ช้างป่าแสดงมากที่สุดคือการกิน การยืน และการเคลื่อนที่ และคล้ายกับผลการศึกษาของ Mohapatra *et al.* (2011) ที่ศึกษาพฤติกรรมของช้างป่าใน Kuldiha Wildlife Sanctuary ประเทศอินเดียที่พบว่าช้างป่ามีพฤติกรรมส่วนใหญ่ในการกิน รองลงมา ได้แก่ การเคลื่อนที่ และการพัก ซึ่งแสดงว่าพฤติกรรมของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ธรรมชาติแห่งอื่น (ดัง Figure 1)

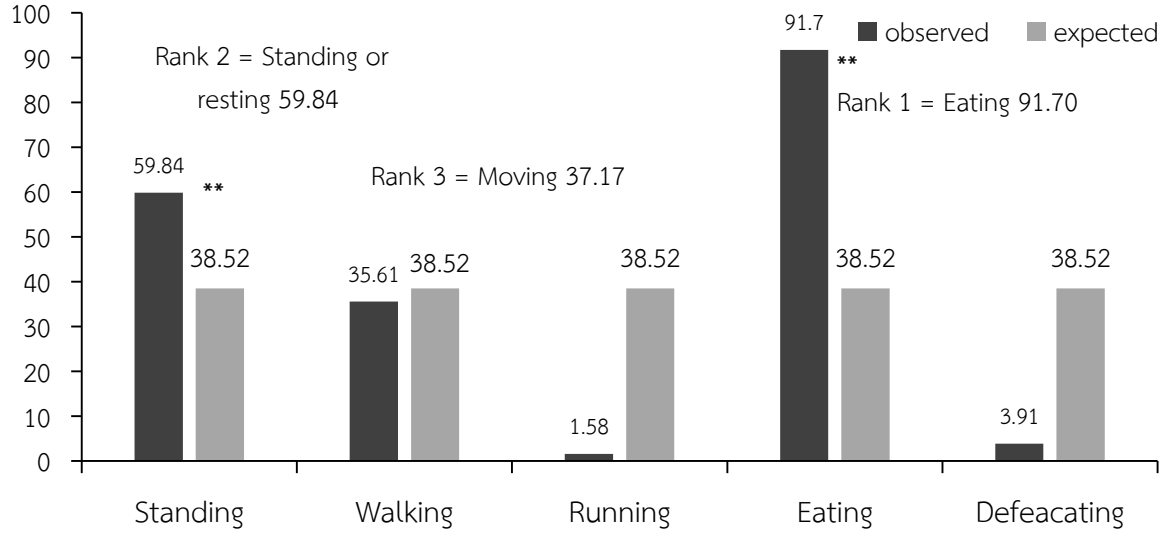


Figure 1 Percentage of each the wild elephant's behaviors in Khao Yai National Park studied by focal animal sampling, 192.43 minutes of the time observed totally.

การปรากฏตัวของช้างป่าในรอบวัน

ผลการศึกษาช่วงเวลาการปรากฏตัวของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่มีการรบกวนในพื้นที่โดยการท่องเที่ยวและการใช้ประโยชน์โดยมนุษย์ พบว่าช่วงเวลาในการปรากฏของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีการปรากฏมากในช่วงเวลา 14.00-22.00น. ช่วงเวลาที่พบการปรากฏตัวมากที่สุดในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในคือ 16.00-18.00 น. โดยมีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (Figure 2)

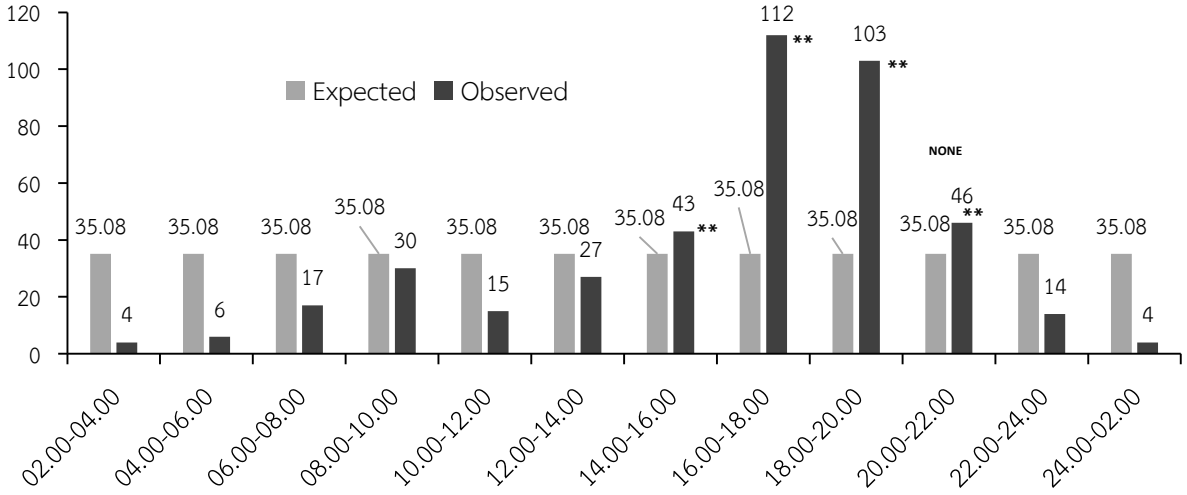


Figure 2 Observed frequency of wild elephant present in each period of time compared with the expected (mean) in Khao Yai NP gained by direct signing during 2016.

พิจารณาผลการศึกษาการปรากฏของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนที่ได้จากกล้องดักถ่ายภาพ ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 จำนวน จำนวน 65 ตำแหน่ง ครอบคลุมพื้นที่ 813.99 ตารางกิโลเมตร รวมจำนวน 7,560 กับดักคืน สามารถถ่ายภาพช้างป่าได้จำนวน 1,799 ภาพ (Appendix Table 1) พบว่าช้างป่ามีกิจกรรมตลอดวัน เมื่อพิจารณาจากเวลาที่บันทึกที่ภาพถ่ายที่ได้ ส่วนใหญ่มีกิจกรรมระหว่างเวลา 18.00 – 20.00 น. รองลงมา เป็นช่วงเวลาระหว่าง 10.00-12.00 และ ช่วงเวลา 02.00-04.00 น. โดยแตกต่างจากค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (Figure 3)

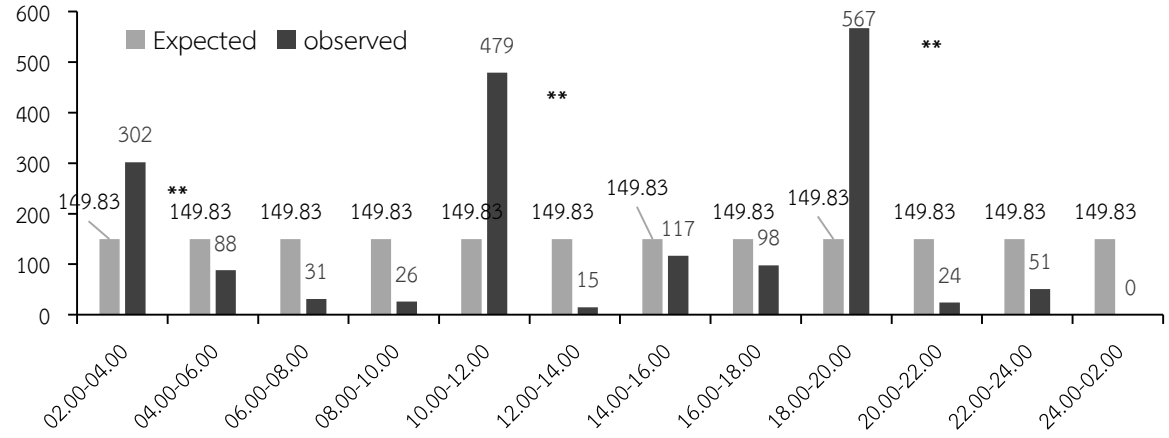


Figure 3 Observed frequency of wild elephant present in each period of time compared with the expected (mean) in KARNWS gained by camera trap during 2010.

ขณะที่ผลการศึกษาการปรากฏของช้างป่าจากกล้องดักถ่ายภาพ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งปี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2558 จำนวน รวม 9 เดือน จาก 71 ตำแหน่งตั้งกล้อง รวมจำนวน 3,345 กับดักคืน สามารถบันทึกภาพช้างป่าได้ 178 ภาพ (Appendix Table 1) พบว่า

ของช่วงเวลาที่ช้างป่าถูกบันทึกภาพมากที่สุดคือช่วงเวลา 18.00-20.00 น. จำนวน 52 ภาพ ช่วงเวลา 02.00-04.00 น. 28 ภาพ ช่วงเวลา 20.00-22.00 น. 25 ภาพ ช่วงเวลา 00.00-02.00 น. 22 ภาพ ช่วงเวลา 22.00-00.00 น. จำนวน 15 ภาพ โดยแตกต่างจากค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ ดัง Figure 4

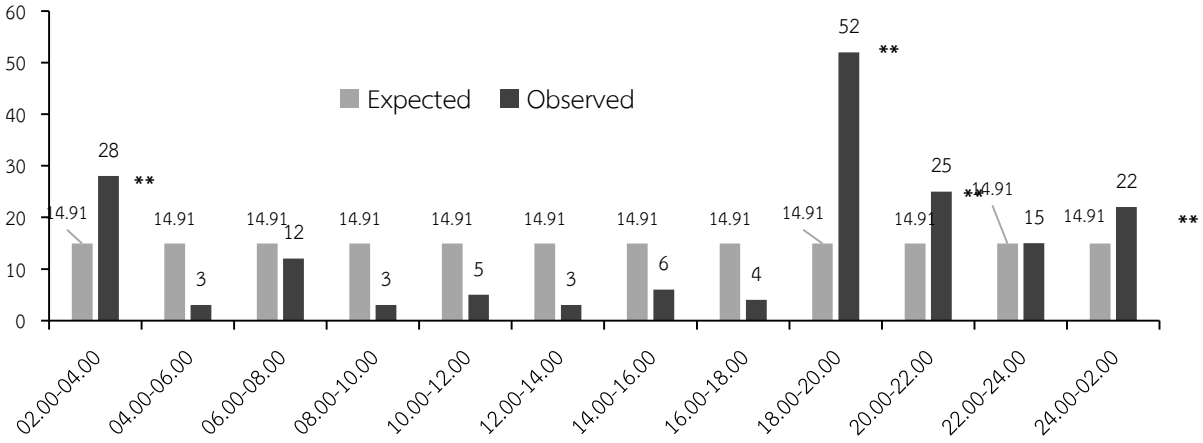


Figure 4 Observed frequency of wild elephant present in each period of time compared with the expected (mean) in HKKWS gained by camera trap during 2014 – 2015.

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ การปรากฏของช้างป่าระหว่างในช่วงเวลากลางวัน ตาม Figure 5 (1) พบว่าการปรากฏของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีการปรากฏในช่วงเวลากลางวันมากกว่ากลางคืน ขณะที่การปรากฏของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง มีการปรากฏในช่วงเวลากลางคืนมากกว่ากลางวัน (Figure 5) ปกติช้างป่าออกหากินทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน โดยมีกิจกรรมการหากิน 16 – 18 ชั่วโมงในรอบวัน (Khan, 1967) ซึ่งสอดคล้องกับทั้งผลการศึกษาพฤติกรรมที่พบ และผลการเก็บข้อมูลการปรากฏของช้างป่าในพื้นที่ทั้ง 3 แห่ง ที่พบช้างป่าตลอดทั้งวัน อย่างไรก็ตามช่วงเวลาที่ช้างป่าออกหากินส่วนใหญ่พบว่าในพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนเช่นในอดีตของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ในปี พ.ศ. 2553 และพื้นที่ที่มีการป้องกันรักษาพื้นที่ด้วยการลาดตระเวนตรวจตราอย่างเข้มงวด เช่นในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง แม้ว่าพบช้างป่าออกหากินทั้งวัน แต่การปรากฏของช้างป่าพบมากในช่วงเวลากลางคืนมากกว่ากลางวัน อาจเป็นเพราะสภาพอุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนเย็นกว่าเวลากลางวันช้างป่าในพื้นที่ทั้ง 2 แห่งจึงพบว่ามีการปรากฏมากในเวลากลางคืน ขณะที่ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ การเดินทางของนักท่องเที่ยงเข้ามาในพื้นที่อย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลากว่า 30 ปี ที่ผ่านมา โดยมีจำนวนนักท่องเที่ยวใช้เส้นทางสัญจรเป็นประจำ และมีกิจกรรมการพักอาศัย จึงปรากฏเหตุการณ์ช้างป่าออกมาหากินอาหารทั้งตามพื้นที่กิจกรรมมนุษย์และตามเส้นทาง ที่พบมีพืชพวกหญ้าขึ้นระบัดตามเส้นทางตลอดจนการสร้างแหล่งโป่ง แหล่งน้ำ และทุ่งหญ้าริมเส้นทางทำให้ช้างป่าเข้ามาใช้พื้นที่มากขึ้น การใช้เส้นทางสัญจรบนถนนที่ผ่านอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่แม้มีกิจกรรมรณรงค์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการรณรงค์ไม่ให้มีการทำร้ายสัตว์ป่า และช้างป่า ทำให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ ช้างป่าสามารถรับรู้ได้จากแรงสั่นเทือนจากการใช้เส้นทางบางครั้งมีผลให้ช้างป่าสามารถเดินทางเข้ามาใกล้เส้นทางหลวง จึงทำให้การปรากฏของช้างป่าพบใกล้เส้นทางมากกว่าในพื้นที่ห่างออกไป (มนันยา, 2560)

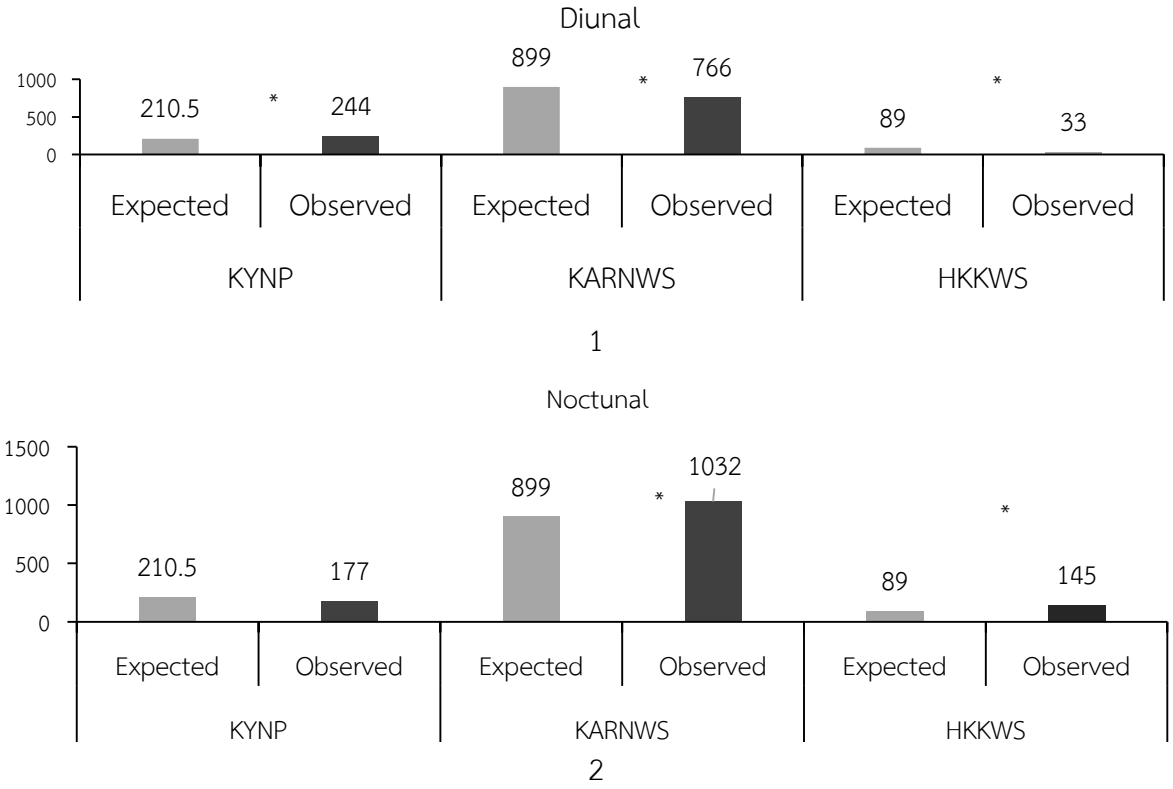


Figure 5 Comparison between the wild elephant appearance in KYNP that showed the elephant appeared mostly during daytime (1 and 2) whereas the appearance of the wild elephant showed mostly appeared during nigh time both in KARNWS and HKKWS (1 and 2).

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. พฤติกรรมจากช้างป่าทั้ง 2 ตัวโดยรวมเป็นเวลา 192.64 นาที จำแนกพฤติกรรมออกเป็น 4 พฤติกรรมคือ การกิน การเคลื่อนที่ การยืน และการขับถ่าย โดยจัดพฤติกรรมการเดินและวิ่งเป็นพฤติกรรมการเคลื่อนที่ พบว่าช้างป่ามีมีพฤติกรรมการกินมากที่สุดคือร้อยละ 91.17 พฤติกรรมการยืนและการเคลื่อนที่ร้อยละ 59.84 37.17 ตามลำดับ

2. ช่วงเวลาในการปรากฏของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีการปรากฏมากในช่วงเวลา 14.00-22.00น. ช่วงเวลาที่พบการปรากฏตัวมากที่สุดในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในคือ 16.00-18.00 น. โดยมีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ

3. การปรากฏของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนที่ได้จากกล้องดักถ่ายภาพระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 จำนวน จำนวน 65 ตำแหน่ง ครอบคลุมพื้นที่ 813.99 ตารางกิโลเมตร รวมจำนวน 7,560 กับดักคืน สามารถถ่ายภาพช้างป่าได้จำนวน 1,799 ภาพ พบว่า ช้างป่ามีกิจกรรมตลอดวัน เมื่อพิจารณาจากเวลาที่บันทึกที่ภาพถ่ายที่ได้ ส่วนใหญ่มีกิจกรรมระหว่างเวลา 18.00 – 20.00 น. รองลงมา เป็นช่วงเวลาระหว่าง 10.00-12.00 และ ช่วงเวลา 02.00-04.00 น.

3. การปรากฏของช้างป่าจากกล้องดักถ่ายภาพ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งปี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2558 จำนวน รวม 9 เดือน จาก 71 ตำแหน่งตั้งกล้อง รวมจำนวน

3,345 กับดักคืน สามารถบันทึกภาพช้างป่าได้ 178 ภาพ พบว่าของช่วงเวลาที่ช้างป่าถูกบันทึกภาพมากที่สุดคือ ช่วงเวลา 18.00-20.00 น. จำนวน 52 ภาพ ช่วงเวลา 02.00-04.00 น. 28 ภาพ ช่วงเวลา 20.00-22.00 น. 25 ภาพ ช่วงเวลา 00.00-02.00 น. 22 ภาพ ช่วงเวลา 22.00-00.00 น. จำนวน 15 ภาพ

4. การปรากฏของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีการปรากฏในช่วงเวลากลางวันมากกว่ากลางคืน ขณะที่การปรากฏของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง มีการปรากฏในช่วงเวลากลางคืนมากกว่ากลางวัน

5. ควรมีการติดตามศึกษาประชากร และการปรากฏของช้างป่าด้วยกล้องดักถ่ายภาพในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และพื้นที่อื่นอย่างต่อเนื่อง เพื่อสามารถนำผลไปใช้ในการจัดการพื้นที่อนุรักษ์ที่มีกิจกรรมการท่องเที่ยว โดยใช้ข้อมูลการปรากฏของช้างป่าที่ใกล้เคียงกับธรรมชาติเป็นสิ่งชี้วัด และเพื่อการจัดการเพื่อลดปัญหาช้างป่าใน ควรมีการจัดการถิ่นอาศัยช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ให้ห่างจากแหล่งกิจกรรมมนุษย์ ได้แก่ แหล่งน้ำ แหล่งโป่ง ทุ่งหญ้า รวมถึงการลดการสัญจรบนถนนโดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน และการกำจัดเศษอาหารขยะต่างๆอย่างเข้มงวด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายครรชิต ศรีนพวรรณ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่คอยอำนวยความสะดวกในระหว่างการเก็บข้อมูล หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน และหัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกคนที่คอยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

มนันยา พลาอาด. 2560. **ประชากร และการใช้พื้นที่อาศัยของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Ahamed, A.M.R. 2015. Activity Time Budget of the Asian Elephant (*Elephas maximus* Linn.) in the Wild. **Trends in Biosciences** 8(12): 3024 – 3028.

Garstang, M. 2004. Long-distance, low-frequency elephantcommunication. **Journal of Comparative Physiology** 190: 791–805.

Joshi, R. 2009. Asian Elephant's *Elephas maximus* Behaviour in the Rajaji National Park, North-West India: Eight Years with Asian Elephant. **Nature and Science** 7(1): 49 – 77.

Leong, K.M, A. Ortolani, L.H. Graham and A. Savage. 2003. The use of low-frequency vocalizations in African elephant (*Loxodonta africana*) reproductive strategies. **Hormones and Behaviour** 43(4):433-43.

McComb, K., D. Reby, L. Baker, C. Moss and S. Sayialel. 2003. Long-distance communication of acoustic cues to social identity in African elephants. **Animal Behaviour** 65(2): 317-29.

Mohapatra, K.K., A.K. Patra and D.S. Paramanik. 2013. Food and feeding behaviour of Asiatic elephant (*Elephas maximus* Linn.) in Kuldiha Wild Life Sanctuary, Odisha, India. **Journal of Environmental Biology** 34: 87-92.

Moss, C.J., and P.C. Lee. 2011. Female social dynamics: Fidelity and flexibility, pp. 205- 223. *In* C.J. Moss, P.C. Lee and H. Croze, eds. **The Amboseli Elephants*:* A long-term Perspective on a long-lived Species**. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Munshi-South, J. 2009. Seismic communication and adventure among African elephants. **Journal of Mammalian Evolution** 16: 137-138.

O'Connell-Rodwell, C.E., L.A Hart and B.T. Arnason. 2001. Exploring the potential use of seismic waves as a communication channel by elephants and other large mammals. **American Zoologist** 41: 1157–1170.

Poole, J.H. 1999. Signals and assessment in African elephants: Evidence from playback experiments. **Animal Behaviour** 58 (1) :185-93.

Appendix Table 1 The appearance of wild elephants in each period in KYNP compared with KARNWS and HKKWS.

Period of time	The elephant Appearance					
	Khao Yai NP		Khao Ang Rue Nai WS		Huai Kha Khaeng WS	
	#	percentage	#	percentage	#	percentage
00.00-02.00	4	0.95	0	0	22	12.36
02.00-04.00	4	0.95	302	16.80	28	15.73
04.00-06.00	6	1.42	88	4.89	3	1.69
06.00-08.00	17	4.04	31	1.72	12	6.74
08.00-10.00	30	7.12	26	1.45	3	1.69
10.00-12.00	15	3.56	479	26.64	5	2.81
12.00-14.00	27	6.41	15	0.83	3	1.69
14.00-16.00	43	10.21	117	6.51	6	3.37
16.00-18.00	112	26.60	98	5.45	4	2.25
18.00-20.00	103	24.46	567	31.54	52	29.21
20.00-22.00	46	10.93	24	1.33	25	14.04
22.00-24.00	14	3.33	51	2.84	15	8.43
รวม	421	100	1798	100	178	100

พฤติกรรมและชนิดพืชอาหารของลิงไอ้เงี๊ยะ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ

Behavior and Diet of Assamese Macaques (*Macaca assamensis*) in Phukhieo Wildlife Sanctuary, Chaiyaphum Province

วุฒิศักดิ์ คุ้มหมู่[1] และ **รองลาภ สุขมาสรวง**[1*]

Wuttisak Kummoo[1] and **Ronglarp Sukmasuang**[1*]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bankok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **mronglarp@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาพฤติกรรมและชนิดพืชอาหารของลิงไอ้เงี๊ยะ ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ ดำเนินการระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 รวม 4 เดือน จากการเก็บข้อมูลโดยวิธีการสังเกตพฤติกรรมแบบส่องกราด (scan sampling method) จำนวนครั้งที่สังเกต 1,486 ครั้ง รวม 2,575 นาที นำข้อมูลการแสดงพฤติกรรมแต่ละประเภทมาสรุปเป็นค่าร้อยละของพฤติกรรม จัดทำรายชื่อ ชนิดพืชอาหารของลิงไอ้เงี๊ยะโดยจำแนกในแต่ละเดือน เปรียบเทียบความแตกต่างของพืชอาหารแต่ส่วน โดยคำนวณเป็นค่าร้อยละ ผลการศึกษาพฤติกรรมของลิงไอ้เงี๊ยะ พบว่าลิงไอ้เงี๊ยะมีพฤติกรรมการเคลื่อนที่มากที่สุด รองลงมาคือพฤติกรรมการพักผ่อน และพฤติกรรมการกิน ร้อยละ 23.08 19.25 และ 16.96 ตามลำดับ ลิงมีพฤติกรรมในรอบวันแตกต่างจากค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญ (χ^2 = 742.80; df = 9, p<0.05) ลิงไอ้เงี๊ยะแสดงพฤติกรรมการปฏิสัมพันธ์ (interaction) และการเลี้ยงดูลูก (parental care) ไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ย ขณะที่พฤติกรรมการเคลื่อนที่ (travel) การกิน (feeding) และการพักผ่อน (resting) มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย ส่วนพฤติกรรมการเล่น (playing) การก้าวร้าว (aggressive) พฤติกรรมทางเพศ (sexual) การทำความสะอาดร่างกาย (grooming) และพฤติกรรมอื่น (other) มีน้อยกว่าค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ ชนิดพืชอาหารที่ลิงกินพบ 24 ชนิด 18 วงศ์ ลิงไอ้เงี๊ยะมีพฤติกรรมการกินอาหารที่หลากหลาย พบว่ากินพืชส่วนที่เป็นผล คิดเป็นร้อยละ 45.32 กินพืชส่วนที่เป็นใบ คิดเป็นร้อยละ 10.84 ส่วนสัตว์ขนาดเล็กที่ลิงกิน คิดเป็นร้อยละ 38.42 และลิงไอ้เงี๊ยะกินดินที่เป็นแร่ธาตุอาหาร คิดเป็นร้อยละ 4.93

คำสำคัญ: ลิงไอ้เงี๊ยะ พฤติกรรม พืชอาหาร

ABSTRACT

A four-month study of behavior and diet of Assamese Macaques (*Macaca assamensis*) was conducted in Phukhieo Wildlife Sanctuary from July to October 2017. Scan sampling method was used to assess behavioural patterns. A total of 2,575 minutes within 1,486 scans was spent to observe the behavioural patterns. Percentages of each pattern were computed. Dietary items were collected and identified. In addition, the different parts of the plant species eaten by the

macaques were categorized, and percentages of each part were calculated. From the behavioral study, we observed moving behavior the most frequently, followed by resting behavior and feeding behavior with the percentages of 23.08, 19.25 and 16.96, respectively. The statistical analysis suggested that all of the diurnal behaviors were significant difference from the average (χ^2= 742.80; df = 9, p < 0.05). Specificly, moving or traveling, feeding and resting behaviors were significantly higher than the average while playing, aggressive, sexual, grooming,= and other behaviors were significantly lower than the average. On the other hand, the interaction and parental behaviors were not significant difference from the average. Dietary assessment suggested that the animal fed on various forage species. Their diets composed of 45.32% of fruits, 10.84% of leaves, 38.42% of small animals, and 4.93% of mineral lick. Twenty-four species within 18 families of forage plants were identified.

Keywords: Assamese macaque, behaviour, forage plant, diet

คำนำ

ทรัพยากรธรรมชาติในประเทศไทยนั้นมีอยู่มากมาย ทรัพยากรสัตว์ป่าก็เป็นทรัพยากรอีกประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญ ทั้งในด้านระบบนิเวศ ด้านเศรษฐกิจ ด้านนันทนาการและด้านการท่องเที่ยว ลิงถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง (Vertebrate) ประเภทสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (mammal) อยู่ในอันดับวานร (Primates) ซึ่งอยู่ในอันดับเดียวกันกับมนุษย์ เนื่องจากมีวัฒนาการที่ใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด ทั้งลักษณะทางกายภาพและโครงสร้างภายในร่างกายที่คล้ายคลึงกับมนุษย์ อีกทั้งยังมีความฉลาดสามารถฝึกให้ใช้งานได้ เช่น การฝึกลิงเก็บมะพร้าว การแสดงละครลิง แสดงให้เห็นว่ามนุษย์กับลิงมีความสัมพันธ์กัน ในรูปแบบของสัตว์เลี้ยง สามารถเลี้ยงไว้ใช้งาน หรือไว้ทำการแสดงได้

ลิงไอ้เงี๊ยะหรือลิงวอกภูเขา เป็นลิงชนิดหนึ่งที่อยู่ในสกุล Macaques อาศัยอยู่ตามเทือกเขาสูง หรือเขาหินปูน กินอาหารได้หลากหลาย ทำให้สามารถปรับตัวอยู่ได้ในพื้นที่ที่มีถิ่นอาศัยแตกต่างกัน ลิงไอ้เป็นสัตว์ป่าคุ้มครอง มีสถานะในระดับโลก เป็นสัตว์ป่าที่ใกล้ถูกคุกคาม (IUCN, 2008) มีถิ่นอาศัยกระจายอยู่ในพื้นที่ประเทศเนปาล สิกขิม ภูฏาน อัสสัม และในมณฑลยูนนาน ประเทศจีน พื้นที่บางส่วนทางตอนเหนือของประเทศเมียนมา และในประเทศไทยบริเวณภาคเหนือ ภาคกลางตอนบน ภาคตะวันตก และบางส่วนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ เป็นเขตรักพันธุ์สัตว์ป่าที่มีความสำคัญในผืนป่าอีสานตะวันตก มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งต้นไม้และสัตว์ป่าที่มีความหลากหลาย และเป็นพื้นที่ที่สามารถพบลิงไอ้เงี๊ยะ ในป่าดิบเขาบริเวณห้วยไม้ซอดใหญ่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว แต่จากสถานภาพของลิงไอ้เงี๊ยะในปัจจุบันอยู่ในสภาวะใกล้ถูกคุกคาม มีความเสี่ยงที่ประชากรลดจำนวนลงจนสูญหายไปในอนาคต แม้ว่าเขตรักษาพันธุ์ป่าภูเขียวเป็นพื้นที่อนุรักษ์ ที่มีความเข้มงวดในการปกป้องรักษาสัตว์ป่าให้อยู่ในพื้นที่โดยปลอดภัย แต่กิจกรรมของมนุษย์ที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ไฟป่า การลักลอบตัดไม้ การลักลอบล่าสัตว์ป่า มีโอกาสทำให้ประชากรของลิงไอ้เงี๊ยะที่อาศัยอยู่ในภาวะเสี่ยงที่จะลดจำนวนลง

การศึกษาพฤติกรรมและชนิดพืชอาหารของลิงไอ้เงี๊ยะมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมในรูปแบบต่าง ในรอบวัน ตลอดจนศึกษาชนิดพืชอาหารของลิงไอ้เงี๊ยะในพื้นที่เพื่อเพิ่มความเข้าใจและสามารถใช้ในการจัดการพื้นที่ป้องกันถิ่นอาศัยที่เหมาะสม ทั้งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ตลอดจนพื้นที่แห่งอื่นที่เป็นแหล่งการกระจายตามความเหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรม ที่พบเห็นของลิงไอ้เงี๊ยะ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว
2. เพื่อศึกษาชนิดอาหารของลิงไอ้เงี๊ยะที่พบ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พฤติกรรม

ผลการศึกษาพฤติกรรมลิงไอ้เงี๊ยะ 3 กลุ่มโดยการสังเกตพฤติกรรมของลิง 4 ตัว ได้แก่ ตัวผู้เต็มวัย (adult male) ตัวเมียเต็มวัย (adult female) ตัวเด็ก (juvenile) และตัวทารก (infant) โดยใช้เกณฑ์การศึกษาตาม Table 1 และ Figure 1 ตัวละ 5 นาที ภายใน 1 ชั่วโมง ในทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 06.00 - 17.00 น. รวม 28 วัน โดยไม่ยึดลำดับในการสังเกต โดยวิธีการเก็บข้อมูล จากการสังเกตลิงแต่ละตัวที่แสดงพฤติกรรมต่างๆ ตลอดจนการจำแนกลักษณะพฤติกรรมดำเนินการตาม คมกริช และนันทิยา (2553) และ จริยา (2560) คือ

1.1 พฤติกรรมการกิน (feeding) การนำอาหารเข้าปากโดยเป็นอาหารที่ลิงหาได้เองในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1.2 พฤติกรรมการพักผ่อน (resting) การไม่เคลื่อนที่ การนิ่งเฉย หรือ การหลับในตอนกลางวัน

1.3 พฤติกรรมการทำความสะอาดร่างกาย (grooming) การหาเห็บที่อยู่ตามตัวให้ลิงตัวอื่นหรือหาให้ตัวเอง

1.4 พฤติกรรมการปฏิสัมพันธ์ (interaction) พฤติกรรมหรือกิจกรรม ระหว่างลิงสองตัวขึ้นไป

1.5 พฤติกรรมการเดินทาง (traveling) การเคลื่อนที่หรือโหนต้นไม้จากจุดที่หยุดหากินของฝูงที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

1.6 พฤติกรรมการเล่น (playing) การเล่นนี้รวมการเล่นที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ลิงตัวอื่นหรือการเล่นเพียงลำพัง

1.7 พฤติกรรมทางเพศ (sexual) การผสมพันธุ์ ความต้องการทางเพศที่แสดงออกต่อเพศตรงข้ามและเพศเดียวกัน

1.8 พฤติกรรมก้าวร้าว (aggressive) การแย่งอาหาร สิ่งของ ต่อสู้ในฝูง กัดคน ส่งเสียงขู่

1.9 พฤติกรรมการเลี้ยงดูลูก (parental care) การเลี้ยงดูลูก ได้แก่ การให้นม การกินนม ส่วนใหญ่จะเป็นพฤติกรรมของลิงลูกเล็กที่กินนมจากแม่

1.10 พฤติกรรมอื่นๆ (others) การที่ลิงแสดงกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากพฤติกรรมในข้อ 1.1–1.9 เช่น การระวังภัย การร้อง การขับถ่าย พฤติกรรมที่ไม่สามารถจำแนกได้ชัดเจน

รวมถึงทำการระบุตำแหน่งในเครื่องระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) ด้วย เพื่อสามารถใช้อธิบายการกระจายและการใช้พื้นที่อาศัยของลิงชนิดนี้

Table 1 Definition of sex and age class characteristics of the Assamese macaques in Phukhieo Wildlife Sanctuary, Chaiyaphum Province.

Sex and age class	Characteristics
Infant	The monkeys are about 1-year-old. During the first month of birth, the animal often sticks to their mother's breast and gradually away from their mother, but still return to breastfeeding.
Juvenile	The animal ages from about 1 year up to before the adult age about 4 years.
Adult male	A mature male animal can reproduce. Sub-adult males are more than 4 years old are included.
Adult female	A mature female animal can reproduce. Sub-adult females are more than 4 years old are included.

การศึกษาชนิดพืชอาหาร

การศึกษาชนิดพืชอาหารของลิงไอ้เงี๊ยะทำควบคู่ไปกับการสังเกตพฤติกรรมโดยบันทึกจำนวนครั้งของการกินพืชอาหารละชนิด และส่วนที่กิน ได้แก่ ใบ ดอก ผล และเมล็ดของพืชแต่ละชนิดทุกๆ 1 ชั่วโมง จัดทำรายชื่อชนิดอาหาร

(a) (b) (c)

Figure 1 Comparison of the Assamese macaques' characteristics between sex and age class in Phukhieo Wildlife Sanctuary, Chaiyaphum Province.

Remarks: (a) Adult male
(b) Juvenile
(c) Adult female and infant during the gestation period

ผลและวิจารณ์

1. การแสดงพฤติกรรมในรอบวัน

จากการศึกษาโดยการสังเกตพฤติกรรมลิงไอ้เงี๊ยะจากการเฝ้าสังเกตรวมจำนวน 1,486 ครั้ง รวม 2,575 นาที จากการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมของลิงไอ้เงี๊ยะ มีพฤติกรรมต่างๆ ผันแปรในช่วงวัน โดยจำแนกพฤติกรรมที่ลิงแสดง

ออกมาในช่วงเวลา 06.00-17.00 น. ซึ่งพฤติกรรมในรอบวันทั้ง 10 ประเภท คือ การพักผ่อน การกิน การเคลื่อนที่ การเล่น การก้าวร้าว การปฏิสัมพันธ์ พฤติกรรมทางเพศ คิดเป็นร้อยละการแสดงพฤติกรรม ดัง Figure 2

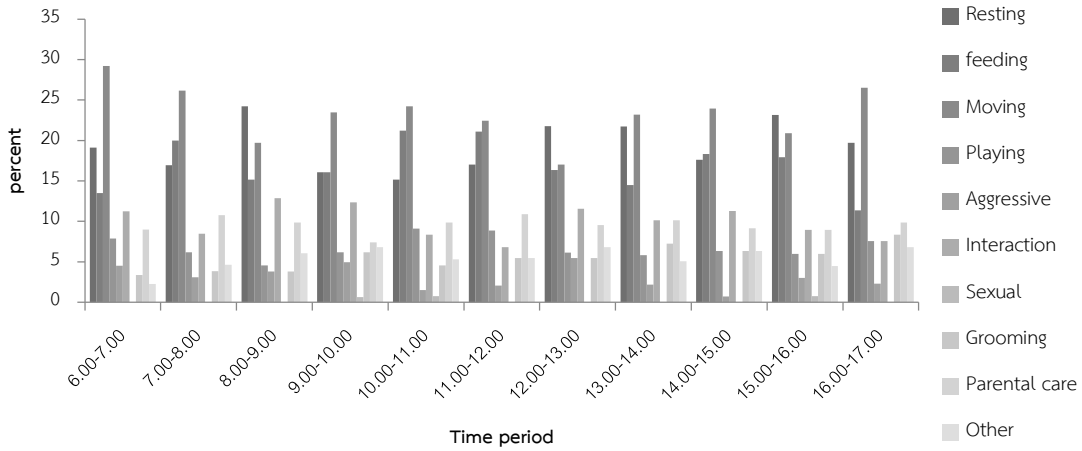


Figure 2 Each behavioral pattern of the Assamese macaques in each time period in Phukhieo Wildlife Sanctuary, Chaiyaphum Province.

การแสดงพฤติกรรมในแต่ละช่วงเวลามีรายละเอียดดังนี้

06.00 - 07.00 น. ลิงแสดงพฤติกรรมการเคลื่อนที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 29.21 รองลงมาคือการพักผ่อน คิดเป็นร้อยละ 19.1 และน้อยสุดคือ พฤติกรรมอื่น คิดเป็นร้อยละ 2.25

07.00 - 08.00 น. ลิงแสดงพฤติกรรมการเคลื่อนที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 26.15 รองลงมาคือการกิน คิดเป็นร้อยละ 20 และน้อยที่สุด คือ การก้าวร้าว คิดเป็นร้อยละ 3.08

08.00 - 09.00 น. ลิงแสดงพฤติกรรมการพักผ่อนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 24.24 รองลงมาคือการเคลื่อนที่ คิดเป็นร้อยละ 19.7 และน้อยที่สุด คือการก้าวร้าวและการทำความสะอาด คิดเป็นร้อยละ 3.79

09.00 - 10.00 น. ลิงแสดงพฤติกรรมการเคลื่อนที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 23.46 รองลงมา คือการพักผ่อนและการกิน คิดเป็นร้อยละ 16.05 และน้อยที่สุด คือพฤติกรรมทางเพศ คิดเป็นร้อยละ 0.62

10.00 - 11.00 น. ลิงแสดงพฤติกรรมการเคลื่อนที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 24.24 รองลงมาคือการกิน คิดเป็นร้อยละ 21.21 และน้อยที่สุดคือพฤติกรรมทางเพศ คิดเป็นร้อยละ 0.76

11.00 - 12.00 น. ลิงแสดงพฤติกรรมการเคลื่อนที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 22.45 รองลงมาคือการกิน คิดเป็นร้อยละ 21.09 และน้อยที่สุดคือการก้าวร้าว คิดเป็นร้อยละ 2.04

12.00 - 13.00 น. ลิงแสดงพฤติกรรมการพักผ่อนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 21.77 รองลงมาคือการเคลื่อนที่ คิดเป็นร้อยละ 17.01 และน้อยที่สุด คือ การก้าวร้าวและการทำความสะอาด คิดเป็นร้อยละ 5.44

13.00 - 14.00 น. ลิงแสดงพฤติกรรมการเคลื่อนที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 23.19 รองลงมา คือ การพักผ่อน คิดเป็นร้อยละ 21.74 และน้อยที่สุด คือ พฤติกรรมอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 5.07

14.00 - 15.00 น. ลิงแสดงพฤติกรรมการเคลื่อนที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 23.94 รองลงมา คือ การกิน คิดเป็นร้อยละ 18.31 และน้อยที่สุดคือการก้าวร้าว คิดเป็นร้อยละ 0.71

15.00 - 16.00 น. ลิงแสดงพฤติกรรมการพักผ่อนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 23.13 รองลงมา คือ การเคลื่อนที่ คิดเป็นร้อยละ 20.9 และน้อยที่สุด คือ พฤติกรรมทางเพศ คิดเป็นร้อยละ 0.75

16.00 - 17.00 น. ลิงแสดงพฤติกรรมการเคลื่อนที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 21.52 รองลงมา คือ การพักผ่อน คิดเป็นร้อยละ 19.7 และน้อยที่สุด คือ การก้าวร้าว คิดเป็นร้อยละ 2.27

ผลการศึกษาพฤติกรรมในรอบวันของลิงไอ้เงี๊ยะ มีการเคลื่อนที่มากที่สุด รองลงมาคือพฤติกรรมการกินและการพักผ่อน ทำให้พฤติกรรมการเคลื่อนที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการพักผ่อนและพฤติกรรมการกิน เนื่องจากลิงมีการเดินทางไปกินอาหาร หลังจากกินอาหารเสร็จก็มีการพักผ่อนและเปลี่ยนพื้นที่ในการหากิน ตลอดจนเดินทางกลับไปยังต้นไม้นอน

พฤติกรรมในรอบวันทั้ง 10 ประเภท โดยรวมเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตกับค่าเฉลี่ยด้วยการทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (χ^2= 742.80; df = 9, $p < 0.05$) (Table 2) ซึ่งหมายความว่าเวลาที่ลิงใช้ในการแสดงพฤติกรรมทั้ง 10 ประเภทโดยรวมมีความมากน้อยแตกต่างกันไปตามประเภท เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยที่เป็นค่ากลางของเวลาที่ลิงใช้ในการแสดงพฤติกรรม

Table 2 Observed time, percentage, expected time and Chi-square test between the observed and expected times of each behavioral pattern of the Assamese Macaques (*Macaca assamensis*) in Phukhieo Wildlife Sanctuary, Chaiyaphum Province.

Behaviour pattern	Observed	% observed	Expected	χ^2
1. Feeding	252	16.96	148.5	72.14**
2. Resting	286	19.25	148.5	127.31**
3. Moving	343	23.08	148.5	254.74**
4. Playing	100	6.73	148.5	15.84**
5. Aggression	45	3.03	148.5	72.14**
6. Interaction	148	9.96	148.5	0.001
7. Sexual	3	0.20	148.5	142.56**
8. Grooming	83	5.56	148.5	28.89**
9. Parental care	142	5.56	148.5	0.28
10. Other	83	9.62	148.5	28.89**
Total	**2,323**	**100**	**2323**	**742.80****

Remarks: * Significant difference at P<0.05 ** Significant difference at P<0.01, $\chi^2_{0.05}$, df 9 = 16.91

2. พฤติกรรมทั่วไป

จากการติดตามพฤติกรรมลิงไอ้เงี๊ยะทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าตลอดทั้งวัน เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์รวมกันพบว่า ลิงไอ้เงี๊ยะแสดงร้อยละของพฤติกรรมทั่วไป ดังรายละเอียดตาม Table 2

ผลการศึกษาพบว่าลิงมีพฤติกรรมการเคลื่อนที่มากที่สุด ร้อยละ 23.08 รองลงมาคือพฤติกรรมการพักผ่อน ร้อยละ 19.25 และพฤติกรรมการกิน ร้อยละ 16.95 ซึ่งใกล้เคียงจากการรายงานของ จริยา (2560) ในการศึกษาพฤติกรรมของลิงไอ้เงี๊ยะ ที่อุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี รายงานว่า ลิงไอ้เงี๊ยะมีพฤติกรรมการเดินทางมากที่สุด ร้อยละ 18.82 รองลงมาคือพฤติกรรมการกิน ร้อยละ 17.42 ซึ่งแตกต่างจาการรายงานของ คมกริช และนันทิยา (2553) ในการศึกษาพฤติกรรมของลิงไอ้เงี๊ยะ ที่วัดถ้าปลาจังหวัดเชียงราย รายงานว่า พบพฤติกรรมการพักผ่อนมากที่สุด ร้อยละ 27.4 รองลงมาคือพฤติกรรมการกิน 24.8 ของพฤติกรรมทั้งหมด เมื่อพิจารณารายพฤติกรรมพบว่า เวลาที่ลิงไอ้เงี๊ยะใช้แสดงพฤติกรรมการปฏิสัมพันธ์ และการเลี้ยงดูลูก ไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ย ในขณะที่ลิงใช้เวลาในการกิน การพักผ่อน และการเคลื่อนที่ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งหมายความว่าแสดงรูปแบบพฤติกรรมดังกล่าวมาก

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ จริยา (2560) พบว่า การกิน การพักผ่อน และการเคลื่อนที่สูงกว่าค่าเฉลี่ย เช่นเดียวกัน เนื่องจากพฤติกรรมในรอบวันส่วนใหญ่ลิงมีการเดินทางและเคลื่อนที่ไปยังแหล่งอาหาร หลังจากกินอาหารมากพอลิงมีพฤติกรรมการพักผ่อน ได้แก่ การนั่งพักผ่อน นอนพักผ่อน ส่วนพฤติกรรมการเล่น การก้าวร้าว พฤติกรรมทางเพศ ทำความสะอาด และพฤติกรรมอื่น มีน้อยกว่าค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากพฤติกรรมดังกล่าว พบมากในช่วงฤดูผสมพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พฤติกรรมทางเพศและพฤติกรรมก้าวร้าว

เมื่อนำพฤติกรรมทั้ง 10 ประเภทคือ พฤติกรรมพักผ่อน การกิน การเคลื่อนที่ การเล่น ก้าวร้าว การปฏิสัมพันธ์ ทางเพศ ร้อง ขับถ่าย ทำความสะอาด และการเลี้ยงลูก มาเปรียบเทียบกันระหว่าง ตัวผู้เต็มวัย ตัวเมียเต็มวัย วัยเด็ก และวัยทารก ได้ผลดังมีรายละเอียดดังนี้

1) พฤติกรรมการพักผ่อน ลิงไอ้เงี๊ยะมีการพักผ่อนสองรูปแบบคือการนั่งพักผ่อน และการนอนพักผ่อน ลิงตัวเต็มวัยแสดงพฤติกรรมนี้มากกว่าลิงวัยเด็กและลิงวัยทารก ลิงตัวเต็มวัยเพศผู้ มีความถี่ในการนั่งพักผ่อน 85 ครั้ง นอนพักผ่อน 17 ครั้ง ลิงตัวเต็มวัยเพศเมีย มีความถี่ในการนั่งพักผ่อน 88 ครั้ง นอนพักผ่อน 12 ครั้ง แต่ลิงวัยเด็ก มีความถี่ในการนั่งพักผ่อน 42 ครั้ง นอนพักผ่อนเพียง 6 ครั้ง ส่วนลิงวัยทารกมีความถี่ในการนั่งพักผ่อนเพียง 12 ครั้ง แต่การนอนพักผ่อนมีความถี่ 24 ครั้ง ซึ่งมากกว่าการนั่งพักผ่อน

2) พฤติกรรมการกิน ลิงตัวเต็มวัยเพศผู้มีความถี่ในการแสดงพฤติกรรมใกล้เคียงกับเพศเมียตัวเต็มวัยและลิงวัยเด็ก โดยมีความถี่ในการกินอาหาร 67 69 และ 68 ครั้ง ตามลำดับ ส่วนลิงวัยทารกมีความถี่ในการกินอาหารเพียง 48 ครั้ง

3) พฤติกรรมการเคลื่อนที่ ลิงไอ้เงี๊ยะมีพฤติกรรมการเคลื่อนที่ 2 รูปแบบคือการไต่หรือการปีนป่ายและการเดินบนพื้น ลิงตัวเต็มวัยเพศเมียมีความถี่ในการแสดงพฤติกรรมการเคลื่อนที่ใกล้เคียงกับลิงวัยเด็ก

4) พฤติกรรมการเล่น ลิงวัยทารกแสดงพฤติกรรมการเล่นมากกว่าลิงวัยเด็ก และวัยอื่น ซึ่งมีความถี่ในการแสดงพฤติกรรม 66 ครั้ง ในขณะที่ลิงวัยเด็กมีความถี่ 31 ครั้ง ลิงตัวเต็มวัยเพศผู้มีความถี่ 3 ครั้ง และไม่พบการแสดงพฤติกรรมนี้ในลิงตัวเต็มวัยเพศเมีย

5) พฤติกรรมการก้าวร้าว ลิงตัวเต็มวัยเพศผู้แสดงพฤติกรรมก้าวร้าวมากกว่า ลิงวัยเด็ก และลิงตัวเต็มวัยเพศเมีย โดยแสดงความถี่ของพฤติกรรมนี้ 21 ครั้ง ซึ่งลิงวัยเด็กมีความถี่ 15 ครั้ง ลิงตัวเต็มวัยเพศเมียมีความถี่ 9 ครั้ง และไม่พบการแสดงพฤติกรรมนี้ในวัยทารก

6) พฤติกรรมการปฏิสัมพันธ์ ลิงวัยเด็กมีความถี่ในการแสดงพฤติกรรมนี้มากกว่าลิงวัยอื่นๆ โดยลิงวัยเด็กมีความถี่ในการแสดงพฤติกรรมนี้ 50 ครั้ง ลิงวัยทารก 44 ครั้ง ส่วนลิงตัวเต็มวัยเพศผู้ และลิงตัวเต็มวัยเพศเมียมีความถี่ 28 และ 26 ครั้ง ตามลำดับ

7) พฤติกรรมทางเพศ ลิงตัวเต็มวัยเพศผู้มีความถี่ในการแสดงพฤติกรรมนี้เพียง 3 ครั้ง ส่วนในลิงตัวเต็มวัยเพศเมีย ลิงวัยเด็ก ลิงวัยทารก ไม่พบการแสดงพฤติกรรมนี้

8) พฤติกรรมการทำความสะอาดร่างกาย ลิงวัยเด็กมีความถี่ในการแสดงพฤติกรรมนี้มากกว่าลิงวัยอื่น โดยลิงวัยเด็กมีความถี่ในการแสดงพฤติกรรม 27 ครั้ง ลิงตัวเต็มวัยเพศผู้ มีความถี่ 23 ครั้ง ลิงตัวเต็มวัยเพศเมีย 21 ครั้ง ส่วนลิงวัยทารกพบเพียง 12 ครั้ง

9) พฤติกรรมการเลี้ยงลูก เป็นการสังเกตพฤติกรรมลิงวัยทารก จำแนกพฤติกรรมการเลี้ยงดูลูก 2 รูปแบบ คือการอยู่ และออกจากลิงตัวเต็มวัยเพศเมีย โดยลิงวัยทากรกมีความถี่ในการออกจากลิงตัวเต็มวัยเพศเมียมากกว่าอยู่กับลิงตัวเต็มวัยเพศเมีย โดยลิงวัยทารกมีความถี่ออกจากลิงตัวเต็มวัยเพศเมีย 72 ครั้ง และ อยู่กับลิงเพศเมียตัวเต็มวัย 62 ครั้ง

10) พฤติกรรมอื่น ลิงวัยเด็กมีความถี่ในการแสดงพฤติกรรมนี้มากกว่าลิงวัยเด็ก ลิงตัวเต็มวัยเพศผู้ และลิงตัวเต็มวัยเพศเมีย ลิงวัยเด็กมีพฤติกรรมอื่น 24 ครั้ง ลิงวัยทารก 22 ครั้ง ลิงตัวเต็มวัยเพศผู้ 20 ครั้ง และลิงตัวเต็มวัยเพศเมีย 17 ครั้ง

3. ชนิดพืชอาหาร

ลิงไอ้เงี๊ยะกินอาหารหลากหลายประกอบไปด้วย พืชอาหาร สัตว์ขนาดเล็ก โดยพบว่า มีพืชอาหารทั้งสิ้นจำนวน 24 ชนิด 18 วงศ์ ดังนี้

1) วงศ์เหงือกปลาหมอ (ACANTHACEAC) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ รางจืด (*Thunbergia laurifolia* Lindl.)

2) วงศ์กระดังงา (ANNONACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 3 ชนิด คือ ตำหยาวเขา (*Alphonsea ventricosa*) สะแกแสง (*Cananga brandisiana*) และจักหัน (*Orophea polycarpa*)

3) วงศ์ตีนเป็ด (APOCYNACAEA) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ ส้มลม (*Parameria laevigata*)

4) วงศ์มะแฟน (BURSERACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ มะแฟน (*Protium serratum*)

5) วงศ์มะพลับ (EBENACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ หางหนู (*Diospyros pilosiuscula*)

6) วงศ์ยางพารา (EUPHORBIACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ เจตพังคี (*Cladogynos orientalis*)

7) วงศ์ถั่ว (FABACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ *Acasia* sp.

8) วงศ์อบเชย (LAURACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ เอียน (*Neolitsea cassiifolia*)

9) วงศ์กันเกรา (LOGANIACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ ตูมกาแดง (*Strychnos nux-vomica*)

10) วงศ์พลอง (MELASTOMATACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ พลองแก้มอ้น (*Memecylon lilacinum*)

11) วงศ์สะท้อน (MELIACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ กระท้อน (*Sandroricum koetjape*)

12. วงศ์ขนุน (MORACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 2 ชนิด คือ มะหาด (*Artocarpus lacucha*) และ ไทร *Ficus* sp.

13) วงศ์มะขามป้อม (PHYLLANTHACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 2 ชนิด คือ กระบือเจ็ดชั้น (*Bridelia tomentosa*) และ เม่าสร้อย (*Antidesma acidum*)

14) วงศ์หญ้า (POACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ *Panicum sp.*

15) วงศ์เข็ม (RUBIACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 3 ชนิด คือ เจ็ดช้างสาร (*Lasianthus marginatus*) *Ixora sp.* และ *Aidia sp.*

16) วงศ์สนุ่น (SALICACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ กรวยป่า (*Casearia grewiaefolia*)

17) วงศ์ข้าวเย็นเหนือ (SMILACACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ *Smilax* sp.

18) วงศ์องุ่น (VITACEAE) พบพืชที่ลิงกิน 1 ชนิด คือ เถาน้ำแบน (*Tetrastigma laoticum*)

พืชวงศ์กระดังงา (ANNONACEAE) และวงศ์เข็ม (RUBIACEAE) เป็นพืชที่ลิงกินมากที่สุด มีจำนวนเท่ากัน จำนวน 3 ชนิด โดยพืชอาหารที่ลิงกินใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ จริยา (2560) ซึ่งมีชนิดอาหารที่ลิงไอ้เงี๊ยะกิน ได้แก่ มะหาด (*Artocarpus lacucha*) ไทร (*Ficus* sp.) และ กรวยป่า (*Casearia grewiaefolia*) สำหรับสัตว์ขนาดเล็กที่ลิงไอ้เงี๊ยะกินนั้น ได้แก่ แมงมุม ตั๊กแตน กบ มด หอยและสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก ส่วนอาหารอื่นๆ ที่พบว่าลิงไอ้เงี๊ยะกินนั้นได้แก่ ไข่นก ไข่มด ดินโป่ง ดินปลวก เป็นต้น

4. พฤติกรรมการกิน

ผลการจำแนกชนิดอาหารและส่วนต่างๆของพืชที่ลิงไอ้เงี๊ยะกิน พบว่าลิงกินพืชเป็นอาหารส่วนที่เป็นผลมากที่สุด ร้อยละ 45.32 กินใบไม้ ร้อยละ 10.84 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Schulke *et al*. (2005) ที่พบว่าลิงกินผลของพืชมากกว่าส่วนอื่นถึงร้อยละ 42.4 และกินใบอ่อนร้อยละ 14

อาหารที่เป็นสัตว์ขนาดเล็กที่ลิงไอ้เงี๊ยะกิน ได้แก่ แมลง สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกขนาด หอย แมลง ไข่ มีมากถึง ร้อยละ 38.42 ซึ่งมีความใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Schulke *et al*. (2005) ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ พบว่า ลิงกินสัตว์ขนาดเล็ก ได้แก่ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก นกสัตว์เลื้อยคลาน แมงมุม แมลง และหอย มากถึงร้อยละ 20 ของชนิดอาหารที่พบว่าลิงกินทั้งหมด ซึ่งแตกต่างจากการรายงานของจริยา (2560) ที่ อุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าอาหารที่ลิงไอ้เงี๊ยะกินเป็นสัตว์ขนาดเล็ก ได้แก่ แมลง และสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก โดยพบว่ามีเพียงร้อยละ 2 เท่านั้น อย่างไรก็ตามสอดคล้องกับการศึกษาชนิดอาหารของลิงไอเงี๊ยะ ในประเทศอินเดีย (Mitra, 2002) และใกล้เคียงกับรายงานการกินอาหารของลิงหางยาว ในประเทศอินโดนีเซีย ของ Fuentes *et al.* (2007) ส่วนสัตว์ขนาดเล็ก ที่ลิงไอ้เงี๊ยะกินเป็นสัตว์เลื้อยคลาน ได้แก่ กิ้งก่า จิ้งเหลนชนิดต่างๆ ตลอดจนแมลง เช่น แมลงเม่า ผีเสื้อกลางวัน และมด (Schulke *et al*., 2005) และการศึกษาครั้งนี้พบการกินดินหรือแร่ธาตุร้อยละ 4.93

สรุป

1. พฤติกรรมในรอบวันของลิงไอ้เงี๊ยะ มีการเคลื่อนที่มากที่สุด รองลงมาคือพฤติกรรมาการกิน และการพักผ่อนจากการวิเคราะห์พฤติกรรมในรอบวันทั้ง 10 ประเภท โดยใช้การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) พบว่า ลิงมีพฤติกรรมในรอบวันแตกต่างจากค่าเฉลี่ยโดยรวมทุกพฤติกรรมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (χ^2= 742.80; df = 9, p<0.05)

2. ผลการศึกษาพฤติกรรมการเคลื่อนที่มากที่สุดร้อยละ 23.08 รองลงมา ได้แก่ พฤติกรรมการพักผ่อนร้อยละ 19.25 พฤติกรรมการกินร้อยละ 16.96 พฤติกรรมการปฏิสัมพันธ์ พฤติกรรมการเล่น พฤติกรรมการทำความสะอาด พฤติกรรมการเลี้ยงดูลูก พฤติกรรมก้าวร้าว พฤติกรรมทางเพศ และพฤติกรรมอื่น โดยพบร้อยละ 9.96 6.73 5.56 5.56 3.03 0.20 และ 9.62 ตามลำดับ

3. ชนิดพืชอาหารที่ลิงไอ้เงี๊ยะกินพบ 24 ชนิดใน 18 วงศ์มีการกินพืชวงศ์กระดังงา (ANNONACEAE) และวงศ์เข็ม (RUBIACEAE) มากที่สุด มีพฤติกรรมกินส่วนผลมากถึงร้อยละ 45.32 และใบร้อยละ 10.84 อาหารที่เป็นสัตว์ขนาดเล็กที่ลิงไอ้เงี๊ยะกินคิดเป็นร้อยละ 38.42 ได้แก่ แมลง สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกขนาด หอย แมลง ไข่ และกินแร่ธาตุร้อยละ 4.93

4. ผลการศึกษาทำให้เกิดความเข้าใจเรื่องพฤตีกรรมของลิงไอ้เงี๊ยะในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวเพิ่มขึ้น สามารถใช้ทำความเข้าใจเรื่องชนิดอาหารที่ลิงกิน สามารถใช้ในการจัดการชนิดอาหารที่ลิงชอบ การป้องกันถิ่นอาศัยเพื่อการรักษาประชากร ตลอดจนการประชาสัมพันธ์เพิ่มความเข้าใจ ความตื่นตัวของสาธารณะเรื่องการอนุรักษ์ชนิดและถิ่นอาศัยของลิงไอ้เงี๊ยะในธรรมชาติ ตลอดจนสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อการศึกษาต่อยอดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ นายธานี วงศ์นาค หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว และกลุ่มวิจัยไพรเมตป่าภูเขียวและเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวทุกท่านขอขอบคุณพี่น้อง และเพื่อนๆวนศาสตร์ รุ่นที่ 80 ทุกคน รวมไปถึงผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน และสุดท้ายขอบกราบขอบพระคุณ คุณพ่อประสิทธิ์ และ คุณแม่ทองดี คุ้มหมู่ และญาติๆ ทุกท่านที่คอยสนับสนุน และช่วยเหลือมาโดยตลอด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คมกริช แก้วพนัส และ นันทิยา อัจจิมารังษี. 2553. พฤติกรรมของลิงวอกภูขา (*Macaca assamensis*) ที่วัดถ้ำปลาจังหวัดเชียงราย ประเทศไทย. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย** 17(1): 35-43.

จริยา สิงหะ. 2560. **พฤติกรรมและการใช้พื้นที่อาศัยของลิงไอ้เงี๊ยะ ในอุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Schulke, O., D. Pesek, B.J. Whitman and J. Ostner. 2005. Ecology of Assamese Macaques (*Macaca assamensis*) at Phu Khieo Wildlife Sanctuary Thailand. **Journal of Wildlife in Thailand** 18(1): 1-15.

Fuentes, A., E. Shaw and J. Cortes. 2007. Qualitative assessment of macaque tourist sites in Padangtegal, Bali, Indonesia, and the upper rock nature reserve, Gibraltar. **Int. J. Primatology** 28: 1143-1158.

IUCN. 2008. **IUCN Red List of Threatened Species 2008**. Available Source: file:///D:/10.2305-IUCN.UK.2008.RLTS.T12549A3354977.en.pdf, April 8, 2017.

Mitra, S. 2002. Diet and feeding behavior of Assamese Macaques (*Macaca assamensis*). Asian primate. **Newsletter of the IUCN/SSC primate specialist Group.** 8(1-2): 12-14.

ความหลากชนิด และความมากมายของสัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนมในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา

Diversity and Abundance of Carnivorous Mammal in Khao Yai National Park, Nakhon Ratchasima Province

นรเศรษฐ์ เขียวศรี[1] ทีรทัศน์ อยู่เจริญ[1] พนากร กระออมกลาง[1] ครรชิต ศรีนพวรรณ[1]

รองลาภ สุขมาสรวง[1*] และ ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร[1]

Noraset Khiowsree[1], Theerathat Yoochareon[1], Panagorn Kraomkhlang[1], Kanchit Srinopawan[1]

Ronglarp Sukmasuang[1*] and Khwanrutai Charaspet[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]Khao Yai National Park, Pakchong District, Nakorn Ratchasima Province

* Corresponding author; email: **mronglarp@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากชนิดและความมากมายของสัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนมในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมาดำเนินการศึกษาระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 จากการตั้งกล้องดักถ่ายภาพรวม 53 จุด จำนวนวันติดตั้งกล้องทั้งหมด 750 กับดักคืน ภาพถ่ายสัตว์ป่าทั้งหมด 1,016 ภาพ พบจำนวนสัตว์ทั้งหมด 35 ชนิด เป็นสัตว์กินเนื้อ 14 ชนิด จาก 6 วงศ์ ได้แก่ ชะมดเช็ด (*Viverricula indica*) ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*) นากเล็กเล็บสั้น (*Aonyx cinerea*) พังพอนเล็ก (*Herpestes javanicus*) แมวดาว (*Prionailurus bengalensis*) แมวลายหินอ่อน (*Parclofelis marmorata*), เสือไฟ (*Catopuma temminckii*) เสือลายเมฆ (*Pardofelis nebulosa*) หมาใน (*Cuon alpinus*) หมีขอ (*Arctictis binturong*) หมีควาย (*Ursus thibetanus*) หมีหมา (*Ursus malayanus*) อีเห็นข้างลาย (*Paradoxurus hermaphrodites*) และอีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) กรณีความมากมายของสัตว์ป่ากินเนื้อ ผลการคำนวณพบว่า ชะมดแผงหางปล้อง มีค่าความมากมายร้อยละ 6.40 หมาใน มีค่าความมากมายร้อยละ 6.00 ชะมดเช็ด มีค่าความมากมายร้อยละ 3.47 พังพอนเล็ก มีค่าความมากมายร้อยละ 3.33 หมีหมา มีค่าความมากมายร้อยละ 3.07 อีเห็นข้างลายมีค่าความมากมายร้อยละ 2.80 เสือลายเมฆและหมีควาย มีค่าความมากมายร้อยละ 1.73 แมวดาว มีค่าความมากมายร้อยละ 1.47 นากเล็กเล็บสั้น แมวลายหินอ่อน เสือไฟ และอีเห็นเครือ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.13 หมีขอ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.80 ตามลำดับ ช่วงเวลาการทำกิจกรรมของสัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนมพบว่า ทำกิจกรรมในเวลากลางคืน 9 ชนิด ได้แก่ ชะมดเช็ด ชะมดแผงหางปล้อง แมวดาว หมีขอ หมีหมา เสือไฟ อีเห็นเครือ เสือลายเมฆ และอีเห็นข้างลาย ทำกิจกรรมในเวลากลางวัน 3 ชนิด ได้แก่ นากเล็กเล็บสั้น พังพอนเล็ก และแมวลายหินอ่อน ทำกิจกรรมทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน 2 ชนิด ได้แก่ หมาใน และหมีควาย ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาและการจัดการเพื่อการอนุรักษ์สัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมกินเนื้อในพื้นที่ได้เสนอไว้ในการศึกษานี้แล้ว

คำสำคัญ: สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกินเนื้อ กล้องดักถ่ายภาพ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

ABSTRACT

A study of carnivorous mammal diversity and abundance was conducted in Khao Yai National Park from February to April 2017 using camera trap technique. Based on 53 camera locations, 750 trap nights and 1,016 trap successes, 35 wildlife species were identified. Among these, there were 14 carnivorous mammals consisting of small Indian civet (*Viverricula indica*), large Indian civet (*Viverra zibetha*), small-clawed Otter (*Aonyx cinerea*), small Indian mongoose (*Herpestes javanicus*), leopard cat (*Prionailurus bengalensis*), marbled cat (*Parclofelis marmorata*), Asian golden cat (*Catopuma temminckii*), clouded leopard (*Pardofelis nebulosa*), dhole (*Cuon alpinus*), *biturong* (*Arctictis binturong*), black bear (*Ursus thibetanus*), Malayan sun bear (*Ursus malayanus*), common palm civet (*Paradoxurus hermaphrodites*) and masked palm civet (*Paguma larvata*). The relative abundance analysis suggested that there were 6.40 % RA of large Indian civet, 6.00 % RA of dhole, 3.47 % RA for common palm civet, 3.33 % RA of small Indian mongoose, 3.07 % RA of Malayan sun bear, 2.80 % RA of common palm civet, 1.73% RA of black bear and clouded leopard, 1.47% RA of leopard cat, 0.13% RA of small-clawed otter, marbled cat and Asian golden cat and Masked palm civet, and 0.08% RA of binturong. According to the diel activity patterns observed during this study, nine carnivorous species were identified as nocturnal species. These nocturnal species were small Indian civet, large Indian civet, leopard cat, binturong, Malayan sun bear, Asian golden cat, masked palm civet and common palm civet. Three of the carnivorous mammals were diurnal species such as small claw otter, small Indian mongoose, and marbled cat. The other two carnivorous mammal species, dhole and black bear were both nocturnal and diurnal species. Recommendations for further study and management for the species conservation were also proposed.

Keywords: carnivorous mammals, camera trap techniques, Khao Yai National Park

คำนำ

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกินเนื้อ (carnivorous mammal) เป็นสัตว์ป่าชนิดสำคัญ (key stone species) ในระบบนิเวศ เนื่องจากอยู่ในตำแหน่งสูงสุดของระบบห่วงโซ่อาหารมีบทบาทสำคัญในการควบคุมประชากรและคุณภาพของเหยื่อ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอันดับสัตว์กินเนื้อส่วนใหญ่ออกหากินในเวลาตอนเย็นตั้งแต่ช่วงเย็นจนถึงช่วงเช้าหรืออาจถึงช่วงตอนสายบางชนิดออกหากินในตอนกลางวันปกติออกหากินโดยลำพังแต่บางชนิดออกหากินเป็นคู่ หรือเป็นกลุ่มๆ (Lekagul and McNeely, 1988) กินอาหารได้อย่างหลากหลายประเภท ทั้งสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลา สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สัตว์เลื้อยคลาน นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีขนาดเล็ก จนถึงสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีขนาดใหญ่ เช่น เก้ง กวางป่า กระทิง วัวแดง หรือสัตว์กินเนื้อด้วยกันเอง รวมถึงสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ไส้เดือน ไข่แมลง ผึ้ง หรือแมลง รวมทั้งพืชผลไม้ชนิดต่างๆ ในธรรมชาติ (Wang, 2008; Wang and Macdonald, 2009)

ประเทศไทยพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในอันดับสัตว์กินเนื้อ 6 วงศ์ รวม 36 ชนิด (Lekagul and McNeely, 1988; Chutipong *et al*., 2014) ได้แก่ (1) Family Canidae ประกอบด้วย 2 สกุล 2 ชนิด คือ หมาใน และหมาจิ้งจอก (2) Family Ursidae ประกอบด้วย 1 สกุล 2 ชนิด คือ หมีควาย และหมีหมา (3) Family Mustelidae ประกอบด้วย 7 สกุล 10 ชนิด คือ เพียงพอนเหลือง เพียงพอนเส้นหลังขาว เพียงพอนเล็กสีน้ำตาล หมาไม้หมูหริ่ง หมาหริ่ง นากใหญ่ธรรมดา นากใหญ่ขนเรียบ นากใหญ่จมูกขน และนากเล็กเล็บสั้น (4) Family Viverridae

ประกอบด้วย 9 สกุล 11 ชนิด ชะมดเช็ด ชะมดแผงหางปล้อง ชะมดแผงสันหางดำ ชะมดแปลงลายแถบ ชะมดแปลงลายจุด อีเห็นหน้าขาว อีเห็นธรรมดา อีเห็นเครือหมีขอ อีเห็นลายพาด และอีเห็นน้ำ (5) Family Herpestidae ประกอบด้วย 1 สกุล 2 ชนิด คือพังพอนกินปู และพังพอนธรรมดา (6) Family Felidaeประกอบด้วย 6 สกุล 9 ชนิด คือ แมวลายหินอ่อน เสือปลา แมวดาว แมวป่าหัวแบน เสือกระต่าย เสือไฟ เสือลายเมฆ เสือดาว และเสือโคร่ง

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เป็นอุทยานแห่งชาติแห่งแรกของประเทศไทย มีอาณาเขตครอบคลุม 11 อำเภอ ของ 4 จังหวัด คือ อำเภอมวกเหล็ก อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี อำเภอปากช่อง อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา อำเภอนาดี อำเภอกบินทร์บุรี อำเภอประจันตคาม อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี และอำเภอปากพลี อำเภอบ้านนา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก ได้รับการประกาศให้เป็นพื้นที่มรดกโลกทางธรรมชาติ ตั้งอยู่ในเทือกเขาพนมดงรัก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของดงพญาเย็นหรือดงพญาไฟในอดีต เป็นแหล่งกำเนิดของ ต้นน้ำลำธารที่สำคัญหลายสาย เช่น แม่น้ำนครนายก แม่น้ำปราจีนบุรี แม่น้ำป่าสัก และแม่น้ำมูล เป็นต้น (ส่วนจัดการการท่องเที่ยว และนันทนาการ สำนักอุทยานแห่งชาติ, 2560)

การศึกษาความหลากชนิดความมากมายของสัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนมในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีการศึกษาน้อยมาก ผลที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงชนิด จำนวน ประชากร การกระจายของสัตว์ป่ารวมถึงการนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในด้านการจัดการถิ่นที่อยู่อาศัยทั้งในพื้นที่แห่งนี้ และพื้นที่อนุรักษ์ที่อยู่ในกลุ่มป่ามรดกโลกดงพญาเย็น เขาใหญ่ เพื่อให้อำนวยประโยชน์ทั้งทางตรงทางอ้อมอย่างไม่สิ้นสุดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าโดยการเลือกตำแหน่งที่ตั้งพิจารณาจากความเหมาะสมในแต่ละสภาพพื้นที่ทั้งเส้นทางด่าน ร่องรอยของสัตว์ พร้อมทั้งบันทึกค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์ ติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยเว้นมีระยะห่างของกล้องแต่ละตัวประมาณ 1 กิโลเมตร สูงจากพื้นดินประมาณ 30–50 เซนติเมตร ตั้งค่าให้ถ่ายภาพเมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านตลอด 24 ชั่วโมง ระยะเวลา 30 วัน (กิตติวรา, 2557; Patrick *et al*., 2014)

2. นำข้อมูลภาพที่ได้มาจำแนกชนิดโดยใช้ชื่อสามัญ และชื่อวิทยาศาสตร์ตาม Lekagul and McNeely (1977) เฉพาะภาพที่สามารถจำแนกได้ชัดเจนมี วันที่ เวลา แสดงอยู่บนภาพถ่าย

3. คำนวณความมากมายของชนิดสัตว์กินเนื้อแต่ละชนิดจากกล้องดักถ่ายภาพ นำจำนวนกล้องทั้งหมดที่ถ่ายสัตว์ป่าแต่ละชนิด หารด้วยจำนวนกล้องที่วางต่อคืนคูณจำนวนวันทั้งหมด (ขวัญฤทัย และคณะ, 2558)

4. รูปแบบกิจกรรมของสัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนมที่เป็นเวลากลางวัน และกลางคืน ช่วงเวลากลางวันระหว่างเวลา 06:01 - 17:59 นาฬิกา ช่วงเวลากลางคืนระหว่างเวลา 18:06-00:00 นาฬิกา (Azlan *et al.*; 2009) และรูปแบบการเปรียบเทียบกิจกรรมสัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนมในเวลากลางวัน และกลางคืนในรูปแบบเปอร์เซ็นต์

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากชนิด

ผลการศึกษาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จากการตั้งกล้องดักถ่ายภาพรวม 53 จุด จำนวนวันติดตั้งกล้องทั้งหมด 750 trap night พบจำนวนสัตว์ทั้งหมด 35 ชนิด เป็น

สัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนม 14 ชนิด (Table 1) (Figure 1) มีค่าดัชนีความหลากชนิด 2.21 แบ่งเป็นชนิดสัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนมดังนี้ ชะมดเช็ด จำนวนภาพทั้งหมด 26 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.24 ชะมดแผงหางปล้อง จำนวนภาพทั้งหมด 48 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.32 นากเล็กเล็บสั้น จำนวนภาพทั้งหมด 1 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.02 พังพอนเล็ก จำนวนภาพทั้งหมด 25 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.24 แมวดาว จำนวนภาพทั้งหมด 11 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.14 แมวลายหินอ่อน จำนวนภาพทั้งหมด 1 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.02 เสือไฟ จำนวนภาพทั้งหมด 1 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.02 เสือลายเมฆ จำนวนภาพทั้งหมด 13 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.16 หมาใน จำนวนภาพทั้งหมด 45 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.32 หมีหมา จำนวนภาพทั้งหมด 23 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.23 หมีควาย จำนวนภาพทั้งหมด 13 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.16 หมีขอ จำนวนภาพทั้งหมด 6 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.09 อีเห็นข้างลาย จำนวนภาพทั้งหมด 21 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.22 และอีเห็นเครือ จำนวนภาพทั้งหมด 1 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.02

Table 1 The list of carnivorous mammal species in Khao Yai National Park, Nakhon Ratchasima Province by using camera trapping.

No.	Thai name	Common name	Scientific name	Family
1	หมาใน	Asian Wild Dog	*Cuon alpinus*	Canidae
2	หมีควาย	Asiatic Black Bear	*Ursus thibetanus*	Ursidae
3	หมีหมา	Sun Bear	*Ursus malayanus*	Ursidae
4	นากเล็กเล็บสั้น	Oriental-clawed Otter	*Aonyx cinerea*	Mustelidae
5	ชะมดเช็ด	Small Indian Civet	*Viverricula indica*	Viverridae
6	ชะมดแผงหางปล้อง	Large Indian Civet	*Viverra zibetha*	Viverridae
7	อีเห็นข้างลาย	common Palm Civet	*Paradoxurus hermaphroditus*	Viverridae
8	อีเห็นเครือ	Masked Palm Civet	*Paguma larvata*	Viverridae
9	หมีขอ	Binturong	*Arctictis binturong*	Viverridae
10	พังพอนเล็ก	Small Asian Mongoose	*Herpestes javanicus*	Herpestidae
11	แมวลายหินอ่อน	Marbled Cat	*Parclofelis marmorata*	Felidae
12	แมวดาว	Leopard Cat	*Prionailurus bengalensis*	Felidae
13	เสือไฟ	Asiatic Golden Cat	*Catopuma temminckii*	Felidae
14	เสือลายเมฆ	Clouded Leopard	*Pardofelis nebulosa*	Felidae

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ Kate *et al.* (2011) ที่ศึกษาในพื้นที่เดียวกันพบว่าค่าดัชนีความหลากชนิดมีค่าใกล้เคียงกันดังนี้ จำนวนวันติดตั้งกล้องทั้งหมด 650 trap night พบสัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนม 14 ชนิด จาก 6 วงศ์ จำนวนภาพทั้งหมด 129 ภาพ มีค่าดัชนีความหลากชนิด 2.20 แบ่งเป็นชนิดสัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนมดังนี้ ชะมดแผงหางปล้อง จำนวนภาพทั้งหมด 37 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.36 หมีควาย จำนวนภาพทั้งหมด 22 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.30 หมีหมา จำนวนภาพทั้งหมด 17 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.27 พังพอนกินปู จำนวนภาพทั้งหมด 11 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.21 หมาใน จำนวนภาพทั้งหมด 8 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.17

Remarks : **1.** Small Indian Civet **2.** Large Indian Civet **3.** Oriental-clawed Otter **4.** Small Asian Mongoose **5.** Leopard Cat **6.** Marbled Cat **7.** Asiatic Golden Cat **8.** Clouded Leopard **9.** Dhole **10.** Binturong **11.** Asiatic Black Bear **12.** Sun Bear **13.** Common Palm Civet **14.** Masked Palm Civet

Figure 1 Carnivorous mammal species in Khao Yai National Park, Nakhon Rachasima Province.

เสือลายเมฆ จำนวนภาพทั้งหมด 8 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.17 หมาจิ้งจอก จำนวนภาพทั้งหมด 6 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.14 เสือไฟ จำนวนภาพทั้งหมด 5 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.13 แมวดาว จำนวนภาพทั้งหมด 4 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.11 หมูหริ่ง จำนวนภาพทั้งหมด 3 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.09 ชะมดแผงสันหางดำ จำนวนภาพทั้งหมด 3 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.09 หมีขอ จำนวนภาพทั้งหมด 2 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.06 อีเห็นข้างลาย จำนวนภาพทั้งหมด 2 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.06 และแมวลายหินอ่อน จำนวนภาพทั้งหมด 1 ภาพ ค่าดัชนีความหลากชนิด 0.04

2. ความมากมาย

จากการศึกษาโดยการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่ากินเนื้อโดยรวมพบว่ามีค่าความมากมายร้อยละ 31.33 โดยมีรายละเอียดตามลำดับความมากน้อยแต่ละชนิดที่พบ ดังนี้ ชะมดแผงหางปล้อง จำนวนภาพทั้งหมด 48 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 6.40 หมาใน จำนวนภาพทั้งหมด 45 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 6.00 ชะมดเช็ด จำนวนภาพทั้งหมด 26 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 3.47 พังพอนเล็ก จำนวนภาพทั้งหมด 25 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 3.33 หมีหมา จำนวนภาพทั้งหมด 23 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 3.07 อีเห็นข้างลาย จำนวนภาพทั้งหมด 21 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 2.80 หมีควาย จำนวนภาพทั้งหมด 13 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 1.73 เสือลายเมฆ จำนวนภาพทั้งหมด 13 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 1.73 แมวดาว จำนวนภาพทั้งหมด 11 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 1.47 หมีขอ จำนวนภาพทั้งหมด 6 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 0.80 นากเล็กเล็บสั้น จำนวนภาพทั้งหมด 1 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 0.13 แมวลายหินอ่อน จำนวนภาพทั้งหมด 1 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 0.13 เสือไฟ จำนวนภาพทั้งหมด 1 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 0.13 อีเห็นเครือมีจำนวนภาพทั้งหมด 1 ภาพ ค่าความมากมายร้อยละ 0.13 ดังรายละเอียดตาม Table 2

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาของ Jenks *et al.* (2011) ที่ดำเนินการในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในอดีตพบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์ความมากมายน้อยกว่าการศึกษาครั้งนี้เกือบ 2 เท่า โดยมีค่าความมากมายสัตว์ป่ากินเนื้อร้อยละ 19.85 มีรายละเอียด ดังนี้ ชะมดแผงหางปล้อง จำนวนภาพทั้งหมด 37 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 5.69 หมีควาย จำนวนภาพทั้งหมด 22 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 3.38 หมีหมา จำนวนภาพทั้งหมด 17 ภาพ มีค่าความมากมายเท่ากับ 2.62 พังพอนกินปูจำนวนภาพทั้งหมด 11 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 1.69 หมาใน จำนวนภาพทั้งหมด 8 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 1.23 เสือลายเมฆจำนวนภาพทั้งหมด 8 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 1.23 หมาจิ้งจอก จำนวนภาพทั้งหมด 6 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.92 เสือไฟจำนวนภาพทั้งหมด 5 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.77 แมวดาวจำนวนภาพทั้งหมด 4 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.62 หมูหริ่ง จำนวนภาพทั้งหมด 3 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.46 ชะมดแผงสันหางดำ จำนวนภาพทั้งหมด 3 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.46 หมีขอ จำนวนภาพทั้งหมด 2 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.31 อีเห็นข้างลาย จำนวนภาพทั้งหมด 2 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.31 แมวลายหินอ่อน จำนวนภาพทั้งหมด 1 ภาพ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.15

Table 2 Relative abundance of carnivorous mammal species in Khao Yai National Park gained by camera trap techniques during February and April 2017, 750 trap nights, and 1,016 of the total pictures (1) compared with the previous study by Jenks *et al.* (2011) in the area (2).

No.	Species	Total (750) 1		Total 2	
		TP	RA	TP	RA
1	Large Indian Civet	48	6.40	37	5.69
2	Dhole	45	6.00	8	1.23
3	Small Indian Civet	26	3.47	3	0.46
4	Small Asian Mongoose	25	3.33		
5	Sun Bear	23	3.07	17	2.62
6	common Palm Civet	21	2.80	2	0.31
7	Clouded Leopard	13	1.73	8	1.23
8	Asiatic Black Bear	13	1.73	22	3.38
9	Leopard Cat	11	1.47	4	0.62
10	Oriental-clawed Otter	1	0.13	-	-
11	Binturong	6	0.80	2	0.31
12	Marbled Cat	1	0.13	1	0.15
13	Asiatic Golden Cat	1	0.13	5	0.77
14	Masked Palm Civet	1	0.13	-	-
15	Crap-eating Mongoose	-	-	11	1.69
16	Golden Jackal	-	-	6	0.92
17	Hog badger	-	-	3	0.46
	Total	235	31.33		19.85

Remarks: TP = Total of Photo, RA = Relative abundance

1: This study (2018) 2: Jenks *et al*. (2011)

ขณะที่ผลการศึกษาด้วยวิธีการเดียวในในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระพบสัตว์ป่ากินเนื้อ 13 ชนิด จาก 6 วงศ์ จากจุดตั้งกล้อง 79 ตำแหน่งตั้งกล้องในรอบปี ชนิดสัตว์ป่ากินเนื้อที่พบได้แก่ หมาใน (*Cuon alpinus*) หมูหริ่ง (*Arctonyx collaris*) แมวดาว (*Prionailurus bengalensis*) ชะมดแผงหางปล้อง (*Vivera zibetha*) หมาจิ้งจอก (*Canis aureus*) หมีควาย (*Ursus thibetanus*) อีเห็นธรรมดา (*Paradoxurus hermaphroditus*) เสือดาว (*Panthera pardus*) เสือลายเมฆ (*Pardofelis nebulosa*) เสือไฟ (*Catopuma temminckii*) ชะมดแผงสันหางดำ (*Viverra megaspila*) หมาไม้ (*Martes flavigula*) และพังพอนกินปู (*Herpestes urva*) (กิตติวรา, 2557)

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้พบว่าสัตว์ป่ากินเนื้อที่มีความมากมายสูงสุดได้แก่ ชะมดแผงหางปล้อง รองลงมาคือหมาใน ชะมดเช็ด พังพอนเล็ก หมีหมา อีเห็นข้างลาย เสือลายเมฆ หมีควาย แมวดาว หมีขอ นากเล็กเล็บสั้น แมวลายหินอ่อน เสือไฟ และอีเห็นเครือตามลำดับ

3. ช่วงเวลาที่ทำกิจกรรม

การศึกษาการทำกิจกรรมจากข้อมูลเวลาที่บันทึกภาพสัตว์กินเนื้อจากข้อมูลกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าจำนวน 750 ภาพ ทำการศึกษาตลอด 24 ชั่วโมง ผลการศึกษาช่วงเวลาการทำกิจกรรม รวม 14 ชนิด โดยแต่ละชนิดพบช่วงเวลาออกทำกิจกรรม ทั้งช่วงเวลากลางวัน กลางคืน และตลอดทั้งวัน ดังนี้ (Figure 2)

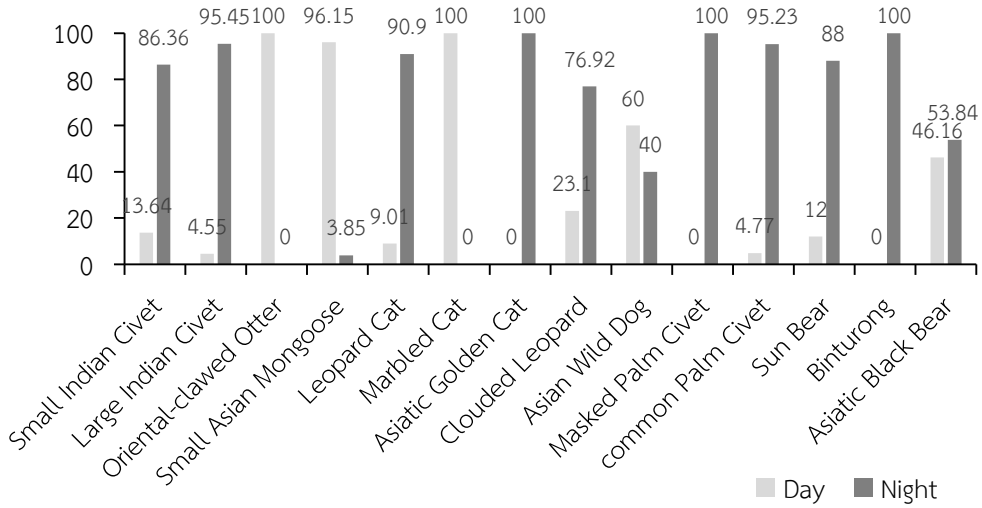


Figure 2 Diel activity pattern of carnivorous mammal species in Khao Yai National Park based on percent of photographic recorded within 750 trap night, 235 photo of the carnivorous mammal.

สรุป

1. พบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกินเนื้อจากกล้องดักถ่ายภาพ ในพื้นที่ศึกษาอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่จากการศึกษานี้ 14 ชนิด 12 สกุล จาก 6 วงศ์ จากจุดตั้งกล้อง 53 จุด 750 trap night ได้แก่ ชะมดเช็ด ชะมดแผงหางปล้อง นากเล็กเล็บสั้น พังพอนเล็ก แมวดาว แมวลายหินอ่อน เสือไฟ เสือลายเมฆ หมาใน หมีขอ หมีควาย หมีหมา อีเห็นข้างลาย และอีเห็นเครือ อย่างไรก็ตามเมื่อรวมกับผลการศึกษาครั้งก่อนในพื้นที่เดียวกันด้วยกล้องดักถ่ายภาพพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกินเนื้อรวมถึง 17 ชนิด หรือประมาณครึ่งหนึ่งที่พบในประเทศไทย

2. ผลการศึกษาพบว่า ชะมดแผงหางปล้อง มีค่าความมากมายร้อยละ 6.40 หมาใน มีค่าความมากมายร้อยละ 6.00 ชะมดเช็ด มีค่าความมากมายร้อยละ 3.47 พังพอนเล็ก มีค่าความมากมายร้อยละ 3.33 หมีหมา มีค่าความมากมายร้อยละ 3.07 อีเห็นข้างลาย มีค่าความมากมายร้อยละ 2.80 เสือลายเมฆ มีค่าความมากมายร้อยละ 1.73หมีควาย มีค่าความมากมายร้อยละ 1.73 แมวดาว มีค่าความมากมายร้อยละ 1.47 หมีขอ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.80 นากเล็กเล็บสั้น มีค่าความมากมายร้อยละ 0.13 แมวลายหินอ่อน มีค่าความมากมายร้อยละ 0.13 เสือไฟ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.13 อีเห็นเครือ มีค่าความมากมายร้อยละ 0.13

3. ช่วงเวลาการทำกิจกรรมของสัตว์ผู้ล่าเลี้ยงลูกด้วยนมทั้ง 14 ชนิด แบ่งได้ออกเป็น 4 รูปแบบกิจกรรม คือ (1) กิจกรรมในเวลากลางวันพบ 3 ชนิด ได้แก่ นากเล็กเล็บสั้น พังพอนเล็กและแมวลายหินอ่อน (2) กิจกรรมในเวลา

กลางคืนพบ 9 ชนิด ได้แก่ ชะมดเช็ด ชะมดแผงหางปล้อง แมวดาว หมีขอ หมีหมา เสือไฟ อีเห็นเครือ เสือลายเมฆ และอีเห็นข้างลาย และ (3) กิจกรรมทั้งในเวลากลางวันและกลางคืนพบ 2 ชนิด ได้แก่ หมาใน และหมีควาย

4. ผลการศึกษาพบสัตว์กินเนื้อในพื้นที่มากทั้งชนิดและปริมาณ และพบว่าส่วนใหญ่ออกหากินในช่วงเวลากลางคืน ดังนั้นจึงควรประชาสัมพันธ์ถึงการปรากฏ การใช้พื้นที่อาศัยของสัตว์กลุ่มนี้ว่ามีมากโดยเฉพาะในเวลากลางคืน เพื่อลดกิจกรรมมนุษย์ในพื้นที่ป่าที่อาจรบกวนสัตว์ป่าเหล่านี้ลง นอกจากนี้ควรมีการประชาสัมพันธ์ และให้การศึกษาถึงความสำคัญของพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งเป็นแหล่งมรดกทางธรรมชาติของโลก เพื่อการอนุรักษ์ให้เป็นที่อาศัยของสัตว์กินเนื้อที่สำคัญ ผลที่ได้ทั้งจากการศึกษาแสดงถึงความสำคัญของพื้นที่ที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่ายในการดูแลรักษาต่อไป

5. ควรมีการติดตามศึกษาชนิดและประชากรของของสัตว์กินเนื้อในพื้นที่อย่างต่อเนื่องต่อไป แต่ควรดำเนินการอย่างเป็นระบบ พร้อมกับการศึกษาประชากรของเหยื่อ และควรเพิ่มจำนวนอุปกรณ์กล้องดักถ่ายภาพให้ครอบคลุมอย่างสม่ำเสมอ ควรมีการศึกษานิเวศวิทยาของสัตว์ป่ากินเนื้อแต่ละชนิด เช่น หมาใน หมาจิ้งจอก แมวดาว สัตว์พวกชะมดอีเห็น เสือลายเมฆ ในพื้นที่ เพื่อเพิ่มความเข้าใจนอกเหนือจากการทราบจำนวนประชากร การใช้พื้นที่อาศัย ต่อไป

6. ควรมีการศึกษาชนิดและประชากรของสัตว์กินเนื้อและเหยื่อในป่าพื้นที่อนุรักษ์ข้างเคียง เนื่องจากยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน ซึ่งนอกจากเป็นการเพิ่มความเข้าใจในระบบนิเวศทั้งกลุ่มป่ามรดกโลกดงพญาเย็น-เขาใหญ่

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กิตติวรา ศิริภัทรนุกูล. 2557. **ความหลากชนิด ความมากมาย และการใช้ถิ่นที่อาศัยของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกินเนื้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ จังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร, รองลาภ สุขมาสรวง และ ประทีป ด้วงแค. 2558. ชนิดเหยื่อ และการใช้พื้นที่อาศัยของหมาใน *(Cuon alpinus)* ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย** 22 (1): 101-110.

ส่วนจัดการการท่องเที่ยว และนันทนาการ สำนักอุทยานแห่งชาติ. 2560 .**คู่มือท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่.** บริษัท ดีดี มีเดีย พลัส จำกัด, กรุงเทพฯ.

AZLAN, M.J. 2009. The use of camera traps in Malaysian rainforests. **Journal of Tropical Biology Conservation** 5: 81–86.

Chutipong, W, N. Tantipisanuh, D. Ngoprasert, A.J. Lynam, R. Steimetz, K.E. Jenks, L.I.J. Grassman, M. Tewes, S. Kitamura, M.C. Baker, W. Mcshea, N. Bhumpakphan, R.G.G.A. Sukmasuang, F.K. Harich, A.C. Treydte, P. Cutter, P.B. Cutter, S. Suwanrat, K. Siripattaranukul, Hala-Bala Wildlife Research Station, Wildlife Research Division, Duckworth, I.W**.** Current distribution and conservation status of small carnivores in Thailand. **A Baseline Review Small Carniv. Conserv.** 51: 96-136.

Kate E. J., P. Chanteap, K. Damrongchainarong, P. Cutter, P. Cutter, T. Redford, A.J. Lynam, J. Howard and P. Leimgruber. 2011. Using relative abundance indices from camera trapping to test wildlife conservation hypotheses an example from Khao Yai National Park, Thailand. **Journal of Tropical Conservation Science** 4 (2): 113–131.

Lekagul, B. and J.A. McNeely. 1988. **Mammals of Thailand.** Darnsutha Press, Bangkok.

Patrick, A.J., T.D. Forrester and W.I. McShea. 2014. **Protocol for Camera-Trap Surveys of Mammals at CTFS-ForestGEO Sites.** Smithsonian Tropical Research Institute, Panama.

Wang, S.W. 2008. **Understanding ecological interactions among predators, ungulates and farmers in Bhutan's Jigme Singye Wangchuck National Park**. Ph.D. dissertation, Cornell University, Ithaca, NY, USA.

Wang S. W. and D.W. Macdonald. 2009. Feeding habits and niche partitioning in a predator guild composed of tigers, leopards and dholes in a temperate ecosystem in central Bhutan. **Journal of Zoology (London)** 277: 275–283.

ความหลากชนิด ความชุกชุม และช่วงเวลากิจกรรมของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนม ในแปลงศึกษานิเวศระยะยาว เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยกล้องดักถ่ายภาพ

A Study of Diversity, Abundance and Diel Activity of Wild Mammal in Long-Term Ecological Research Plots, Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary Using Camera Trap

รองลาภ สุขมาสรวง[1*] ปิยะศาสตร์ คำหอม[1] William McShea[2] ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร[1] ธราภรณ์ พันกันทะ[1] ยุวลักษณ์ ชนะชัย[1] สรายุทธ บุณยะเวชชีวิน[1] และ นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์[1]

Ronglarp Sukmasuang[1*], Piyasart Kumhom[1], William McShea[2], Khwanrutai Charaspet[1,] Tarapone Pangunta[1], Yuwalak Chanachai[1] Sarayudh Bunyavejchewin[1] and Nantachai Pongpattananurak[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2] สถาบันสมิธโซเนียน ประเทศสหรัฐอเมริกา

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]Smithsonian Conservation Biology Institution, USA.

* Corresponding Author; E-mail: **mronglarp@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากชนิด ความชุกชุม และช่วงเวลากิจกรรมของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนม ตลอดจนความสัมพันธ์ของช่วงเวลากิจกรรมระหว่างสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่เป็นสัตว์ผู้ล่า และเหยื่อหลัก ภายในแปลงศึกษานิเวศวิทยาห้วยขาแข้งหรือแปลงถาวรห้วยขาแข้ง ครอบคลุมพื้นที่ 50 เฮกตาร์ พื้นที่ยาว 1,000 เมตร กว้าง 50 เมตร ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยดำเนินการระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2560 โดยใช้กล้องดักถ่ายภาพ จำนวนตำแหน่งจุดตั้งกล้องทั้งหมด 50 ตำแหน่ง แต่ละจุดห่างกัน 140 เมตร ผลการศึกษาพบสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนม 19 ชนิด ได้แก่ เก้ง (*Muntiacus muntjac*) กวางป่า (*Rura unicolar*) เม่นใหญ่ (*Hystrix brachyura*) เสือโคร่ง (*Panthera tigris*) เสือดาว (*Panthera pardus*) แมวดาว (*Prionailurus bengalensis*) กระทิง (*Bos gaurus*) วัวแดง (*Bos javanicus*) ค่างหงอก (*Trachypithecus cristatus*) ลิงกังเหนือ (*Macaca leonine*) ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*) อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) ช้างป่า (*Elephas maximus*) สมเสร็จ (*Tapirus indicus*) หมาใน (*Cuon alpinus*) หมาไม้ (*Martes flavigula*) หมีควาย (*Ursus thibetanus*) หมูป่า (*Sus scrofa*) และพังพอนกินปู (*Herpestes urva*) มีค่าดัชนีความหลากชนิด 1.62 ความชุกชุมของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนม พบว่าความชุกชุมสูงที่สุด ได้แก่ กวางป่า รองลงมาคือ เก้ง หมูป่า ลิงกัง เม่นใหญ่ ชะมดแผงหางปล้อง เสือโคร่ง เสือดาว ช้างป่า วัวแดง อีเห็นเครือ แมวดาว สมเสร็จ หมาใน กระทิง หมีควาย หมาไม้ ค่างหงอก และพังพอนกินปู ตามลำดับ ช่วงเวลากิจกรรมสามารถจำแนกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้ 4 กลุ่มคือ Strongly nocturnal (ชะมดแผงหางปล้องและเม่นใหญ่) Cathemeral (กวางป่า) Mostly diurnal (หมูป่า) และ Strongly diurnal (เก้งและลิงกังเหนือ) และความสัมพันธ์ของช่วงเวลากิจกรรมระหว่างสัตว์ผู้ล่า 3 ชนิดคือ เสือโคร่ง เสือดาว และหมาในกับเหยื่อหลัก 5 ชนิด คือ เก้ง กวาง กระทิง วัวแดง และหมูป่า พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีการซ้อนทับกันของช่วงเวลากิจกรรมมากกว่า 50% ยกเว้นสัตว์ผู้ล่าทั้ง 3 ชนิด กับกระทิงที่มีน้อยกว่า 50%

คำสำคัญ: แปลงถาวร สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม กล้องดักถ่ายภาพ ความหลากชนิด ความชุกชุม ช่วงเวลากิจกรรม

ABSTRACT

This study on diversity, abundance and diel activity of wild mammal, and relationship of diel activity between large carnivores and primary prey was conducted in Huai Kha Khaeng (HKK) long-term ecological research plots (Huai Kha Khaeng forest dynamic plots) from March to December 2016. A total of 50 camera trap locations with 140 m interspacing were set up. Nineteen species of wild mammals were recorded with a diversity index of 1.62. These species were red muntjac (*Muntiacus muntjac*), sambar (*Rusa unicolar*), malayan porcupine (*Hystrix brachyura*), tiger (*Panthera tigris*), leopard (*Panthera pardus*), leopard cat (*Prionailurus bengalensis*), gaur (*Bos gaurus*), banteng (*Bos javanicus*), sundaic silvered langur (*Trachypithecus cristatus*), Northern pig-tailed macaque (Macaca leonine), large Indian civet (*Viverra zibetha*), masked palm civet (*Paguma larvata*), Asian elephant (*Elephas maximus*), Asian tapir (*Tapirus indicus*), dhole (*Cuon alpinus*), yellow-throated marten (*Martes flavigula*), Asian black bear (*Ursus thibetanus*), Eurasian wild pig (*Sus scrofa*) and crab-eating mongoose (*Herpestes urva*). Our relative abundance calculation suggested that sambar deer had the highest abundance, followed by the red muntjac, Eurasian wild pig, Northern pig-tailed macaque, Malayan porcupine, large Indian civet, tiger, leopard, Asian elephant, banteng, masked palm civet, leopard cat, Asian tapir, dhole, gaur, Asian black bear, yellow-throated marten, sundaic silvered langur and crab-eating mongoose, respectively. Based on the diel activity study, four groups of the wild mammals were classified; i) strongly nocturnal (large Indian civet and Malayan porcupine), ii) cathemeral (sambar), iii) mostly diurnal (Eurasian wild pig), and iv) strongly diurnal (red muntjac and Northern pig-tailed macaque). The relationship of diel activity between three species of large carnivores (tiger, leopard and dhole) and five species of primary prey (red muntjac, sambar, gaur, banteng and Eurasian wild pig) indicated no significant correlation. However, period of diel activity of most carnivores and preys was more than 50% overlapped, except the period of diel activity between the 3 species of large carnivore and gaur with was less than 50% overlapped.

Keywords: forest dynamic plot, mammal, camera trap, diversity, abundance, diel activity

คำนำ

แปลงศึกษานิเวศระยะยาวหรือแปลงถาวร มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆของป่า ทั้งในเรื่องของพืช ดิน น้ำ สัตว์ป่า และสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะการศึกษาในเรื่องพลวัตของป่า โดยมีการศึกษาซ้ำในแปลงศึกษาทุกๆ 5 ปี เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการติดตามความหลากหลายทางชีวภาพ และการจัดการสภาพแวดล้อมของโลก โดยแปลงถาวรที่ดำเนินการร่วมกับสถาบันสมิธโซเนียน ในโลกมี 64 แปลง ในประเทศไทยมี 4 แปลง คือแปลงถาวรห้วยขาแข้ง แปลงถาวรดอยอินทนนท์ แปลงถาวรมอสิงโต และแปลงถาวรเขาช่อง แปลงถาวรห้วยขาแข้งมีการรังวัดเพื่อติดตั้งจุดสำรวจ ตั้งแต่เดือนธันวาคมปี ค.ศ. 1990 และเสร็จสิ้นในปี ค.ศ. 1991

โดยในพื้นที่แปลงนี้ไม่เคยมีการจัดการป่าไม้ในรูปแบบใดๆและการทำไม้มาก่อน (Bunyavejchewin, 2009) เป็นพื้นที่ป่าที่เหมาะสมที่สุดในการเป็นตัวแทนป่าดิบแล้งแห่งหนึ่งของโลก โดยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันการศึกษาในเรื่องพืช ดิน น้ำ และพลวัตของป่า ในแปลงถาวรของประเทศไทย ได้มีการศึกษามาอย่างต่อเนื่อง แต่การศึกษาสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมด้วยกล้องดักถ่ายภาพ ยังไม่เคยมีการศึกษาในประเทศไทยมาก่อน

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลาย ความชุกชุม ช่วงเวลากิจกรรมของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนม และความสัมพันธ์ของช่วงเวลากิจกรรมระหว่างสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมที่เป็นสัตว์ผู้ล่า และเหยื่อหลักในแปลงตัวอย่างถาวรห้วยขาแข้ง โดยใช้กล้องดักถ่ายภาพ และใช้วิธีการของ Patrick *et al*. (2014) ซึ่งเป็นวิธีการมาตรฐานที่ใช้สำรวจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในแปลงถาวรด้วยกล้องดักถ่ายภาพ โดยผลที่ได้จากการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นสำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงชนิดและจำนวนประชากรของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สามารถใช้ผลการศึกษาเป็นฐานข้อมูลสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมของแปลงถาวรห้วยขาแข้งและป่าดิบแล้ง อีกทั้งยังสามารถนำไปเปรียบเทียบถึงจำนวนชนิด ความหนาแน่น และช่วงเวลากิจกรรมของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมในแปลงถาวรอื่น ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ

พื้นที่ศึกษาคือแปลงถาวรห้วยขาแข้ง ซึ่งมีพื้นที่ครอบคลุม 50 เฮกตาร์ มีความยาวแปลง 1,000 เมตร ความกว้าง 500 เมตร แปลงถาวรอยู่บริเวณตอนบนของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่ากะปุกกะเปียง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าดิบแล้ง และพื้นที่ป่าเบญจพรรณบางส่วน พื้นที่ต่ำสุดของแปลงถาวรสูงจากระดับน้ำทะเล 520 เมตร และพื้นที่สูงสุดของแปลงถาวรสูงจากระน้ำทะเล 640 เมตร ซึ่งวิธีการที่ใช้เป็นวิธีการของ Patrick *et al*. (2014) โดยจำนวนตำแหน่งการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพทั้งหมด 50 ตำแหน่ง ใช้กล้องดักถ่ายภาพจำนวน 14 ตัว โดยในการกำหนดตำแหน่งจุดตั้งกล้องใช้โปรแกรม GIS ในการกำหนดตำแหน่งจุดตั้งกล้อง โดยแต่ละตำแหน่งมีระยะห่าง 140 เมตร หลังจากนั้นนำข้อมูลตำแหน่งจุดตั้งกล้องลงในเครื่อง GPS เพื่อใช้นำทางเข้าไปยังตำแหน่งจุดตั้งกล้องแต่ละจุด เลือกต้นไม้ที่มีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งกล้องที่ใกล้จุดสำรวจมากที่สุดและจัดการสิ่งกีดขวางบริเวณด้านหน้าบริเวณที่จะติดตั้งกล้อง ทำการกำหนดวันและเวลาของกล้องดักถ่ายภาพให้เป็นวันและเวลาปัจจุบัน กำหนดวิธีการถ่ายภาพของกล้อง ให้กล้องถ่ายภาพทั้งหมดสามภาพภายใน 3 วินาทีหลังจากถ่ายภาพแรก และทำการติดตั้งกล้องให้สูงเหนือพื้นที่ 50 เซนติเมตรกับต้นไม้ที่ได้เลือกไว้ โดยระยะเวลาในการตั้งกล้องแต่ละตัวทิ้งไว้ในแปลงคือ 2 เดือน หลังจากนั้นจึงทำการเปลี่ยนตำแหน่งจุดตั้งกล้องไปยังจุดอื่นจนครบทั้งหมด 50 จุด นำข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ทุกครั้งหลังจากจัดเก็บหรือเคลื่อนย้ายกล้องดักถ่ายภาพ

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกชนิดสัตว์ ตำแหน่งจุดตั้งกล้อง วัน และเวลาจากภาพที่มีสัตว์ปรากฏ นับจำนวนชนิดและจำนวนภาพของสัตว์แต่ละชนิด หลังจากนั้นคำนวณค่าดัชนีความหลากชนิดโดยใช้สูตรของ Shannon Wiener คือ $H' = -\sum_{i=0}^{n} Pi\ x\ lnPi$ (Sarma and Das, 2015) โดยใช้จำนวนภาพถ่ายของสัตว์แต่ละชนิด คำนวณค่าร้อยละความชุกชุมสัมพัทธ์โดยใช้สูตร $\%Relative\ abundance = \frac{Trap\ success}{Trap\ night} x100$ (ขวัญฤทัย และคณะ, 2558) โดย

ใช้จำนวนวันที่พบสัตว์ชนิดนั้นและจำนวนวันทั้งหมดที่ติดตั้งกล้อง จำแนกช่วงเวลากิจกรรมของสัตว์จากจำนวนภาพของสัตว์แต่ละชนิดหลังจากนั้นแบ่งช่วงเวลากิจกรรมของสัตว์ออกเป็นสองช่วงคือช่วงเวลา 06:01 – 17:59 น. จัดเป็นช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลา 18:00 – 06:00 น. จัดเป็นช่วงเวลากลางคืน หาร้อยละของจำนวนภาพของทั้งสองช่วงเวลาของสัตว์แต่ละชนิด หลังจากนั้นจำแนกสัตว์ออกเป็น 5 กลุ่มคือ หากจำนวนภาพในช่วงเวลากลางคืนมีมากกว่าร้อยละ 85 จัดเป็นกลุ่ม Strongly nocturnal จำนวนภาพในช่วงเวลากลางคืนอยู่ระหว่างร้อยละ 61 – 84 จัดเป็นกลุ่ม Mostly nocturnal จำนวนภาพในช่วงเวลากลางคืนและช่วงเวลากลางวันอยู่ระหว่าง 40 – 60จัดเป็นกลุ่ม Cathemeral จำนวนภาพในช่วงเวลากลางวันอยู่ระหว่างร้อยละ 61 – 84 จัดเป็นกลุ่ม Mostly diurnal และจำนวนภาพในช่วงเวลากลางวันมากกว่าร้อยละ 85 จัดเป็นกลุ่ม Strongly diurnal และใช้โปรแกรม R Studio ชุดคำสั่ง overlap ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบช่วงเวลากิจกรรมของสัตว์ผู้ล่า 3 ชนิดคือ เสือโคร่ง เสือดาว และหมาใน กับเหยื่อ 5 ชนิดคือ เก้ง กวาง หมูป่า กระทิง และวัวแดง โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ และร้อยละการซ้อนทับกันของช่วงเวลา

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากชนิด (species diversity)

ผลการศึกษาพบสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนม 13 วงศ์ 17 สกุล 19 ชนิด ได้แก่ เก้ง (*Muntiacus muntjac*) กวางป่า (*Rusa unicolor*) ค่างหงอก (*Trachypithecus cristatus*) ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*) ช้างป่า (*Elephas maximus*) พังพอนกินปู (*Herpestes urva*) เม่นใหญ่ (*Hystrix brachyura*) แมวดาว (*Prionailurus bengalensis*) ลิงกังเหนือ (*Macaca leonine*) วัวแดง (*Bos javanicus*) สมเสร็จ (*Tapirus indicus*) เสือโคร่ง (*Panthera tigris*) เสือดาว (*Panthera pardus*) หมาใน (*Cuon alpinus*) หมาไม้ (*Martes flavigula*) หมีควาย (*Ursus thibetanus*) หมูป่า (*Sus scrofa*) และอีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) (Table 1) มีค่าดัชนีความหลากชนิด 1.62 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งด้วยกล้องดักถ่ายภาพ 20 ชนิด พบว่า ค่างหงอก ลิงกังเหนือ หมาไม้ และอีเห็นเครือ เป็นชนิดที่ไม่พบในการรายงานชนิดสัตว์ป่าที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งโดย สมโภชน์ (2551)

Table 1 Wild mammal species was found in Huai Kha Khaeng forest dynamic plot.

Family	Common name	Scientific name
1. Cervidae	1. Red Muntjac	*Muntiacus muntjac*
	2. Sambar	*Rusa unicolor*
2. Hystricidae	3. Malayan Porcupine	*Hystrix brachyura*
3. Felidae	4. Tiger	*Panthera tigris*
	5. Leopard	*Panthera pardus*
	6. Leopard Cat	*Prionailurus bengalensis*
4. Bovidae	7. Gaur	*Bos gaurus*
	8.Banteng	*Bos javanicus*
5. Cercopithecidae	9. Sundaic Silvered Langur	*Trachypithecus cristatus*
	10. Northern pig-tailed macaque	*Macaca leonine*

Table 1 (cont.)

Family	Common name	Scientific name
6. Viverridae	11. Large Indian Civet	*Viverra zibetha*
	12. Masked Palm Civet	*Paguma larvata*
7. Elephantidae	13. Asian elephant	*Elephas maximus*
8. Tapiridae	14. Asian tapir	*Tapirus indicus*
9. Canidae	15. Dhole	*Cuon alpinus*
10. Mustelidae	16. Yellow-Throated marten	*Martes flavigula*
11. Ursidae	17. Asian black bear	*Ursus thibetanus*
12. Suidae	18. Eurasian Wild Pig	*Sus scrofa*
13. Herpestidae	19. Crab-eating Mongoose	*Herpestes urva*

2. ความชุกชุม (Relative abundance)

จำนวนชนิดสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมที่พบทั้งหมด 19 ชนิด พบกวางป่ามีค่าความชุกชุมสูงที่สุดคือ 16.77% รองลงมา ได้แก่ เก้ง (14.75%) หมูป่า (10.52%) เม่นใหญ่ (1.03%) ลิงกัง (0.99%) ชะมดแผงหางปล้อง (0.83%) เสือโคร่ง และสมเสร็จ (0.47%) เสือดาว (0.44%) วัวแดง (0.40%) ช้างป่า (0.36%) แมวดาว (0.36%) อีเห็นเครือ (0.32%) หมาใน (0.24%) กระทิง และหมีควาย (0.16%) หมาไม้ (0.08%) ค่างหงอก และพังพอนกินปู มีค่าน้อยที่สุดคือ 0.04% (table 2)

Table 2 Relative abundance of wild animals in Huai Kha Khaeng forest dynamic plot by using camera trapping.

Family/Common name	Scientific name	TP	%RA	Rank
Cervidae				
Sambar	*Rusa unicolor*	424	16.77	1
Red Muntjac	*Muntiacus muntjac*	373	14.75	2
Suidae				
Eurasian Wild Pig	*Sus scrofa*	266	10.52	3
Hystricidae				
Malayan Porcupine	*Hystrix brachyura*	26	1.03	4
Felidae				
Tiger	*Panthera tigris*	12	0.47	7
Leopard	*Panthera pardus*	11	0.44	8
Leopard Cat	*Prionailurus bengalensis*	9	0.36	10

Table 2 (cont.)

Family/Common name	Scientific name	TP	%RA	Rank
Bovidae				
Gaur	*Bos gaurus*	4	0.16	15
Banteng	*Bos javanicus*	10	0.40	9
Cercopithecidae				
Sundaic Silvered Langur	*Trachypithecus cristatus*	1	0.04	17
Northern pig-tailed macaque	*Macaca leonine*	25	0.99	5
Viverridae				
Large Idian Civet	*Viverra zibetha*	21	0.83	6
Masked Palm Civet	*Paguma larvata*	8	0.32	13
Elephantidae				
Asian elephant	*Elephas maximus*	9	0.36	10
Tapiridae				
Asian tapir	*Tapirus indicus*	12	0.47	7
Canidae				
Dhole	*Cuon alpinus*	6	0.24	14
Mustelidae				
Yellow-Throated marten	*Martes flavigula*	2	0.08	16
Ursidae				
Asian black bear	*Ursus thibetanus*	4	0.16	15
Herpestidae				
Crab-eating Mongoose	*Herpestes urva*	1	0.04	17
	Total	1,224	48.42	

Remarks: Tap night = 2,394, TP = Total of Photo, RA = Relative abundance

3. ช่วงเวลากิจกรรมของสัตว์

ช่วงเวลากิจกรรมของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนม โดยการใช้กล้องดักถ่ายภาพ พบว่า สามารถถ่ายภาพเก้งในช่วงเวลากลางวันคือตั้งแต่เวลา 06.01 - 17.59 น. ได้ 340 ภาพ คิดเป็น 81.93% และในช่วงเวลากลางคืนคือตั้งแต่เวลา 18.00 – 06.00 น. ได้ 75 ภาพ คิดเป็น 18.07% จัดเป็น Strongly diurnal สามารถถ่ายภาพกวางป่าในช่วงเวลากลางวันได้ 291 ภาพ คิดเป็น 56.50% และในเวลากลางคืนได้ 224 ภาพ คิดเป็น 43.50% จัดเป็น Cathemeral สามารถถ่ายภาพชะมดแผงหางปล้องในช่วงเวลากลางวันได้ 2 ภาพ คิดเป็น 8.70% และในเวลา

กลางคืนได้ 21 ภาพ คิดเป็น 91.30% จัดเป็น Strongly nocturnal สามารถถ่ายภาพเม่นใหญ่ในช่วงเวลากลางวันได้ 0 ภาพ คิดเป็น 0% และในเวลากลางคืนได้ 26 ภาพ คิดเป็น 100% จัดเป็น Strongly nocturnal สามารถถ่ายภาพลิงกังเหนือในช่วงเวลากลางวันได้ 27 ภาพ คิดเป็น 100% และในเวลากลางคืนได้ 0 ภาพ คิดเป็น 0% จัดเป็น Strongly diurnal และสามารถถ่ายภาพหมูป่าในช่วงเวลากลางวันได้ 238 ภาพ คิดเป็น 76.28% และในเวลากลางคืนได้ 74 ภาพ คิดเป็น 23.72% จัดเป็น Mostly diurnal (Table 3)

Table 3 Activity period of wild animal in Huai Kha Khaeng forest dynamic plot by using camera trapping.

Time Activity	Total of day-time	%observation of day time	Total of night-time	% observation of night time	Total	Note
Asian black bear	3	75	1	25	4	Md
Asian elephant	3	27.27	8	72.73	11	Mn
Asian tapir	0	0	8	100	8	Sn
Banteng	6	60	4	40	10	C
Crab-eating mongoose	1	100	0	0	1	Sd
Dhole	6	75	2	25	8	Md
Eurasian wild pig	238	76.28	74	23.72	312	Md
Gaur	2	50	2	50	4	C
Large Indian civet	2	8.70	21	91.30	23	Sn
Leopard	9	90	1	10	10	Sd
Leopard cat	0	0	9	100	9	Sn
Malayan porcupine	0	0	26	100	26	Sn
Masked palm civet	3	30	7	70	10	Mn
Northern pig-tailed macaque	27	100	0	0	27	Sd
Red muntjac	340	81.93	75	18.07	415	Sd
Sambar	291	56.50	224	43.50	515	C
Sundaic silvered langur	2	100	0	0	2	Sd

Table 3 (cont.)

Time Activity	Total of day-time	%observation of day time	Total of night-time	% observation of night time	Total	Note
Tiger	6	46.15	7	53.85	13	C
Yellow-Throated marten	1	50	1	50	2	C

Remarks: Sn = strongly nocturnal, Mn=mostly nocturnal, C=Cathemeral, Md=mostly diurnal, Sd = strongly diurnal

4. ความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของสัตว์ผู้ล่า 3 ชนิดและเหยื่อหลัก

ความสัมพันธ์ของช่วงเวลาที่พบสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมที่เป็นสัตว์ผู้ล่า คือ เสือโคร่ง (*Panthera tigris*) เสือดาว (*Panthera pardus*) และหมาใน (*Cuon alpinus*) และสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมที่เป็นเหยื่อหลักของสัตว์กินเนื้อมี 5 ชนิด ได้แก่ วัวแดง (*Bos javanicus*) กระทิง (*Bos gaurus*) กวางป่า (*Rusa unicolor*) หมูป่า (*Sus scrofa*) และเก้ง (*Muntiacus muntjac*)

พบว่า ความสัมพันธ์ที่คำนวณด้วยวิธี Spearman ของช่วงเวลาที่พบเสือโคร่งและเหยื่อ พบว่า ระหว่างเสือโคร่งและเก้งมีค่าเท่ากับ -0.11 เสือโคร่งและกวางมีค่าเท่ากับ 0.16 เสือโคร่งและกระทิงมีค่าเท่ากับ -0.27 เสือโคร่งและวัวแดงมีค่าเท่ากับ 0.03 และเสือโคร่งและหมูป่ามีค่าเท่ากับ -0.01 (Table 4) และจากค่า p-value ของค่าสหสัมพันธ์ทั้ง 5 ค่าแสดงให้เห็นว่าเสือโคร่งมีช่วงเวลากิจกรรมสัมพันธ์กับเหยื่อทั้ง 5 ชนิดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และร้อยละ 90 เมื่อพิจารณาช่วงเวลากิจกรรมที่ทับซ้อนกันจากพื้นที่กราฟที่ซ้อนทับกัน พบว่าเสือโคร่งและเก้งมีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 63.02% เสือโคร่งและกวางมีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 73.73% เสือโคร่งและกระทิงมีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 29.30% เสือโคร่งและวัวแดงมีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 60.79% และเสือโคร่งและหมูป่ามีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 62.88% (Figure 1)

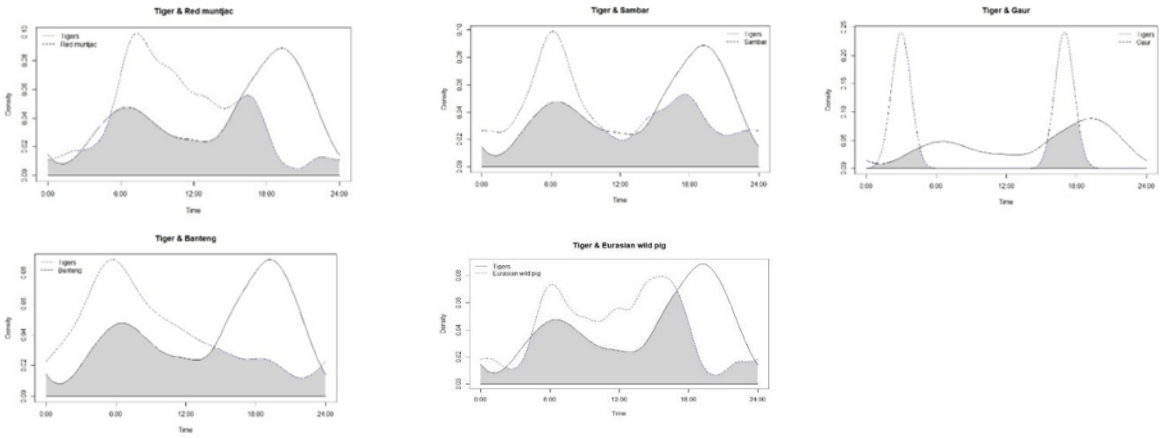


Figure 1 Overlapping of the activity period between Tiger and prey

พบว่า ความสัมพันธ์ที่คำนวณด้วยวิธี Spearman ของช่วงเวลาที่พบเสือดาวและเหยื่อ พบว่าระหว่างเสือดาวและเก้งมีค่าเท่ากับ 0.33 เสือดาวและกวางมีค่าเท่ากับ - 0.12 เสือดาวและกระทิงมีค่าเท่ากับ -0.19 เสือดาวและวัวแดงมีค่าเท่ากับ 0.21 และเสือดาวและหมูป่ามีค่าเท่ากับ 0.22 (Table 4) และจากค่า p-value ของค่าสหสัมพันธ์ทั้ง 5 ค่าแสดงให้เห็นว่าเสือดาวมีช่วงเวลากิจกรรมสัมพันธ์กับเหยื่อทั้ง 5 ชนิดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และร้อยละ 90 เมื่อพิจารณาช่วงเวลากิจกรรมที่ทับซ้อนกันจากพื้นที่กราฟที่ซ้อนทับกัน พบว่าเสือดาวและเก้งมีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 71.06% เสือดาวและกวางมีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 52.12% เสือดาวและกระทิงมีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 13.31% เสือดาวและวัวแดงมีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 56.51% และเสือโคร่งและหมูป่ามีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 62.82% (Figure 2)

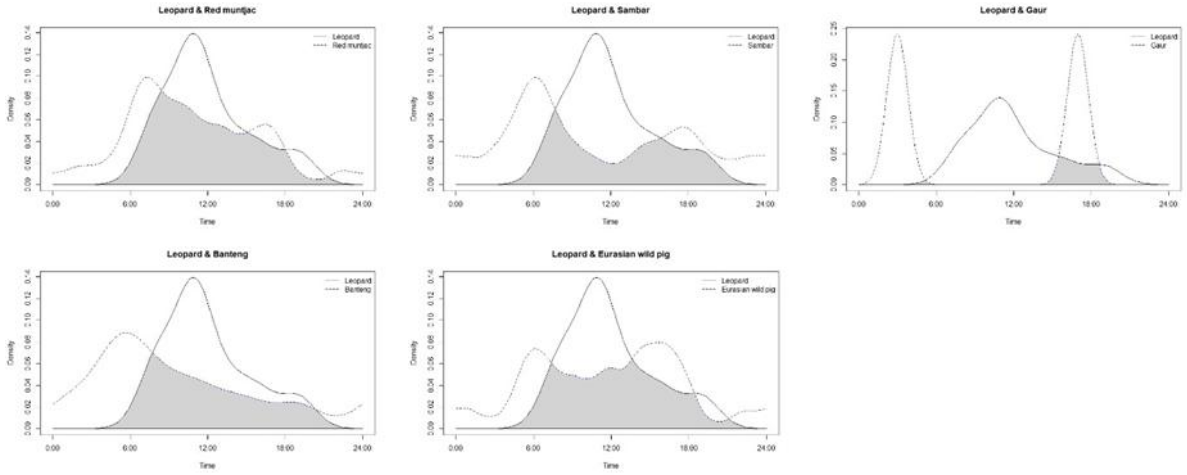


Figure 2 Overlapping of the activity period between Leopard and prey.

พบว่า ความสัมพันธ์ที่คำนวณด้วยวิธี Spearman ของช่วงเวลาที่พบหมาในและเหยื่อ พบว่าระหว่างหมาในและเก้งมีค่าเท่ากับ 0.28 หมาในและกวางมีค่าเท่ากับ 0.11 หมาในและกระทิงมีค่าเท่ากับ -0.17 หมาในและวัวแดงมีค่าเท่ากับ 0.22 และหมาในและหมูป่ามีค่าเท่ากับ 0.08 (Table 4) และจากค่า p-value ของค่าสหสัมพันธ์ทั้ง 5 ค่าแสดงให้เห็นว่าเสือดาวมีช่วงเวลากิจกรรมสัมพันธ์กับเหยื่อทั้ง 5 ชนิด อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และร้อยละ 90 เมื่อพิจารณาช่วงเวลากิจกรรมที่ทับซ้อนกันจากพื้นที่กราฟที่ซ้อนทับกัน พบว่า หมาในและเก้งมีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 78.51% หมาในและกวางมีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 70.57% หมาในและกระทิงมีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 19.75% หมาในและวัวแดงมีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 63.44% และเสือโคร่งและหมูป่ามีพื้นที่ใต้กราฟที่ซ้อนทับกัน 75.44% (Figure 3)

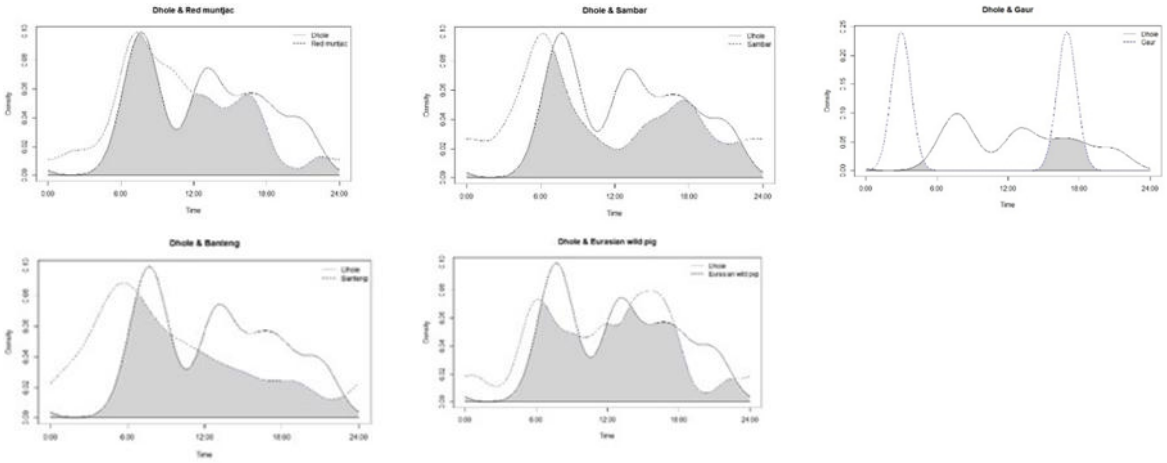


Figure 3 Overlapping of the activity period between Dhole and prey

Table 4 Correlations of the activity period between tiger, leopard and dhole and their prey, Red muntjac, Sambar, Eurasian wild pig, Gaur and Banteng in the forest dynamic plot in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary.

Variables	Temporal overlap	
	Spearman correlation	Pearson correlation
1. Tiger and Sambar	0.16	0.16
2. Tiger and Eurasian wild pig	-0.01	0.06
3. Tiger and Gaur	-0.27	-0.25
4. Tiger and Banteng	0.03	0.07
5. Tiger and Red muntjac	-0.11	-0.08
6. Leopard and sambar	-0.12	-0.19
7. Leopard and Eurasian wild pig	0.22	0.19
8. Leopard and Gaur	-0.19	-0.17
9. Leopard and Banteng	0.21	0.08
10. Leopard and Red muntjac	0.33	0.36
11. Dhole and Sambar	0.11	0.07
12. Dhole and Eurasian wild pig	0.08	0.08
13. Dhole and Gaur	-0.17	-0.16
14. Dhole and Banteng	-0.22	-0.16
15. Dhole and Red muntjac	0.28	0.38

Remarks: $^{a}p<0.05$ $^{b}p<0.01$ $^{c}p<0.001$

สรุป

1. สัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมที่พบในแปลงศึกษานิเวศระยะยาวห้วยขาแข้งจากการตั้งกล้องดักถ่ายภาพจำนวน 50 ตำแหน่ง รวม 2524 กับดักคืน พบสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมรวม 19 ชนิด จาก 13 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด 1.62

2. ผลจากการศึกษาความชุกชุม พบกวางป่ามีความชุกชุมมากที่สุด (16.77%) รองลงมาคือ เก้ง (14.75) และหมูป่า (10.52) ตามลำดับ

3. ผลการศึกษาช่วงเวลากิจกรรม พบสัตว์ป่าที่ถูกจัดให้เป็น Strongly nocturnal คือ ชะมดแผงหางปล้องและเม่นใหญ่ สัตว์ป่าที่ถูกจัดให้เป็น Cathemeral คือ กวางป่า สัตว์ป่าที่ถูกจัดให้เป็น Mostly diurnal คือ หมูป่า สัตว์ป่าที่ถูกจัดให้เป็น Strongly diurnal คือ เก้ง และลิงกังเหนือ

4. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของช่วงเวลากิจกรรมระหว่างสัตว์ผู้ล่าทั้ง 3 ชนิดกับเหยื่อหลักทั้ง 5 ชนิด พบว่าค่าสหสัมพันธ์ของสัตว์ผู้ล่าทั้ง 3 ชนิด กับเหยื่อแต่ละชนิด มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่นัยสำคัญทางสถิติแต่มีการซ้อนทับกันของช่วงเวลากิจกรรมมากกว่า 50% ยกเว้นสัตว์ผู้ล่าทั้ง 3 ชนิด กับกระทิงที่มีน้อยกว่า 50%

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอธิบดีกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช ผู้อำนวยการสำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า ที่อนุญาตให้เข้าไปดำเนินการศึกษา ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง นายหมึก ไวทันยการ และนายหมอก ไวทันยการ ที่คอยช่วยเหลือ ในระหว่างการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดีมาโดยตลอดการศึกษาเก็บข้อมูล เจ้าหน้าที่ประจำแปลงถาวรคลองพลูทุกคนที่คอยดูแลในระหว่างเข้าพักค้างแรมในพื้นที่เป็นอย่างดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร, รองลาภ สุขมาสรวง และ ประทีป ด้วงแค. 2558. ชนิดเหยื่อ และการใช้พื้นที่อาศัยของหมาใน *(Cuon alpinus)* ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย** 22 (1): 101-110.

สมโภชน์ ดวงจันทราศิริ. 2551. **ความมากมายของเสือโคร่ง (*Panthera tigris* (Linn.)) และ เหยื่อหลักในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bunyavejchewin, S., J.V. LaFrankie, P.J. Baker, S.J. Davies and P.S. Ashton. 2009. **Forest Trees of Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand: Data from the 50 Hectare Forest Dynamic Plot.** Graphicmania Co., Ltd., Bangkok.

Patrick A.J., T.D. Forrester and W.I. McShea. 2014. **Protocol for Camera-Trap Surveys of Mammals at CTFS-ForestGEO Sites.** Smithsonian Tropical Research Institute, Panama.

Sarma, P., D. Das. 2015. Application of Shannon's Index to Study Diversity with Reference to Census Data of Assam. **Asian Journal of Management Research** 5 (4): 620-628.

ความมากมาย และการกระจายของสัตว์กีบคู่บางชนิดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน

Abundance and Distribution of Even-toed Ungulates in Khao Ang Rue Nai Wildlife Sanctuary

กุสุมา เม่นขำ[1] เมธาสิทธิ์ พรรณนาผลากูล[1] **รองลาภ สุขมาสรวง[1*]** ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร[1]
ธราภรณ์ พันกันทะ[1] มนันยา พลาอาด[1] และ นริศ ภูมิภาคพันธ์[1]

Kusuma Menkham[1], Methasith Pannaphalagul[1], **Ronglarp Sukmasuang[1*]**, Khwanrutai Charaspet[1]
Tarapone Panganta[1], Mananya Para-ard[1] and Naris Bhumpakphan[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding author; email: **mronglarp@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาความมากมาย และการกระจายของสัตว์กีบคู่บางชนิดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน จังหวัดฉะเชิงเทรา ดำเนินการระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนตุลาคม 2560 เพื่อศึกษาความมากมายของประชากรสัตว์ป่ากีบคู่บางชนิดในพื้นที่ด้วยหลักการศึกษาความน่าจะเป็นในการครอบครองเชิงพื้นที่ การครอบครองพื้นที่ถูกนำมาใช้ในการเก็บข้อมูล ภายในพื้นที่ศึกษา 29 กม^2 แบ่งออกเป็น 29 ตารางกริด ภายในพื้นที่แต่ละตารางกริด ซึ่งมีพื้นที่ 1 กม^2 ใช้การเดินระยะทางรวม 1 กิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็น 10 ส่วนๆละ 100 ม. แล้วเดินเก็บข้อมูลการพบหรือไม่พบในแต่ละส่วน ร่วมกับการติดกล้องดักถ่ายภาพถูกวางในพื้นที่ 14 ตารางกริด ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม 2560 รวม 1,134 กับดักคืนผลการศึกษาพบความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ของกระทิงมีค่า 0.66 (SE=0.15) ความหนาแน่นประชากร 1.09 ตัว/กม^2 (SE=0.47) วัวแดง มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.78 (SE=0.16) ความหนาแน่นประชากร 1.54 ตัว/กม^2 (SE=0.77) กวางป่า มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.99 (SE=0.003) ความหนาแน่นประชากร 6.24 ตัว/กม^2 (SE=1.96) เก้ง มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.86 (SE=0.18) ความหนาแน่นประชากร 1.98 ตัว/กม^2 (SE=1.35) หมูป่า มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.89 (SE=0.09) ความหนาแน่นประชากร 2.23 ตัว/กม^2 (SE=0.90) กรณีของการกระจายของสัตว์ป่ากีบคู่ที่พบในพื้นที่โดยพิจารณาค่าความถี่พบว่ากวางป่ามีการกระจาย 36.90 % รองลงมาคือ หมูป่า (17.93%) กระทิง (16.90%) วัวแดง (16.21%) และเก้ง (6.55 %) ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าผลจากการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพให้ผลการศึกษาความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ของสัตว์ป่าทุกชนิดดีกว่าการใช้การเดินเท้าแล้วจำแนกจากร่องรอย เมื่อพิจารณาจากค่าความแปรปรวน แต่ให้ผลความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่และความมากมายของประชากรไม่แตกต่างกันกับการเดินเท้า อย่างไรก็ตามการใช้การเดินเท้าแล้วจำแนกร่องรอยให้ผลการศึกษาการกระจายมากกว่าการใช้กล้องดักถ่ายภาพและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษาพบว่าประชากรสัตว์ป่ากีบคู่ทั้ง 5 ชนิดในพื้นที่ศึกษามีระดับประชากรมากกว่าพื้นที่อนุรักษ์ที่มีการศึกษาด้วยวิธีการเดียวกัน ได้แก่อุทยานแห่งชาติคลองลาน และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ ซึ่งแสดงถึงความสำคัญของพื้นที่ในการอนุรักษ์ประชากรสัตว์ป่ากลุ่มนี้ ข้อเสนอแนะควรมีการศึกษาประชากรสัตว์ป่าชนิดอื่นในพื้นที่ด้วยกล้องดักถ่ายภาพโดยเฉพาะสัตว์ป่ากินเนื้อควบคู่กันไป เพื่อเพิ่มความเข้าใจระบบนิเวศ การจัดการโดยเฉพาะการป้องกัน

ภัยคุกคามต่อระบบนิเวศ นอกจากนี้ควรมีการจัดการด้วยการเพิ่มแหล่งน้ำแหล่งโป่งทุ่งหญ้าให้ครอบคลุมทั้งพื้นที่และช่วงเวลาในรอบปีต่อไป

คำสำคัญ: สัตว์กีบคู่ ความมากมาย การกระจาย เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน

ABSTRACT

Abundance and distribution of ungulates species was studied in Khao Ang Rue Nai Wildlife Sanctuary, Chachoengsao Province from February to October 2017 using probability of occupancy framework. Patch occupancy was used to collect the data. The study was conducted in a 29 km^2 area which was equally divided into 29 square grids of 1 km^2 square size. One km transect was surveyed in each of the square grid. Each transect was equally divided into 10 segments of 100 m. From March to May 2017, camera traps were set up in 14 of the square grids. A total of 1,134 trap nights were recorded. The results reflected that probability occupancy and density of gaur were 0.66 (SE=0.15), 1.09 individuals/km^2 (SE=0.47), respectively. The probability of occupancy and density of banteng were 0.78 (SE= 0.16) and 1.54 individuals/km^2 (SE= 0.77), respectively. The probability of occupancy and density of sambar deer were 0 .99 (SE= 0. 003) and 6. 24 individuals/km^2 (SE=1.96), respectively. The probability of occupancy and density of barking deer were 0.86 (SE=0.18) and 1.98 individuals/km^2 (SE=1.35), respectively. The probability of occupancy and density of wild boar were 0.89 (SE=0.09) and 2.23 individuals/km^2 (SE=0.90), respectively. The frequency distribution showed that sambar deer had the highest distribution of 36.90% followed by wild boar (17.93%), gaur (16.90%), banteng (16.21%) and barking deer (6.55 %), respectively. Comparison of variances from the two methods demonstrated that probability of occupancy by camera traps were higher than track and sign identification on transect in most of the species, except barking deer. Nevertheless, the probability of occupancy and the abundance of the species estimated from the two methods were not significant difference. On the other hand, distribution gained by tract and sign identification was significantly higher than data gained by camera trap method. Furthermore, the population abundance of the five ungulate species in this study was much higher abundance in Khlong Lan National Park and Salak Pra Wildlife Sanctuary. This suggested that this area is highly important for the species conservation. For further studies we recommended that i) other wildlife species, especially carnivorous mammals are investigated using camera trap for more understanding of the ecosystem; ii) habitat management should be concentrated on forest protection while, threaten factors such as pouching, illegal logging should be prohibited completely; and iii) salt lick sites, water sources, and grassland areas should be maintained and made available in the key areas all year round.

Key words: even toe-ungulate species, abundance, distribution, Khao Ang Rue Nai Wildlife Sanctuary.

คำนำ

สัตว์กีบคู่ (Order Artiodactyla) พบการกระจายทั่วโลก 9 วงศ์ 80 สกุล มีจำนวนสมาชิกในอันดับนี้ทั่วโลกประมาณ 180 ชนิด ในประเทศไทยพบ 4 วงศ์ รวม 15 ชนิด ได้แก่ วงศ์หมูป่า (Family Suidae) วงศ์กระจง (Family Tragulidae) วงศ์กวางป่า (Family Cervidae) และวงศ์วัวป่า (Family Bovidae) เป็นสัตว์ป่าที่เป็นดัชนีในการจัดการพื้นที่อนุรักษ์เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นสัตว์ป่ากินพืช มีการเพิ่มจำนวนตามศักยภาพในการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติสูง เป็นสัตว์ป่าที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงเพื่อการใช้ประโยชน์ และมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศ ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดพลังงานโดยจะทำการศึกษาสัตว์กีบคู่ 4 วงศ์ 6 ชนิด คือ (1) วงศ์หมูป่า (2) วงศ์กระจง (3) วงศ์กวางป่า และ (4) วงศ์วัวป่า แม้ว่าสัตว์กลุ่มนี้มีความสามารถในการเพิ่มจำนวนประชากรได้อย่างรวดเร็วตามธรรมชาติ แต่ประชากรสัตว์กีบคู่ขนาดใหญ่ในปัจจุบันตามธรรมชาติมีการลดจำนวนลง เนื่องจากความต้องการใช้ทรัพยากรตามความต้องการของมนุษย์ที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกระทิง วัวแดง เลียงผา กวางผา กวางป่า เก้งหม้อ แม้ว่าสัตว์กีบคู่เหล่านี้มีความสำคัญทั้งทางตรงทางอ้อมต่อมนุษย์ แต่การศึกษาประชากรสัตว์ป่ากีบคูในประเทศไทยมีการดำเนินการน้อยมาก ทำให้ไม่ทราบสถานะภาพของประชากรสัตว์ป่าเหล่านี้ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนเป็นป่าอนุรักษ์สำคัญที่สุดในกลุ่มป่าภาคตะวันออกของประเทศไทย ที่เป็นความหวังสำหรับการอนุรักษ์สัตว์ป่าชนิดต่างๆ รวมถึงสัตว์ป่ากีบคู่ทางภูมิภาคนี้ของประเทศเนื่องจากสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบขนาดใหญ่ มีประชากรสัตว์ป่ากีบคู่อาศัยอย่างชุกชุม และเป็นพื้นที่เพียงแห่งเดียวที่ยังคงมีประชากรกระทิง วัวแดง กวางป่า กระจง เก้ง หมูป่า และเลียงผาอาศัยอยู่ในพื้นที่ แต่การศึกษาจำนวนประชากรของแต่ละชนิด การกระจาย การเลือกใช้พื้นที่อาศัยของสัตว์ป่าเหล่านี้ยังไม่เคยมีการดำเนินการมาก่อน ผลการศึกษาที่ได้นอกจากเป็นการศึกษาครั้งแรกของพื้นที่ นับว่าเป็นการศึกษาครั้งแรกของป่าอนุรักษ์ในภาคตะวันออกด้วย สามารถนำไปใช้ในการจัดการประชากร การอนุรักษ์และจัดการถิ่นอาศัย เพื่อให้ทรัพยากรส่วนนี้อำนวยประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวมอย่างไม่สิ้นสุดต่อไป การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความมากมาย และการกระจายของสัตว์กีบคู่ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนด้วยหลักการของ Patch occupancy ร่วมกับการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความมากมาย และความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ของสัตว์ในอันดับสัตว์กีบคู่ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน เปรียบเทียบระหว่างการเดินสังเกตร่องรอย และการใช้กล้องดักถ่ายภาพ
2. เพื่อศึกษาการกระจายของสัตว์ในอันดับสัตว์กีบคู่ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่แสดงสภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50000 ที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา
2. เครื่องกำหนดตำแหน่งตามพื้นโลก (GPS)
3. เข็มทิศ
4. กล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติ และกล้องถ่ายภาพ
5. คู่มือจำแนกชนิดสัตว์ป่า

6. คู่มือศึกษาร่องรอยสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนม
7. คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล
8. แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล
9. อุปกรณ์การเขียน

วิธีการ

1. สำรวจสภาพพื้นที่เบื้องต้นโดยการเดินเท้าประกอบกับใช้แผนที่แสดงสภาพภูมิประเทศเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ของกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1: 50,000 ช่วยในการเดินสำรวจและวางแผนเพื่อกำหนดพื้นที่ศึกษา

2. กำหนดขนาดกริดในการศึกษาการกระจายของสัตว์ในอันดับสัตว์กีบคู่ตามหลัก Patch Occupancy เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ในโปรแกรม Presence (Makenzie *et al*., 2006) การศึกษาในครั้งนี้ทำการศึกษาการกระจายอย่างละเอียดโดยศึกษาในกริด ขนาด 1x1 กิโลเมตร ซึ่งในการศึกษาทำการเดินให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทำการเดินเก็บข้อมูลทุกกริด แต่ละกริด เดินเป็นระยะทาง 1 กิโลเมตรคือ 1 Replicate โดยแบ่งออกเป็น 10 Segment เมื่อพบข้อมูลของสัตว์ป่าเช่นพบเห็นตัวโดยตรงหรือพบรอยตีน ทำการระบุชนิดบันทึกเส้นทางและตำแหน่งที่พบร่องรอยเพื่อนำไปวิเคราะห์แผนภาพการกระจาย บันทึกข้อมูลต่างๆลงในแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล เช่น ชื่อ waypoint พิกัด ชนิดสัตว์ วัน เวลา ชนิดป่า ทำการบันทึกข้อมูลสัตว์ป่าในแต่ละ Segment โดยไม่ให้ซ้ำ เช่นใน Segment นี้พบร่องรอยของกวางป่าแล้ว เมื่อพบอีกก็ไม่ต้องบันทึกซ้ำ แต่หากเปลี่ยน Segment แล้วก็ให้ทำการบันทึกใหม่

3. กำหนดการเดินเก็บข้อมูลภาคสนามโดยเดินให้ได้ระยะทาง 1 กิโลเมตรหรือ 1 Replicate ในกริดแบ่ง 1 Replicate ออกเป็น 10 Segment โดย 1 Segment = 100 เมตร

4. ติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพจำนวน 14 ชุด ระหว่างวันที่ 1 มีนาคม ถึง 20 พฤษภาคม 2560 ในพื้นที่ดังกล่าว ให้แต่ละชุดห่างกัน 1 กม. ครอบคลุมพื้นที่ในแต่ละตารางกริดดังกล่าว ติดตั้งให้สูงจากพื้นดิน ประมาณ 30 ซม. ตั้งค่าให้บันทึกภาพตลอด 24 ชั่วโมง โดยให้บันทึกภาพ 3 ภาพใน 10 วินาที นำข้อมูลภาพที่ได้มาคัดเลือกภาพโดยให้เป็นอิสระต่อกัน ตามหลักการศึกษาติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพของ กิตติวรา (2557)

5. ออกแบบ แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลศึกษารายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับสัตว์ป่าที่ทำการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลลง Program Excel

2. ทำการเตรียมข้อมูลการพบเห็นสัตว์ป่าแต่ละชนิดโดยให้ 1 แทนการพบเห็นและ 0 แทน การไม่พบเห็นใน Segment

3. คำนวณค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ (occupancy) คำนวณค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่สร้างตารางกริดบนแผนที่พื้นที่ที่สำรวจนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์และค่าตัวแปรนำค่าที่ได้มาประมาณความน่าจะเป็นของการปรากฏเชิงพื้นที่ ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% สัดส่วน ของพื้นที่ที่ปรากฏในโปรแกรม Presence (Makenzie *et al*., 2006) ซึ่งมีสูตรพื้นฐานคือ

$$\hat{\varphi} = \frac{S_d}{S \times P}$$

เมื่อ $\hat{\varphi}$ = การปรากฏในเชิงพื้นที่ของชนิดสัตว์ (occupancy) ของสัตว์ที่สนใจ

S_d = จำนวนพื้นที่ (จำนวนกริด) ที่ปรากฏสัตว์ชนิดที่สนใจ

S = จำนวนพื้นที่ทั้งหมด (จำนวนกริดทั้งหมด)

P = ความน่าจะเป็นในการปรากฏของสัตว์ที่สนใจในพื้นที่

4. คำนวณหาความหนาแน่น หรือความมากมาย (abundance) ของสัตว์ที่สนใจ (*Makenzie et al*., 2006)

$$\varphi = 1 - e^{\lambda}$$

เมื่อ λ = จำนวนตัวของสัตว์โดยเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่

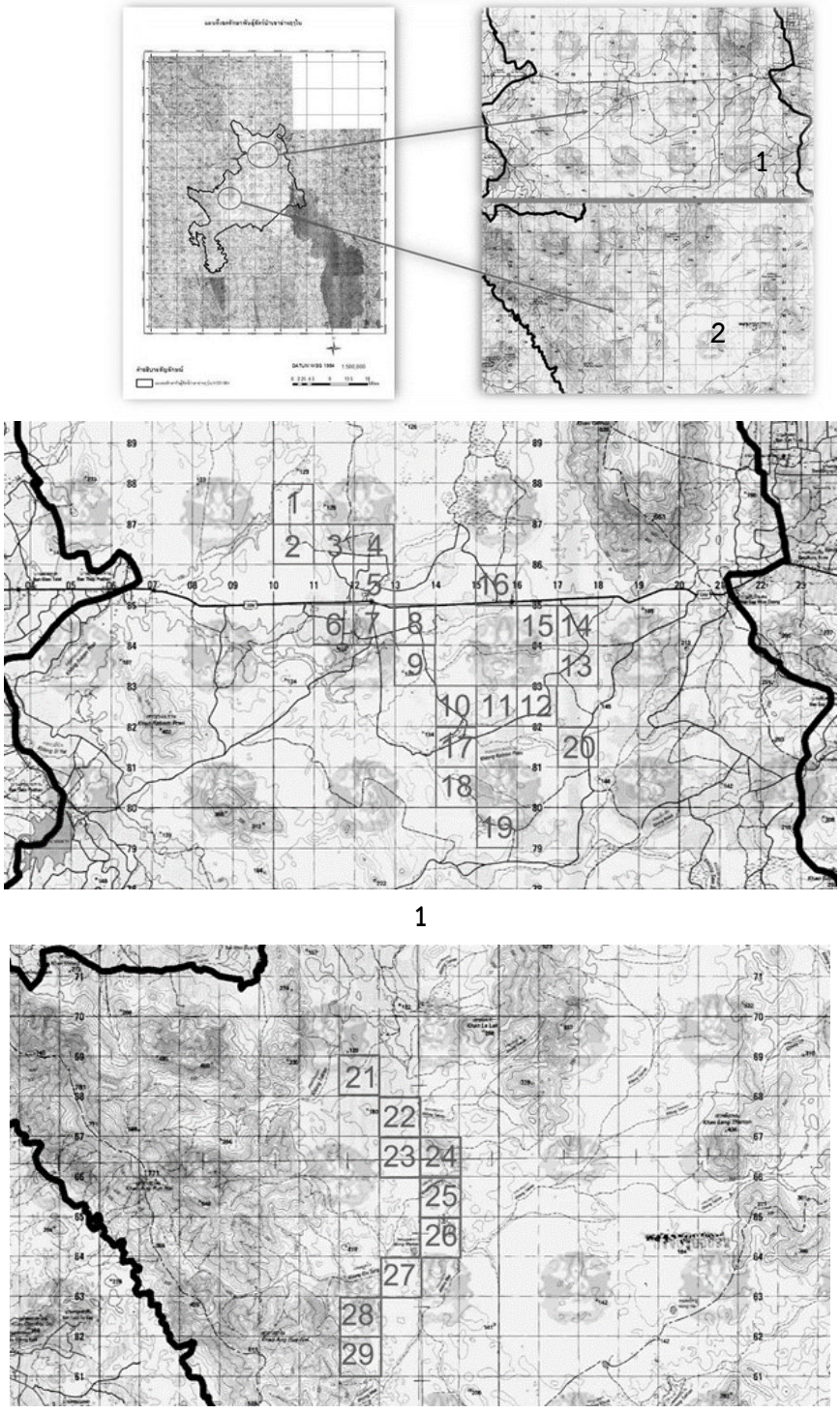
e = ค่าคงที่ (2.718)

ผลและวิจารณ์

1. ความมากมาย และความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่

สามารถทำการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่และความมากมายของสัตว์ในอันดับสัตว์กีบคู่ ทั้ง 5 ชนิดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน เมื่อคำนวณความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ พบว่า กระทิง มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.66 (SE=0.15) ความหนาแน่นประชากร 1.09 ตัว/กม^2 (SE=0.47) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 6.57 ตัว วัวแดง มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.78 (SE=0.16) ความหนาแน่นประชากร 1.54 ตัว/กม^2 (SE=0.77) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 9.26 ตัว กวางป่า มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.99 (SE=0.003) ความหนาแน่นประชากร 6.24 ตัว/กม^2 (SE=1.96) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 37.49 ตัว เก้ง มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.86 (SE=0.18) ความหนาแน่นประชากร 1.98 ตัว/กม^2 (SE=1.35) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 11.88 ตัว หมูป่า มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.89 (SE=0.09) ความหนาแน่นประชากร 2.23 ตัว/กม^2 (SE=0.90) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 13.42 ตัว ดังรายละเอียดตาม Table 1

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ใช้วิธีเดียวกันโดย ฐานวุฒิ (2560) ในอุทยานแห่งชาติคลองลาน จากการเดินเท้าเก็บข้อมูลในพื้นที่ 54 กม^2 จำนวน 540 Segments รวมระยะทางเท้า 54 กม. พบกระทิงมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.29 (SE=0.06) ค่าความหนาแน่นประชากร 0.35 ตัว/กม^2 กวางป่ามีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.53 (SE=0.19) ค่าความหนาแน่นประชากร 0.76 ตัว/กม^2 เก้งมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.33 (SE=0.06) ค่าความหนาแน่นประชากร 0.41 ตัว/กม^2 หมูป่ามีความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.75 (SE=0.16) ค่าความหนาแน่นประชากร 1.40 ตัว/กม^2 (SE=0.69)



1

2

Figure 1 Location of Khao Ang Rue Nai Wildlife Sanctuary and the study sites which also showed 29 of 1 km^2 grids totally.

Table 1 The occupancy probability and abundance of the ungulate species, analyzed by Presence Program in Khao Ang Rue Nai Wildlife Sanctuary, Chachoengsao Province, based on track and sign identification within 29 km^2.

No.	Species	Naive occupancy	$\varphi \pm SE$	$\lambda \pm SE$	N
1	Gaur	0.66	0.66±0.15	1.09±0.47	6.57±2.86
2	Banteng	0.66	0.78±0.16	1.54±0.77	9.26±4.62
3	Sambar deer	1.00	0.99±0.003	6.24±1.96	37.49±11.80
4	Barking deer	0.83	0.86±0.18	1.98±1.35	11.88±8.15
5	Wild boar	0.83	0.89±0.09	2.23±0.90	13.42±5.46

Remarks:

Naive occupancy is number of site that can detected divided by the total number of sites or the site is occupied

φ is probability site i is occupied

λ is the species abundance per grid size

N is the total individual of the species within the total study size (29 km^2)

พบว่าประชากรสัตว์ป่ากีบคู่ในพื้นที่ทั้ง 2 แห่งมีความแตกต่างกันไปตามชนิด แต่เมื่อพิจารณาค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ (φ) และความหนาแน่นประชากร (λ) พบว่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนมีค่าสูงกว่าในทุกชนิดและหากเปรียบเทียบความหนาแน่นจำนวนประชากรที่คำนวณได้ในแต่ละชนิดสัตว์ก็พบว่าพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน มีความหนาแน่นประชากรสัตว์กีบคู่สูงกว่าอุทยานแห่งชาติคลองลาน 2 – 5 เท่า

2. ความมากมาย และความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่จากกล้องดักถ่ายภาพ

ผลการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพในพื้นที่เดียวกัน จำนวน 14 กม^2 (หมายเลขกริด 1 – 14) เมื่อนำมาวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่และความมากมายของสัตว์ในอันดับสัตว์กีบคู่ พบว่าสามารถวิเคราะห์ได้ 4 ชนิด คือ กระทิง วัวแดง กวางป่า และหมูป่า โดยมีรายละเอียดดังนี้

กระทิง มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.47 (SE=0.15) ความหนาแน่นประชากร 0.64 ตัว/กม^2 (SE=0.30) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 9.04 ตัว

วัวแดง มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.87 (SE=0.08) ความหนาแน่นประชากร 2.09 ตัว/กม^2 (SE=0.66) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 29.36 ตัว

กวาง มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.87 (SE=0.05) ความหนาแน่นประชากร 2.10 ตัว/กม^2 (SE=0.48) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 29.41 ตัว

หมูป่า มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.78 (SE=0.21) ความหนาแน่นประชากร 1.52 ตัว/กม^2 (SE=0.96) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 21.38 ตัว ดังรายละเอียดตาม Table 2

Table 2 The occupancy probability and abundance of the ungulate species, analyzed by Presence Program in Khao Ang Rue Nai Wildlife Sanctuary, Chachoengsao province, based on camera trap data within 14 km^2.

No.	Species	Naive occupancy	$\varphi \pm SE$	$\lambda \pm SE$	N
1	Gaur	0.35	0.47±0.15	0.64±0.30	9.04±4.23
2	Banteng	0.85	0.87±0.08	2.09±0.66	29.36±9.27
3	Sambar deer	0.85	0.87±0.05	2.10±0.48	29.41±6.83
5	Wild boar	0.64	0.78±0.21	1.52±0.96	21.38±13.57

Remarks: Naive occupancy is number of site that can detected divided by the total number of sites or the site that occupied

φ is probability site i that occupied

λ is the species abundance per grid size

N is the total individual of the species within the total study size (14 km^2)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาทั้งในกรณีความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ และความหนาแน่นประชากรสัตว์กีบคู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ จังหวัดกาญจนบุรีที่ดำเนินการโดย กิตติวรา (2557) โดยกล้องดักถ่ายภาพเช่นเดียวกันพบว่ากระทิงมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.11 (SE=0.09) มีความหนาแน่นประชากร 0.12 ตัว/กม^2 (SE=0.11) กวางป่ามีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.39 (SE=0.16) มีความหนาแน่นประชากร 0.58 ตัว/กม^2 (SE=0.39) เก้งมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.35 (SE=0.30) ความหนาแน่นประชากร 0.50 ตัว/กม^2 (SE=0.65) หมูป่ามีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.26 (SE=0.12) มีความหนาแน่นประชากร 0.26 ตัว/กม^2 (SE=0.12) ก็พบว่ามีค่าน้อยกว่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน มากกว่า 10 เท่าในกระทิง และกวางป่า มากกว่า 8 เท่าในหมูป่า และมากกว่าประมาณ 4 เท่าในเก้ง นอกเหนือจากการเป็นที่อาศัยของวัวแดงในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนเพียงแห่งเดียวของกลุ่มป่าภาคตะวันออก ซึ่งหมายถึงความสำคัญในการเก็บรักษาชนิดและประชากรของสัตว์กีบคู่โดยเฉพาะสัตว์ป่าขนาดใหญ่ ได้แก่ กระทิง วัวแดง กวางป่า เก้ง และหมูป่า ในพื้นที่ศึกษาว่าควรต้องให้ความสำคัญในการอนุรักษ์ เป็นอันดับต้น

เมื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ระหว่างวิธีใช้การเดินสำรวจ และจำแนกจากร่องรอย และใช้กล้องดักถ่ายภาพ พบว่าค่าการครอบครองพื้นที่ของสัตว์กีบคู่ที่พบไม่มีความแตกต่างกันระหว่างวิธีการทั้ง 2 (t=2.77, P=0.21) โดยพบว่าค่าความแปรปรวนที่ได้จากวิธีการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพมีค่าต่ำกว่าวิธีเดินสำรวจมาก หมายความว่าการใช้กล้องดักถ่ายภาพให้ผลที่มีความเที่ยงตรงถูกต้องมากกว่า ดัง Figure 2

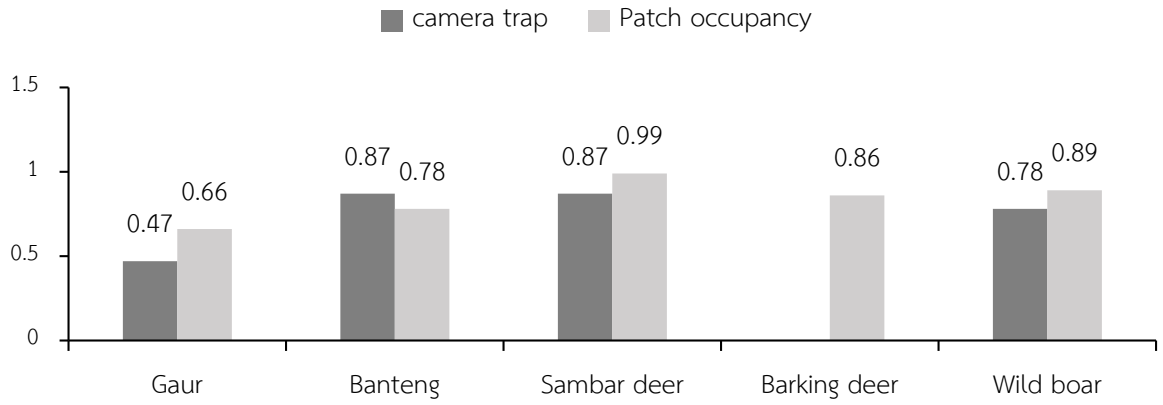


Figure 2 Comparison probability of occupancy between camera trap and patch occupancy method (t=2.77, P=0.21,$S_c^2{}_{Gaur}$=0.01, $S_t^2{}_{Gaur}$=0.14, $S_c^2{}_{Banteng}$ =0.04, $S_t^2{}_{Banteng}$ =0.13, $S_c^2{}_{Sambar}$ =0.09, $S_t^2{}_{Sambar}$ =0.23, $S_c^2{}_{Wild\ boar}$=0.02, $S_t^2{}_{Wild\ boar}$ =0.14)

3. การกระจาย

การศึกษาการกระจายของสัตว์กีบคู่ครั้งนี้ทำการศึกษาสัตว์ป่าทั้งหมด 3 วงศ์ 5 ชนิด ได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้ คือ กระทิง ผลการเก็บข้อมูลการปรากฏของกระทิงจาก 29 Replicate หรือ 290 Segment พบร่องรอยของกระทิงรวม 49 Segment คิดเป็น 16.90 % วัวแดง ผลการเก็บข้อมูลการปรากฏของวัวแดง 29 Replicate หรือ 290 Segment พบร่องรอยวัวแดงรวม 47 Segment คิดเป็น 16.21 % ซึ่งใกล้เคียงกับกระทิง กวางป่า ผลการเก็บข้อมูลการปรากฏของกวางป่าจาก 29 Replicate หรือ 290 Segment พบร่องรอยกวางป่ารวม 107 Segment หรือคิดเป็น 36.90 % เก้ง ผลการเก็บข้อมูลการกระจายของเก้งจาก 29 Replicate หรือ 290 Segment จากข้อมูลการพบรอยกีบ ปรากฏรวม 19 Segment คิดเป็น 6.55 % หมูป่า ผลการเก็บข้อมูลการปรากฏของหมูป่า จาก 29 Replicate หรือ 290 Segment จากการพบรอยกีบรวม 52 Segment คิดเป็น 17.93 % เมื่อเปรียบเทียบความถี่ที่พบสัตว์ป่าแต่ละชนิด เพื่อบอกถึงการกระจายของสัตว์ป่าในพื้นที่ระหว่างวิธีการเดินจำแนกจากร่องรอย และที่ได้จากกล้องดักถ่ายภาพ พบว่าวิธีการเดิน และจำแนกจากร่องรอยมีค่าการกระจายสูงกว่ามาก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมในการใช้ศึกษาการกระจายของสัตว์ป่า มากกว่าวิธีการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพอย่างมีนัยสำคัญ (t=2.77, P=0.006) ดัง Figure 3

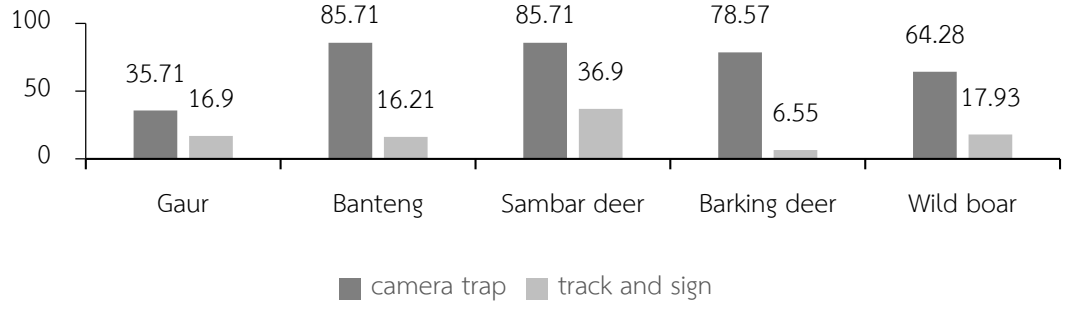


Figure 3 Comparison distribution in term of % frequency between camera trap and track and sign there was significant difference (t=2.77, P=0.006).

ผลการศึกษาการกระจายโดยพิจารณาจากการปรากฏในแต่ละ Segment พบว่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน กวางป่ามีการกระจายมากที่สุด (36.90%) รองลงมาได้แก่ หมูป่า (17.93%) กระทิง (16.90%) วัวแดง (16.21%) และเก้ง (6.55%) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ ฐานวุฒิ (2560) ในอุทยานแห่งชาติคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร พบว่ากระทิงมีการปรากฏ 12.72 % และมีการกระจายในป่าดิบแล้งมากที่สุด เก้งมีความถี่การปรากฏ 10.92 % และมีการกระจายในป่าเต็งรังมากที่สุด หมูป่ามีความถี่การปรากฏ 8.72 % มีการกระจายในป่าดิบแล้งมากที่สุด และกวางป่ามีความถี่การปรากฏ 4.02 % และมีการกระจายในป่าเต็งรังมากที่สุด พบว่ามีการปรากฏ ของกระทิง วัวแดง กวางป่า และหมูป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนมีมากกว่า ขณะที่พบว่า การกระจายของเก้งในอุทยานแห่งชาติคลองลานมีมากกว่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน

สรุป

1. ความน่าจะเป็นในการครอบครองเชิงพื้นที่ของกระทิง มีค่า 0.66 (SE=0.15) ความหนาแน่นประชากร 1.09 ตัว/กม^2 (SE=0.47) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษา 29 กม^2 จำนวน 6.57 ตัว วัวแดง มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.78 (SE=0.16) ความหนาแน่นประชากร 1.54 ตัว/กม^2 (SE=0.77) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 9.26 ตัว กวางป่า มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.99 (SE=0.003) ความหนาแน่นประชากร 6.24 ตัว/กม^2 (SE=1.96) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 37.49 ตัว เก้ง มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.86 (SE=0.18) ความหนาแน่นประชากร 1.98 ตัว/กม^2 (SE=1.35) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 11.88 ตัว หมูป่า มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ 0.89 (SE=0.09) ความหนาแน่นประชากร 2.23 ตัว/กม^2 (SE=0.90) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 13.42 ตัว

2. กวางป่ามีการกระจาย 36.90 % หมูป่า มีการกระจาย 17.93 % กระทิง มีการกระจาย 16.90 % วัวแดง มีการกระจาย 16.21 % และเก้ง มีการกระจาย 6.55 % ของพื้นที่การศึกษา

3. กล้องดักถ่ายภาพให้ผลการศึกษาความมากมายประชากรสัตว์ป่าด้วยหลักการของ Patch occupancy ดีกว่าการใช้การเดินเท้าแล้วจำแนกจากร่องรอย เมื่อพิจารณาจากค่าความแปรปรวน แต่ให้ผลความมากมายประชากรไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการใช้การเดินเท้าแล้วจำแนกร่องรอยให้ผลการศึกษาการกระจายมากกว่าการใช้กล้องดักถ่ายภาพและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4. ผลการศึกษาพบว่าประชากรสัตว์ป่ากีบคู่ทั้ง 5 ชนิด พบว่ามีประชากรมากกว่าพื้นที่อนุรักษ์ที่มีการศึกษาด้วยวิธีการเดียวกัน ได้แก่อุทยานแห่งชาติคลองลาน และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ ซึ่งแสดงถึงความสำคัญของพื้นที่ในการอนุรักษ์ประชากรสัตว์ป่ากลุ่มนี้

5. ควรมีการศึกษาประชากรสัตว์ป่าชนิดอื่นในพื้นที่ด้วยกล้องดักถ่ายภาพโดยเฉพาะสัตว์ป่ากินเนื้อควบคู่กันไป เพื่อเพิ่มความเข้าใจ เห็นความสำคัญ และสำหรับการจัดการโดยเฉพาะการป้องกันภัยคุกคามต่อระบบนิเวศ นอกจากนี้ควรมีการจัดการแหล่งน้ำแหล่งโป่ง เพื่อเพิ่มความสามารถในการรองรับประชากรสัตว์ป่ากีบคู่ในพื้นที่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายเดชา นิลวิเชียร หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน นายบุญชู ธงนำชัยมา หัวหน้าสถานีวิจัยสัตว์ป่าฉะเชิงเทรา นายชาลี เม่นขำ หัวหน้าฐานปฏิบัติการป้องกันรักษาป่าที่ ฉช 1 (เขากา) ที่ให้ที่พักอำนวยความสะดวกในพื้นที่ และสนับสนุนเจ้าหน้าที่ร่วมเก็บข้อมูล ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ ที่สนับสนุนการศึกษา สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนการศึกษา

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กิตติวรา ศิริภัทรนุกูล. 2557. **ความหลากชนิด ความมากมาย และการใช้ถิ่นที่อาศัยของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกินเนื้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ จังหวัดกาญจนบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฐานวุฒิ พรายสังข์. 2559. **ความมากมาย และการกระจายของสัตว์กีบคู่บางชนิดในอุทยานแห่งชาติคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร.** โครงการระดับปริญญาตรี, ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

MacKenzie, D.I., J.D. Nichols, J.A. Royle, K.H. Pollock, L.L. Bailey and J.E. Hines. 2006. **Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence**. Academic Press, Burlington, Massachusetts.

การจัดกลุ่ม และการจัดลำดับหมู่ไม้ตามปัจจัยกำหนด เขตสงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

Stand Clustering and Ordination based on Determined Factors in Sakaerat Man and Biosphere Reserve, Nakhon Ratchasima Province

ฤทธิไกร สายคำมูล[1*] สถิตย์ ถิ่นกำแพง[2] และ ดอกรัก มารอด[1]

Ritthikai Saikammoon[1], Sathid Thinkampaeng[2] and Dokrak Marod[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]Cooperation Centre of Thai Forest Ecological Research, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **ritthikai.s@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มและจัดลำดับหมู่ไม้ตามปัจจัยกำหนดในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมาด้วยการวางแปลงชั่วคราว ขนาด 10 x 10 เมตร ภายในหมู่ไม้สำคัญที่ปรากฏในแต่ละชนิดป่า รวมทั้งหมด 48 แปลง เก็บข้อมูลชนิด และขนาดความโตของไม้ทุกต้นในแปลงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 4.5 ซม. พร้อมเก็บข้อมูล ความสูงจากระดับน้ำทะเล และสมบัติดินบางประการ

ผลการศึกษาพบว่าสามารถจัดกลุ่มหมู่ไม้ ได้เป็น 8 กลุ่ม ที่กระจายอยู่ในป่าเต็งรัง ป่าผสมผลัดใบ และป่าดิบแล้ง จำนวน 4, 2 และ 2 หมู่ไม้ ตามลำดับ ขณะที่ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับหมู่ไม้พบว่า ความสูงของพื้นที่และเนื้อดินเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดการปรากฏของหมู่ไม้ โดยหมู่ไม้ในป่าเต็งรังที่มีเต็งเป็นไม้เด่น และหมู่ไม้ในป่าดิบแล้งที่มีตะเคียนหินเป็นไม้เด่นพบในพื้นที่สูง และมีความสัมพันธ์กับอนุภาคดินเหนียว ในขณะที่หมู่ไม้ป่าผสมผลัดใบที่มีมะค่าโมงเป็นไม้เด่น และหมู่ไม้ในป่าดิบแล้งซึ่งมียางนาเป็นไม้เด่นที่มักพบในพื้นที่ราบริมห้วย ส่วนสังคมป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบทดแทนส่วนใหญ่ถูกกำหนดด้วยเนื้อดินที่มีเปอร์เซ็นต์ของดินทรายสูง และหมู่ไม้เต็งรังที่มีกราดเป็นไม้เด่นถูกกำหนดด้วยเนื้อดินที่มีเปอร์เซ็นต์ของทรายแป้ง แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของปัจจัยแวดล้อมภายในพื้นที่ส่งผลต่อความหลากชนิดของหมู่ไม้ทำให้เขตสงวนชีวมณฑลสะแกราชเป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญ

คำสำคัญ: เขตสงวนชีวมณฑลสะแกราช การจัดกลุ่ม การจัดลำดับ สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ความหลากชนิดพืช

ABSTRACT

Forest structure and species composition usually depend on the limiting factors. This study aimed to clarify the stand clustering and ordination at the Sakaerat Man and Biosphere Reserve, Nakhon Ratchasima province based on their determined factors. Forty-eight of 10 x 10 m temporary plots were employed covering important stands of each forest types. Tree (DBH>4.5 cm) species were identified and tree sizes were estimated. In addition, plot's elevation and soil

properties (moisture content, pH and texture) were measured.

The stands observed in this study were classified into eight stands. Four stands were distributed in the deciduous dipterocarp forest (DDF) while two stands were distributed in the mixed deciduous forest(MDF) and two other stands were distributed in the dry evergreen forest (DEF). The ordination analysis revealed that elevation and soil textures were the most important factors to determine the stand distribution. *Shorea obtusa* and *Hopea ferrea* stands were dominant in highland which characterized by clay. In contrast, *Dipterocarpus alatus* and *Afzelia xylocarpa* stands were dominant in lowland area near creek. The secondary DDF and MDF stands were characterized by soil with high percentage of sand and high pH. In addition, we found that *Dipterocarpus intricatus* stand mostly distributed in the area with silt soil. Our study indicated that the heterogeneous environments supported high stand diversity in the Sakaerat Man and Biosphere Reserve which is critical for in-situ forest ecosystem conservation and species diversity.

Keyword: Sakaerat Man and Biosphere Reserve**,** clustering, ordination, Wang Nam Khiao Forestry Research and Training Station, plant diversity

คำนำ

สังคมพืช หมายถึง การขึ้นอยู่ร่วมกันของพืชโดยแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์ในระหว่างตัวของมันเอง และระหว่างสิ่งแวดล้อม สังคมพืชในแต่ละชนิดมักประกอบด้วยหมู่ไม้ (stand) ที่มีโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืชที่ค่อนข้างแน่นอนรวมกันหลายๆ หมู่ไม้ภายใต้ปัจจัยแวดล้อมเดียวกันมีลักษณะคล้ายคลึงกันสูง การจำแนกชนิดป่านับได้ว่าเป็นตัวอย่างหนึ่งของสังคมพืชซึ่งอาศัยการจำแนกชนิดป่าตามโครงสร้าง และองค์ประกอบพรรณพืช รวมถึงสภาพแวดล้อมในพื้นที่ด้วยเนื่องจากสภาพแวดล้อมของป่าแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป (พายัพ, 2514; อุทิศ, 2542) ปัจจัยแวดล้อมในแต่ละภูมิภาคล้วนมีความแตกต่างกันออกไป ทำให้มีการปรากฏ หรือการกระจายของพันธุ์พืชในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันไปเนื่องจากพรรณพืชมีความต้องการทางนิเวศ (ecological niche) หรือช่วงความทนทานทางระบบนิเวศ (amplitude of tolerance) ที่แตกต่างกัน ก่อให้เกิดสังคมพืช หรือระบบนิเวศป่าไม้ที่แตกต่างกันไป อาจกล่าวได้ว่าปัจจัยแวดล้อมเป็นตัวกำหนดสังคมพืช โดยปัจจัยแวดล้อมสามารถแบ่งได้หลายๆ ด้าน คือ ปัจจัยภูมิประเทศ ปัจจัยภูมิอากาศ ปัจจัยดิน ไฟป่า ปัจจัยสิ่งมีชีวิตรวมถึงมนุษย์ เป็นต้น ดังนั้นการทำลายพื้นที่ป่าไม้ย่อมส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อมเดิมตามธรรมชาติ และอาจส่งผลต่อการปรากฏของสังคมพืชที่แตกต่างไปจากป่าดั้งเดิมได้

พื้นที่สงวนชีวมณฑลสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา มีความสูงของพื้นที่อยู่ที่ระหว่าง 250 เมตร ไปจนถึง 640 เมตรจากระดับน้ำทะเล เป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินไม่ดี สมบัติดิน (soil properties) โดยเฉพาะเนื้อดิน (soil texture) มีช่วงความแปรผันสูง พบได้ตั้งแต่เนื้อดินเป็นดินกรวด หรือลูกรัง (lateritic soil) ดินทราย (sand) จนไปถึงดินร่วนปนทราย (sandy clay loam) ซึ่งความแตกต่างของระดับความสูงของพื้นที่รวมถึงคุณสมบัติดินดังกล่าว อาจส่งผลต่อการปรากฏของหมู่ไม้ หรือสังคมพืชภายในพื้นที่ที่แตกต่างกันไป

ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อต้องการศึกษาการจัดกลุ่มและจัดลำดับหมู่ไม้ตามปัจจัยกำหนดในพื้นที่ป่าบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช และสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เพื่อสร้างองค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาป่าไม้มาใช้ในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายในพื้นที่อื่นๆ ของประเทศที่มีปัจจัยแวดล้อม และสังคมพืชคล้ายคลึงกับพื้นที่ที่ศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

1. สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

ตั้งอยู่ในเขตตำบลภูหลวง อำเภอปักธงชัย ตำบลวังน้ำเขียว และตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา มีเนื้อที่ทั้งหมด 78.08 ตารางกิโลเมตร (สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช, 2560) ลักษณะเป็นภูเขาเตี้ยๆ อยู่ทั่วไป โดยส่วนใหญ่จะลาดเทลงสู่พื้นที่ตอนล่าง ความสูงของพื้นที่อยู่ที่ระหว่างประมาณ 250 เมตรไปจนถึง 640 เมตร ลักษณะหินประกอบด้วยหินชั้น (shale) และหินทราย (sandstone) ดินจึงมักเป็นทรายหยาบ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1200 มิลลิเมตร พบป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) และป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest) เป็นชนิดป่าเด่นของพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตามยังสามารถพบป่าผสมผลัดใบ (Mixed deciduous forest) บางส่วนบริเวณแนวรอยต่อป่า (ดอกรัก, 2549) พันธุ์ไม้ที่สำคัญของป่าดิบแล้งบริเวณพื้นที่คือ ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea)* , ตะเคียนทอง (Hopea odorata), กระเบากลัก (*Hydnocarpus ilicifolius)* เป็นต้น ในส่วนของป่าเต็งประกอบด้วย เต็ง (*Shorea obtuse)*, รัง (*Shorea siamensis)*, พะยอม (Shorea roxburghii)

2. สถานีวิจัย และฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว

ตั้งอยู่ในตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา มีเนื้อที่รวม 838 ไร่ 3 งาน 33 ตารางวา (วันชัย, 2542) อยู่ในช่องเขาที่มีลำห้วยไหลผ่าน ลักษณะพื้นที่บนสันเขาที่โอบล้อมอยู่นั้น เป็นที่ค่อนข้างราบเช่นเดียวกับภูเขาทั่วไปในภาคอีสานที่เรียกกันว่าที่ราบสูง ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 585.9 ถึง 1253.4 มิลลิเมตรต่อปี และมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีอยู่ระหว่าง 20.5 - 31.9 องศาเซลเซียส (สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช, 2560) ป่าดิบแล้งในบริเวณสถานีฝึกวนศาสตร์วังน้ำเขียวที่ยังอุดมสมบูรณ์นั้นมีอยู่น้อยมาก มักพบอยู่บริเวณหุบเขา และร่องห้วย หรือเรียกได้ว่าป่าดิบแล้งบริเวณสถานีฝึกวนศาสตร์วังน้ำเขียวอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม

การเก็บข้อมูล

1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิการการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจำแนกชนิดป่าเพื่อใช้ในการวางแผนการสำรวจให้กระจายคลอบคลุมพื้นที่ป่าแต่ละชนิดเพื่อทำการวางแปลงตัวอย่างชั่วคราวเก็บข้อมูลแบบเจาะจง (purposive sampling) ภายในหมู่ไม้สำคัญในแต่ละชนิดป่า (สรายุทธ, 2527) โดยใช้แปลงตัวอย่าง ขนาด 10 เมตร x 10 เมตร จำนวน 48 แปลง ให้กระจายคลอบคลุมชนิดป่าในพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช และสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ดังนี้

1.1 พื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช (Sakaerat Environmental Research Station, SERS)

- ป่าเต็งรัง จำนวน 15 แปลง

- ป่าดิบแล้ง จำนวน 6 แปลง
- ป่าผสมผลัดใบ จำนวน 6 แปลง

1.2 พื้นที่สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว (Wang Nam Khioaw Research and Forestry Training Station, WKFS)

- ป่าดิบแล้งริมห้วย จำนวน 3 แปลง
- ป่าเต็งรัง จำนวน 6 แปลง
- ป่าผสมผลัดใบ จำนวน 12 แปลง

2. ทำการสำรวจพันธุ์ไม้ทุกต้นในแปลงตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.3 เมตรโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก และระบุชนิดพันธุ์ไม้ พร้อมทั้งถ่ายรูป สำหรับพันธุ์ไม้ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้จะเก็บตัวอย่าง ใบ ดอก หรือผล เพื่อนำมาเทียบกับตัวอย่างที่ระบุชนิดแล้ว (identified specimens) ภายในหอพรรณไม้กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพรรณพืช

3. การเก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อม

3.1 สภาพภูมิประเทศ ทำการเก็บข้อมูลความสูงจากระดับน้ำทะเลของพื้นที่ด้วยเครื่องมือวัดระดับความสูงพื้นที่ (altimeter) ร่วมกับเครื่องมือระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Global Positioning System, GPS)

3.2 เก็บตัวอย่างดิน (soil sample) ด้วยการเก็บแบบทำลายโครงสร้าง โดยการใช้พลั่วขุดดินความลึก 0 - 10 เซนติเมตร จำนวน 3 จุด บริเวณมุมแปลงและกลางแปลงตัวอย่างแล้วทำการผสมดินที่ได้เก็บมาทั้ง 3 จุด เพื่อรวมเป็น 1 ตัวอย่าง เพื่อนำไปวิเคราะห์เนื้อดิน (soil texture) ในห้องปฏิบัติการพร้อมทั้งทำการเก็บค่าความชื้นดินด้วยเครื่องมือ SM 150 Soil Moisture Kit ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ใช้เครื่องมือ DM-15 Soil pH & Moisture tester

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์เนื้อดิน

นำตัวอย่างดินไปผึ่งแห้งในอุณหภูมิห้อง และนำไปบดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. เพื่อนำไปวิเคราะห์เนื้อดิน ด้วยวิธี Hydrometer method (คณาจารย์ปฐพี, 2557) โดยมีวิธีการดังนี้

1.1 ชั่งตัวอย่างดินให้ได้น้ำหนักอบแห้งประมาณ 50 กรัม ลงไปในกระบอกตวง (cylinder)

1.2 เติมสลาย Calgon 50 มล. และน้ำกลั่นอีก 150 มล. ลงไปในกระบอกตวงจากนั้นทำการกวนดินให้เข้ากับสารละลาย แล้วปล่อยตั้งไว้อย่างน้อย 10 นาที

1.3 ทำการถ่ายของผสมทั้งหมดในถ้วยลงในกระบอกตวงขนาด 1000 มล. ล้างเศษดินที่ติดภายในถ้วยให้หมด พร้อมกับเติมน้ำกลั่นลงในกระบอกตวงซึ่งมีไฮโดรมิเตอร์ลอยอยู่ข้างในถ้วย จนได้ปริมาตรทั้งหมดในกระบอกตวง 1130 มล.

1.4 นำเอาไฮโดรมิเตอร์ออกแล้วใช้คันชักกวนดินอย่างน้อย 10 ครั้งพร้อมทั้งจับเวลาหลังจากกวนดินแล้ว เมื่อเวลาจวนจะได้ 40 วินาที จึงค่อยๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไปในกระบอก แล้วอ่านค่าไฮโดรมิเตอร์เมื่อเวลา 40 วินาที

1.5 นำเอาไฮโดรมิเตอร์ออก แล้วปฏิบัติตามข้อ 6 และ 7 อีกจนได้ค่าที่อ่านได้แตกต่างกันไม่เกิน 0.5 บันทึกค่านี้ไว้ และวัดอุณหภูมิของสารในกระบอกตวงด้วย

1.6 จับเวลาต่อไปเพื่ออ่านค่าไฮโดรมิเตอรเมื่อเวลาได้ 1 และ 2 ชั่วโมง และวัดอุณหภูมิของสารในกระบอกหลังจากอ่านค่าไฮโดรมิเตอร์แล้วทุกครั้งด้วย

1.7 ทำการปรับแก้ค่าที่วัด หรืออ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ (HR = Hydrometer Reading) (OT = Observed Temperature) ให้เป็นค่าที่ถูกต้อง (CHR = Corrected Hydrometer Reading) ตามอุณหภูมิที่ถูกต้องของไฮโดรมิเตอร์ ตามสูตรการปรับแก้ดังนี้

$$CHR = 0.2(OT-68) + HR$$

1.8 คำนวณ

ก. % Particle in Suspension = $\frac{\mathbf{CHR}}{\mathbf{Wt.of\ O.D.Soil}}$ $\mathbf{x\ 100}$

ข. ปริมาณของอนุภาค

Sand	=	100% - 40 sec
Coarse silt	=	40 sec – 1 hr
Fine Silt	=	1 hr – 2 hr
Clay	=	2 hr

2. ดัชนีค่าความสำคัญ (Importance Value Index)

ข้อมูลเชิงปริมาณของพรรณไม้จากการสำรวจภาคสนามนำไปวิเคราะห์ ความหนาแน่น ความเด่น และความถี่ของไม้แต่ละชนิด จากค่าที่ได้ดังกล่าวทำการคำนวณค่าสัมพัทธ์ในแต่ละค่าจากการเปรียบเทียบการมีส่วนความสำคัญของชนิดไม้นั้นๆ ที่มีต่อสังคมได้ จากนั้นหาดัชนีค่าความสำคัญด้วยการนำเอาค่าความสัมพัทธ์ของแต่ละค่ามารวมกัน หรือเรียกว่า ค่าดัชนีความสำคัญ (Importance Value Index) (อุทิศ, 2542)

2.1 การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (Cluster analysis)

ทำการจัดกลุ่มหมู่ไม้ด้วยวิธีการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (cluster analysis) ด้วยใช้โปรแกรม PC-ORD 6.08 (McCune and Mefford, 2011) โดยอาศัยการพิจารณาจากดัชนีค่าความคล้ายคลึงแต่ละหน่วยตัวอย่างหรือหมู่ไม้ที่อยู่ในกุ่มเดียวกันมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด และแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างชัดเจน

2.2 การจัดอันดับหมู่ไม้ (Ordination)

ใช้ข้อมูลองค์ประกอบพรรณพืช และปัจจัยแวดล้อมมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการปรากฏของหมู่ไม้ต่อปัจจัยแวดล้อมที่กำหนด โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบ canonical correspondence analysis (CCA) ด้วยโปรแกรม PC-ORD 6.08 ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมที่กำหนดการกระจายของหมู่ไม้เพื่อจัดลำดับหมู่ไม้ตามแนวการลดหลั่นของปัจจัยแวดล้อม ปัจจัยแวดล้อมที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ ความสูงของพื้นที่ (elevation) เนื้อดิน (soil texture) ความชื้นดิน (soil moisture content) และความเป็นกรดด่างของดิน (soil p H)

ผลและวิจารณ์

1. การการจัดกลุ่มหมู่ไม้ (stand clustering)

ผลการจำแนกหมู่ไม้ด้วยวิธีการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (cluster analysis) เมื่อพิจารณาความคล้ายคลึงระหว่างหมู่ไม้ในระดับที่มีความคล้ายคลึงกันภายในกลุ่มสูงและมีความชัดเจนของการจำแนกกลุ่มเป็นที่ยอมรับได้ จึงใช้ระดับความคล้ายคลึงที่ 60 เปอร์เซ็นต์ เพื่อจำแนกกลุ่มหมู่ไม้ในพื้นที่ สามารถจำแนกหมู่ไม้ได้ 7 กลุ่ม (ภาพที่ 1) มีรายละเอียด ดังนี้

หมู่ไม้ที่ 1 หมู่ไม้ยางกราด (*Dipterocarpus intricatus* stand) ประกอบด้วย แปลงตัวอย่างที่ 1, 2, 3, 41 และแปลงตัวอย่าง 42 เป็นหมู่ไม้ที่มีกราดเป็นพันธุ์ไม้เด่น มีดัชนีค่าความสำคัญร้อยละ เท่ากับ 134.39 พรรณไม้อื่น ๆ ได้แก่ ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) แดง (*Xylia xylocarpa*) และมะกลอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*) เป็นต้น ดัชนีค่าความสำคัญ เท่ากับ 15.64, 14.04 และ 8.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมู่ไม้ที่ 2 หมู่ไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* stand) ประกอบด้วย แปลงตัวอย่างที่ 4, 5, 6, 22, 23, 24, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 46, 47 แปลงตัวอย่าง 48 เป็นหมู่ไม้ที่มียางนาเป็นพันธุ์ไม้เด่น มีดัชนีค่าความสำคัญร้อยละ เท่ากับ 46.36 พรรณไม้อื่นๆ ได้แก่ เคี่ยมคะนอง (*Shorea henryana)* โมกมัน (*Wrightia arborea*) และมะค่าแต้ (*Sindora siamensis*) เป็นต้น ดัชนีค่าความสำคัญ เท่ากับ 43.55, 13.28 และ 10.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมู่ไม้ที่ 3 หมู่ไม้มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa* stand) ประกอบด้วย แปลงตัวอย่างที่ 19, 20 และแปลงตัวอย่าง 21 เป็นหมู่ไม้ที่มีมะค่าโมงเป็นพันธุ์ไม้เด่น มีดัชนีค่าความสำคัญร้อยละ เท่ากับ 134.39 พรรณไม้อื่นๆ ได้แก่ สาธร (*Millettia buteoides*) กล้วยน้อย (*Xylopia vielana*) อินทรชิต (*Lagerstroemia loudonii*) เป็นต้น ดัชนีค่าความสำคัญ เท่ากับ 15.14, 14.55 และ 13.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมู่ไม้ที่ 4 หมู่ไม้แดง (*Xylia xylocarpa* stand) ประกอบด้วย แปลงตัวอย่างที่ 13, 14, 15, 28, 29, 30, 31, 35 และแปลงตัวอย่าง 36 เป็นหมู่ไม้ที่มีแดงเป็นพันธุ์ไม้เด่น มีดัชนีค่าความสำคัญร้อยละ เท่ากับ 59.63 พรรณไม้อื่นๆ ได้แก่ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) และประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) เป็นต้น ดัชนีค่าความสำคัญ เท่ากับ 46.35 และ 44.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

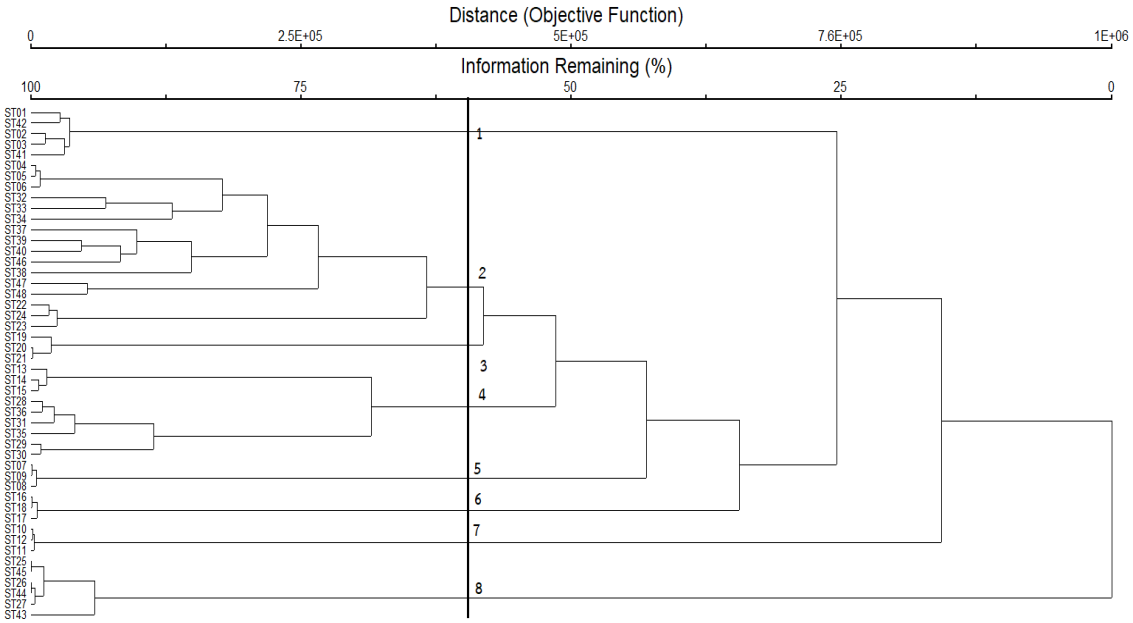
หมู่ไม้ที่ 5 หมู่ไม้ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea* stand) ประกอบด้วย แปลงตัวอย่างที่ 7, 8 และแปลงตัวอย่าง 9 เป็นหมู่ไม้ที่มีตะเคียนหินเป็นพันธุ์ไม้เด่น มีดัชนีค่าความสำคัญร้อยละ เท่ากับ 168.95 พรรณไม้อื่น ๆ ได้แก่ กระเบากลัก (*Hydnocarpus ilicifolia*) แก้วลาว (*Walsura pinnata)* กระโดงแดง (*Cionanthus microstigma)* เป็นต้น ดัชนีค่าความสำคัญ เท่ากับ 7.03, 3.53, 3.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมู่ไม้ที่ 6 หมู่ไม้พะยอม (Shorea roxburghii stand) ประกอบด้วย แปลงตัวอย่างที่ 16, 17 และแปลงตัวอย่าง 18 เป็นหมู่ไม้ที่มีพะยอมเป็นพันธุ์ไม้เด่น มีดัชนีค่าความสำคัญร้อยละ เท่ากับ 134.39 พรรณไม้อื่นๆ ได้แก่ รัง (*Shorea siamensis*) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) แดง (*Xylia xylocarpa*) เป็นต้น ดัชนีค่าความสำคัญ เท่ากับ 5.06, 4.71 และ 4.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมู่ไม้ที่ 7 หมู่ไม้เต็ง (*Shorea obtusa* stand) ประกอบด้วย แปลงตัวอย่างที่ 10, 11 และแปลงตัวอย่าง 12 เป็นหมู่ไม้ที่มีเต็งเป็นพันธุ์ไม้เด่น มีดัชนีค่าความสำคัญร้อยละ เท่ากับ 134.39 พรรณไม้อื่นๆ ได้แก่ มะค่าแต้

(*Sindora siamenesis*) ยอเถื่อน (*Morinda citrifolia*) และประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) เป็นต้น ดัชนีค่าความสำคัญ เท่ากับ 6.18, 6.03 และ 5.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมู่ไม้ที่ 8 หมู่ไม้รัง (*Shorea siamensis* stand) ประกอบด้วย แปลงตัวอย่างที่ 25, 26, 27, 43, 44 และแปลงตัวอย่าง 45 เป็นหมู่ไม้ที่มีรังเป็นพันธุ์ไม้เด่น มีดัชนีค่าความสำคัญร้อยละ เท่ากับ 169.46 พรรณไม้อื่นๆ ได้แก่ ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) มะค่าแต้ (*Sindora siamenesis*) เป็นต้น ดัชนีค่าความสำคัญ เท่ากับ 19.47 และ 6.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



ภาพที่ 1 การจัดกลุ่มหมู่ไม้ บริเวณเขตสงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มหมู่ไม้ เมื่อพิจารณาจากพรรณไม้เด่น พบว่า หมู่ไม้ยางกราด หมู่ไม้เต็ง หมู่ไม้รัง และหมู่ไม้พะยอม (หมู่ไม้ที่ 1, 6, 7, และ 8 ตามลำดับ) เป็นหมู่ไม้สำคัญที่พบกระจายขึ้นอยู่ทั่วไปภายใต้ป่าเต็งรัง (deciduous dipterocarp forest) มีพรรณไม้เด่นระดับเรือนยอดในวงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) ที่ผลัดใบคือ กราด (*Dipterocarpus intricatus*) เต็ง (*Shorea obtusa)* และรัง (*Shorea siamensis)* หมู่ไม้ที่ 3 และหมู่ไม้ที่ 4 (หมู่ไม้มะค่าโมง และหมู่ไม้แดง) เป็นหมู่ไม้เด่นในป่าผสมผลัดใบ (mixed deciduous forest) ส่วนหมู่ไม้ที่ 2 และ 5 เป็นหมู่ไม้ที่พบขึ้นในป่าดิบแล้งแต่แตกต่างกันตามลักษณะภูมิประเทศคือ หมู่ไม้ที่ 2 (ยางนา) พบกระจายอยู่บริเวณริมห้วย มียางนา (*Dipterocarpus alatus)* ต้นขนาดใหญ่กระจายอยู่ในพื้นที่ พบที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 350 เมตร (ธวัชชัย, 2542; สง่า และอรรถ, 2510) ในขณะที่หมู่ไม้ที่ 5 (ตะเคียนหิน) กระจายอยู่บริเวณสันเขาตั้งแต่ระดับความสูง 400 - 500 เมตร จากระดับน้ำทะเล

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมและการปรากฏของหมู่ไม้

ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับหมู่ไม้ ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ canonical correspondence analysis (CCA) เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับแกน 1 (Axis1) เนื่องจากถือว่าเป็นแกนที่

แสดงออกถึงความสำคัญหรืออิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมต่อการปรากฏของหมู่ไม้มากที่สุด พบว่าปัจจัยแวดล้อมมีระดับความสำคัญแตกต่างกันไป โดยระดับความสูงของพื้นที่ (elevation) เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดการปรากฏของไม้สูงที่สุด แต่เป็นความสัมพันธ์เชิงลบกับ แกนที่ 1 (r = -0.87) เช่นเดียวกับปัจจัยเนื้อดินในส่วนของเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว (r = -0.46) ในขณะที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (soil pH) และเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินทราย (percent of sand) เป็นไปปัจจัยสำคัญรองลงมาแต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับแกนที่ 1 (r = 0.46 และ 0.44 ตามลำดับ) ซึ่งเป็นไปในทิศทางตรงข้ามกับความสูงของพื้นที่ สำหรับเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายแป้ง (percent of silt) มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับแกนที่ 1 (r = -0.35) ความผันแปรของปัจจัยแวดล้อมดังกล่าวทำให้สามารถจัดลำดับของหมู่ไม้ตามปัจจัยกำหนดออกได้เป็น 4 กลุ่ม (ภาพที่ 2) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มหมู่ไม้ที่ถูกกำหนดโดยความสูงของพื้นที่ และเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว (แปลงตัวอย่างที่ 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 31, 32, 33, 46, 47 และแปลงตัวอย่างที่ 48) พบกระจายบนสันเขาความสูงตั้งแต่ 380 - 550 เมตร จากระดับน้ำทะเล ส่วนใหญ่เป็นหมู่ไม้ป่าเต็งรังในพื้นที่สูง และป่าดิบแล้งบนสันเขา

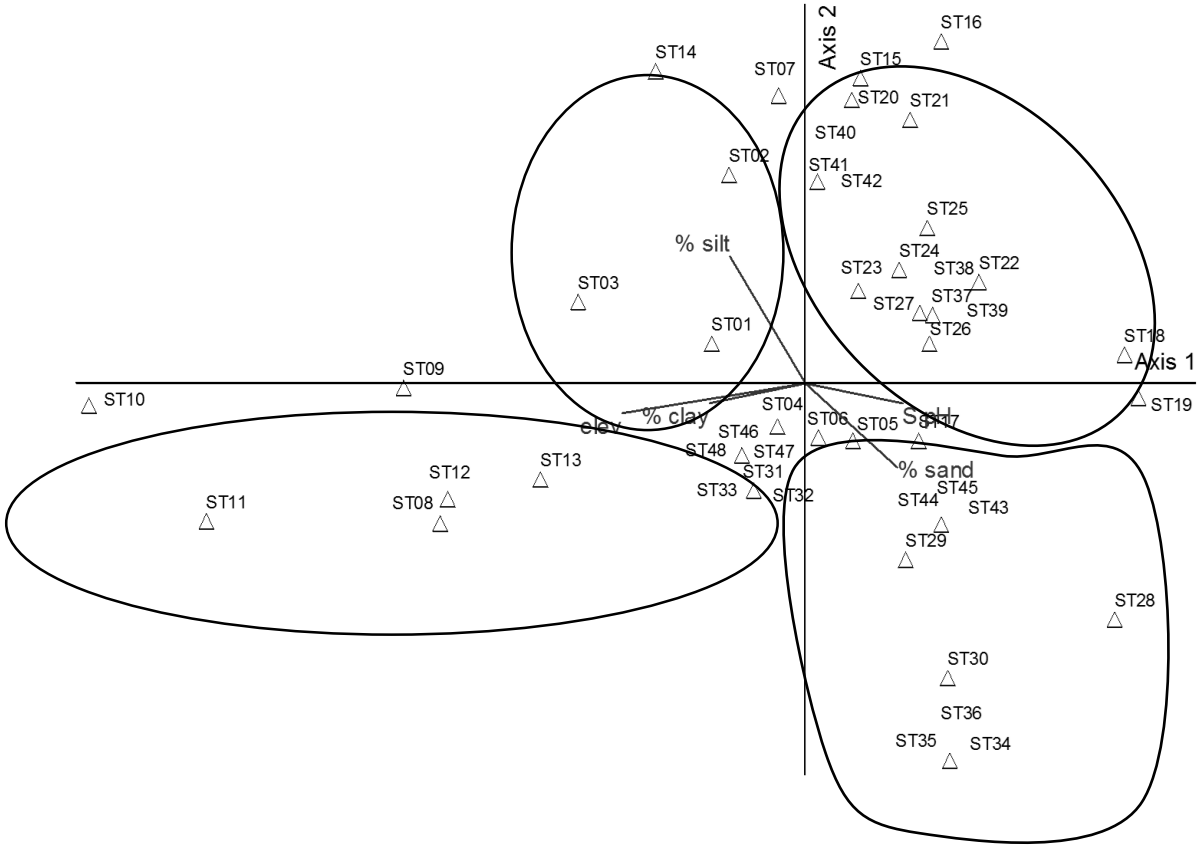
กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มหมู่ไม้ที่มีเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายแป้งเป็นปัจจัยแวดล้อมหลักต่อการการปรากฏของหมู่ไม้ในกลุ่มนี้ (แปลงตัวอย่างที่ 1, 2, 3, 7 และแปลงตัวที่ 14) โดยอนุภาคทรายแป้งอยู่ในระดับสูง (16 - 28 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มหมู่ไม้ในป่าเต็งรังในที่ราบ

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มหมู่ไม้ที่ได้อิทธิพลจากความสูงของพื้นที่ (แปลงตัวอย่างที่ 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 37, 38, 39, 40, 41 และแปลงตัวที่ 42) พบกระจายบริเวณพื้นที่ต่ำบริเวณริมห้วยความสูงตั้งแต่ 270 - 350 เมตร จากระดับน้ำทะเล ส่วนใหญ่เป็นหมู่ไม้ในป่าดิบแล้ง หรือป่าผสมผลัดใบบริเวณริมห้วย

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มหมู่ไม้ที่พบกระจายภายใต้อิทธิพลของปัจจัยเปอร์เซ็นต์อนุภาคทราย และค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นปัจจัยจำกัด ประกอบด้วยแปลงตัวอย่างจำนวน 13 หมู่ (5, 6, 17, 19, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 43, 44 และแปลงตัวอย่างที่ 45) เนื้อดินส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์ทรายค่อนข้างสูง (60 - 85 เปอร์เซ็นต์) ค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 5 - 6 ส่วนใหญ่เป็นหมู่ไม้ในป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบในพื้นที่ที่เคยผ่านการรบกวน

ผลการศึกษาการจัดลำดับหมู่ไม้ สามารถระบุได้ว่า กลุ่มหมู่ไม้ที่ 1 เป็นกลุ่มหมู่ไม้ที่สัมพันธ์กับสูงจากระดับน้ำทะเล ประกอบด้วยป่าเต็งรังที่มีเต็ง เป็นไม้เด่น ซึ่งเต็งสามารถพบกระจายทั่วไปในป่าเต็งรัง และมักปรากฏเป็นพันธุ์ไม้เด่นอยู่พื้นที่สูง ที่ระดับความสูงมากกว่า 900 เมตรจากระดับน้ำทะเล (วิชญ์ภาส, 2545; สุธีระ, 2557) และป่าดิบแล้งที่มีหมู่ไม้ตะเคียนหินเป็นไม้เด่น มักกระจายในพื้นที่ราบ โดยเฉพาะพื้นที่ราบสูงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีระดับความสูงระหว่างมากกว่า 300 เมตร จากระดับน้ำทะเล (Bum, 2010) ขณะที่หมู่ไม้ในกลุ่มที่ 2 ส่วนใหญ่เป็นหมู่ไม้ในป่าเต็งรังที่มีกราดเป็นไม้เด่น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ของดินทรายแป้ง ซึ่งกลุ่มหมู่ไม้กราดมักขึ้นอยู่ในพื้นที่ราบ และเป็นดินที่ค่อนข้างสมบูรณ์ที่สุดในพื้นที่ป่าเต็งรังทั่วไป (ขวัญใจ, 2556) ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นหมู่ไม้ในป่าดิบแล้งที่มียางนาเป็นพันธุ์ไม้เด่น และหมู่ไม้ในป่าผสมผลัดใบที่มีมะค่าโมง เป็นพันธุ์ไม้เด่น ซึ่งส่วนใหญ่พบอยู่บริเวณพื้นที่ที่ค่อนข้างราบใกล้ริมห้วย สอดคล้องกับการรายงานของ ธวัชชัย (2542) ที่ระบุว่าการปรากฏของไม้ยางนามักขึ้นเป็นกลุ่มบริเวณที่ราบลุ่มตามฝั่งแม่น้ำ และกลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยหมู่ไม้ในป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบในพื้นที่ที่เคยผ่านการรบกวน เช่น การมีไฟป่าเข้าพื้นที่ประจำ โดยเนื้อดินมีเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทรายสูง และมีความเป็นกรดอ่อน ซึ่งดินในป่าเต็งรังสะแกราชมักมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีสภาพเป็นกรด ถึง

กรดจัด ตลอดจนมักพบสังคมพืชป่าเต็งรัง และพรรณไม้บางชนิดของป่าผสมผลัดใบที่สามารถตั้งตัวขึ้นในพื้นที่ที่มีคุณสมบัติดินดังที่กล่าว เช่น ประดู่ป่า และแดง (พงศักดิ์ และคณะ, 2537; Sahunalu, 2010)



ภาพที่ 2 การจัดลำดับหมู่ไม้ตาม ปัจจัยกำหนดการปรากฏบริเวณเขตสงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

สรุป

การจัดจำแนกหมู่ไม้ในพื้นที่เขตสงวนชีวมณฑลสะแกราช (สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช และสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว) สามารถจำแนกได้ 8 หมู่ไม้ การกระจายตามชนิดป่าในพื้นที่ คือ ป่าเต็งรัง พบจำนวน 4 หมู่ไม้ คือ หมู่ไม้ยางกราด หมู่ไม้พะยอม หมู่ไม้เต็ง หมู่ไม้รัง ป่าผสมผลัดใบ พบ 2 หมู่ไม้ คือ หมู่ไม้แดง และหมู่ไม้มะค่าโมง ส่วนในป่าดิบแล้ง พบ 2 หมู่ไม้ คือ หมู่ไม้ตะเคียนหิน และหมู่ไม้ยางนา

ปัจจัยแวดล้อมมีผลต่อการปรากฏของหมู่ไม้ในพื้นที่แต่มีความแปรผันแตกต่างกันไป สามารถแบ่งกลุ่มหมู่ไม้ตามปัจจัยกำหนด ได้เป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มหมู่ไม้ที่ 1 มีระดับความสูงของพื้นที่และเนื้อดิน (เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว) เป็นปัจจัยกำหนดการปรากฏของหมู่ไม้ในกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่เป็นหมู่ไม้ตะเคียนหิน ที่พบกระจายในป่าดิบแล้งบนสันเขา กลุ่มหมู่ไม้ที่ 2 เป็นกลุ่มหมู่ไม้ในป่าเต็งรังที่มีเนื้อดิน (เปอร์เซ็นต์ทรายแป้ง) ปัจจัยกำหนด ขณะที่กลุ่มหมู่ไม้ที่ 3 เป็นกลุ่มหมู่ไม้ในป่าดิบแล้ง และป่าผสมผลัดใบที่มีปัจจัยความสูงของพื้นที่เป็นปัจจัยกำหนดมักพบกระจายอยู่ในพื้นที่ต่ำราบริมห้วย โดยเฉพาะหมู่ไม้ยางนา ส่วนกลุ่มหมู่ไม้ที่ 4 เป็นหมู่ไม้ในป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบ ที่อยู่ในพื้นที่ที่เคยผ่านการรบกวน

ดังนั้น การประยุกต์องค์ความรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของหมู่ไม้กับปัจจัยแวดล้อมในครั้งนี้ สามารถนำมาใช้เพื่อการคัดเลือกชนิดพืชที่เหมาะสมตามความต้องการทางนิเวศวิทยา (ecological niche) เพื่อใช้ใน

การฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรม เช่น ในพื้นที่ป่าดิบแล้งเสื่อมโทรมที่ยังคงมีความชื้นในดินสูงควรใช้ยางนาที่เป็นไม้ท้องถิ่นปลูกร่วมกับไม้โตเร็ว หรือใช้ไม้ประดู่ป่าและแดงเพื่อฟื้นฟูป่าผสมผลัดใบเสื่อมโทรม เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้าสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช และหัวหน้าสถานีวิจัย และฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ที่อำนวยความสะดวกสถานที่เก็บข้อมูล และสถานที่พัก ตลอดจนขอขอบคุณสมาชิกห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาป่าไม้ทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล และให้คำแนะนำเพื่อให้การดำเนินงานสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ขวัญใจ คำมงคล. 2556. **โครงสร้างป่าบุ่งป่าทาม ในลุ่มน้ำมูล.** ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ปฐพี. 2557. **คู่มือปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ทางดิน.** บริษัท ยูโอเพ่น จำกัด,กรุงเทพฯ.

ดอกรัก มารอด. 2549. **โครงสร้างป่า องค์ประกอบชนิดพรรณพืช และการกระจายของชนิดป่า ที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จ. นครราชสีมา.** รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2549, กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย สันติสุข. 2542. ยางนา. น. 209-213. *ใน* **ไม้ยางนาและไม้ในวงศ์ไม้ยาง เล่ม 3. นานาสาระเกี่ยวกับไม้วงศ์ยาง. รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่อง ไม้ยางนาและไม้ในวงศ์ไม้ยาง. 17-18 พฤศจิกายน 2542** ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพ, ปรีชา ธรรมานนท์ และ ชุบ เข็มนาค. **การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรังโดยวิธี discriminant analysis**. วารสารวนศาสตร์ ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 หน้า 98 – 113. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พายัพ กำเนิดรัตน์. 2514. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิชญ์ภาส สังพาลี. 2545. **ลักษณะนิเวศวิทยาบางประการของสังคมพืชป่าผลัดใบตามการเปลี่ยนแปลงความสูงจากระดับน้ำทะเลในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. 2560. **สภาพทั่วไป.** สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. แหล่งที่มา:http://sakaeratsers.weebly.com/362636163634361436073633365636233652361l.html, 30 สิงหาคม 2560.

สง่า สรรพศรี. 2509. **นิเวศวิทยาป่าไม้.** ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สรายุทธ บุณยะเวชชีวิน. 2527. **รูปแบบสังคมพืชป่าดิบแล้งที่สะแกราช จังหวัดนครราชสีมา.** งานนิเวศวิทยาป่าไม้ ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

อุทิศ กุฏอินทร์. 2542. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

McCune, B. and M.J. Medfford, 2011. **PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data**: Version 6.08 for Windows. Gleneden Beach, Oregon, USA.

ลักษณะกลุ่มเซลล์ผิวใบของพืชวงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) บางสกุลในประเทศไทย

Foliar Epidermal Features of Anacardiaceae in Thailand

วิชาญ เอียดทอง[1*] กิตติกา คงกล่อม[1] และ กุศล ตั้งใจพิทักษ์[1]

Wichan Eiadthong[1*], Kittikar Kongklom[1] and Kusol Tangjaipitak[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **fforwce@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะเซลล์ผิวใบที่ประกอบด้วยส่วนของลักษณะไตรโคม ตำแหน่งปากใบ ชนิดปากใบ ขนาดปากใบ ความหนาแน่นของปากใบ และค่าดัชนีปากใบ ที่เป็นลักษณะจำเพาะและผันแปรภายในระดับสกุลของพรรณไม้วงศ์มะม่วงในประเทศไทย 14 สกุล (จำนวน 22 ชนิด) มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการจำแนกทางอนุกรมวิธาน ผลการศึกษาพบว่าพรรณไม้วงศ์มะม่วงสามารถจำแนกลักษณะไตรโคมได้ 6 แบบ ตำแหน่งปากใบส่วนใหญ่เป็นแบบ hypostomatous มีสกุล *Choerospondias* เพียงสกุลเดียวเป็นแบบ amphistomatous ชนิดปากใบมี 5 รูปแบบด้วยกัน คือ 1) แบบ anomocytic ประกอบด้วย 4 สกุล คือ สกุล *Rhus Toxicodendron Buchanania* และ *Spondias* 2) แบบ paracytic ประกอบด้วย 3 สกุล คือ สกุล *Dracontomelum Anacardium* และ *Schinus* 3) แบบ cyclocytic ประกอบด้วย 2 สกุล คือ สกุล *Lannea* และ *Gluta* 4) แบบ staurocytic ประกอบด้วย 1 สกุล คือ สกุล *Mangifera* และ 5) แบบ pericytic ประกอบด้วย 4 สกุล คือ สกุล *Bouea Semecarpus Holigarna* และ *Choerospondias* ส่วนลักษณะของขนาดปากใบ ความหนาแน่นของปากใบ และค่าดัชนีปากใบ มีความผันแปรสูงเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมและช่วงอายุ สำหรับสกุลมีขนาดปากใบเฉลี่ยใหญ่ที่สุดคือ สกุล *Rhus* และสกุลที่มีขนาดปากใบเฉลี่ยเล็กที่สุดคือ สกุล *Bouea* จากผลการศึกษาครั้งนี้ลักษณะสัณฐานของเนื้อเยื่อชั้นผิวใบพรรณไม้วงศ์มะม่วงสามารถนำมาใช้ในการจำแนกทางอนุกรมวิธานในระดับสกุล

คำสำคัญ: ลักษณะกลุ่มเซลล์ผิวใบ ปากใบ พรรณไม้วงศ์มะม่วง อนุกรมวิธาน

ABSTRACT

This study of leaf epidermal features including trichome characteristic, stomatal cell position, stomatal complex type (SCT), stomatal size (SS), stomatal density (SD) and stomatal index (SI) which are unique within the 14 genera (22 species) of family Anacardiaceae in Thailand was carried out in order to elucidate the taxonomy and systematics of plants in this family. The study revealed that there were six types of trichome among the 14 genera of Anacardiaceae. For stomatal cell position, most of the genera are hypostomatous. Only *Choerospondias* had amphistomatous leaves. In addition, there were five stomatal complex types in this family 1) anomocytic found in 4 genera such as *Rhus*, *Toxicodendron Buchanania* and *Spondias*; 2) paracytic recorded in 3 genera *namely Dracontomelum, Anacardium* and *Schinus*; 3) cyclocytic

reported in 2 genera *such as Lannea and Gluta* 4) staurocytic observed in genus *Mangifera*; and 5) pericytic found in 4 genera namely *Bouea*, *Semecarpus, Holigarna* and *Choerospondias*. Furthermore, our study suggested high variation of SS, SD and SI whihc could be due to influences from environmental factors and plant ages. Plants in genus *Rhus* had the largest average stomatal size while genus *Bouea* had the smallest average stomatal size. Thus, the results of this study confirmed that leaf epidermal features can be used for genus classification of plants in family Anacardiaceae.

Keywords: Leaf epidermal features, stomatal complex type, Anacardiaceae, Taxonomy

คำนำ

พรรณไม้วงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) มีกระจายพันธุ์ทั่วไปในเขตร้อน ส่วนใหญ่พบในป่าดงดิบ ทั่วโลกมีประมาณ 77 สกุล 701 ชนิด (The Plant List, 2018) ในประเทศไทยพบ 18 สกุล 65 ชนิด (Chayamarit, 2010) ต่อมาผนวกเพิ่มสกุล *Schinus* และ *Toxicodendron* รวมเป็น 20 สกุล 67 ชนิด ส่วนใหญ่มีวิสัยเป็นไม้ต้น มีน้ำยาง และเมื่อน้ำยางสัมผัสอากาศจะเปลี่ยนเป็นสีดำ หรือน้ำตาล ใบมีทั้งใบเดี่ยวและใบประกอบ เรียงเวียนและ/หรือสลับ หรือตรงข้ามแค่เพียงสกุล *Bouea* เท่านั้น ขอบใบเรียบ เส้นใบออกจากสองข้างของเส้นกลางใบแบบขนนก ไม่มีหูใบ ดอกมีขนาดเล็ก ออกเป็นช่อแยกแขนงตามปลายกิ่ง ผลพบทั้งชนิดสดที่มีเนื้อเยื่ออ่อนนุ่มหุ้มเมล็ด และชนิดผลแห้งมีปีกที่พัฒนามาจากกลีบเลี้ยง และผลแห้งเปลือกผลแข็ง เนื้อไม้ของพืชวงศ์นี้ใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้ดี บางชนิดผลกินได้ ได้แก่ มะม่วงหิมพานต์ (*Anacardium occidentale* L.) (Pell, 2004) มะยงชิด (*Bouea oppositifolia* (Roxb.) Meisn.) มะกอกป่า (*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz) มะม่วง (*Mangifera indica* L.) และเป็นอาหารของสัตว์ป่า น้ำยางของทุกสกุลก่อให้เกิดอาการระคายเคืองที่ผิวหนัง และน้ำยางของบางสกุลใช้ทำเครื่องเขิน ได้แก่ สกุล *Gluta* และ *Toxicodendron*

การจำแนกพืชดอกโดยทั่วไปในระดับสกุลของมักจะใช้ลักษณะทางสัณฐานของโครงสร้างดอกเป็นลักษณะสำคัญในการจำแนกและยังพบว่า ในบางสกุลมีลักษณะทางสัณฐานของใบและดอกคล้ายคลึงกันกันมาก อาทิเช่น สกุล *Mangifera* และ สกุล *Buchanania* ต่างกันที่ลักษณะของเกสรเพศผู้และขนาดผล สกุล *Mangifera* มีจำนวนเกสรเพศผู้เท่ากับกลีบดอก แต่มีเพียง 1 - 2 อันเท่านั้นที่สมบูรณ์ ผลโตกว่า 1 เซนติเมตรขึ้นไป ส่วนสกุล *Buchanania* มีจำนวนเกสรเพศผู้เป็นสองเท่าของกลีบดอก ผลเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1 เซนติเมตร จึงยากที่จะแยกพืชแต่ละสกุลออกจากกันเมื่อพืชทั้งสองสกุลไม่มีดอกและผล ดังนั้นเพื่อช่วยให้การจำแนกในระดับสกุลในวงศ์นี้มีความถูกต้องมากขึ้น จึงควรพิจารณาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ร่วมในการตรวจสอบ โดยเฉพาะลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของใบ สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการจัดจำแนกได้

ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของใบ มีหลายลักษณะที่ควรนำมาพิจารณา เช่น การศึกษากายวิภาคศาสตร์แผ่นใบเพื่อดูความแตกต่างของชั้นเอพิเดอร์มิส (epidermis) และชั้นมีโซฟิล (mesophyll) นอกจากนี้ยังมีการศึกษากายวิภาคศาสตร์เซลล์ผิวใบ เพื่อดูความแตกต่างของเซลล์ผิวใบ ปากใบ และขน หรือ ไตรโคม (trichome) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พยายามใช้ลักษณะของเซลล์ผิวใบมาเป็นลักษณะในการจำแนก เช่น การศึกษาของพรรณไม้วงศ์กระดังงาในประเทศไทยของ อนิษฐาน และวิโรจน์ (2557) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูล

เพิ่มเติมในส่วนลักษณะเซลล์ผิวใบอาจสามารถนำมาจัดทำรูปวิธานเพื่อใช้ในการจัดจำแนกในระดับสกุลของพืชวงศ์นี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บตัวอย่างใบพรรณไม้ภาคสนาม

1.1 เก็บตัวอย่างใบสดและ/ หรือใบแห้งพรรณไม้วงศ์มะม่วง ได้แก่สกุล *Anacardium* (1ชนิด) *Buchanania* (2 ชนิด) *Bouea* (1ชนิด) *Choerospondias* (1ชนิด) *Dracontomelum* (1ชนิด) *Gluta* (2 ชนิด) *Holigarna* (2 ชนิด) *Lannea* (1ชนิด) *Mangifera* (5 ชนิด) *Rhus* (1 ชนิด) *Schinus* (1 ชนิด) *Semecarpus* (1 ชนิด) *Spondias* (2 ชนิด) และ *Toxiodendron* (1 ชนิด) รวมทั้งสิ้น 14 สกุล 22 ชนิด

2. การจัดเตรียมตัวอย่างสไลด์ชั่วคราวในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธีการลอกผิวใบโดยการต้มสารละลายกรดอะซีติกผสมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

2.1 นำตัวอย่างใบที่ได้มาตัดให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 5 × 5 มิลลิเมตร

2.2 นำชิ้นส่วนใบที่ตัดไว้ใส่หลอดทดลองขนาดกลาง แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในสารละลายกรดอะซีติกผสมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (acetic acid : hydrogenperoxide 30%) ที่มีอัตราส่วนผสม 1:1 โดยปริมาตร นาน 30 นาที จนชั้นผิวแผ่นใบหลุดล่อนออกจากกัน

2.3 เทสารละลายกรดในหลอดทดลองทิ้ง ทำการล้างชิ้นตัวอย่างใบด้วยน้ำสะอาด 3-5 ครั้ง

2.4 นำชิ้นตัวอย่างใบแช่น้ำสะอาดไว้ประมาณ 2 วัน และมีการเปลี่ยนน้ำบ่อยๆ เพื่อล้างสารเคมีที่ติดค้าง ทำให้ผิวใบหลุดล่อนออกจากเนื้อใบและไฟเบอร์ได้ง่ายขึ้น

2.5 นำตัวอย่างเนื้อเยื่อชั้นผิวใบที่ได้ไปการย้อมสีเซลล์ผิวใบ ด้วยสารละลาย safranin 2% ทิ้งไว้ประมาณ 2 – 3 นาที จึงนำไปล้างในน้ำสะอาด หยดสารละลาย glycerol 1 หยด นำแผ่นสไลด์ตัวอย่างใบทาด้วยน้ำยาเล็บสีใสทารอบๆ ขอบกระจกปิดสไลด์เพื่อทำเป็นสไลด์กึ่งถาวร พร้อมระบุชนิดตัวอย่างและแหล่งที่มา รอจนแห้งแล้วนำไปศึกษาต่อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ต่อไป

3. การศึกษาลักษณะเซลล์ผิวใบภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3.1 นำสไลด์ชั่วคราวที่ได้มาศึกษาลักษณะของเซลล์ผิวใบและรูปแบบปากใบผ่านกล้องจุลทรรศน์ compound microscope รุ่น Axioskop 40

3.1.1 นับจำนวนปากใบของพรรณไม้วงศ์มะม่วงแต่ละตัวอย่างทั้งสองด้าน (หลังใบและท้องใบ) เพื่อนำไปหาความหนาแน่นต่อพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตรด้วยกำลังขยาย 5X โดยใช้เทคนิคสุ่มวัดและนับจำนวนปากใบ 3 ซ้ำต่อหนึ่งตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย Stomata density (SD) และค่าเฉลี่ย Stomata index (SI)

3.1.2 วัดขนาดปากใบของตัวอย่างพรรณไม้วงศ์มะม่วงแต่ละตัวอย่างทั้งสองด้าน ด้วยกำลังขยาย 40X แต่ละตัวอย่างทำการวัดจำนวน 10 เซลล์

3.2 ถ่ายภาพโดยใช้กล้อง Cannon รุ่น 60 D ต่อกับกล้องจุลทรรศน์ compound microscope โดยถ่ายรูปที่กำลังขยาย 10X, 20X และ 40X

4. การคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 คำนวณหาค่า stomata index (SI) (Cutter, 1978) ต่อพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตรของพรรณไม้แต่ละตัวอย่างจากการตรวจนับโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ compound microscope รุ่น Axioskop 40 ที่กำลังขยาย 5X

$$\text{Stomatal index} = \frac{S}{S+E} \times 100$$

โดยที่ S = จำนวนปากใบที่นับได้ในพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร

E = จำนวนเซลล์ผิวใบที่นับได้ในพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณค่า Stomatal index, Stomatal density ขนาดของปากใบเฉลี่ย อธิบายลักษณะชนิดของกลุ่มเซลล์ปากใบ (stomatal complex type) และลักษณะสัณฐานของเซลล์ผิวใบ ปากใบ และไตรโคมทั้งด้านบน และด้านล่างใบ ที่พบในพรรณไม้วงศ์มะม่วงแต่ละตัวอย่าง

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะเซลล์ผิวใบ

ลักษณะเซลล์ผิวใบทั้งด้านบนและด้านล่างใบของตัวอย่างพืชวงศ์มะม่วงที่ศึกษาพบ 3 แบบคือ 1) แบบรูปร่างหลายเหลี่ยม ผนังบางหยักถี่ (polygonal with thin sinuous cell wall) (Figure 1A) ซึ่งเป็นลักษณะที่พบส่วนใหญ่พืชวงศ์นี้ยกเว้นบางสกุล 2) แบบรูปร่างเหลี่ยมมน ผนังหยักคล้ายจิ๊กซอว์ (polygonal with jigsaw -like cell wall) (Figure 1B) พบในสกุล *Mangifera* และ 3) รูปร่างหลายเหลี่ยม ผนังหนาตรง (polygonal with thick straight cell wall) (Figure 1C) พบในสกุล *Buchanania Spondias* และ *Toxiodendron* (Table 1)

พรรณไม้วงศ์มะม่วงส่วนใหญ่มีผนังเซลล์ผิวใบเหมือนกันทั้งสองด้าน ยกเว้นในบางสกุลที่มีผนังเซลล์ผิวใบด้านบนและด้านล่างแตกต่างกัน ได้แก่ สกุล *Schinus* มีผนังเซลล์ผิวใบด้านบนรูปร่างเหลี่ยมมน ผนังหยักคล้ายจิ๊กซอว์ แต่ด้านล่างมีรูปร่างหลายเหลี่ยม ผนังหนาตรง สกุล *Choerospondias Lannea* และ *Rhus* มีเซลล์ผิวใบด้านบนมีรูปร่างหลายเหลี่ยม ผนังหนาตรง แต่ด้านล่างมีรูปร่างหลายเหลี่ยม ผนังบางหยักถี่ ขณะที่สกุล *HoligarnaMangifera* และ *Semecarpus* มีเซลล์ผิวใบด้านบนรูปร่างเหลี่ยมมน ผนังหยักคล้ายจิ๊กซอว์ ส่วนด้านล่างรูปร่างหลายเหลี่ยม ผนังบางหยักถี่

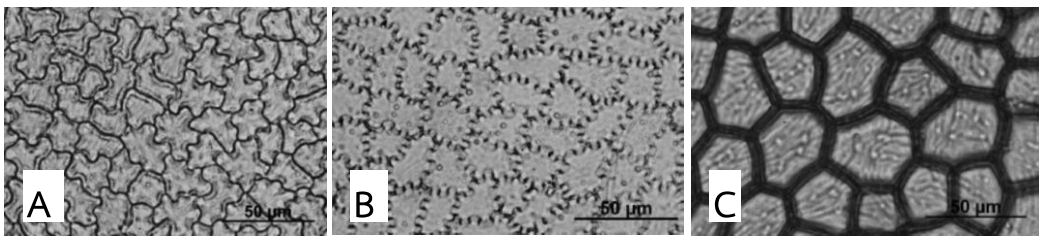


Figure 1 Leaf epidermal cells of some genera of Thai Anacardiaceae; (A) polygonal with thin sinuous cell wall, (B) polygonal with jigsaw -like cell wall and (C) polygonal with thick straight cell wall.

2. ลักษณะไตรโคม

พรรณไม้วงศ์มะม่วงที่ศึกษาส่วนใหญ่พบไตรโคมทั้งด้านบนและด้านล่างของผิวใบ ยกเว้นในสกุล *Choerospondias* และ *Spondias* ที่พบเฉพาะในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน แสะในสกุล *Bouea Buchanania* และ *Semecarpus* ที่พบเฉพาะในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง ลักษณะไตรโคมที่พบมี 6 แบบคือ 1) ขนหลายเซลล์ (multicellular hair) พบผิวใบด้านบนและด้านล่างของสกุล *Buchanania Gluta* และ *Lannea* (Figure 2a) 2) ขนหลายเซลล์รูปดาว (multicellular hair with stellate) พบในเนื้อเยื่อผิวใบด้านบนของสกุล *Lannea* (Figure 2b) 3) ขนเซลล์เดียว (unicellular hair) พบในสกุล *Choerospondias Holigarna Rhus Spondias* และ *Toxicodendron* โดยพบทั้งสองด้านของแผ่นใบ ขณะที่สกุล *Schinus* และสกุล *Semecarpus* พบขนเซลล์เดียวที่ผิวใบด้านล่างเท่านั้น (Figure 2c) 4) ขนเซลล์เดียวรูปทรงกระบอง (claviform unicellular hair) พบบนผิวใบด้านบนของสกุล *Choerospondias* และผิวใบด้านล่างของสกุล *Schinus* (Figure 2d) 5) ขนต่อม (glandular hair) ซึ่งมีทั้งมีก้าน (with stalk) และไม่มีก้าน (without stalk) พบบนผิวใบด้านบนและด้านล่างของสกุล *Anacardium Dracontomelum Gluta Mangifera* ซึ่งเป็นแบบขนต่อมไม่มีก้าน (Figure 2e) พืชในสกุล *Schinus* สกุล *Rhus* และ *Spondias* พบเป็นแบบขนต่อมมีก้าน (Figure 2f) และ 6) ปุ่มเล็ก (papillae) พบบนผิวใบด้านล่างของสกุล *Holigarna Semecarpus* (Figure 2h) และ *Rhus* อีกทั้งในสกุล *Rhus* พบมีขนขึ้นปกคลุมปุ่มเล็กด้วย (Figure 2g) (Table 1)

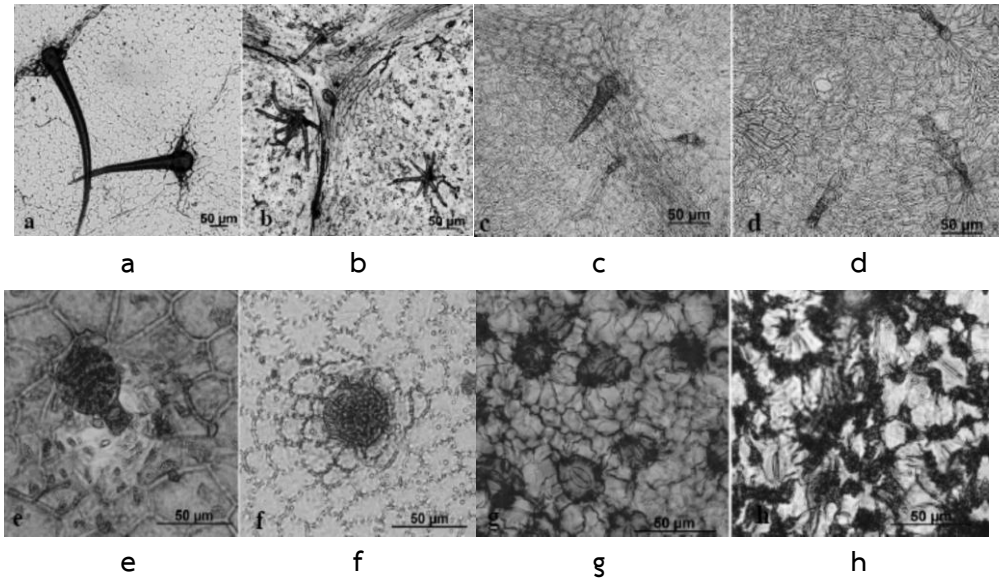


Figure 2 General characteristics of trichome present of some Thai Anacardiaceae species examined in this study; a) multicellular hair, b) multicellular hair with stellate, c) unicellular hair, d) claviform unicellular hair, e) glandular hair with stalk, f) glandular hair without stalk, g) papillae and h) papillae with multicellular hair.

3. ตำแหน่งปากใบ

พรรณไม้วงศ์มะม่วงทุกสกุลที่ทำการศึกษามีปากใบอยู่ทางด้านท้องใบ (hypostomatous) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Thakur และ Patil (2014) ที่ศึกษาโครงสร้างผิวใบ ในพืช 17 ชนิดจาก 17 สกุลของวงศ์ Euphorbiaceae การศึกษาครั้งนี้กลับพบเพิ่มเติมว่าตำแหน่งปากใบของสกุล *Choerospondias* มีปากใบทั้ง 2 ด้าน คือ ด้านท้องใบและด้านหลังใบ (amphistomatous) เช่นเดียวกับการศึกษากายวิภาคเนื้อเยื่อชั้นผิวใบพืชวงศ์ลั่นทม (Apocynaceae) ในประเทศไทย จำนวน 23 สกุล 32 ชนิด ของวิโรจน์ และ อนิษฐาน (2558) พบว่ามีพืชจำนวน 10 ชนิด ที่พบปากใบในเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน (Table 1)

4. ชนิดปากใบ

ชนิดปากใบของพรรณไม้วงศ์มะม่วงที่นำมาศึกษาที่พบเซลล์ผิวใบด้านท้องใบสามารถจำแนก 5 แบบคือ

1) anomocytic เป็นแบบที่ปากใบที่ไม่มีเซลล์เสริม พบในสกุล *Rhus Buchanania Toxicodendron* และ *Spondias* ชนิดปากใบสกุล *Spondias* ให้ผลตรงกับการศึกษาของ Ghazalli and Latiff (2014) (Figure 3a)

2) paracytic เป็นแบบที่ปากใบที่มีเซลล์เสริมจำนวนหนึ่งเซลล์หรือมากกว่า เรียงขนานไปกับความยาวของเซลล์คุม และช่องเปิดปากใบ พบในสกุล *Dracontomelum Anacardium* และ *Schinus* (Figure 3b)

3) cyclocytic เป็นแบบที่ปากใบที่มีเซลล์เสริมมากกว่าหรือเท่ากับ 4 เซลล์ล้อมรอบเซลล์คุม พบในสกุล *Lannea Mangifera* (*M. foetida*) และ *Gluta* กรณีของสกุล *Gluta* ให้ผลตรงกับการศึกษาของ พิสมัย (2557) และ Wilkinson (1983) (Figure 3c)

4) staurocytic เป็นแบบที่ปากใบที่มีเซลล์เสริมล้อมรอบเซลล์คุม 3-5 เซลล์ พบในสกุล *Mangifera* ให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Ghazalli and Latiff (2014) ที่พบว่า พรรณไม้สกุล *Mangifera* มีปากใบแบบ anomocytic, anisocytic และ staurocytic (Figure 3d)

5) pericytic เป็นแบบที่ปากใบที่มีเซลล์เสริม 1 เซลล์ล้อมรอบเซลล์คุม พบในสกุล *Bouea* ให้ผลการศึกษาต่างจากการศึกษาของ Ghazalli and Latiff (2014) ที่พบว่าพรรณไม้สกุล *Bouea* มีปากใบเป็นแบบ diacytic นอกจากนี้ยังพบในสกุล *Semecarpus Holigarna* และ *Choerospondias* โดยที่สกุล *Choerospondias* พบปากใบแบบนี้ทั้งสองด้านของผิวใบ (Figure 3e) (Table 1)

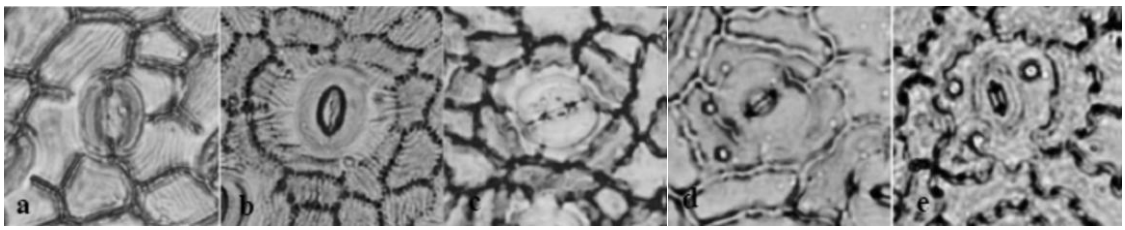


Figure 3 stomatal complex type of some Thai Anacardiaceae species examined in this study; a) anomocytic, b) paracytic, c) cyclocytic, d) staurocytic and e) pericytic

5. ขนาดของปากใบ

ผลการศึกษาพบว่าพรรณไม้สกุล *Rhus* สมาชิกวงศ์มะม่วงมีขนาดปากใบเฉลี่ย (จากทั้งหมด 22 ชนิด) มีขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ที่ 20.10 x 26.79 ไมโครเมตร รองลงมาคือ สกุล *Schinus* 19.02 x 25.42 ไมโครเมตร สกุล *Toxicodendron* 19.32 x 24.13 ไมโครเมตร สกุล *Gluta* 21.04 x 21.77 ไมโครเมตร สกุล *Lannea* 17.42 x 24.11 ไมโครเมตร สกุล *Mangifera* 21.99 x 19.10 ไมโครเมตร สกุล *Buchanania* 17.84 x 21.54 ไมโครเมตร สกุล *Anacardium* 17.50 x 20.37 ไมโครเมตร สกุล *Dracontomelum* 17.31 x 18.30 ไมโครเมตร สกุล *Semecarpus* 16.16 x 19.00 ไมโครเมตร สกุล *Choerospondias* 13.14 x 22.95 ไมโครเมตร สกุล *Holigarna* 13.92 x 18.27 ไมโครเมตร สกุล *Spondias* 15.24 x 16.47 ไมโครเมตร และสกุล *Bouea* เป็นสกุลที่มีขนาดปากใบเฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 10.90 x 13.72 ไมโครเมตร ซึ่งขนาดปากใบเฉลี่ยของพืชมีความผันแปรเป็นอย่างมาก เนื่องจากได้รับอิทธิพลของตัวแปรของปัจจัยสิ่งแวดล้อม(Yang *et al*., 2014) (Table 2)

6. ความหนาแน่นของปากใบ

การนับจำนวนปากใบที่พบต่อพื้นที่ผิวใบ 1 ตารางมิลลิเมตร ของตัวอย่างพรรณไม้วงศ์มะม่วงแต่ละสกุล พบว่า สกุลที่มีความหนาแน่นของปากใบเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ สกุล *Spondias* เท่ากับ 742.33 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร รองลงมาคือ สกุล *Holigarna* 600 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร สกุล *Buchanania* 573.67 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร สกุล *Gluta* 537 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร สกุล *Mangifera* 492.13 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร สกุล *Schinus* 481.33 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร สกุล *Choerospondias* 480.33 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร สกุล *Bouea* 472.33 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร สกุล *Anacardium* 430 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร สกุล *Dracontomelum* 417.33 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร สกุลรักแกนมอ 409 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร สกุล *Semecarpus* 390 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร สกุล *Lannea* 332 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร และสกุล *Rhus* มีความหนาแน่นของปากใบเฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ 191.67 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ความหนาแน่นของปากใบที่ได้มีผลจากขนาดปากใบ โดยถ้าปากใบมีขนาดใหญ่ ความหนาแน่นของปากใบลดลง (Wongpiyasatid *et al*., 2005) และพืชชนิดเดียวกันที่อายุใบต่างกันมีจำนวนปากใบไม่เท่ากัน (จำลอง, 2523) ดังนั้นจึงควรศึกษาพืชในแต่ละช่วงอายุของใบ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น

Table 1 Leaf epidermal features, trichome and stomatal complex type of some genera of Thai Anacardiaceae.

No.	Species	Leaf epidermal features [1]		Trichomes[2]		Stomata postion[3]	stomatal complex type		
							Stomata type[4]	Subordinary cell	
		Adaxial	Abaxial	Adaxial	Abaxial			Shape	No.
1	*Anacardium occidentale* L.	P&H	P&H	G	G	H	PA	P&T	2
2	*Bouea oppositifolia* (Roxb.) Adelb.	P&H	P&H	-	G	H	PE	P&H	1
3	*Buchanania cochinchinensis* (Lour.) M.R.Almeida	P&T	P&T	M	M	H	AM	-	0
4	*Buchanania siamensis* Miq.	P&T	P&T	M	M	H	AM	-	0
5	*Choerospondias axillaris* (Roxb.) B.L. Burtt & A.W. Hill	P&T	P&H	U, C	-	A	PE	P&H	1
6	*Dracontomelon dao* (Blanco) Merr. & Rolfe	P&H	P&H	G	G	H	PA	P&T	2
7	*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou	P&H	P&H	M, G	M, G	H	C	P&H	4 - 8
8	*Gluta laccifera* (Pierre) Ding Hou	P&H	P&H	M, G	M, G	H	C	P&H	4 - 7
9	*Holigarna albicans* Hook.f.	J&S	P&H	U, G	U	H	PE	P&T	1
10	*Holigarna helferi* Hook. f.	J&S	P&H	U	U	H	PE	P&T	1
11	*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr.	P&T	P&H	S, G	S, G	H	C	P&H	4 - 7
12	*Mangifera indica* L. 'Keaw Sawoey'	J&S	J &S	G	G	H	S	J&T	3 - 4
13	*Mangifera cochinchinensis* Engl.	J&S	J &S	G	G	H	S	J&S	3 - 4
14	*Mangifera foetida* Lour.	P&H	P&H	G	G	H	S	J&S	4 - 6

Table 1 (cont.)

No.	Species	Leaf epidermal features[1)]		Trichomes [2)]		Stomata postion[3)]	stomatal complex type		
							Stomata type[4)]	Subordinary cell	
		Adaxial	Abaxial	Adaxial	Abaxial			Shape	No.
15	*Mangifera caloneara* Kurz	J&S	P&H	G	G	H	C	J&S	3 - 4
16	*Mangifera macrocarpa* Blume	J&S	J&S	G	G	H	C	J&S	3 - 4
17	*Rhus chinensis* Mill.	P&T	P&H	U, G	U, G	H	AM	-	0
18	*Schinus terebinthifolia* Raddi	J&S	P&T	G	U, C	H	PA	P&T	2
19	*Semecarpus cochinchinensis* Engl.	J&S	P&H	-	U	H	PE	P&H	1
20	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	P&T	P&T	G	-	H	AM	-	0
21	*Spondias bipinnata* Airy Shaw & Forman	P&H	P&H	U, G	U, G	H	AM	-	0
22	*Toxiodendron succedanea* (L.) Moldenke	P&T	P&T	U	U	H	AM	-	0

Remark: [1)] Leaf epidermal features: J & S = polygonal with jigsaw -like cell wall, P&H = polygonal with thin sinuous cell wall, P&T = polygonal with thick straight cell wall.

[2)] Trichomes: U = unicellular hair, C = claviform unicellular hair, M = multicellular hair, S = multicellular hair with stellate, G = glandular hair, - = absent.

[3)] Stomata postion: H = hypostomatous, A= amphistomatous.

[4)] Stomata complex type: AM = anomocytic, C = cyclocytic, PA = paracytic, PE = Pericytic, S= Staurocytic

Table 2 Stomatal size (SS), stomatal density (SD) and stomatal index (SI) of some genera of Thai Anacardiaceae.

No.	Botanical name	Average SS[1)] of each species (µm)	Average SS[1)] of each genus (µm)	Average SD[2)] of species per 1 mm^2	Average SD[2)] of genus per 1 mm^2	SI[3)] of each species (%)	SI[3)] of each genus (SI) (%)
1	*Anacardium occidentale*	17.5 x 20.37	17.5 x 20.37	430	430	17.93	17.93
2	*Bouea oppositifolia*	10.90 x 13.72	10.90 x 13.72	472.33	472.33	13.81	13.81
3	*Buchanania cochinchinensis*	16.12 x 20.15	17.84 x 21.54	696.67	573.67	20.75	18.75
4	*Buchanania siamensis* Miq.	19.55 x 22.94		450.67		16.74	
5	*Choerospondias axillaris*	13.14 x 22.95	13.14 x 22.95	480.33	480.37	13.75	13.75
6	*Dracontomelon dao*	17.31 x 18.30	17.31 x 18.30	417.33	417.37	12.93	12.93
7	*Gluta usitata*	21.74 x 20.134	21.04 x 21.77	506.33	537	20.40	19.77
8	*Gluta laccifera*	20.34 x 23.41		567.67		19.15	
9	*Holigarna albicans*	14.99 x 17.26	13.92 x 18.27	854	600	24.18	20.55
10	*Holigarna helferi*	12.86 x 19.28		346		16.92	
11	*Lannea coromandelica*	17.42 x 24.11	17.42 x 24.11	332	332	15.92	15.92
12	*Mangifera indica* 'Khiew Sawoey'	20.35 x 17.53	21.99 x 19.10	567		23.10	
13	*Mangifera cochinchinensis*	22.27x 19.25		346	492.13	12.57	19.89
14	*Mangifera foetida*	22.01 x 19.82		525		19.40	
15	*Mangifera caloneara*	24.727 x 20.69		613.33		29.32	
16	*Mangifera macrocarpa*	20.592 x 18.20		409.33		15.05	

Table 2 (cont.)

No.	Botanical name	Average SS[1)] of each species (µm)	Average SS[1)] of each genus (µm)	Average SD [2)] of species per 1 mm^2	Average SD[2)] of genus per 1 mm^2	SI[3)] of each species (%)	SI[3)] of each genus (SI) (%)
17	*Rhus chinensis*	20.99 x 26.79	20.10 x 26.79	191.67	191.67	7.83	7.83
18	*Schinus terebinthifolia*	19.02 x 25.42	19.02 x 25.42	481.33	481.33	19.03	19.03
19	*Semecarpus cochinchinensis*	16.16 x 19.00	16.16 x 19.00	390	390	16.10	16.10
20	*Spondias pinnata*	19.04 x 18.44	15.24 x 16.47	742.33	742.33	27.05	27.05
21	*Spondias bipinnata*	11.43 x 14.49		742.33		27.05	
22	*Toxiodendron succedanea*	19.32 x 24.13	19.32 x 24.13	409	409	16.71	16.71

Remark: 1) SS = 1) Stomatal size, 2) SD = stomatal density and 3) SI = stomatal index

7. ค่าดัชนีปากใบ

สกุลของพรรณไม้วงศ์มะม่วงที่มีค่าดัชนีปากใบเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ สกุล *Spondias* มีค่าดัชนีปากใบเฉลี่ยอยู่ที่ 27.05% รองลงมาคือ สกุล *Holigarna* 20.55% สกุล *Mangifera* 19.89% สกุล *Gluta* 19.77% สกุล *Schinus* 19.03% สกุล *Buchanania* 18.75% สกุล *Anacardium* 17.93% สกุล *Toxicodendron* 16.71% สกุล *Semecarpus* 16.10% สกุล *Lannea* 15.92% สกุล *Bouea* 13.81% สกุล *Choerospondias* 13.75% สกุล *Dracontomelum* 12.93% และ *Rhus* มีค่าดัชนีปากใบเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 7.83% ขณะที่ จำลอง (2523) ระบุว่าพืชแต่ละชนิดมีค่าดัชนีปากใบไม่แตกต่างกันไปตามอายุของใบ แต่ผลการศึกษาครั้งนี้ข้อมูลเชิงปริมาณของเซลล์ผิวใบมีความผันแปรสูงตามช่วงอายุใบและการปรับตัวอันเนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม

8. ความสัมพันธ์ของชนิดปากใบกับการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานในระดับพรรณไม้วงศ์มะม่วง

การจำแนกตามระบบของ Engler (1892) ได้จำแนกพรรณไม้วงศ์มะม่วง ออกเป็น 5 เผ่า (Tribe) ประกอบด้วย Dobineeae, Mangifereae, Rhoideae, Semecarpeae และSpondieae ต่อมา Mitchell and Mori (1987) ได้เปลี่ยนชื่อ Mangifereae เป็นเผ่า Anacardieae ซึ่งตัวอย่างใช้ศึกษาในครั้งนี้พบว่าเผ่า Anacardieae ประกอบด้วย 5 สกุล *Anacardium Bouea Buchanania Gluta* และ *Mangifera* เผ่า Spondiadeae ประกอบด้วย 4 สกุล *Choerospondias Dracontomelum Lannea* และ*Spondias* เผ่า Semecarpeae ประกอบด้วย 2 สกุล *Semecarpus Holigarna* เผ่า Rhoeae ประกอบด้วย 3 สกุล *Schinus Rhus* และ *Toxicodendron* และไม่พบสมาชิกเผ่า Dobineeae ในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่าชนิดปากใบไม่มีความสัมพันธ์ต่อการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานในระดับเผ่า ในเผ่า Anacardieae พบชนิดปากใบทั้ง 5 แบบคือ anomocytic (*Buchanania*) paracytic (*Anacardium*) pericytic (*Bouea*) cyclocytic (*Gluta* และ *Mangifera*) และ staurocytic (*Mangifera*) เผ่า Spondiadeae พบชนิดปากใบ 4 แบบคือ paracytic (*Dracontomelon*) pericytic (*Choerospondias*) cyclocytic (*Lannea*) และ anomocytic (*Spondias*) เผ่า Semecarpeae พบชนิดปากใบเพียงแบบเดียวคือ pericytic (*Holigarna Semecarpus*) และเผ่า Rhoeae พบชนิดปากใบ 2 แบบคือ paracytic (*Rhus Toxicodendron*) และ anomocytic (*Schinus*)

สรุป

การศึกษาลักษณะสัณฐานของเนื้อเยื่อชั้นผิวใบพรรณไม้วงศ์มะม่วงพบว่า ชนิดปากใบของพรรณไม้วงศ์มะม่วงสามารถแบ่งออกได้ 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่1แบบ anomocytic ประกอบด้วย 4 สกุล คือ สกุล *Rhus Toxicodendron Buchanania* และ*Spondias* กลุ่มที่ 2 แบบ paracytic ประกอบด้วย 3 สกุล คือ สกุล *Dracontomelum Anacardium* และ *Schinus* กลุ่มที่ 3 แบบ cyclocytic ประกอบด้วย 2 สกุล คือ สกุล *Lannea* และ *Gluta* กลุ่มที่ 4แบบ staurocytic ประกอบด้วย 1 สกุล คือ สกุล *Mangifera* และกลุ่มที่ 5แบบ pericytic ประกอบด้วย 4 สกุล คือ สกุล *Bouea Semecarpus Holigarna* และ *Choerospondias* ในส่วนลักษณะเชิงปริมาณของขนาดปากใบ ความหนาแน่นของปากใบ และค่าดัชนีปากใบ ทั้งนี้ลักษณะดังกล่าวมีความผันแปรสูงเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมและช่วงอายุใบ ไม่สามารถนำมาใช้พิจารณาจำแนกในระดับสกุลได้ และพบว่าขนาดปากใบเฉลี่ยใหญ่ที่สุดคือ สกุล *Rhus* และขนาดปากใบเฉลี่ยเล็กที่สุดคือ สกุล *Bouea* ผล

การศึกษาครั้งชี้ให้เห็นว่าลักษณะสัณฐานของเนื้อเยื่อชั้นผิวใบพรรณไม้วงศ์มะม่วงสามารถนำใช้ในการจำแนกทางอนุกรมวิธานในระดับสกุลได้แต่ไม่มีความสัมพันธ์ต่อการจำแนกในระดับเผ่า

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จำลอง บุญศิริ. 2523. **การศึกษาปากใบ (Stomata) ของพืชน้ำบางชนิด.** ปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรต.

พิศมัย แม่นปืน. 2559. **ลักษณะสัณฐานของเซลล์ผิวใบและปากใบของพรรณไม้สกุลรักใหญ่ (*Gluta*).** ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิโรจน์ เกสรบัว และ อนิษฐาน ศรีนวล. 2558. การศึกษาเบื้องต้นทางเนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชวงศ์ลั่นทม (Apocynaceae) ในประเทศไทย. **วารสารพฤกษศาสตร์ไทย** 7(1): 1-15.

อนิษฐาน ศรีนวล และ วิโรจน์ เกษรบัว. 2557. กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบเนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชวงศ์กระดังงา (Annonaceae) บางชนิดในประเทศไทย. **วารสารพฤกษศาสตร์ไทย** 6(1): 27-42.

Chayamarit, K. 2010. Anacardiaceae. **Flora of Thailand**10 (3): 265-329.

Cutter, E.G. 1978. **Plant Anatomy Part I: Cells and Tissues**. 2nd edition. The English Language Book Societry and Edward Arnold (Publishers) Ltd., London.

Engler, A. 1892. Anacardiaceae, pp.138-178. In: Engler and Prantl (Eds.), **Die Natürlichen Pflanzenfamilien** III. Leipzig, Germany.

Ghazalli, M.N. and M.A. Latiff. 2014. Comparative leaves anatomical studies of *Bouea, Mangifera* and *Spondias* (Anacardiaceae) in Malaysia. **Journal of Life Science** 8(9): 758-767.

Mitchell, J.D. and S.A. Mori. 1987. The cashew and its relatives (Anacardium: Anacardiaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden** 42: 1-76.

Pell, S.K. 2004. Molecular Systematics of the Cashew Family (Anacardiaceae). **A Ph.D. thesis of Department of Biological Sciences, Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College**, USA. 208 p.

Thakur, H.A. and D.A. Patil. 2014. Foliar epidermal studies of plants in Euphorbiaceae. **Taiwania,** 59(1): 59–70.

The Plant List. 2018. **Anacardiaceae.** Available source: http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Anacardiaceae/, March 26, 2018.

Wilkinson, H.P. 1983. Leaf anatomy of Gluta (L.) Ding Hou (Anacardiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society** 86: 375-403.

Wongpiyasatid, A., P. Hormchan, K. Chusreeaeom and N. Ratanadilok. 2005. Stomatal size, stomatal frequency and pollen grain diameter as indirect method for identification of ploidy levels in cotton. **Kasetsart Journal (Natural Science)** 39: 552-559.

Yang, X., Y. Yang, C. Ji, T. Feng, Y. Shi, L.Lin, J. Ma and J.-S. He . 2014. Large-scale patterns of stomatal traits in Tibetan and Mongolian grassland species. **Basic and applied Ecology** 15(2): 122–132.

ความหลากหลาย และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ริมทาง จังหวัดตรัง-พัทลุง

Species Diversity and Carbon Storage in Biomass of Roadside Trees in Trang and Phatthalung Provinces

สุรินทร์ แข่งขัน[1*]

[1]ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[1]Silvicultural Research Division, Forest Research and Development Bureau, the Royal Forest Department

* Corresponding Author; E-mail: s.kangkun@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของพรรณไม้สองข้างทางที่ระยะ 0 - 100 ม. และ 101 - 500 ม. จากแนวถนนบริเวณเขาพับผ้า จ.ตรัง - พัทลุง ความยาวตลอดเส้นทาง 10.346 กม. โดยใช้แผนการทดลองแบบ Random Sampling ใช้แปลงวงกลมรัศมี 17.84 ม. จำนวนรวม 20 แปลง โดยวางเป็นแนวตั้งฉากกับแนวสองข้างถนนจำนวน 4 แปลง (ระยะ 0 - 100 ม. จำนวน 2 แปลง และ 101 - 500 ม. จำนวน 2 แปลง) พบว่า จำแนกชั้นเรือนยอดได้ 3 ชั้น ชนิดพรรณไม้ต้นที่ระยะ 0 - 100 ม. และ 101 - 500 ม. จำนวน 118 และ 116 ชนิด ความหนาแน่นเท่ากับ 131 ต้นต่อไร่ และ 170 ต้นต่อไร่ ตามลำดับที่ระยะ 0 - 100 ม. ชนิดที่มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) มากสุด ที่ระยะ 0 - 100 ม. ได้แก่ เคียนทราย (*Shorea gratissima*) ที่ระยะ 101 - 500 ม.ได้แก่ เคียนราก (*Hopea latifolia*) ค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Weiner's index และ ค่าความสม่ำเสมอ (Evenness Index) ที่ระยะ 0 - 100 ม. เท่ากับ 4.770685 และ 0.885458 ระยะ 101 - 500 ม. เท่ากับ 4.7535902 และ 0.8960845 ตามลำดับ มวลชีวภาพรวมเท่ากับ 43.50 ตันต่อไร่ และ 37.86 ตันต่อไร่ การกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 23.49 ตันคาร์บอนต่อไร่ และ 20.44 ตันคาร์บอนต่อไร่ ที่ระยะ 0 - 100 และ 101 - 500 ม. ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความหลากหลาย การกักเก็บคาร์บอน ไม้ริมทาง

ABSTRACT

This study assessed species diversity of roadside trees of Khoa Pup Pha, Trang and Phatthalung provinces. Samples were collected from 0 - 100 m and 101 - 500 m away from the edge of a 10.346 km long road section by random sampling. A total of 20 circular sapling plots with 17.84 m radius were established. At each sampling spot, 4 circular plots were analyzed in perpendicular to the road direction (2 plots in each of the distance from the road's edge).The results showed that crown height were identified into3 levels. 118 and 116 tree species were recorded from 0 - 100 m and 101 - 500 m sampling area with densities of 131 trees/rai and 170 trees/rai, respectively. In 0 - 100 m sampling area, *Shorea gratissima* had highest IVI value, while in 101-500 m sampling area. *Hopea latifolia* had the highest IVI value. For density index value, Shannon-Weiner's index value, and Evenness Index value of trees in 0 - 100 m sampling area were 4.770685 and 0.885458, respectively; and the values in 101 - 500 m sampling areas were

4.7535902 and 0.8960845, respectively. Total tree biomass in 0 - 100 m and 101-500 m sampling areas were 43.50 ton/rai and 37.86 ton/rai, respectively; while carbon stock were 23.49 Ct/rai and 20.44 Ct/rai, respectively.

Keywords: species diversity, carbon storage, roadside trees

คำนำ

ประเทศไทยมีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมไปด้วยพืชพรรณหลากหลายชนิดในชนิดป่าต่างๆ ซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญโดยอำนวยประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมให้แก่ทุกคน ในปัจจุบันการเพิ่มขึ้นของประชากรส่งผลให้ความต้องการใช้ทรัพยากรป่าไม้เพิ่มขึ้นรวมถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่ถูกต้องตามหลักการ ส่งผลให้ความหลากหลายของชนิดลดลงในบางพื้นที่ รวมถึงส่งผลกระทบสภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2560) ป่าดิบชื้นจัดเป็นป่าฝนในเขตร้อน (tropical rain forest) บนพื้นที่ที่มีฝนตกชุกเกือบตลอดปี มีความชุ่มชื้นในดินค่อนข้างสูงสม่ำเสมอทั้งปี ได้แก่ ภาคใต้ตอนล่างตั้งแต่จังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง ป่าดิบชื้นที่พบขึ้นปกคลุมเทือกเขาที่มีความชุ่มชื้น เช่น ป่าดิบชื้นในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเทือกเขาบรรทัด จังหวัดตรัง และพัทลุง (ธวัชชัย, 2555) จากการอนุมัติของคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2538 อนุมัติ ก่อสร้างโครงการเร่งรัดขยายทางสายประธานให้เป็น 4 ช่องจราจร ทางหลวงหมายเลข 4 สายตรัง-พัทลุง แนวเส้นทางโครงการบางส่วนได้ตัดผ่านพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า และพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด รวมทั้งบางส่วนของแนวเส้นทางยังตัดผ่านพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 ของลุ่มน้ำภาคใต้ (กรมทางหลวง, 2558.) โดยพื้นที่ทำการศึกษาบริเวณ กม.36 - กม.47 อ.ศรีนครินทร์ จ.พัทลุง และ อ.นาโยง จ.ตรัง รวมระยะทาง 10.346 กิโลเมตร มีสภาพเป็นป่าดิบชื้นและสภาพป่าดิบชื้นที่ถูกรบกวนจากการก่อสร้างถนน การประมาณความหลากหลายของชนิดในสังคมที่ต่างกันทางด้านนิเวศวิทยาจึงมีความสำคัญและความน่าสนใจ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ มีแนวคิดศึกษาเปรียบเทียบพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการทำถนนที่ระยะรัศมี 0 - 100 ม. และพื้นที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการทำถนนหรือได้รับผลกระทบน้อยที่ระยะรัศมี 101 - 500 ม. ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้ที่สมบูรณ์ โดยการพิจารณาป่าดิบชื้นที่สมบูรณ์พิจารณาจากลักษณะโครงสร้างและพรรณไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่ศึกษาซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาป่าดิบชื้นบริเวณภาคใต้ (ชาญชัย, 2519; สมพงษ์, 2523; ธวัชชัย, 2555) การเปรียบเทียบสังคมใช้ โครงสร้างของป่า ชนิดไม้เด่น ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (diversity index) โดยใช้ค่าความหลากหลาย และความสม่ำเสมอของพรรณไม้และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาป่าดิบชื้นสองข้างทาง กม.36 - กม.47 อ.ศรีนครินทร์ จ.พัทลุง และ อ.นาโยง จ.ตรัง ระยะทางรวม 10.346 กิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ลาดชันเชิงเขา ระยะรัศมี 0 - 100 ม. จากกึ่งกลางถนนมีสภาพเป็นป่าที่ถูกรบกวนและได้รับผลกระทบจากการทำถนน และระยะรัศมี 101 - 500 ม. จากกึ่งกลางถนนมีสภาพเป็นป่าสมบูรณ์ สภาพภูมิประเทศเป็นช่วงรอยต่อระหว่างภูเขาขนาดใหญ่ที่เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาบรรทัด มีระดับความสูงของพื้นที่ตั้งแต่ 100 - 1,350 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

การสำรวจแจงนับไม้ใช้วิธีการวางแปลงตัวอย่างโดยใช้แปลงชั่วคราว (temporary sample plot) ลักษณะรูปวงกลม (Circular Plot) 4 ขนาด วางซ้อนกัน (concentric sample plot) จำนวน 20 แปลง โดยแปลงวงกลมขนาดรัศมี 17.84 เมตร ใช้ศึกษาไม้ต้น (tree) แปลงขนาด 12.62 เมตร ใช้ศึกษาไม้ไผ่ (bamboo) หวาย (rattan) ที่ยังไม่เลื้อย และตอไม้ (tree stump) แปลงขนาด 3.99 ใช้ศึกษาลูกไม้ (sapling) และการปกคลุมพื้นที่ของกล้าไม้และลูกไม้ แปลงขนาด 0.631 เมตร จำนวน 4 แปลง ใช้ศึกษากล้าไม้ (seedling) วางแปลงตัวอย่างโดยใช้แปลงวงกลม โดยใช้แนวถนนเป็น base Line และใช้แนวสำรวจ (cruise line) ตั้งฉากกับแนวถนน (figure1)

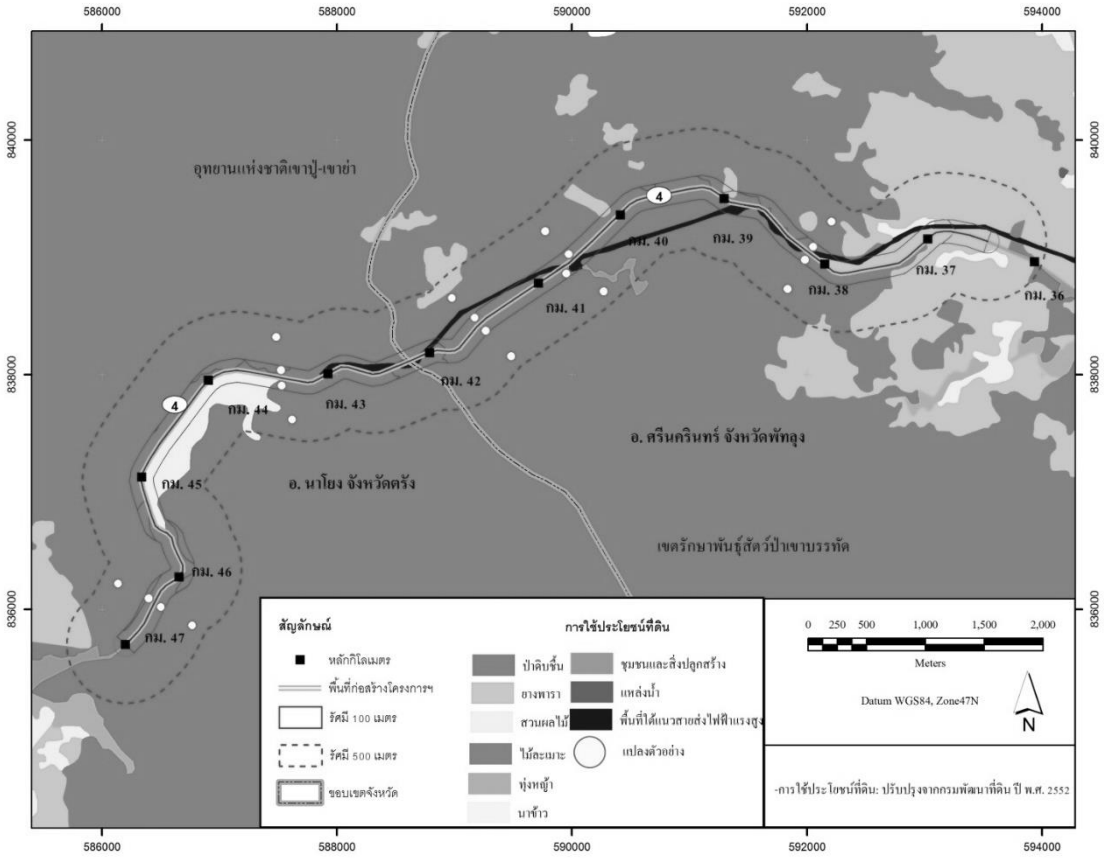


Figure 1 Temporary plot on study site in Trang - Phatthalung province.

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากแปลงสำรวจทั้ง 20 แปลงตัวอย่าง จำแนกเป็น ระยะ 0 - 100 จำนวน 10 แปลง และ 101 - 500 จำนวน 10 แปลง เพื่อคำนวณค่าต่างๆ (อุทิศ, 2542)

$$\text{ค่าความหนาแน่น (Density; D)} = \frac{\text{จำนวนต้นของพืชชนิดนั้นทั้งหมด}}{\text{พื้นที่ทั้งหมดของแปลงตัวอย่างที่สำรวจ}}$$

ค่าความถี่ (Frequency; F) = $\frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่พบพืชชนิดที่กำหนด}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่สำรวจ}}$ x100

ค่าความเด่น (Dominance; Do) = $\frac{\text{พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของพืชชนิดที่กำหนด}}{\text{พื้นที่ทั้งหมดของแปลงตัวอย่างที่สำรวจ}}$

ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density; RD) RD_a = $\frac{\text{ความหนาแน่นของพืชชนิดนั้น.}}{\text{ความหนาแน่นรวมของพืชทุกชนิด}}$ x100

ความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency; RF) RF_a = $\frac{\text{ความถี่ของพืชชนิดนั้น.}}{\text{ความถี่รวมของพืชทุกชนิด}}$ x100

ความเด่นสัมพัทธ์ (Relative Dominance; RDo_a) RDo_a = $\frac{\text{ความเด่นของพืชชนิดนั้น}}{\text{ความเด่นรวมของพืชทุกชนิด}}$ x100

ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (Important Value Index หรือ IVI) คือ ผลรวมของค่าความสัมพัทธ์ต่างๆ ของชนิดพันธุ์ไม้นั้นในสังคม

$$IVI_a = RF_a + RD_a + RDo_a$$

วิเคราะห์ความหลากชนิด (Species diversity) จากจำนวนชนิดของพรรณไม้ที่ปรากฏในสังคมและจำนวนต้นที่มีในแต่ละชนิด จาก Shannon and Weaver (1949) (กู้พงษ์ และคณะ,2559) โดย Shannon–Weiner index เป็นดัชนีที่แสดงความไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (index of heterogeneity) เน้นแสดงถึงความหลากชนิดและสัดส่วนของแต่ละชนิด ซึ่งหากมีความหลากชนิดมากและสัดส่วนจำนวนแต่ละชนิดเท่าๆ กัน ค่าดัชนีชนิดนี้ก็จะสูงตามไปด้วย และ Evenness index เป็นดัชนีที่ใช้บอกสัดส่วนจำนวนในแต่ละชนิดที่พบ คำนวณโดยใช้อัตราส่วนระหว่างดัชนีความหลากหลายที่พบกับความหลากหลายสูงสุดที่เป็นไปได้ (ธรรมนูญ และทรงธรรม,2556 *อ้างถึง* สราวุธ และคณะ, 2555)

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} pi \ln(pi)$$

$$E = \frac{H'}{\ln(n)}$$

เมื่อ H' = ค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Weiner's index

P_i = สัดส่วนของความมากมายของจำนวนชนิดที่ iเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนทั้งหมดโดย

pi = ni/N เมื่อ i = 1, 2, 3,...,n

n = จำนวนชนิดที่พบในสังคม

E = ดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index)

4. การประเมินมวลชีวภาพ

ประเมินมวลชีวภาพเหนือดินโดยใช้สมการแอลโลเมตรี ของป่าดิบชื้น (Ogawa *et al*., 1965)

$$Ws = 0.0396D^2H^{0.9326}$$

$$Wb = 0.006003D^2H^{1.0270}$$

$$Wl = (28.0/Wtc+0.025)^{-1}$$

$$Wr = 0.0264D^2H^{0.7750}$$

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (Diameter at breast height)

H = ความสูง (Height)

Ws = มวลชีวภาพส่วนลำต้น (กิโลกรัม)

Wb = มวลชีวภาพส่วนของกิ่ง (กิโลกรัม)

Wl = มวลชีวภาพส่วนของใบ (กิโลกรัม)

Wtc = มวลชีวภาพส่วนของลำต้น+กิ่ง (กิโลกรัม)

Wr = มวลชีวภาพส่วนของราก (กิโลกรัม)

ผลและวิจารณ์

1. สังคมพืช

ชนิดป่าในพื้นที่ศึกษาเป็นป่าดิบชื้น ปรากฏอยู่ทั่วไปในพื้นที่ และบริเวณใกล้เคียงตามหุบเขา ที่ลาดเชิงเขา รวมถึงบริเวณสันเขา พรรณไม้ที่ขึ้นเป็นพรรณไม้ที่พบเป็นพรรณไม้ในป่าดิบชื้นซึ่งเป็นพรรณไม้ไม่ผลัดใบ และมีการขึ้นปะปนของพรรณไม้ที่มีการผลัดใบแต่มีจำนวนน้อย การจำแนกชนิดป่าสองข้างทางเป็นป่าดิบชื้นเนื่องจากไม้ดัชนีที่พบในพื้นที่เป็นไม้ที่พบได้ในป่าดิบชื้นทั้งในระดับเรือนยอดชั้นบน ชั้นกลาง และพรรณไม้พื้นล่าง ประกอบกับพื้นที่ศึกษามีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 600 เมตร จากการศึกษาพบพรรณไม้จำนวน 189 ชนิด 126 สกุล และ 51 วงศ์ที่ระยะ 0 - 100 ม. สามารถจำแนกชั้นเรือนยอดได้จำนวน 2 ชั้น ซึ่งเป็นผลจากการตัดฟันไม้เรือนยอดชั้นรองและพรรณไม้พื้นล่างออกบางส่วนจากการขยายช่องจราจร และไม้พื้นล่างที่ปรากฏเป็นลูกไม้ของไม้ต้นหรือไม้เรือนยอดชั้นบน และบางชนิดเป็นชนิดพันธุ์ไม้เบิกนำที่สามารถเติบโตได้ในสภาพพื้นที่เปิดโล่ง รวมถึงไม้พื้นล่างที่พบในป่าดิบชื้นบริเวณเทือกเขาบรรทัด สามารถจำแนกพรรณไม้ได้จำนวน 118 ชนิด ที่ระยะ 101 - 500 ม. จำแนกพรรณไม้ได้จำนวน 116 ชนิดสามารถจำแนกชั้นเรือนยอดได้จำนวน 3 ชั้นได้แก่

เรือนยอดชั้นบนซึ่งมีความสูงประมาณ 20 เมตรขึ้นไป เป็นพรรณไม้ขนาดใหญ่ประกอบด้วย พรรณไม้ในวงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) ได้แก่ ยางมันหมู (*Dipterocarpus kerrii*) ยางยูง (*D. grandiflorus*) กระบกกรัง (*Hopea helferi*) เคียนราก (*H. latifolia*) ไข่เขียว (*c*) เคียนทรายก่อหมู (*Castanopsis nephelioides*) ก่อจาน (*Lithocarpus lucidus*) นากบุด (*Mesua nervosa*) มังคาก (*Cynometra malaccensis*) ชะมวงเล็ก (*Garcinia parvifolia*) กระบก (*Irvingia malayana*) ตำหยาว (*Alphonsea elliptica*) กาลน (*Elaeocarpus floribundus*) คอแลนเขา (*Xerospermum laevigatum*) หลอเล็ก (*Macaranga lowii*) หว้าหิน (*Syzygium pyrifolium*) มะปริง (*Bouea oppositifolia*) มะม่วงเลือดน้อย (*Knema angustifolia*)จิกเขา (*Barringtonia macrostachya*) และแซะ (*Millettia atropurpurea*) เป็นต้น

เรือนยอดชั้นที่ 2 มีความสูงประมาณ 10 – 20 เมตร ประกอบด้วยชนิดไม้ ได้แก่ หลาวชะโอนเขา (*Oncosperma horridum*) แดงเขา (*Syzygium attenuatum*) ก่อบ้าน (*Castanopsis wallichii*) ก่อกระดุม (*Quercus semiserrata*) เคียนราก จิกเขา (*Barringtonia macrostachya*) มะเลื่อม (*Dacryodes costata*) หัวแมงวันหนู (*Buchanania sessifolia*) หว้าหิน หว้ากิ่งกลม (*Syzygium praecox*) เหมือดใบแหลม (*Aporusa yunnanensis*) แหล (*Persea declinata*) โมรี (*Diospyros oblonga*) ขี้หนู (*Diospyros borneensis*) ดีหมี (*Cleidion spiciflorum)* ตังหน (*Calophyllum symingtoniana*) พลองใบเล็ก (*Memecylon geddesianum*) พลองอิน (*Dissochaeta divaricata*) มังตาน (*Schima wallichii*) รงเขา (*Garcinia scortechinii*) รักเขา (*Buchanania reticulata)*ลูกเลือด (*Syzygium claviflorum*) สั่งทำ (*Diospyros buxifolia*) ส้านใบเล็ก (*Dillenia ovata*) มะปริง มะม่วงเลือดน้อย ยางมันหมู ก่อหมู เคียนทราย เคียนราก คอแลนเขา เป็นต้น

เรือนยอดชั้นล่างมีความสูงประมาณ 5 – 10 เมตร นอกจากเป็นลูกไม้ของไม้ใหญ่แล้ว ส่วนใหญ่ก็จะพบว่ามีขี้หนอนควาย (*Gironniera nervosa*) เลือดควาย (*Horsfieldia Ridleyana*) เลือดควายใบเล็ก (*Knemacinerea* var. *andamanica*) ไม้หอม (*Aquilaria malaccensis*) กอกเขา (*Dacryodes rostrata*) จิกนม (*Barringtonia acutangula*) ดำตะโก (*Diospyros wallichii*) ดีงู (*Elaeocarpus petiolatus*) ทองสุก (*Pentace floribunda*) นวลดอกขาว (*Garcinia brevirostris*) ปลาไหลเผือก (*Eurycoma longifolia*) ปลายสาน (*Eurya acuminata*) พนอง (*Shorea hypochra*) ลักเคยลักเกลือใบเล็ก (*Diospyros sumatrana*) สะเดาปัก (*Vatica harmandiana*) หลุมพอ (*Intsia palembanica*) สังเครียดท้องแดง (*Aglaia forbesii*) และไอ้แกรก (*Gynotroches axillaris*) เป็นต้น

ผลการศึกษาที่ระยะ 0 - 100 ม. จากกึ่งกลางถนน เคียนทราย มีค่าดัชนีความสำคัญมากสุด รองลงมา ได้แก่ คอแลน แซะ และจิกเขา (table 1) ลูกไม้ หลอเล็ก มีค่าดัชนีความสำคัญมากสุด รองลงมา ได้แก่ ตังหน มะม่วงเลือดน้อย และพลองใบเล็ก (table 3) และกล้าไม้ ลักเคยลักเกลือใบเล็ก มีค่าความสำคัญมากสุด รองลงมา ได้แก่ หมากพน นาคบุด และหลอเล็ก (table 5) ค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Weiner’s index และ ค่าความสม่ำเสมอ เท่ากับ 4.770685 และ 0.885458 ตามลำดับ ที่ระยะ 101 - 500 ม. เคียนราก มีค่าดัชนีความสำคัญมากสุด รองลงมา ได้แก่ ก่อหมู แซะ ยางมันหมู (table 2) ลูกไม้ นวลดอกขาว มีค่าดัชนีความสำคัญมากสุด รองลงมา ได้แก่ มะกายคัด เคียนราก และจิกเขา (table 4) กล้าไม้ มะเลื่อมเขา มีค่าดัชนีความสำคัญมากสุด รองลงมา ได้แก่ เตยหนู ยายกลั้ง และสะเดาปัก (table 6) ค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Weiner’s index และค่าความสม่ำเสมอ เท่ากับ 4.7535902 และ 0.8960845 ตามลำดับ

Table 1 IVI Shannon-Weiner's index (H') and Evenness index (E) of trees at 0 - 100 m.

No.	Botanical Name	Relative (%)			IVI	H'	E
		Density (D)	Frequency (F)	Dominant (Do)			
1	*Shorea gratissima*	2.439	1.563	12.875	16.876	0.094822	
2	*Xerospermum laevigatum*	4.878	2.083	5.480	12.441	0.153637	
3	*Millettia atropurpurea*	2.439	2.604	6.570	11.613	0.094822	
4	*Barringtonia macrostachya*	7.073	2.604	1.715	11.393	0.194786	
5	*Syzygium attenuatum*	5.122	2.083	2.579	9.785	0.158658	
6	*Mesua nervosa*	1.220	1.563	5.562	8.344	0.056413	
7	*Dipterocarpus grandiflorus*	2.683	1.563	3.223	7.468	0.101581	
8	*Castanopsis nephelioides*	2.683	2.083	2.447	7.213	0.101581	
9	*Parashorea stellata*	2.439	1.563	2.886	6.888	0.094822	
10	*Persea declinata*	1.220	1.563	3.289	6.071	0.056413	
						4.770685	0.885458

Table 2 IVI Shannon-Weiner's index (H') and Evenness index (E) of trees at 101 - 500 m.

No.	Botanical Name	Relative (%)			IVI	H'	E
		Density (D)	Frequency (F)	Dominant (Do)			
1	*Hopea latifolia*	5.596	1.124	7.962	14.682	0.1613413	
2	*Castanopsis nephelioides*	4.866	1.685	7.242	13.793	0.1470979	
3	*Millettia atropurpurea*	4.866	2.247	4.989	12.102	0.1470979	
4	*Dipterocarpus kerrii*	3.650	1.124	6.841	11.588	0.1208227	
5	*Irvingia malayana*	1.460	1.124	8.721	11.305	0.0617056	
6	*Elaeocarpus floribundus*	2.920	1.685	5.068	9.673	0.1031733	
7	*Castanopsis wallichii*	2.433	1.685	5.038	9.157	0.0904138	
8	*Shorea gratissima*	3.163	2.247	2.899	8.309	0.1092393	
9	*Dacryodes costata*	4.380	1.685	2.190	8.255	0.1370024	
10	*Bouea oppositifolia*	3.406	2.247	1.139	6.793	0.115118	
						4.7535902	0.8960845

พรรณไม้เด่นในพื้นที่มักพบเป็นไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) ซึ่งเป็นไม้ดัชนีของป่าดิบชื้น โดยพบว่าที่ระยะ 0 - 100 ม. เคียนทรายมีค่าดัชนีความสำคัญมากกว่าชนิดอื่นๆ เนื่องจากเคียนทรายเป็นชนิดไม้ยืนต้นที่พบทั่วไป ในป่าดิบชื้นบริเวณพื้นที่ศึกษาและมีลำต้นขนาดใหญ่ ทำให้มีความเด่นสูงกว่าชนิดอื่นๆ (12.875) รองลงมาได้แก่ คอแลนเขา มีดัชนีความสำคัญลำดับที่ 2 เนื่องจากมีความหนาแน่นและความเด่นมาก (4.878 และ 5.480) และดัชนีความสำคัญลำดับที่ 3 ได้แก่ แซะ ซึ่งมีค่าความเด่นสูง (6.570) เช่นเดียวกับเคียนทราย แต่เมื่อพิจารณาค่า

ความสม่ำเสมอพบว่า คอแลนเขา มีค่ามากกว่าเคียนทรายและแซะ (0.153637) เพราะมีค่าความหนาแน่นและความเด่นค่อนข้างสูง ที่ระยะ 101 - 500 ม. เคียนราก ก่อหมู และแซะ มีค่าดัชนีความสำคัญใกล้เคียงกัน (14.682, 13.793, 12.102) อย่างไรก็ตาม เคียนราก มีความหนาแน่น และขนาดของพื้นที่หน้าตัดลำต้นขนาดใหญ่กว่าจึงทำให้มีค่าดัชนีความสำคัญมากกว่า ก่อหมู และแซะ เมื่อพิจารณาทั้งสองพื้นที่พบว่า แซะ เป็นชนิดพันธุ์ไม้ที่สามารถพบได้บ่อยเนื่องจากมีค่าดัชนีความสำคัญ และค่าความสม่ำเสมอในการปรากฏสูง

ชนิดพรรณไม้ที่มีแนวโน้มเข้ามาทดแทนไม้ใหญ่ในพื้นที่ได้แก่ หลอเล็ก ตังหน มะม่วงเลือดน้อย นวลดอกขาว มะกายคัด เคียนราก ลักเคยลักเกลือใบเล็ก หมากพน นาคบุด มะเลื่อมเขา เตยหนู และยายกลั้ง (Table 3 - 6) เนื่องจากเป็นชนิดพันธุ์ไม้ของลูกไม้และกล้าไม้ที่มีค่าความสำคัญสูงกว่าลูกไม้และกล้าไม้ชนิดอื่นในพื้นที่ศึกษา อย่างไรก็ตามเคียนรากเป็นชนิดพันธุ์ในไม้วงศ์ยางที่มีนิสัยเป็นยืนต้นมีความสูงและมีการเติบโตด้านหน้าตัด ลำต้นสูงใหญ่เปลาตรงตั้งแต่ 30 - 50 เมตรดังนั้นเคียนรากจึงเป็นชนิดพันธุ์ไม้ที่มีแนวโน้มเข้ามาทดแทนไม้ใหญ่ในพื้นที่ศึกษา ส่วนชนิดพันธุ์ไม้ที่มีแนวโน้มเข้ามาทดแทนในเรือนยอดชั้นรองได้แก่ หลอเล็ก ตังหน มะม่วงเลือดน้อย มะกายคัด ลักเคยลักเกลือใบเล็ก หมากพน นาคบุด มะเลื่อมเขา และเตยหนูเนื่องจากเป็นชนิดพันธุ์ที่มีนิสัยเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางและขนาดเล็กที่มีความสูงของลำต้นไม่สูงมากเหมือนไม้วงศ์ยาง อาจพบนวลดอกขาว ยายกลั้ง และกล้าไม้ของไม้เรือนยอดชั้นบนเป็นชนิดพันธุ์ที่มีความเด่นของไม้พื้นล่าง

Table 3 IVI relative density and relative frequency of sapling at 0 - 100 m.

No.	Botanical Name	Relative (%)		Index Value (IVI)
		Density (D)	Frequency (F)	
1	*Macaranga lowii*	13.433	9.677	23.110
2	*Calophyllum symingtoniana*	19.403	3.226	22.629
3	*Knema angustifolia*	4.478	9.677	14.155
4	*Memecylon geddesianum*	8.955	3.226	12.181
5	*Memecylon pubescens*	8.955	3.226	12.181

Table 4 IVI relative density and relative frequency of sapling at 101-500 m.

No.	Botanical Name	Relative (%)		Index Value (IVI)
		Density (D)	Frequency (F)	
1	*Garcinia brevirostris*	10.843	5.556	16.399
2	*Mallotus philippensis*	13.253	2.778	16.031
3	*Hopea latifolia*	10.843	2.778	13.621
4	*Barringtonia macrostachya*	7.229	2.778	10.007
5	*Justicia gossypiifolia*	6.024	2.778	8.802

Table 5 IVI relative density and relative frequency of seedling at 0 - 100 m.

No.	Botanical Name	Relative (%)		Index Value (IVI)
		Density (D)	Frequency (F)	
1	*Diospyros sumatrana*	10.870	1.587	12.457
2	*Oraniasylvicola*	5.797	6.349	12.146
3	*Mesua nervosa*	2.899	4.762	7.660
4	*Macaranga lowii*	2.899	4.762	7.660
5	*Knema angustifolia*	3.623	3.175	6.798

Table 6 IVI relative density and relative frequency of seedling at 101 - 500 m.

No.	Botanical Name	Relative (%)		Index Value (IVI)
		Density (D)	Frequency (F)	
1	*Macaranga lowii*	29.947	4.255	34.202
2	*Pandanus humilis*	16.578	4.255	20.833
3	*Justicia lignostachya*	4.278	6.383	10.661
4	*Vatica harmandiana*	6.417	2.128	8.545
5	*Oraniasylvicola*	4.813	2.128	6.940

2. มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน

มวลชีวภาพรวมของไม้ต้นที่ระยะ 0 - 100 และ 101 - 500 ม. เท่ากับ 43.50 ตันต่อไร่ (271.90 ตันต่อเฮกตาร์) 37.86 ตันต่อไร่ (236.61 ตันต่อเฮกตาร์) ตามลำดับ โดยมวลชีวภาพรวมของไม้ต้นที่ระยะ 0 - 100 มากกว่าที่ระยะ 101 - 500 ม. แต่มีมวลชีวภาพรวมไม่แตกต่างกันมาก เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบ ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย (18.25 ซม.) และความสูงเฉลี่ย (14.71 ม.)ที่ระยะ 0 - 100 ม. มากกว่าไม้ต้นที่ระยะ 101 - 500 ม. เท่ากับ 15.71 ซม. และ 14.43 ม. ตามลำดับ ส่วนความหนาแน่นของไม้ต้น พบว่า ที่ระยะ 101 - 500 ม. มากกว่าความหนาแน่นของไม้ต้นที่ระยะ 0-100 ม. และค่าประเมินการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นที่ระยะ 0-100 ม. และ 101 - 500 ม. เท่ากับ 23.49 ตันคาร์บอนต่อไร่ (146.83 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์) 20.44 ตันคาร์บอนต่อไร่ (127.77 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์) อย่างไรก็ตาม มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพที่ได้จากการวิเคราะห์ในพื้นที่สอดคล้องกับการรวบรวมข้อมูลของ กัลยา และ สาพิศ (2554) โดยพบว่า ป่าดิบชื้นมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เท่ากับ 251.1 ตันต่อเฮกตาร์ และการกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 125.5 ตันต่อเฮกตาร์ (Table 7)

Table 7 Biomass and carbon storage of stem branch leaf root and total in study site

Indicator/ Index	Distance (m)	
	0 - 100	**101 - 500**
Biomass stem, rai (ha.)	26.69 (166.82)	23.15 (144.66)
Biomass branch, rai (ha.)	5.41 (33.81)	4.67 (29.21)
Biomass leaf, rai (ha.)	0.43 (2.69)	0.46 (2.85)
Biomass root, rai (ha.)	10.97 (68.58)	9.58 (59.90)
Biomass total, rai (ha.)	43.50 (271.90)	37.86 (236.61)
Carbon storage stem (t/rai (ha)	14.41 (90.08)	12.50 (78.12)
Carbon storage branch (t/rai (ha)	2.92 (18.26)	2.52 (15.77)
Carbon storage leaf (t/rai (ha)	0.23 (1.45)	0.25 (1.54)
Carbon storage root (t/rai (ha)	5.93 (37.03)	5.17 (32.35)
Carbon storage total (t/rai (ha)	23.49 (146.83)	20.44 (127.77)

สรุป

ผลจากการวิเคราะห์ พบว่า มีความแตกต่างกันของค่าวิเคราะห์ทางสังคมพืช และค่าประเมินการกักเก็บคาร์บอน แต่มีความแตกต่างเพียงเล็กน้อยของค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ โดย การจำแนกเรือนยอดได้ 2 ชั้นเรือนยอดที่ระยะ 0 - 100 ม. และจำแนกเรือนยอดได้ 3 ชั้นที่ระยะ 101 - 500 ม. ไม้ต้นเด่นส่วนใหญ่เป็นไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) วงศ์ก่อ (Fagaceae) และวงศ์ถั่ว (Fabaceae) ประกอบด้วย

Table 8 Indicator and Index value of tree in study site

Indicator/ Index	Distance (m)	
	0 - 100	**101 - 500**
Species	118	116
Crown class	2	3
Density	131.20 (820.00)	169.92 (1,062.00)
DBH. (cm)	18.25 (4.78-97.53)	15.71 (4.78-98.68
Height (m)	14.71 (6-29)	14.43 (8-31)
Shannon-Weiner’s index (H’)	4.770685	4.7535902
Evenness index (E)	0.885458	0.8960845
Biomass total, rai(ha.)	43.50 (271.90)	37.86 (236.61)
Carbon storage total (t/rai(ha)	23.49 (146.83)	20.44 (127.77)

พรรณไม้จำนวน 189 ชนิด 126 สกุล และ 51 วงศ์ ที่ระยะ 0 - 100 ม. จำแนกได้ 118 ชนิด ที่ระยะ 101 - 500 ม. จำแนกได้ 116 ชนิด เคียนทรายเป็นชนิดพันธุ์ที่มีค่าความสำคัญมากสุด (16.876) ที่ระยะ 0 - 100 ม. และเคียนราก เป็นชนิดพันธุ์ที่มีค่าความสำคัญมากสุด (14.682) ที่ระยะ 101 - 500 ม. และแซะ เป็นชนิดพันธุ์ที่มีค่าความสำคัญมากเป็นลำดับ 3 ของทั้งสองพื้นที่ มีค่าเท่ากับ 11.613 และ 12.102 ตามลำดับ ค่าความหลากหลายของ Shannon-Wiener และความสม่ำเสมอ (E) ที่ระยะ 0 - 100 ม. เท่ากับ 4.770685 และ 0.885458 และที่ระยะ 101-500 ม. เท่ากับ 4.7535902 และ 0.8960845 ตามลำดับ

มวลชีวภาพรวมของไม้ต้นที่ระยะ 0 - 100 และ 101 - 500 ม. เท่ากับ 43.50 ตันต่อไร่ (271.90 ตันต่อเฮกตาร์) และ 37.86 ตันต่อไร่ (236.61 ตันต่อเฮกตาร์) ตามลำดับ ค่าประเมินการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นที่ระยะ 0 - 100 ม. และ 101 - 500 ม. เท่ากับ 23.49 ตันคาร์บอนต่อไร่ (146.83 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์) และ 20.44 ตันคาร์บอนต่อไร่ (127.77 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์) ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทเอเชีย แลป แอนด์ คอนซัลแตน ที่สนับสนุนการการเก็บข้อมูลในพื้นที่ พี่ไก่ เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด และขอบคุณน้องๆ พี่ๆ ที่ช่วยในการเก็บข้อมูล

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมทางหลวง. 2558. **รายงานผลการปฏิบัติตามมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมและมาตรการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม :โครงการเร่งรัดขยายทางสายประธานให้เป็น 4 ช่องจราจำ (ระยะที่ 2) ทางหลวงหมายเลข 4 สายตรัง-พัทลุง (ตอน บ.นาโยงเหนือ-เขาพับผ้า),** บริษัท เอเชีย แล็ป แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด และบริษัท เอส. พี. เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด, กรุงเทพฯ.

กัลยา วัฒยากร และ สาพิศ ดิลกสัมพันธ์. 2554. **วัฏจักรคาร์บอน**, น. 99-128. *อ้างถึงใน* กู้พงษ์ ทองพระพักตร์, สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ และ นิตยา เมี้ยนมิตร. 2559. ลักษณะสังคมพืช และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของป่าเต็งรัง ในป่าชุมชนบ้านโค้งตาบาง จังหวัดเพชรบุรี. **การสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 10** เรื่อง “ป่าปลูก...นำไทยสู่เศรษฐกิจเชิงนิเวศ” วันที่ 1-4 พฤษภาคม พ.ศ. 2559 ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 148-159.

ชาญชัย ยาวุฒิ. 2519. การศึกษาลักษณะทางนิเวศวิทยาของป่าดิบชื้น อำเภอบางสะพานใหญ่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันท์. 2544. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง)**. หอพรรณไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ธรรมนูญ เต็มไชย และ ทรงธรรม สุขสว่าง. 2556. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแปลงตัวอย่างกับดัชนีความหลากหลาย :กรณีศึกษาป่าดงดิบชื้นในภาคตะวันออกและป่าเบญจพรรณในภาคตะวันตกของประเทศไทย. **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการเครือข่ายงานวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 2**.

อ้างถึงใน สราวุธ คลอวุฒิมันตร์, พัชนี วิชิตพันธุ์, และ ประภา โซ๊ะสลาม. 2555. **ปฏิบัติการนิเวศวิทยา**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย สันติสุข. 2555. ป่าของประเทศไทย. สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. พิมพ์ครั้งที่ 3 โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สมพงษ์ ภาคธูป. 2523. **ลักษณะโครงสร้างของพรรณพืชในป่าดิบชื้นเขาสก จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2560. **อภิธานศัพท์และคำย่อด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก**. ศูนย์วิชาการนานาชาติด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), กรุงเทพ.

อุทิศ กุฏอินทร์. 2542. นิเวศวิทยา : พื้นฐานเพื่อการป่าไม้. ภาควิชาวิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Ogawa H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II. Plant Biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** 4: 49-80.

กู้พงษ์ ทองพระพักตร์, สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ และนิตยา เมี้ยนมิตร. 2559. ลักษณะสังคมพืช และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของป่าเต็งรัง ในป่าชุมชนบ้านโค้งตาบาง จังหวัดเพชรบุรี. **การสัมมนาทางวนวัฒนวิทยาครั้งที่ 10** เรื่อง “ป่าปลูก...นำไทยสู่เศรษฐกิจเชิงนิเวศ” วันที่ 1-4 พฤษภาคม พ.ศ. 2559 ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 148-159. *อ้างถึงใน* Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. **The Mathematical Theory of Communication**.

ความหลากชนิดของเห็ดในบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

Species Diversity of Mushrooms in Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima Province

สาวิตรี มังคลาด[1] และ ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง[1]

Sawitree Mangkalad[1] and Thanrat Kaewgrajang[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]**Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University**, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ได้สำรวจความหลากชนิดของเห็ดในป่าดิบแล้งและป่าเต็งรัง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยได้วางแปลงตัวอย่างขนาด 20 x 20 เมตร ในป่าแต่ละประเภทจำนวน 10 แปลง แต่ละแปลงห่างกัน 100 เมตร และทำการสำรวจเห็ดช่วงเดือน สิงหาคม - ตุลาคม พ.ศ. 2560 ผลการสำรวจพบเห็ดจำนวน 73 ชนิด โดยสามารถจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธานได้ 2 ไฟลัม ได้แก่ 1) ไฟลัม Ascomycota จำนวน 7 ชนิด ซึ่งจัดอยู่ในไฟลัมย่อย Pezizomycotina ประกอบด้วย3 ชั้น (Class) 4 อันดับ (Order) 5 วงศ์ (Family) และ 2) ไฟลัม Basidiomycota มีจำนวน 66 ชนิด ซึ่งจัดอยู่ในไฟลัมย่อย Agaricomycotina ประกอบด้วย 3 ชั้น 8 อันดับ 21 วงศ์ ป่าดิบแล้งมีค่าดัชนีความหลากชนิด (H' = 4.11) สูงกว่าป่าเต็งรัง (H' = 2.96) และพบว่าเดือนตุลาคมมีค่าดัชนีความหลากชนิดของเห็ดมากที่สุด โดยเห็ดที่พบว่ามีค่าความถี่สัมพัทธ์ของเห็ด 5 อันดับแรก ได้แก่ กรวยทองตะกู (*Microporus xanthopus* (Fr.) Kuntze), *Marasmius* sp.8, *Marasmius* sp.11, *Marasmius* sp. 10 และตะไคลขาว (*Russula delica* Fr.)

เมื่อจัดจำแนกเห็ดตามรูปแบบการดำรงชีวิตพบว่าเป็นกลุ่มเห็ดผู้ย่อยอินทรียสารมากที่สุด จำนวน 51 ชนิด รองลงมาเป็นกลุ่มเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 20 ชนิด กลุ่มเห็ดที่อยู่ร่วมกับปลวก 1 ชนิด คือ เห็ดโคน (*Termitomyces aurantiacus* (R. Heim) R. Heim) และกลุ่มเห็ดที่เป็นปรสิตกับแมลง 1 ชนิด คือ *Cordyceps* sp. นอกจากนี้ยังพบเห็ดที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ได้แก่ เห็ดกินได้ 23 ชนิด เห็ดที่มีสรรพคุณทางยา 2 ชนิด และเห็ดที่ใช้ควบคุมราสาเหตุโรคพืช 1 ชนิด

คำสำคัญ: ความหลากชนิด เห็ดป่า สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

ABSTRACT

This study investigated mushroom diversity in dry evergreen forest (DEF) and dry dipterocarp forest (DDF) of Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima province. In each forest type, ten of 20 x 20 m permanent plots were established at 100 m spacing. Mushroom survey was conducted once a month from August to October 2017. A total number of 73 mushroom species in two phyla was recorded: 1) Phylum Ascomycota consisting of 7 species in subphylum Pezizomycotina with 3 classes, 4 orders and 5 families; 2) Phylum Basidiomycota comprising of 66 species in subphylum Agaricomycotina with 3 classes, 8 orders and 21 families.

Regarding diversity indices, we found that the index in DEF (H'= 4.11) was higher than in DDF (H'= 2.96); and the index was highest in October. Top five highest relative frequency species were *Microporus xanthopus* (Fr.) Kuntze, *Marasmius* sp.8, *Marasmius* sp.11, *Marasmius* sp.10 and *Russula delica* Fr.

Furthermore, the mushrooms recorded from this study were categorized into 4 groups according to their ecological functions. Saprophytic mushroom was the most abundant group consisting of 51 species followed by ectomycorrhizal mushroom (20 species), termite mushroom (1 species) and parasitic mushroom (1 species). In addition, we divided the mushrooms according to their benefits. We found 23 species of edible mushroom, 2 species of medicinal mushrooms and 1 speciesof plant disease control mushroom.

Keyword: Diversity, wild mushroom, Sakaerat Environmental Research Station

คำนำ

เห็ดเป็นจุลินทรีย์ที่จัดอยู่ใน Kingdom Fungi ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าไม้ สามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มที่มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกันกับสิ่งมีชีวิตอื่น (symbiotic mushroom) สามารถแบ่งกลุ่มย่อยเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhizal mushroom) และเห็ดโคนหรือเห็ดปลวก (termite mushroom) (2) กลุ่มเห็ดที่เป็นปรสิตกับพืชและแมลง (parasitic mushroom) และ (3) กลุ่มเห็ดผู้ย่อยอินทรียสาร (saprophytic mushroom) ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นซึ่งเป็นเขตที่มีความหลากหลายของทรัพยากรธรรมชาติสูง รวมถึงเห็ดราด้วย จากการสำรวจเห็ดกระจายในหลายพื้นที่ของประเทศไทย สามารถยืนยันได้ว่าพื้นป่าในไทยมีความหลากชนิดของเห็ดสูง จากการศึกษาของ สมใจ (2552) ที่ศึกษาความหลากชนิดของเห็ดบริเวณป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังในจังหวัดกาญจนบุรีพบเห็ดทั้งหมดได้ 79 ชนิด วงศ์ที่พบมากที่สุด คือ Agaricaceae เช่นเดียวกับการรายงานของ ฉันทนา และคณะ (2553) ที่ศึกษาความหลากชนิดของเห็ดในหุบเขาลำพญา จ. ยะลา พบเห็ดทั้งหมด 51 ชนิด แบ่งเป็นไฟลัม Ascomycota เพียงแค่ 3 ชนิด และส่วนใหญ่เป็นในเห็ดไฟลัม Basidiomycota ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Agaricaceae, Polyporaceae และ Marasmiaceae แต่การสำรวจของโสรญา และคณะ (2557) กลับพบว่าเห็ดในวงศ์ Marasmiaceae พบมากในบริเวณสวนเกษตรบ้านหล่ายโพธิ์ จ. พิษณุโลก ซึ่งจากการรวบรวมชนิดเห็ดที่พบในประเทศไทยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา อุทัยวรรณ และคณะ (2556) ได้รายงานว่า ประเทศไทยพบเห็ดรวมทั้งสิ้น 2,575 ชนิด แต่อย่างไรก็ตามภายหลังจากการรายงานดังกล่าวยังมีการค้นพบเห็ดชนิดใหม่ขึ้นอย่างต่อเนื่อง

สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา เป็นแหล่งสงวนชีวมณฑลที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศไทยที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงและจากการรายงานของสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2550) พบเห็ดทั้งหมด 94 ชนิด 32 วงศ์ แบ่งออกเป็น Phylum Ascomycota 11 ชนิด 4 วงศ์ และ Phylum Basidiomycota 83 ชนิด 28 วงศ์ นอกจากนี้จากการรายงานของ สุจริตรา และคณะ (2548) พบความหลากชนิดของเห็ดกินได้ในพื้นที่ 30 ชนิด 9 วงศ์ ส่วนใหญ่เป็นเห็ดสกุล *Russula*, *Amanita* และ *Termitomyces* ตามลำดับ อย่างไรก็ตามยังคงขาดข้อมูลการศึกษาทางด้านความหลากชนิดของเห็ดในพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้

จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของเห็ดในป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังซึ่งทั้งสองประเภทป่านี้ มีพื้นที่ปกคลุมในพื้นที่ของสถานีวิจัยฯ มากที่สุด โดยผลการศึกษาที่ได้นี้จะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของเห็ดเพื่อนำไปใช้ในวางแผนการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแปลงและสำรวจ

ทำการสำรวจเห็ดในบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา โดยวางแปลงถาวรขนาดแปลง 20 × 20 เมตรในสังคมป่าดิบแล้งและป่าเต็งรัง อย่างละ 10 แปลง แต่ละแปลงห่างกัน 100 เมตร ซึ่งทำการสำรวจและเก็บข้อมูลในแปลง เดือนละ 1 ครั้ง ครั้งละ 2 - 3 วัน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม - ตุลาคม พ.ศ. 2560

2. การเก็บตัวอย่างและทำรอยพิมพ์สปอร์

เมื่อสำรวจพบตัวอย่างเห็ดได้ถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอล บันทึกข้อมูลสิ่งที่เห็ดขึ้น (substrate) เช่น เศษซากพืช ท่อนไม้ผุ ต้นไม้ที่ยังมีชีวิต แมลง นอกจากนี้ยังเขียนหมายเลขกำกับตัวอย่างเห็ดแต่ละชนิดและบันทึกจำนวนดอกเห็ดที่พบในแปลงจากนั้นนำตัวอย่างดอกเห็ดใส่ในถุงกระดาษ เพื่อนำมาทำรอยพิมพ์สปอร์ตามวิธีการของ อุทัยวรรณและคณะ (2556) ซึ่งทำโดยการตัดก้านของเห็ดที่โตเต็มที่แล้วนำหมวกเห็ดด้านที่ให้กำเนิดสปอร์วางบนตรงกลางกระดาษ ซึ่งด้านหนึ่งเป็นสีขาวและอีกด้านหนึ่งเป็นสีดำ หลังจากนั้นใช้ถ้วยหรือแก้วครอบหมวกเห็ดไว้ ทิ้งไว้อย่างน้อย 2– 24 ชั่วโมง แล้วจึงบันทึกสีสปอร์ที่ตกบนกระดาษ

3. ศึกษาลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่า

บรรยายลักษณะและวัดขนาดของส่วนประกอบต่างๆ ของดอกเห็ด ซึ่งได้แก่ หมวกครีบหรือด้านที่ให้กำเนิดสปอร์ ก้าน วงแหวน (annulus) เปลือกหุ้มโคนก้าน (volva) เป็นต้นโดยศึกษาตามวิธีการของ Largent (1973)

4. ศึกษาลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เลือกตัวอย่างเห็ดที่มีขนาดโตเต็มที่มาใช้ในการศึกษา เนื่องจากโครงสร้างที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ต่างๆ มีรูปร่างและขนาดที่สมบูรณ์ จากนั้นนำดอกเห็ดมาตัดบริเวณหมวกเป็นชิ้นขนาด 0.3 - 0.5 มิลลิเมตร จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างไปตัดให้เป็นชิ้นบางด้วยวิธี Free hand section แล้วเลือกชิ้นตัวอย่างที่บางภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด Stereo microscope หลังจากนั้นนำชิ้นตัวอย่างที่ได้วางบนแผ่นสไลด์ที่หยด Glycerol หรือ Melzer’s reagent ปิดทับชิ้นตัวอย่างด้วย cover slip แล้วนำไปศึกษาลักษณะโครงสร้างต่าง ๆ ของเห็ดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด Compound microscope ตามวิธีการของ Largent (1977) การศึกษาครั้งนี้ได้ยึดหลักการจัดลำดับอนุกรมวิธานตาม Catalogueoflife (2018)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 คำนวณหาค่าดัชนีความหลากชนิดโดยใช้สูตร Shannon-Weiner's index (H') (Magurran, 1988) โดยมีสูตรดังนี้

$$H' = -\sum_{i=0}^{S} pi\ (\ln pi)$$

เมื่อ H' = ค่าดัชนีความหลากหลายของเห็ด

s = จำนวนชนิดเห็ดทั้งหมดที่พบในการสำรวจ

pi= สัดส่วนของจำนวนดอกเห็ดชนิดที่ i ต่อจำนวนดอกเห็ดทั้งหมด (i =1, 2, 3, …., s)

5.2 คำนวณหาค่าความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency) โดยใช้สูตร

$$\text{ค่าความถี่สัมพัทธ์} = \frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่พบเห็ดชนิด A}}{\text{จำนวนแปลงทั้งหมด}}$$

5.3 จำแนกเห็ดตามรูปแบบการดำรงชีวิต ซึ่งประกอบด้วย4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเห็ดผู้ย่อยอินทรียสารกลุ่มเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา กลุ่มเห็ดที่อยู่ร่วมกับปลวกหรือเห็ดโคน และกลุ่มที่เป็นปรสิตกับพืชหรือแมลง

5.4 จำแนกเห็ดตามการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ โดยพิจารณาตาม อุทัยวรรณ และคณะ (2556) ซึ่งได้แก่ เห็ดกินได้ เห็ดที่มีสรรพคุณทางยา เห็ดที่มีสารควบคุมทางชีวภาพ เห็ดที่ก่อให้เกิดโรคกับแมลง และเห็ดที่ไม่มีการรายงานการนำไปใช้ประโยชน์

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากชนิดของเห็ด

จากการสำรวจเห็ดในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งพบเห็ดจำนวน 73 ชนิด โดยสามารถจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานได้ 2 ไฟลัม คือ 1) ไฟลัม Ascomycota จำนวน 7 ชนิด ซึ่งจัดอยู่ในไฟลัมย่อย Pezizomycotina ประกอบด้วย 3 ชั้น 4 อันดับ 5 วงศ์ และ 2) ไฟลัมBasidiomycota จำนวน 66 ชนิด ซึ่งจัดอยู่ในไฟลัมย่อย Agaricomycotina ประกอบด้วย 3 ชั้น 8 อันดับ 21วงศ์ (Table 1) โดยวงศ์ที่พบว่ามีจำนวนชนิดมากที่สุด คือ Marasmiaceae (15 ชนิด) รองลงมาได้แก่ วงศ์ Russulaceae (10 ชนิด) และ Polyporaceae (8 ชนิด) ซึ่งจากจำนวนชนิดเห็ดที่พบในครั้งนี้ พบว่ามีจำนวนน้อยกว่าการรายงานของสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2550) ที่ได้ทำการสำรวจเห็ดในบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชเช่นกัน ซึ่งพบเห็ดทั้งหมด 94 ชนิด 32 วงศ์ แบ่งออกเป็นไฟลัม Ascomycota 11 ชนิด 4 วงศ์ และไฟลัม Basidiomycota 83 ชนิด 28 วงศ์ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบเห็ดต่างจากการรายงาน เช่น *Cordyceps* sp., *Agaricus* sp.1, *Agaricus* sp.2, *Amanita* sp., *Clavaria* sp.1, *Clavaria* sp.2 เป็นต้น

ค่าดัชนีความหลากชนิดของเห็ดในป่าดิบแล้ง (H' = 4.11) มีค่ามากกว่าป่าเต็งรัง (H'= 2.96) เมื่อพิจารณาดัชนีความหลากชนิดรายเดือน พบว่าเดือนตุลาคมมีดัชนีความหลากชนิดของเห็ดในป่าทั้งสองประเภทป่าสูงที่สุด

กล่าวคือ ดัชนีความหลากของเห็ดป่าดิบแล้งเท่ากับ 3.35 และค่าดัชนีความหลากชนิดของเห็ดในป่าเต็งรังเท่ากับ 2.35 (Figure 1)

Table 1 Mushroom species, ecological roles and their utilizations

Mushroom Species	Role	Forest type		Utilization
		DDF	DEF	
Phylum Ascomycota				
Subphylum Pezizomycotina				
Class Leotiomycetes				
Order Heliotiales				
Family Sclerotiniaceae				
1. *Dicephalosporarufocornea* (Berk. & Br.) Spooner	Sap	-	+	No-Report
Class Pezizomycetes				
Order Pezizales				
Family Pyronemataceae				
2. *Aleuriaaurantia* (Pers.) Fuckel	Sap	-	+	No-Report
Family Sarcoscyphaceae				
3. *Cookeinasulcipes (*Berk.) Kuntze	Sap	-	+	No-Report
Class Sordariomycetes				
Order Hypocreales				
Family Cordycipitaceae				
4. *Cordyceps* sp.	Par	-		No-Report
Order Xylariales				
Family Xylariaceae				
5. *Xylariapolymorpha* (Pers.) Grev.	Sap	-	+	No-Report
6. *Xylaria* sp.1	Sap	-	+	No-Report
7. *Xylaria*sp.2	Sap	-	+	No-Report

Table 1 (cont.)

Mushroom Species	Role	Forest type		Utilization
		DDF	DEF	
Phylum Basidiomycota				
Subphylum Agaricomycotina				
Class Agaricomycetes				
Subclass Agaricomycetidae				
Order Agaricales				
Family Agaricaceae				
8. *Agaricustrisulphuratus*Berk.	Sap	-	+	No-Report
9. *Agaricus* sp.10	Sap	-	+	No-Report
10. *Agaricus*sp.2	Sap	-	+	No-Report
11. *Entholoma* sp.	ECM	+	-	No-Report
12. *Lepiota* sp.	Sap	-	+	No-Report
13. *Cyathusstriatus* (Huds.) Willd.	Sap	-	+	No-Report
Family Amanitaceae				
14. *Amanita angustilamellata* (Höhn.) Boedijn	ECM	+	-	Edible
15. *Amanita hemibapha* (Berk. & Broome)	ECM	+	-	Edible
Sacc.	ECM	+	+	Edible
16. *Amanita princeps* Corner & Bas	ECM	+	-	No-Report
17. *Amanita* sp.				
Family Bolbitiaceae				
18. *Agocybe*sp.	ECM	+	-	No-Report
Family Clavariaceae				
19. *Clavaria* sp.1	ECM	-	+	No-Report
20. *Clavaria* sp.2	ECM	-	+	No-Report
Family Hydnangiaceae				
21. *Laccaria* sp.	ECM	+	-	No-Report
Family Lyophyllaceae				
22. *Termitomycesaurantiacus* (R. Heim) R.	Ter	-	+	Edible
Heim				

Table 1 (cont.)

Mushroom Species	Role	Forest type		Utilization
		DDF	DEF	
Family Marasmiaceae				
23. *Crinipellis* sp.1	Sap	-	+	No-Report
24. *Gymnopusconfluens* (Pers.) Antonín, Halling & Noordel.	Sap	-	+	No-Report
25. *Marasmiuspurpureobrunneolus*Henn.	Sap	-	+	No-Report
26. *Marasmius* sp.1	Sap	-	+	No-Report
27. *Marasmius*sp.2	Sap	-	+	No-Report
28. *Marasmius* sp.3	Sap	-	+	No-Report
29. *Marasmius*sp.4	Sap	-	+	No-Report
30. *Marasmius*sp.5	Sap	+	+	No-Report
31. *Marasmius*sp.6	Sap	-	+	No-Report
32. *Marasmius* sp.7	Sap	+	+	No-Report
33. *Marasmius* sp.8	Sap	+	+	No-Report
34. *Marasmius* sp.9	Sap	+	-	No-Report
35. *Marasmius* sp.10	Sap	+	-	No-Report
36. *Marasmius* sp.11	Sap	+	-	No-Report
37. *Marasmiustenuissimus* (Jungh.) Singer	Sap	+	+	No-Report
Family Mycenaceae				
38. *Favolaschiathwaitesii*(Berk. & Broome) Kuntze	Sap	-	-	No-Report
Family Physalacriaceae				
39. *Hymenopellisradicata* (Relhan) R.H. Petersen	Sap	-	+	Bio-control
Family Pterulaceae				
40. *Pterula* sp.	Sap	-	+	No-Report
Family Sebacinaceae				
41. *Tremellodendron* sp.	Sap	-	+	No-Report
Family Tricholomataceae				
42. *Resupinatus*sp.	Sap	-	+	No-Report
Order Russulales				
Family Russulaceae				
43. *Lactariuspiperatus* (L.) Pers.	ECM	+	-	Edible

Table 1 (cont.)

Mushroom Species	Role	Forest type		Utilization
		DDF	DEF	
44. *Lactarius* sp.	ECM	-	+	Edible
45. *Russulaalboareolata*Hongo	ECM	+	+	Edible
46. *Russulacyanoxantha* (Schaeff.) Fr.	ECM	+	+	Edible
47. *Russuladelica* Fr.	ECM	-	+	Edible
48. *Russulavirescens* (Schaeff.) Fr.	ECM	+	+	Edible
49. *Russula* sp.1	ECM	+	-	Edible
50. *Russula* sp.2	ECM	+	-	Edible
51. *Russula*sp.3	ECM	+	+	Edible
52. *Russula* sp.4	ECM	+	-	Edible
Family Stereaceae				
53. *Stereumostrea* (Blume& T. Nees) Fr.	Sap	-	+	No-Report
Order Polyporales				
Family Ganodermataceae				
54. *Amauroderma* sp.	Sap	+	-	No-Report
55. *Ganoderma* sp.	Sap	+	+	No-Report
56. *Ganodermalucidum* (Curtis) P. Karst.	Sap	-	+	Medicinal uses
Family Polyporaceae				
57. *Favolusgrammocephalus* (Berk.) Imazeki	Sap	+	+	No-Report
58. *Lentinuspolychrous*Lév.	Sap	+	-	Edible
59. *Microporusxanthopus* (Fr.) Kuntze	Sap	-	+	No-Report
60. *Panussimilis* (Berk. & Broome) T.W. May & A.E. Wood	Sap	+	-	Edible
61. *Picipesbadius* (Pers.) Zmitr. &Kovalenko	Sap	-	+	No-Report
62. *Polyporus* sp.1	Sap	-	+	No-Report
63. *Polyporus*sp.2	Sap	-	+	No-Report
64. *Pycnoporussanguineus* (L.) Murrill	Sap	+	-	Medicinal uses
Subclass Phallomycetidae				
Order Auriculariales				
Family Auriculariaceae				
65. *Auricularia cornea*Ehrenb.	Sap	-	+	Edible
66. *Auriculariathailandica*Bandara& K.D. Hyde	Sap	+	+	Edible

Table 1 (cont.)

Mushroom Species	Role	Forest type		Utilization
		DDF	DEF	
Order Cantharellales				
Family Cantharellaceae				
67. *Cantharelluscibarius* Fr.	ECM	+	-	Edible
68. *Craterellusaureus*Berk. & M.A. Curtis	ECM	+	-	Edible
69. *Cantharellusodoratus* (Schwein.) Fr.	ECM	-	+	Edible
Order Geastrales				
Family Geastraceae				
70. *Geastrummirabile* Mont.	Sap	-	+	No-Report
71. *Geastrumcorollinum* (Batsch) Hollós	Sap	-	+	No-Report
Class Dacrymycetes				
Order Dacrymycetes				
Family Dacrymycetaceae				
72. *Dacryopinaxspathularia* (Schwein.) G.W. Martin	Sap	+	+	Edible
Class Tremellomycetes				
Order Tremellales				
Family Tremellaeae				
73. *Tremellafuciformis*Berk.	Sap	-	+	Edible

Remarks: + = present; - = absent; Sap = Saprophytic mushroom; ECM = Ectomycorrhizal mushroom; Ter = Termite mushroom; Par = Parasitic mushroom

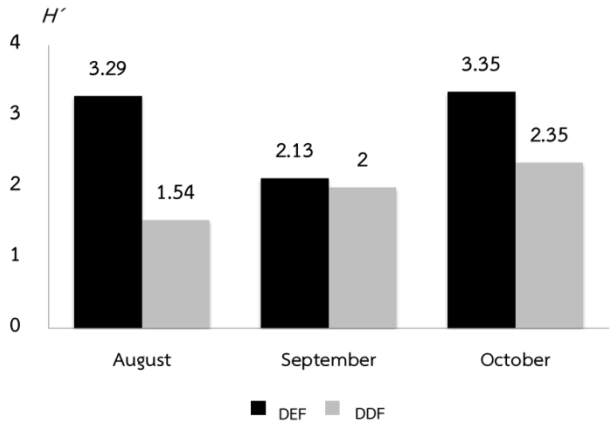


Figure 1 Species diversity index (*H'*) of mushrooms in dry evergreen forest (DEF) and drydipterocarp forest (DDF)

2. ความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency)

เห็ดที่มีความถี่สัมพัทธ์ในการปรากฏ (Relative frequency) สูงสุด 10 อันดับแรก จากเห็ดทั้งหมด 73 ชนิดที่พบในการศึกษาครั้งนี้ คือ เห็ดกรวยทองตะกู (*Microporus xanthopus* (Fr.) Kuntze) *Marasmius* sp.8 *Marasmius* sp.11 *Marasmius* sp.10 เห็ดตะไคลขาว (*Russula delica* Fr.) เห็ด *Gymnopus confluens* (Pers.) Antonín, Halling & Noordel. เห็ดน้ำแป้ง (*Russula alboareolata* Hongo) เห็ดตะไคลเขียว (*Russula virescens* (Schaeff.) Fr.) เห็ดรังนก (*Cyathus striatus* (Huds.) Willd.) และ *Dicephalospora rufocornea* (Berk. & Br.) Spooner ซึ่งมีค่าความถี่สัมพัทธ์เท่ากับ 65, 45, 40, 35, 35, 25, 25, 25, 25 และ 25 ตามลำดับ

3. การจัดจำแนกเห็ดตามรูปแบบการดำรงชีวิต

จากจำนวนเห็ดที่พบทั้งหมดสามารถแบ่งตามรูปแบบการดำรงชีวิตออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) เห็ดผู้ย่อยอินทรียสาร 57 ชนิด 2) เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 25 ชนิด 3) เห็ดโคน 1 ชนิด คือ *Termitomyces aurantiacus* (R. Heim) R. Heim และ 4) เห็ดปรสิตกับแมลง 1 ชนิด คือ*Cordyceps* sp.

จะเห็นได้ว่าเห็ดส่วนใหญ่เป็นเห็ดผู้ย่อยอินทรียสาร ซึ่งพบในป่าดิบแล้ง (53 ชนิด) พบเห็ดกลุ่มนี้มากกว่าป่าเต็งรัง (32 ชนิด) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในป่าดิบแล้งมีปริมาณเศษซากพืชมากกว่าในป่าเต็งรังอีกทั้งยังมีความชื้นสูงกว่า สำหรับเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซานั้นพบว่า ในป่าดิบแล้ง (10 ชนิด) มีจำนวนชนิดน้อยกว่าป่าเต็งรัง (15 ชนิด) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในป่าเต็งรังมีความหลากหลายของพันธุ์ไม้ที่เป็นพืชอาศัย (host) ของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซามากกว่าในป่าดิบแล้ง แม้ว่า พันธวัศ (2543) ได้รายงานว่าบริเวณป่าดิบแล้งของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ (*H'* = 5.322) มากกว่าป่าเต็งรัง (*H'* = 4.321) แต่เมื่อพิจารณาถึงชนิดพันธุ์ไม้ที่เป็นพืชอาศัยของเห็ดเอคโตไมคอร์ซาพบว่าในป่าเต็งรังนั้นมีพันธุ์ไม้ที่เป็นพืชอาศัยมากกว่า โดยพบว่ามีจำนวน 14 ชนิด ได้แก่ เต็ง (*Shorearoxburghii*) รัง (*S. siamensis*) พลวง (*Dipterocarpustuberculatus*) ยางกราด (*D. intricatus*) มะค่าโมง (*Afzeliaxylocarpa*)เหียง (*D. obtusifolius*) เป็นต้น (Chalermpongse and Boonthavikoon, 1981) ในขณะที่ในป่าดิบแล้งมีพืชอาศัยของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาเพียง 8 ชนิด ได้แก่ ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) ตะเคียนทอง (*H. odorata*) ยางปาย (*D. costatus*) ยางนา (*D. alatus*) เป็นต้น (Chalermpongse and Boonthavikoon, 1982) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ยังสอดคล้องกับการรายงานของ Gao *et al*. (2013) ซึ่งพบว่า ในบริเวณที่มีความหลากชนิดของพันธุ์พืชที่เป็นพืชอาศัยของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาสูงจะส่งผลให้บริเวณนั้นมีความหลากหลายของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาสูงด้วย

4. การจัดจำแนกตามการใช้ประโยชน์ของมนุษย์

จากการพิจารณาตามการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ พบเห็ดกินได้จำนวน 23 ชนิด เห็ดที่มีสรรพคุณทางยา 2 ชนิด และเห็ดที่มีการรายงานว่าเป็นตัวควบคุมการก่อให้เกิดโรคพืชได้หรือ Bio-control 1 ชนิด คือ เห็ดแข้งนก (*Hymenopellis radicata (Relhan) R.H. Petersen*) เนื่องจากมีสารช่วยยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์อย่างไรก็ตามเห็ดส่วนใหญ่ที่พบไม่มีการรายงานการใช้ประโยชน์ ซึ่งมีจำนวน 47ชนิด

สำหรับเห็ดกินได้ที่พบในครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นเห็ดที่จัดอยู่ในวงศ์ Russulaceae พบจำนวน 10 ชนิด ซึ่งเห็ดกินได้เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเห็ดเอคโตไมคอร์ไมคอร์ไรซา พบจำนวน 26 ชนิด รองลงมาเป็นเห็ดผู้ย่อยอินทรียสาร

(6 ชนิด) เห็ดโคน (1 ชนิด) และเห็ดปรสิต (1 ชนิด) ตามลำดับ ซึ่งกลุ่มเห็ดเอคโตไมคอร์ไมคอร์ไรซา เป็นเห็ดที่มีความหลากหลาย และมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ โดยเฉพาะคนชนบทในแถบ West Africa ซึ่งเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาที่นิยมนำมาบริโภคมากที่สุดคือ *Lactarius*, *Amanita* และ *Russula* (Yorou *et al*., 2014) จากการศึกษาของ สุจิตรา และคณะ (2549) และธารรัตน์ (2558) รายงานว่าเห็ดกินได้ที่พบส่วนใหญ่ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้งและสวนป่าของพื้นที่สงวนชีวมลฑลสะแกราชและพื้นที่ป่าบริเวณโดยรอบป่าสงวนแห่งชาติป่าวังน้ำเขียว เป็นเห็ดสกุล *Russula*, *Amanita* และ *Termitomyces*, *Cantharellus* และ *Auricularia*

สรุป

จากการสำรวจโดยวางแปลงสำรวจในป่าดิบแล้งและป่าเต็งรัง พบเห็ดทั้งหมด 73 ชนิด จำแนกตามหลักอนุกรมวิธานได้ 2 ไฟลัม, 2 ไฟลัมย่อย 6 ชั้น, 12 อันดับ, 26 วงศ์, 40 สกุลป่าดิบแล้งมีความหลากชนิดของเห็ดมากกว่าป่าเต็งรัง โดยพบว่าเห็ดที่มีความถี่สัมพัทธ์ในการปรากฏสูง 5 อันดับแรก ได้แก่ เห็ดกรวยทองตะกู (*Microporus xanthopus (Fr.) Kuntze*), *Marasmius* sp.8, *Marasmius* sp.11, *Marasmius* sp.10 และ เห็ดตะไคลขาว (*Russula delica* Fr.) เห็ดทั้งหมดสามารถแบ่งตามรูปแบบการดำรงชีวิตได้ 4 ประเภท คือ 1) เห็ดผู้ย่อยอินทรียสารพืช 57 ชนิด 2) เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 25 ชนิด 3) เห็ดโคน 1 ชนิด คือ *Termitomyces aurantiacus* (R. Heim) R. Heim และ 4) เห็ดปรสิตกับแมลง 1 ชนิดคือ *Cordyceps* sp. ในจำนวนเห็ดที่พบทั้งหมดพบว่าเป็นเห็ดกินได้ 23 ชนิด และเป็นเห็ดที่มีสรรพคุณทางยา 2ชนิด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ฉันทนา รุ่งพิทักษ์ไชย, ประยูร ดารงรักษ์, มูฮาหมัดตายุดิน บาฮะคีรี และ พาตีเมาะ อาแยกาจิ. 2553. **รายงานวิจัยเรื่อง ความหลากหลายของเห็ดในหุบเขาลาพญาจังหวัดยะลา**. มหาลัยราชภัฏยะลา.

ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง. 2558. การศึกษาความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดกินได้และปลวกเลี้ยงราในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าวังน้ำเขียวจังหวัดนครราชสีมา. **รายงานการวิจัย/โครงการวิจัย 1**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พันธวัศ สัมพันธ์พานิช. 2543. **การสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของสังคมพืชบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา.** รายงานผลการวิจัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2550. **เห็ดในป่าสะแกราช**. พิมพ์ครั้งที่ 1 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

สมใจ เมธียนต์พิริยะ. 2552. **ความหลากหลายของเห็ดในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุจิตรา โกศล, ตันติมา กำลัง, ธนภักษ์ อินยอด, พงษ์มณี ทองใบ, ทักษิณ อาชวาคม และ สมัย เสวครบุรี. 2548. **ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ของเห็ดและพืชกินได้ในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช**. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

โสรญา พรมพักตร์ และ วิไลพร อ่อนแก้ว. 2557. **ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ของเห็ดในสวนวนเกษตรบ้านหล่ายโพธิ์ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อุทัยวรรณ แสงวณิช, พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, อัจฉรา พยัพพานนท์, เจนนิเฟอร์ เหลืองสอาด, อนงค์ จันทร์ศรีกุล และ บารมี สกลรักษ์. 2556. **บัญชีรายการทรัพย์สินชีวภาพ เห็ด**. สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน), กรุงเทพฯ.

Catalogueoflife. 2018. **Catalogue of Life**. Available from: www. catalogueoflife.org, July 12, 2018.

Chalermpongse, A. and T. Boonthavikoon. 1981. **The Investigation of MycorrhizalFungi Associated with Roots of Trees in Sakaerat Dry-Dipterocarp Forest Ecosystem.Forest pest control branch.** Royal Forest Department, Bangkok.

Chalermpongse, A. and T. Boonthavikoon. 1982. **The Investigation of Ectomycorrhiza in Dry-Evergreen Forest Ecosystem. Forest pest control branch.** Royal Forest Department, Bangkok.

Gao, C., N. Shi, Y. Liu, K. G. Peay, Y. Zheng, Q. Ding, X. Mi, K. Ma, T. Wubet, F. Buscot and L. Guo. 2013. Host plant genus-level diversity is the best predictor of ectomycorrhizal fungal diversity in a Chinese subtropical forest. **Molecular Ecology** 22: 3403–3414.

Largent, D.L. 1973. **How to Identify Mushroom to Genus I: Macroscopic Features**. Eureka Printing Co.Inc. California.

_____. 1977. **How to Identify Mushroom to Genus III: Microscopic Features**. Eureka Printing Co.Inc. California.

Magurran, A.E. 1988. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Princeton University Press, New Jersey.

Yorou, N.S., Kone N.A., Guissou M., Guelly A.K., Maba D.L., Ekue M.R.M. and Kesel A.D. 2014. Biodiversity and sustainable use of wild edible fungi in the Sudanian centre of endemism: a plea for Valorisation. p. 241-271. Bâ A.M., McGuire K.L., Diédhiou A.G. **Ectomycorrhizal Symbioses in Tropical and Neotropical Forests.** CRC Press, New York.

อัตราส่วนระหว่างเพศ และขนาดของกิ้งก่าเขาเล็ก (*Acanthosaura lepidogaster*) ในป่าดิบเขาบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-ห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่[1]

Sex Ratio and Sexual Dimorphism of Cuvier's Spiny Lizard (*Acanthosaura lepidogaster)* in Mae Sa–Kog Ma Biophere Reserve, Chiang Mai Province

บงกชรัตน์ ภัทรมนัส[1] ยอดชาย ช่วยเงิน[2] วิมลมาศ นุ้ยภักดี[3] และ **ประทีป ด้วงแค**[1*]

Bongkochrat Pattaramanat[1] Yodchaiy Chuaynkern[2] Wimonmart Nuipakdee[3] and **Prateep Duengkae**[1*]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Biology , Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900 *

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Mueang Khon Kaen, Khon Kaen, 40002, Thailand

[3]Man and Biosphere Programme, Mae Sa -Kog Ma Biosphere Reserve Office, Department of National Parks, Wildlife and Plants Conservation

* Corresponding Author; E-mail: **prateepd@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาอัตราส่วนระหว่างเพศ และขนาดของกิ้งก่าเขาเล็ก (*Acanthosaura lepidogaster*) ในป่าดิบเขาบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา - ห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ ทำการศึกษาระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 โดยใช้วิธีการสำรวจภาคสนาม 2 วิธี ประกอบด้วยการวางหลุมดักสัตว์ (pitfall) และการเดินสำรวจโดยตรง (direct observation) ซึ่งแบ่งออกเป็นการเดินสำรวจตอนกลางวันและตอนกลางคืน

ผลการศึกษาสำรวจพบกิ้งก่าเขาเล็กทั้งสิ้น 152 ตัว เป็นตัวเต็มวัย 94 ตัว (เพศผู้ 33 ตัว และเพศเมีย 61 ตัว) ตัวไม่เต็มวัยพบ 58 ตัว (เพศผู้ 23 ตัว และเพศเมีย 35 ตัว) อัตราส่วนระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมีย ตัวเต็มวัย 1:1.8 ($P=0.00$) ตัวไม่เต็มวัย 1:1.5 ($P=0.11$) เมื่อแยกพิจารณาเป็นรายเดือนพบว่า อัตราส่วนเพศของกิ้งก่าตัวเต็มวัย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในเดือนกรกฎาคม และเดือนตุลาคม ซึ่งพบกิ้งก่าเพศเมียมากกว่าเพศผู้ อัตราส่วนเพศของกิ้งก่าตัวไม่เต็มวัย มีอัตราส่วนของกิ้งก่าเพศเมียมากกว่าเพศผู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะในเดือนตุลาคม และความแตกต่างทางลักษณะสัณฐานวิทยาพบว่า กิ้งก่าเขาเล็กเพศเมียมีค่าเฉลี่ยของทั้ง 6 ลักษณะมากกว่ากิ้งก่าเขาเล็กเพศผู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

คำสำคัญ: อัตราส่วนระหว่างเพศ ป่าดิบเขา แม่สา - คอกม้า

ABSTRACT

This study of sex ratio and sexual dimorphism of Cuvier's spiny lizard (*Acanthosaura lepidogaster*) in the evergreen forest of Mae Sa – Huai Khon, Chiangmai Province was conducted from July to October 1960. Two field survey methods were applied, including pitfall and direct observation. The field surveys were divided into daytime and nighttime survey.

The study found 152 individuals of Cuvier's spiny lizard. Among these there were 94 individuals of adult (33 males and 61 females), and 58 individual of juvenile (23 males and 35 female). The ratio between adult male and female was 1: 1.8 (P = 0.00), juvenile male and female was 1: 1.5 (P = 0.11). When comparing number of male and female by month, it was found that adult female was significantly higher than male in July and October (P <0.05). For juvenile, we found that female was significant higher than male in October. The morphological observation found that female Cuvier's spiny lizard had higher average values of all 6 characteristics than males (P < 0.05).

Keyword: Sex Ratio, Evergreen forest, Mae Sa – Kog Ma

การประมาณความหนาแน่นของงูบางส่วนในเขตสงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่

Estimation of Snake Density in Mae Sa – Kog Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province

ทรงพล ชัยมงคล[1*]

Songpol Chaimongkhon[1*]

[1]ภาควิชา ชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: Songpon.runner@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาความหนาแน่นของงูในเขตสงวนชีวมณฑลแม่สา คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ ทำการศึกษาระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 โดยใช้วิธีการสำรวจภาคสนาม 2 วิธี ประกอบด้วยการเดินสำรวจโดยตรง (direct observation) และ การวางหลุมดักสัตว์ (pitfall) ซึ่งแบ่งออกเป็นการเดินสำรวจตอนกลางวันและตอนกลางคืน ผลจากการสำรวจประชากรของงู ในป่าดิบเขา บริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา - คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ ในระยะเวลา 4 เดือน พบงูจำนวน 63 ตัว จำแนกออกได้เป็น 11 ชนิดจาก 1 อันดับ 3 วงศ์ 9 สกุล ได้แก่ งูปล้องฉนวนเมืองเหนือ (*Lycodon fasciatus)* งูลายสาบท้องสามขีด (*Amphiesma deschauenseei*) งูลายสาบภูเขาสีน้ำตาล *(Amphiesmakhasiense)* งูคอขวั้นธรรมดา *(Sibynophis collaris*) งูหมอก (*Psammodynastes pulverulentus)* งูลายสอยูนนาน (*Sinonatrix yunnanensis)* งูพงอ้อท้องเหลือง *(Calamaria pavimentata)* งูกินทากลายขวั้น (*Pareas hamptoni)* งูกินทากจุดขาว *(Pareas margaritophorus)* งูหางแฮ่มภูเขา (*Ovophis monticola convictus)* และงูเขียวหางไหม้ท้องเขียวเหนือ (*Trimeresurus popeiorum)* คำนวณประชากรงูด้วยวิธี Capture recapture โดยเลือกใช้โมเดล Mh คือ งูแต่ละตัวมีโอกาสถูกจับได้ไม่เท่ากัน (±SE) ได้ 128 ตัว ± 66.94 ตัว ได้ค่าความหนาแน่นของงูในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา คอกม้าเท่ากับ 8 ตัวต่อ 1 ha หรือประชากรของงู 288 ตัวต่อ 36 ha

คำสำคัญ: ความหนาแน่น งู ประชากร

ABSTRACT

This study on estimation of snake density in hill evergreen forest area of Mae Sa – Kog Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province was conducted from July to October 2016. Two field survey methods were used including direct observation and pitfall. The field surveys were divided into day and night observations. Sixty-six snakes were recorded. The snakes were classified into 11 species in 1 order, 3 families and 9 genera. The snakes species included *Lycodon fasciatus*, *Amphiesma deschauenseei*, *Amphiesma khasiense*, *Sibynophis collaris*, *Psammodynastes pulverulentus*, *Sinonatrix yunnanensis*, *Calamaria pavimentata*, *Pareas hamptoni*, *Pareas margaritophorus*, *Ovophis monticola convictus* and *Trimeresurus popeiorum*. Snake population was determined using Mh Model of Capture Recapture method- each snake has unequal chance to be caught (±SE). The model estimated 128 (± 66.94) snakes with a density of 8 snakes/ha or 288 snakes/36 ha.

Keyword: density, snake, population

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) ในประเทศไทยโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดไมโครแซทเทลไลท์

Evaluation of Genetic Diversity of Siamese Rosewood (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) in Thailand Using Microsatellite DNA Markers

สุจิตรา จางตระกูล[1*] พนิดา รุ่งรัตนกุล[2] และ นารีรัตน์ ทองบุญส่ง[2]

Suchitra Changtragoon[1], Panida Roongrattanakul[2] and Nareerat Thongboonsong[2]

[1]สำนักงานผู้เชี่ยวชาญ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

[1]Expert Office, Forest and Plant Conservation Research Office, National Park, Wildlife and Plant Conservation Department

[2]ส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

[2]Forest Research Office, Forest and Plant Conservation Research Office, National Park, Wildlife and Plant Conservation Department

* Corresponding Author; E-mail: suchitra.changtragoon@gmail.com

บทคัดย่อ

ในการประเมินสถานภาพแหล่งพันธุกรรมของไม้พะยูงในประเทศไทยนั้นได้มีการสำรวจไม้พะยูงและเก็บตัวอย่างใบจากป่าธรรมชาติและป่าปลูกบริเวณพื้นที่อนุรักษ์ 12 แหล่งในพื้นที่ภาคกลาง ภาคอีสาน และป่าปลูกในภาคใต้ โดยได้มีการเก็บตัวอย่างใบ 23-32 ตัวอย่างต่อแหล่ง นำแต่ละตัวอย่างใบที่ได้มาสกัดดีเอ็นเอ และเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยกระบวนการพีซีอาร์ ความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้พะยูงแต่ละประชากรได้มีการถูกประเมินโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดไมโครแซทเทลไลท์ จำนวน 11 ตำแหน่ง ผลการศึกษาพบว่าความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้พะยูงจากหน่วยป้องกันรักษาป่า ท่ามะปราง จ.สระบุรี มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากที่สุด กล่าวคือ มีค่า H_e = 0.63 ในขณะที่ความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้พะยูงจากอุทยานแห่งชาติภูพานจังหวัดสกลนคร มีค่าต่ำกว่าแหล่งอื่นโดยมีค่า H_e = 0.29 และค่าเฉลี่ยของความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้พะยูงจากทุกแหล่งมีค่า H_e = 0.39 และความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างแหล่งของไม้พะยูงมี 18 เปอร์เซ็นต์ (F_{st} = 0.18) ผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางพิจารณาวางแผนการอนุรักษ์พันธุกรรมและฟื้นฟูไม้พะยูงในประเทศไทยได้

คำสำคัญ: ไม้พะยูง ความหลากหลายทางพันธุกรรม เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ การอนุรักษ์พันธุกรรม การฟื้นฟู

ABSTRACT

In order to evaluate status of genetic resources of *Dalbergia cochinchinensis* in Thailand, the tree species from natural forests in the central and north-eastern part of the country, and plantations in the southern part of the country was surveyed. Twenty-three to thirty-two leaf samples per population were collected from 12 survey sites. DNA from each leaf sample was extracted and PCR amplified. The genetic diversity of *D. cochinchinensis* populations was evaluated using 11 microsatellite loci. The results showed that *D. cochinchinensis* from Tama Prang Forest Protection Unit, Saraburi Province had the highest genetic diversity (H_e = 0.63) while the population in Phu Phan National Park, Sakon Nakhon Province had the lowest genetic diversity (H_e = 0.29). An average of genetic diversity from all populations was 0.39. The genetic differentiation among population was 18% (F_{st} = 0.18). It was recommended that more populations should be included in the future studies. The results from this study could be used as a basis for conservation and reforestation plan of *D. cochinchinensis* in the Thailand.

Keywords: *Dalbergia cochinchinensis*, genetic diversity, microsatellite marker, conservation, reforestation

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ของราทะเลในจังหวัดสตูล

Species Diversity of Manglicolous Marine Fungi of Satun Province

สาทินี ซื่อตรง[1*] สิตา ปรีดานนท์[1] อรพิน พระเจริญ[1] อนุพงศ์ คล้ายสุบรรณ[1] จริยา สากยโรจน์[1,3]
พนิดา อุนะกุล[1] ประนอม ชุมเรียง[2] วรัทยา พรมชู[2] และ ทนุวงศ์ แสงเทียน[2]

Satinee Suetrong[1], Sita Preedanon[1], Oraphin Pracharoen[1], Anupong Klaysuban[1], Jariya Sakayaroj[1,3],
Panida Unagul[1], Pranom Chumriang[2], Waratthaya Promchu[2] and Tanuwong Sangtiean[2]

[1]ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย, ปทุมธานี 12120.

[2]กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ, กรุงเทพฯ 10210

[3]สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช 80160

[1]National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Pathum Thani 12120

[2]Department of Marine and Coastal Resources, The Government Complex Commemorating His Majesty, Bangkok 10210

[3]School of Science, Biology, Walailak University, Nakhon Si Thammarat 80160

* Corresponding Author; E-mail: **satinee.sue@biotec.or.th**

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้อยู่ภายใต้ความร่วมมือระหว่างศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) ร่วมกับกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่มุ่งเน้นศึกษาความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ของราทะเลจากชิ้นตัวอย่างเศษไม้จากพื้นที่วิจัย 3 บริเวณในจังหวัดสตูล (ป่าโกงกางศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 5 สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 36 และ 37 จังหวัดสตูล) จากชิ้นตัวอย่างเศษไม้จำนวน 875 ชิ้นตัวอย่าง พบราทะเลทั้งสิ้น 80 ชนิด จัดเป็นราในกลุ่มแอสโคไมคอตา 71 ชนิด (89%) ราในกลุ่มเบสิดิโอไมคอตา 1 ชนิด (1%) และราที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ 8 ชนิด (10%) ค่าเฉลี่ยของความถี่ในการพบราทะเลอยู่ในช่วง 0.29 - 16.67 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาครั้งนี้พบราทะเลที่พบบ่อย (ตั้งแต่ร้อยละ 1 - 9) จำนวน 36 ชนิด ราทะเลที่พบบ่อยมากสี่อันดับแรกได้แก่ *Ascocratera manglicola* (ร้อยละ 16.67) รองลงมา คือ Xylariaceous sp. (ร้อยละ 16.09), *Quintaria lignatilis* และ *Rimora mangrovei* (ร้อยละ 10.61) และอันดับสุดท้าย *Verruculina enalia* (ร้อยละ 10.05) ตามลำดับ การเปรียบเทียบความแตกต่างของราทะเลในแต่ละพื้นที่วิจัยพบว่ามีราทะเล 24 ชนิดที่พบทั้งสามพื้นที่วิจัย คือ *Aniptodera lignatilis, Aniptodera* sp., *Ascocratera manglicola, Caryosporella rhizophorae, Dactylospora haliotrepha, Halorosellinia oceanica, Halosarpheia marina, Halosarpheia sp., Kallichroma tethys, Lautospora gigeantea, Leptosphaeria sustraliensis, Lignincola laevis, Lulworthia grandispora, Lulworthia sp., Nemamia maritima, Quintaria lignatilis, Rhizophila marina, Rimora mangrovei, Saagaromyces glitra, S. ratnagiriensis, Salsuginea ramicola, Savoryella longispora, Verruculina enallia* และ Xylariaceous sp.การวิจัยในครั้งนี้พบราทะเลที่มีรายงานการค้นพบน้อยครั้งในประเทศไทยอีก 1 ชนิด คือ

Paraliomyces lentifer นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วยังค้นพบราทะเลชนิดใหม่ (new species) คือ *Dyfrolomyces thailandensis* และ *Helicascus satunensis* พบอยู่ในป่าโกงกางบริเวณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 36

คำสำคัญ: ความหลากหลาย โกงกาง ราทะเล สตูล

ABSTRACT

This study on species diversity of marine fungi on mangrove woods was conducted under the collaboration between National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC) and Department of Marine and Coastal Resources. Samples were collected from 3 sites (Mangrove Forest Learning and Development Center 5, and Mangrove Forest Resource Development Station 37 and 36) in Satun Province. A total of 80 fungal species were recorded. These included 71 species of Ascomycota (89%), 1 species of Basidiomycota (1%) and 8 species of asexual fungi (10%). Average occurrence of marine fungi recorded from this study ranged from 0.29 - 16.67%. Thirty-six species of the fungi were commonly found (average occurrence of 1 - 9%). The top five highest frequently found species were *Ascocratera manglicola* (16.67%), followed by *Xylariaceous* sp. (16.09%), *Quintaria lignatilis* (10.61%), and *Rimora mangrovei* (10.61%) and *Verruculina enalia* (10.05%), respectively. Comparative study of fungi among the three stations indicated that 24 species of fungi were reported from all stations. Three species were *Aniptodera lignatilis, Aniptodera* sp., *Ascocratera manglicola, Caryosporella rhizophorae, Dactylospora haliotrepha, Halorosellinia oceanica, Halosarpheia marina, Halosarpheia* sp., *Kallichroma tethys, Lautospora gigeantea, Leptosphaeria sustraliensis, Lignincola laevis, Lulworthia grandispora, Lulworthia sp., Nemamia maritima, Quintaria lignatilis, Rhizophila marina, Rimora mangrovei, Saagaromyces glitra, S. ratnagiriensis, Salsuginea ramicola, Savoryella longispora, Verruculina enallia* and *Xylariaceous* sp. In the present study, we found one rare species for Thailand which was *Paraliomyces lentifer*. Two new species (*Dyfrolomyces thailandensis* and *Helicascus satunensis*) were reported from Mangrove Forest Resource Development Station 36.

Keywords: marine fungi, mangroves, satun, species diversity

การประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากชนิดของไลเคน ค่า Index of Atmospheric Purity (IAP) และ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เพื่อติดตามคุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติจังหวัดนครนายก

Application of Relationship among Lichen Species Diversity, Index of Atmospheric Purity (IAP) and Carbon monoxide for Monitoring Air Quality in Natural Attraction of Nakorn Nayok Province

เกษศิริ ศิริกุล[1] อรินทม์ งามนิยม[1] ทายาท ศรียาภัย[1] ศิริกุล ธรรมจิตรสกุล[1] และ กัญจน์ ศิลป์ประสิทธิ์[1]

Kastsiri Sirikul[1], Arin Ngamniyom[1], Thayat Sriyapai[1], Sirikul Thummajitsaukul[1] and Kun Silprasit[1]

[1]คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

[1]Faculty of Environmental Culture and Ecotourism, srinakharinwirot university, Bangkok 10110

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศ โดยการประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของไลเคน และค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ (IAP) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) เพื่อบ่งชี้คุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก โดยสำรวจไลเคน ช่วงฤดูฝน (กรกฎาคม) และฤดูหนาว (มกราคม) ในพื้นที่สามกลุ่มคือพื้นที่ชุมชน พื้นที่แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติและพื้นที่ธรรมชาติ นำข้อมูลไลเคนมาคำนวณค่าความหลากหลายทางชีวภาพ และ ค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ (IAP) โดยเปรียบเทียบกับค่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในแต่ละพื้นที่ จากการศึกษาพบว่าค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคน ค่าความหลากชนิด (S) ค่าความสม่ำเสมอ สอดคล้องกับค่าคุณภาพอากาศ IAP และ ปริมาณ CO ยิ่งไปกว่านั้นยังพบว่าบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่นิยมนั้น มีค่าคุณภาพอากาศใกล้เคียงกับพื้นที่ชุมชน ดังนั้นการใช้ความหลากหลายของไลเคนเป็นฐานข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอากาศจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวได้ ทำให้เกิดการเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมต่อไป

คำสำคัญ: ไลเคน แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ คุณภาพอากาศ ความหลากหลายทางชีวภาพ

ABSTRACT

This research studied air quality indicators for natural attractions of Nakon Nayok Province by applying relationship among lichen diversity, Carbon monoxide (CO) and Index of Atmospheric Purity (IAP). The samples were collected from 3 types of area: urban area, natural attraction and natural area during rainy (July) and winter (January) seasons. Information on lichen were used for determination of lichen biodiversity indices and IAP. Relationship of biodiversity indices, IAP and CO level from each area type was assessed. The results showed that diversity indices (H), species richness (S) and evenness (E) related to IAP and CO level. In addition, this study found that natural attraction area contained similar CO quantity as reported in urban area. Thus, diversity of lichen

could be used as a basis for monitoring changes of air quality in tourist destinations of Nakhon Nayok Province. More generally, lichen diversity could be applied for environmental quality awareness.

Keywords: lichen, nature-based, air quality, Biological Diversity

คำนำ

ปัจจุบันสิ่งแวดล้อมได้มีการเปลี่ยนแปลงไปมากทั้ง ดิน ฟ้า และอากาศ แต่สิ่งที่เห็นผลชัดเจนคือ เรื่องของอากาศ โดยปัจจุบันการบ่งชี้คุณภาพอากาศนั้นมีหลายรูปแบบ ซึ่งไลเคนเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศที่สามารถพบได้ตามธรรมชาติ ไลเคนสามารถแบ่งรูปแบบการเติบโตออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มอ่อนไหวมาก คือ ฟรูติโคสไลเคน (fruticose) โดยจะอาศัยอยู่ในบริเวณที่อากาศบริสุทธิ์และมีความชื้นสูง กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่อ่อนไหว คือ โฟลิโอสไล (foliose) เคน อาศัยในบริเวณที่มีอากาศดี และกลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มที่ทนทานต่ออากาศที่มีคุณภาพต่ำได้ คือ คลัสโตสไลเคน (crustose) ประชากรไลเคนเติบโตโดยใช้น้ำและแร่ธาตุจากอากาศ จึงอ่อนไหวต่อมลพิษทางอากาศ และนิยมใช้บ่งชี้คุณภาพอากาศ ไลเคนเป็นการเอื้อประโยชน์ร่วมกันระหว่างราและสาหร่ายทำ ให้ไลเคนสามารถเติบโตอยู่ทั่วไป ไลเคนสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพทางอากาศได้ ซึ่งพบว่าไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความไวต่อมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) ก๊าซฟลูออไรด์ (Fluorides) และสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นสารออกซิไดซ์สูง เช่น โอโซน ไลเคนแต่ละชนิดมีความทนทานต่อมลพิษทางอากาศไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้สามารถใช้ไลเคนเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศได้ในเบื้องต้น หากบริเวณสถานที่ที่อาศัยเช่น ต้นไม้ แผ่นหิน แผ่นไม้ เป็นต้น มีไลเคนเกิดขึ้นซึ่งแบ่งประเภทลักษณะการเกิดขึ้นของไลเคนตามธรรมชาติที่ทนทานต่อระดับมลภาวะไม่เท่ากันได้ (Wirth, 1988) อีกทั้งไลเคน ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น ด้านการแพทย์ อาหาร อุตสาหกรรม เป็นต้น มลพิษทางอากาศ หมายถึง อากาศที่มีสิ่งเจือปน (contaminant) เช่น ฝุ่นผง (dust) ไอควัน flumes) ก๊าซต่างๆ (gases) ละอองไอ (mist) กลิ่น (odors) ควัน (smoke) ไอ (vapor) ฯลฯ อยู่ในลักษณะปริมาณ และระยะเวลาที่นานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ หรือสัตว์หรือทำลายทรัพย์สินของมนุษย์หรือสิ่งแวดล้อมอื่นๆ (พัฒนา, 2546) สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดมลพิษอาจเกิดได้จากปัจจัยหลากหลายปัจจัย แต่ส่วนหนึ่งเกิดจากการมนุษย์เข้ามาท่องเที่ยวทางธรรมชาติหรือเข้ามาใช้ประโยชน์ แต่ส่วนหนึ่งที่การศึกษาครั้งนี้ให้ความสำคัญคือ มลพิษที่เกิดจากมนุษย์ที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

โดยแบ่งกลุ่มพื้นที่ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกคือ พื้นที่อาศัยชุมชน พื้นที่ในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ แปลงที่ 5 คือ ศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรตันราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมาร ซึ่งมีต้นไม้และแหล่งพักผ่อนของประชาชน แปลงที่ 4 คือ หอพักนักศึกษาใน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ มีการคมนาคมอย่างต่อเนื่อง กลุ่มที่สอง คือพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ แปลงที่ 3 คือ น้ำตกสาริกา แปลงที่ 2 น้ำตกลานรัก และกลุ่มสาม คือ พื้นที่ธรรมชาติไม่ใช่แหล่งท่องเที่ยว แปลงที่ 1 คือ อ่างเก็บน้ำคลองโบด ทำการศึกษาในพื้นที่ขนาด 500 x 500 เมตร ซึ่งใช้การสุ่มตัวอย่างต้นไม้ครั้งนี้จำนวน 4 - 6 ต้น ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างคือ ช่วงฤดูฝน

(มิถุนายน – กรกฎาคม เก็บข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยใช้เครื่อง GPS (GARMIN รุ่น GPS MAP 62s) โดยใช้ Garmin BaseCamp software version 4.2.5 และแสดงแผนที่สำรวจข้อมูลใน Google Earth version 7.1.2.204

2 การศึกษาความหลากหลายของไลเคน

2.1 คัดเลือกต้นไม้สำหรับการสำรวจไลเคน

ทำการสำรวจในช่วงฤดูฝน มิถุนายน ถึง สิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงที่จะพบไลเคนได้สมบูรณ์ที่สุด โดยคัดเลือกต้นไม้ที่เป็นแหล่งอาศัยของไลเคน ตามหลักการอ้างอิงจาก European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress (Asta *et al*., 2016) เป็นต้นไม้ที่มีเปลือกผิวไม่ขรุขระและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตร ต้นไม้ที่มีความสมบูรณ์ ลำต้นตั้งตรงที่เหมาะแก่การวางกรอบสำรวจชนิดและความถี่ของไลเคน โดยวางแปลงสำรวจขนาด 500 x 500 เมตร เลือกสำรวจต้นไม้จำนวน 4 - 6 ต้น (Asta *et al*., 2002) พร้อมกับติดหมายเลขต้นไม้ วางแปลงตัวอย่างแบบสี่เหลี่ยมขนาด 10 x 10 ตารางเมตร สุ่มแปลงตัวอย่างทั้งหมด 5 แปลง จำนวนต้นไม้ที่สำรวจทั้งสิ้น 30 ต้น พร้อมทั้งทำการบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ของตำแหน่งต้นไม้

2.2 การสำรวจไลเคน

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างไลเคนใช้ quadrat ขนาด 10 x 10 เซนติเมตร ทั้งหมด 4 ช่อง วางบนเปลือกไม้ที่ความสูงเหนือพื้นดิน 1.5 เมตร บันทึกภาพไลเคนบนต้นไม้ให้เห็นลักษณะของไลเคนและโครงสร้างการสืบพันธุ์ รวมทั้งบันทึกภาพต้นไม้ที่ไลเคนอิงอาศัย นับจำนวนไลเคนในแต่ละ quadrat ทำเช่นนี้ ทั้ง 4 ทิศทางของต้นไม้ เพื่อนำไปคำนวณหาความถี่ การกระจายตัว และค่าความหลากหลายทางชีวภาพต่อไป ในการเก็บตัวอย่างไลเคนเพื่อนำไปจำแนกในห้องปฏิบัติการ ทำโดยใช้มีดตัดส่วนที่ไลเคนยึดเกาะหรือลอกเฉพาะไลเคน ห่อด้วยกระดาษ ใส่ถุงซิปจดบันทึกลักษณะต่างๆ การกระจายตัวของไลเคน ทำเครื่องหมายเลขรหัสแต่ละตัวอย่างๆ ที่เก็บได้

2.3 การจำแนกไลเคน

นำภาพถ่ายที่ได้มาประมวลผลด้วยการเปรียบเทียบกับรูปวิธานเพื่อระบุสกุล และนำตัวอย่างไลเคนพิจารณาลักษณะต่างๆ ภายใต้กล้องสเตอริโอ ไมโครสโคป เพื่อการคัดแยกกลุ่มไลเคนจากรูปแบบการเติบโต สามารถแยกโดยใช้รูปแบบการเติบโต (growth form) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกที่สามารถมองเห็นด้วยตา ได้แก่ สีและลักษณะของแทลลัส ขนาดและลักษณะของโลป สีและลักษณะของโครงสร้างสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ชนิดของโครงสร้างสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (soredia หรือ isidia) มีขน (cilia) ที่ขอบโลป หรือไม่ rhizine หรือ holdfast หรือไม่มี ส่วนการวิเคราะห์ลักษณะภายในของโครงสร้างสืบพันธุ โดยอ้างอิงจากจากคู่มือการจัดจำแนก (key) สรณ รัชฎ์ (2553) , บังอร และคณะ (2553), มงคล และกัณฑรีย์ (2553) และสัญญา และพชร (2553)

2.4 การหาความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคน

จากนั้นทำการคำนวณหาค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพได้แก่

1) ความมากชนิด (species richness) ทำการจดบันทึกไลเคนที่สำรวจพบในแต่ละพื้นที่เพื่อนำมาหาความมากชนิด โดยความมากชนิดของไลเคนหาได้จาก จำนวนชนิดของไลเคนที่พบต่อหน่วยพื้นที่

2) ดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener (Shannon-Wiener's Index, H') เป็นดัชนีที่ใช้ในการบ่งชี้ระดับความหลากหลายของไลเคนที่พบในพื้นที่ศึกษาดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener จะเพิ่ม

สูงขึ้นเมื่อมีจำนวนชนิดเพิ่มและมีความสม่ำเสมอในการกระจายตัวของจำนวนไลเคนในแต่ละชนิด ก็สามารถให้ค่า H’ มีค่าสูงสุดได้และค่า H’ มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อมีจำนวนชนิดในพื้นที่เพียงชนิดเดียว อย่างไรในทางปฏิบัติ พบว่าค่า H’ มีค่าได้ไม่เกิน 5

$$H' = -\sum_{i=1}^{s}(PiInPi)$$

เมื่อ *H’* = ดัชนีความหลากหลายทางชนิด
S = จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด
Pi = สัดส่วนระหว่างจำนวนตัวอย่างของสิ่งมีชีวิต (i= 1, 2, 3,...)

3) ความสม่ำเสมอ (species evenness) เป็นดัชนีที่ชี้ถึงความใกล้เคียงกันของจำนวนหน่วยไลเคนแต่ละชนิดที่พบในพื้นที่ศึกษา ดัชนีความสม่ำเสมอจะมีค่ามากที่สุดเมื่อทุกชนิดในพื้นที่มีจำนวนหน่วยเท่ากันหมดหรือค่าที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 1

$$J' = \frac{H'}{H'\max}$$

เมื่อ J’ = ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ
H’ = ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener
H’max = ค่าดัชนีความหลากหลายที่มีความเป็นไปได้สูงสุด (คำนวณจาก log2S โดย S คือจำนวนชนิดทั้งหมด)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลความบริสุทธิ์ Index of Air Purity (IAP) ของอากาศจากความหลากหลายของไลเคน

โดยใช้วิธีการคำนวณตามสูตรของ Shannon–Weiner diversity index (Ludwig and Reynolds, 1986 และ Chao and Shen, 2003)

$$\text{IAP}=\frac{1}{10}\sum_{i=1}^{n} Q_i\, f_i$$

i = ชนิดไลเคน
n = จำนวนของชนิดไลเคนในสถานที่นั้น
Q = ค่าเฉลี่ยของจำนวนที่พบไลเคน (Das, *et al.,* 2013) หรือ จำนวนไลเคนที่พบในแต่ละพื้นที่ต่อจำนวนทั้งหมดของพื้นที่
F = จำนวนของ quadrat ที่พบชนิดนั้นต่อจำนวน quadrat ทั้งหมด โดยเปรียบเทียบค่า IAP จากมาตรฐาน

4. การเก็บข้อมูลปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

เก็บข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยใช้เครื่อง GPS (GARMIN รุ่น GPS MAP 62s) ในระบบ UTM (x-utm และ y-utm) โดยใช้Garmin BaseCamp software version 4.2.5 การวัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ อุณหภูมิและความชื้น ด้วยใช้เครื่อง CO meter + Humidity/Temp Model : COH-9902

ผลและวิจารณ์

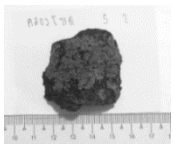
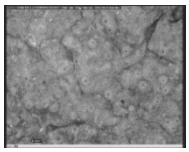
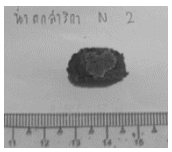
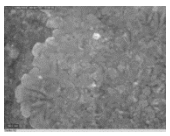
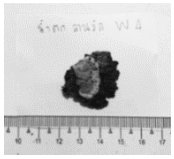
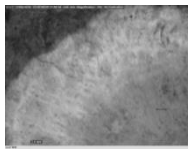
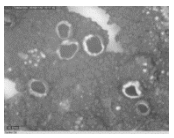
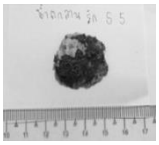
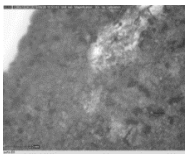
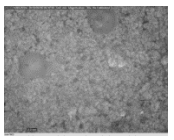
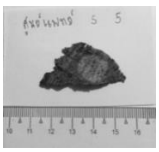
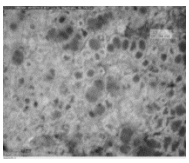
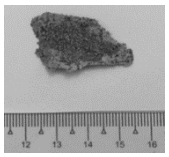
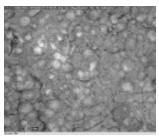
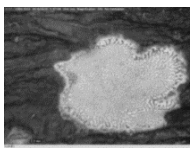
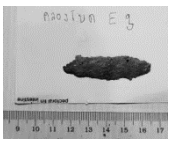
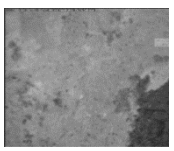
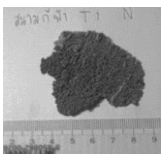
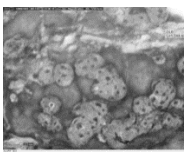
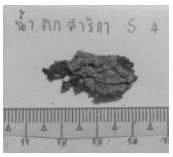
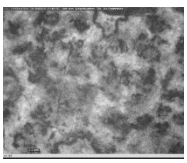
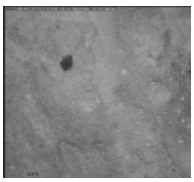
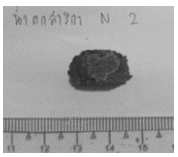
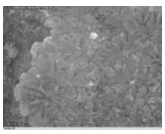
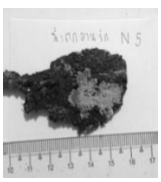
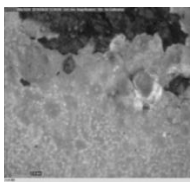
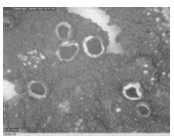
1. ความหลากหลายทางชีวภาพ

ผลการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนปรากฏผลดัง Table 1 โดยพบว่า ในเขตชุมชน (site 1 และ 2) พบไลเคน 11 ชนิด ขณะที่เขตท่องเที่ยวธรรมชาติ (site 3 และ 4) พบไลเคน 13 ชนิด และพื้นที่ธรรมชาติที่ไม่ใช่แหล่งท่องเที่ยว (site 5) พบไลเคน 12 ชนิด ส่วนใหญ่เป็น crustose lichen ดังแสดงใน Table 2

Table 1 Amount of the urban area (site 1 and 2) natural-tourism based area (site 3, 4) and natural area (site 5)

code	Lichen	Urban area			Natural area			
		Site 1	Site 2	Total	Site 3	Site 4	site 5	Total
sp1	*Acanthothecis sp*			0		13		13
sp2	*Cryptothecia sp*			0	30		10	40
sp3	*Arthracothecium sp*	28	63	91	6	36	32	74
sp4	*Fissurina dumastii sp*	7		7		23	3	26
sp5	*Lecanora sp*	3	21	24	5			5
sp6	*Sargograpa heteroclita*			0			12	12
sp7	*Trypethelium sp*		20	20			18	18
sp8	*Graphis subassimalis sp*	18		18		6	9	15
sp9	*Parmotrema sp*			0	11		4	15
sp10	*Pyrenulaceae sp*	22	2	24		6	21	27
sp11	*Sargograpa sp*			0	3			3
sp12	*Pyxine sp*		9	9	7			7
sp13	*Diploschistes sp*			0	2		22	24
sp14	*Rinodina sp*		2	2				0
sp15	*Dirinaria sp*		5	5				0
sp16	*Phyllopsors sp*			0			2	2
sp17	*Arthonia sp*			0		1		1
sp18	*Graphis sp*	4		4			6	6
sp19	*Chrysothrix sp*			0	9		1	10
sp20	*Graphis chloroalba*	14		14				0
	Total No	96	122	**218**	73	85	140	**298**
	Total species	7	7	**11**	8	6	12	**17**

Table 2 Lichens were observed in studied area

Lichen	Zoom	Spices	Lichen	Zoom	Spices
		*Arthracothecium sp.*			*Pyxine sp*
		*Cryptothecia sp.*			*Diploschistes sp*
		*Fissurina dumastii sp*			*Rinodina sp*
		*Lecanora sp*			*Dirinaria sp*
		*Sargograpa heteroclita*			*Phyllopsors sp*
		*Trypethelium sp*			*Arthonia sp*
		*Graphis subassimalis sp*			*Pyxine sp*
		*Parmotrema sp*			*Diploschistes sp*

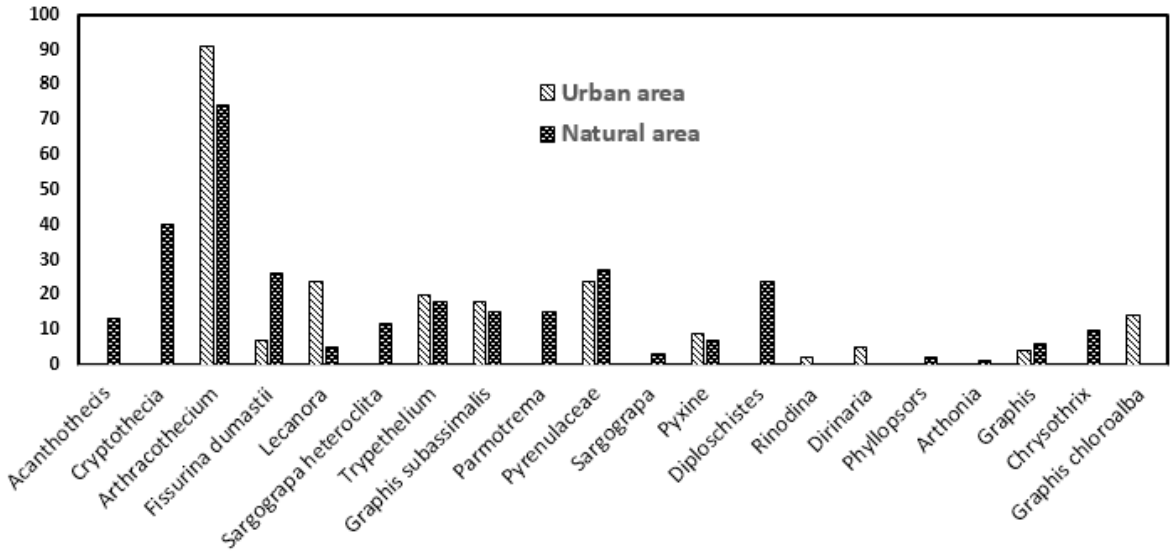


Figure 1 Number of lichens in urban area comparing to Natural area

โดยพบว่าไลเคนที่พบมากที่สุดคือ สกุล Arthracothecium พบมากทั้งในพื้นที่ชุมชนและพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ ดัง Figure 1 ขณะที่ไลเคน Acanthothecis Cryptothecia Sargograpa Parmotrema Diploschistes และ Chrysothrix จะพบเฉพาะในแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติเท่านั้น ขณะที่ *Graphis chloroalba* จะพบในแหล่งชุมชนเท่านั้น

Table 3 Determination of the purity of air and carbon monoxide (IAP).

site	Shannon	Evenness	Species richness	CO (ppm)	IAP	air quality
site 1[a]	1.11	0.62	6	9.6	0.533	Poor
site 2[a]	1.37	0.70	7	7.8	0.725	Poor
site 3[b]	1.75	0.84	8	8	0.539	Poor
site 4[b]	1.96	0.81	11	6	2.400	Fair
site 5[b]	1.38	0.85	5	5	4.300	Fair

Remarks: IAP range 0 ≤ IAP <1 Poor , 1 ≤ IAP <3 Fair, 3 ≤ IAP <5 Good and 5 ≤ IAP <7 Very good (Estrabou *et al*., 2011)

[a] Urban area, [b] Natural area

การคำนวณค่าดัชนีความหลากหลาย ของแต่ละพื้นที่ พบว่า แปลงที่ 4 (น้ำตกลานรัก) มีค่าความหลากหลายทางชนิดของไลเคนมากที่สุด (H =1.961623)) ซึ่งมีค่า IAP 2.4 หมายถึงอากาศไม่ดีนัก (fair) ขณะที่แปลงที่น้อยที่สุดคือแปลงที่ 1 (ศูนย์แพทย์) (H=1.111867) มีค่าความสม่ำเสมอ (Evenness) 0.62 ซึ่งต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกพื้นที่

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และ ความบริสุทธิ์ของอากาศ (IAP) ปริมาณ CO ส่วนมากเกิดจากการคมนาคมในพื้นที่ชุมชน หรือ ใกล้ถนน การมีปริมาณ CO ส่งผลต่อคุณภาพอากาศไม่ดี เมื่อพิจารณา IAP ในพื้นที่ 1 แหล่งชุมชน เท่ากับ 0.533 หมายถึงอากาศไม่ดี (poor) และยังพบว่ามีค่า คาร์บอนมอนอกไซด์ 9.6 ppm ซึ่งสูงที่สุด ดังนั้นจะเห็นว่าค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคน ค่าความสม่ำเสมอ สอดคล้องกับค่าคุณภาพอากาศ IAP และ ค่า ความหลากชนิด (S) ยังสอดคล้องกับ ค่า IAP ได้อีกด้วย ดัง Figure 2 อย่างไรตาม แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ site 3 นั้นเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ผู้คนนิยมมาก มีค่า IAP เท่ากับ 0.539 มีปริมาณ CO 8 ppm ซึ่งถือว่าอากาศไม่ดีนัก เป็นไปได้ว่าเป็นพื้นที่ที่มีนักท่องเที่ยวจำนวนมาก เท่าให้มีการสัญจร คมนาคมจำนวนมากเช่นกัน จึงส่งผลให้มี CO มาก อากาศไม่ดีนัก แม้ว่าจะมีความหลากหลายของไลเคนมากเป็นอันดับที่ 2 ก็ตาม

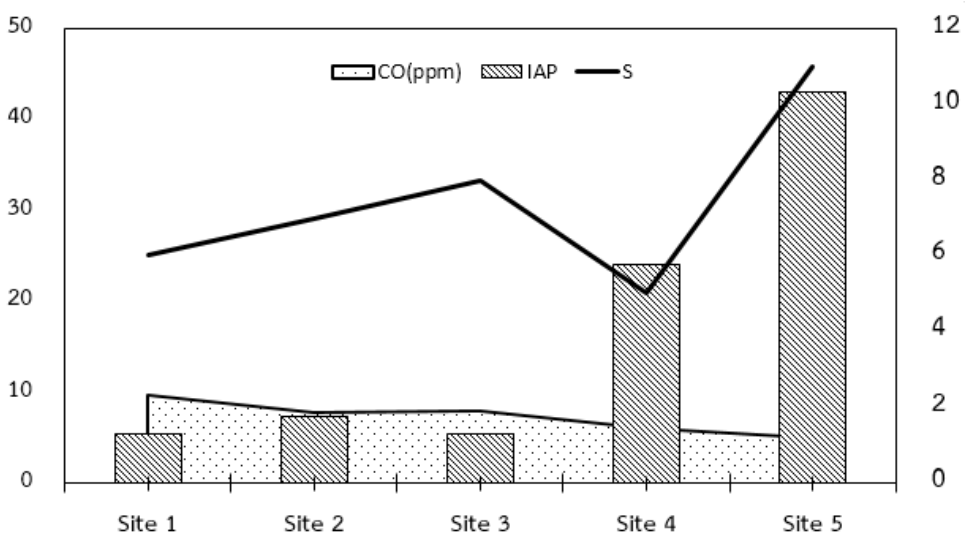


Figure 2 relation between IAP CO and species richness (S)

สรุป

ความหลากหลายของไลเคนและความสัมพันธ์กับคุณภาพอากาศ บริเวณศูนย์แพทย์พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มากที่สุด โดยบริเวณนี้พบไลเคนกลุ่ม ครัสโตส (crustose) ซึ่งมีคุณสมบัติ ทนทานมากที่สุด จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้สมมติฐานที่ว่าในพื้นที่บริเวณในเมืองหรือพื้นที่ๆมีประชากรอาศัยอยู่ จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) สูง คุณภาพอากาศไม่ดี แต่ในความเป็นจริงกลับมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เทียบเท่ากับ สถานที่ตามธรรมชาติ จึงทำให้สามารถพบกลุ่มไลเคนเดียวกันที่มีคุณสมบัติทนทานต่อสภาพอากาศที่มลพิษสูง ซึ่งในพื้นที่สำรวจทั้งสองที่นี้มีคุณภาพอากาศที่ใกล้เคียงกัน โดยปัจจัยที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องคาดว่าเกิดมาจากการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติของมนุษย์

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณคณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ สถาบันวิจัยและยุทธศาสตร์ทางปัญญา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยการวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุน เลขที่ 118/2561

เอกสารอ้างอิง

มงคล แผงเพ็ชร และ กัณฑรีย์ บุญประกอบ. 2553. การเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปได้ของชุมชีพไลเคนและการสูญเสียชนิดพันธุ์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพ. *ใน* **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 36**. ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค, กรุงเทพฯ.

สัญญา มีสิม และ พชร มงคลสุข. 2553. การศึกษาครัสโตสไลเคนวงศ์ฟิสเซียซีอีในประเทศไทย **วารสารพฤกษศาสตร์ไทย** 2 (ฉบับพิเศษ): 65-72.

สรณรัชฎ์ กาญจนะวณชิย์. 2553. **นักสืบสายลม คู่มือสำรวจไลเคนกรุงเทพฯ ตรวจคุณภาพอากาศเมือง.** มูลนิธิโลกสีเขียว, กรงุเทพฯ.

บังอร วรรณลัก, เวชศาสตร์ พลเยี่ยม และ กัณฑรีย์ บุญประกอบ. 2553. พลวัตและการเติบโตของแทลลัสไลเคนในระบบนิเวศป่าเขตร้อนณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. *ใน* **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 36**. ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค, กรุงเทพฯ.

Asta, J., W. Erhardt, M. Ferretti and F. Fornasier. 2016. **European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress.** 337 pp.

Chao, A. and T. Shen. 2003. Nonparametric estimation of Shannon index of diversity when there are unseen species in sample. **Environ. Ecol. Stat.**10: 429–443.

Das, P., S. Joshi, J. Rout and D.K. Upreti. 2013. Lichen diversity for environmental stress study: Application of index of atmospheric purity (IAP) and mapping around a paper mill in Barak Valley, Assam, **northeast India.Tropical Ecology** 54(3): 355-364.

Estrabou, C., E. Filippini, S.J. Pablo, G. Schelotto and J.M. Rodriguez. 2011. Air quality monitoring system using lichens as bioindicators in Central Argentina. **Environ Monit Assess.** 182(1-4): 375-83.

Ghinwa M. and V.B. Naja. 2009. Toxicity and sources of Pd, Cd, Hg, Cr, As, and radionuclides in the environment, pp. 13-61. *In* **Heavy Metals in the Environment**. Available Source: http://biosorption.mcgill.ca/publication/HandB-Ch2.pdf.

Ludwig, A.J. and J.F. Reynolds. 1986. **Statistical Ecology**. John Wiley and Sons Inc., New York.

Tam, N.F.Y. and Y.S. Wong. 2000. Spatial Variation of Heavy Metals in Surface Sediments of Hong Kong Mangrove Swamps. **Environmental Pollution** 110: 195-205.

Wang. K.L., P.J. Chen, Y. Hung and N.K. Shammas. **Heavy Metals in the Environment.** New York: CRC press Taylor & Francis group.

ครัสเตเชียนในป่าชายเลนคลองโคนและแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

Crustaceans in Mangrove Forest of Klong Kone and Laem Yai Sub-districts, Samut Songkhram Province

วรไกร วิชานุชิต[1] **ศิรประภา เปรมเจริญ[1*]** อรวรรณ คำรักษ์[1] และ สุริยาภรณ์ เชยชม[1]

Worakai Wichanuchit[1], **Siraprapha Premcharoen[1*]**, Orawan Khamrak[1] and Suriyaporn Choeychom[1]

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

[1]Department of Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

* Corresponding Author; E-mail: **faassrp@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

ครัสเตเชียนในพื้นที่ป่าชายเลน ตำบลคลองโคนและตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ได้ทำการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนเมษายน 2560 ถึงเดือนมกราคม 2561 ใน 4 สถานีเก็บตัวอย่าง 3 ฤดูกาลคือ เดือนเมษายน 2560 (ฤดูร้อน) เดือนสิงหาคม 2560 (ฤดูฝน) และ เดือนมกราคม 2561 (ฤดูหนาว) พบครัสเตเชียนทั้งหมด 9 วงศ์ 11 ชนิด ครัสเตเชียนชนิดเด่นที่พบได้แก่ *Mysis relicta*, *Oratosquilla nepa* และ *Euphausia fallax* พบร้อยละ 74.55, 21.21 และ 2.66 ตามลำดับ ความหนาแน่นของครัสเตเชียนทั้งหมดเท่ากับ 1,493.33 ตัว/ตารางเมตร โดยช่วงเวลาเก็บตัวอย่างที่พบครัสเตเชียนมากที่สุดได้แก่ เดือนมกราคม 2561 (ฤดูหนาว) (ร้อยละ 94.06, 1,404.67 ตัว/ตารางเมตร) และพบครัสเตเชียนมากที่สุดบริเวณป่าชายเลนน้ำทิ้งบ่อกุ้ง ตำบลแหลมใหญ่ (LY1) (ร้อยละ 95.36, 1,424.00 ตัว/ตารางเมตร) เมื่อเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของครัสเตเชียนในแต่ละฤดูกาลพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ค่าเฉลี่ยของดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 0.53±0.33 ค่าเฉลี่ยดัชนีความสม่ำเสมอเท่ากับ 0.46±0.30 และค่าเฉลี่ยค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 0.74±0.45 ผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรชายฝั่งของจังหวัดสมุทรสงครามและพื้นที่ใกล้เคียงต่อไป

คำสำคัญ: ป่าชายเลน ครัสเตเชียน สมุทรสงคราม

ABSTRACT

Crustaceans in mangrove forest of Klong Kone and Laem Yai Sub-districts, Samut Songkhram Province were investigated seasonally from April 2017 to January 2018 (April 2017=summer; August 2017= Rainy season and January 2018 = winter) at four stations. A total of nine families and eleven species were recorded. Dominant species included *Mysis relicta* (74.55%), *Oratosquilla nepa* (21.21%) and *Euphausia fallax* (2.66%). A total density of crustacean was 1,493.33 n/m^2. The Analysis of the Similarity (ANOSIM) suggested that crustacean diversity and abundance were significantly different among seasons ($p<0.05$). The highest density was 1,404.67 n/m^2 (94.06%), recorded in January 2017 (winter). On the other hand, the comparison of density at different stations showed the highest density of 1,424.00 n/m^2 (95.36%) in shrimp farms' effluent waters of LamYai Sub-district station (LY1). The average value indices of diversity, evenness and richness were

0.53±0.33, 0.46±0.30 and 0.74±0.45, respectively. The results from this study can be used as basis information for conservation and management of coastal resources in Samut Songkhram Province and its adjacent areas.

Keywords: Mangrove, Crustaceans, Samut Songkhram

คำนำ

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศพบทั่วไปตามที่ราบปากแม่น้ำ อ่าว บริเวณชายฝั่งทะเลในเขตน้ำขึ้นน้ำลง ทะเลสาบ และบริเวณรอบเกาะแก่งต่าง ๆ ซึ่งมีความสำคัญมากโดยเฉพาะทรัพยากรสัตว์น้ำ เป็นอีกหนึ่งที่ทำให้ระบบนิเวศป่าชายเลนเกิดความอุดมสมบูรณ์ และยังเป็นแหล่งที่อยู่ที่หลบภัยและแหล่งที่อยู่อนุบาลสัตว์น้ำโดยเฉพาะสัตว์หน้าดินในกลุ่มที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเช่น ครัสเตเชียน ได้แก่ *Alpheus* sp., *Penaeus* sp., *Mataplax elegeans* และ *Uca forcipate* อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญต่อป่าชายเลนคือ เป็นสัตว์ที่สามารถย่อยสารอินทรีย์ขนาดใหญ่ให้เป็นขนาดเล็กได้ และยังเป็นองค์ประกอบที่ทำให้แร่ธาตุในป่าชายเลนเป็นไปอย่างอุดมสมบูรณ์อีกด้วย นอกจากนี้ สัตว์หน้าดินในกลุ่มครัสเตเชียน เป็นกลุ่มที่มีความไวต่อสภาพแวดล้อมและยังสามารถเป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนได้ด้วย

ในอดีตพื้นที่ป่าชายเลนตำบลคลองโคนและตำบลแหลมใหญ่เคยมีความอุดมสมบูรณ์สูง แต่ปัจจุบันป่าชายเลนได้รับผลกระทบจากการถูกลุกล้ำมากขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำนากุ้ง การสร้างอาคารบ้านเรือน รวมทั้งปัญหาขยะ ปัญหาน้ำเสีย สารเคมีที่เกิดจากแหล่งชุมชน เนื่องจากพฤติกรรมของคนภายในชุมชนเอง การที่เป็นชุมชนปลายน้ำจำต้องรับของเสียทุกชนิดที่มาจากต้นน้ำ ทำให้เกิดปัญหาเรื่องการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทรัพยากรประมงลดลง นับวันจะรุนแรงขึ้นทุกขณะ และปัญหาที่คุกคามความมั่นคงของฐานทรัพยากรมากขึ้นอีกเรื่องหนึ่ง คือปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งและการพังทลายของชายฝั่ง ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาการสูญเสียทรัพยากรป่าชายเลน ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรสัตว์น้ำ และความมั่นคงในชีวิตของคนในพื้นที่ตำบลคลองโคนและตำบลแหลมใหญ่ที่ประกอบอาชีพประมงชายฝั่ง

จากที่กล่าวมาข้างต้นการศึกษาจะชนิด ความหนาแน่น การกระจาย และความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงประชาคมสัตว์หน้าดินในกลุ่มครัสเตเชียน ในบริเวณป่าชายเลน ตำบลคลองโคนกับตำบลแหลมใหญ่ จะนำมาซึ่งข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรชายฝั่งในจังหวัดสมุทรสงครามต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ทำการศึกษาและช่วงเวลาการศึกษา

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่บริเวณป่าชายเลนในพื้นที่ตำบลคลองโคนและแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม (Fig.1) โดยทำการเก็บตัวอย่างในเดือนเมษายน 2560 (ฤดูร้อน) เดือนสิงหาคม 2560 (ฤดูฝน) และเดือนมกราคม 2561 (ฤดูหนาว) กำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง 4 จุด ได้แก่ ป่าชายเลนนากุ้ง แพรกคลองคต ตำบลคลองโคน (KK1) ป่าชายเลนธรรมชาติ แพรกตะนอง ตำบลคลองโคน (KK2) ป่าชายเลนนากุ้งร้าง แพรกใหญ่ ตำบลคลองโคน (KK3) และป่าชายเลนน้ำทิ้งจากบ่อกุ้ง ตำบลแหลมใหญ่ (LY1)

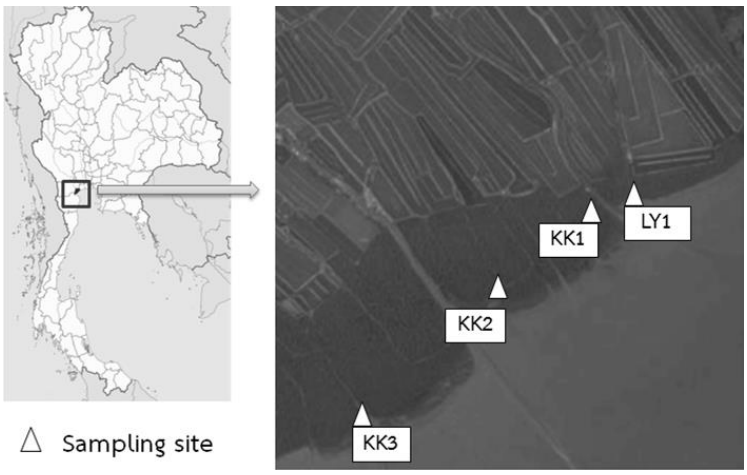


Figure 1 Map of Klong Kone and Laem Yai showing location of sampling sites.

2. การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ข้อมูล

สุ่มเก็บตัวอย่างครัสเตเชียนด้วยตารางสี่เหลี่ยมนับสัตว์ ขนาด 1 × 1 ตารางเมตร ใช้ท่อเก็บตัวอย่างจากผิวดินประมาณ 20 และ 50 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างบนตะกอนดินใต้ท้องน้ำด้วย Ekman grab พร้อมเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำได้แก่ ความเค็มของน้ำ ความเป็นกรด - ด่างของน้ำ อุณหภูมิในน้ำ และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ จากนั้นร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาดตา 0.5 มิลลิเมตร เก็บรักษาตัวอย่างด้วยสารละลายฟอร์มาดีไฮด์ 5 % จำแนกชนิดและคำนวณความหนาแน่นของครัสเตเชียน เปรียบเทียบความแตกต่างของชนิด ความหนาแน่นและการการกระจายของครัสเตเชียนในแต่ละบริเวณและฤดูกาลโดยวิธี ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95% และเปรียบเทียบค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Shannon-Wiener's index of diversity) ค่าดัชนีความสม่ำเสมอหรือความเท่าเทียม (evenness indices หรือ equitability index) และดัชนีความมากชนิด (richness index) การวิเคราะห์การจัดกลุ่มของสิ่งมีชีวิต (cluster analysis) และวิเคราะห์การจัดลำดับความแตกต่างของประชาคมสิ่งมีชีวิต (ordination multidimensional scaling, MDS) ของครัสเตเชียนในแต่ละบริเวณและฤดูกาลใช้โปรแกรมสำเร็จรูป PRIMER (Plymouth Routine in Multivariate Ecological Research) version 6.1 (Clarke and Warwick, 1994)

ผลและวิจารณ์

1. ชนิด การกระจาย และความหนาแน่นของครัสเตเชียน

จากการศึกษาครัสเตเชียนในป่าชายเลนคลองโคนและแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ระหว่างเดือนเมษายน 2560 ถึงเดือนมกราคม 2561 พบครัสเตเชียนทั้งหมด 4,480 ตัว จำนวน 9 วงศ์ 11 ชนิด ครัสเตเชียนชนิดเด่นที่พบได้แก่ *Mysis relicta, Oratosquilla nepa* และ *Euphausia fallax* พบร้อยละ 74.55, 21.21 และ 2.66 ตามลำดับ (Fig. 2) ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ วงแข (2547) ศึกษาชนิด ปริมาณและการกระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณหาดเลน ตำบลบางขุนไทร อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พบครัสเตเชียนทั้งหมด 11 วงศ์ โดยพบ *Macrophthalmus teschi* และ วงศ์ Mysidae เป็นชนิดเด่นที่พบทุกเดือน สอดคล้องกับงานวิจัยของ พบพร

(2557) ศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม กรณีศึกษาป่าชายเลนปากแม่น้ำบางตะบูน จังหวัดเพชรบุรี พบครัสเตเชียนทั้งหมด 15 วงศ์ 16 ชนิด จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าครัสเตเชียนที่พบเป็นวงศ์เด่นคือ Mysidae ซึ่งเป็นกลุ่มที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับน้ำกร่อย น้ำจืด และแม้กระทั่งกับสภาพแวดล้อมเฉพาะอย่างเช่น ภายในโพรงลึก (Ramarn *et al*., 2012)

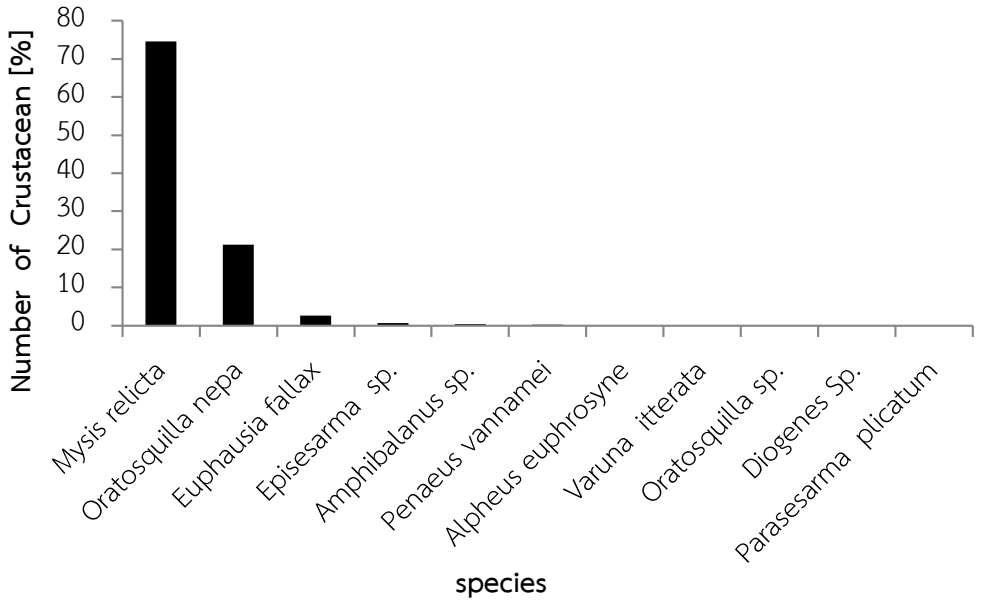


Figure 2 Number of crustacean species (%) at Klong Kone and Laem Yai, Samut Songkhram

ความหนาแน่นของครัสเตเชียนทั้งหมดเท่ากับ 1,493.33 ตัว/ตารางเมตร ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างที่พบครัสเตเชียนมากที่สุดได้แก่ เดือนมกราคม 2561 ฤดูหนาว) (ร้อยละ 94.06, 1,404.67 ตัว/ตารางเมตร) และจากการศึกษาพบครัสเตเชียนมากที่สุดบริเวณป่าชายเลนน้ำทิ้งบ่อกุ้ง ตำบลแหลมใหญ่ (LY1) (ร้อยละ 95.36, 1,424.00 ตัว/ตารางเมตร) เมื่อเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของครัสเตเชียนในแต่ละฤดูกาลพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pallas *et al.* (2006) ศึกษาการกระจายและรูปแบบการใช้พื้นที่ของเดคาปอดครัสเตเชียน ในบริเวณน้ำตื้นจากการเปรียบเทียบเชิงวิธีการ พบความหนาแน่นเฉลี่ยของครัสเตเชียนอยู่ในช่วง 32.66 - 613.24 ตัว/ตารางเมตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jeffrey *et al.* (2016) ที่เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินในประเทศคอสตาริกา พบว่ามีจำนวนการกระจายของครัสเตเชียนในพื้นที่การเก็บตัวอย่างโดยคิดเป็นร้อยละ 10.1 จากสัตว์หน้าดินที่เก็บได้ทั้งหมด 1,556.10 ตัว/ตารางเมตร ช่วงเวลาที่พบความหนาแน่นของครัสเตเชียนมากที่สุด ได้แก่ เดือนมกราคม สอดคล้องกับงานวิจัยของ วัลภา และคณะ (2551) ศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำดอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม พบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม กุ้ง-ปู ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน 2550 ถึงเมษายน 2551) มีปริมาณความชุกชุมเฉลี่ยตลอดปีมากที่สุดอยู่ในช่วง 48-3,156 ตัว/ตารางเมตร และจากการศึกษาพบความหนาแน่นของครัสเตเชียนสูงในบริเวณป่าชายเลนน้ำทิ้งจากบ่อกุ้ง (LY1) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Varadharajan and Soundarapandian (2013) ศึกษาความหลากหลายของสัตว์หน้าดินรอบฟาร์มกุ้ง พบความหนาแน่นของครัสเตเชียนปานกลางถึงสูงในบริเวณที่มีการได้รับน้ำทิ้งจาก

บ่อกุ้ง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของครัสเตเชียน และในบริเวณป่าชายเลนน้ำทิ้งจากบ่อกุ้งพบความหนาแน่นของไส้เดือนทะเลสูง ซึ่งการพบไส้เดือนทะเลเป็นจำนวนมากจะส่งผลให้อัตราส่วนของความชุกชุมของครัสเตเชียนเพิ่มขึ้น (Sampaio *et al*., 2016)

2. ดัชนีทางนิเวศวิทยาของครัสเตเชียนในป่าชายเลนคลองโคนและแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

ดัชนีความหลากหลายของครัสเตเชียนในป่าชายเลนคลองโคนและแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ค่าของดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 0.06 - 0.84 พบค่าเฉลี่ยของดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 0.53±0.33 (Table 1.) เมื่อทำการเปรียบเทียบดัชนีความหลากหลายของครัสเตเชียนในแต่ละฤดูกาลและสถานีเก็บตัวอย่างพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Vasanthkumar *et al*. (2017) ศึกษาการกระจายและความหลากหลายของครัสเตเชียนในระบบนิเวศป่าชายเลนของปากแม่น้ำคาวา ทางด้านตะวันตกของอินเดีย พบค่าดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 0.376 - 2.822 สอดคล้องกับการศึกษาความชุกชุมและความหลากหลายของครัสเตเชียนตามชายฝั่งของประเทศลิบยาตะวันตก พบค่าดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 0.57 - 0.86 (Najla *et al.*, 2014) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมบางประการมีผลต่อความหลากหลายของชนิด ได้แก่ ฤดูกาล ความแตกต่างเชิงพื้นที่ การแข่งขัน ผู้ล่า ประเภทที่อยู่อาศัย ความมั่นคงด้านสิ่งแวดล้อม และผลผลิต เป็นต้น (Rosenzweig, 1995)

ดัชนีความสม่ำเสมอและดัชนีความมากชนิดของครัสเตเชียนในป่าชายเลนคลองโคนและแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ค่าของดัชนีความสม่ำเสมออยู่ในช่วง 0.06 - 0.66 พบค่าเฉลี่ยของดัชนีความสม่ำเสมอเท่ากับ 0.46±0.30 และค่าดัชนีความมากชนิดอยู่ในช่วง 0.13 - 1.08 พบค่าเฉลี่ยของดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 0.74±0.45 (Table 1.) เมื่อทำการเปรียบเทียบดัชนีความความสม่ำเสมอและความมากชนิดของครัสเตเชียนในแต่ละฤดูกาลและสถานีเก็บตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Vasanthkumar *et al*. (2017) ศึกษาการกระจายและความหลากหลายของครัสเตเชียนในระบบนิเวศป่าชายเลนของปากแม่น้ำคาวา ทางด้านตะวันตกของอินเดีย พบค่าดัชนีความสม่ำเสมอและความมากชนิดอยู่ในช่วง 0.181 - 0.976 และ 0.185 - 3.807 ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาเดคาปอดจากระบบนิเวศป่าชายเลนทางแอตแลนติกตะวันตกเฉียงใต้ ประเทศบราซิล พบค่าดัชนีความมากชนิดอยู่ในช่วง 0.89 - 0.96 (Aurinete *et al*, 2012) จากการศึกษาพบว่าถ้าค่าดัชนีความสม่ำเสมอสูงจะพบครัสเตเชียนในบริเวณนั้นมีความมากชนิดใกล้เคียงกันและมีการกระจายสม่ำเสมอกัน เมื่อพิจารณาช่วงเวลาเก็บตัวอย่างพบว่าในเดือนสิงหาคม 2560 และเดือนมกราคม 2561 (ฤดูหนาว) พบดัชนีความสม่ำเสมอสูงจะพบค่าความมากชนิดสูงเช่นเดียวกันเมื่อพิจารณาตามสถานีเก็บตัวอย่างพบว่า ป่าชายเลนนากุ้งร้าง แพรกใหญ่ ตำบลคลองโคน (KK3) พบดัชนีความสม่ำเสมอสูงจะพบค่าดัชนีความมากชนิดสูงเช่นเดียวกัน

Table 1 Average diversity index, evenness index and richness index (±SD) at different seasons at Klong Kone and Laem Yai, Samut Songkhram.

indices	stations	seasons			mean±SD
		April 2017	August 2017	January 2018	
diversity	KK1	0.00	1.25	0.95	0.73±0.65
	KK2	0.00	0.82	0.64	0.49±0.43
	KK3	0.00	0.95	0.69	0.55±0.49
	LY1	0.25	0.34	0.50	0.36±0.13
	mean±SD	0.06±0.13	0.84±0.38	0.70±0.19	0.53±0.33
evenness	KK1	0.00	0.78	0.46	0.41±0.39
	KK2	0.00	0.75	0.92	0.55±0.49
	KK3	0.00	0.87	1.00	0.62±0.54
	LY1	0.23	0.24	0.28	0.25±0.02
	mean±SD	0.06±0.11	0.66±0.28	0.66±0.35	0.46±0.30
richness	KK1	0.00	1.52	1.38	0.96±0.84
	KK2	0.00	0.67	0.91	0.53±0.47
	KK3	0.00	1.24	1.44	0.90±0.78
	LY1	0.50	0.58	0.60	0.56±0.05
	mean±SD	0.13±0.25	1.00±0.45	1.08±0.40	0.74±0.45

ดัชนีความคล้ายคลึงของของครัสเตเชียนในป่าชายเลนคลองโคนและแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม พบค่าของดัชนีความคล้ายคลึงอยู่ในช่วงร้อยละ 2.633 - 41.353 พบค่าเฉลี่ยของดัชนีความคล้ายคลึงเท่ากับร้อยละ 23.158±4.356 และเมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงแบบ Bray-Curtis แสดงการจัดกลุ่มด้วย dendrogram (Fig. 3) และกราฟสองมิติจาก MDS (Fig. 4) ผลการแสดงภาพสองมิติพบว่าครัสเตเชียนมีความคล้ายคลึงกัน เนื่องจากไม่มีรูปแบบการแยกเป็นกลุ่มอย่างชัดเจน และผลทดสอบ ANOSIM พบว่าฤดูกาลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

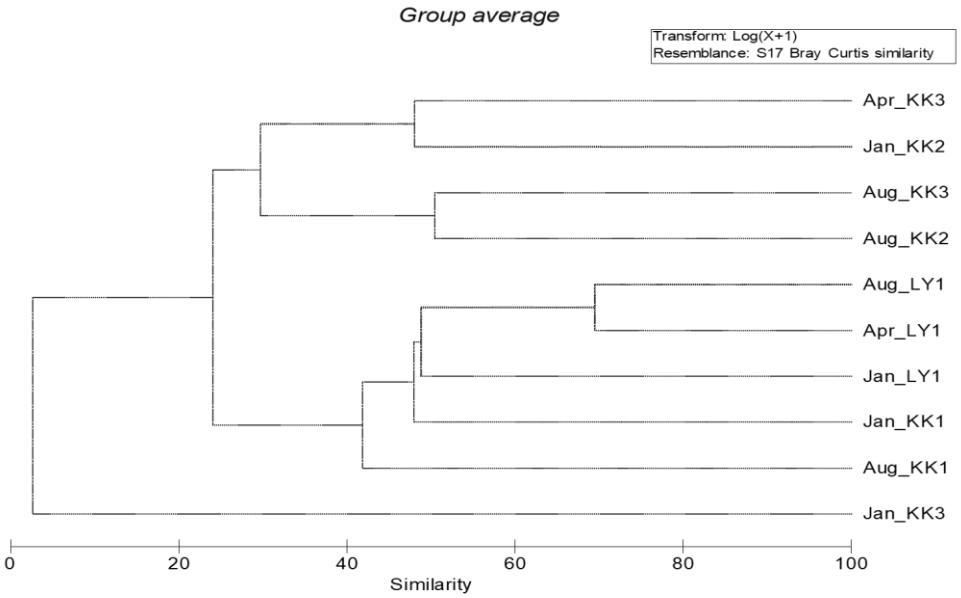


Figure 3 Cluster analysis of samplings at different seasons and stations based on species composition and abundance. Apr = April, Aug = August, Jan = January; KK1 = shrimp farm, KK2 = mangrove forest, KK3 = abandoned shrimp farm, LY1 = shrimp farms' effluent waters.

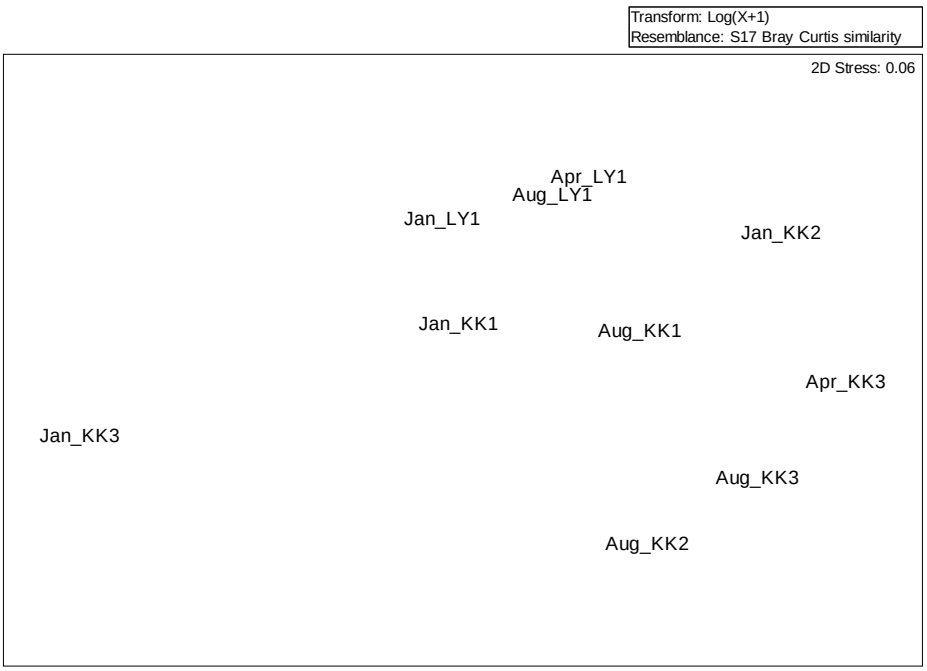


Figure 4 Ordination multidimensional scaling (MDS) of samplings at different seasons and stations based on species composition and abundance. Apr = April, Aug = August, Jan = January; KK1 = shrimp farm, KK2 = mangrove forest, KK3 = abandoned shrimp farm, LY1 = shrimp farms' effluent waters.

3. ปัจจัยคุณภาพน้ำ

ปัจจัยคุณภาพน้ำ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าความเค็ม ค่าความเป็นกรด - ด่าง และอุณหภูมิของน้ำ รายละเอียดดังนี้

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ มีค่าเฉลี่ย 4.03±0.74 มิลลิกรัม/ลิตร โดยพบสูงสุดในเดือนสิงหาคม 2560 และต่ำสุดในเดือนเมษายน 2560 มีเท่ากับ 5.18±0.93 และ 3.23±0.62 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายในแต่ละช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อพิจารณาตามสถานีเก็บตัวอย่างพบสูงสุดในบริเวณป่าชายเลนน้ำทิ้งจากบ่อกุ้ง และป่าชายเลนธรรมชาติ แพรกตะนอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67±0.136 และ4.67±0.146 มิลลิกรัม/ลิตร และต่ำสุดในบริเวณป่าชายเลนนากุ้ง แพรกคลองคต มีค่าเท่ากับ 3.33±1.15 มิลลิกรัม/ลิตร ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ สุชญา (2557) ศึกษาอิทธิพลของน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดต่อลักษณะนิเวศวิทยาเฉพาะของสัตว์หน้าดิน บริเวณชายหาดแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ระหว่าง 3.23 - 4.08 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยพฤกษ์ (2553) ศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม และแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง พบปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าสูงในช่วงฤดูฝน และต่ำสุดในช่วงฤดูร้อน ปริมาณออกซิเจนละลายมาตรฐานของน้ำทะเลควรมีค่าไม่น้อยกว่า 4 (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ความเค็มในน้ำ มีค่าเฉลี่ย 16.58±1.37 ส่วนในพันส่วน โดยพบค่าเฉลี่ยความเค็มสูงสุดในเดือนเมษายน 2560 และต่ำสุดในเดือนสิงหาคม 2560 มีค่าเท่ากับ 20.25±3.59 และ 11.00±2.16 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบความเค็มในแต่ละช่วงเวลาเก็บตัวอย่างพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อพิจารณาตามสถานีเก็บตัวอย่างพบค่าเฉลี่ยความเค็มสูงสุดใน ป่าชายเลนนากุ้งธรรมชาติ และต่ำสุดในบริเวณป่าชายเลนนากุ้ง แพรกคลองคต มีค่าเท่ากับ 18.33±4.73 และ 15.00±7.00 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบความเค็มในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ พบพร (2557) ในบริเวณป่าชายเลนปากแม่น้ำบางตะบูน จังหวัดเพชรบุรี พบค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.53±4.95 ส่วนในพันส่วน

ความเป็นกรด-ด่างในน้ำเฉลี่ย 7.0±0.27 โดยพบค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนสิงหาคม 2560 และต่ำสุดในเดือนมกราคม 2561 มีเท่ากับ 7.2±0.14 และ 6.9±0.54 ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบความเป็นกรด - ด่างในแต่ละช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อพิจารณาตามสถานีเก็บตัวอย่างพบค่าเฉลี่ยความเค็มสูงสุดในบริเวณป่าชายเลนนากุ้งร้าง แพรกใหญ่ และต่ำสุดในบริเวณป่าชายเลนธรรมชาติ แพรกตะนอง มีค่าเท่ากับ 7.3±0.19 และ 6.7±0.54 เมื่อเปรียบเทียบความเป็นกรด-ด่างในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ใกล้เคียงกับงานวิจัยของวัลภา และคณะ (2551) ศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำดอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม พบค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 7.5 - 7.7 ความเป็นกรด-ด่างของค่ามาตรฐานน้ำทะเลควรมีค่าอยู่ระหว่าง 7.0 - 8.5 (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) จากการศึกษาพบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

อุณหภูมิของน้ำ มีค่าเฉลี่ย 31.4±0.69 โดยพบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำสูงสุดในเดือนเมษายน 2560 และต่ำสุดในเดือนมกราคม 2561 มีเท่ากับ 32.6±1.73 และ 26.4±0.37 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อทำการ

เปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำในแต่ละช่วงเวลาเก็บตัวอย่างพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อพิจารณาตามสถานีเก็บตัวอย่างพบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำสูงสุดในบริเวณป่าชายเลนนากุ้งธรรมชาติ และป่าชายเลนนากุ้งร้าง แพรกใหญ่ มีค่าเท่ากับ 30.1±2.87 และ 30.1±3.37 และต่ำสุดในบริเวณป่าชายเลนนากุ้ง แพรกคลองคต มีค่าเท่ากับ 29.8±3.48 เมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ วงแข (2547) ในบริเวณหาดเลน ตำบลบางขุนไทร อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี มีค่าเฉลี่ย 32.33±1.35 องศาเซลเซียส

สรุป

1. ครัสเตเชียนในป่าชายเลน ตำบลคลองโคนและแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ระหว่างเดือนเมษายน 2560 ถึงเดือนมกราคม 2561 พบครัสเตเชียน 9 วงศ์ 11 ชนิด ครัสเตเชียนชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Mysis relicta, Oratosquilla nepa* และ *Euphausia fallax* ความหนาแน่นของครัสเตเชียนทั้งหมดเท่ากับ 1,493.33 ตัว/ตารางเมตร พบครัสเตเชียนมากที่สุดในเดือนมกราคม 2561 (ฤดูหนาว) และในบริเวณป่าชายเลนน้ำทิ้งจากบ่อกุ้ง ตำบลแหลมใหญ่ (LY1)

2. ดัชนีความหลากหลายของครัสเตเชียนในป่าชายเลนตำบลคลองโคนและแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม พบค่าเฉลี่ยของดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 0.53±0.33 ดัชนีความสม่ำเสมอและดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 0.46±0.30 และ 0.74±0.45 ตามลำดับ

3. ดัชนีความคล้ายคลึงของของครัสเตเชียนอยู่ในช่วงร้อยละ 2.633-41.353 พบค่าเฉลี่ยของเท่ากับร้อยละ 23.158±4.356 และเมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงแบบ Bray-Curtis พบว่าครัสเตเชียนมีความคล้ายคลึงกัน เนื่องจากไม่มีรูปแบบการแยกเป็นกลุ่มอย่างชัดเจน และผลทดสอบ ANOSIM พบว่าฤดูกาลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4. ปัจจัยคุณภาพน้ำพบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ มีค่าเฉลี่ย 4.03±0.74 มิลลิกรัม/ลิตร ความเค็มในน้ำ มีค่าเฉลี่ย 16.58±1.37 ส่วนในพันส่วน ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ย 7.0±0.27 และอุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ย 31.4±0.69 องศาเซลเซียส

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณประเทือง จือเหลียง คุณบัณฑิต อังกูรวัฒนะ คุณพีรพัฒน์ ศรีสังข์งาม คุณรุจิภาส ขวัญยืน คุณสรนันท์ วิธิรวาท คุณธีรดา น้อยถนอม ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง และขอขอบคุณ คุณสิริวรรณ สุขศรี ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. **คู่มือการประกันและควบคุมคุณภาพการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำกรุงเทพฯ**, สำนักการจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ.

ชัยพฤกษ์ วงศ์สุวรรณ. 2553. คุณภาพสิ่งแวดล้อม และแนวโน้มผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 18(4): 38-49.

พบพร ธาราภูมิ. 2557. **ประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม: กรณีศึกษาป่าชายเลนปากแม่น้ำบางตะบูน จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วงแข ยุติธรรม. 2547. **ชนิด ปริมาณ และการกระจายของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณหาดเลน ตำบลบางขุนไทร อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วัลภา ทองดียิ่ง, พัชราภรณ์ เยาวสุต, นงนุช ศิลปะสาร และ ณรงค์ฤทธิ์ เลิศเกษตรวิทยา. 2551. ประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำดอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม. *ใน* **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล**, ภูเก็ต.

สุชญา เศวตวาณิชกุล. 2557. **อิทธิพลของน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดต่อลักษณะนิเวศวิทยาเฉพาะของสัตว์หน้าดิน บริเวณชายหาดแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Aurinete, O.N., M. de S.L.C. de Araújo and P.A. Coelho. 2012. Decapod crustaceans from a marine tropical mangrove ecosystem on the Southern Western Atlantic, Brazil. **Nauplius**. 20(2): 247-256.

Clarke, K.R. and R.M. Warwick. 1994. **Change in Marine Communities; an Approach to Statistical Analysis and Interpretation**. Plymouth Marine Laboratory, United Kingdom.

Jeffrey A., C. Sibaja, S.T. Jesus, C. Jorge, M. Juan, A.T. Jose, and B. Catalina. 2016. Biodiversity and density of subtidal benthos of an oceanic tropical island (a comparison within the Pacific Ocean). **Journal of Sea Research** 115: 47-58.

Najla, M.A., T. Shaibi and M.H. Hassan. 2014. The abundance and diversity of benthic crustaceans along the coastal zone of Western Libya. **Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment** 20(1): 33-35.

Pallas, A., B. Garcia-Calvo, A. Corgos, C. Bernadez and J. Freire. 2006. Distribution and habitat use patterns of benthic decapods crustaceans in shallow waters: a comparative approach. **Marine Ecology Progress Series** 324: 173-184.

Ramarn, T., V.C. Chong and Y. Hanamura. 2012. Diversity and Abundance of Mysid Shrimps (Crustacea: Mysidae) at Larut River, Matang Mangrove, Peninsular Malaysia, pp. 127-130. *In* **Environmental and Biological Sciences**. Penang, Malaysia.

Rosenzweig, M.L. 1995. **Species Diversity in Space and Time**. Cambridge University Press, New York, 460pp.

Sampaio, L., R. Mamede, F. Ricardo, L. Magalhães, H. Rocha, R. Martins, J.C. Dauvin, A.M. Rodrigues and V. Quintino. 2016. Soft-sediment crustacean diversity and distribution along the Portuguese continental shelf. **Journal of Marine Systems** 163: 43–60.

Varadharajan, D. and P. Soundarapandian. 2013. Macrobenthos species Diversity and around shrimp farm. **World Applied Science Journal** 22(8): 1111-1115.

Vasanthkumar, B., E.B. Sedamkar and S.R. Shirodkar. 2017. Distribution & diversity of Crustacean Fauna in the mangrove ecosystem of Kali Estuary, Karwar, West Coast of India. **Imperial Journal of Interdisciplinary Research**. 3(4): 51-59.

การสำรวจ รวบรวม และอนุรักษ์พืชป่าล้มลุกและไม้เถาที่ใช้เป็นอาหารและสมุนไพรพื้นบ้าน ในพื้นที่ป่าชุมชน อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว

Exploration, Collection and Conservation of Wild Herbaceous and Climbing Species Used as Food and Folk Medicine in Ta Phraya District Community Forest, Sa Kaeo Province

พนม สุทธิศักดิ์โสภณ[1*] ภัทรพงษ์ เกริกสกุล[1] และ กัญจน์ ศิลป์ประสิทธิ์[1]

Phanom Sutthisaksopon[1*], Patarapong Kroeksakul[1*] and Kun Silprasit[1]

[1]สาขาสิ่งแวดล้อม คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

[1]Evironmental Programe, Faculty of Environmental Culture, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110

* Corresponding Author; E-mail: **phanom@g.swu.ac.th**

บทคัดย่อ

ผลการสำรวจ รวบรวม และอนุรักษ์พืชป่าล้มลุกและไม้เถาที่ใช้เป็นอาหารและสมุนไพรพื้นบ้านในพื้นที่ป่าชุมชน อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 มีวัตถุประสงค์เพื่อการระบุชื่อพืชอาหารและสมุนไพรของคนในท้องถิ่นที่ถูกต้องและรวบรวมพืชมาอนุรักษ์พันธุกรรมนอกพื้นที่สำหรับการศึกษาการผลิตในเชิงการค้าในอนาคต พบพืชล้มลุกและไม้เถาทั้งหมด 42 ชนิด ใน 22 วงศ์ 36 สกุล ส่วนใหญ่เป็นไม้เถา จำนวน 24 ชนิด และไม้ล้มลุก 18 ชนิด มีพืชที่ชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารและสมุนไพร จำนวน 35 ชนิด พืชที่น่าสนใจและมีศักยภาพสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน ได้แก่ กระเจียวขาว (*Curcuma singularis*) อาวแดง (*C. angustifolia*) เปราะป่า (*Kaempferia marginata*) ผักสาบหรือผักอีนูน (*Adenia viridiflora*) มันจาวมะพร้าว (*Dioscorea alata*) มันมือเสือ (*D. esculenta*) อีรอก (*Amorphophallus brevispathus* และ *A. harmandii* กระทกรกหรือน้ำใจใคร่ (*Olax psittacorum*) เป็นต้น ทำการรวบรวมพันธุ์พืชที่มีศักยภาพกลับมาปลูกอนุรักษ์ไว้ที่แปลงรวบรวมพันธุ์พืช มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก จำนวนกว่า 10 ชนิด

คำสำคัญ: ผักพื้นบ้าน พืชสมุนไพร ป่าชุมชน สระแก้ว

ABSTRACT

This study of wild herbaceous and climbing species used as food and folk medicine in Ta Phraya District community forest, Sa Kaeo province conducted from June 2017 to March 2018 aimed to i) accurately identify and record edible and medicinal species used by local community; and ii) collect germplasm resources for *Ex Situ* genetic conservation and potential commercial production. Forty-two species in 22 families and 36 genera of wild herbaceous and climbing species were found. Among these, 24 species were climbers and 18 species were herbaceous plants. Thirty-five species were utilized as food and medicine by the native. Several of species could be targeted as commercial species such as *Curcuma singularis*, *C. angustifolia*, *Kaempferia*

marginata, *Adenia viridiflora*, *Dioscorea alata*, *D. esculenta*, *Amorphophallus brevispathus*, *A. harmandii* and *Olax psittacorum*. More than ten species collected from this study were planted in the germplasm collection garden, Srinakharinwirot University Ongkharak, Nakhon Nayok province.
Keywords: Native vegetable, folk medicine, community forest, Sa Kaeo

คำนำ

มนุษย์ได้มีการนำพืชป่าล้มลุกและไม้เถามาใช้บริโภคเป็นผักพื้นบ้านหรือนำใช้เป็นยารักษาโรค ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายในการครองชีพได้เป็นอย่างดีและได้มีการใช้ประโยชน์จากพืชป่าต่าง ๆ สืบทอดต่อกันมาเป็นเวลานานจากรุ่นสู่รุ่น อย่างไรก็ตาม ในยุคปัจจุบันพืชผักพื้นบ้านและพืชสมุนไพรต่าง ๆ ได้ถูกละเลยหรือไม่มีการนำมาใช้จนถูกลืมเลือนกันไป เนื่องจากขาดการถ่ายทอดและเผยแพร่แก่คนรุ่นหลัง และรวมถึงความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน ส่งผลให้ความรู้ภูมิปัญญาชาวบ้านสูญหายไป และพืชผักพื้นบ้านหลายชนิดที่คนไทยบริโภคกันเป็นประจำ จัดเป็นพืชพิษตามตำราของชาวตะวันตก แต่ด้วยความชาญฉลาดของบรรพชนไทย จึงสามารถคิดค้นวิธีการปรับปรุงเป็นอาหารที่ให้คุณค่าสูง อร่อย และปลอดภัยได้ (ยิ่งยง, 2556) ดังนั้น หากเรามิได้ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมอนุรักษ์พันธุกรรม บันทึกสรรพคุณและวิธีการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ จากพืชไว้ ไม่นานก็จะสูญหายไปกับผู้รู้แต่เพียงผู้เดียว การส่งเสริมให้ใช้ประโยชน์จากพืชผักพื้นบ้านและสมุนไพร มีความสอดคล้องกับแนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช รัชกาลที่ 9 เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายครัวเรือน ให้ประชาชนได้กิน ได้ใช้ รวมถึงเป็นวิธีการที่ประหยัด อันจะเป็นฐานที่มั่นอย่างดีในอนาคต ช่วยส่งเสริมให้ประชาชนรู้จักพึ่งพาตนเอง ซึ่งเป็นหัวใจของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (สิริวัฒน์ และสุขทัย, 2555) การศึกษาในครั้งนี้เป็นการสำรวจ รวบรวม และอนุรักษ์พืชป่าที่เป็นพืชผักพื้นบ้านและพืชสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชน อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรพันธุ์พืชป่าและมีตลาดจำหน่ายและแลกเปลี่ยนสินค้าของป่า ได้แก่ พืชผัก เห็ด สัตว์ขนาดเล็กและแมลง และอาหารพื้นบ้านที่มาจากการเก็บหาจากป่าในธรรมชาติที่ไม่ผิดหลักกฎหมายและจากการเพาะปลูกเองที่สำคัญและใหญ่ที่สุดของจังหวัดสระแก้ว (สุมนทิพย์, 2559) โดยเน้นเฉพาะกลุ่มไม้ล้มลุกและไม้เถา รวมถึงศึกษาการใช้ประโยชน์จากชาวบ้านในพื้นที่ และนำมาศึกษาตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์ของพืชเพื่อการระบุชื่อพฤกษศาสตร์ที่ถูกต้อง และรวบรวมพันธุ์พืชที่น่าสนใจมาทดลองปลูกและขยายพันธุ์นอกแหล่งอาศัยเดิม (*Ex Situ*) เพื่อพัฒนาและส่งเสริมให้ปลูกเป็นการค้าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณป่าชุมชนในตำบลทัพราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว ได้แก่ ป่าชุมชนหนองผักแว่น ป่าชุมชนบ้านตะลุมพุก ป่าชุมชนป่ากลางเขาน้อย และบริเวณตลาดหรือร้านค้าของป่าในท้องถิ่น ในระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 โดยเน้นเก็บตัวอย่างเฉพาะพืชป่าล้มลุกและไม้เถาที่ใช้เป็นอาหารพื้นบ้านและสมุนไพรในพื้นที่ศึกษา โดยให้นิยามของไม้ล้มลุกและไม้เถาในการวิจัยครั้งนี้คือ ไม้ล้มลุก (Herbaceous plant) หมายถึง พืชที่มักมีขนาดเล็ก ลำต้นอ่อน ส่วนใหญ่มักมีอายุ 1 - 2 ปี แล้วตายไป หรืออาจจะมีอายุหลายปีก็ได้ และ ไม้เถา (Vine or Climber) หมายถึง ไม้เลื้อยที่มีลำต้นอ่อนไม่มีเนื้อไม้และพวกที่ลำต้นแข็งมี

เนื้อไม้ มีอายุปีเดียวหรือหลายปี ลำต้นไม่สามารถทรงตัวตั้งตรงอยู่ได้ ต้องอาศัยสิ่งยึดเกี่ยว (supporter) โดยลำต้นมักจะทอดนอนพันกับหลักหรือกับต้นไม้อื่น (ประนอม, 2544; Beentje, 2010)

2. การเก็บตัวอย่างพืชในภาคสนาม

2.1 การเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้งหรือตัวอย่างดอง ทำการเก็บตัวอย่างพืชประกอบไปด้วยใบ ดอก และ/หรือผล โดยเก็บจำนวน 3 – 5 ซ้ำต่อชนิดพืช แล้วนำมาตรวจสอบหาชนิดของพืช โดยใช้รูปวิธานจากหนังสือพรรณพฤกษชาติ (Flora of Thailand) หรือจากเอกสารวิชาการต่างๆ ทั้งของไทยและภูมิภาคใกล้เคียง หรือสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้เป็นตัวอย่างพันธุ์ไม้อ้างอิงในหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (BKF) และพิพิธภัณฑ์พืชกรุงเทพฯ กรมวิชาการเกษตร (BK)

2.2 การเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้มีชีวิต เพื่อการอนุรักษ์และศึกษาการปลูก การขยายพันธุ์ และคัดเลือกชนิดและพันธุ์ที่มีศักยภาพพัฒนาในเชิงการค้าในอนาคต โดยจะทำการเก็บต้นกล้า และ/หรือส่วนขยายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ เมล็ด หน่ออ่อน เหง้า หัว ไหล และอื่นๆ ที่สามารถนำมาขยายพันธุ์ต่อได้ ปลูกไว้ในแปลงรวบรวมพันธุ์พืช ศูนย์วิจัยและการจัดการความรู้ทางพฤกษศาสตร์ คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มศว องครักษ์

3. การเก็บข้อมูลและวิธีการใช้ประโยชน์จากผักพื้นบ้านและพืชสมุนไพรที่พบ โดยการสอบถามคนนำทาง ผู้นำชุมชน ปราชญ์ชาวบ้าน หรือชาวบ้านในชุมชนที่สำรวจ เพื่อทราบข้อมูลต่างๆ เช่น ชื่อเรียกพืชในท้องถิ่น วิธีการหรือขั้นตอนการเตรียมก่อนนำมาบริโภคหรือใช้เป็นยาสมุนไพร รูปแบบการจำหน่าย และความต้องการของชุมชนและตลาด และนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบและตรวจสอบการใช้ประโยชน์จากเอกสารตำราทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง

ผลและวิจารณ์

ผลการสำรวจไม้ล้มลุกและไม้เถาที่ใช้ประโยชน์เป็นพืชอาหารและสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชนตำบลทัพราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว ได้แก่ ป่าชุมชนหนองผักแว่น ป่าชุมชนป่ากลางเขาน้อย และป่าชุมชนบ้านตะลุมพุก ซึ่ง 2 แห่งแรกมีลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบติดเชิงเขา ยกเว้นป่าป่าชุมชนบ้านตะลุมพุกมีพื้นที่ทั้งหมดเป็นที่ราบ มีสภาพป่าเป็นป่าดิบแล้งผสมป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ โดยรวมแล้วเป็นป่าที่ถูกรบกวนมาก่อนทั้งสิ้น (disturbed forest) (Figure 1) จากการสำรวจพบพืชล้มลุกและไม้เถาทั้งหมด 42 ชนิด สามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ พืชใบเลี้ยงคู่ จำนวน 15 วงศ์ 21 สกุล 21 ชนิด พืชใบเลี้ยงเดี่ยว จำนวน 10 วงศ์ 13 สกุล 19 ชนิด และเฟินและพืชใกล้เคียงเฟิน จำนวน 2 วงศ์ 2 สกุล 2 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นไม้เถา จำนวน 24 ชนิด และไม้ล้มลุก 18 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 57 และ 43 ตามลำดับ ชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารและสมุนไพร จำนวน 36 ชนิด โดยวงศ์พืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์หลากชนิดมากที่สุด คือ พืชวงศ์บอน (Araceae) และวงศ์ขิงข่า (Zingiberaceae) จำนวนวงศ์ละ 4 ชนิด (Table 1)

การนำไม้ล้มลุกและไม้เถามาใช้ประโยชน์ พบว่าส่วนใหญ่ชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการบริโภคเป็นผักหรือประกอบอาหารมากกว่าการนำมาใช้เป็นสมุนไพรยารักษาโรค ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความนิยมในการใช้ยาแผนปัจจุบันมากกกว่าการใช้ยาสมุนไพร ประกอบกับการขาดการถ่ายทอดความรู้จากผู้รู้รุ่นเก่าสู่ชนรุ่นหลัง สอดคล้องกับการศึกษาของประสิทธ์ (2557) ศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านในป่าบุ่งป่าทามของป่าชุมชนดงภูดิน อำเภอราศีไศล จังหวัดศรีสะเกษ พบว่ามีการใช้ประโยชน์จากพืชเป็นพืชอาหารมากกว่าพืชสมุนไพร อาจเป็นเพราะว่า

ชาวบ้านเก็บพืชผักมาเพื่อรับประทานในชีวิตประจำวันเท่านั้น ไม่ได้เน้นเรื่องการรักษาโรค เนื่องจากการใช้ยาแผนปัจจุบันมีความสะดวกในการใช้ รักษาให้หายได้เร็ว และหาซื้อได้ง่ายกว่ายาสมุนไพร

ลักษณะการนำพืชมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหารของชาวบ้านจะแตกต่างกันไป โดยมีทั้งนำมารับประทานสด หรือนำไปลวก ต้ม นึ่ง เพื่อจิ้มกินกับน้ำพริกหรือใช้เป็นผักเคียง ผักหลายชนิดถูกนำมาปรุงใส่แกง เช่น แกงอ่อม ต้มเปอะ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม มีพืชผักและสมุนไพรหลายชนิดที่มีรายงานความเป็นพิษต่อมนุษย์ แต่ก็มีการนำมาใช้ประโยชน์ในการบริโภคและเป็นสมุนไพรได้ ด้วยการอาศัยภูมิปัญญาในการกำจัดพิษหรือการปรุงอย่างถูกวิธีตามที่สืบทอดกันมาจากบรรพบุรุษ เช่น พืชในวงศ์บอนหลายชนิดไม่สามารถรับประทานดิบได้โดยตรง เนื่องจากส่วนใหญ่มีผลึกแคลเซียมออกซาเลทที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อต่างๆ ชาวบ้านก็จะนำมาผ่านกระบวนการทำให้สุกก่อนการรับประทาน เป็นต้น

สำหรับการอนุรักษ์ ได้รวบรวมไม้ล้มลุกและไม้เถาที่มีความน่าสนใจและสามารถนำไปพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพในทางการค้าให้มากขึ้น เช่น กระเจียวขาว (*Curcuma singularis* Gagnep.) อาวแดง (*C. angustifolia* Roxb.) เปราะป่า (*Kaempferia marginata* Carey) ผักสาบหรือผักอีนูน (*Adenia viridiflora* Craib) มันจาวมะพร้าว (*Dioscorea alata* L.) มันมือเสือ (*D. esculenta* (Lour.) Burkill) อีรอก (*Amorphophallus brevispathus* Gagnep. และ *A. harmandii* Engl.) กระทกรกหรือน้ำใจใคร่ (*Olax psittacorum* (Lam.) Vahl) เป็นต้น ซึ่งโดยปกติพืชเหล่านี้เป็นพืชที่มักจะมีผลผลิตตามช่วงฤดูกาลเท่านั้น โดยจะมีผลผลิตในช่วงปลายฤดูร้อน – กลางฤดูฝน (เมษายน – สิงหาคม) และมีผลลิตมากในช่วงสั้นๆ ต้นฤดูฝน (พฤษภาคม – มิถุนายน) ที่ชาวบ้านสามารถเก็บจากป่าชุมชนมาจำหน่ายสร้างรายได้ และส่วนใหญ่ยังเป็นผลผลิตที่เก็บจากป่าธรรมชาติมาขาย มีการปลูกในเชิงการค้าน้อย และยังขาดเทคโนโลยีในการผลิตพืชที่เหมาะสม จึงควรนำมาศึกษาวิจัยเพื่อการขยายพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์ หาระบบการปลูก การผลิตและการดูแลรักษาที่เหมาะสม เพื่อนำมาส่งเสริมให้ชาวบ้านปลูกเป็นพืชเสริมรายได้จะเป็นทางเลือกในการหารายได้อีกทางหนึ่งของชาวบ้าน ซึ่งหากปล่อยให้มีการนำออกป่ามาบริโภคหรือจำหน่ายมากเกินไปโดยไม่มีการจัดการเพื่อการอนุรักษ์หรือขยายพันธุ์นอกแหล่งที่อยู่ก็อาจส่งผลให้เกิดการสูญพันธุ์ได้ในอนาคต โดยมีหลายๆ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความหลากหลายชนิดพันธุ์พืชเหล่านี้ เช่น ไม้ล้มลุกและไม้เถาบางชนิดที่ไม่ได้นิยมมีการบริโภคอย่างกว้างขวางมาแต่อดีต แต่กลับเป็นกระแสนิยมมากขึ้น เช่น มันป่าชนิดต่างๆ ผักสาบ กระเจียวขาว อีรอก เป็นต้น เนื่องจากมีช่องทางการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้มากขึ้นในปัจจุบัน การอพยพย้ายถิ่น การเพิ่มพื้นที่ทำการเกษตรเชิงเดี่ยว การขยายตัวของชุมชนเมือง และกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เป็นต้น (ปาจรีย์ และคณะ, 2557)

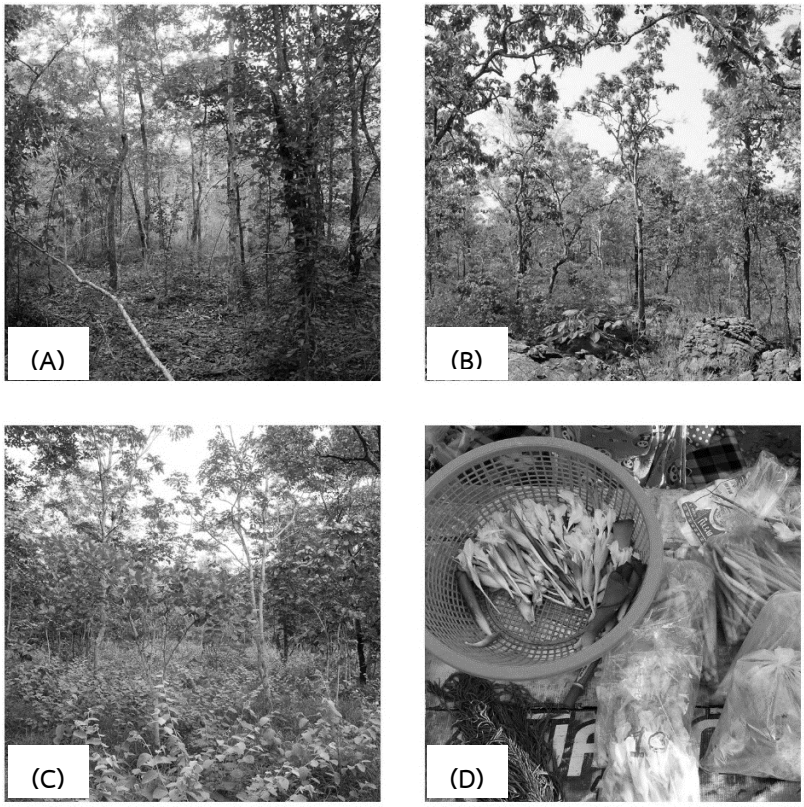


Figure 1 Study areas in community forests, Thap Rat sub-district, Ta Phraya district, Sa Kaeo province: (A) Ban Nong Phakwaen forest (B) Ban Klang Khao Noi forest (C) Ban Ta Lum Phuk forest (D) Some wild edible plants in local market.

Table 1 List of wild herbaceous and climbing species in community forest of Ta Phraya district, Sa Kaeo province

Family	Scientific name	Local name	Habit	Utilization in study area
1. Dicots				
Annonaceae	*Polyalthia debilis* Finet & Gagnep.	Mak kon khrok	H	Edible fruit/Stem and leave use for abdominal pain
Apocynaceae	*Aganonerion polymorphum* Pierre ex Sprire	Som lom	C	Edible flower and young shoot
Apocynaceae	*Amphineurion marginatum* (Roxb.) D.J. Middleton	Khruea sai ton	C	Edible flower and young shoot
Asteraceae	*Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob	Sap suea	H	Fresh leaves use for styptic

Table 1 (cont.)

Family	Scientific name	Local name	Habit	Utilization in study area
Asteraceae	*Elephantopus scaber* L.	Do mai ru lom	H	Tonic
Convulvulacea	*Ipomoea aquatic* Forssk.	Phak bung	C	Edible leave and shoot
Cucurbitaceae	*Coccinia grandis* (L.) Voigt	Tam lueng	C	Edible leave and shoot
Dilleniaceae	*Tetracera loureireii* (Finet & Gagnep.) Pierre ex Craib.	Rot sukhon	C	-
Elaeagnaceae	*Elaeagnus latifolia* L.	Mak lot	C	Edible fruit
Fabaceae	*Neptunia orelacea* Lour.	Phak Krachet	H	Edible leave and shoot
Lamiaceae	*Gmelina philippinensis* Cham.	Chong Maeo	C	-
Menispermaceae	*Pachygone dasycarpa* Kurz	Khruea nang chang/Ya nang chang/Nam phrom	C	Edible fruit
	Tiliacora triandra (Colebr.) Diels.	Ya nang	C	Press juice from leaves for hot curry or soup
	Tinospora baenzingeri Forman	Chingcha chali	C	Stem use for tonic
Olacaceae	*Olax psittacorum* (Lam.) Vahl	Kra tok rok/ Nam Chai Khrai	C	Edible leave and shoot
Oleaceae	*Jasminum adenophyllum* Wall. ex C.B.Clarke	Mali wan	C	Edible leave and shoot
Passifloraceae	*Adenia viridiflora* Craib	I nun/ phak sap	C	Edible leave and shoot
	Passiflora foetida L.	Kra tok rok	C	Edible leave and shoot
Rhamnaceae	*Ziziphus oenoplia* (L.) Mill.	Mak lep maeo	C	Edible fruit
Simaroubaceae	*Harrisonia perforata* Merr.	Si phan khon tha	C	Root and bark use for fever
Vitaceae	*Ampelocissus martini* Planch.	Khruea i koi	C	Young shoot uses as vegetables/Edible fruit

Table 1 (cont.)

Family	Scientific name	Local name	Habit	Utilization in study area
2. Monocots				
Araceae	*Amorphophallus brevispathus* Gagnep.	I rok	H	Eat the stalk of the plant
	A. harmandii Engl.	I rok	H	Eat the stalk of the plant
	A. paeoniifolius (Dennst.) Nicolson	Buk khang khok	H	Edible tuber
	Scindapsus officinalis (Roxb.) Schott	Phu chang	C	-
Asparagaceae	*Asparagus racemosus* Wild.	Sam sip	H	Boiled root use for tonic
Colchicaceae	*Gloriosa superba* L.	Dong dueng	C	-
Costaceae	*Cheilocostus speciosus* (J.Koenig) C.D.Specht	Ueang mai na	H	Rhizome use for skin diseases
Cyperaceae	*Cyperus corymbosus* Rottb.	Kok san sue	H	Weave mats
Dioscoreaceae	*Dioscorea alata* L.	Man chao maphrao/Man sao/Man mue sue	C	Edible tuber crop
	D. esculenta (Lour.) Burkill	Man Mue Sue	C	Edible tuber crop
	D. hispida Dennst.	Man kloi	C	Edible tuber crop
Poaceae	*Centotheca lappacea* (L.) Desv.	Ya repair/Ya hi yum	H	Whole plant use for postnatal care
	Imperata cylindrica Beauv.	Ya kha	H	Rhizome use for uragogue/dried leaves uses for thatching
Smilacaceae	*Smilax verticalis* Gagnep.	Khruea dao	C	-
Stemonaceae	*Stemona involuta* Inthachub	Non tai yak	C	-
Zingiberaceae	*Curcuma singularis* Gagnep.	Krachiao khao	H	Edible flower
	C. angustifolia Roxb.	Ao daeng	H	Edible flower
	C. alismatifolia Gagnep.	Krachiao	H	Edible flower

Table 1 (cont.)

Family	Scientific name	Local name	Habit	Utilization in study area
	Kaempferia marginata Carey	Pro pa	H	Edible young shoot
Ferns and fern allies				
Selaginellaceae	*Selaginella willdenowii* (Desv.) Baker	Ya rang kai	H	-
Lygodiaceae	*Lygodium flexuosum* (L.) Sw.	Thao krachot/Yan li phao	C	Edible young shoot /stem uses as rope/boiled root for bladder stone disease

Remarks: [1] Plant habit: H = Herb; C = Climber or Vine; - = insufficient data

สรุป

การสำรวจไม้ล้มลุกและไม้เถาที่ใช้ประโยชน์เป็นพืชอาหารและสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชน อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว พบพืชล้มลุกและไม้เถาทั้งหมด 42 ชนิด สามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ พืชใบเลี้ยงคู่ จำนวน 15 วงศ์ 21 สกุล 21 ชนิด พืชใบเลี้ยงเดี่ยว จำนวน 10 วงศ์ 13 สกุล 19 ชนิด และเฟินและพืชใกล้เคียงเฟิน จำนวน 2 วงศ์ 2 สกุล 2 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นไม้เถา จำนวน 24 ชนิด และไม้ล้มลุก 18 ชนิด มีพืชที่ชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารและสมุนไพร จำนวน 35 ชนิด โดยชาวบ้านนำมารับประทานเป็นผักหรือประกอบอาหารมากกว่าใช้เป็นสมุนไพรยารักษาโรค วงศ์พืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์หลากชนิดมากที่สุดคือ พืชวงศ์บอน (Araceae) และวงศ์ขิงข่า (Zingiberaceae) จำนวนวงศ์ละ 4 ชนิด ทำการรวบรวมพันธุ์พืชที่น่าสนใจและมีศักยภาพกลับมาปลูกอนุรักษ์และศึกษาพัฒนาเพื่อส่งเสริมเป็นพืชเศรษฐกิจในอนาคต ณ ศูนย์วิจัยและการจัดการความรู้ทางพฤกษศาสตร์ คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จำนวนกว่า 10 ชนิด

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณเงินรายได้ คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี พ.ศ. 2560 สัญญาเลขที่ 112/2560 ขอขอบคุณผู้นำชุมชนและคณะกรรมการป่าชุมชนที่คอยอำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการสำรวจในพื้นที่ รวมถึงชาวบ้านทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการสำรวจและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ประนอม จันทรโณทัย. 2544. **อนุกรมวิธานพืช**. คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

ประสิทธ์ วงษ์พรม. 2557. **พฤกษศาสตร์พื้นบ้านในป่าบุ่งป่าทามของป่าชุมชนดงภูดิน อำเภอราศีไศล จังหวัดศรีสะเกษ**. แหล่งที่มา www.conference.forest.ku.ac.th/iDocument/FORCON_20150312_151701.pdf, 22 ตุลาคม 2559.

ปาจรีย์ อินทะชุบ, บดินทร สอนสุภาพ และ วินัย สมประสงค์. 2557. ความหลากหลายของผักพื้นบ้านในภาคตะวันตกของประเทศไทย. **แก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ)** 42(3): 819-824.

ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา. 2556. **ผักพื้นบ้าน: ภูมิปัญญาและมรดกที่คนไทยหลงลืม**. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการและอุทยานผักพื้นบ้านในวิถีไทย. วันพฤหัสบดีที่ 19 ธันวาคม 2556 ณ สำนักพิพิธภัณฑ์และวัฒนธรรมการเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สิริวัฒน์ บุญชัยศรี และ สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ. 2555. ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของพืชผักพื้นบ้านในเขตชุมชนรอบกว๊านพะเยา, น. 24-28. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยพะเยาวิจัย ครั้งที่ 1 "ปัญญาเพื่อความเข้มแข็งของชุมชน"**. มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา.

สุมนทิพย์ ก๋าวงศ์. 2559. **การจัดการตลาดวิถีป่าชุมชนโคกอีโด่ยสู่การพึ่งตนเอง กรณีศึกษา: ชุมชนโคกอีโด่ยบ้านใหม่ไทยถาวร หมู่ที่ 5 ตำบลทัพราช อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว**. บัณฑิตอาสาสมัครวิทยาลัยพัฒนศาสตร์ ป๋วย อึ๊งภากรณ์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.

Beentje, H. 2010. **The Kew plant glossary and illustrated dictionary of plant terms**. Kew publishing, Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, UK.

เห็ดป่ากินได้ในแปลงไม้ยางนาที่ศูนย์พัฒนาการเกษตรภูสิงห์อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดศรีสะเกษ

Edible Wild Mushrooms in the *Dipterocarpus alatus* plot at Phusing Royal Agricultural Development Center, Sisaket Province

ไสว คณาเสน[1,2*] สุนทร ทองเลิศ[1,2] สุจินดา สมหมาย[3] พงศ์สวัสดิ์ คำสุนทร[3] นววิทย์ พงศ์อนันต์[4] ธิติยา บุญประเทือง[3] อัมพวา ปินเรือน[3] และ สายัณห์ สมฤทธิ์ผล[3]

Sawai Kanasen[1,2*], Sonton Tonglat[1,2], Sujinda Sommai[3], Phongswat Khamsuntorn[3], Navavit Ponganan[4], Thitiya Boonpratuang[3], Umpawa Pinruan[3], and Sayanh Somrithipol[3]

[1]ศูนย์พัฒนาการเกษตรภูสิงห์อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ. ภูสิงห์ จ. ศรีสะเกษ 33140

[1]Phusing Royal Agriculture Development Center, Phusing, Sisaket 33140

[2]สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 7 สาขาอุบลราชธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000

The Seventh Forest Resource Management Bureau, UbonRatchathani Branch, Muang, UbonRatchathani 34000

[3]ห้องปฏิบัติการปฏิสัมพันธ์ของจุลินทรีย์และนิเวศวิทยา ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ 113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

[3]Microbe Interaction and Ecology Laboratory (BMIE), National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, 113 Thailand Science Park, Phahonyothin Road, KhlongNueng, KhlongLuang, PathumThani 12120

[4]ห้องปฏิบัติการภูมิสารสนเทศและระบบข้อมูลดิจิทัลด้านพืช ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ 113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

[4]Plant Geoinformatics and Digital Management System Laboratory (PGDM), National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, 113 Thailand Science Park, Phahonyothin Road, KhlongNueng, KhlongLuang, PathumThani 12120

*Corresponding Author; E-mail: forestku56@gmail.com

บทคัดย่อ

การเพาะเห็ดป่ากินได้ที่อาศัยร่วมกับไม้ป่าแบบพึ่งพาอาศัย หรือเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซ่านั้นกำลังเป็นที่นิยมในประเทศไทย ซึ่งศูนย์พัฒนาการเกษตรภูสิงห์อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดศรีสะเกษ ได้ปลูกไม้ยางนาในพื้นที่ร้างในปี พ.ศ. 2550 และใส่เชื้อเห็ดระโงกในปี พ.ศ. 2552 สองปีหลังใส่เชื้อก็เกิดผลผลิตเห็ดระโงกขึ้น โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวางแปลงขนาด 1,280 ตารางเมตร เพื่อบันทึกผลผลิตของเห็ดรายวันในแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2557 - 2560

จากการบันทึกข้อมูล พบว่า ในปี 2557 พบเห็ดกินได้ในแปลง 8 ชนิด (น้ำหนักรวม 72.6 กิโลกรัม) โดยกลุ่มเห็ดที่พบมากที่สุดคือกลุ่มเห็ดระโงก (60.2 กิโลกรัม) ได้แก่ ระโงกแดง (43.2 กิโลกรัม) ระโงกเหลือง (15.7 กิโลกรัม) และระโงกขาว (1.3 กิโลกรัม) เห็ดระโงกเหล่านี้มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกับ *Amanita hemibapha* (สำหรับระโงกแดงและเหลือง) และ *A. princeps* (สำหรับระโงกขาว) ในปี พ.ศ. 2558 พบเห็ดกินได้ 10 ชนิด ผลผลิตรวม 72.1 กิโลกรัม เห็ดกลุ่มระโงกยังคงพบมากที่สุดแต่ผลผลิตโดยรวมลดลง (48.8 กิโลกรัม) ในปี 2559 พบเห็ดกินได้ 9 ชนิด (73.6 กิโลกรัม) เห็ดถ่านกลายเป็นชนิดเด่น (38.4 กิโลกรัม) แทนเห็ดกลุ่มระโงก (31.6 กิโลกรัม) ในปี 2560 พบเห็ดกินได้ 7 ชนิด และมีผลผลิตโดยรวมเพียง 17.1 กิโลกรัม โดยผลผลิตของเห็ดกลุ่มระโงก

14.2 กิโลกรัม และของเห็ดถ่าน 0.8 กิโลกรัม การนำเสนอจะแสดงผลผลิตรายเดือนของเห็ดแต่ละชนิดและปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการช่วงสี่ปีที่ผ่านมา

คำสำคัญ: เห็ดระโงก, เอคโตไมคอร์ไรซ่า, ผลผลิต, ปัจจัยแวดล้อม, การปลูกเชื้อ

ABSTRACT

Cultivation of edible ectomycorrhizal mushrooms associated with forest trees has become popular in Thailand. In 2007, seedlings of *Dipterocarpusalatus* were planted on an abandoned land of Phusing Royal Agriculture Development Center, Sisaket Province. *Amanita* was then inoculated in 2009. Two years after the inoculation, the forest started to yield *Amanita* product. This study assessed daily yield of wild mushrooms in the *Dipterocarpusalatus* plantation of Phusing Royal Agriculture Development Center from 2014-2017. A 1,280 square meter plot was established for daily yield study of the mushrooms.

In 2014, eight edible mushroom types with a total weight of 72.6 kg were recorded. The dominant mushrooms (60.2 kg) were several of *Amanita* species, including red *Amanita* (43.2 kg), yellow *Amanita* (15.7 kg), and white *Amanita* (1.3 kg). Red and yellow *Amanita* morphologically resembled *Amanita hemibapha* while white Amanita resembled *Amanita princeps*. In 2015, ten edible mushrooms were recorded with a total yield of 72.1 kg. *Amanita* group was still dominant but the total yield was less than the previous year (48.8 kg). In 2016, nine edible mushrooms were recorded with a total yield of 73.6 kg. This year, *Russulanigricans* was the most abundant with a total yield of 38.4 kg, while 31.6 kg of *Amanita* mushrooms was harvested. In 2017, seven edible mushrooms were found with only a total yield of 17.1 kg. Yields of the *Amanita* group and *Russulanigricans* were 14.2 kg and 0.8 kg, respectively. This presentation will show monthly yield of each mushroom type and some environmental factors recorded during four years of this study.

Keywords: *Amanita*, ectomycorrhizal, productivity, environmental factor, inoculation

การพัฒนา DNA barcodes พืชถิ่นเดียว โดยการถอดรหัสพันธุกรรมในคลอโรพลาสต์จีโนม

Development of DNA Barcodes for Endemic Plant Using Chloroplast DNA Sequencing

พนิดา รุ่งรัตนกุล[1]* กิตติยา สิงห์ทอง[1] วันทรา แซ่เฮ้ง[1] ภาวิตา เต่าทอง[1] นารีรัตน์ ทองบุญส่ง[1]

Panida Roongrattanakul[1*] Kittiya Singthong[1]

Wantara Saeheng[1] Pawita Taothong[1] and Nareerat Thongboonsong[1]

[1]สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช 61 พหลโยธิน กรุงเทพฯ 10900

[1]Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Parks,

Wildlife and Plant Conservation, 61 Phaholyothin, Bangkok, 10900

* Corresponding Author; Email: **panidha@gmail.com**

บทคัดย่อ

พืชถิ่นเดียวหลายชนิดมีลักษณะดอกและลำต้นสวยงาม สีสันแปลกตาบางชนิดพบเห็นได้เพียงเฉพาะฤดูกาล จึงประสบปัญหาถิ่นอาศัยถูกทำลาย บางชนิดมีสรรพคุณด้านสมุนไพรเป็นที่ต้องการใช้ประโยชน์ในการนำไปพืชถิ่นเดียวไปใช้ประโยชน์และการใช้ที่ดินของมนุษย์นับเป็นภัยคุกคามที่ร้ายแรงต่อความหลากหลายทางชีวภาพเพราะต้องการถิ่นอาศัยที่มีสภาพนิเวศเฉพาะในการเกิดและเติบโตโดยไม่สามารถดำรงชีวิตและสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติได้เมื่อนำไปปลูกนอกถิ่นด้วยสาเหตุดังกล่าวพืชถิ่นเดียวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเร่งอนุรักษ์พืชถิ่นเดียวเหล่านี้ซึ่งหนึ่งในแนวทางการอนุรักษ์และปกปักพันธุกรรม คือ การจัดสร้างฐานข้อมูลรหัสพันธุกรรมพืชถิ่นเดียวของประเทศไทย ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา DNA barcodes โดยวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบการเรียงตัวของสารพันธุกรรมของยีนตำแหน่งที่มีความจำเพาะที่สามารถจำแนกและระบุชนิดได้มาใช้ในการวางแผนการอนุรักษ์และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ตรวจสอบชนิดเพื่อการป้องกันการถูกลักลอบนำไปใช้อย่างผิดกฎหมายการวิจัยนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างพืชถิ่นเดียวจำนวน 39 ตัวอย่าง ศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนตำแหน่ง *rbcL*จากส่วนคลอโรพลาสต์ จีโนม โดยหลักการของวิธี Chain Termination Methodวิเคราะห์ผลลำดับนิวคลีโอไทด์โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างและจัดกลุ่มแบบ phylogenetic tree ด้วยวิธี Neighbour Joining ผลพบว่าสามารถจำแนกเป็น 31 ชนิด 21 วงศ์การวิเคราะห์ลำดับเบสในการศึกษานี้สามารถจำแนกและจัดกลุ่มได้ถูกต้องโดยเป็นไปตามรูปแบบของ Angiosperm Phylogeny Flowering Plant Systematics จึงเป็นแนวทางที่สามารถนำไปสู่การจัดสร้างฐานข้อมูลในการระบุชนิดสำหรับอ้างอิงเพื่อการคุ้มครองพันธุ์พืชได้

คำสำคัญ: พืชถิ่นเดียว ดีเอ็นเอบาร์โค้ด การจำแนก การระบุชนิด คลอโรพลาสต์ *rbcL*

ABSTRACT

Many species of endemic plants have attractive characteristics such as gorgeous and colorful flowers. Some species are only found during a certain season. As endemic plants require specific geological range and environment for germination and growth, their biodiversity is threated by habitat loss due to land use change, and overharvesting for ornament and medical benefits. Moreover, it is difficult for endemic species to survive and regenerate outside their range. Thus, genetic conservation and protection of endemic plants are critical. Building DNA barcode databases of endemic plants provides a tool for species conservation and protection. The objective of this study was to develop DNA barcodes by analyzing the arrangement of standardized short sequence DNA of several endemic plants in Thailand. The results from this study could be applied for conservation plan, and species identification to prevent illegal trade of endangered plants. During this study, 39 endemic plant samples were collected. DNA sequences were analyzed by investigating chloroplast genome at *rbcL* gene regions using Chain Termination Method. The sequences were compared and phylogenetic tree were constructed using Neighbour Joining. The results showed that the sample plants could be classified into 31 species in 21 families. The classification and identification derived fromthis study provided similar results as classification by Angiosperm Phylogeny Flowering Plant Systematics. Thus, this method could be adopted in referent database system for endemic plants species identification in order to protect and conserve the plants.

Keywords: endemic plants, DNA barcodes, classification, species identification, chloroplast, *rbcL*

การเติบโตและมวลชีวภาพของไม้สนคาริเบียที่สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Growth and Biomass of *Pinus caribaea* Morelet in Saithong Silvicultural Research Station Prachuap Khiri Khan Province

ชนิษฐา จันทโชติ[1] สคาร ทีจันทึก[2] พรเทพ เหมือนพงษ์[2] และ เพ็ญพิชชา ชูสง่า[1]

Chanittha Chuntachot[1], Sakhan Teejuntuk[2], Ponthep Meunpong[2] and Penpitcha Choosa – nga[1]

[1]ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[2]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงแทพฯ 10900

[1]Silvicultural Research Division, Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department

[2]Faculty of Forestry, Kasetsart University Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การศึกษาการเติบโตและมวลชีวภาพไม้สนคาริเบียอายุ 29 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ระยะปลูก 3 × 3 เมตร พื้นที่ 20 ไร่ ทำการเก็บข้อมูลการเติบโตขนาดความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก หลังจากนั้นทำการประมาณมวลชีวภาพไม้สนคาริเบียในแปลง ผลการศึกษาพบต้นสนคาริเบียทั้งหมดจำนวน 2,063 ต้น คิดเป็นอัตราการรอดตาย 57.95 % โดยมีขนาดความสูงเฉลี่ย 22.12 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 24.83 เซนติเมตร คิดเป็นอัตราความเพิ่มพูนทางด้านขนาดความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเท่ากับ 0.76 เมตร/ปี และ 0.86 เซนติเมตร/ปี ตามลำดับ ในขณะที่มวลชีวภาพ พบว่า มวลชีวภาพรวมเท่ากับ 35,352.67 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นอัตราการเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,219.06 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราการเพิ่มพูนเฉลี่ยรายต้นเท่ากับ 198.61 กิโลกรัมต่อต้น โดยคิดเป็นสัดส่วนมวลชีวภาพ ต้น : กิ่ง : ใบ เท่ากับ 88.38 : 9.65 : 1.97

คำสำคัญ: สนคาริเบีย การเติบโต มวลชีวภาพ

ABSTRACT

Growth and biomass of 29-year-old *Pinus caribaea* Morelet in Saithong Silvicultural Research Station, Prachuap Khiri Khan Province were studied. The trees were planted at 3 x 3 m spacing in an area of 20 rai. Tree height and stem diameter at breast high (DBH) were used for biomass calculation. We found a total of 2,063 trees with 57.95 % of survival rate. Averages of height and DBH were 22.12 m and 24.83 cm, respectively. Mean height annual increments and DBH were 0.76 m/yr and 0.86 cm/yr, respectively. Total biomass was 35,352.67 kg/rai with mean annual biomass increments of 1,219.06 kg/rai and mean increment rate of 198.61 kg/tree. Biomass proportion of tree: branch: leaf was 88.38: 9.65: 1.97.

Keyword: *Pinus caribaea* Morelet, Growth, Biomass

คำนำ

ไม้สนคาริเบีย (*Pinus caribaea* Morelet) เป็นไม้ในตระกูลสนเขามีถิ่นกำเนิดในแถบอเมริกากลาง เป็นไม้ขนาดใหญ่ ลำต้นเปลาตรง มีกิ่งก้านน้อย และมีการลิดกิ่งตามธรรมชาติได้ดีมาก กรมป่าไม้ได้ทดลองนำไม้สนคาริเบียมาปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2508 ตามโครงการสำรวจวัตถุดิบเพื่อทำเยื่อกระดาษของประเทศไทยร่วมกับโครงการพัฒนาแห่งองค์การสหประชาชาติ (UNDP) (ประสิทธิ์, 2532) สนคาริเบียสามารถเติบโตได้ดีที่ละติจูดประมาณ 20 องศาเหนือถึง 28 องศาใต้ มีปริมาณน้ำฝน 900 – 2,500 มิลลิเมตรต่อปี มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 25 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ต่อปี และมีรอบตัดฟัน 9 -20 ปี สามารถเติบได้รวดเร็วมีเรือนยอดหนา รากแข็งแรง และทนต่อการปกคลุมของวัชพืชได้ปานกลาง สามารถนำไปประยุกต์เพื่อปลูกในพื้นที่อื่นๆ ได้ แต่ทั้งนี้ก็มีความแตกต่างของความหนาแน่นของไม้ที่ต่างกัน สนคาริเบียสามารถเติบโตได้ดีในในพื้นที่ที่มีลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย บางครั้งมีกรวดมาก มีการระบายน้ำได้ดี ค่า pH ของดินอยู่ระหว่าง 5.0 – 5.5 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,000 – 3,000 มิลลิเมตรต่อปี โดยปกติมีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 0 – 1,500 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 22 – 37 องศาเซลเซียส (Orwa *et al*., 2009) ลักษณะเนื้อไม้ละเอียดสีขาวอมเหลือง เสี้ยนตรง การไสตกแต่งและขัดง่าย ความหนาแน่นของไม้ผึ่งแห้งเท่ากับ 0.468 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จัดเป็นไม้ที่มีน้ำหนักเบา ไม้แห้งมีการหดตัวปานกลาง เนื้อไม้ใช้ทำเครื่องเรือนได้ดีมาก ทำไม้ประสานใช้งานทั่วไปหรือใช้กลึง และแกะสลักได้ดี ทำไม้วงกบ ไม้วงกบประสาน หรือไม้กรอบและบานหน้าต่างได้พอใช้ (สุธี และภิรมย์, 2531) นอกจากนี้สนคาริเบียยังมีลักษณะของเส้นใยยาว ปริมาณเซลลูโลสสูง ใช้ทำกระดาษเหนียวได้ดี มีความต้านทานต่อแรงฉีก และการหักพับงอสูงกว่าไม้สนสามใบ และสนสองใบ (ทัศนีย์ และคณะ, 2529) สนคาริเบียจัดเป็นไม้โตเร็วชนิดหนึ่งนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2507 มีการเติบโตได้ดีกว่าไม้สนสามใบและไม้สนสองใบซึ่งเป็นไม้ถิ่นของไทย สามารถขึ้นได้ในทั้งพื้นที่ระดับสูงและระดับต่ำและปรับตัวได้ดีในหลายสภาพพื้นที่ (อำไพ และคณะ, 2553) สนคาริเบียในประเทศไทยมีอัตราการเติบโตด้านความสูง 1.01 - 1.68 เมตรต่อปี และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 1.40 - 2.47 เซนติเมตรต่อปี เนื่องจากสนคาริเบียมีลักษณะของเส้นใยยาวจึงเหมาะกับการทำเยื่อกระดาษ และมีการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอื่นอีกหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมการก่อสร้างไม้อัด ไม้บาง และเฟอร์นิเจอร์ นอกจากจะได้ประโยชน์จากเนื้อไม้แล้วยังให้ยางสนซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมสี น้ำมันชักเงา และใช้เป็นสารแต่งกลิ่นตลอดจนใช้เป็นส่วนผสมในน้ำหอม (สาโรจน์, 2544) จากการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางของไม้สนชนิดนี้จึงเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้มีการปลูกเป็นสวนป่าเศรษฐกิจ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการเติบโต และมวลชีวภาพของไม้สนคาริเบีย อายุ 29 ปี ที่ปลูกในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง ก่อตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2528 เพื่อเป็นสถานีวิจัยทดลองปลูกพันธุ์ไม้ในภาคใต้ตอนบน โดยในช่วงแรกเน้นการปลูกทดลองเพื่อคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสม เพื่อการใช้ประโยชน์เป็นไม้ใช้สอยขนาดเล็ก ทั้งจากในและต่างประเทศ โดยส่วนหนึ่งได้ร่วมดำเนินงานกับโครงการต่างประเทศ ได้แก่ Australian Center for International Agricultural Research (ACIAR) ซึ่งช่วยเหลือให้คำแนะนำทางวิชาการ และเมล็ดพันธุ์

เพื่อปลูกทดลอง โดยมีพื้นที่ปลูกทดลองทั้งสิ้นประมาณ 400 ไร่ ซึ่งได้ขออนุญาตใช้พื้นที่แปลงปลูกสร้างสวนป่าเก่าของสวนป่าทรายทองมาเป็นแปลงทดลอง ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 47Q 549980E 1214914N ห่างจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ไปทางทิศใต้ 130 กิโลเมตร ลักษณะพื้นที่ลาดชันเล็กน้อย ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 50 เมตร ลักษณะดินเป็นดินร่วน ถึงร่วนปนทรายเนื้อดินเป็นพวกทราย ดินร่วนปนทราย และ ดินร่วนเหนียวปนทราย ซึ่งมีปริมาณอาหาร ค่อนข้างต่ำและมีสภาพเป็นกรด ค่า pH ประมาณ 4.9 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,500 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27.8 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 1)

ชนิดไม้ที่ทดลองปลูก ได้แก่ ไม้กระถินเทพา (*Acacia mangium*) กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) กระถินคราสซิคาร์ป้า (*Acacia crassicarpa*)กระถินเอาลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) ยางนา (*Dipterocarpus alatus*) เคี่ยม (*Cotylelobium lanceolatum*) กันเกรา (*Fagraea fragrans*) สะเดาเทียม (*Azardirachta excelsa*) ตะเคียนทอง (*Hopea odorata*) โมกมัน (*Wrightia arborea*) สนคาริเบีย (*Pinus caribaea*) ตีนเป็ด (*Cerbera odollam*) สัก (*Tectona grandis*) ยูคาลิปตัส ยูโลฟิลล่า (*Eucalyptus urophylla*) ยูคาลิปตัส แกรนดิส (*Eucalyptus grandis*) และพะยูง (*Dalbergia cochinchinensis*) (สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง, 2559)

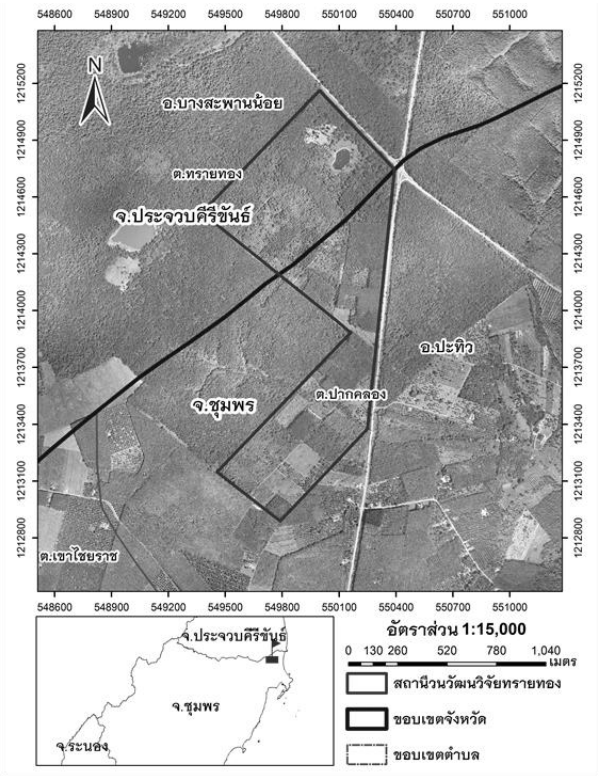


Figure 1 Saithong silvicultural research station, Prachuap Khiri Khan Province

ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ (2561)

วิธีการเก็บข้อมูล

1. เก็บข้อมูลการเติบโตของสนคาริเบียอายุ 29 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงของต้นไม้ (H) ทั้งแปลง โดยแบ่งแปลงตัวอย่างเป็น 4 แปลงย่อย แปลงละ 5 ไร่

2. นำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ได้จากมาแจกแจงความโตโดยแบ่งเป็น 12 อันตรภาคชั้น ทำการหามวลชีวภาพของต้นไม้โดยเลือกตัดต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกในแต่ละอันตรภาคชั้น ในพื้นที่แปลงทำการสุ่มตัดต้นไม้ขนาดต่างกัน จำนวนทั้งหมด 12 ต้น เพื่อใช้ศึกษามวลชีวภาพของไม้สนคาริเบีย โดยการตัดต้นไม้ชิดดินหลังจากนั้นทำการวัดไม้ตัวอย่างแต่ละต้น ได้แก่ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชิดดิน (D_0) เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 30 เซนติเมตร ($D_{0.3}$) เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางยาวขึ้นไปทุกๆ 1 เมตร ตลอดความยาวของลำต้น ความสูงถึงระดับกิ่งสดกิ่งแรก (H_B) และความสูงทั้งหมด (H) จากนั้นตัดทอนลำต้นออกเป็นท่อนๆ ละ 1 เมตร จนตลอดความยาวของลำต้น นำไม้แต่ละท่อนมาชั่งน้ำหนักสดของส่วนต่างๆ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ ทำการสุ่มตัวอย่างของส่วนต่างๆ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ มาอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่แล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้ง เพื่อหามวลชีวภาพของต้นไม้ทั้งต้น และมวลชีวภาพของแต่ละส่วน (ลำต้น ใบ กิ่ง) ของต้นไม้ นำข้อมูลมวลชีวภาพของต้นไม้ตัวอย่างไปสร้างสมการหามวลชีวภาพของต้นไม้ทั้งแปลง

3. ทำการสุ่มตัวอย่างของส่วนต่างๆ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ มาอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่แล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้ง เพื่อหามวลชีวภาพของต้นไม้ทั้งต้น และมวลชีวภาพของแต่ละส่วน (ลำต้น กิ่ง ใบ) ของต้นไม้ นำข้อมูลมวลชีวภาพของต้นไม้ตัวอย่างไปสร้างสมการหามวลชีวภาพของต้นไม้ทั้งแปลง

4. การวิเคราะห์มวลชีวภาพ

4.1 คำนวณหาร้อยละความชื้นจากสูตร ต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด - น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

4.2 นำค่าร้อยละความชื้นที่ได้ไปคำนวณเพื่อเปลี่ยนน้ำหนักสดของต้นไม้ตัวอย่างแต่ละต้น ให้เป็นน้ำหนักอบแห้ง จากสูตร ดังสมการ

$$\text{น้ำหนักแห้ง} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสด}}{\text{ร้อยละความชื้น}+100}$$

4.3 สร้างสมการแอลโลเมตรี (allometric equation) โดยนำความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (H) มาเป็นตัวแปรอิสระร่วมกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกยกกำลังสอง (DBH^2H) ในรูปของ parabolic volume (Kira and Shidel, 1967) เพื่อคำนวณมวลชีวภาพของไม้สนคาริเบียทั้งแปลง ตามรูปสมการดังสมการ

$$Y = aX^h$$

$$\text{หรือ } \log Y = \log a + h \log X$$

เมื่อ Y = ปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ (ลำต้น กิ่ง และใบ)

X = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกยกกำลังสองคูณด้วยความสูงของต้นไม้ หรือเท่ากับ DBH^2H

a และ h = ค่าคงที่ของสมการ

4.4 ทำการหาสมการที่เหมาะสมของการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้สนคาริเบีย

4.5 นำสมการที่ได้มาคำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้สนคาริเบีย

5. นำค่าการเติบโตทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และมวลชีวภาพของไม้สนคาริเบียมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลและวิจารณ์

1. การเติบโต

จากการวัดการเก็บข้อมูลสนคาริเบียอายุ 29 ปี สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง อ. บางสะพานน้อย จ.ประจวบคีรีขันธ์ ในพื้นที่ 20 ไร่ พบต้นสนคาริเบียทั้งหมดจำนวน 2,063 ต้น คิดเป็นอัตราการรอดตาย 57.90 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดความสูงต่ำสุด 7.7 เมตร สูงสุด 36 เมตร คิดเป็นเฉลี่ยเท่ากับ 22.12 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกต่ำสุด 4.2 เซนติเมตร สูงสุด 56.9 เซนติเมตร คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.83 เซนติเมตร มีอัตราความเพิ่มพูนขนาดทางความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเท่ากับ 0.76 เมตร/ปี และ 0.86 เซนติเมตร/ปี ตามลำดับ โดยสามารถนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกกับความสูง (Figure 1) ของไม้สนคาริเบียดังนี้

$$H = 8.9798 \ln(DBH) - 6.2139, R^2 = 0.856$$

เมื่อ H = ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

DBH = เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

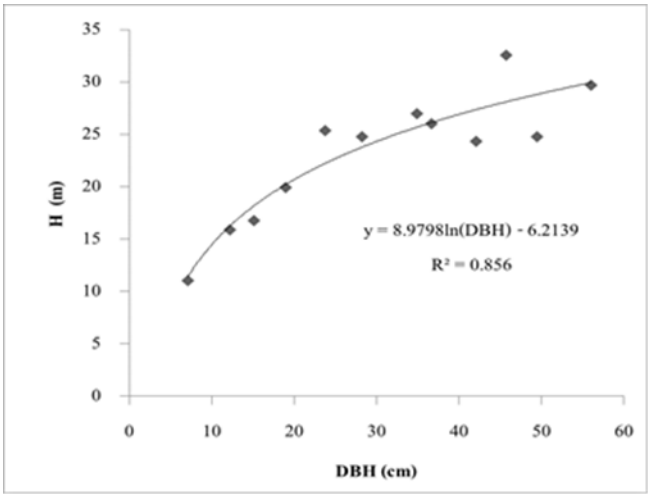


Figure 2 Relationship between diameter at breast height (DBH) and height (H) of *Pinus caribaea*

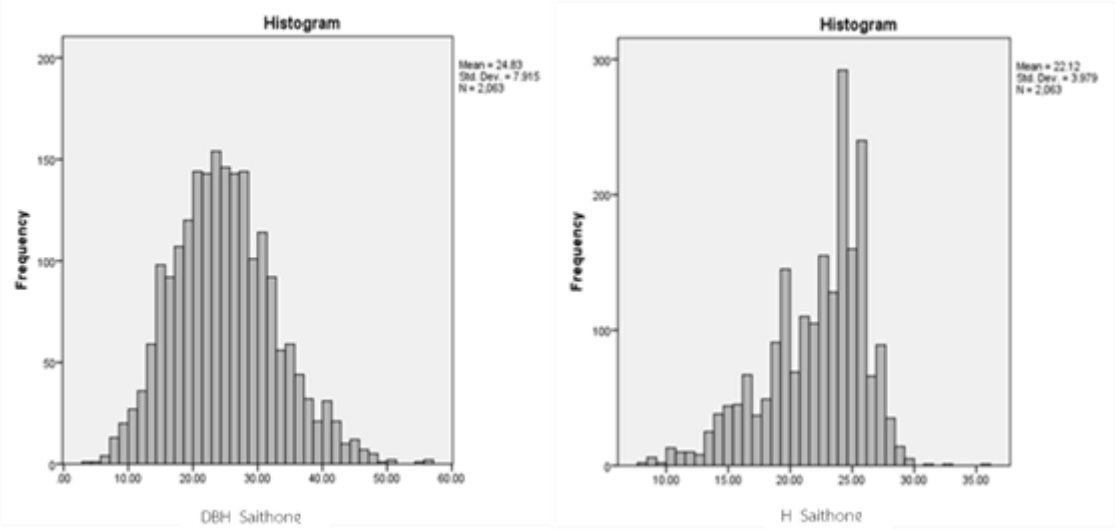


Figure 3 Histogram of diameter at breast height (DBH) and height (H) of *Pinus caribaea*

การเติบโตนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมต่อชนิดพันธุ์ การศึกษาครั้งนี้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันกับแปลงสนคาริเบียอายุ 29 ปี ที่มีปัจจัยแวดล้อมต่างกันที่ สถานีวนวัฒนวิจัยห้วยบง จังหวัดเชียงใหม่ โดยพบว่ามีอัตราความเพิ่มพูนขนาดทางความสูงที่น้อยกว่าสถานีวนวัฒนวิจัยห้วยบง (0.73 เมตร/ปี) ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมากกว่า (0.88 เซนติเมตร/ปี) และนอกจากนี้ยังแตกต่างจากข้อมูลเติบโตประเทศไนจีเรีย (Oluwadare, 2007) พบว่าสนคาริเบียที่อายุเพียง 25 ปีมีขนาดความสูงถึง 22 เมตร และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 26.10 เซนติเมตร มีอัตราความเพิ่มพูนขนาดทางความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเท่ากับ 0.88 เมตร/ปี และ 1.04 เซนติเมตร/ปี การศึกจากการสำรวจครั้งนี้พบว่าแปลงที่ได้ทำการศึกษามีอัตราการรอดตายเกิดครึ่งหนึ่งของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด คือ 57.95 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่ทำการทดลองปลูกไม้สนคาริเบียนี้เหมาะสมในระดับหนึ่ง ทั้งนี้อัตราการรอดตายนั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ที่นำมาปลูกแล้วยังขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมอย่างอื่นด้วย เช่น ปัจจัยดิน ความเหมาะสมของดิน รวมทั้งการดูแลและการจัดการที่ดี

2. มวลชีวภาพ

จากการวัดขนาดต้นไม้ทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เพียงอก (DBH) ตั้งแต่ 4.2 เซนติเมตร ขึ้นไป ได้จำนวนไม้สนคาริเบีย 2,063 ต้น การกระจายของข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และได้ทำการกำหนดชั้นขนาด 12 ชั้น

Table 1 Frequency distribution and biomass of *Pinus caribaea*

Size classes	Number of trees	DBH of the sample tree (cm)	Height of the sample tree (cm)	Dry weight (kg)			
				stem (W_S)	branch (W_B)	leaf (W_L)	total (W_T)
4-8.5	16	7.10	11.04	9.74	0.47	0.32	10.52
8.5-13	86	12.20	15.87	33.52	1.31	0.67	35.50
13-17.5	275	15.10	16.76	53.61	2.17	1.16	56.94
17.5-22	398	19.00	19.93	117.89	9.55	4.83	132.27
22-26.5	454	23.80	25.40	256.76	14.69	4.21	275.66
26.5-31	396	28.20	24.75	401.70	51.85	12.43	465.98
31-35.5	240	34.90	26.96	646.50	62.78	29.24	738.52
35.5-40	107	36.70	26.00	689.99	107.95	20.78	818.73
40-44.5	64	42.10	24.35	896.51	101.57	40.54	1,038.61
44.5-49	23	45.70	32.55	1,239.68	173.70	35.46	1,448.83
49-53.5	2	49.50	24.80	1,029.87	198.52	23.04	1,251.43
53.5-58	3	56.00	29.70	1,900.45	241.58	49.56	2,191.59

จากข้อมูลจำนวนไม้ในชั้นขนาด 22 - 26.5 เซนติเมตร มีจำนวนต้นมากที่สุด เท่ากับ 454 ต้น และจำนวนไม้ในชั้นขนาด 53.5 - 58 เซนติเมตร เป็นขนาดที่โตที่สุดมีจำนวนต้นเท่ากับ 3 ต้น

การสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของไม้สนคาริเบียกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกยกกำลังสองคูณด้วยความสูง และนำไปประมาณมวลชีวภาพของสวนป่าทั้งแปลง ได้สมการดังนี้

$W_S = 0.0097(DBH^2H)^{1.0655}$ $R^2 = 0.9945$

$W_B = 0.00005(DBH^2H)^{1.3697}$ $R^2 = 0.9744$

$W_L = 0.0002(DBH^2H)^{1.0964}$ $R^2 = 0.9495$

เมื่อ W_S = มวลชีวภาพลำต้น (กิโลกรัม)

W_B = มวลชีวภาพกิ่ง (กิโลกรัม)

W_L = มวลชีวภาพใบ (กิโลกรัม)

W_T = มวลชีวภาพทั้งหมด (กิโลกรัม)

DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

H = ความสูง (เมตร)

จากสมการที่สร้างขึ้นได้ผลการประมาณมวลชีวภาพกับของสนคาริเบียอายุ 29 ปี ในพื้นที่ 20 ไร่ พบว่ามวลชีวภาพรวม เท่ากับ 35,352.67 กิโลกรัมต่อไร่ แยกเป็นมวลชีวภาพลำต้น 31,245.09 กิโลกรัมต่อไร่ มวลชีวภาพกิ่ง 3,411.22 กิโลกรัมต่อไร่ และ มวลชีวภาพใบเฉลี่ย 696.36 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นอัตราการเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,219.06 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราการเพิ่มพูนเฉลี่ยรายต้นเท่ากับ 198.61 กิโลกรัมต่อต้น คิดเป็นสัดส่วนมวลชีวภาพ ต้น : กิ่ง : ใบ เท่ากับ 88.38 : 9.65 : 1.97

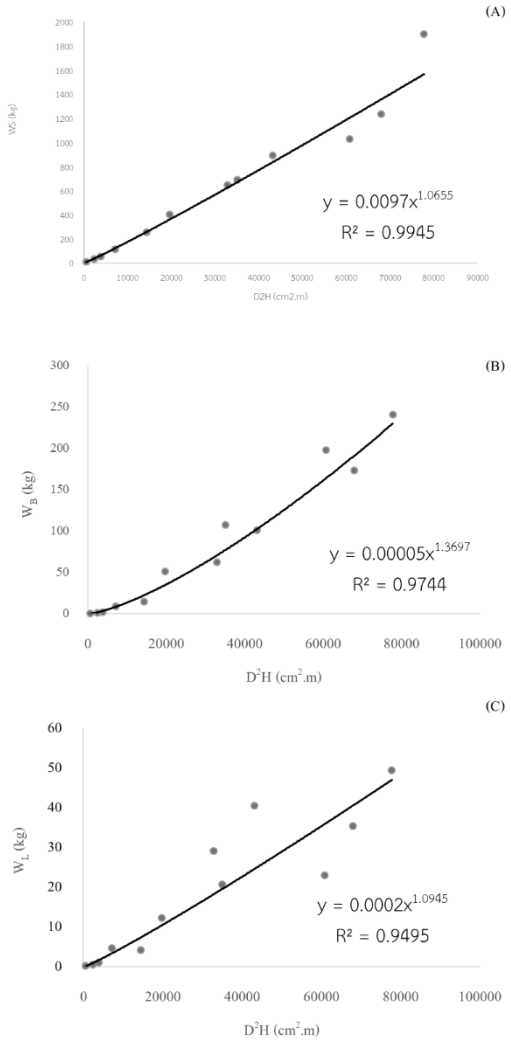


Figure 4 Allometric equation of above-growth biomass of *Pinus caribaea*

สรุป

สวนป่าสนคาริเบีย อายุ 29 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ระยะปลูก 3 x 3 เมตร พบต้นสนคาริเบียทั้งหมดจำนวน 2,063 ต้น คิดเป็นอัตราการรอดตาย 57.95 % โดยมีขนาดความสูงเฉลี่ย 22.12 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 24.83 เซนติเมตร คิดเป็นอัตราความเพิ่มพูนทางด้านขนาดความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเท่ากับ 0.76 เมตร/ปี และ 0.86 เซนติเมตร/ปี ตามลำดับ ในขณะที่มวลชีวภาพ

พบว่า มวลชีวภาพรวม เท่ากับ 35,352.67 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นอัตราการเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,219.06 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราการเพิ่มพูนเฉลี่ยรายต้นเท่ากับ 198.61 กิโลกรัมต่อต้น โดยคิดเป็นสัดส่วนมวลชีวภาพ ต้น : กิ่ง : ใบ เท่ากับ 88.38 : 9.65 : 1.97

ผลการศึกษาครั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมอาชีพด้านป่าไม้ ประกอบการตัดสินใจของเกษตรกร และเป็นข้อมูลให้หน่วยงานภาครัฐส่งเสริมการปลูกป่าเศรษฐกิจต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ทัศนีย์ รัติวานิช, อรรณพ อภิชาตบุตย์, เพ็ญศรี นามประเสริฐ, วิชิต สนธิวนิช และ รัตนา หม้อมณี. 2529. **เยื่อกระดาษไม้สนคาริเบียและไม้สนโอคาปา**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ประสิทธิ์ สะอาดอาวุธ. 2532. ความก้าวหน้าในการปรับปรุงพันธุ์ไม้สน, น.123-125. *ใน* **รายงานการประชุมการป่าไม้ ประจำปี 2532 การพัฒนาการป่าไม้เพื่อการอนุรักษ์ สาขาวนวัฒนวิทยา เล่ม 2**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง. 2559. ข้อมูลสถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์, สุนทร คำยอง, เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และ นิวัติ อนงค์รักษ์. 2553. การเจริญเติบโตผลผลิตและการทดแทนของพรรณไม้ในสวนป่าสนสามใบ พื้นที่ต้นน้ำในภาคเหนือ. *ใน* **การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ครั้งที่ 2 วันที่ 26 พฤศจิกายน 2553**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

Oluwadare, A.O. 2007. Wood properties and selection for rotation length in Caribbean Pine (*Pinus caribaea* Morelet) Grown in Afaka, Nigeria. **American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci**. 2(4): 359–363.

Orwa C., A. Mutua, R. Kindt, R. Jamnadass and S. Anthony. 2009. **Agroforestree Database: a tree reference and selection guide version 4.0.** World Agroforestry Centre, Kenya.

สมบัติดินบางประการและการเติบโตของยูคาลิปตัสสายต้นต่างๆ อายุ 7 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

Soil Properties and Growth of Various 7-Year-Old Eucalyptus Clones in Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province

นฤเบศ กะทิศาสตร์[1*] และ รุ่งเรือง พูลศิริ[1]

Narubes Katisat[1*] and RoongreangPoolsiri[1]

[1]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **Exdoorsiom@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาสมบัติดินบางประการและการเติบโตของยูคาลิปตัสสายต้นต่างๆ อายุ 7 ปี ณ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ในแปลงปลูกทดสอบเพื่อเปรียบเทียบยูคาลิปตัสสายต้นใหม่ โดยประกอบไปด้วยสายต้นใหม่ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ RFD 1 (ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า×ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า) RFD 2 (ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า×ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า) RFD 3 (ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า×ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า) RFD 4 (ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า×ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า) RFD 5 (ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส×ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า) และ RFD 6 (ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า×ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า) และสายต้นดั้งเดิมในพื้นที่ จำนวน 3 สายต้น ได้แก่ *E. camaldulensis*, *E. urophyll*a และ K58 (*E. urophyll*a) รวมทั้งสิ้น 9 สายต้น โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 9 สายต้น มีระยะปลูก คือ 2 × 3 เมตร ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ 2 ระดับความลึก ได้แก่ 0 - 10 และ 10 - 30 เซนติเมตร นำไปวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพและสมบัติดินทางเคมี นำข้อมูลทุติยภูมิด้านการเติบโตของยูคาลิปตัสแต่ละสายต้นมาวิเคราะห์หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย ความสูงเฉลี่ย ความเพิ่มพูนเฉลี่ยต่อปี และอัตราการรอดตาย จากผลการศึกษาพบว่า สมบัติของดินในบริเวณแปลงปลูกทดสอบเพื่อเปรียบเทียบยูคาลิปตัสสายต้นใหม่ทั้ง 9 สายต้น สมบัติดินส่วนใหญ่มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี ซึ่งในส่วนของสมบัติดินทางกายภาพนั้น ดินทุกแปลงมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวจนถึงดินเหนียว มีความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในระดับต่ำ และมีความหนาแน่นอนุภาคกับความพรุนของดินใกล้เคียงกันในทุกแปลง ในส่วนของสมบัติดินทางเคมี ทุกแปลงมีพีเอชของดินเป็นกรดจัดมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางจนไปถึงสูงเช่นเดียวกับปริมาณไนโตรเจน และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จะมีปริมาณตั้งแต่ต่ำมากจนไปถึงสูงมาก ซึ่งมีความแปรผันของปริมาณสูง ปริมาณแคลเซียมอยู่ในระดับต่ำ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จะอยู่ในระดับต่ำมากจนไปถึงต่ำนอกจากนั้นในด้านการเติบโตของยูคาลิปตัส พบว่าแปลงทดสอบยูคาลิปตัสสายต้น *E. urophylla* มีการเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย ความสูงเฉลี่ย และความเพิ่มพูนเฉลี่ยต่อปีมากที่สุด แต่อัตราการรอดตายพบว่า แปลงทดสอบยูคาลิปตัสสายต้น K58 มีอัตราการรอดตายมากที่สุด รองลงมาคือสายต้น RFD 3 และ RFD 2 ตามลำดับ

คำสำคัญ: สมบัติของดิน การเติบโต ยูคาลิปตัส สายต้น

ABSTRACT

This study on soil properties and growth of various 7-year-old *Eucalyptus* Clones in Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province was conducted in order to compare 6 new clones including RFD 1 (*E. urophyll*a x *E. urophyll*a), RFD 2 (*E. urophyll*a x *E. urophyll*a), RFD3 (*E. urophyll*a x *E. urophyll*a), RFD 4 (*E. urophyll*a x *E. urophyll*a), RFD 5 (*E. camaldulensis* x *E. urophyll*a) and RFD 6 (*E. urophyll*a x *E. urophyll*a), and 3 old clones which were *E. camaldulensis*, *E. urophyll*a and K58. Completely randomized design (CRD) was used in this study with 3 replications of 9 clones in each replication. Each clone was planted at 2 × 3 m spacing. Secondary growth data of eucalyptus were used for the analysis of mean diameter at breast height (DBH), mean height (Ht), mean annual increment (MAI) and survival rate. In addition, soil samples were collected by undisturbed soil sampling method at 0 - 10 and 10 - 30 cm in depths for physical and chemical property analysis. ANOVA and DNMRT were used for statistical analysis. The statistical analysis indicated that there was no significant difference of soil physical and chemical properties among clones. All plots characterized by clay loam to clay soil with low bulk density. Soil density and porosity were also similar in all plots. For soil chemical properties, we observed that all plots had high acidity, medium to high organic matters and nitrogen, and low exchangeable calcium. In addition, the amount of exchangeable magnesium was very low to low while exchangeable potassium show high variation ranging from very low to very high. For the growth study of eucalyptus, we found that *E. urophylla* clones had the highest DBH, mean Ht and MAI. Meanwhile, K58 clones had the highest of survival rate followed by, RFD 2 and RFD 3 clones, respectively.

keywords: soil properties, growth, eucalyptus, clone

คำนำ

ปัจจุบันการทำเกษตรแบบเชิงเดี่ยวของเกษตรกรไทย เกิดภาวะผลผลิตตกต่ำเป็นอย่างมาก ส่งผลให้เกษตรกรไทยส่วนใหญ่ประสบกับปัญหาความยากจนและเป็นหนี้ ทำให้หน่วยงานภาครัฐและเอกชนหันมาสนับสนุนให้เกษตรกรไทยปลูกไม้ยืนต้นควบคู่กับการทำเกษตร โดยเฉพาะไม้โตเร็ว รวมไปถึงการส่งเสริมการทำธุรกิจปลูกสร้างสวนป่าไม้โตเร็ว ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาการทำเกษตรบนพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมและมุ่งหวังให้เกษตรกรมีการสร้างรายได้ที่มั่นคงกว่าเดิม ซึ่งไม้โตเร็วที่มีการปลูกเพื่อสร้างรายได้มากที่สุดในประเทศไทยขณะนี้ ก็คือ ไม้ยูคาลิปตัส

ยูคาลิปตัส เป็นไม้ที่นิยมปลูกโดยทั่วไปและมีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลายเนื่องจากมีศักยภาพในการให้ผลผลิตค่อนข้างสูงจึงทำให้มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งข้อดีของยูคาลิปตัส ก็คือการเป็นไม้ที่สามารถเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเช่น ดินทราย ดินเค็มและดินเปรี้ยว (National Academy of Sciences, 1980) โดยปัจจุบันยูคาลิปตัสได้ถูกนำมาใช้ในหลายรูปแบบ เช่น การก่อสร้าง เฟอร์นิเจอร์ และนำมาเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล เป็นต้น แต่ถึงอย่างนั้นยูคาลิปตัสที่ปลูกทั่วประเทศก็ยังให้

ผลผลิตที่ไม่เท่ากันเนื่องจากต้นไม้ในแต่ละสายต้นย่อมมีขีดจำกัดในการเติบโตต่อปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่ที่ต่างกันไป ส่งผลให้บางพื้นที่เติบโตได้ไม่ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะปัจจัยทางด้านดินซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลต่อการเติบโตเป็นอย่างมาก

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติของดินบางประการเช่น สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของดินรวมถึงการเติบโตของยูคาลิปตัสในแต่ละสายต้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการคัดเลือกสายต้นที่เหมาะสม และส่งเสริมการปลูกไม้โตเร็วเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ส่งเสริมอาชีพเกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินได้แก่ split tube soil sampler ถุงพลาสติกค้อนเกรียงและสายวัด
2. เครื่องมือวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้แก่ ตู้อบ ตาชั่ง hydrometer เครื่อง pH meter เครื่อง spectrometer และเครื่อง atomic absorption spectrometer

วิธีการ

1. เลือกพื้นที่ในการวางแปลงทดลอง

ทำการศึกษาในแปลงทดสอบยูคาลิปตัสทั้งหมด 9 สายต้น ประกอบไปด้วยสายต้นใหม่ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ RFD 1 (ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า×ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า) RFD 2 (ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า×ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า)RFD 3 (ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า×ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า) RFD 4 (ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า×ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า) RFD 5 (ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส×ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า) และ RFD 6 (ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า×ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า) และสายต้นดั้งเดิมในพื้นที่ จำนวน 3 สายต้น ได้แก่ *E. camaldulensis, E. urophylla* และ K58 (*E. urophylla*) รวมทั้งสิ้น 9 สายต้น อายุ 7 ปี จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 9 สายต้น ในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD)

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การเก็บตัวอย่างดินทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน โดยใช้ split tube soil sampler สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลอง ซ้ำ 2 จุด (เนื่องจากพื้นที่มีจำกัด) ที่ระดับความลึก 2 ระดับ คือ ระดับความลึก 0 - 10 และ 10 - 30 เซนติเมตร แล้วนำดิน 2 จุดมารวมกันที่ระดับความลึกเดียวกันด้วยวิธี composite soil samples

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลการเติบโตของต้นไม้จะใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ทำการรวบรวมไว้ในปี พ.ศ. 2560

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์สมบัติดินนำตัวอย่างดินที่ได้จากการสุ่มเก็บมาจากแปลงทดลองไปชั่งน้ำหนักและนำดินส่วนหนึ่งไปอบเพื่อหาความชื้นและที่เหลือผึ่งลมในห้องที่มีอากาศถ่ายเทเมื่อดินแห้งแล้วนำดินไปทุบหรือบดให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 และ 2 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำตัวอย่างดินที่ได้จากการร่อนไปทำการวิเคราะห์หาสมบัติต่างๆ ของดินดังนี้

3.1 สมบัติทางกายภาพของดิน

1) การวิเคราะห์เนื้อดิน (soil texture) โดยวิธี hydrometer method (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2548) เพื่อบ่งบอกความหยาบละเอียดของเนื้อดินโดยอาศัยสัดส่วนอนุภาคของทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) ดินเหนียว (clay) ในการวิเคราะห์

2) ร้อยละของกรวด

$$\text{ร้อยละของกรวด} = \frac{\text{น้ำหนักของกรวด}}{\text{น้ำหนักของดินแห้ง}} \times 100$$

3) ความหนาแน่นรวม (bulk density, Db) วิเคราะห์โดย core method (Jalota*et al*., 1998) ข้อมูลที่ได้สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$Db = \frac{Wods}{Vt}$$

โดย Db คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

Wods คือ น้ำหนักอบแห้งของดิน (กรัม)

Vt คือ ปริมาตรรวมทั้งหมดของดิน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

4) ความหนาแน่นอนุภาค (particle density, Dp) วิเคราะห์โดย pycnometer method (Jalota*et al*., 1998) ข้อมูลที่ได้สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$Dp = \frac{Ms}{Vs}$$

โดย Dp คือ ความหนาแน่นอนุภาคของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

Ms คือ น้ำหนักของดิน (กรัม)

Vs คือ ปริมาตรของดิน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

5) ความพรุน (porosity, Pt) สามารถนาค่าความหนาแน่นรวมและความหนาแน่นอนุภาคของดินมาคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$Pt = \left[1 - \frac{Db}{Dp}\right] \times 100$$

โดย Pt คือความพรุน (ร้อยละ)

Db คือความหนาแน่นรวม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

Dp คือความหนาแน่นอนุภาค (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

3.2 สมบัติทางเคมีของดิน

3.2.1 พีเอชของดิน (soil pH) วัดโดยใช้เครื่องวัด pH meter ซึ่งใช้อัตราส่วนของดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก (National Soil Survey Center, 1996)

3.2.2 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter) วิเคราะห์โดยวิธี Walkley and Black's rapid titration (Walkley and black, 1934; Walkley, 1935)

3.2.3 ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen) โดยอินทรียวัตถุในดินมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 5 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ดังนั้นปริมาณไนโตรเจนสามารถคำนวณได้จากสูตร

ร้อยละของไนโตรเจนในดิน = ร้อยละของอินทรียวัตถุในดิน x 0.05

3.2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) วิเคราะห์โดยใช้วิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) แล้ววัดปริมาณโดยใช้เครื่อง spectrometer

3.2.5 ปริมาณโพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium, calcium and magnesium) โดยใช้ ammonium acetate (NH_4OAc) 1 N pH 7.0 สกัดดินตัวอย่างจากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณของexchangeable K, Ca และ Mg ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrometer

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการเติบโต

3.3.1 ค่าเฉลี่ยการเติบโตด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) หาได้จากสูตร

$$DBH = \frac{\sum DBH_t}{n}$$

เมื่อ DBH คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย (เซนติเมตร)

$\sum DBH_t$ คือ ผลรวมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

n คือ จำนวนต้นไม้

3.3.2 ค่าเฉลี่ยการเติบโตด้านความสูง (H) หาได้จากสูตร

$$Ht = \frac{\sum H}{n}$$

เมื่อ Ht คือ ความสูงเฉลี่ย (เมตร)

$\sum H$ คือ ผลรวมความสูง (เมตร)

n คือ จำนวนต้นไม้

3.3.3 นำข้อมูลการเติบโตด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูง (H) เฉลี่ยมาคำนวณหาความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี (Mean Annual Increment, MAI) ได้จากสูตร

$$MAI = \frac{Xn}{n}$$

เมื่อ MAI คือความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย

Xn คือค่าเฉลี่ยของค่าการเติบโตของปีที่ n

N คืออายุ n ปี

3.3.4 ร้อยละการรอดตาย

$$R = \frac{\sum n}{N} \times 100$$

เมื่อ R คือ ร้อยละการรอดตาย

$\sum n$ คือ ผลรวมของจำนวนต้นที่เหลืออยู่ในแปลง

N คือ จำนวนต้นที่เริ่มปลูกในแปลง

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของสมบัติของดินและการเติบโตของยูคาลิปตัสแต่ละสายต้นโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one way analysis of variance; one-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลและวิจารณ์

สมบัติของดิน

จากการศึกษาสมบัติของดินในแปลงปลูกทดสอบเพื่อเปรียบเทียบยูคาลิปตัสสายต้นใหม่ รวมทั้งสิ้น 9 สายต้น ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. สมบัติทางกายภาพของดิน

ในดินที่ระดับความลึก 0 - 10 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) มีลักษณะของเนื้อดินตั้งแต่ดินร่วนปนเหนียว (clay loam) ไปจนถึงดินเหนียว (clay) แต่ที่ระดับความลึกที่ 10 - 30 เซนติเมตร มีลักษณะของเนื้อดินเหมือนกันทั้งหมด คือ ดินเหนียว ซึ่งดินชั้นบน และดินชั้นล่าง (10 - 30 เซนติเมตร) นั้นมีลักษณะของเนื้อดินที่ใกล้เคียงกันมากสาเหตุอาจเป็นเพราะโดยปกติแลว เนื้อดินเป็นคุณสมบัติที่มีความเสถียรสูง มีการเปลี่ยนแปลงไดยากมาก ภายใตสภาวะปกติ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ในส่วนของร้อยละของกรวดในดินพบว่า ที่ระดับความลึกเดียวกัน ในแต่ละสายพันธ์มีค่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความลึก 0 - 10 เซนติเมตร แปลงทดสอบสายต้นยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่ามีร้อยละของกรวดมากที่สุด รองลงมาคือ *E. camaldulensis* และ K58 ตามลำดับ แต่ที่ระดับความลึก 10-30 เซนติเมตรแปลงทดสอบสายต้นยูคาลิปตัสสายต้น K58 มีร้อยละของกรวดมากที่สุด รองลงมา คือ RFD 2, RFD1 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาคดิน และความพรุนของดินแล้วจะพบว่าค่าทั้งสามที่ระดับความลึกเดียวกันในแต่ละสายพันธ์จะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความหนาแน่นรวมจะมีแนวโน้มของค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของดินที่มากขึ้น และในทางกลับกันความพรุนของดินนั้นจะมีค่าลดลงตามระดับความลึกของดินที่เพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทิพย์ลดา (2551) ที่พบว่า ในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า มีแนวโน้มความหนาแน่นรวมเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของดิน และเนื่องจากความพรุนของดินเป็นปัจจัยที่ขึ้นอยู่กับช่องว่างในดินและชนิดของเนื้อดินเป็นบางส่วน ดินที่มีเนื้อละเอียด เช่น ดินเหนียว จะมีความพรุนของดินสูง

Table 1 Soil particle percentage and soil texture in eucalyptus clones plots

Soil Depth (cm)	Clones	Particle Percentage			Soil Texture
		Sand	Silt	Clay	
0-10	RFD 1	35.55	27.09	37.36	clay loam
	RFD 2	33.05	27.71	39.24	clay loam
	RFD 3	34.12	26.33	39.55	clay loam
	RFD 4	32.33	28.02	39.65	clay loam
	RFD 5	32.41	26.05	41.54	clay
	RFD 6	33.91	26.33	39.76	clay loam
	E. urophylla	31.31	27.09	41.6	clay
	E. camaldulensis	31.67	26.21	42.12	clay
	K58	35.29	25.38	39.33	clay loam
	F-value	0.19^{ns}	0.16^{ns}	0.31^{ns}	
10-30	RFD 1	31.19	25.07	43.75	clay
	RFD 2	32.45	24.43	43.12	clay
	RFD 3	36.64	19.09	44.27	clay
	RFD 4	29.24	25.88	44.88	clay
	RFD 5	31.62	24.93	43.45	clay
	RFD 6	37.38	18.02	44.6	clay
	E. urophylla	29.88	24.85	45.27	clay
	E. camaldulensis	32.05	22.17	45.79	clay
	K58	33.29	22.26	44.45	clay
	F-value	0.39^{ns}	0.83^{ns}	0.12^{ns}	

Remark: ^{ns} non-significant ($p>0.05$)

* significant different at $p\leq0.05$

Table 2 Percent of gravel, bulk density, particle density and porosity in eucalyptus clones plots

Soil Depth (cm)	Clones	Gravel (%)	Bulk Density (g/cm^3)	Particle Density (g/cm^3)	Porosity (%)
0-10	RFD 1	7.38	0.96	2.61	63.26
	RFD 2	9.11	0.9	2.63	65.81
	RFD 3	8.15	0.89	2.64	66.5
	RFD 4	7.33	0.92	2.64	65.13
	RFD 5	7.24	0.92	2.65	65.48
	RFD 6	10.55	1.01	2.61	61.43
	E. urophylla	14.1	0.94	2.64	64.55
	E. camaldulensis	13.34	0.98	2.64	62.89
	K58	12.97	0.94	2.64	64.49
	F-value	0.74^{ns}	0.71^{ns}	0.75^{ns}	0.87^{ns}
10-30	RFD 1	14.01	1.16	2.61	55.48
	RFD 2	14.28	1.21	2.62	53.95
	RFD 3	10.11	1.13	2.65	57.2
	RFD 4	11.07	1.09	2.63	58.52
	RFD 5	6.61	1.1	2.67	58.97
	RFD 6	11.51	1.15	2.63	56.47
	E. urophylla	12.89	1.13	2.62	56.79
	E. camaldulensis	8.23	1.17	2.64	55.45
	K58	26.97	1.15	2.61	56.03
	F-value	1.34^{ns}	0.59^{ns}	2.01^{ns}	0.74^{ns}

Remark: ^{ns} non-significant ($p>0.05$)

* significant different at $p\leq0.05$

เนื่องจากมีช่องว่างขนาดเล็กอยู่มากและในดินชั้นบนก็มีช่องว่างมากกว่าดินชั้นล่าง ซึ่งช่องว่างเป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับความหนาแน่นรวมจึงทำให้ความพรุนของดินชั้นบนสูงกว่าดินชั้นล่าง นอกจากนี้อินทรียวัตถุที่มีในดินชั้นบนมากกว่าในดินชั้นล่างก็เป็นส่วนช่วยทำให้ดินชั้นบนมีความพรุนของดินมากกว่าดินชั้นล่างอีกด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ในส่วนของความหนาแน่นอนุภาคนั้นมีค่าแนวโน้มที่ไม่แน่นอนในระดับความลึกของดินที่ต่างกัน เนื่องจากความหนาแน่นอนุภาคเป็นปัจจัยที่ขึ้นอยู่กับวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นสำคัญจึงเป็นสมบัติเฉพาะ

2. สมบัติทางเคมีของดิน

จากการศึกษาในพื้นที่แปลงทดสอบสายต้นยูคาลิปตัสของทั้ง 9 สายต้น พบว่า ค่าพีเอชมีแนวโน้มที่ไม่แน่นอนในแต่ละระดับความลึกของดิน และมีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิพย์ลดา (2551) ที่พบว่า ค่าพีเอชมีแนวโน้มที่ไม่ชัดเจน และมีค่าไม่ต่างกันระหว่างดินชั้นบนกับดินชั้นล่าง ค่าพีเอชของดินนั้นจะไม่ค่อยมีผลโดยตรงต่อการเติบโตแต่จะมีผลทางอ้อมต่อความเป็นประโยชน์ของสารอาหารพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าสารอาหารดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดินที่มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประทักษ์ (2556) ที่ทำการศึกษาสมบัติของดินในพื้นที่สวนป่าไม้ต่างถิ่น พบว่า ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าลดลงตามระดับความลึกของดินเช่นกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่ดินมีความเป็นกรดจึงทำให้ความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีปริมาณลดลง (ธนวิช, 2557) และเป็นผลมาจากการที่ดินชั้นบนมีอินทรียวัตถุอยู่มากจึงทำให้ดูดซับแคตไอออนได้สูง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ซึ่งอินทรียวัตถุนั้นเป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญของพืช คือ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดินสอดคล้องกับ พิริยะ (2557) ที่ทำการศึกษาสมบัติของดินในฤดูฝนและฤดูแล้ง พบว่า แต่ละสภาพพื้นที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินเฉลี่ยสูงสุดลดลงตามระดับความลึกของดินเช่นกัน จึงทำให้ปริมาณ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในดินชั้นบนมากกว่าดินชั้นล่างตามไปด้วย ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารพืชกับเกณฑ์มาตรฐาน (USDA, 1967) จะพบว่า อินทรียวัตถุในดินอยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ปานกลางไปจนถึงสูง เช่นเดียวกับปริมาณไนโตรเจนในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในเกณฑ์ต่ำปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์ต่ำมากจนไปถึงสูงมากปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนในดินอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์ต่ำมากจนไปถึงต่ำ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3)

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ระดับความลึก 10 - 30 เซนติเมตร ค่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และส่วนสมบัติทางเคมีด้านอื่นๆ ที่ระดับความลึกของดินเดียวกันจะมีค่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. การเติบโตและอัตราการรอดตาย

จากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของยูคาลิปตัสในแปลงทดสอบยูคาลิปตัสทั้ง 9 สายต้น พบว่า แปลงทดสอบยูคาลิปตัสสายต้น *E. urophylla* มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ความสูง และความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเฉลี่ยรายปีมากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น RFD 2 และ K58 ตามลำดับ และแปลงทดสอบยูคาลิปตัสสายต้น *E. camaldulensis* มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยและความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยรายปีของยูคาลิปตัสน้อยที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติของยูคาลิปตัสระหว่างสายต้น พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของยูคาลิปตัส ความสูง และความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาและความสูงเฉลี่ยรายปีแต่ละสายต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (Table 4)

Table 3 Chemical soil properties in eucalyptus clones plots

Soil Depth (cm)	Clones	pH	OM (%)	Total N (g/kg)	Available P (mg/kg)	Exchangeable bases (mg/kg)		
						K	Ca	Mg
0-10	RFD 1	4.19	3.79	1.89	2.51	79.15^{b}	95.22	61.35
	RFD 2	4.19	2.96	1.48	1.85	58.47^{b}	88.26	54.44
	RFD 3	4.39	3.63	1.81	2.14	92.58^{b}	140.51	83.84
	RFD 4	4.25	3.55	1.77	2.18	61.09^{b}	104.71	69.98
	RFD 5	4.26	3.57	1.79	2.07	75.71^{b}	83.67	76.27
	RFD 6	4.32	3.52	1.76	2	84.64^{b}	182.61	85.21
	E. urophylla	4.17	3.71	1.86	1.67	98.99^{b}	105.75	61.41
	E. camaldulensis	4.18	3.36	1.68	2.37	83.74^{b}	74.21	65.72
	K58	4.33	3.89	1.93	2.39	148.29^{a}	149.55	91.52
	F-value	0.78^{ns}	1.24^{ns}	1.24^{ns}	0.55^{ns}	2.95*	1.22^{ns}	1.12^{ns}
10-30	RFD 1	4.28	2.62	1.31	1.24	41.57	71.39	33.97
	RFD 2	4.37	2.6	1.3	1.37	28.29	100.74	40.98
	RFD 3	4.32	2.33	1.17	1.2	44.64	71.25	29.71
	RFD 4	4.16	3.07	1.54	1.7	29.65	66.24	34.09
	RFD 5	4.29	2.81	1.4	1.59	26.64	58.68	44.04
	RFD 6	4.37	2.49	1.25	1.33	46.26	168.26	56.99
	E. urophylla	4.18	2.55	1.28	1.28	44.29	57.31	25.75
	E. camaldulensis	4.28	2.16	1.08	1.03	35.82	46.19	25.39
	K58	4.33	2.39	1.2	1.34	65.04	84.44	43.05
	F-value	0.61^{ns}	1.76^{ns}	1.76^{ns}	1.32^{ns}	1.37^{ns}	1.113^{ns}	0.67^{ns}

Remark: ^{ns} non-significant ($p>0.05$)

* significant different at $p\leq0.05$

Table 4 Diameter of breast height, mean height, mean annual increment and survival rate in eucalyptus clones plots

Clones	Growth		MAI		Survival rate (%)
	DBH (cm)	H (m)	DBH (cm)	H (m)	
RFD 1	11.94^{bc}	17.52^{abc}	1.66^{bc}	2.43^{abc}	81.25^{cd}
RFD 2	12.72^{b}	18.19^{ab}	1.82^{b}	2.60^{ab}	95.83^{ab}
RFD 3	12.33^{b}	17.40^{abc}	1.76^{b}	2.49^{abc}	95.83^{ab}
RFD 4	12.15^{b}	16.89^{bc}	1.74^{b}	2.41^{bc}	87.50^{abc}
RFD 5	10.99^{c}	16.37^{c}	1.53^{c}	2.28^{c}	81.25^{cd}
RFD 6	10.64^{c}	16.87^{bc}	1.52^{c}	2.41^{bc}	85.42^{bc}
E. urophylla	14.58^{a}	18.63^{a}	2.08^{a}	2.66^{a}	72.92^{d}
E. camaldulensis	8.37^{d}	11.80^{d}	1.20^{d}	1.69^{d}	83.33^{cd}
K58	12.54^{b}	17.99^{ab}	1.79^{b}	2.57^{ab}	97.92^{a}
F-value	14.77**	8.66**	13.93**	8.14**	4.80**

Remark: ^{abc} Data in the same column followed by the same letters are not significant different (p>0.05)

** significant different at (p≤0.01)

จากการศึกษาอัตราการรอดตายของยูคาลิปตัสในแปลงทดสอบยูคาลิปตัสทั้ง 9 สายต้น พบว่า แปลงทดสอบยูคาลิปตัสสายต้น K58 มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น RFD 2 และ RFD 3 ที่มีอัตราการรอดตายเท่ากัน และแปลงทดสอบยูคาลิปตัสสายต้น *E. camaldulensis* มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยยูคาลิปตัสน้อยที่สุด ซึ่งอัตราการรอดตายเฉลี่ยของสายต้น K58 มีความแตกต่างทางสถิติกับสายต้น RFD 1, RFD 5, RFD 6, *E. camaldulensis* และ *E. urophylla* สายต้น RFD 2 และ RFD 3 มีความแตกต่างทางสถิติกับสายต้น RFD 1, RFD 5, RFD 6, *E. urophylla* และ *E. camaldulensis* และสายต้น RFD 1, RFD 3 และ *E. camaldulensis* มีความแตกต่างทางสถิติกับสายต้น *E. urophylla* ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติของยูคาลิปตัสระหว่างสายต้น พบว่า อัตราการรอดตายเฉลี่ยของยูคาลิปตัสแต่ละสายต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p≤0.01) ซึ่งจากการศึกษาจะเห็นว่า ในพื้นที่แปลงทดสอบยูคาลิปตัสสายต้นต่างๆ อายุ 7 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา มีลักษณะของสมบัติของดินส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี จึงทำให้สามารถสรุปได้ว่า ในพื้นที่นี้ปัจจัยทางดินมิใช่ปัจจัยที่ทำให้ยูคาลิปตัสแต่ละสายต้นเติบโตแตกต่างกัน แต่ปัจจัยที่ส่งผลให้การเติบโตต่างกันจะมาจากปัจจัยทางพันธุกรรมของแต่ละสายต้น และอาจรวมไปถึงปัจจัยอื่นๆ ที่ทำให้การเติบโตแตกต่างกันออกไปซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พิศาล และวิฑูรย์ (2539) ที่กล่าวว่า ยูคาลิปตัสที่ปลูกในพื้นที่เดียวกันและปัจจัยแวดล้อมใกล้เคียงกัน การเติบโตจะเป็นผลมาจากลักษณะทางพันธุกรรม

สรุป

จากการศึกษาสมบัติดินบางประการและการเติบโตของยูคาลิปตัสสายต้นต่างๆ อายุ 7 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ได้ผลว่า สมบัติของดินในบริเวณแปลงปลูกทดสอบเพื่อเปรียบเทียบไม้ยูคาลิปตัสสายต้นใหม่ทั้ง 9 สายต้นส่วนใหญ่มีค่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในส่วนของสมบัติดินทางกายภาพนั้น ดินทุกแปลงมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวจนถึงดินเหนียว มีความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในระดับต่ำ และมีความหนาแน่นอนุภาคกับความพรุนของดินใกล้เคียงกันในทุกแปลง ในส่วนของสมบัติดินทางเคมีในทุกแปลงมีพีเอชของดินเป็นกรดจัดมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางจนไปถึงสูง เช่นเดียวกับปริมาณไนโตรเจน และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จะมีปริมาณต่ำ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จะมีปริมาณตั้งแต่ต่ำมากจนไปถึงสูงมาก และมีมากที่สุดในแปลงทดสอบสายต้น K58 ซึ่งมีความแปรผันของปริมาณสูง ปริมาณแคลเซียมอยู่ในระดับต่ำ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จะอยู่ในระดับต่ำมากจนไปถึงต่ำในด้านการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ความสูงเฉลี่ย ความเพิ่มพูนเฉลี่ยต่อปี และอัตราการรอดตายของต้นไม้ในแปลงปลูกทดสอบเพื่อเปรียบเทียบไม้ยูคาลิปตัสสายต้นใหม่ทั้ง 9 สายต้น พบว่า แปลงทดสอบยูคาลิปตัสสายต้น *E. urophylla* จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ความสูงเฉลี่ยความเพิ่มพูนความสูงเฉลี่ยรายปีและความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยรายปีมากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น RFD 2 และK58 ตามลำดับ และแปลงทดสอบยูคาลิปตัสสายต้น K58 มีอัตราการรอดตายมากที่สุด รองลงมาคือสายต้น RFD 3 และ RFD 2 ซึ่งมีอัตราการรอดตายลดหลั่นลงมาตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 9. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทิพย์ลดา ทองตะเภา. 2551. **สมบัติบางประการของดิน และการกระจายของรากในสวนป่าอเคเซียเอาลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อยจังหวัดประจวบคีรีขันธ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนวิช สุวรรณเรืองฉาย. 2557. **ผลของการปรับปรุงดินและการใส่ปุ๋ยต่อสมบัติดินและการเติบโตของไม้ยูคาลิปตัสสายต้นต่างๆ ในดินทราย จังหวัดระยอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประทักษ์ พาโคกทม. 2556. **ผลของการตัดขยายระยะต่อสมบัติของดิน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และองค์ประกอบของไม้พื้นล่างในสวนป่าไม้ต่างถิ่น บริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานพินธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิริยะ จิตติ. 2557. **สมบัติของดินและน้ำบางประการในพื้นที่ป่าจากที่มีสภาพต่างกัน ตำบลบางกระเจ้า อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิศาล วสุวานิช และ วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2539. ความผันแปรการเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิสจากถิ่นกำเนิดต่างๆ ในแปลงทดสอบถิ่นกำเนิด/สายต้นในประเทศไทย, น. 121-140. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้แห่งชาติ ประจำปี 2538**. 20-24 พฤศจิกายน 2538 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2548. **คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุ ปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils.**Soil Sci**. 59: 39-46.

National Academy of Sciences. 1980. **Firewood Crop: Shrub and Tree Species of Energy Production**. Washington, D.C.

National Soil Survey Center. 1996. **Soil Survey Laboratory Method Manual.** Soil Survey Investigation Report No. 42. Version 3.0. National Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture.

USDA. 1967. **Soil Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Sample.** Soil Cons. Serv. Soil Surv. Invest. Rep. No 1. USDA Soil Conservation Service, Washington, D.C.

Walkley, A. 1935. An examination of methods for determining organic carbon and nitrogen in soil. **J. Agri. Sci.** 25: 598-609.

_____. and C.A. Black. 1934. An examination of degtjureff method of determining soil organic matter and a proposed modification of the chroma acid titration method. **Soil Sci**. 37: 29-35.

ผลของระยะปลูกต่อการเติบโตและผลผลิตของไม้ยางนา อายุ 20 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Effects of Spacing on Growth and Yield of 20-Year-Old *Dipterocarpus alatus* Roxb. in Saithong Silvicultural Research Station, Prachuap Khiri Khan Province

นเคนทร์ กวีธนาธรรม[1*] รุ่งเรือง พูลศิริ[1] และ สันต์ เกตุประณีต[1]

Nakain Kaveethanathum[1*], Roongreang Poolsiri[1] and San Kaitpraneet[1]

[1]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **bright_2536@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของระยะปลูกต่อการเติบโตและผลผลิตของไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) อายุ 20 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) มี 3 ระยะปลูก คือ ระยะปลูก 2 x 2, 2 x 4 และ 4 x 4 เมตร โดยวางแปลงตัวอย่างขนาด 20 × 60 เมตร จำนวน 4 แปลงต่อระยะปลูก จากการศึกษาพบว่า อัตราการรอดตายที่ระยะปลูก 2 x 2, 2 x 4 และ 4 x 4 เท่ากับร้อยละ 55.50, 62.33 และ 67.67 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของหมู่ไม้ เท่ากับ 1,387, 779 และ 397 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเท่ากับ 11.15, 12.30 และ 17.14 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความสูงทั้งหมด เท่ากับ 9.79, 8.98 และ 9.93 เมตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เท่ากับ 68.00, 48.82 และ 48.19 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยพบว่าอัตราการรอดตายและการเติบโตทางความสูงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนความหนาแน่นของต้นไม้และการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ทั้งยังมีผลต่อปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระยะปลูกมีผลต่อปริมาณมวลชีวภาพ ความหนาแน่นของต้นไม้ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

คำสำคัญ: ยางนา การเติบโต ผลผลิต ระยะปลูก

ABSTRACT

The effects of spacing on growth and yield of 20-year-old *Dipterocarpus alatus* Roxb. were studied in Saithong Silvicultural Research Station, Prachuap Khiri Khan province using Completely Randomized Design (CRD). Three spacing criteria at 2 x 2 m, 2 x 4 m, 4 x 4 m spacing were applied. Four 20 x 60 m experimental plots for each spacing were established. The results showed that average survival rates at 2 x 2 m, 2 x 4 m and 4 x 4 m spacing were 55.50%, 62.33% and 67.67%, respectively; while average tree densities were 1387 trees ha^{-1}, 779 trees $ha^{-1}$and 397 trees ha^{-1}, respectively. We estimated average diameter at breast height (DBH)s of 11.15 cm in 2 x 2 m spacing plot, 12.30 cm in 2 x 4 m spacing plot and 17.14 cm in 4 x 4 m spacing plot;

average heights were 9.79 m, 8.98 m and 9.93 m, respectively; and aboveground biomass were 68.00 ton ha^{-1}, 48.82 ton ha^{-1} and 48.19 ton ha^{-1}, respectively. The statistical analysis suggested that survival rate and height growth were not significantly difference ($p>0.05$) among the three spacing criteria while tree density and DBH were highly significant difference ($p<0.01$); and aboveground biomass was significant difference. These findings implied that spacing affects aboveground biomass, tree density and DBH.

Keywords: *Dipterocarpus alatus* Roxb., Growth, Yield, Spacing

คำนำ

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ประกอบกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณประชากรในประเทศ ทำให้เกิดความต้องการปัจจัยพื้นฐานทั้ง 4 ปัจจัยในการดำรงชีวิตเพิ่มขึ้น โดยที่ป่าไม้เป็นสิ่งที่ตอบสนองความต้องการของประชากร จึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการทำไม้ที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย อีกทั้งยังมีการลักลอบตัดไม้ การบุกรุกทำลายป่าเพื่อเปลี่ยนแปลงการประโยชน์ที่ดิน เป็นผลทำให้ป่าตามธรรมชาติลดลงอย่างต่อเนื่อง เกิดความขาดแคลนไม้ใช้สอย จึงได้มีแนวทางแก้ไขเพื่อให้มีไม้ใช้อย่างเพียงพอต่อความต้องการ เช่น การอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ และส่งเสริมการใช้ไม้อย่างคุ้มค่า การหาทางเลือกในการใช้วัสดุอื่นทดแทนไม้ให้มากขึ้น เพื่อเป็นการลดการสูญเสียเงินจากการนำเข้าไม้ การปลูกป่าเศรษฐกิจจึงเป็นเรื่องที่สมควรได้รับการส่งเสริมทั้งการปลูกสร้างสวนป่าของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนจากการส่งเสริมการปลูกป่าเศรษฐกิจ การปลูกสร้างสวนป่าจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของการปลูกป่าเพื่อเศรษฐกิจ โดยชนิดของไม้เศรษฐกิจ ได้แก่ สัก ยูคาลิปตัส ไผ่ สะเดา กระถินเทพา ประดู่ มะค่าโมง และยางนา เป็นต้น (อรุณี และสุชาติ, 2556)

ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) เป็นไม้พื้นเมืองที่มีค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งในประเทศไทย สามารถพบขึ้นอยู่เป็นไม้เด่นในป่าดิบแล้งทั่วไปตามหุบเขาที่ชุ่มชื้น FORGENMAP (2002) ได้รายงานว่าพบไม้ยางนาอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ไม้ยางนาเป็นไม้ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย มีการนำเนื้อไม้มาใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป ทำเฟอร์นิเจอร์ น้ำมันยางสามารถนำมายาแนวเรือ ยาแนวอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อป้องกันน้ำรั่วซึมได้ (บุญวงศ์ และคณะ, 2550) ในพื้นที่สวนป่ายางนา หรือบริเวณที่มีไม้ยางนาขึ้นอยู่จะพบเห็ดราพื้นบ้านหลากหลายชนิดอยู่บริเวณโคนต้นยางนา เช่น เห็ดไค และเห็ดระโงก เป็นต้น เพราะไม้ยางนามีลักษณะลำต้นที่สูงใหญ่ดูโดดเด่นและมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ จึงทำให้ไม้ยางนาที่เหลืออยู่ในธรรมชาติลดลงไปทุกปีเนื่องจากการบุกรุกทำลายป่าประกอบกับที่ไม้ยางนามีการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติที่ไม่ค่อยดีนัก ถึงแม้ในปัจจุบันจะมีการใช้ประโยชน์จากไม้ยางนาในด้านต่างๆ ลดลง ด้วยสายพระเนตรอันยาวไกลที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ทรงห่วงใยในอนาคตของไม้ยางนา ทรงแนะนำให้มีการศึกษาวิจัยเพื่อความรู้ที่ได้ไปใช้ในการปฏิบัติ ทรงได้ปลูกทดลองไม้ยางนาด้วยพระองค์เองในสวนจิตรลดา (บุญวงศ์ และลดาวัลย์, 2555)

จากจุดเริ่มต้นในสวนจิตรลดาทางกรมป่าไม้จึงได้มีการทดสอบปลูกเป็นแปลงอนุรักษ์พันธุกรรมนอกถิ่นกำเนิดขึ้นทั่วประเทศไทยเพื่อศึกษาการเติบโตของไม้ยางนา ซึ่งมีแปลงศึกษาในภาคกลางทั้งหมด 7 แปลง โดยแปลงที่สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทองเดิมเป็นแปลงปลูกทดสอบการกำหนดขนาดกล้าไม้ระยะปลูกต่อการเติบโตของไม้ยางนาในการปลูกสวนป่าเชิงประณีต โดยปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2540 ระยะปลูก คือ 2 x 2, 2 x 4 และ 4 x 4 เมตร

ดังนั้นการศึกษา การเติบโต และผลผลิตที่ปลูกในสถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่มีระยะปลูกที่ต่างกัน จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ เพื่อให้ทราบถึงการเติบโตของยางนา ตลอดจนผลผลิตที่ได้จากไม้ยางนาในแต่ละระยะปลูก และสามารถนำผลที่ได้เป็นแนวทางในการจัดการสวนป่ายางนาให้มีผลผลิตที่ยั่งยืน (ชัยยงค์, 2537)

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะปลูกต่อการเติบโตและผลผลิตของไม้ยางนาอายุ 20 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งคาดว่าผลการศึกษานี้จะสามารถนำไปเป็นแนวทางในการประมาณผลผลิตของไม้ยางนาแต่ละระยะปลูกในพื้นที่ และยังเป็นแนวทางในการจัดการสวนป่าได้ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

ทำการศึกษาในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,324 มิลลิเมตรต่อปี เดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคมเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุด โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 110 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีประมาณ 26.73 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 33 องศาเซลเซียสในเดือนมิถุนายน และอุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 22 องศาเซลเซียสในเดือนธันวาคม ลักษณะพื้นที่ลาดชันเล็กน้อย ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 50 เมตร ลักษณะดินเป็นดินร่วน ถึงร่วนปนทราย เนื้อดินเป็นพวก sand, loamy sand และ sand clay loam ซึ่งมีปริมาณอาหารค่อนข้างต่ำและมีสภาพเป็นกรด (pH ประมาณ 4.8) ได้ทำการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) มี 3 ระยะปลูก คือ ระยะปลูก 2 x 2, 2 x 4 และ 4 x 4 เมตร โดยมีแปลงตัวอย่างขนาด 20 × 60 เมตร จำนวน 4 ซ้ำต่อระยะปลูก

2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ทำการเก็บข้อมูลการเติบโต โดยทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูง (H) ของไม้ยางนาทุกต้นในแปลงขนาด 20 x 60 เมตร จำนวน 4 แปลงต่อระยะปลูก

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 คำนวณหาความหนาแน่นของต้นไม้ อัตราการรอดตาย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงของต้นในแปลง

3.2 การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน โดยใช้สมการสวนป่าไม้ยางนา ตามการศึกษาของ กันตินันท์ และชิงชัย (2545) ในการประเมิน ดังนี้

$$W_s = 0.0277 * D^{2.8637}$$

$$W_b = 0.0016 * D^{3.255}$$

$$W_l = 0.0083 * D^{2.2401}$$

$$W_T = W_s + W_{b+} W_l$$

หมายเหตุ W_s คือ มวลชีวภาพลำต้น W_b คือ มวลชีวภาพกิ่ง W_l คือ มวลชีวภาพใบ

W_T คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด

D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

นำสมการแอลโลเมตรีข้างต้นประมาณค่ามวลชีวภาพส่วนต่างๆ ของต้นยางนา คือ ลำต้น กิ่ง และใบ เป็นรายต้น จากนั้นนำผลรวมของปริมาณมวลชีวภาพรายต้น นำมาวิเคราะห์เป็นมวลชีวภาพต่อหน่วยพื้นที่ (ตันต่อเฮกตาร์)

3.3 ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการเติบโตและผลผลิตโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way analysis of variance; one-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลและวิจารณ์

1. การเติบโต

1.1 ความหนาแน่นของต้นไม้ พบว่า ยางนา อายุ 20 ปี ที่ระยะปลูก 2 x 2 เมตร มีความหนาแน่นของต้นไม้เฉลี่ยสูงที่สุด 1,387 ต้นต่อเฮกตาร์ ระยะปลูก 2 X 4 เมตร มีความหนาแน่นของต้นไม้เฉลี่ย 779 ต้นต่อเฮกตาร์ และระยะปลูก 4 x 4 เมตร มีความหนาแน่นของต้นไม้เฉลี่ยต่ำที่สุด 397 ต้นต่อเฮกตาร์ ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) (Table 1) เมื่อนำความหนาแน่นของหมู่ไม้มาเปรียบเทียบกับแปลงปลูกไม้ยางนาอายุ 19 ปีที่สวนห้วยป่าระบำ จังหวัดอุทัยธานี ระยะปลูก 2 x 2 เมตรพบว่ามีค่าน้อยกว่า (กันตินันท์ และชิงชัย, 2545) เป็นผลมาจากระยะปลูกที่ชิดกันจนเกินไปทำให้ต้นไม้ที่เติบโตไม่ทันต้นอื่นยืนต้นตาย ในแปลงมักจะโดนพายุพัดจนล้ม โดนไม้จากแปลงข้างเคียงล้มทับใส่ และนอกจากนี้ระยะปลูกหรือระยะห่างระหว่างต้นมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของหมู่ไม้ โดยปัจจัยที่มีผลต่อความหนาแน่นต่อพื้นที่ของหมู่ไม้ ได้แก่ ชนิดพันธุ์ไม้ สภาพภูมิประเทศ ลักษณะการเติบโต การรอดตาย การปฏิบัติทางวนวัฒน์ (Kittredge, 1948) สอดคล้องกับ มณฑล และ สมภัทร (2546) ที่กล่าวว่า ระยะปลูกต่างกันย่อมส่งผลถึงความหนาแน่นของต้นไม้ที่ส่งผลต่อการเติบโต

Table 1 Tree density, survival rate, diameter at breast height (DBH) and height (H) of 20 years old *Dipterocarpus alatus* Roxb. at different spacings.

Spacing (m)	Density (tree ha^{-1})	Survival rate (%)	DBH (cm)	H (m)
2x2	1,387.50±105.87^{a}	55.50±4.23	11.15±0.27^{b}	9.79±0.88
2x4	779.17±22.69^{b}	62.33±1.81	12.30±0.65^{b}	8.98±0.26
4x4	397.91±25.76^{c}	63.67±4.12	15.13±0.37^{a}	9.93±1.28
F-value	60.324**	1.51^{ns}	19.369**	0.31^{ns}

Remark ** = highly significant difference ($p<0.01$), ^{ns} = none-significant ($p>0.05$)

1.2 อัตราการรอดตายของต้นไม้ พบว่า ยางนา อายุ 20 ปี ที่ระยะปลูก 4 x 4 เมตร มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุดคือร้อยละ 63.67 ระยะปลูก 2 x 4 เมตร มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยร้อยละ 62.33 และระยะปลูก 2 x 2 เมตร มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยต่ำที่สุดร้อยละ 55.50 ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่

มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 1) เนื่องจากมีปัจจัยแวดล้อมที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันจึงส่งผลให้อัตราการรอดตายไม่มีความแตกต่างกัน ยางนาเป็นไม้พื้นถิ่นขึ้นกระจายอยู่ทั่วไปมีอัตราการรอดตายอยู่ระหว่างร้อยละ 50 - 60 (สะอาด และเลิศ, 2506; เสวก, 2508; มรินทร์,2509; กันตินันท์ และชิงชัย, 2545) จะเห็นได้ว่าแปลงยางนาที่สถานีวิจัยวนวัฒทรายทองมีค่าอัตราการรอดตายที่สูงซึ่งเป็นผลมาจากการใช้เมล็ดพันธ์ที่ดีจากวนอุทยาป่ากลางอ่าว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่เป็นป่ายางนาธรรมชาติผืนใหญ่ที่สุดและมีสภาพสมบูรณ์ เพราะได้รับการดูแลอย่างดีที่สุดในประเทศไทยในปัจจุบัน

1.3 การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของยางนา อายุ 20 ปี ที่ระยะปลูก 4 x 4 เมตร มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยสูงที่สุด 15.13 เซนติเมตร ระยะปลูก 2 x 4 เมตร มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 12.30 เซนติเมตร และระยะปลูก 2 x 2 เมตร มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยต่ำที่สุด 11.15 เซนติเมตร ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงปลูกยางนาที่สถานีวนวัฒนวิจัยในช่อง จังหวัดกระบี่ ระยะปลูก 4 x 4 เมตร อายุ 21 - 23 ปี มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยตั้งแต่ 22.26 - 23.24 เซนติเมตร แปลงปลูกยางนาที่สถานีวนวัฒนวิจัยพิษณุโลก ทองผมภูมิ และสุราษฎร์ธานี ระยะปลูก 2 x 4 เมตร อายุ 20, 16 และ 17 ปีตามลำดับ มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 18.42, 23.14 และ 20.08 เซนติเมตรตามลำดับ (อุษารัตน์, 2556) สวนป่าห้วยระบำ จังหวัดอุทัยธานี ระยะปลูก 2 x 2 เมตร มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 15.21 เซนติเมตร (กันตินันท์ และชิงชัย, 2545) เห็นได้ว่าแปลงยางนาที่สถานีวนวัฒวิจัยทรายทอง ระยะปลูก 4 x 4, 2 x 4 และ 2 x 2 เมตร มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยน้อยกว่าที่กล่าวมาข้างต้นเนื่องมาจากการขาดการจัดการในเรื่องของการตัดขยายระยะโดยสามารถเริ่มทำการตัดต้นขนาดเล็กออกไปเมื่อมีอายุอย่างน้อย 7 ปีเป็นต้นไป หรือเมื่อต้นไม้ในแปลงเริ่มมีเรือนยอดชิดกันมาก (ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน, 2553) ทั้งนี้ความโตของต้นไม้จึงขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของต้นไม้และระยะปลูกที่แคบจะได้ไม้ขนาดเล็ก และระยะปลูกที่ห่างจะได้ไม้ขนาดที่ใหญ่กว่า (มณฑล และสมภัทร, 2546) เกียรติก้อง (2542) ได้มีการศึกษาการเติบโตไม้ยางนาที่พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางด้านความสูง ซึ่งสอดคล้องกับ Barnes (1955) ที่กล่าวว่า ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความหนาแน่นของหมู่ไม้ลดลง เนื่องมาจากการที่เมื่อระยะปลูกเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ต้นไม้ได้รับปัจจัยต่างๆ เพิ่มมากขึ้น เช่น สารอาหารพืช แสงสว่าง จึงทำให้ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยเพิ่มขึ้น

1.4 การเติบโตทางความสูงของยางนา อายุ 20 ปี ที่ระยะปลูก 4 x 4 เมตร มีค่าความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด 9.93 เมตร ระยะปลูก 2 x 2 เมตร มีค่าความสูงเฉลี่ย 9.79 เมตร และระยะปลูก 2 x 4 เมตร มีค่าความสูงเฉลี่ย 8.98 เมตร ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงปลูกยางนาที่สถานีวนวัฒวิจัยในช่อง จังหวัดกระบี่ ระยะปลูก 4 x 4 เมตร อายุ 21 - 23 ปี มีค่าความสูงเฉลี่ยตั้งแต่ 14.9 - 18.09 เมตร แปลงปลูกยางนาที่สถานีวนวัฒวิจัยพิษณุโลก ทองผาภูมิ และสุราษฎร์ธานี ระยะปลูก 2 x 4 เมตร อายุ 20, 16 และ 17 ปีตามลำดับ มีค่าความสูงเฉลี่ย 12.59, 13.78 และ 27.89 เมตรตามลำดับ (อุษารัตน์, 2556) สวนป่าห้วยระบำ จังหวัดอุทัยธานี ระยะปลูก 2x2 เมตร มีค่าความสูงเฉลี่ย 13.71 เมตร (กันตินันท์ และชิงชัย, 2545) จะพบว่าแปลงปลูกยางนาที่วนวัฒวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีค่าความสูงน้อยกว่าแปลงปลูกยางนาแปลงอื่นๆข้างต้น เนื่องมาจากปัจจัยภายในพื้นที่คือ การเกิดลมพายุพัดจนต้นไม้ในแปลงยอดหัก ไม้จากแปลงข้างเคียงล้มทับใส่ ภัยแล้งที่ทำให้เรือนยอดของไม้ยางนาตาย และรวมไปถึงขาดการตัด

ขยายระยะ ซึ่งจากความคิดเห็นของ ชิงชัย (2546) ที่กล่าวว่า การเติบโตทางความสูงของต้นไม้มักจะขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่และการจัดการโดยวนวัฒนวิธี สอดคล้องกับ วาทินี (2559) ที่กล่าวว่าการปลูกยางนาที่ระยะปลูก 2 x 2 เมตรควรมีการตัดขยายระยะเมื่ออัตราการเติบโตของยางนาเริ่มลดลง

2. ผลผลิต

มวลชีวภาพเหนือพื้นดินเมื่อแทนค่าในสมการแอลโลเมตรียางนาของ กันตินันท์ และ ชิงชัย (2545) เพื่อศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยางนาที่ระยะปลูกต่างกัน คือ 2 x 2, 2 x 4 และ 4 x 4 เมตร พบว่า แปลงยางนาที่มีระยะปลูก 2 x 2 เมตร มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของลำต้นมากที่สุด คือ 55.51 ตันต่อเฮกตาร์ ระยะปลูก 2 x 4 เมตร มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของลำต้น คือ 39.82 ตันต่อเฮกตาร์ และระยะปลูก 4 x 4 เมตร มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของลำต้นน้อยที่สุด คือ 39.00 ตันต่อเฮกตาร์ ส่วนแปลงยางนาที่มีระยะปลูก 2 x 2 เมตร มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของกิ่งมากที่สุด คือ 9.38 ตันต่อเฮกตาร์ ระยะปลูก 4x4 เมตร มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของกิ่ง คือ 7.73 ตันต่อเฮกตาร์ และระยะปลูก 2 x 4 เมตร มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของกิ่งน้อยที่สุด คือ 6.58 ตันต่อเฮกตาร์ ส่วนแปลงยางนาที่มีระยะปลูก 2 x 2 เมตร มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของใบมากที่สุด คือ 3.11 ตันต่อเฮกตาร์ ระยะปลูก 2 x 4 เมตร มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของใบ คือ 2.14 ตันต่อเฮกตาร์ และระยะปลูก 4x4 เมตร มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของใบน้อยที่สุด คือ 1.81 ตันต่อเฮกตาร์ ส่วนแปลงยางนาที่มีระยะปลูก 2 x 2 เมตร มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดมากที่สุด คือ 68 ตันต่อเฮกตาร์ ระยะปลูก 2 x 4 เมตร มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด คือ 48.82 ตันต่อเฮกตาร์ และระยะปลูก 4 x 4 เมตร มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดน้อยที่สุด คือ 48.19 ตันต่อเฮกตาร์จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของกิ่ง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของลำตันและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p>0.01$) (Table 2) เนื่องจากขนาดของระยะปลูกที่กว้างและจำนวนต้นไม้ในพื้นที่น้อยกว่าระยะปลูกที่แคบ จึงทำให้ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ยตันต่อเฮกตาร์น้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ มณฑล และสมภัทร (2546) ที่กล่าวว่า ระยะปลูกที่แคบจะได้ไม้ขนาดเล็ก และระยะปลูกที่ห่างจะได้ไม้ขนาดที่ใหญ่กว่า แต่ในทางกลับกันเมื่อพิจารณาถึงปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินระยะปลูกที่แคบจะได้ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินต่อพื้นที่สูงกว่า

Table 2 Aboveground biomass of 20 years old *Dipterocarpus alatus* Roxb. at different spacings.

spacing	Above ground biomass (ton ha^{-1})			
(m)	Stem	Branches	Leaves	Total
2x2	55.51±2.39^{a}	9.38±0.38	3.11±0.14^{a}	68.00±2.91^{a}
2x4	39.82±4.43^{b}	6.85±0.83	2.14±0.19^{b}	48.82±5.47^{b}
4x4	39.00±4.54^{b}	7.37±0.89	1.81±0.19^{b}	48.19±5.63^{b}
F-value	5.639*	3.225^{ns}	14.15**	5.424*

Remark ** = highly significant difference ($p<0.01$), *= significant difference ($p<0.05$)

^{ns} = none-significant ($p>0.05$)

ยางนาเป็นไม้ที่ขึ้นอยู่แทบทั่วทุกภาคตามที่ราบลุ่มแม่น้ำ โดยสถานีวนวัฒนวิจัยทรายทองมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,324 มิลลิเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงปานกลางเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีที่สามารถพบยางนาขึ้นอยู่ตามธรรมชาติได้ที่อยู่ระหว่าง 1,100 - 2,800 มิลลิเมตร (ธวัชชัย, 2542) ดังนั้นยางนาจึงมีความเหมาะสมปานกลางสำหรับการปลูกที่จังหวดประจวบคีรีขันธ์และบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง ถึงแม้ว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงปลูกยางแปลงอื่นแล้วพบว่ามีค่าการเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยน้อยกว่าก็ตาม แต่ก็สามารถนำปลูกในรูปแบบเชิงเศรษฐกิจ ซึ่งแนะนำระยะปลูกที่เหมาะสมของยางนา คือ 2 x 2 เมตร โดยต้องมีกำจัดวัชพืชเพื่อเพิ่มอัตราการรอดตายของยางนา การลิดกิ่งที่จำเป็นมากในช่วง 3 - 6 ปี เพื่อทำให้ลำต้นเปลาตรงและยังช่วยป้องกันวัชพืชประเภทไม้เลื่อยที่ขึ้นไปปกคลุมเรือนยอดได้ การตัดขยายระยะเพื่อเพิ่มอัตราการเติบโต โดยเริ่มตัดขยายระยะได้เมื่อไม้ยางนาอายุ 7 ปี ขึ้นไปหรือเมื่อเราสังเกตพบว่าเรือนยอดของไม้ในแปลงเริ่มชิดติดกัน (ส่วนปลูกป่าเอกชน, 2553)

สรุป

1. ระยะปลูกทั้งสามระยะปลูก ที่มีความหนาแน่นมากที่สุดคือ ระยะปลูก 2x2 เมตร มีความหนาแน่นของต้นไม้เฉลี่ยสูงที่สุด 1,387 ต้นต่อเฮกตาร์ ส่วนระยะปลูก 4 x 4 เมตร มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุดร้อยละ 63.67
2. การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของยางนาที่ระยะปลูก 4 x 4 เมตร มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 15.13 เซนติเมตร และมีค่าความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 9.93 เมตร
3. ระยะปลูกที่มีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดคือ ระยะปลูก 2 x 2 เมตร มีค่าเท่ากับ 68 ตันต่อเฮกตาร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาวิจัยขอขอบพระคุณ สถานีวนวัฒนวิจัยทรายทอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ รวมไปถึงหัวหน้าสถานีและเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือเรื่องที่พักอาศัยรวมถึงอำนวยความสะดวกในเรื่องต่างๆ และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กันตินันท์ ผิวสะอาด และ ชิงชัย วิริยะบูชา. 2545. การเจริญเติบโต ผลผลิต และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ยางนา อายุ 19 ปี, น. 82-100. *ใน* **รายงานการสัมมนาวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 7**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เกียรติก้อง พิจรปรีชา. 2542. พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวกับไม้ยางนา, น. 193-194. *ใน* **ไม้ยางนาและไม้วงศ์ยาง เล่ม 2 รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่อง ไม้ไม้ยางนาและไม้วงศ์ยาง 17-18 พฤศจิกายน 2542**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชัยยงค์ เนื่องแก้ว. 2537. สถานีปลูกทดลองพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. *ใน* **รายงานการฝึกงานวิชาวนวัฒน์ 421 ของนิสิตคณะวนศาสตร์ รุ่น 57 สาขาวนวัฒนวิทยา**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชิงชัย วิริยะบัญชา. 2546. **คู่มือการประมาณมวลชีวภาพของหมู่ไม้**. ฝ่ายวนวัฒนวิจัยและพฤกษศาสตร์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย สันติสุข. 2542. ยางนา, น. 209-213. *ใน* **ไม้ยางนาและไม้วงศ์ยาง เล่ม 3 รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่อง ไม้ไม้ยางนาและไม้วงศ์ยาง 17-18 พฤศจิกายน 2542**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญวงศ์ ไทยอุส่าห์ และ ลดาวัลย์ พวงจิตร . 2555. **จากวังสู่ปวงประชาไม้ยางนาที่ทรงห่วงใย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. ลดาวัลย์ พวงจิตร และ สิรินทร์ แก้วละเอียด. 2550. **ไม้ยางนาจากป่าสู่วัง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มณฑล จำเริญพฤกษ์ และ สมภัทร คลังทรัพทย์. 2546. ผลของระยะปลูกต่อการเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้ตีนเป็ด. **วารสารวนศาสตร์** 22: 92-99.

มรินทร์ ยศวัฒนะ. 2509. **การศึกษาการงอกของเมล็ดยางนาที่เพาะในตัวกลางต่างชนิดกัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วาทินี สวนผกา และ สมบูรณ์ บุญยืน. 2559. การเติบโตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ 8 ชนิด ในแปลงทดสอบชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา, น. 320-326. *ใน* **รายงานการสัมมนาวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 10 ป่าปลูก...นำไทยสู่เศรษฐกิจเชิงนิเวศ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ส่วนปลูกป่าเอกชน. 2553. **ยางนา**. สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

เสวก สุจิณโณ. 2508. **การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การรอดตายและความเจริญเติบโตของกล้าไม้ยางนาในดินสูงจากระดับน้ำต่าง ๆ กัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุษารัตน์ เทียนไชย. 2556. **สถานภาพปัจจุบันและแนวทางการจัดการของการอนุรักษ์พันธุกรรมนอกถิ่นกำเนิดไม้ยางนาของกรมป่าไม้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณี ภู่สุดแสวง และ สุชาติ กัลยาวงศา. 2556. **การจัดการสวนป่าและการรวมกลุ่มทางป่าไม้เพื่อพัฒนาไม้เศรษฐกิจของชุมชน**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

Barnes, R.L. 1955. **Growth and Yield of Slash Pine Plantation in Florida**. Univ. Fla. Res. Rep.3, Gainesville.

FORGENMAP. 2002. **Consultancy Report 20: Conservation Strategy for Forest Genetic Resources of Thailand**. Royal Forest Department, Bangkok.

Kittredge, J. 1948. **Forest Influences**. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.

การประเมินความเสี่ยงและความผิดปกติของต้นไม้ใหญ่ในเมืองเขตพื้นที่คุ้งบางกะเจ้า จังหวัดสมุทรปราการ

Risk and Defect-disorder Assessment of Big Tree in Urban Area of Bang Kachao, Samut Prakan Province.

แหลมไทย อาษานอก[1*] จตุพร โกฏค้างพลู[1] สุพรรษา รอดคงไร[2] สุวิทย์ นะวะคำ[2]
ชิดชัย แก้วบริสุทธิ์[2] และ ณภัค กรรณสูต[2]

Lamthai Asanok[1*], Jatupohn Kotkangphlu[1], Supansa Rodkongrai[2], Suwit Navakam[2],
Chidchai kaewborisut[2] and Napak Karnasuta[2]

[1]สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140
[2]สถาบันปลูกป่า ปตท. บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Agroforestry, Maejo University, Phrae Campus, Phrae 54140
[2]PTT Public Company Limited, Bangkok 10900
* Corresponding Author: E-mail: **lamthainii@gmail.com**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิด และประเมินความเสี่ยงและความผิดปกติของต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้า จังหวัดสมุทรปราการ โดยการสำรวจไม้ขนาดใหญ่ทั่วพื้นที่ในคุ้งบางกะเจ้า แล้วดำเนินการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูงทั้งต้น และความกว้างของเรือนยอด พร้อมทั้งวิเคราะห์ประเมินความเสี่ยงและความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับส่วนต่างๆ ได้แก่ โคนราก ลำต้น กิ่ง และเรือนยอด ตามเกณฑ์และค่าคะแนนแต่ละดัชนี โดยเปรียบเทียบในแต่ละถิ่นอาศัย ผลการศึกษาพบพรรณไม้ขนาดใหญ่ 41 ชนิด 31 สกุล 20 วงศ์ จากไม้ใหญ่ทั้งหมด 120 ต้น โดยชนิดที่พบมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ลำพู ไทรย้อยใบทู่ ตีนเป็ดทะเล หูกวาง และโพศรีมหาโพธิ์ ตามลำดับ ซึ่งพบในพื้นที่สวนสาธารณะมากที่สุด โดยต้นไม้ใหญ่ที่อาศัยอยู่ริมถนนส่วนใหญ่มีความเสี่ยงสูงในระดับปานกลางและระดับสูง ตามลำดับ ชนิดที่มีความเสี่ยงสูงที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ตีนเป็ดทะเล ลำพู และหูกวาง ตามลำดับ ในด้านความผิดปกติพบว่าต้นไม้ส่วนใหญ่มีเรือนยอดที่ไม่สมดุล จำนวน 106 ต้น ซึ่งอยู่ในพื้นที่สวนสาธารณะและวัด พบว่ามีความผิดปกติของเรือนยอดและลำต้นมากที่สุด โดยมีชนิดไม้สำคัญ คือ คูน โพศรีมหาโพ ไทรย้อยใบทู่ ไทรย้อยใบแหลม ต้นไม้ในพื้นที่ริมถนนยังมีความผิดปกติของกิ่งและโคนต้น มีชนิดไม้เด่น ได้แก่ สกุณี และหูกวาง จากผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการจัดทำแผนจัดการความเสี่ยงของไม้ใหญ่กับชุมชนเพื่อนำไปสู่การอนุรักษ์ต้นไม้ใหญ่ในเขตเมืองอย่างเหมาะสมในพื้นที่ต่อไป

คำสำคัญ: ความหลากชนิด ไม้ใหญ่ ป่าในเมือง คุ้งบางกะเจ้า

ABSTRACT

This study investigated species diversity, and risk and defect-disorder of large tree in Bang Kachao urban area, Samut Prakan Province. Tree diameter at breath height (DBH), total height, and crown size of big tree were measured. In addition, risk and defect-disorder at trunk-base, trunk,

branch and crown of all selected trees were assessed according to standard and score of each tree part with a consideration of habitat types. The results showed that there were 120 individuals of large trees belonging to 41 species, 31 genera and 20 families. The top five high abundant species were *Sonneratia caseolaris*, *Ficus microcarpa*, *Cerbera odollam*, *Terminalia catappa* and *Ficus religiosa*, respectively which mostly located in the park area. The risk assessment demonstrated that big trees located by the roadside had medium and high risk levels. In particular, the top three species with high risk were *C. odollam*, *S. caseolaris* and *T. catappa,* respectively. Regarding defect-disorder, the most common tree parts which showed defect-disorder were crown and trunk. WE found that one-hundred and six individuals which located in the park and temple areas had unbalanced crown of defect-disorder. Major species of this group were *Cassia fistula*, *F. religiosa*, *F. microcarpa* and *F. benjamina*. Furthermore, the large trees located by the roadside showed high defect-disorder at branches and trunk-base. Key species of this group were *Terminalia calamansanay* and *T. catappa*. The results from this study can be applied in risk management plan of big tree in order to achieve suitable conservation for large trees in urban area.

Keyword: Species diversity; Big tree; Urban forest; Bang Kachao

คำนำ

ป่าในเมือง (urban forest) คือกลุ่มของต้นไม้ที่มีลักษณะคล้ายป่าซึ่งอยู่รอบๆ หรือในบริเวณพื้นที่อาศัยของมนุษย์ นับตั้งแต่พื้นที่ชุมชนขนาดเล็กๆ ในเขตชนบท หรือพื้นที่เมืองขนาดใหญ่ รวมไปจนถึงสวนสาธารณะ และพื้นที่ริมถนน (Miller, 1996) ส่วนการป่าไม้ในเมือง (urban forestry) มีวัตถุประสงค์เพื่อวางแผนจัดการต้นไม้ในเมือง ทั้งทางด้านประโยชน์ของต้นไม้ และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับต้นไม้เหล่านั้น โดยต้องคำนึงถึงลักษณะพื้นฐานทางสังคม คุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยในชุมชนผ่านการมีส่วนร่วมของประชาชนที่อยู่อาศัยในพื้นที่เหล่านั้น (Carter, 1995) นอกจากนั้นป่าไม้ในเมืองยัง ช่วยปรับสภาพภูมิอากาศให้ดีขึ้น พร้อมทั้งช่วยกำบังลม ดูดซับเสียง ลดมลพิษทางอากาศ ฝุ่นละออง และก๊าซพิษต่างๆ ให้แก่ชุมชนเขตเมือง อย่างไรก็ตามด้วยเหตุผลนี้ ป่าในเมืองประกอบด้วยต้นไม้ที่อยู่ใกล้กับที่อยู่อาศัยของมนุษย์ จึงส่งผลกระทบต่อมนุษย์ด้วยเช่นกัน เช่น รากชอนไชบนพื้นผิวทางเท้า การร่วงหล่นของใบตามฤดูกาล การผุของลำต้น เป็นต้น ดังนั้นการจัดการป่าในเมืองจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญต่อความขัดแย้งดังกล่าวด้วย

ต้นไม้ใหญ่ (Big tree) คือ ต้นไม้ที่มีอายุที่ยาวนานและมักปรากฏอยู่ในเขตเมืองหรือป่าในเมือง เนื่องจากโดยส่วนใหญ่ผู้คนมักให้ความสำคัญเนื่องจากมีลักษณะที่โดดเด่น อย่างไรก็ตามด้วยอายุไม้ที่ยาวนานและสภาพแวดล้อมที่รุนแรงในเขตเมืองจึงทำให้ต้นไม้ใหญ่เหล่านี้ได้รับความเสียหายจากโรค แมลง และการรบกวนจากมนุษย์ได้ง่าย ซึ่งต้นไม้ที่เสื่อมโทรมเหล่านี้มักก่อความเสียหายให้แก่ชุมชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ดังเห็นได้จากการปรากฏข่าวโค่นล้มต้นไม้ใหญ่กับที่อาศัย สร้างความเสียหายแก่มนุษย์อยู่ใกล้ๆ ดังนั้นการศึกษาความเสี่ยงเพื่อประเมินสุขภาพของ

ต้นไม้ใหญ่ในเขตเมืองจึงอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่จะบรรเทาความเสียหายดังกล่าวได้ แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาสุขภาพหรือความเสี่ยงของต้นไม้ใหญ่ในเมืองไทยยังมีอยู่น้อยมาก จึงควรมีการเพิ่มการศึกษานี้ให้มากยิ่งขึ้น

คุ้งบางกะเจ้า จังหวัดสมุทรปราการ เป็นพื้นที่สีเขียวของเขตเมืองหรือเป็นป่าในเมืองที่สำคัญซึ่งผู้คนให้ความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากพื้นที่แห่งนี้มีการอนุรักษ์ไม้ดั้งเดิมจึงทำให้มีไม้ขนาดใหญ่ปรากฏอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น การศึกษาของคณะวนศาสตร์ (โอภาสพงศ์, 2559) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามในเขตพื้นที่คุ้งบางกะเจ้ายังไม่ได้มีการศึกษาประเมินความเสี่ยงและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับไม้ใหญ่ ดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดและประเมินความเสี่ยง และความเสียหายที่เกิดขึ้นกับไม้ขนาดใหญ่ โดยมุ่งหวังเพื่อนำไปใช้ในการจัดการไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้าให้ยั่งยืนและปลอดภัยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่บางกะเจ้ามีพื้นที่ประมาณ 11,818.75 ไร่ ครอบคลุม 6 ตำบล ได้แก่ ต.ทรงคะนอง ต.บางยอ ต.บางกะเจ้า ต.บางกระสอบ ต.บางน้ำผึ้ง และ ต.บางกอบัว ใน อ.พระประแดง จ. สมุทรปราการ ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ลาบลุ่มน้ำท่วมถึง ถูกล้อมด้วยแม่น้ำเจ้าพระยาระยะทางประมาณ 15 กิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าพรุน้ำขัง และป่าชายเลน (ศูนย์จัดการพื้นที่สีเขียวเชิงนิเวศเขื่อนขันธ์, 2549) อุณหภูมิเฉลี่ย (พ.ศ. 2554 -2558) 34.1 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (พ.ศ. 2554 - 2558) ประมาณ 892.06 มิลลิเมตร (โอภาสพงศ์, 2559)

การเก็บข้อมูล

เดินสำรวจไม้ขนาดใหญ่ที่เป็นไม้ดั้งเดิมให้ทั่วพื้นที่คุ้งบางกะเจ้า โดยการกำหนดไม้ขนาดใหญ่ อ้างตามข้อกำหนดของ Jim and Zhang (2013) ซึ่งต้องมีลักษณะ ดังนี้ 1) มีความโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตามขนาดไม้โตเต็มวัยของแต่ละชนิด โดยอ้างอิงมาจากหนังสือ พันธุ์พฤกษชาติแห่งประเทศไทย (www.dnp.go.th/botany/FloraOfThailand/flora_publication) 2) เป็นต้นไม้ที่มีความโดดเด่นในพื้นที่ แล้ววัดไม้ทุกต้นที่ได้จากการคัดเลือก โดยวัดขนาดความโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงทั้งหมดและขนาดความกว้างเรือนยอด หลังจากนั้นประเมินความเสี่ยงต่อการถูกทำลายและความเสียหาย ตามวิธีการของ Jim and Zhang (2013) โดยการให้คะแนนจากน้อยไปหามาก (1 - 4) แล้วทำการประเมินลักษณะความผิดปกติที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วน ได้แก่ โคนราก ลำต้น กิ่ง และเรือนยอด แล้วบันทึกข้อมูลตามแบบฟอร์ม (Table1) ทำการระบุชนิดตาม Pooma and Suddee (2014)

การวิเคราะห์ข้อมูล

แยกลักษณะถิ่นอาศัยออกเป็น 6 แหล่งได้แก่ 1) พื้นที่ข้างถนนหลวง (Road side; RS) 2) ที่ดินที่มีเจ้าของแต่ยังไม่มีการใช้ประโยชน์ (Abandoned; AB) 3) พื้นที่สาธารณะของชุมชน (Governance; GA) 4) พื้นที่ที่มีเจ้าของและมีการใช้ประโยชน์ (Private; PV) 5) พื้นที่ของวัด (Temple; TP) และ 6) พื้นที่สวนสาธารณะที่มีการจัดการเพื่อใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ (Park; PA) แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะของต้นไม้ในมิติต่างๆ ได้แก่ ความสูง ความโต ความกว้างของเรือน

ยอด หลังจากนั้นประเมินร้อยละความเสี่ยงและความเสียหายของโคนต้น ลำต้น กิ่ง และเรือนยอด ของแต่ละชนิดในแต่ละถิ่นอาศัย แล้ววิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะความผิดปกติของ โคนราก ลำต้น กิ่ง และเรือนยอด กับจำนวนชนิดในแต่ละถิ่นอาศัยโดยวิธีการลำดับ (ordination analysis) ด้วยวิธี redundancy analysis (RDA) (van den Wollenberg, 1977) โดยใช้เมทริคของชนิด และจำนวนต้นของไม้แต่ละชนิดกับปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสียหาย กำหนดให้ถิ่นอาศัยและชนิดไม้เป็นตัวแปรต้น แล้วใช้ลักษณะความผิดปกติ (defects and disorders; DD) เป็นตัวแปรตาม ด้วยโปรแกรม PC – ORD ver. 6

Table 1 The field record form for risk assessment of big trees in Bang Kachao, Samut Prakan Province.

(A) General information	*Trunk*	DD32. Topped crown
Date (D) (M) 2017	DD9. Leaning	DD33. Advertisement sign conflict
Tree no.	DD10. curved or crooked	DD34. cut off
Species	DD11. Tree-tie injury	
Height (m)	DD12. Wound	**(D) Tree hazard rating**
DBH (cm)	DD13. Crack	*Hazard rating score: Failure potential*
Crown diameter (m)	DD14. Cavity-decay	1. Low (1)
	DD15. vandal damage	2. Medium (2)
	DD16. pest or disease	
(B) Tree habitats	infection	3. High (3)
1. Road side (RS)	DD17. Squeeze	4. Severe (4)
2. Abandoned (AB)	DD18. Broken	
		Hazard rating score: Size of part that
3. Governance (GA)		*may fail*
4. Private (PV)	*Branching*	5. < 150 mm diameter (1)
	DD19. Heavy horizontal	
5. Temple (TP)	branch	6. 150-450 mm diameter (2)
6. Park (PA)	DD20. Lost limb	7. 451-750 mm diameter (3)
	DD21. V-crotch	8. > 750 mm diameter (4)
(C) Defects & disorders		
(DD)	DD22. Embedded bark	
Soil - root	DD23. Crossed branches	*Hazard rating score: Target use rating*
DD1. Exposed rood	DD24. Wound	9. Occasional use (1)
DD2. Girdling rood	DD25. Crack	10. Intermittent use (2)

Table 1 (cont.)

DD3. Grade raised	DD26. Cavity-decay	11. Frequent use (3)
	DD27. Pest or disease	
DD4. Compacted soil	infection	12. Constant use (4)
DD5. cracked paving		
		Hazard rating class (total hazard
DD6. Heaved paving	*Crown-foliage*	*rating score)*
DD7. Inadequate open		
soil	DD28. sparse foliage	13. High (10-12)
	DD29. Leaf willing-	
(width < DBH x 2)	yellowing	14. Moderate (7-9)
	DD30. Leaf damage-	
DD8. cement	deformation	15. Low (4-6)
	DD31. Unbalanced crown	16. Insignificant (3)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Jim and Zhang (2013)

ผลและวิจารณ์

1. องค์ประกอบชนิดพันธุ์พืช

จากการศึกษา พบว่า ในพื้นที่สวนสาธารณะมีจำนวนต้นไม้ขนาดใหญ่มากที่สุด มีจำนวน 45 ต้น รองลงมาได้แก่ ข้างถนน วัด ที่รกร้าง ที่ส่วนบุคล และที่สาธารณะ มีจำนวนต้นเท่ากับ 24, 18, 14, 13 และ 6 ต้น ตามลำดับ นอกจากนี้สำรวจพบชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 41 ชนิด 31 สกุล 20 วงศ์ จากจำนวนไม้ใหญ่ทั้งหมด 120 ต้น ซึ่งในจำนวนนี้รวมไม้ต่างถิ่น 1 ชนิด คือ ประดู่บ้าน (*Pterocarpus indicus*) โดยชนิดที่มีร้อยละความมากมายมากที่สุด 10 อันดับแรก ได้แก่ ไทรย้อยใบทู่ (*Ficus microcarpa*) ลำพู (*Sonneratia caseolaris*) ตีนเป็ดทะเล (*Cerbera odollam*) โพศรีมหาโพ (*Ficus religiosa*) หูกวาง (*Terminalia catappa*) พังกาหัวสุม (*Bruguiera gymnorrhiza*) กรวย (*Horsfieldia irya*) สกุณี (*Terminalia calamansanay*) ไทรย้อยใบแหลม (*Ficus benjamina*) และคูน (*Cassia fistula*) ซึ่งมีค่าความมากมายเท่ากับ 10.83, 10.83, 9.17, 5.83, 5.83, 5.00, 4.17, 4.17, 3.33 และ 2.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยชนิดที่มีค่าเฉลี่ยของขนาดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) มากที่สุด 10 ลำดับแรก ได้แก่ ไทรย้อยใบทู่ ไทรใบสารพี (*Ficus* sp.) โพศรีมหาโพ พฤกษ์ (*Albizia lebbeck*) หูกวาง ลำพู ไทรย้อยใบแหลม ประดู่บ้าน ตะเคียนทอง (*Hopea odorata*) และปอทะเล (*Hibiscus tiliaceus*) มีค่าเท่ากับ 177.86, 169.75, 121.07, 85.00, 81.37, 77.98, 76.30, 75.00, 65.60 และ 65.50 เซนติเมตร ตามลำดับ และชนิดที่มีค่าความสูงเฉลี่ยสูงสุด 10 ลำดับแรก ได้แก่ ลำพู สกุณี งิ้วดอกแดง (*Bombax ceiba*) โพธิ์ขี้นก (*Ficus rumphii*) สมอไทย (*Terminalia chebula*) พฤกษ์ แคนา (*Dolichandrone serrulata*) หูกวาง ไทรย้อยใบทู่ และตะเคียนทอง มีค่าเท่ากับ 17.85, 17.20, 17.00, 14.50, 14.50, 14.00, 14.00, 13.14, 13.00 และ 13.00 เมตร ตามลำดับ (Table 1)

2. มิติของต้นไม้

จากการสำรวจความสูงต้นไม้ทั้งหมด 120 ต้น สามารถแบ่งเป็นชั้นความสูงได้ 3 ชั้นเรือนยอด ได้แก่ เรือนยอดชั้นล่าง คือ ไม้ที่มีความสูงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เมตร เรือนยอดชั้นกลาง คือ ไม้ที่มีความสูงมากกว่า 10 เมตร ถึง 15 เมตร และเรือนยอดชั้นบน คือ ไม้ที่มีความสูงมากกว่า 15 เมตร โดยต้นไม้ส่วนใหญ่มีความสูงของชั้นเรือนยอดอยู่ระดับกลาง จำนวน 64 ต้น พบมากในพื้นที่สวนสาธารณะ เนื่องจากสวนสาธารณะในพื้นที่สวนศรีนครเขื่อนขันธ์ ได้มีการปลูกต้นไม้เพื่อฟื้นฟูเมื่อ ปี พ.ศ. 2534 (ศูนย์จัดการพื้นที่สีเขียวเชิงนิเวศเขื่อนขันธ์, 2549) จึงทำให้มีจำนวนต้นมากกว่าถิ่นอื่นๆ ส่วนชั้นความสูงของเรือนยอดที่พบรองลงมาคือระดับล่าง มีจำนวน 33 ต้น โดยส่วนใหญ่พบในพื้นที่สวนสาธารณะเช่นเดียวกับในชั้นกลาง ส่วนชั้นความสูงของเรือนยอดชั้นบน พบ จำนวน 23 ต้น ซึ่งพบมากในพื้นที่ข้างถนน (Fig. 1A) เนื่องจากในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้ามีการอนุรักษ์ไม้ข้างถนน จึงทำให้ต้นไม้เติบโตด้านความสูงได้อย่างเต็มที่ (ศูนย์จัดการพื้นที่สีเขียวเชิงนิเวศเขื่อนขันธ์, 2549)

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) สามารถแบ่งได้ 4 ชั้น คือ ไม้ขนาดเล็ก (DBH ≤ 50 เซนติเมตร) ไม้ขนาดกลาง (50 > DBH ≤ 75 เซนติเมตร) ไม้ขนาดใหญ่ (75 > DBH ≤ 100 เซนติเมตร) และไม้ขนาดใหญ่มาก (DBH > 100) เซนติเมตร โดยสำรวจพบไม้ขนาดกลางมากที่สุด จำนวน 59 ต้น ส่วนใหญ่พบในพื้นที่สวนสาธารณะและข้างถนน (Fig. 1B) ขนาดไม้ที่พบมากรองลงมาคือไม้ขนาดเล็กจำนวน 29 ต้น ส่วนใหญ่พบในพื้นที่สวนสาธารณะและพื้นที่ส่วนบุคคล ลำดับถัดมาพบไม้ขนาดใหญ่มาก จำนวน 18 ต้น ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่สวนสาธารณะและพื้นที่วัด ในลำดับสุดท้ายพบไม้ขนาดใหญ่ที่มีจำนวนน้อยที่สุด คือ 14 ต้น ซึ่งพบในพื้นที่สวนสาธารณะ ข้างถนน ไม้ขนาดใหญ่มากที่ปรากฏอยู่ในสวนสาธารณะมากเนื่องจากพื้นที่สวนศรีนครเขื่อนขันธ์ ถือเป็นพื้นที่อนุรักษ์จึงมีการป้องกันไม่ให้ตัดไม้ดั้งเดิมออก ส่วนพื้นที่วัดนั้นไม้ขนาดใหญ่ไม่ถูกตัดโค่นลงเนื่องจากคนไทยส่วนใหญ่เชื่อว่าการตัดไม้ขนาดใหญ่ในวัดจะเป็นการผิดจารีตประเพณี (นฤพนธ์, 2560)

ขนาดเรือนยอดเฉลี่ยสามารถแบ่งได้เป็น 4 ชั้น ได้แก่ เรือนยอดขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลาง < 5 เมตร) เรือนยอดขนาดกลาง (เส้นผ่านศูนย์กลาง >5 - 10 เมตร) เรือนยอดขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลาง > 10 - 15 เมตร) และเรือนยอดขนาดใหญ่มาก (เส้นผ่านศูนย์กลาง >15 เมตร) โดยเรือนยอดขนาดเล็ก มีจำนวนต้นไม้ เท่ากับ 11 ต้น ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในสวนสาธารณะ เรือนยอดขนาดกลาง มีจำนวนปรากฏอยู่มากที่สุด เท่ากับ 65 ต้น (Fig. 1C) ซึ่งพบในสวนสาธารณะมากที่สุด รองลงมาคือข้างถนน และพื้นที่ส่วนบุคคล ตามลำดับ เรือนยอดขนาดใหญ่ มีจำนวนต้นไม้ทั้งหมด 35 ต้น โดยพบในพื้นที่สวนสาธารณะมากที่สุด รองลงมาคือพื้นที่วัด ส่วนเรือนยอดขนาดใหญ่มาก พบจำนวนต้นไม้น้อยที่สุด เท่ากับ 9 ต้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไม้ข้างถนน และในพื้นที่อื่นๆ พบจำนวนน้อย การสำรวจพบครั้งนี้เป็นการยืนยันว่าในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้ามีการอนุรักษ์ไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ข้างถนนโดยไม่มีการตัดแต่งกิ่ง ถ้าไม่จำเป็น จึงเป็นเหตุให้มีไม้ขนาดเรือนยอดใหญ่มากอยู่ข้างถนนเป็นจำนวนมาก

3. ระดับความเสี่ยง

การสำรวจระดับความเสี่ยง พบความเสี่ยงระดับสูง จำนวน 18 ต้น โดยส่วนใหญ่แล้วเป็นต้นไม้ที่อยู่พื้นที่ข้างถนน รองลงมาได้แก่ในพื้นสวนสาธารณะ ที่รกร้าง และวัด มีจำนวนต้นไม้ เท่ากับ 10, 7 และ 5 ต้น ตามลำดับ (Fig. 2) ไม้ใหญ่ที่อยู่ข้างถนนมักเสี่ยงต่อการถูกรถชน หรือเสี่ยงต่อการถูกทำลายจากการพัฒนา (กาญจนา และคณะ, 2555) ถึงแม้ว่าในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้าจะมีการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ข้างถนน แต่ก็ควรตระหนักถึงปัจจัยความเสี่ยง

เหล่านี้เช่นกัน ความเสี่ยงระดับปานกลาง จำนวน 34 ต้น ส่วนใหญ่พบในพื้นที่สวนสาธารณะ รองลงมาได้แก่พื้นที่ส่วนบุคลและวัด เนื่องจากต้นไม้ใหญ่ในสวนสาธารณะมักถูกตัดแต่งกิ่งเพื่อความปลอดภัยแก่ผู้มาใช้ประโยชน์ มีจำนวนต้นไม้ เท่ากับ 11 และ 10 ต้น ตามลำดับ ส่วนต้นไม้ที่มีระดับความเสี่ยงต่ำและต่ำมากพบค่อนข้างน้อย

ความเสี่ยงระดับชนิดพบว่า ความเสี่ยงในระดับสูง มีจำนวนมากรองลงมาจากระดับปานกลาง ซึ่งชนิดที่ความเสี่ยงสูงที่สุด 3 ลำดับแรก คือ ตีนเป็ดทะเล ลำพู และหูกวาง (Fig. 3) เนื่องจากตีนเป็ดทะเล และ ลำพู เป็นไม้เบิกน้ำป่าชายเลนหรือป่าบึง ซึ่งเป็นไม้มีเนื้อไม้อ่อนและอายุสั้นเนื่องจากเป็นไม้โตเร็ว (ราชันย์, 2559) ทำให้เชื้อโรคและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย ส่วนหูกวางส่วนใหญ่มักสำรวจพบในพื้นที่ข้างถนนจึงมีความเสี่ยงมากเช่นกัน โดยชนิดที่ส่วนใหญ่มีความเสี่ยงในระดับปานกลาง 3 ลำดับแรก ได้แก่ ไทรย้อยใบทู่ พังกาหัวสุม และไทรย้อยใบแหลม เนื่องจากไทรย้อยใบทู่และไทรย้อยใบแหลมถือว่าเป็นไม้ที่โดดเด่นและมีจำนวนมากในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้า และต้นไม้ชนิดนี้มักมีขนาดเรือนยอดที่แผ่กว้างจึงเป็นเหตุให้เกิดความเสี่ยงได้ ส่วนพังการหัวสุมมักพบในพื้นที่สวนหรือพื้นที่ลุ่มน้ำขังที่มีชาวบ้านมาใช้ประโยชน์จึงก่อให้เกิดความเสี่ยงเช่นเดียวกัน ส่วนชนิดอื่นๆ มีความเสี่ยงจำนวนน้อย

Table 2 Species lists and relative abundance of 41 big tree species in Bang Kachao, Samut Prakan Province.

No.	Thai name	Species	Family	Code	Tree count	Relative abundance (%)	Average DBH (cm.)	Average height (m.)
1	ลำพู	*Sonneratia caseolaris*	Sonneratiaceae	SOCA	13	10.83	77.98	17.85
2	ไทรย้อยใบทู่	*Ficus microcarpa*	Moraceae	FIMI	13	10.83	177.86	13.00
3	ตีนเป็ดทะเล	*Cerbera odollam*	Apocynaceae	CEOD	11	9.17	52.60	10.82
4	หูกวาง	*Terminalia catappa*	Combretaceae	TECT	7	5.83	81.37	13.14
5	โพศรีมหาโพธิ์	*Ficus religiosa*	Moraceae	FIRE	7	5.83	121.07	12.86
6	พังกาหัวสุม	*Bruguiera gymnorrhiza*	Rhizophoraceae	BRGY	6	5.00	53.92	12.50
7	สกุณี	*Terminalia calamansanay*	Combretaceae	TECA	5	4.17	60.10	17.20
8	กรวยป่า	*Horsfieldia irya*	Myristicaceae	HOIR	5	4.17	54.42	12.00
9	ไทรย้อยใบแหลม	*Ficus benjamina*	Moraceae	FIBE	4	3.33	76.30	10.50
10	คูน	*Cassia fistula*	Fabaceae	CAFI	3	2.50	47.93	12.00
11	มะคะ	*Cynometra ramiflora*	Fabaceae	CYRA	3	2.50	40.33	11.33
12	สมอไทย	*Terminalia chebula*	Combretaceae	TECH	2	1.67	48.75	14.50
13	แคนา	*Dolichandrone serrulata*	Bignoniaceae	DOSE	2	1.67	61.20	14.00
14	ตะเคียน	*Hopea odorata*	Dipterocarpaceae	HOOD	2	1.67	65.60	13.00
15	ทิ้งถ่อน	*Albizia procera*	Fabaceae	ALPR	2	1.67	55.40	13.00
16	กระทุ่มน้ำ	*Nauclea orientalis*	Rubiaceae	MIDI	2	1.67	54.90	12.50
17	ตะโกพนม	*Diospyros castanea*	Ebenaceae	DICA	2	1.67	53.50	11.50
18	หว้า	*Syzygium cumini*	Myrtaceae	SYCU	2	1.67	48.05	11.50
19	คาง	*Albizia lebbekoides*	Fabaceae	ALLB	2	1.67	50.10	10.00
20	ไทรใบสารพี	*Ficus sp.*	Moraceae	FISP	2	1.67	169.75	9.5
21	ปอทะเล	*Hibiscus tiliaceus*	Malvaceae	HITI	2	1.67	65.5	9.5
22	ขะเจ๊าะ	*Millettia leucantha*	Fabaceae	MILE	2	1.67	37.65	9.5

Table 2 (cont.)

No.	Thai name	Species	Family	Code	Tree count	Relative abundance (%)	Average DBH (cm.)	Average height (m.)
23	กระทิง	*Calophyllum inophyllum*	Calophyllaceae	CAIN	2	1.67	60.6	8.5
24	เม่าไข่ปลา	*Antidesma ghaesembilla*	Phyllanthaceae	ANGH	2	1.67	37.75	8
25	งิ้วดอกแดง	*Bombax ceiba*	Malvaceae	BOCE	1	0.83	56	17
26	โพธิ์ขี้นก	*Ficus rumphii*	Moraceae	FIRU	1	0.83	63	14.5
27	พฤกษ์	*Albizia lebbeck*	Fabaceae	ALLE	1	0.83	85	14
28	เหรียง	*Parkia timoriana*	Fabaceae	PATI	1	0.83	61	13
29	ยางนา	*Dipterocarpus alatus*	Dipterocarpaceae	DIAL	1	0.83	55.5	13
30	มะเกลือ	*Diospyros mollis*	Ebenaceae	DIMO	1	0.83	55	12
31	มะหาด	*Artocarpus lacucha*	Moraceae	ARLA	1	0.83	47.4	12
32	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa*	Sapindaceae	SCOL	1	0.83	64	11
33	กุ่มบก	*Crateva adansonii*	Capparaceae	CRAD	1	0.83	53.2	10
34	ข่อย	*Streblus asper*	Moraceae	STAS	1	0.83	42.5	10
35	กระดังงา	*Cananga odorata*	Annonaceae	CAOD	1	0.83	54	9
36	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata*	Rhizophoraceae	RHMU	1	0.83	45	8
37	มะขวิด	*Limonia acidissima*	Rutaceae	LIAC	1	0.83	38.4	8
38	ชุมแสง	*Xanthophyllum lanceatum*	Sapindaceae	XALA	1	0.83	52.8	7
39	จิกน้ำ	*Barringtonia acutangula*	Lecythidaceae	BAAC	1	0.83	50.5	7
40	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana*	Fabaceae	MIBR	1	0.83	49	6
41	ประดู่บ้าน	*Pterocarpus indicus*	Fabaceae	PTIN	1	0.83	75	5
	Total				120	100		

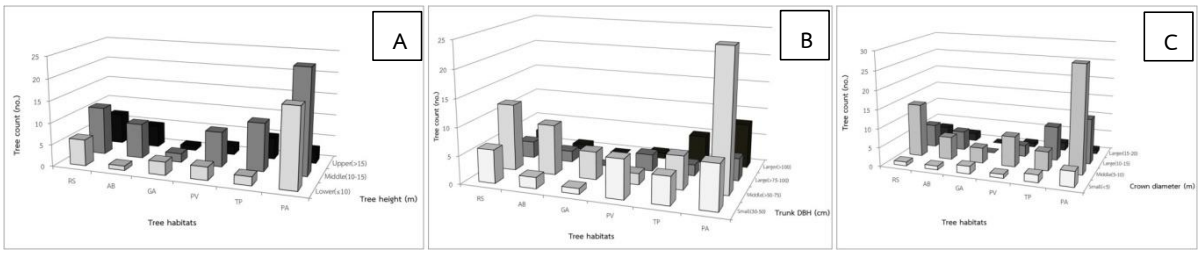


Figure 1 The relationship between tree habitats and tree height (A), diameter at breast height (B), and crown size (C) in Bang Kachao, Samut Prakan Province.

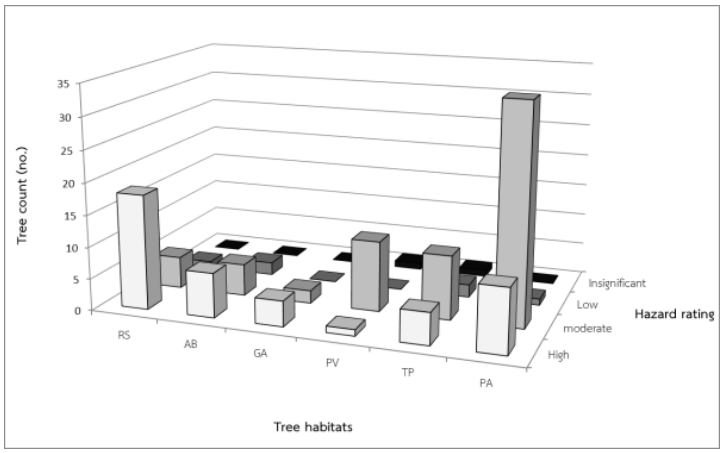


Figure 2 The relationship between tree habitats and tree hazard rating in Bang Kachao, Samut Prakan Province.

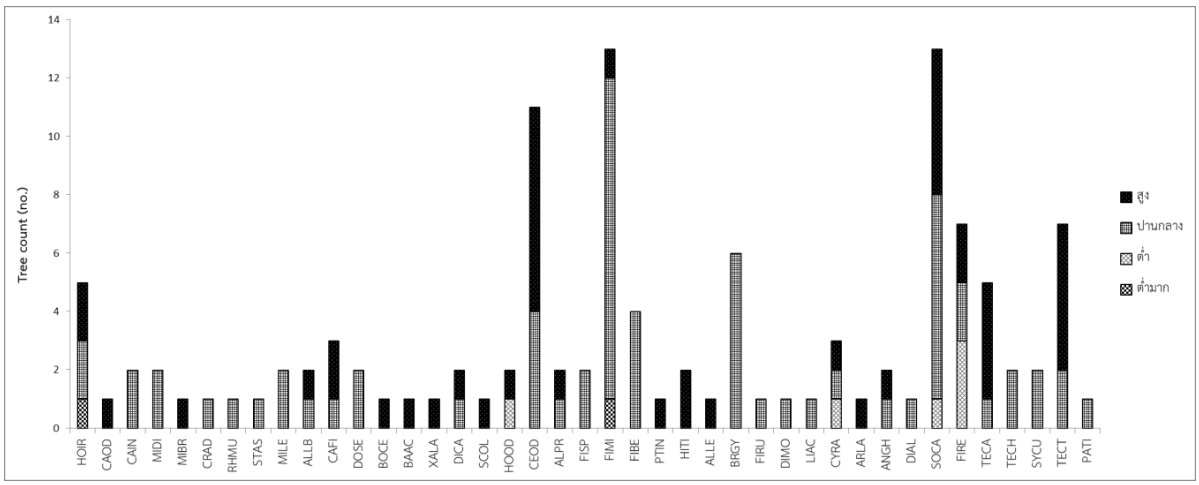


Figure 3 The relationship between big tree species and tree hazard rating level in Bang Kachao, Samut Prakan Province.

4. ข้อบกพร่องและความผิดปกติ

ลักษณะข้อบกพร่องและความผิดปกติ ที่เกิดขึ้นกับต้นไม้ตามส่วนต่างๆ คือ โคนราก ลำต้น กิ่ง และใบ มี ทั้งหมด 34 ลักษณะ พบว่าข้อบกพร่องที่เกิดความผิดปกติกับต้นไม้มากที่สุด คือ เรือนยอดไม่สมดุล (DD31) จำนวน 106 ต้น (Fig. 4) เนื่องจากธรรมชาติทรงพุ่มจะเบนเข้าหาแสง และหนีสิ่งกีดขวาง เช่น ทรงพุ่มของต้นอื่น สิ่งปลูกสร้าง จึงถูกตัดแต่งกิ่งเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดอันตราย รองลงมา ได้แก่ ดินอัดแน่น (DD4) มีจำนวนต้นไม้เท่ากับ 88 ต้น เนื่องจากการปลูกสร้างอาคาร ขอบถนน และอื่นๆ ซึ่งจะส่งผลให้พื้นดินถูกบดจนอัดแน่น (มณฑาทิพย์, 2559) และกิ่งขนาดใหญ่ (DD19) มีจำนวนต้นไม้ เท่ากับ 67 ต้น เนื่องจากกิ่งไม้ขนาดใหญ่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายต่อการหักโค่นจากลมพายุ และเป็นโพรงผุ (จรัลภัทร, 2556)

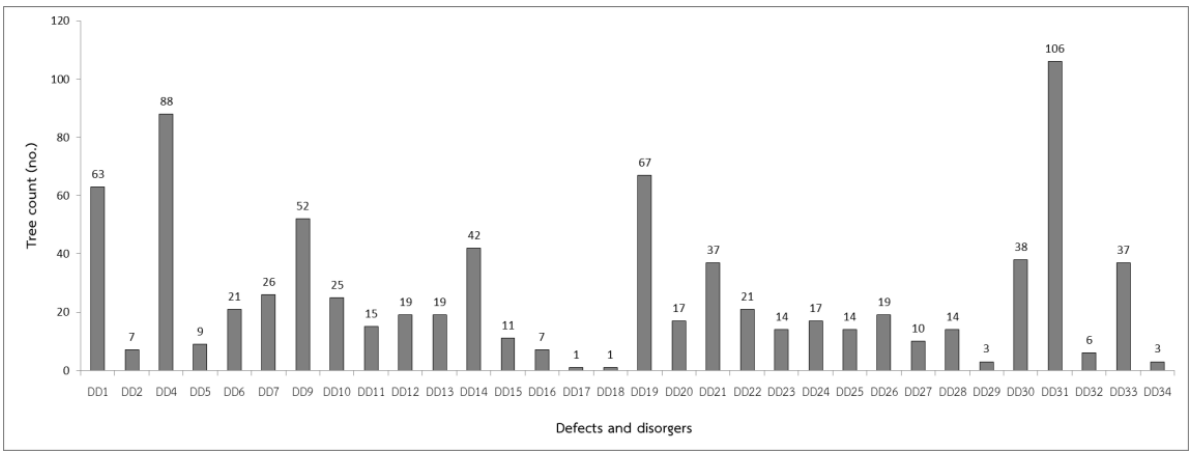


Figure 4 Tree count in relation to 34 defects and disorders (DD). Refer to Table 1 for the meaning of DD codes.

5. ความสัมพันธ์ของข้อบกพร่อง และความผิดปกติกับถิ่นอาศัย

จากการลำดับด้วยวิธี RDA พบว่าสามารถแยกความสัมพันธ์ของข้อบกพร่องและความผิดปกติกับลักษณะถิ่นอาศัย พบในไม้ที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่สวนสาธารณะ และวัด มีข้อบกพร่องและความผิดปกติของเรือนยอดและลำต้นมากที่สุด โดยชนิดเด่นที่เป็นตัวแทนในกลุ่มนี้ ได้แก่ คูน โพศรีมหาโพ ไทรย้อยใบทู่ ไทรย้อยใบแหลม เป็นต้น (Fig. 5) เนื่องจากลำต้นและทรงพุ่มของพืชในกลุ่มนี้มีขนาดใหญ่ โดยเฉพาะโพศรีมหาโพ ไทรย้อยใบทู่ ไทรย้อยใบแหลม ที่มีรากอากาศห้อยลงมาตามกิ่งและลำต้นจึงเกิดความผิดปกติได้มาก (ราชันย์, 2559) ในขณะที่ไม้ที่ขึ้นอยู่ข้างถนนส่วนใหญ่แสดงข้อบกพร่องและความผิดปกติของกิ่ง และโคนต้น ชนิดไม้ที่ปรากฏเด่นชัด ได้แก่ สกุณี หูกวาง เป็นต้น เนื่องด้วยถนนที่มีรถวิ่งผ่านเป็นประจำ ทำให้ดินมีแข็งและอัดแน่นขึ้นต้นไม้ที่อยู่ตามข้างถนนก็จะได้รับความผิดปกติอย่างมาก (มณฑาทิพย์, 2559) ด้านความเสียหายของกิ่งซึ่งเกิดจากต้นไม้มีกิ่งขนาดใหญ่จึงมีความจำเป็นที่ต้องตัดแต่งกิ่งเพื่อรักษาความปลอดภัยในท้องถนน (จรัลภัทร, 2556) ส่วนไม้ที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่รกร้าง ที่สาธารณะ และพื้นที่ส่วนบุคคลไม่แสดงออกถึงข้อบกพร่องและความเสียหายของ โคนต้น ลำต้น กิ่ง และเรือนยอด อย่างชัดเจน

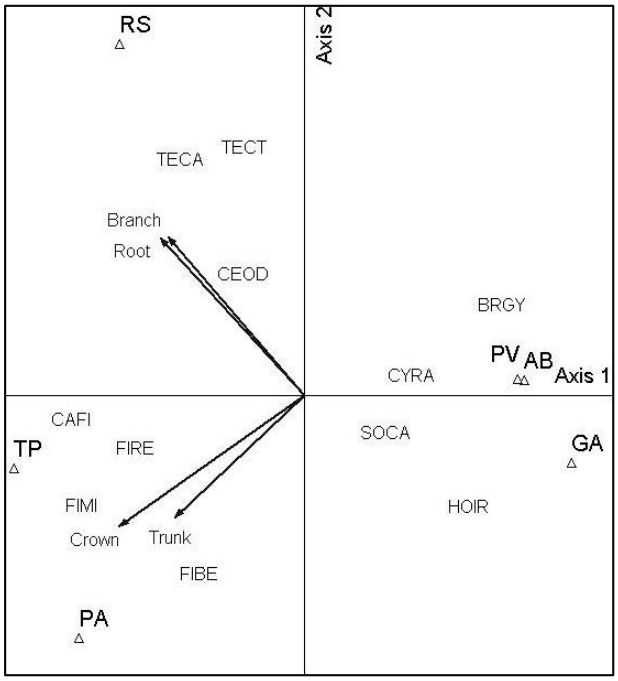


Figure 5 Redundancy analysis (RDA) axes of defects and disorders (DD) versus tree habitats. Refer to Table 1 for the meaning of tree habitat codes and DD groups. Bang Kachao, Samut Prakan Province.

สรุป

จากการศึกษาต้นไม้ 120 ต้น พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 41 ชนิด 31 สกุล 20 วงศ์ ไม้ที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่สวนสาธารณะและวัดมีข้อบกพร่องและความผิดปกติของเรือนยอดและลำต้นมากที่สุด โดยชนิดเด่นที่เป็นตัวแทนในกลุ่มนี้ ได้แก่ คูน โพศรีมหาโพ ไทรย้อยใบทู่ ไทรย้อยใบแหลม เป็นต้น ในขณะที่ไม้ที่ขึ้นอยู่ข้างถนน ส่วนใหญ่แสดงข้อบกพร่องและความผิดปกติของกิ่งและโคนต้น ชนิดไม้ที่ปรากฏเด่นชัด ได้แก่ สกุณี หูกวาง เป็นต้น ส่วนไม้ที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่รกร้าง ที่สาธารณะ และพื้นที่ส่วนบุคคลไม่แสดงออกถึงข้อบกพร่องและความเสียหายของ โคนต้น ลำต้น กิ่งและเรือนยอด อย่างชัดเจน จากผลการศึกษาวิจัยนี้ควรนำมาพิจารณาในการจัดการระหว่างป่าในเมืองเพื่อลดความขัดแย้งที่จะเกิดระหว่างต้นไม้กับชุมชนโดยต้องมีทีมรุกขกรให้ดูแลรักษาต้นไม้ที่อยู่ในบริเวณสวนสาธารณะ ชุมชน หรือตามริมถนน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหาย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะอาจารย์มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ และนักศึกษาสาขาเกษตรป่าไม้ ที่ให้ความช่วยเหลือที่ดีตลอดมา ขอขอบคุณชุมชนบางกะเจ้า อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านสถานที่เก็บข้อมูล และสถาบันปลูกป่า ปตท. บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2558. **คู่มือการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กาญจนา ทองทั่ว และ คณะ. 2555. **กระบวนการสร้างความปลอดภัยทางถนนของนักศึกษาและชุมชนรอบมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีระยะที่ 1**. รายการวิจัยฉบับสมบูรณ์กรุงเทพฯ : ศูนย์วิชาการความปลอดภัยทางถนนและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. หน้า 15-16.

จรัลภัทร ตรีพรทิพย์. 2556. **ความเหมาะสมในการออกแบบพืชพรรณบนทางเท้า ถนนสีลม ถนนพระราม1 และถนนสุขุมวิท**. ภาควิชาการออกแบบและวางผังชุมชนเมือง มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นฤพนธ์ ด้วงวิเศษ. 2560. เจ้าแม่ตะเคียน: การสร้างเรือนร่างหญิงให้กับสิ่งศักดิ์สิทธิ์ในวัฒนธรรมบริโภคแบบไทย. **วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**, พิษณุโลก.

มณฑาทิพย์ โสมมีชัย. 2559. **เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง "การคัดเลือกชนิดไม้และการจัดการต้นไม้ในเมือง"**. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ราชันย์ ภู่มา. 2559. **สารานุกรมพืชในประเทศไทย (ฉบับย่อ) เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงเจริญพระชนมายุ 60 พรรษา**. สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

ศูนย์จัดการพื้นที่สีเขียวเชิงนิเวศนครเขื่อนขันธ์. 2549. **เอกสารสรุปผลการดำเนินงานโครงการสวนกลางมหานคร**. สวนเพาะชำกล้าไม้, สำนักส่งเสริมการปลูกป่า, กรมป่าไม้.

สำนักงานสวนสาธารณะ. 2550. **ประวัติความเป็นมา สำนักงานสวนสาธารณะ สำนักสิ่งแวดล้อม**. สำนักสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

โอภาสพงศ์ ขอบเขตต์. 2559. **ลักษณะโครงสร้างสังคมพืช และปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการในพื้นที่ฟื้นฟูบริเวณสวนศรีนครเขื่อนขันธ์ บางกะเจ้า จังหวัดสมุทรปราการ**. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Carter, E. Jane. 1995. **"The Potential of Urban Forestry in Developing Countries: A Concept Paper"**. FAO. Rome.

Jim C.Y. and Zhang Hao. 2013. **Defect-disorder and risk assessment of heritage trees in urban Hong Kong**. Urban Forestry & Urban Greening 12, 585–596.

Miller, R.W. 1996. **Urban Forestry : Planning and Managing Urban Greenspaces**. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.

Pooma R and Suddee S. 2014. **Thai plant names Tem Smitinand revised edition 2014.** Bangkok: Office of the Forest Herbarium, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation.

Wollenberg, A.L. 1977. **Redundancy analysis: an alternative for canonical correlation analysis**. Psychometrika 42, 207–219.

การเติบโตและสัดส่วนแก่นของไม้สักในแปลงทดสอบแม่ไม้อายุ 17 ปี

Growth and Heartwood Proportion of Teak in 17 years old Teak Clonal Experimental Site

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ[1] สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล[1] ประพาย แก่นนาค[1] จรัส ช่วยนะ[1] และ พรรษชล หนูเทพ[2]

Suwan Tangmitcharoen[1], Saroj Wattansuksakul[1], Prapai Kaennark[1],

Charat chuayna [1] and Passachon nhutep[2]

[1] ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[2]ภาควิชาวนวัฒนวิจัย คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[1]Silvicultural Research Division, Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department,

61 Phaholyothin, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand.

[2]Silvicultural Department, Faculty of Forestry, Kasetsart University

บทคัดย่อ

การศึกษาการทดสอบแม่ไม้ เป็นการทดสอบเพื่อศึกษาลักษณะความแตกต่างระหว่าง clone เพื่อคัดเลือกไปสู่การปลูกสร้างเป็นสวนป่า ผลของการทดสอบแม่ไม้จะช่วยให้การปลูกสักประสบความสำเร็จ การศึกษานี้วิเคราะห์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความหนาเปลือกไม้ และสัดส่วนแก่นของต้นสักที่อายุ 17 ปี จำนวน 100 clone รวม 800 ต้น โดยแบ่งเป็น สถานีวนวัฒนวิจัยทองผาภูมิจำนวน 500 ต้น และสถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จำนวน 300 ต้น ซึ่งครั้งนี้ถือเป็นการใช้ข้อมูลด้านคุณภาพไม้ คือ สัดส่วนแก่นมาร่วมวิเคราะห์เป็นครั้งแรก ดำเนินการโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก จากนั้นทำการเจาะเปลือกและแก่นของไม้ตัวแทนที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน โดยเจาะเปลือกต้นละ 4 ครั้ง ในทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก และเจาะแก่นต้นละ 2 ครั้ง ในทิศตะวันออก และทิศตะวันตก วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) แล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการศึกษา พบว่า สักจากสถานีวนวัฒนวิจัยทองผาภูมิ และจากสถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร มี DBH เฉลี่ย อยู่ในช่วง15.89 - 28.88 และ 13.46 - 24.36 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีพื้นที่แก่นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 87.79 - 353.93 และ 41.15 - 203.49 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าทั้ง 2 ลักษณะ ในทั้ง 2 สถานีวนวัฒนวิจัยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนความหนาของเปลือกสักนั้น พบว่า สถานีวนวัฒนวิจัยทองผาภูมิมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติขณะที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชรมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความหนาเปลือกเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.56 - 0.95 และ 0.49 - 1.09 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้สัก 5 สายพันธุ์แรกที่ดีที่สุด สำหรับสถานีวนวัฒนวิจัยทองผาภูมิ คือ สายพันธุ์ 265, 158, 336, 344 และ 329 ขณะที่สัก 5 สายพันธุ์แรกที่ดีที่สุด สำหรับสถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร คือ สายพันธุ์ 27, 268, 253 กับ 343, 46 และ 290 อย่างไรก็ตามพบว่า สายพันธุ์ 253 และสายพันธุ์ 324 เป็นสายพันธุ์ที่ดีที่สุด 1 ใน 10 อันดับแรกของทั้ง 2 สถานีวนวัฒนวิจัย

คำสำคัญ: สัก ทดสอบแม่ไม้ โคลน การเติบโต สัดส่วนแก่น ความหนาเปลือก

ABSTRACT

Teak clonal quality test aims to determine differences of tree characteristics among clones in order to select best clones for teak forestry plantation. Results from clonal experiment can support successful teak plantation. The objectives of this study was to analyze diameter at breast height (DBHbh), bark thickness and heartwood proportion of 17 year-old teak clones. This is the first report which takes heartwood proportion into a consideration to assess wood quality. Eight 800 trees belonged to 100 clones were investigated: 500 trees from Thonphapoom Silvicultural Research Station (TRS) and 300 trees from Kamphangphet Silvicultural Research Station (KRS). After measuring DBH, bark thickness and heartwood were drilled at 1.30 m from the ground. Four positions of the trees were drilled for bark thinness analysis- at the north, south, east and west direction; while two positions were drilled for heartwood measurement- at the east and west direction. Analysis of Variance (ANOVA) and Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) in a statistical software were applied to compare the data.

We found that averages of DBH in KRS and TRS ranged from 15.89 - 28.88 cm and 13.46 - 24.36 cm, respectively. Heartwood proportion ranged from 87.79 - 353.93 and 41.15 - 203.49 in KRS and TRS, respectively. There were significant differences of the two traits and between the two sites. Bark thickness of clones in TRS was significant difference while there was no significant difference in KRS. The bark thickness ranged from 0.56-0.95 in TRS and 0.49-1.09 cm in KRS. The top five best clones in KRS were clone no. 27, 268, 253 and 343, 46 และ 290; in TRS were clone no. 265, 158, 336, 344 และ 329. We found that clone no. 253 and 324 ranked among the top 10 best clones in both sites.

Key words: *Tectonagrandis* L.f, clonal test, clone, growth, heartwood proportion, bark thickness

การประเมินผลการทดสอบสายต้น/สายพันธุ์ และการประมาณปริมาตรไม้ มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนของไม้สักอายุ 10 ปี จังหวัดเชียงใหม่

Evaluation of Clonal/Progeny Test and Estimation of Stem Volume, Biomass and Carbon Storage of 10 Year-old Teak in Chiang Mai Province

อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์[1*] สมชาย นองเนือง[1] สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล[1] วรพจน์ คำใบ[1] และ โศรยา ภูจีระ

Ampai Pornleesangsuwan[1*], Somchai Nongnuang[1], Saroj Wattanasuksakul[1], Worapoj Khambai[1] and Soraya Poojeera[1]

[1]ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[1]Silvicultural Research Group, Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900

* Corresponding author, e-mail address. **p.ampai44@gmail.com**

บทคัดย่อ

การประเมินผลการทดสอบสายต้น/สายพันธุ์ และการประมาณปริมาตรไม้ มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนของไม้สักอายุ 10 ปี จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินการที่สถานีวนวัฒนวิจัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ วางผังการทดลองแบบ randomized complete block design จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีปัจจัยการทดลอง 100 clones ปลูก 2 ต้นต่อ clones พบว่า การประเมินผลทางพันธุกรรมของทุกลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ การเติบโตทางความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และรูปทรงของลำต้น ได้แก่ ความตรงของลำต้น ความเปลาของลำต้น การแตกง่ามของลำต้น ขนาดของกิ่ง มุมของกิ่ง และพูพอนที่โคนต้น โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มดีที่สุดมีจำนวน 16 clones ได้แก่ clone no. 5/32, 14/38, 14/5, 5/27, 28 c 33, 28 c 48, ก5/27, 3/4, 5/16, 5/7, 5/74, 14/21, 14/92, 23/15, 26 c 29 และ จ1/25 กลุ่มปานกลาง 68 clones และกลุ่มด้อย 16 clones การเติบโตทางความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความตรงของลำต้น การแตกง่ามของลำต้น ขนาดของกิ่ง มุมของกิ่ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ระหว่าง clones และความเปลาของลำต้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระหว่าง clones ส่วนพูพอนที่โคนต้นมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แปลงทดสอบสายต้น/สายพันธุ์ไม้สักอายุ 10 ปี เนื้อที่ 8 ไร่ มีปริมาตรใต้เปลือก 25.76 ลูกบาศก์เมตร มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 25,506 กิโลกรัม กักเก็บคาร์บอนได้ 13,036 กิโลกรัม โดยสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คิดเป็น 1.04 ตันต่อไร่

คำสำคัญ: การทดสอบสายต้น/สายพันธุ์ ปริมาตรไม้ มวลชีวภาพ คาร์บอน ไม้สัก

ABSTRACT

Evaluation of the clonal/progeny test and estimation of stem volume, biomass and carbon storage of the 10-year-old teak was conducted in Chiang Mai Silvicultural Research Station, Chiang Mai province. Randomized complete block design was applied to this experiment with 4 replications which 100 clones (2 trees per clone) were planted at 4x4 meter spacing. We investigated several hereditary characteristic such as tree height, diameter at breast height, stem straightness, clear bole, axis persistence, branch size, branch angle and buttress. Based on the

analysis of mean and standard deviation, the teak could be divided into 3 groups: 1) good trait group consisting of 16 clones, namely 5/32, 14/38, 14/5, 5/27, 28 c 33, 28 c 48, ก5/27, 3/4, 5/16, 5/7, 5/74, 14/21, 14/92, 23/15, 26 c 29 and จ 1/25; 2) medium trait group of 68 clones; and 3) poor trail group including 16 clones. The statistical analysis suggested that there was a great significant difference ($p<0.01$) among clones for tree height, diameter at breast height, stem straightness, axis persistence, branch size and branch angle. In addition, we also found a significant difference ($p<0.05$) of clear bole while there was no significant difference in buttress among clones. The estimation of stem volume, biomass and carbon storage in 8 rai of 10 year-old teak plantation showed that there was 25.76 m^3 of inner bark stem volume, 25,506 kilograms of aboveground biomass, and 13,036 kilograms of carbon storage or 1.04 $ton.rai^{-1}$ of CO_2 absorption.
Key Words: Clonal/progeny test, stem volume, biomass, carbon, teak

คำนำ

การทดสอบแม่ไม้สัก (clonal test) เป็นการทดสอบแม่ไม้ที่คัดเลือกว่ามีลักษณะทางพันธุกรรม (genotype) ดีจริงหรือเกิดจากสภาพแวดล้อม โดยการนำต้นที่คัดเลือกมาขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แล้วปลูกทดสอบในหลายพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันเพื่อเปรียบเทียบแม่ไม้ที่คัดเลือก ส่วนการทดสอบสายพันธุ์ (progeny test) เป็นการใช้ลักษณะการเจริญเติบโตและรูปทรงของต้นลูก (progenies) ประเมินศักยภาพของความเป็นพ่อและแม่ โดยใช้การแสดงออกของลูกไม้ที่ปลูกในพื้นที่ทดสอบที่เหมาะสมเป็นพื้นฐานในการประเมิน (Sombun, 1980) ถ้าพ่อแม่ไม้ที่มีลักษณะดีผลิตเมล็ดที่งอกเป็นต้นที่มีลักษณะทรามก็ถือเป็นต้นพ่อแม่ที่ดีไม่ได้ พ่อแม่ไม้ที่ให้ลูกไม่ดีเหล่านี้ต้องถูกตัดทิ้งไป เหลือไว้เฉพาะพ่อและแม่ที่ให้ลูกที่ดีเท่านั้น การทดสอบแม่ไม้สักและการทดสอบลูกไม้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณค่าทางพันธุกรรม (genotype) และ breeding values ของพ่อและแม่ไม้ และยังใช้เป็นประชากรพื้นฐานเพื่อการคัดเลือกใน generation ต่อๆ ไปด้วย (วิเชียร, 2542)

การทดสอบไม้สักนอกจากจะทราบคุณค่าทางพันธุกรรมของพ่อและแม่ไม้ที่คัดเลือกไว้ แปลงทดลองนี้ยังสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเปลี่ยนสภาพให้สารประกอบคาร์โบไฮเดรตสะสมในมวลชีวภาพ (biomass) ส่วนต่างๆ ของพืช ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งหากมีผลผลิตมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น พื้นที่นั้นก็จะมีการกักเก็บคาร์บอนตามผลผลิตมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้น เมื่อมีการตัดฟันไม้นำออกมาใช้ประโยชน์คาร์บอนก็ยังคงกักเก็บอยู่ในเนื้อไม้ตลอดอายุการใช้งาน และคาร์บอนจะถูกปลดปล่อยออกมาเมื่อมีการเผาไหม้เนื้อไม้นั้น การกักเก็บคาร์บอนในสวนป่าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ชนิดพรรณไม้ อัตราการเติบโต อายุพันธุ์ไม้ ปริมาณน้ำฝน ฤดูกาลและลักษณะพื้นที่ ฯลฯ การกักเก็บคาร์บอนจะมีประสิทธิภาพมากในระยะที่เป็นไม้หนุ่ม และจะลดลงเมื่อสวนป่ามีอายุมากขึ้น (Ciesla, 1995)

การทดสอบสายต้น/สายพันธุ์ไม้สักได้ดำเนินการปลูกในปี พ.ศ. 2550 ใน 3 พื้นที่ คือ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และขอนแก่น โดยใช้เมล็ดที่ได้จากการผสมพันธุ์แบบปิด (full-sib progeny) แต่ละเมล็ดนำมาขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากเมล็ดอ่อน (cloning) และเพิ่มจำนวนกล้าไม้โดยการปักชำ จำนวน 100 clones วางผังปลูกแบบ Randomize complete block design จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 2 ต้นต่อ clone กำหนดระยะปลูก 4 x 4 เมตร การวิจัยนี้เก็บข้อมูลเฉพาะในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของความเป็นพ่อ-แม่ที่คัดเลือก พ่อหรือแม่ไม้ใดผลิตเมล็ดที่งอกเป็นต้นแล้วมีการเติบโตและรูปทรงดีย่อมให้ความเพิ่มพูนทาง

พันธุกรรม (Genetic gain) สูง จะนำไปขยายพันธุ์เพื่อส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่าที่มีคุณภาพ และดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ในขั้นต่อไป นอกจากนี้ การสร้างสมการปริมาตรไม้ มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอน ทำให้สามารถประมาณปริมาตรไม้และการกักเก็บคาร์บอนของสวนป่าไม้สักอายุ 10 ปีได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยดำเนินการในแปลงทดสอบสายต้น/สายพันธุ์ไม้สัก ปี 2550 ที่สถานีวนวัฒนวิจัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่ หมู่ 6 ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 400 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 25.8 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,366 มิลลิเมตร มีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยต่อปี 97 วัน ดินเป็นดินลูกรังมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สภาพป่าโดยทั่วไปเป็นป่าเต็งรัง แปลงทดสอบสายต้น/สายพันธุ์ไม้สัก ปี 2550 เนื้อที่ 8 ไร่ โดยใช้เมล็ดที่ได้จากการผสมพันธุ์แบบปิด (full-sib progeny) แต่ละเมล็ดนำมาขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากเมล็ดอ่อน (cloning) และเพิ่มจำนวนกล้าไม้โดยการปักชำ จำนวน 100 clones (Table 1) วางผังปลูกแบบ Randomize complete block design จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 2 ต้นต่อ clone กำหนดระยะปลูก 4 x 4 เมตร จำนวนต้นไม้เมื่อเริ่มปลูก 800 ต้น การเก็บข้อมูลดำเนินการ ดังนี้

1. การเติบโตและรูปทรงลำต้น

1.1 เก็บข้อมูลการเติบโตของต้นไม้ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงของต้นไม้ทุกต้น

1.2 เก็บข้อมูลรูปทรงลำต้น เป็นลักษณะทางคุณภาพโดยใช้ระบบการให้คะแนน (scoring system) ออกเป็นชั้นระดับ (classes) โดยลักษณะที่ดีที่สุดจะมีคะแนนสูงสุด (Pinyopusarerk and Keiding, 1981) ดังนี้

1.2.1 ความตรงของลำต้น (stem straightness: SS) score 1-5 classes

1.2.2 ความเปลาของลำต้น (clear bole: CB) score 1-5 classes

1.2.3 การแตกง่ามของลำต้น (axis persistence: AP) score 1-5 classes

1.2.4 ขนาดของกิ่ง (branch size: BS score 1-4 classes

1.2.5 มุมของกิ่ง (branch angle: BA) score 1-4 classes

1.2.6 พูพอนที่โคนต้น (buttress: BT) score 1-3 classes

2. การประมาณปริมาตรไม้ มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอน

2.1 จัดชั้นความสูงและความโตของต้นไม้ เพื่อทำการสุ่มตัวแทนต้นไม้ที่มีขนาดต่างๆ กัน ทั้งขนาดเล็ก กลาง และขนาดใหญ่ จำนวน 12 ต้น เพื่อใช้ศึกษาปริมาตรและมวลชีวภาพของไม้สัก โดยวัดมิติ (dimension) ต่างๆ ของตัวแทนต้นไม้ที่คัดเลือกไว้ทุกต้น ได้แก่ ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (total height, H) ความกว้างของเรือนยอด (R) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชิดดิน (D_0) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 30 เซนติเมตร ($D_{0.3}$) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่างๆ ตั้งแต่ความยาว 0.3, 1.3, 2.3,.... เมตร ไปตลอดความยาวของลำต้น เพื่อสร้างสมการปริมาตรไม้

2.2 ทำการตัดทอนลำต้นออกตามช่วงต่างๆ ตั้งแต่ความยาว 0.3, 1.3, 2.3,.... เมตร ไปตลอดความยาวของลำต้น ชั่งน้ำหนักสดของส่วนต่างๆ ตามลำดับ เพื่อศึกษาปริมาณการกระจายของมวลชีวภาพของส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ตามระดับความสูงของลำต้นไม้ โดยใช้วิธีการศึกษาแบบ stratified clip technique (พงษ์ศักดิ์, 2538)

2.3 เก็บตัวอย่างย่อยของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ มาทำการอบให้แห้งด้วยเตาอบที่อุณหภูมิ 80 - 90 องศาเซลเซียส เพื่อเปลี่ยนน้ำหนักสด (fresh weight) ของต้นไม้ในแปลงให้เป็นน้ำหนักแห้ง (oven-dried weight) เพื่อหามวลชีวภาพ (biomass) แต่ละส่วน (ลำต้น กิ่ง และใบ) ของต้นไม้แต่ละต้น ซึ่งใช้เป็นตัวแทนในการสร้างสมการมวลชีวภาพ เพื่อนำไปประมวลหามวลชีวภาพของต้นไม้ทั้งแปลง

Table 1 Parent mating of 100 clones in 10 year-old teak Clonal/progeny test

Clone No.	♀		♂	
12/3, 12/36	V.7	ลำปาง	V.438	อินเดีย
3/1, 3/4, 3/7, 3/8, 3/9, 3/11, 3/23, 3/24, 3/38	V.3	ลำปาง	V.126	แพร่
5/7, 5/16, 5/20, 5/27, 5/30, 5/32, 5/37, 5/38, 5/48, 5/49, 5/52, 5/53, 5/54, 5/57, 5/71, 5/74, 5/76, 5/79	V.3	ลำปาง	V.156	แม่ฮ่องสอน
14/5, 14/9, 14/21, 14/26, 14/35, 14/38, 14/42, 14/52, 14/92, 14/96, 14/102	V.26	ลำปาง	V.123	แพร่
20/4	V.30	ลำปาง	V.123	แพร่
21/14, 21/21, 21/24, 21/25, 21/33, 21/35	V.30	ลำปาง	V.126	แพร่
23/15, 23/46	V.30	ลำปาง	V.156	แม่ฮ่องสอน
1 c 54	V.3	ลำปาง	V.119	แพร่
11 c 7, 11 c 12, 11 c 25, 11 c 26, 11 c 27, 11 c 29	V.7	ลำปาง	V.156	แม่ฮ่องสอน
13 c 10, 13 c 12	V.26	ลำปาง	V.119	แพร่
15 c 18, 15 c 25, 15 c 26, 15 c 27, 15 c 29, 15 c 30	V.26	ลำปาง	V.126	แพร่
2 c 14, 2 c 49	V.3	ลำปาง	V.123	แพร่
25 c 5, 25 c 26	V.33	ลำปาง	V.119	แพร่
26 c 25, 26 c 27, 26 c 28, 26 c 29, 26 c 44	V.33	ลำปาง	V.123	แพร่
28 c 25, 28 c 33, 28 c 35, 28 c 44, 28 c 48	V.33	ลำปาง	V.149	แม่ฮ่องสอน
30 c 1	V.33	ลำปาง	V.438	อินเดีย
4 c 25, 4 c 29	V.3	ลำปาง	V.149	แม่ฮ่องสอน
5 c 87, 5 c 101	V.3	ลำปาง	V.156	แม่ฮ่องสอน
7 c 11, 7 c 15	V.7	ลำปาง	V.119	แพร่
22 c 52, 22 c 54, 22 c 100	V.30	ลำปาง	V.149	แม่ฮ่องสอน

Table 1 (cont.)

Clone No.	♀		♂	
2ก/41	V.130	แพร่	V.211	ลำปาง
2ข/9	V.130	แพร่	V.183	ลำปาง
2ค/28	V.130	แพร่	V.229	ลำปาง
5ก/6	V.137	แม่ฮ่องสอน	V.211	ลำปาง
5ค/17	V.137	แม่ฮ่องสอน	V.229	ลำปาง
1ก/24	V.146	แม่ฮ่องสอน	V.211	ลำปาง
ก3/28	V.211	ลำปาง	V.290	เชียงใหม่
ก5/20, ก5/25, ก5/27	V.211	ลำปาง	V.137	แม่ฮ่องสอน
จ1/25	V.194	ลำปาง	V.146	แม่ฮ่องสอน
จ4/37	V.194	ลำปาง	V.263	เชียงใหม่

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การเติบโตและรูปทรงลำต้น

4.1.1 การเติบโตทางความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความตรงของลำต้น ความเปลาของลำต้น การแตกง่ามของลำต้น ขนาดของกิ่ง มุมของกิ่ง และพูพอน นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: SD) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance)

4.1.2 การจัดกลุ่มสายพันธุ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยของทุก clones ค่าเฉลี่ยทั้งแปลง และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในรูป normal curve (Kittibanpacha *et al.*, 1988) โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มดีที่สุด (good: G) มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยรวม + SD (3 คะแนน)

2) กลุ่มปานกลาง (intermediate: M) มีค่าระหว่างค่าเฉลี่ยรวม $\pm$ SD (2 คะแนน)

3) กลุ่มด้อยที่สุด (poor: P) มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม - SD (1 คะแนน)

4.2 การประมาณปริมาตรไม้ มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอน

4.2.1 สร้างสมการปริมาตรไม้ สมการมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ โดยใช้สมการยกกำลัง (power equation)

4.2.2 คำนวณหาปริมาตรไม้และมวลชีวภาพจากสมการที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สมการการถดถอยโดยวิธีการแปลงค่า จะก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนทางลบขึ้น (Snowdon, 1991) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการปรับแก้ค่าที่ได้จากการประเมิน ซึ่งค่าปรับแก้นั้นสามารถสร้างได้โดยใช้สัดส่วนระหว่างค่าจริงของตัวอย่างกับค่าประมาณที่ได้จากสมการที่จัดสร้างขึ้นของต้นไม้ตัวอย่างนั้นๆ (สมบูรณ์ และสมหมาย, 2537)

4.2.3 คำนวณหาคาร์บอนในมวลชีวภาพ จากค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของคาร์บอนในเนื้อเยื่อพืชส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ มีค่าเท่ากับร้อยละ 50.55, 51.44 และ 53.72 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการศึกษาของประพาย และคณะ (2558)

4.2.4 ประเมินการดูดซับกาซคาร์บอนไดออกไซด์ในแปลงทดสอบไม้สัก จากสูตร (คณะวนศาสตร์, 2554)

$$\text{ตัน } CO_2 = \text{ ตันคาร์บอน x } 44/12$$

ผลและวิจารณ์ผล

1. การเติบโตและรูปทรงลำต้น

การเติบโตของสักในแปลงทดสอบสายต้น/สายพันธุ์ อายุ 10 ปี พบต้นไม้ทั้งหมดจำนวน 776 ต้น (97 ต้น/ไร่; รอดตาย 97%) มีความสูงเฉลี่ย 9.34$\pm$0.98 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 11.40$\pm$1.41 เซนติเมตร มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.93 เมตรต่อปี และ 1.14 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ (Table 2)

คุณภาพของลำต้นโดยระบบ scoring system พบว่า สัดส่วน (proportion) ของจำนวนต้นไม้ที่มีคะแนนสูง "เต็มหรือเกือบเต็ม" (top class score) ต่อจำนวนต้นไม้ทั้งหมดในแต่ละ clone ของความตรงของลำต้นเฉลี่ย 89.82% ความเปลาของลำต้น 88.27% การแตกง่ามของลำต้น 37.24% ขนาดของกิ่ง 73.32% มุมของกิ่ง 67.53% และพูพอนลำต้น 100% (Table 2) แสดงว่า ต้นสักส่วนใหญ่มีลำต้นตรง เปลา ไม่มีพูพอน ขนาดกิ่งค่อนข้างเล็กและเล็กซึ่งเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงโอกาสที่จะทำให้ไม้สักมีการลิดกิ่งตามธรรมชาติ แต่กิ่งส่วนใหญ่มีมุมแคบจึงมีโอกาสพัฒนาเป็นกิ่งถาวร ลำต้นส่วนใหญ่มีการแตกง่าม

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า การเติบโตทางความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และรูปทรงของลำต้น ได้แก่ ความตรงของลำต้น การแตกง่ามของลำต้น ขนาดของกิ่ง มุมของกิ่ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ระหว่าง clones และความเปลาของลำต้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระหว่าง clones ส่วนพูพอนที่โคนต้นมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 2 Average performance and scoring system for growth and stem quality in 10 year-old teak Clonal/progeny test

No.	Clone No.	Growth						Stem quality																		Total class level	
		H (m)			DBH (cm)			Stem straightness			Clear bole			Axis presistence			Branch size			Branch angle			Buttress				
		Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	Mean	SD	Class		
1	5/32	10.68	1.31	3	14.18	2.83	3	3.88	0.35	3	3.63	0.52	3	4.50	0.76	3	3.63	0.52	3	3.25	0.46	3	2.88	0.35	2	2.88	G
2	14/38	9.24	1.68	2	10.99	1.74	2	3.71	0.49	3	3.71	0.49	3	4.71	0.76	3	3.86	0.38	3	3.57	0.54	3	3.00	0.00	3	2.75	G
3	14/5	11.39	2.56	3	12.86	3.85	3	3.38	0.74	2	3.63	0.52	3	4.38	1.41	3	3.63	0.74	3	3.25	0.71	3	2.63	0.52	2	2.75	G
4	5/27	10.21	1.54	2	11.79	2.21	2	3.38	0.52	2	3.75	0.46	3	4.63	0.74	3	3.63	0.52	3	3.50	0.76	3	3.00	0.00	3	2.63	G
5	28 c 33	11.50	1.34	3	13.46	2.75	3	3.25	0.46	2	3.75	0.46	3	4.00	1.85	2	3.63	0.74	3	3.88	0.35	3	2.75	0.46	2	2.63	G
6	28 c 48	9.20	2.21	2	11.98	4.30	2	3.50	0.54	2	3.88	0.35	3	4.88	0.35	3	3.88	0.35	3	3.88	0.35	3	3.00	0.00	3	2.63	G
7	n5/27	8.53	2.05	2	10.99	3.88	2	3.43	0.54	2	3.71	0.49	3	4.57	0.79	3	3.71	0.49	3	3.29	0.49	3	3.00	0.00	3	2.63	G
8	3/4	9.06	1.99	2	10.73	4.35	2	3.63	0.74	3	3.13	0.64	2	4.38	1.06	3	3.13	0.84	2	2.88	0.64	2	3.00	0.00	3	2.38	G
9	5/16	9.44	2.42	2	11.45	3.57	2	3.25	0.89	2	3.38	0.74	2	4.63	0.52	3	3.50	0.76	3	3.38	0.92	3	2.88	0.35	2	2.38	G
10	5/7	9.57	1.22	2	11.29	1.80	2	3.25	0.46	2	4.00	0.00	3	3.75	1.75	2	3.50	0.54	3	3.38	0.52	3	2.75	0.46	2	2.38	G
11	5/74	11.31	1.10	3	13.68	2.04	3	3.63	0.52	3	3.38	0.52	2	3.75	1.28	2	2.75	1.17	2	3.00	0.76	2	2.75	0.46	2	2.38	G
12	14/21	8.37	2.85	2	10.19	2.21	2	3.38	0.52	2	3.63	0.52	3	4.38	1.19	3	3.75	0.71	3	3.13	0.84	2	2.88	0.35	2	2.38	G
13	14/92	9.43	2.37	2	14.50	5.10	3	3.50	0.54	2	3.88	0.35	3	4.13	1.36	2	3.50	0.54	3	2.88	0.35	2	2.88	0.35	2	2.38	G
14	23/15	10.28	1.97	2	12.80	2.83	2	3.63	0.52	3	3.63	0.52	3	3.88	1.55	2	3.13	1.13	2	3.25	0.71	3	2.75	0.46	2	2.38	G
15	26 c 29	10.24	1.39	2	13.24	3.30	3	3.38	0.52	2	3.50	0.76	2	4.25	1.04	2	3.50	1.07	3	3.38	0.52	3	2.88	0.35	2	2.38	G
16	จ1/25	10.45	0.74	3	11.48	2.10	2	2.83	0.41	1	3.83	0.41	3	4.33	1.21	3	3.50	0.84	3	3.17	0.41	2	2.83	0.41	2	2.38	G
Average of G		9.93			12.23			3.44			3.65			4.32			3.51			3.31			2.86			2.52	
17	3/38	10.15	1.26	2	11.35	2.22	2	3.25	0.71	2	3.63	0.52	3	3.88	1.81	2	3.13	1.25	2	3.38	0.52	3	2.63	0.52	2	2.25	M
18	5/49	10.43	2.15	3	12.66	4.02	2	3.50	0.76	2	3.38	0.74	2	4.25	0.89	2	3.00	1.20	2	3.25	0.46	3	2.75	0.46	2	2.25	M
19	14/26	10.58	1.40	3	13.79	3.27	3	3.50	0.54	2	3.38	0.52	2	3.75	1.17	2	3.13	0.64	2	3.00	0.54	2	2.63	0.52	2	2.25	M
20	2 c 14	10.39	1.99	3	13.08	1.58	3	3.50	0.54	2	3.25	0.89	2	3.38	1.30	2	2.88	1.36	2	2.63	0.52	2	2.88	0.35	2	2.25	M
21	22 c 52	10.63	1.62	3	14.87	4.15	3	3.50	0.55	2	3.00	0.63	1	3.50	1.38	2	2.67	1.03	2	3.00	0.00	2	3.00	0.00	3	2.25	M
22	28 c 44	10.06	1.75	2	12.30	2.72	2	3.25	0.71	2	3.50	0.54	2	4.38	0.74	3	3.38	0.92	2	3.25	0.89	3	2.75	0.46	2	2.25	M
23	4 c 25	10.74	1.59	3	13.61	2.41	3	3.50	0.54	2	3.38	0.74	2	3.25	1.28	2	3.00	0.76	2	2.75	0.46	2	2.75	0.46	2	2.25	M
24	5 c 87	10.44	1.06	3	13.64	4.08	3	3.50	0.76	2	3.13	0.64	2	4.25	0.89	2	3.13	0.99	2	2.50	0.54	2	2.63	0.52	2	2.25	M
25	5n/6	9.57	1.37	2	9.96	1.54	1	3.38	0.74	2	3.75	0.71	3	4.50	1.07	3	3.38	1.06	2	2.88	0.84	2	3.00	0.00	3	2.25	M
26	3/24	9.25	2.83	2	10.35	0.73	2	3.38	0.74	2	3.50	0.76	2	3.63	1.77	2	2.75	1.28	2	3.13	0.64	2	3.00	0.00	3	2.13	M
27	5/20	9.05	2.64	2	12.27	4.03	2	3.71	0.49	3	3.43	0.54	2	4.14	0.69	2	3.29	0.49	2	2.71	0.76	2	2.86	0.38	2	2.13	M
28	5/37	9.81	2.95	2	11.32	5.48	2	3.60	0.55	3	3.20	0.45	2	3.80	1.64	2	3.20	0.84	2	3.20	0.84	2	2.80	0.45	2	2.13	M
29	5/38	10.37	2.70	3	12.74	4.58	2	2.88	0.84	1	3.63	0.74	3	3.88	1.25	2	3.13	0.64	2	2.75	0.71	2	2.75	0.46	2	2.13	M
30	5/48	10.20	1.33	2	12.31	3.97	2	3.50	0.54	2	3.38	0.52	2	4.00	1.31	2	2.88	1.36	2	3.25	0.71	3	2.75	0.46	2	2.13	M
31	5/71	11.44	1.59	3	15.63	2.28	3	3.63	0.52	3	3.25	0.71	2	3.88	0.64	2	2.50	1.07	1	2.50	0.54	2	2.50	0.54	1	2.13	M
32	14/35	9.49	2.32	2	11.08	3.92	2	3.25	1.17	2	3.13	0.99	2	3.88	1.46	2	3.00	1.31	2	3.25	0.89	3	2.75	0.46	2	2.13	M
33	14/42	10.50	1.80	3	12.05	2.87	2	3.25	0.46	2	3.25	0.71	2	4.13	1.13	2	3.13	1.13	2	3.13	0.64	2	2.88	0.35	2	2.13	M
34	14/9	10.29	0.98	2	11.73	2.58	2	3.50	0.76	2	3.75	0.46	3	4.25	1.39	2	3.63	1.06	3	2.75	0.71	2	2.50	0.54	1	2.13	M

Table 2 (cont.)

No.	Clone No.	Growth						Stem quality																		
		H (m)			DBH (cm)			Stem straightness			Clear bole			Axis presistence			Branch size			Branch angle			Buttress			
		Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	Mean	SD	Class	
35	15 c 18	9.05	1.20	2	10.79	2.13	2	3.00	0.76	2	3.63	0.52	3	4.00	1.07	2	2.88	0.84	2	2.88	0.64	2	2.75	0.46	2	2.13	M
36	2 c 49	10.20	1.05	2	12.83	2.30	3	3.38	0.52	2	3.63	0.52	3	3.38	1.69	2	3.13	0.99	2	2.63	0.74	2	2.38	0.52	1	2.13	M
37	23/46	9.92	1.38	2	13.51	2.85	3	3.50	0.54	2	3.50	0.54	2	3.63	1.69	2	3.13	0.64	2	2.63	0.74	2	2.88	0.35	2	2.13	M
38	2ค/28	9.22	2.84	2	11.89	2.44	2	3.13	0.84	2	3.38	0.74	2	4.25	1.04	2	3.38	0.74	2	3.25	0.71	3	2.88	0.35	2	2.13	M
39	จ4/37	9.60	0.96	2	10.59	1.11	2	3.00	0.00	2	3.38	0.74	2	4.13	1.46	2	3.13	0.99	2	3.38	0.92	3	2.75	0.46	2	2.13	M
40	12/3	9.24	2.51	2	11.92	4.44	2	3.20	0.84	2	3.40	0.89	2	3.40	1.34	2	2.60	1.34	2	2.80	0.84	2	2.80	0.45	2	2.00	M
41	3/23	8.47	1.52	2	10.26	3.16	2	3.00	0.54	2	3.25	0.46	2	3.50	1.51	2	2.63	1.30	2	2.75	0.71	2	2.75	0.46	2	2.00	M
42	3/7	9.45	0.69	2	12.05	2.28	2	3.38	0.52	2	3.25	0.46	2	4.25	0.46	2	3.13	0.64	2	2.75	0.46	2	2.75	0.46	2	2.00	M
43	5/30	10.14	2.02	2	12.97	3.66	3	3.38	0.52	2	3.25	0.46	2	3.63	0.74	2	2.50	0.93	1	3.13	0.64	2	2.88	0.35	2	2.00	M
44	5/53	9.07	2.54	2	10.78	3.81	2	3.00	0.76	2	3.25	0.71	2	3.50	1.69	2	2.75	0.89	2	3.13	0.64	2	2.75	0.46	2	2.00	M
45	5/57	8.53	2.72	2	10.87	3.48	2	3.00	0.58	2	3.14	0.90	2	3.86	1.68	2	3.29	0.95	2	3.00	0.82	2	2.86	0.38	2	2.00	M
46	1 c 54	8.73	0.56	2	10.29	0.95	2	3.00	0.00	2	3.50	0.54	2	3.75	1.39	2	3.25	0.71	2	2.75	0.46	2	2.63	0.52	2	2.00	M
47	13 c 10	8.84	1.48	2	10.15	3.09	2	3.38	0.52	2	3.38	0.74	2	3.88	1.36	2	3.38	1.06	2	3.00	0.54	2	2.63	0.52	2	2.00	M
48	13 c 12	9.71	1.18	2	11.39	2.29	2	3.50	0.54	2	3.38	0.52	2	3.50	1.69	2	3.25	0.71	2	2.75	0.46	2	2.88	0.35	2	2.00	M
49	14/102	8.90	2.30	2	10.77	3.64	2	3.38	0.74	2	3.38	0.92	2	3.50	1.69	2	3.00	0.76	2	2.75	1.04	2	2.63	0.52	2	2.00	M
50	14/96	8.97	2.36	2	11.11	3.06	2	3.00	0.54	2	3.25	0.71	2	4.00	1.07	2	3.00	1.07	2	3.13	0.64	2	2.88	0.35	2	2.00	M
51	20/4	8.45	1.44	2	10.28	1.18	2	3.13	0.84	2	3.25	0.89	2	3.50	1.60	2	3.13	1.13	2	2.75	0.71	2	2.88	0.35	2	2.00	M
52	21/21	9.57	1.83	2	11.53	2.50	2	3.50	0.54	2	3.38	0.52	2	3.38	1.30	2	2.75	0.89	2	2.50	0.76	2	2.88	0.35	2	2.00	M
53	21/24	9.47	1.71	2	12.13	2.89	2	3.13	0.35	2	3.25	0.71	2	3.38	1.06	2	3.13	0.64	2	2.63	0.52	2	2.75	0.46	2	2.00	M
54	22 c 100	9.07	1.52	2	9.95	1.92	1	3.13	0.64	2	3.50	0.76	2	3.88	1.55	2	3.38	1.06	2	3.25	0.46	3	2.88	0.35	2	2.00	M
55	26 c 27	9.37	0.79	2	11.22	2.02	2	3.17	0.75	2	3.50	0.55	2	3.50	1.98	2	3.00	1.27	2	2.50	0.55	2	2.67	0.52	2	2.00	M
56	26 c 28	10.03	0.88	2	11.61	1.89	2	3.29	0.76	2	3.14	0.38	2	3.29	1.11	2	2.86	0.69	2	2.43	0.79	1	3.00	0.00	3	2.00	M
57	28 c 35	10.28	2.58	2	12.30	2.97	2	3.13	0.64	2	3.38	0.52	2	3.38	1.30	2	3.00	0.54	2	3.13	0.35	2	2.63	0.52	2	2.00	M
58	2ฑ/9	10.36	1.27	3	11.16	1.81	2	3.00	0.82	2	3.29	0.76	2	3.29	1.50	2	3.29	0.76	2	2.43	0.54	1	2.71	0.49	2	2.00	M
59	30 c 1	9.78	2.88	2	11.81	4.07	2	3.63	0.52	3	3.25	0.71	2	3.75	1.49	2	3.00	0.93	2	2.25	0.46	1	2.75	0.46	2	2.00	M
60	5 c 101	9.82	1.07	2	10.60	0.84	2	3.25	0.46	2	3.50	0.54	2	4.00	1.41	2	3.13	0.99	2	2.88	0.64	2	2.75	0.46	2	2.00	M
61	5ค/17	9.18	4.18	2	11.06	5.85	2	3.38	0.74	2	3.25	0.89	2	4.13	0.99	2	3.25	1.04	2	2.50	0.54	2	2.63	0.52	2	2.00	M
62	ก3/28	9.06	1.75	2	11.37	3.55	2	3.43	0.54	2	3.29	0.76	2	4.00	1.00	2	3.14	0.69	2	3.00	0.58	2	2.86	0.38	2	2.00	M
63	3/1	8.79	2.05	2	10.01	2.67	2	3.25	0.71	2	3.38	0.92	2	3.63	1.77	2	3.00	1.07	2	2.75	0.71	2	2.50	0.54	1	1.88	M
64	3/11	7.77	1.54	1	10.01	2.08	2	3.20	0.42	2	3.10	0.57	2	4.00	0.82	2	2.80	0.79	2	3.10	0.32	2	2.80	0.42	2	1.88	M
65	5/54	9.95	2.43	2	11.70	3.06	2	3.00	0.82	2	3.00	0.82	1	3.29	1.60	2	2.71	1.11	2	2.71	0.76	2	2.86	0.38	2	1.88	M
66	11 c 25	9.28	1.56	2	11.89	3.15	2	3.13	0.84	2	3.63	0.52	3	3.00	1.77	1	2.63	1.30	2	2.75	0.71	2	2.50	0.54	1	1.88	M
67	1ก/24	8.16	1.48	1	10.29	1.88	2	3.25	0.46	2	3.38	0.52	2	4.25	0.89	2	3.38	0.74	2	3.00	0.76	2	2.88	0.35	2	1.88	M
68	21/33	8.73	3.31	2	11.00	4.54	2	3.25	0.71	2	3.00	0.54	1	4.00	1.07	2	3.13	0.84	2	3.13	0.64	2	2.88	0.35	2	1.88	M
69	22 c 54	10.86	1.53	3	12.93	2.31	3	3.29	0.76	2	3.14	0.90	2	2.57	1.72	1	2.00	1.16	1	2.57	0.54	2	2.57	0.54	1	1.88	M

Table 2 (cont.)

70	2n/41	9.67	3.04	2	10.85	2.98	2	2.88	0.64	1	3.13	0.84	2	3.75	1.04	2	3.00	0.76	2	2.75	0.71	2	2.88	0.35	2	1.88	M
71	n5/25	8.23	2.61	1	10.38	3.96	2	3.13	0.64	2	3.13	0.84	2	3.38	1.41	2	3.00	0.76	2	2.50	0.54	2	2.75	0.46	2	1.88	M
72	12/36	7.53	2.84	1	9.22	4.14	1	3.00	0.93	2	3.13	0.99	2	4.25	0.71	2	3.25	0.71	2	3.00	0.76	2	2.88	0.35	2	1.75	M
73	3/8	7.41	3.42	1	10.33	2.50	2	3.00	0.58	2	3.00	0.82	1	3.14	1.86	2	2.86	1.22	2	2.71	0.49	2	2.86	0.38	2	1.75	M
74	5/52	9.04	2.78	2	11.52	4.05	2	3.38	0.52	2	3.00	0.00	1	3.63	1.30	2	2.88	0.99	2	2.13	0.64	1	2.63	0.52	2	1.75	M
75	5/79	8.32	3.65	1	11.13	5.62	2	3.00	0.82	2	3.29	0.76	2	3.71	1.60	2	2.57	1.13	2	2.71	0.49	2	2.57	0.54	1	1.75	M
76	11 c 12	9.26	2.51	2	11.69	3.60	2	3.00	0.76	2	2.88	0.64	1	3.00	1.41	1	2.88	0.35	2	2.50	0.54	2	2.63	0.52	2	1.75	M
77	11 c 26	10.42	1.68	3	12.10	3.81	2	3.25	0.46	2	3.00	0.76	1	2.50	1.41	1	2.00	1.20	1	2.50	0.54	2	2.75	0.46	2	1.75	M
78	11 c 29	9.42	1.17	2	11.30	1.61	2	3.38	0.52	2	3.63	0.52	3	2.63	1.60	1	3.13	0.35	2	2.25	0.46	1	2.38	0.52	1	1.75	M
79	15 c 25	8.09	1.06	1	9.73	1.36	1	2.88	0.35	1	3.50	0.76	2	4.25	1.17	2	3.13	1.36	2	2.63	0.92	2	3.00	0.00	3	1.75	M
80	15 c 26	9.22	1.15	2	12.06	2.77	2	3.63	0.52	3	3.00	0.00	1	3.75	1.49	2	3.13	0.84	2	2.38	0.52	1	2.50	0.54	1	1.75	M
81	25 c 5	9.82	3.61	2	12.15	4.97	2	3.38	0.52	2	3.25	0.71	2	3.00	1.51	1	2.38	0.92	1	2.50	0.54	2	2.75	0.46	2	1.75	M
82	26 c 25	8.47	3.29	2	9.81	3.29	1	3.00	0.76	2	2.88	0.84	1	3.25	1.39	2	2.63	0.92	2	2.63	0.52	2	2.63	0.52	2	1.75	M
83	26 c 44	8.01	1.35	1	9.95	2.24	1	3.13	0.35	2	3.38	0.52	2	3.88	1.25	2	3.38	0.52	2	2.88	0.35	2	2.88	0.35	2	1.75	M
84	28 c 25	8.52	1.84	2	9.66	2.52	1	3.38	0.92	2	2.88	0.84	1	3.50	1.60	2	2.88	1.13	2	2.63	0.52	2	2.88	0.35	2	1.75	M
Average of M	9.42			11.49			3.26			3.30			3.69			2.99			2.81			2.75			1.99		
85	11 c 27	9.86	0.65	2	10.97	0.92	2	3.33	0.52	2	3.17	0.41	2	2.00	1.27	1	2.17	0.98	1	2.33	0.82	1	2.67	0.52	2	1.63	P
86	14/52	7.88	1.36	1	9.38	1.87	1	3.00	0.00	2	2.88	0.64	1	3.63	0.92	2	3.13	0.35	2	2.63	0.74	2	2.88	0.35	2	1.63	P
87	21/14	7.48	2.60	1	9.86	3.79	1	3.38	0.52	2	3.25	0.71	2	3.13	0.84	2	2.63	0.52	2	2.38	0.52	1	2.75	0.46	2	1.63	P
88	21/35	8.13	1.20	1	9.03	1.22	1	3.38	0.52	2	3.25	0.71	2	3.88	1.55	2	3.25	1.04	2	2.25	0.46	1	2.63	0.52	2	1.63	P
89	3/9	10.00	1.35	2	12.35	2.01	2	3.13	0.64	2	3.50	0.54	2	1.75	1.39	1	1.50	0.93	1	2.13	0.64	1	2.50	0.54	1	1.50	P
90	5/76	8.99	3.10	2	11.04	4.35	2	2.63	0.52	1	3.00	0.76	1	2.63	1.41	1	2.50	0.93	1	2.63	0.52	2	2.75	0.46	2	1.50	P
91	11 c 7	8.98	1.83	2	10.96	2.74	2	2.88	0.64	1	3.13	0.64	2	2.25	1.49	1	1.88	1.13	1	2.63	0.52	2	2.25	0.46	1	1.50	P
92	15 c 27	8.87	2.56	2	13.01	4.09	3	3.25	0.71	2	3.00	0.54	1	3.00	1.69	1	2.50	1.07	1	2.25	0.71	1	2.50	0.54	1	1.50	P
93	15 c 30	8.24	1.83	1	9.16	3.16	1	2.88	0.64	1	3.00	0.76	1	3.63	1.92	2	3.13	1.13	2	2.75	1.04	2	2.63	0.52	2	1.50	P
94	25 c 26	8.74	2.46	2	10.79	3.31	2	3.25	0.71	2	3.13	0.84	2	1.88	1.25	1	2.13	0.84	1	2.38	0.52	1	2.38	0.52	1	1.50	P
95	4 c 29	7.49	2.57	1	8.75	3.18	1	2.88	0.35	1	2.63	0.52	1	3.13	1.13	2	2.63	0.52	2	2.75	0.46	2	2.75	0.46	2	1.50	P
96	15 c 29	9.08	2.08	2	10.82	3.17	2	2.88	0.35	1	3.38	0.92	2	2.38	1.60	1	2.38	1.06	1	2.25	0.46	1	2.38	0.52	1	1.38	P
97	7 c 15	6.75	1.72	1	8.03	2.43	1	2.71	0.76	1	2.86	0.69	1	2.86	1.77	1	2.86	1.07	2	2.57	0.79	2	2.71	0.49	2	1.38	P
98	n5/20	8.27	2.56	1	9.69	2.34	1	2.50	0.54	1	2.63	0.74	1	3.00	1.41	1	2.88	0.99	2	2.88	0.35	2	2.75	0.46	2	1.38	P
99	21/25	7.61	1.35	1	9.30	1.48	1	3.00	0.54	2	2.75	0.71	1	2.75	1.75	1	2.50	0.76	1	2.00	0.00	1	2.75	0.46	2	1.25	P
100	7 c 11	8.11	2.37	1	9.25	1.80	1	2.75	0.71	1	2.75	0.71	1	2.38	1.41	1	2.75	0.89	2	2.75	0.46	2	2.50	0.54	1	1.25	P
Average of P		8.40			10.15			2.99			3.02			2.76			2.55			2.47			2.61			1.48		
Total		9.34**	0.98		11.40**	1.41		3.24*	0.26		3.31**	0.28		3.64**	0.64		3.00**	0.43		2.83**	0.38		2.75^{NS}	0.16		2.00	0.33
กลุ่มดีที่สุด		> 10.32			> 12.80			> 3.51			> 3.59			> 4.28			> 3.43			> 3.21			> 2.91			> 2.33	
กลุ่มปานกลาง		8.36-10.32			9.99-12.80			2.98-3.51			3.03-3.59			3.00-4.28			2.57-3.43			2.46-3.21			2.58-2.91			1.66-2.33	
กลุ่มด้อยที่สุด		< 8.36			< 9.99			< 2.98			< 3.03			< 3.00			< 2.57			< 2.46			< 2.58			< 1.66	
The proportion of supesior trees (score)								89.82 (4-5)			88.27 (4-5)			37.24 (5)			73.32 (3-4)			67.53 (3-4)			100 (1-3)				

Remark: * Significant difference at p< 0.05, ** Significant difference at p< 0.01, ^{NS} Non-significant difference

ใน Table 2 จากการประเมินผลทางพันธุกรรมของแต่ละลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ การเติบโตทางความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และรูปทรงของลำต้น ได้แก่ ความตรงของลำต้น ความเปลาของลำต้น การแตกง่ามของลำต้น ขนาดของกิ่ง มุมของกิ่ง และพูพอนลำต้น โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละลักษณะ สามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มดีที่สุด (มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยรวม +SD = 3 คะแนน) กลุ่มปานกลาง (มีค่าระหว่างค่าเฉลี่ยรวม $\pm$SD = 2 คะแนน) และกลุ่มด้อยที่สุด (มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม -SD = 1 คะแนน) เมื่อประเมินผลรวมของทุกลักษณะพบว่า กลุ่มดีที่สุดมีจำนวน 16 clones ได้แก่ clone no. 5/32, 14/38, 14/5, 5/27, 28 c 33, 28 c 48, ก5/27, 3/4, 5/16, 5/7, 5/74, 14/21, 14/92, 23/15, 26 c 29 และ จ1/25 กลุ่มปานกลางมี 68 clones และกลุ่มด้อยมี 16 clones ดังนั้น clone ที่อยู่ในลำดับต้นๆ ของ Table 2 เป็นแม่ไม้พันธุ์ดีที่ควรนำไปขยายพันธุ์เพื่อการปลูกสร้างสวนป่าและนำไปใช้เป็นประชากรพื้นฐานเพื่อปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้นใน generation ต่อๆ ไป สำหรับแปลงทดสอบสายต้น/สายพันธุ์นี้สามารถพัฒนาเป็นสวนผลิตเมล็ด (Clonal seed orchard) โดยตัด clones ที่มีลักษณะไม่ดีออกเหลือไว้เฉพาะ clones ที่ดีเท่านั้น จำนวน clones ที่จะตัดออกขึ้นกับความหนักเบาของการตัดสาง โดยให้เลือกจากลำดับล่างสุดของ Table 2 ขึ้นไป และเนื่องจากแปลงทดลองนี้กำหนดระยะปลูก 4 x 4 เมตร วางผังปลูกต้นสักจำนวน 2 ต้นต่อ clone ในแต่ละซ้ำ จำเป็นต้องตัดให้เหลือต้นที่ดีที่สุดเพียง 1 ต้นต่อ clone ในแต่ละซ้ำ เพื่อป้องกันการผสมภายใน clone เดียวกัน (inbreeding) การพัฒนาเป็นสวนผลิตเมล็ดจำเป็นต้องให้เรือนยอดมีระยะห่างเพื่อให้ได้รับแสงเต็มที่จึงจะให้ผลผลิตเมล็ดดี ขณะที่ศึกษาเรือนยอดไม้มีความกว้างระหว่าง 3.27 - 4.05 เมตร เรือนยอดเริ่มชนกัน ดังนั้น การตัดสางควรทำในช่วง 2 - 3 ปี ถัดจากนี้ไป เมื่อเรือนยอดเบียดชิดและบดบังแสงกัน

2. การประมาณปริมาตรไม้ มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอน

สมการปริมาตรไม้ มวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ ที่สร้างขึ้นโดยใช้สมการยกกำลัง (power equation) จากตัวแทนต้นไม้ 12 ต้น (Table 3) เพื่อนำไปประมาณหาปริมาตรและมวลชีวภาพไม้ทั้งแปลง

2.1 ปริมาตรไม้

จากสมการปริมาตรไม้ เมื่อคำนวณหาปริมาตรไม้สักทั้งแปลงพบว่า ปริมาตรไม้เหนือเปลือกและปริมาตรใต้เปลือกที่ปรับแก้แล้วเท่ากับ 39.77 และ 25.76 ลูกบาศก์เมตร หรือ 4.97 และ 3.22 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คิดเป็นความเพิ่มพูนของปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 0.32 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี ส่วนใหญ่ต้นไม้มีขนาดเส้นรอบวง 30-60 เซนติเมตร (Table 4)

2.2 มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และการกักเก็บคาร์บอน

จากสมการมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง และใบที่สร้างขึ้น เมื่อคำนวณหามวลชีวภาพของไม้สักทั้งแปลงที่ปรับแก้แล้วพบว่า มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 25,506 กิโลกรัม หรือ 3,188 กิโลกรัมต่อไร่ แยกเป็นมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง ใบ และรากเท่ากับ 2,108, 720 และ 360 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของมวลชีวภาพเท่ากับ 319 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (Table 5)

เมื่อคำนวณค่าคาร์บอนในมวลชีวภาพ โดยใช้ความเข้มข้นของคาร์บอนในเนื้อเยื่อพืชส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับร้อยละ 50.55, 51.44 และ 53.72 ตามลำดับ (ประพาย และคณะ, 2558) พบว่า ไม้สักทั้งแปลงมีการกักเก็บคาร์บอน 13,036 กิโลกรัม หรือ 1,630 กิโลกรัมต่อไร่ แยกเป็นมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ

1,066, 370, และ 194 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คิดเป็น 1.04 ตันต่อไร่ (Table 5)

Table 3 Allometric equations of stem volume and above-ground biomass of 10 year-old teak

	Equation	R^2	Adjust value
Stem volume	$V_{over\ bark} = 0.0002\ (DBH)^{2.3314}$	0.9848	0.7844
	$V_{under\ bark} = 0.00006\ (DBH)^{2.5222}$	0.9872	1.0369
Biomass	$W_S = 0.0429\ (DBH)^{2.495}$	0.9769	1.0183
	$W_B = 0.012\ (DBH)^{2.5487}$	0.917	1.0820
	$W_L = 0.6509\ (DBH)^{0.8552}$	0.9284	1.1326

Remark: $V_{over\ bark}$ = ปริมาตรเหนือเปลือก (ลูกบาศก์เมตร)

$V_{under\ bark}$ = ปริมาตรใต้เปลือก (ลูกบาศก์เมตร)

W_S = มวลชีวภาพลำต้น (กิโลกรัมต่อต้น)

W_B = มวลชีวภาพกิ่ง (กิโลกรัมต่อต้น)

W_L = มวลชีวภาพใบ (กิโลกรัมต่อต้น)

DBH = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

Table 4 Wood production of teak with different stem-girth classes in 10 year-old teak Clonal/Progeny Test

GBH_Class (cm)	$V_{over\ bark}$ (m^3)			$V_{under\ bark}$ (m^3)		
	8 rai	1 rai	1 ha	8 rai	1 rai	1 ha
< 10	0.0046	0.0006	0.0036	0.0017	0.0002	0.0013
10-20	0.3837	0.0480	0.2998	0.1594	0.0199	0.1245
20-30	4.8085	0.6011	3.7567	2.1683	0.2710	1.6940
30-40	18.4791	2.3099	14.4368	8.7905	1.0988	6.8676
40-50	13.9976	1.7497	10.9357	6.9623	0.8703	5.4393
50-60	10.6115	1.3264	8.2902	5.4804	0.6851	4.2816
60-70	2.1174	0.2647	1.6542	1.1235	0.1404	0.8777
70-80	0.2930	0.0366	0.2289	0.1596	0.0200	0.1247
Total	50.70	6.34	39.61	24.85	3.11	19.41
Adjust value		0.7844			1.0369	
Adjust volume	39.77	4.97	31.07	25.76	3.22	20.13
Mean annual increment	3.98	0.50	3.11	2.58	0.32	2.01
Mean annual increment per		0.0051			0.0033	

Table 5 Above biomass of teak in 10 year-old teak Clonal/Progeny Test

Status	Stem	Branch	Leaf	Total
Biomass (kg.8 rai^{-1})	16,562	5,321	2,547	24,429
Adjust value	1.0183	1.0820	1.1326	
Adjust biomass (kg.8 rai^{-1})	16,864	5,757	2,884	25,506
Adjust biomass (kg.rai^{-1})	2,108	720	361	3,188
Mean annual increment (kg.rai^{-1}.yr^{-1})	210.8	72.0	36.1	319
Mean annual increment (kg.individual^{-1}.yr^{-1})	2.17	0.74	0.37	3.29
Carbon storage (kg.8 rai^{-1})	8,525	2,961	1,549	13,036
Carbon storage (kg.rai^{-1})	1,066	370	194	1,630
		CO_2 absorption (ton.rai^{-1})		1.04

มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้สักที่ปลูกในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง และเหมาะสมน้อย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.96, 0.77 และ 0.61 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (คณะวนศาสตร์, 2554) เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงไม้สักจากผลการศึกษานี้ พบว่า มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 0.32 ตันต่อไร่ต่อปี ซึ่งจัดเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อยต่อการปลูกไม้สัก เนื่องจากสถานีวนวัฒนวิจัยเชียงใหม่ เป็นแปลงทดลองที่จัดอยู่ในพื้นที่แห้งแล้ง

เมื่อเปรียบเทียบการเติบโตระหว่างกลุ่มสายพันธุ์ กลุ่มที่ดีมีความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 9.93 เมตร และ 12.23 เซนติเมตร ซึ่งดีกว่ากลุ่มปานกลาง (9.42 เมตร และ 11.49 เซนติเมตร) และกลุ่มด้อย (8.40 เมตร และ 10.15 เซนติเมตร) และลักษณะรูปทรงลำต้น ได้แก่ ความตรงของลำต้น ความเปลาของลำต้น การแตกง่ามของลำต้น ขนาดของกิ่ง มุมของกิ่ง และพูพอนลำต้น กลุ่มที่ดีมีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มด้อยเช่นเดียวกัน ดังนั้น หากตัดสาง clones ที่มีการเติบโตต่ำออก จะเปิดโอกาสให้ต้นที่เหลือมีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้อัตราความเพิ่มพูนของปริมาตร มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนเพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงทดสอบไม้สักจากกล้าปักชำอายุ 10 ปี ที่จังหวัดกำแพงเพชร เนื้อที่ 8 ไร่ ระยะปลูก 4 x 4 ตารางเมตร จำนวนต้นไม้เหลือ 70 ต้น/ไร่ มีความสูงเฉลี่ย 8.67 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 12.54 เซนติเมตร มีความเพิ่มพูนรายปีด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.87 เมตรต่อปี และ 1.25 เซนติเมตรต่อปี มีปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 30.49 ลูกบาศก์เมตร หรือ 3.81 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คิดเป็นความเพิ่มพูนของปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 0.38 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 28,579 กิโลกรัม หรือ 3,573 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คิดเป็น 1.16 ตันต่อไร่ พบว่า แปลงทดสอบไม้สักที่จังหวัดกำแพงเพชรมีการเติบโตดีกว่าสถานีวนวัฒนวิจัยเชียงใหม่เล็กน้อย สาเหตุหนึ่งเนื่องจากต้นไม้ในแปลงทดสอบไม้สักที่จังหวัดเชียงใหม่มีความหนาแน่นมากกว่าที่จังหวัดกำแพงเพชร ทำให้มีการแก่งแย่งแสงและธาตุอาหารสูงกว่าการเติบโตจึงด้อยกว่า

สรุปผล

การประเมินผลการทดสอบสายต้น/สายพันธุ์ไม้สักปี 2550 ที่สถานีวนวัฒนวิจัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ อายุ 10 ปี ได้จัดกลุ่ม clone ที่ดีที่สุด คือ มีการเติบโตและรูปทรงดี ได้แก่ ความตรงของลำต้น ความเปลาของลำต้น

การแตกง่ามของลำต้น ขนาดของกิ่ง มุมของกิ่ง และพูพอนที่โคน จำนวน 16 clones คือ clone no. 5/27, 28 c 33, 28 c 48, ก5/27, 3/4, 5/16, 5/7, 5/74, 14/21, 14/92, 23/15, 26 c 29 และ จ1/25 ซึ่งควรนำไปขยายพันธุ์เพื่อการปลูกสร้างสวนป่าที่มีคุณภาพต่อไป พ่อ-แม่ไม้ของคู่ผสมเหล่านี้จัดเป็นพ่อและแม่ไม้ที่ดีควรนำไปใช้เป็นประชากรพื้นฐานเพื่อปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้นใน generation ต่อไป และการพัฒนาแปลงทดสอบสายต้น/สายพันธุ์ไม้สักให้เป็นสวนผลิตเมล็ด (Clonal seed orchard) จำเป็นต้องตัดให้เหลือต้นที่ดีที่สุดเพียง 1 ต้นต่อ clone ในแต่ละซ้ำ เพื่อป้องกันการผสมภายใน clone เดียวกัน (inbreeding) และตัด clone ในกลุ่มด้อยที่มีลักษณะไม่ดีออกเหลือไว้เฉพาะ clones ที่ดี โดยจำนวน clones ที่จะตัดออกขึ้นกับความหนักเบาของการตัดสาง

การประมาณปริมาตรใต้เปลือกและมวลชีวภาพของไม้สักในแปลงทดสอบสายต้น/สายพันธุ์ไม้สักปี 2550 อายุ 10 ปี คิดเป็น 3.22 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 3,188 กิโลกรัมต่อไร่ และประมาณการกักเก็บคาร์บอนได้ 1,630 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1.04 ตันต่อไร่ สมการประมาณปริมาตรไม้ มวลชีวภาพลำต้น กิ่ง และใบ จากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของไม้สักในพื้นที่อื่นได้อีกด้วย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คณะวนศาสตร์. 2554. **คู่มือศักยภาพของพรรณไม้ สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ประพาย แก่นนาค, อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์, สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล และ อโณทัย ไพยารมณ์. 2558. การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของสวนป่าไม้สักอายุ 10 ปี จังหวัดกำแพงเพชร, น. 356-364. *ใน* **ผลงานวิชาการป่าไม้ การประชุมการป่าไม้ประจำปี พ.ศ. 2558: ป่าไม้ไทย...ใครกำหนด.** วันที่ 22-26 เมษายน พ.ศ. 2558 ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2538. **ผลผลิตและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 557 น.

วิเชียร สุมันตกุล. 2542. **หลักการปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าเบื้องต้น.** เอกสารส่งเสริมและเผยแพร่ทาง วนวัฒนวิทยา ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 95 น.

สมบูรณ์ กีรติประยูร และ สมหมาย นามสวาท. 2537. เทคนิคบางอย่างในการประมาณผลผลิตของสวนป่า II. การประมาณมวลชีวภาพของส่วนของลำต้นที่มีขนาดจำกัด, น. 124-137. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2537: การปลูกป่าเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อม**. ระหว่างวันที่ 21-25 พฤศจิกายน 2537 ณ โรงแรมวังใต้ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี.

Ciesla, W. 1995. **Climate change, forests and forest management**. FAO Forest Paper. Food and Agriculture Organization.

Kittibanpacha, S., C. Mungkalarat and P. Chataecha. 1988. **Evaluation of rangwide provenance trials of white spruce (*Picea gluca*).** Report in DANIDA training course on The Improvement Program, May-October, 1988. Horsholm, Denmark: 5-26.

Pinyopusarerk, K. and H. Keiding. 1981. **Proposal for standardising assessments in international provenance trials of teak *Tectona grandis* L.** DANIDA Forest Seed Centre, Circular Letter. No. 15.

Snowdon, P. 1991. A ratio estimator for bias correction in logarithmic regression. **Canadian Journal of Forest Research**, 1991, 21(5): 720-724, 10.1139/x91-101.

Sombun, K. 1980. **Progeny testing**. Regional Training Course in Forest Tree Improvement, Thailand. April 21 - May 31, 1980.

ผลของการตัดขยายระยะต่อการสะสมและปริมาณสารอาหารของซากพืช ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

Effects of Thinning on Litter Accumulation and Nutrient Content in Reforestation Area of SakaeratSilvicultural Research Station, NakhonRatchasima Province

อารยา อุ้ยกิ้ม[1*] และ รุ่งเรือง พูลศิริ[1]

Araya Auikim[1*] and Roongreang Poolsiri[1]

[1]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **Araya100938@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อการสะสมและปริมาณสารอาหารของซากพืชในพื้นที่ป่าฟื้นฟู สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ที่มีวิธีตัดขยายระยะ 4 วิธี ได้แก่ ไม่มีการตัดขยายระยะ ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 และ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่ม โดยยึดพื้นที่หน้าตัดเป็นหลักดำเนินการวางแปลงการทดลองแบบสุ่มตัวอย่าง (completely randomized design; CRD) ดำเนินการเก็บข้อมูลในเดือนกรกฎาคม 2560โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างซากพืชทั้งหมดที่อยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมขนาด 1x1 เมตร และทำการวิเคราะห์หาน้ำหนักแห้ง ปริมาณสารอาหารของซากพืช และคำนวณปริมาณการคืนกลับของสารอาหาร

จากการศึกษา พบว่า ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 มีปริมาณการสะสมซากพืชมากที่สุด รองลงมาคือ ไม่มีการตัดขยายระยะ ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 และ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่ม มีค่าเท่ากับ 7.07, 6.99, 6.40 และ 5.56 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ความเข้มข้นของสารอาหารในซากพืช พบว่า แปลงที่มีการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 และ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่มมีร้อยละความเข้มข้นของแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ตามลำดับ ในส่วนของแปลงที่มีการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 และไม่มีการตัดขยายระยะ มีร้อยละความเข้มข้นของโพแทสเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ตามลำดับ ปริมาณการคืนกลับของสารอาหารที่ได้จากซากพืช พบว่า แปลงที่มีการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 และ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่มมีแนวโน้มการคืนกลับของแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ตามลำดับ ในส่วนของแปลงที่มีการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 และไม่มีการตัดขยายระยะมีแนวโน้มการคืนกลับของโพแทสเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ตามลำดับ

คำสำคัญ: ตัดขยายระยะ ซากพืช สารอาหาร ป่าฟื้นฟู

ABSTRACT

This study on effects of thinning on litter accumulation and nutrient content in reforestation area of Sakaerat Silvicultural Research Station, NakhonRatchasima Province used Completely Randomized Design (CRD) to compare 4 thinning intensities (no thinning, 1/3 of basal area thinning, 2/3 of basal area thinning, and group thinning). Litter samples were randomly collected in July 2017 from 1x1 m plots. Dry weight, nutrient content and nutrient return rate of litter samples were analyzed. The results indicated that in the 2/3 thinning plot had the highest average litter accumulation of 7.07 ton per hectare (t/ha) followed by no thinning plot (6.99 t/ha), 1/3 thinning plot (6.40 t/ha) and group thinning plot (5.56 t/ha), respectively. The estimation of nutrient concentrations in the litter indicated that 2/3 thinning plot and group thinning plot had the highest average of calcium concentration followed by potassium, magnesium and phosphorus, respectively; while 1/3 thinning plot and no thinning plot had highest average of potassium concentration followed by calcium, magnesium and phosphorus, respectively. For nutrient return rate, this study found that 2/3 thinning plot and group thinning plot had the highest calcium return rate followed by potassium, magnesium and phosphorus, respectively; while 1/3 thinning plot and no thinning plot had the highest potassium return rate followed by calcium, magnesium and phosphorus, respectively.

Keyword : Thinning, Litter, Nutrient content, Reforestation

คำนำ

สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จัดตั้งขึ้นเพื่อพัฒนาเทคนิคเกี่ยวกับการฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรมในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาภูหลวงที่ได้รับผลกระทบจากการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำเกษตรกรรม ทางรัฐบาลไทยจึงร่วมมือ กับยังรัฐบาลญี่ปุ่นในการปลูกฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรมให้กลับมาเป็นป่าดิบแล้งและเต็งรังซึ่งเป็นป่าดั่งเดิมอีกครั้ง โดยในกระบวนการฟื้นฟูป่าจำเป็นต้องอาศัยปฏิบัติการทางวนวัฒนวิทยาเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การตัดขยายระยะ (thinning) ซึ่งเป็นวิธีปฏิบัติทางวนวัฒนวิทยาวิธีหนึ่ง เพื่อเร่งการเติบโตของต้นไม้ที่เหลืออยู่

ภายหลังจากการตัดขยายระยะหมู่ไม้ที่เหลืออยู่จะมีการเติบโตอย่างแข็งแรง และเป็นไม้ใหญ่ได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังมีการร่วงหล่นของซากพืช เมื่อเกิดการย่อยสลายแล้วซากพืชเหล่านี้จะปลดปล่อยสารอาหารกลับคืนลงสู่ดิน ทั้งนี้การตัดขยายระยะยังเป็นการเปิดช่องว่าง (growing space) ให้กับต้นไม้ที่เหลืออยู่ได้เจริญเติบโตปกคลุมพื้นที่ต่อไป เนื่องจากมีแสงส่องลงมาพื้นล่างเพิ่มมากขึ้น อาจมีพืชพรรณอื่นเกิดมาใหม่ภายหลังการตัดขยายระยะด้วย ซึ่งมักจะเป็นไม้พุ่มหรือไม้ล้มลุกที่ทนร่มได้ และมีอายุสั้น เมื่อพืชพรรณเหล่านี้ตายลงก็จะปลดปล่อยสารอาหารกลับคืนลงสู่ดินเช่นกัน

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาแตกต่างกันทั้ง 4 วิธี คือ ไม่มีการตัดขยายระยะ ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 และตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่มโดยยึดพื้นที่หน้าตัดเป็นหลัก ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัด

นครราชสีมา เพื่อศึกษาการสะสมของซากพืชและปริมาณสารอาหารของซากพืชภายหลังจากการตัดขยายระยะว่ามีมากน้อยเพียงไร ซึ่งการศึกษาครั้งนี้สามารถนำผลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการเลือกใช้ความหนักเบาของการตัดขยายระยะต่อการจัดการพื้นที่ป่าฟื้นฟูที่มีวิธีฟื้นฟูที่คล้ายกันได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในงานภาคสนาม
   1.1 กรอบไม้สี่เหลี่ยมขนาด1x1 เมตร
   1.2 ถุงดำ
   1.3 ถุงกระดาษ
   1.4 ลวดเย็บกระดาษ
   1.5 ตาชั่งน้ำหนัก
   1.6 อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
   2.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก
   2.2 ตู้อบความร้อน
   2.3 เครื่องบดละเอียด
   2.4 เครื่องspectrometer
   2.5 เครื่อง atomic absorption spectrometer

วิธีการ

1. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

1.1 การเลือกพื้นที่ในการวางแปลงทดลอง ทำการคัดเลือกพื้นที่เพื่อวางแปลงทดลองในแปลงฟื้นฟูอายุ 32 ปี บริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา แปลงปลูกปี พ.ศ. 2528 ที่ได้ทำการฟื้นฟูพื้นที่ด้วยต้นกระถินเทพา มีการตัดขยายระยะเมื่อปี พ.ศ. 2550 ด้วยวิธีตัดขยายระยะที่มีความแตกต่างกัน 4 วิธี และปลูกไม้ดั้งเดิมแทรก ได้แก่ ตะเคียนหิน ตะเคียนทอง และแดง ซึ่งปัจจุบันไม้ดั้งเดิมมีอายุ 10 ปี การศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บข้อมูล 1 ครั้งในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560

1.2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(completely randomized design; CRD) โดยการวางแปลงตัวอย่างทดลองขนาด 18x24 เมตร จำนวน 9 แปลง ในแต่ละแปลงปลูกฟื้นฟูที่มีการตัดขยายระยะ 3 วิธี คือ ไม่มีการตัดขยายระยะ ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 และวางแปลงทดลองขนาด 12x36 เมตร จำนวน 3 แปลงในแปลงฟื้นฟูที่มีการตัดหมด

1.3 ใช้กรอบไม้สี่เหลี่ยมที่มีขนาด1x1 เมตร วางในพื้นที่ที่มีการตัดขยายระยะในแต่ละวิธีทั้ง 12 แปลง เก็บซากพืชในแปลงตัวอย่าง แปลงละ 3 ซ้ำ

1.4 ชั่งน้ำหนักถุงดำแล้วทำการเก็บตัวอย่างซากพืชที่อยู่ในกรอบไม้สี่เหลี่ยมทั้งหมดใส่ถุงดำนำมาชั่งน้ำหนักสด แล้วจดบันทึกข้อมูล

1.5 นำซากพืชที่อยู่ในถุงดำที่ทำการสุ่มเก็บในแต่ละซ้ำทั้ง3 ซ้ำมาเทรวมกัน ชั่งน้ำหนักถุงกระดาษทำการสุ่มเก็บตัวอย่างซากพืชใส่ถุงกระดาษ แล้วชั่งน้ำหนักสดในตาชั่งที่มีความละเอียดเป็นหน่วยกรัม จดบันทึกข้อมูล นำตัวอย่างที่สุ่มเก็บในแต่ละแปลงไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

2.1 นำซากพืชที่สุ่มเก็บมาได้ในแต่ละแปลง ไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งคงที่ จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักแห้ง แล้วบดตัวอย่างให้ละเอียด

2.2 นำซากพืชที่บดละเอียดแล้วในแต่ละแปลงตัดขยายระยะ นำมาวิเคราะห์สารอาหาร ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ที่ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาป่าไม้ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยที่ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ทำการสกัดด้วยวิธี wet ashingด้วยกรด HNO_3- $HClO_4$ acid mixture ในอัตราส่วน HNO_3:$HClO_4$เท่ากับ 5:2 ทำการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยวิธี vanadomolybdate yellow color วัดปริมาณด้วยเครื่อง spectrometer ที่ wavelength 440 นาโนเมตร วิเคราะห์โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrometer เพื่อหาปริมาณสารอาหารที่ได้จากซากพืช

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยปริมาณซากพืช สารอาหารของซากพืช และปริมาณการคืนกลับของซากพืชในแต่ละวิธีตัดขยายระยะ ในแต่ละซ้ำที่ทำการศึกษา ตามวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance; one-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาการสะสมและปริมาณสารอาหารของซากพืชในพื้นที่ป่าฟื้นฟู สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ที่มีวิธีตัดขยายระยะที่แตกต่างกัน ได้แก่ ไม่มีการตัดขยายระยะ ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 และตัดหมด ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. ปริมาณการสะสมซากพืช

ปริมาณการสะสมซากพืชในพื้นที่ป่าฟื้นฟูที่มีวิธีการตัดขยายระยะที่แตกต่างกัน พบว่า แปลงที่มีการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 มีการสะสมซากพืชมากที่สุด รองลงมาคือ ไม่มีการตัดขยายระยะ ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 และตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่ม มีค่าเท่ากับ7.07, 6.99, 6.40 และ 5.56 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณการสะสมของซากพืชที่มีวิธีตัดขยายระยะต่างกัน สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

วิธีตัดขยายระยะ	ผลผลิตซากพืช (ตันต่อเฮกตาร์)
ไม่มีการตัดขยายระยะ	6.99±0.39[a]
ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3	6.40±0.24[ab]
ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3	7.07±0.33[a]
ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่ม	5.56±0.92[b]
F-value	5.05[*]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวตามแนวตั้งเดียวกันแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

การตัดขยายระยะจะเป็นการเปิดช่องว่าง ดังนั้นถ้ามีการตัดขยายระยะมาก ช่องว่างดังกล่าวก็จะมากตามไปด้วย ซึ่งจะส่งผลให้มีพรรณพืชอื่นเกิดมาใหม่ภายหลังการตัดขยายระยะ ซึ่งมักจะเป็นหญ้าและไม้พื้นล่าง ทำให้มีการสะสมของซากพืชในพื้นที่มาก เกษม และ สามัคคี (2523) พบว่า ป่าดิบแล้งบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช มีผลผลิตของซากพืช ประมาณ 7.71 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี สาเหตุที่ปริมาณซากพืชมีความใกล้เคียงกันเนื่องมาจากพื้นที่ที่ได้ทำการศึกษาเป็นป่าชนิดเดียวกันคือป่าดิบแล้ง และอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันปริมาณซากพืชจึงไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ตามคำนิยามของ Bray and Gorham (1964) ได้กล่าวไว้ว่า ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชจะแตกต่างกันไปตามชนิดของหมู่ไม้ ความหนาแน่นของหมู่ไม้อายุของหมู่ไม้ สภาพภูมิอากาศ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่นเดียวกับคำนิยามของ ประพันธ์ (2537) ได้ไว้กล่าวว่า ปริมาณซากพืชขึ้นอยู่กับพื้นที่ (site) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความเร็วของลมและฤดูกาล

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณการสะสมของซากพืชโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance; one-way ANOVA) พบว่า ปริมาณการสะสมของซากพืชแต่ละวิธีตัดขยายระยะทั้ง 4 วิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) พบว่า แปลงที่ไม่มีการตัดขยายระยะ ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 และตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนแปลงที่มีการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 และตัดหมดไม่มีความแตกต่างกันเช่นกัน

2. ความเข้มข้นของสารอาหารในซากพืช

แปลงที่มีการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 และ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่มมีร้อยละความเข้มข้นของแคลเซียมมากที่สุด (ตารางที่ 2) เนื่องมาจากแคลเซียมเป็นสารอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก (macronutrient element) และจำเป็นสำหรับเซลล์ที่เป็นโครงสร้างของพืชจะสะสมอยู่มากในผนังเซลล์ (cell wall)

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารอาหารในซากพืชที่มีวิธีตัดขยายระยะต่างกัน สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

วิธีตัดขยายระยะ	ร้อยละความเข้มข้น			
	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม
ไม่มีการตัดขยายระยะ	0.09±0.00	0.91±0.09	0.46±0.20	0.13±0.01
ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3	0.09±0.02	0.74±0.67	0.59±0.05	0.13±0.06
ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3	0.09±0.01	0.43±0.08	0.65±0.14	0.10±0.00
ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่ม	0.09±0.01	0.17±0.11	0.78±0.09	0.11±0.01
F-value	0.28^{ns}	2.65^{ns}	3.10^{ns}	0.53^{ns}

หมายเหตุ: ^{ns}แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$)

จากการศึกษาของ วราลักษณ์ (2555) พบว่า ในส่วนต่างๆ ของพืชจะมีการสะสมของแคลเซียมมาก ที่สุด เนื่องจากแคลเซียมเป็น immobile element ซึ่งเป็นสารอาหารที่เคลื่อนย้ายได้ยาก จึงตกค้างอยู่ในกิ่ง ใบ และเปลือก อีกทั้งดินในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราชเป็นดินที่มีปริมาณของแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่เป็นจำนวนมากเช่นเดียวกับการศึกษาของนรารัตน์ (2555) พบว่า ความเข้มข้นของสารอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่นลงมาโดยแคลเซียมจะมีร้อยละความเข้มข้นมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ตามลำดับ ในขณะที่ทุกแปลงการตัดขยายระยะ มีร้อยละความเข้มข้นของฟอสฟอรัสน้อยที่สุด เนื่องจากฟอสฟอรัสในดินที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ จะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบที่เรียกว่า ฟอสเฟตไอออน ($H_2PO_4^-$และ HPO_4^{2-}) ซึ่งจะต้องละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ภุชนาฏ (2550) ที่ได้กล่าวไว้ว่า โอกาสที่ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชนั้นมีน้อยถ้าพีเอช (pH) หรือสภาพของดินไม่เหมาะสมก็จะถูกตรึงได้ง่าย ดังนั้นพืชจึงดูดฟอสฟอรัสจากดินมาใช้ได้น้อย

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของสารอาหารในซากพืชโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance; one-way ANOVA) พบว่า ร้อยละความเข้มข้นของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ของแต่ละวิธีตัดขยายระยะทั้ง 4 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) เนื่องจากซากพืชที่นำมาวิเคราะห์มาจากป่าชนิดเดียวกันคือป่าฟื้นฟู มีการปลูกต้นไม้ที่เหมือนกัน ได้เก่ กระถินเทพา ตะเคียนหิน ตะเคียนทอง และแดงซึ่งเป็นพรรณไม้ในป่าดิบแล้ง เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลความเข้มข้นของสารอาหารในซากพืชแล้วพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ปริมาณการคืนกลับ (Return content) ของสารอาหารในซากพืช

แปลงที่มีการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 และ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่มมีแนวโน้มการคืนกลับของแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ตามลำดับ ในส่วนของแปลงที่มีการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 และไม่มีการตัดขยายระยะมีแนวโน้มการคืนกลับของ

โพแทสเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ตามลำดับ (ตารางที่ 3) พบว่า ปริมาณการคืนกลับของสารอาหารในซากพืชมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารอาหารในซากพืช

ตารางที่ 3 ปริมาณการคืนกลับของสารอาหารของซากพืชที่มีวิธีตัดขยายระยะต่างกัน สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

วิธีตัดขยายระยะ	ปริมาณการคืนกลับของสารอาหาร (กิโลกรัมต่อเฮกตาร์)			
	ฟอสฟอรัส	**โพแทสเซียม**	**แคลเซียม**	**แมกนีเซียม**
ไม่มีการตัดขยายระยะ	6.48±0.22	63.05±3.39	32.15±13.86	9.19±0.87
ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3	5.47±1.60	48.16±45.50	37.48±3.55	8.40±4.28
ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3	6.10±0.65	30.63±7.39	45.49±8.34	7.35±0.25
ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่ม	5.22±1.34	9.96±7.78	43.88±11.88	6.34±1.63
F-value	0.82^{ns}	2.86^{ns}	1.09^{ns}	0.85^{ns}

แปลงที่มีการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 และ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่มมีความเข้มข้นของแคลเซียมมากที่สุด และมีแนวโน้มปริมาณการคืนกลับแคลเซียมมากที่สุดเช่นกัน เช่นเดียวกับ เจษฎา (2544) ได้กล่าวไว้ว่า ปริมาณการคืนกลับสารอาหารขึ้นอยู่กับปริมาณของซากพืชที่ร่วงหล่นและปริมาณของสารอาหารในซากพืชนั้นๆ

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณการคืนกลับของสารอาหารในซากพืชโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance; one-way ANOVA) พบว่า ปริมาณการคืนกลับของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ของแต่ละวิธีตัดขยายระยะทั้ง 4 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$)

สรุป

การศึกษาการสะสมและปริมาณสารอาหารของซากพืชในพื้นที่ป่าฟื้นฟูที่มีวิธีตัดขยายระยะ 4 วิธีได้แก่ ไม่มีการตัดขยายระยะ ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 และ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่มสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมาสามารถสรุปได้ดังนี้

1. แปลงที่มีการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 มีการสะสมซากพืชมากที่สุดรองลงมาคือ ไม่มีการตัดขยายระยะ ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 และ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่มตามลำดับ
2. ร้อยละความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากันในทุกวิธีตัดขยายระยะ ร้อยละความเข้มข้นของโพแทสเซียม มีมากที่สุดในแปลงที่ไม่มีการตัดขยายระยะ รองลงมาคือ ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 และ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่มตามลำดับร้อยละความเข้มข้น

ของแคลเซียมมีมากที่สุดในแปลงที่ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่มรองลงมาคือ ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 คือ ตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 และไม่มีการตัดขยายระยะ ตามลำดับ ร้อยละความเข้มข้นของแมกนีเซียมมีมากที่สุดในแปลงไม่มีการตัดขยายระยะ และตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 รองลงมาคือ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่มตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 ตามลำดับ

3. แปลงที่มีไม่มีการตัดขยายระยะ และตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 1/3 มีแนวโน้มการคืนกลับของ K>Ca>Mg>P แปลงตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 และ ตัดเปิดช่องว่างแบบเป็นกลุ่มมีแนวโน้มการคืนกลับของ Ca>K>Mg>P

4. จากการศึกษาครั้งนี้การเลือกวิธีตัดขยายระยะที่เหมาะสม ควรเลือกวิธีตัดขยายระยะที่มีความหนักเบาของการตัด 2/3 เพราะมีปริมาณการสะสมซากพืชมากที่สุด อีกทั้งยังมีความเข้มข้นของสารอาหารในซากพืช และปริมาณการคืนกลับของสารอาหารในซากพืช ที่เมื่อทดสอบทางสถิติแล้ว พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญกับวิธีตัดขยายระยะวิธีอื่น

5. ควรมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องในทุก ๆ เดือน เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล และเพื่อให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณซากพืช

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกษม จันทร์แก้ว และ สามัคคี บุญยะวัฒน์. 2523. **รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 66**.24 น.

เจษฎา พันสถา. 2544. **การหมุนเวียนของธาตุอาหารในสวนป่าไม้สะเดาที่ปลูกด้วยระดับความหนาแน่นต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นรารัตน์ พัฒนสิงค์. 2555. **ผลผลิตมวลชีวภาพ ปริมาณการร่วงหล่นและการสลายตัวของซากพืชในป่าชายเลนชุมชนบ้านเปร็ดใน จังหวัดตราด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประพันธ์ สัมพันธ์พานิช. 2537. **ลักษณะโครงสร้าง ปริมาณการร่วงหล่น และอัตราการสลายตัวของซากพืชในระบบวนเกษตรแบบสวนบ้าน อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภุชนาฏ แสงอ่อน. 2550. **ปริมาณการร่วงหล่นและการสลายตัวของซากพืชในสวนป่าไม้ต่างถิ่น ณ ดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วราลักษณ์ การินทร์. 2555. **การสะสมและปริมาณสารอาหารของซากพืชในสวนป่าไม้พื้นเมือง ณ สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี**. โครงงานวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bray J.K. and E. Gorham. 1964. Litter production in forests of the world. **Adv. Ecol**. Res. 2: 101-157.

ผลของการลิดกิ่งต่อการเติบโตและคุณภาพเนื้อไม้ของสักในสวนป่า

Effects of Pruning on Growth and Wood Quality of Teak in Plantation

วรพรรณ หิมพานต์[1*] และ ทศพร วัชรางกูร[1]

Woraphun Himmapan[1*] and Tosporn Vacharangkura[1]

ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

Silvicultural Research Division, Forest Research and Development Bureau, the Royal Forest Department, Bangkok, 10900

*Corresponding Author; E-mail: **woraphun0901@gmail.com**

บทคัดย่อ

ผลของการลิดกิ่งต่อการเติบโตและรูปทรงของหมู่ไม้สักได้ดำเนินการโดยวางแปลงทดลองที่สวนป่าสักในจังหวัดอุตรดิตถ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ หน่วยทดลองคือความสูงของการลิดกิ่ง ประกอบด้วยแปลงควบคุม (ไม่มีการลิดกิ่ง) ลิดกิ่งถึงระดับความสูงจากพื้นดิน 5 เมตร 6 เมตร และ 7 เมตร เก็บข้อมูลภายหลังการลิดกิ่งเป็นเวลา 3 ปี โดยทำการตัดขยายระยะร้อยละ 50 ทั่วพื้นที่ในปีที่ 2 ของการศึกษา ผลของการศึกษาพบว่า การลิดกิ่งและระดับความสูงจากระดับพื้นดินของการลิดกิ่งไม่มีผลต่อการปรับปรุงการเติบโตของต้นสักผลผลิตของหมู่ไม้ และรูปทรงของต้นสัก ในระยะเวลา 3 ปี โดยการเติบโตที่เพิ่มมากขึ้นเป็นผลจากการตัดขยายระยะ ในส่วนของเนื้อไม้ พบว่าการลิดกิ่งที่ระดับความสูง 6 เมตร จากพื้นดินมีแนวโน้มที่จะให้ค่าคุณสมบัติของไม้สูงกว่าการลิดกิ่งที่ระดับอื่น แม้ว่าจะไม่ได้แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามหลังการลิดกิ่งและหลังการตัดขยายระยะทำให้เกิดกิ่งที่เกิดขึ้นจากตาที่งันอยู่เพิ่มมากขึ้น การดูแลรักษาอย่างประณีตเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่าย เจ้าของสวนป่าควรพิจารณาความคุ้มค่าของการลิดกิ่ง

คำสำคัญ: สัก การลิดกิ่งการเติบโตคุณภาพเนื้อไม้

ABSTRACT

Effects of pruning on growth and wood quality of teak stands were examined in 7-year–old teak plantation of Uttaradit Province, northern part of Thailand. In this 3 year study, a randomized complete block design with four replications was used. There were 4 levels of pruning according to pruning position from the ground including: no pruning (control), pruning at 5-m, pruning at 6-m and pruning at 7-m. In the second year of the study, 50% of the trees were thinned. The effects of pruning were measured in the third year after pruning. The results revealed that pruning and level of pruning did not affected to growth, yield, and shape of teak during the study period. However, we found significant increase of growth rate after the thinning. For wood quality, it was suggested that wood quality of teak with pruning at 6 m from the ground had higher wood quality than teak with other treatments. Nonetheless, there was no significant difference. It was noted that intensive care and pruning are costly. Therefore, the teak owners should carefully take this fact to consideration of worthiness of pruning.

Keywords: teak, pruning, growth, wood quality

ศักยภาพของชีวมวลเพื่อโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก : กรณีศึกษาของสวนป่าขุนแม่คำมี และสวนป่าแม่คำปอง-แม่สาย (ไม่เกิน 1 MW)

Potential of Biomass for Very Small Power Plant (not over 1 MW): A Case Study of Khun Mae Kham Mee Plantation and Mae Kham Pong - Mae Sai Forest Plantation

วัลลภา ตรัยวิกรานต์[1*]

Vallabha Trivikran[1*]

[1]สำนักวิจัยพัฒนาการจัดการป่าไม้เศรษฐกิจอย่างยั่งยืน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10100

[1]R&D for Sustainable Commercial Sustainable Forest management Office, Forest Industry Organization, Bangkok 10100

* Corresponding Author; E-mail: Wanlapa.tvk@gmail.com

บทคัดย่อ

ในฐานะที่องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เป็นหน่วยงานหลักในการปลูกสร้างสวนป่าไม้เศรษฐกิจและอุตสาหกรรมไม้ มีพื้นที่ที่อยู่ในความดูแลรับผิดชอบทั่วประเทศ ประมาณ 1.2 ล้านไร่ ซึ่งในการดำเนินงานของ สวนป่า มีเศษวัสดุเหลือทิ้ง อาทิ เศษไม้ ปลายไม้ และไม้พื้นล่าง จำนวนมาก การนำวัสดุเหลือทิ้งจากภาคป่าไม้มาเป็นเชื้อเพลิงจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจเพื่อตอบโจทย์ทางด้านพลังงาน ทั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาศักยภาพชีวมวลจากการดำเนินงานของสวนป่า เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก (Very Small Power Plant : VSPP) ไม่เกิน 1 MW ซึ่งจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลการปลูกสร้างสวนป่าและแผนการทำไม้ของสวนป่าสามารถนำมาศึกษาศักยภาพชีวมวลของสวนป่าได้ โดยการวิเคราะห์จากปริมาณไม้ที่ทำออกในระยะเวลา 30 ปี โดยสวนป่าขุนแม่คำมีและสวนป่าแม่คำปอง-แม่สาย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ มีศักยภาพชีวมวลรวมในอนาคตเฉลี่ย 9,293.76 ตัน/ปี มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้ารวมเฉลี่ย 0.94 MW มีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้ารวมเฉลี่ยที่การทำงาน 335 วัน หรือ 8,040 ชั่วโมงต่อปี เท่ากับ 7,577.39 MWh และมีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้ารวมเฉลี่ยที่ 365 วัน หรือ 8,760 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 8,261.12 MWh ซึ่งศักยภาพชีวมวลรวมของทั้ง 2 สวนป่ามีไม่เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นควรจัดหาชีวมวลจากสวนป่าใกล้เคียง เช่น สวนป่าแม่แฮด ซึ่งมีศักยภาพชีวมวลในอนาคต เฉลี่ย 2,922.43 ตัน/ปี มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าเฉลี่ย 0.30 MW มีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 335 วัน หรือ 8,040 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 2,382.71 MWh และมีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 365 วัน หรือ 8,760 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 2,597.71 MWh รวมทั้งควรจัดหาชีวมวลเสริมจากภาคการเกษตรของราษฎรในหมู่บ้านป่าไม้และบริเวณใกล้เคียงกับสวนป่าเพื่อความมั่นคงด้านเชื้อเพลิงอีกทางหนึ่งและควรมีแนวทางในการบริหารจัดการความเสี่ยงด้านพลังงาน

คำสำคัญ : ไม้สัก ชีวมวลจากการทำไม้ การทำไม้

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate potential to develop a very small biomass power plant;VSPP (less than 1 MW) from biomass derived from the operation of the Forest Industry Organization (FIO). FIO is responsible for forest plantation area approximately 1.2 million rai round the country. The operation of forest plantations usually produce large amount of

residues which can be used as raw materials for renewable energy production. Considering the forest plantation management plan and the amount of logging in a period of 30 years, it was suggested that, in the future, the Khun Mae Kham Mee and Mae Kham Pong – Mae Sai Forest Plantations could provide 9,293.76 tons/year of average biomass with average electricity generating capacity of 0.94 MW. At 335 working days (8,040 working hrs/year), this VSPP could produce average generating unit of 7,577.39 MWh or average generating unit of 8,261.12 MWh at 365 working days (8,760 working hrs/year). The results revealed that the potential of biomass from the two forest plantations was insufficient to fulfill the demand. Therefore, additional sources of biomass should be included such as from Mae Had Forest Plantation which had potential biomass of 2,922.43 tons/year, average electricity generating capacity of 0.30 MW, and average generating unit of 2,382.71 MWh from 8,040 working hrs/year or 2,597.71 MWh from 8,760 working hrs/year. Moreover, additional biomass could be gathered from agricultural residues from nearby area to ensure energy security. Finally, a guideline for biomass risk management should be in place.

Keywords: Teak, Wood Biomass, Logging

คำนำ

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและพัฒนาประเทศ แต่เนื่องจากพลังงานหลักทั่วโลกมีจำกัดและลดลงอย่างน่าเป็นห่วงก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนเชื้อเพลิง ดังนั้นการหาแหล่งพลังงานทดแทนในรูปแบบอื่นๆ จึงเป็นที่น่าสนใจโดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อเพลิงที่เกิดจากทรัพยากรธรรมชาติซึ่งสามารถทดแทนหรือรักษาให้คงอยู่ได้ (Replaceable and Maintainable Resource) และทรัพยากรป่าไม้ก็เป็นทรัพยากรในกลุ่มนี้และถือว่ามีความสำคัญมากในแง่ของการอนุรักษ์ดิน น้ำ และสัตว์ป่า ซึ่งอำนวยประโยชน์ให้มนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม อีกทั้งการที่ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลกทำให้มีเศษวัสดุเหลือทิ้งหรือสารอินทรีย์จากภาคเกษตรกรรมที่สามารถแปลงเป็นพลังงานได้รวมถึงเศษไม้ ปลายไม้ ขี้เลื่อยจากอุตสาหกรรมไม้ มูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตรและของเสียจากชุมชน ในฐานะที่องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (อ.อ.ป.) เป็นหน่วยงานหลักในการปลูกสร้างสวนป่าไม้เศรษฐกิจและอุตสาหกรรมไม้ มีพื้นที่ที่อยู่ในความดูแลรับผิดชอบกว่า 240 สวนป่า พื้นที่ประมาณ 1.2 ล้านไร่ ทั่วประเทศ คิดเป็นพื้นที่ปลูกไม้สักประมาณ 620,000 ไร่ ยูคาลิปตัสประมาณ 248,000 ไร่ ยางพาราประมาณ 90,000 ไร่ ไม้กระยาเลยอื่นๆประมาณ 231,000 ไร่ โดยมีการดำเนินงานการจัดการป่าไม้อย่างถูกวิธีตามหลักวิชาการซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้อย่างหนึ่ง คือการส่งเสริมให้มีการใช้ทรัพยากรป่าไม้จากป่าปลูกเพื่อลดกระบวนการตัดไม้ทำลายป่า และจากกิจกรรมการทำไม้ของสวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้มีเศษวัสดุเหลือทิ้ง อาทิ เศษไม้ ปลายไม้ และไม้พื้นล่าง เป็นต้น ซึ่งสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับการผลิตพลังงานทดแทนได้ ดังนั้นจึงได้ริเริ่มการศึกษาศักยภาพชีวมวลสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก (ไม่เกิน 1 MW) ในพื้นที่สวนป่าขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ เพื่อเป็นโครงการนำร่องในการพัฒนาพลังงานทดแทนและเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

การศึกษาศักยภาพชีวมวลของสวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาในส่วนของการดำเนินงานภายในสวนป่าขุนแม่คำมีและสวนป่าแม่คำปอง-แม่สาย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดยนำกระบวนการการปลูกสร้างสวนป่าและแผนการทำไม้ตามรอบตัดฟันของสวนป่า ในระยะเวลา 30 ปี มาศึกษาศักยภาพชีวมวลที่สามารถดำเนินการได้จริงสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก (ไม่เกิน 1 MW) พร้อมทั้งความสอดคล้องของปริมาณชีวมวลที่มีอยู่ในพื้นที่จริงกับเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตไฟฟ้าสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากซึ่งในที่นี้ใช้เทคโนโลยีระบบแก๊สซิฟิเคชั่นที่มีความเหมาะสมกับชุมชนโดยอาศัยประสิทธิภาพของเทคโนโลยีที่ 15%

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วิธีการศึกษา

1.1 ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าระบบแก๊สซิฟิเคชั่นสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก และปริมาณชีวมวลสำหรับประสิทธิภาพของเทคโนโลยีที่ 15 %

1.2 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลศักยภาพชีวมวลของสวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จังหวัดแพร่ จากข้อมูลทุติยภูมิ

1.3 ศึกษาศักยภาพชีวมวลไม้สักสำหรับสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก (ไม่เกิน 1 MW) ของสวนป่าขุนแม่คำมีและสวนป่าแม่คำปอง-แม่สาย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดยศึกษาเฉพาะในส่วนของการดำเนินงานปลูกสร้างสวนป่าและแผนการทำไม้ตามรอบตัดฟันของสวนป่าในระยะเวลา 30 ปี

1.4 วิเคราะห์ศักยภาพชีวมวลจากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลของสวนป่าขุนแม่คำมีและสวนป่าแม่คำปอง-แม่สาย ที่สอดคล้องกับความเหมาะสมของเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า

1.5 ศึกษาแนวทางการจัดการวัตถุดิบเพื่อความมั่นคงทางด้านพลังงานในการสำรองปริมาณเชื้อเพลิงเพื่อประกันการทำงานของระบบในอนาคต

2. การวิเคราะห์ปริมาณความต้องการชีวมวล สวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

การคำนวณหาปริมาณความต้องการชีวมวลของสวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้โดยอาศัยข้อมูลจากการทำไม้และการปลูกสร้างสวนป่ารวมทั้งชีวมวลจากไม้พื้นล่าง ในระยะเวลา 30 ปี

<u>เศษไม้จากการทำไม้</u> = ผลผลิตจากการทำไม้ (ตัน/ปี) x สัดส่วนเศษไม้จากการทำไม้ (%)

: ชีวมวลสวนป่า (ตัน/ปี) = พื้นที่ทำไม้อัตราเฉลี่ยรายปี (ไร่/ปี) x ปริมาณเศษไม้ (ตัน/ไร่)

<u>ปริมาณเศษไม้พื้นล่าง</u> = พื้นที่ที่มีเศษไม้พื้นล่าง (ไร่) x ปริมาณเศษไม้พื้นล่าง (ตัน/ไร่) / รอบการตัดฟันไม้พื้นล่าง (ปี)

: ชีวมวลพื้นล่าง (ตัน/ปี) = [พื้นที่สวนป่า (ไร่) x ปริมาณเศษไม้พื้นล่างเฉลี่ย (ตัน/ไร่)] / รอบการตัดฟันไม้พื้นล่าง (ปี)

<u>ศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลในสวนป่า (MW)</u> = ปริมาณชีวมวล (ตัน/ปี) / [น้ำหนักไม้แห้งต่อหน่วยไฟฟ้า (ตัน/MWh) x จำนวนชั่วโมงการทำงานเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อปี (ชั่วโมง/ปี)]

$$\underline{\text{ขนาดโรงไฟฟ้าที่เหมาะสม (MW)}} = \frac{\text{ปริมาณเชื้อเพลิงที่มีอยู่ (ตัน/ปี)}}{\text{ชั่วโมงการทำงานต่อปี (ชั่วโมง/ปี)}} \times \text{น้ำหนักไม้แห้งต่อหน่วยไฟฟ้า (ตัน/MWh)}$$

ผลและวิจารณ์

1. เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยระบบแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification)

เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าระบบแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) เป็นระบบการเผาไหม้ในเครื่องแก๊สซิไฟเออร์ (Gasifier) โดยควบคุมปริมาณการไหลเข้าของอากาศที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จะได้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H_2) และเกิดแก๊สมีเทน (CH_4) เล็กน้อย ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบนี้ที่ค่าเฉลี่ยระหว่าง 12 - 18 % ขึ้นกับเทคโนโลยีการออกแบบ ทั้งนี้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นเป็นเทคโนโลยีที่ง่ายไม่ซับซ้อน ระบบผลิตแก๊สเชื้อเพลิงที่มีความดันต่ำ ปลอดภัย ไม่มีอันตราย แก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตได้นำมาใช้ผลิตพลังงานได้โดยตรง โดยส่งเข้าเครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อผลิตไฟฟ้า สามารถบำรุงรักษาได้โดยช่างในท้องถิ่นทั้งนี้ยังสามารถรองรับวัตถุดิบชีวมวลได้หลากหลายชนิดและปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมในอัตราที่ต่ำมาก

เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าระบบแก๊สซิฟิเคชั่นสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก (ไม่เกิน1 MW) ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ แบบฟิกซ์เบด (Fixed Bed) และแบบฟลูอิไดซ์เบด (Fluidized Bed) รายละเอียดดังนี้ (Figure 1)

(1) แบบฟิกซ์เบด (Fixed Bed) มีการทำงานที่ซับซ้อนกว่าฟลูอิไดซ์เบด มีการแบ่งส่วนการทำปฏิกิริยาที่ชัดเจน มี 2 ลักษณะ คือ ระบบฟิกซ์เบดแบบไหลขึ้น (Updraft Gasifier) ระบบฟิกซ์เบดแบบไหลลง (Downdraft Gasifier) และระบบฟิกซ์เบดแบบไหลขวาง (Crossdraft Gasifier) (ศุภวิทย์, 2558)

(2) แบบฟลูอิไดซ์เบด (Fluidized Bed) มี 2 ประเภท คือ แบบ Bubbling fluidized bed (BFB) และแบบ Circulating fluidized bed (CFB) (สุนีรัตน์, 2558)

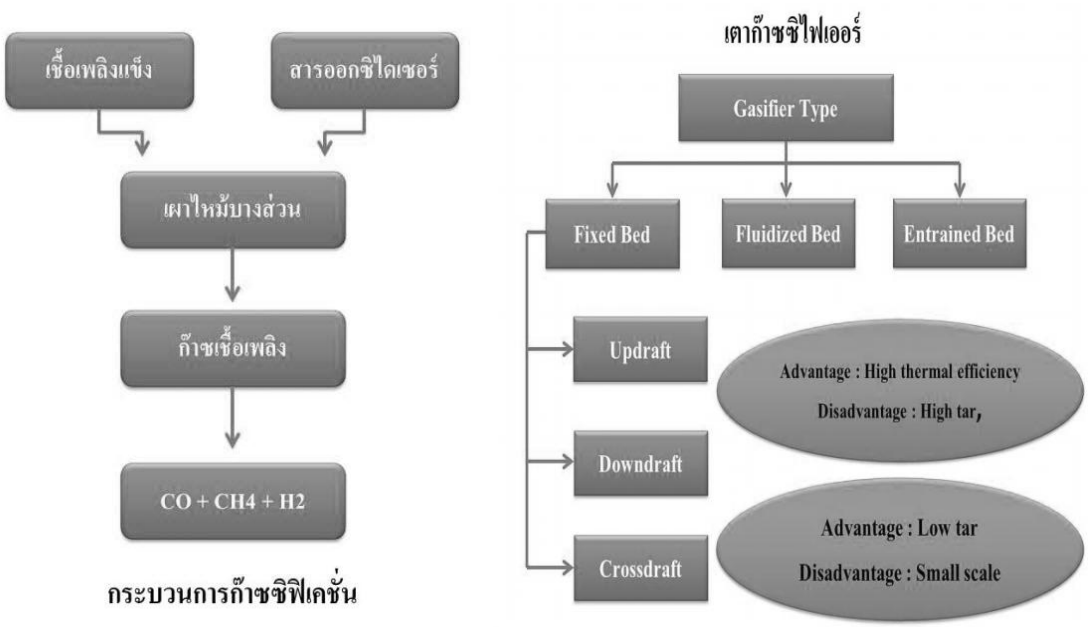


Figure 1 Gasification Technology of Biomass Power plant

2. ผลการเปรียบเทียบเทคโนโลยีระบบแก๊สซิฟิเคชั่น

- ระบบฟิกซ์เบดแบบไหลขึ้น
  (1) สามารถรองรับเชื้อเพลิงที่มีความชื้นสูง (ประมาณ 40 - 50%)
  (2) ก๊าซเชื้อเพลิงที่ออกจากระบบจะมีสิ่งเจือปนค่อนข้างสูงและอุณหภูมิต่ำ
  (3) เหมาะแก่การนำไปใช้เผาเพื่อให้ความร้อนไม่เหมาะแก่การนำไปผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้เครื่องยนต์เนื่องจากสัดส่วนน้ำมันดิน (Tar) สูงมาก
- ระบบฟิกซ์เบดแบบไหลลง
  (1) สารระเหยและของแข็งถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซเชื้อเพลิงโดยสมบูรณ์ สามารถลดปัญหาน้ำมันดิบที่เจือปนในก๊าซเชื้อเพลิง
  (2) ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้มีอุณหภูมิสูง
  (3) เหมาะสำหรับการนำไปใช้เดินเครื่องยนต์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ได้ดีกับระบบที่มีขนาดเล็ก (1 - 2 MW)
- ระบบฟลูอิไดซ์เบดแบบ Bubbling
  (1) สามารถรองรับเชื้อเพลิงที่มีความชื้นที่แตกต่างกันได้
  (2) ก๊าซเชื้อเพลิงที่ออกจากระบบจะมีน้ำมันดินสูงมากกว่าในกรณีของระบบฟิกซ์เบดแบบไหลลงแต่น้อยกว่าระบบฟิกซ์เบดแบบไหลขึ้นอุณหภูมิต่ำ
  (3) เหมาะกับเชื้อเพลิงถ่านหินมากกว่าชีวมวล
  (4) เหมาะกับระบบผลิตไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ (มากกว่าหรือเท่ากับ 5 MWe)
- ระบบฟลูอิไดซ์เบดแบบ Circulating
  (1) สามารถใช้กับเชื้อเพลิงแข็งได้ทุกชนิด
  (2) สามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีทำให้สามารถควบคุมการเผาไหม้ได้เป็นอย่างดี
  (3) ตัวระบบมีขนาดใหญ่ทำให้มีปริมาณฝุ่นในระดับที่มากกว่า BFB

ที่มา: มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (2553)

สรุปผลการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยระบบแก๊สซิฟิเคชั่น

(1) ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟา 15 – 17%
(2) ราคาในการลงทุนไมสูงมากนัก
(3) การ Operate และบำรุงรักษาทำไดงาย
(4) เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟาขนาดเล็ก เชน ระดับชุมชน

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าระบบแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) พบว่าเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากควรเลือกใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่น ระบบฟิกซ์เบด (Fixed-bed) แบบไหลลง (Downdraft Gasifier) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก (ไม่เกิน 1 MW)

3. ผลการศึกษาศักยภาพชีวมวลสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก (ไม่เกิน 1 MW)

ศักยภาพชีวมวลของสวนป่าจากการดำเนินกิจกรรมในพื้นที่ และเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าชีวมวลระบบ Gasification ที่ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีที่ 15 % และค่าความร้อน (HHV) ของไม้สักอยู่ที่ 5,094 cal/g (ส่วนปลูกป่าเอกชน, 2553) จะต้องมีปริมาณชีวมวลสำหรับรองรับการผลิตไฟฟ้า ดังนี้

กรณีโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก (ไม่เกิน1 MW) ต้องใช้ปริมาณชีวมวลที่ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าที่ 15% จำนวน 9, 861.16 kg ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

- ถ้าโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ขนาด 1 MW เดินเครื่องเต็มกำลังทั้งปี จำนวน 365 วัน วันละ 24 ชั่วโมง (ทั้งนี้เพื่อศึกษาความต้องการปริมาณชีวมวลสูงสุด) ได้พลังงานไฟฟ้า 365 x 24 = 8,760 MWh ,

(1 kWh = 3.6 MJ) ได้ไฟฟ้า ($8,760 \times 10^3$) x 3.6 = 31,536 x 10^3 MJ.

- ปริมาณชีวมวลที่ประสิทธิภาพ 15% = (31,536 x 10^3)/0.15 = 210,240,000 MJ.

- ที่ค่าความร้อนไม้สัก (HHV) = 5,094 cal/g (1 kcal = 4,186 J)

ได้พลังงาน 5,094 x 10^{-3} x 4,186 = 21,323 J/g หรือ 21.32 MJ/kg

- ปริมาณชีวมวลไม้สักสำหรับโรงไฟฟ้าขนาด 1 MW = 210,240,000 MJ / 21.32 MJ/kg = 9,861,163 kg/Y (9,861.16 ตัน/ปี) มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงไม้สักที่น้ำหนักแห้ง (HHV) ประมาณ (9,861.16/365) เท่ากับ 27 ตัน/วัน หรือ1.125 ตัน/ชั่วโมง

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ศักยภาพชีวมวลของสวนป่าขุนแม่คำมีและสวนป่าแม่คำปอง-แม่สาย จากไม้สัก (น้ำหนักแห้งที่ค่าความร้อน (HHV) = 5,094 cal/g) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นน้อยกว่า 10 เซนติเมตร รวมกับกิ่ง เป็นฐานในการคำนวณ พบว่า มีปริมาณชีวมวลที่น้ำหนักแห้ง (HHV) จากการทำไม้เฉลี่ย 3.177 ตัน/ไร่ และมีปริมาณชีวมวลที่น้ำหนักแห้ง (HHV) จากไม้พื้นล่างเฉลี่ย 2.039 ตัน/ไร่ รวมศักยภาพชีวมวลที่น้ำหนักแห้ง (HHV) ทั้งหมดเฉลี่ย 5.216 ตัน/ไร่ (สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน, 2553)

ทั้งนี้เนื่องจากศักยภาพชีวมวลของไม้พื้นล่างซึ่งไม่ใช่ไม้สักนั้น มีค่าความร้อนที่แตกต่างกับไม้สัก ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงได้ทำการแปลงปริมาณชีวมวลไม้พื้นล่างให้เป็นศักยภาพของไม้สัก โดยกำหนดให้ค่าความร้อนที่น้ำหนักแห้ง (HHV) ของไม้พื้นล่างเท่ากับ 15.99 MJ/kg (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

- ปริมาณไม้พื้นล่างเท่ากับ 2.039 ตัน/ไร่ ที่ค่าความร้อนเท่ากับ 15.99 MJ/kg คิดเป็นพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 2.039x103 kg/rai x 15.99 MJ/kg = 32,603.61 MJ/rai

- เทียบเท่ากับปริมาณไม้สัก (ค่าความร้อนไม้สักเท่ากับ 21.32 MJ/kg) = (32,603.61 MJ/rai) / (21.32 MJ/kg) = 1,529.25 kg/rai หรือ 1.529 ตัน/ไร่

- พื้นที่ 1 ไร่ มีศักยภาพชีวมวลรวมคิดเป็นปริมาณไม้สักน้ำหนักแห้ง (HHV)

ทั้งหมด 3.177+1.529 = 4.706 ตัน/ไร่

ในการศึกษาศักยภาพชีวมวล ได้กำหนดให้โรงไฟฟ้าชีวมวลเดินระบบการผลิตไฟฟ้าที่ 335 วัน/ปี (8,040 ชั่วโมง/ปี) ตามที่สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้แนะนำ รวมถึงการเดินระบบเต็มกำลังทั้งปีที่ 365 วัน/ปี (8,760 ชั่วโมง/ปี) (สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน, 2553)

4. ผลการศึกษาศักยภาพชีวมวลของสวนป่าขุนแม่คำมี องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

จากการศึกษาการดำเนินงานการปลูกสร้างสวนป่าและการทำไม้ตามหลักวิชาการของสวนป่าขุนแม่คำมีนั้น สามารถนำมาศึกษาศักยภาพชีวมวลสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก (ไม่เกิน 1 MW) ได้ จากกิจกรรมการทำไม้ออกและแผนการทำไม้ของสวนป่า โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนการทำไม้ออกในระยะเวลา 30 ปี (ปี 2560 - 2589) โดยกำหนดให้ศักยภาพชีวมวลรวมที่น้ำหนักแห้ง (HHV) ของสวนป่าเท่ากับ 3.177 ตัน/ไร่ และไม้พื้นล่างที่น้ำหนักแห้ง (HHV) เท่ากับ 1.529 ตัน/ไร่ ซึ่งสวนป่าขุนแม่คำมี มีศักยภาพชีวมวลรวมที่น้ำหนักแห้ง (HHV) เท่ากับ 4.706 ตัน/ไร่ นั้น พบว่า สวนป่าขุนแม่คำมี มีศักยภาพชีวมวลในอนาคตเฉลี่ย 7,238.54 ตัน/ปี มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าเฉลี่ย 0.73 MW มีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่การทำงาน 335 วัน หรือ 8,040 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 5,901.73 MWh และมีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่การทำงาน 365 วัน หรือ 8,760 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 6,434.26 MWh (Table 1)

Table 1 Biomass Potential and Electricity Generation from Thinning Plan of 30 years at Khun Mae Kham Mee Plantation.

Year	Productive Area (Rai)	Biomass (Tons)	Potential of Biomass for Electricity Generation (MW)	Unit of Electricity Generation for 8,040 hr/Y (MWh)	Unit of Electricity Generation for 8,760 hr/Y (MWh)
2560	2,049.87	9,646.70	0.98	7,865.15	8,574.84
2561	1,789.52	8,421.48	0.85	6,866.20	7,485.76
2562	996.45	4,689.29	0.48	3,823.27	4,168.26
2563	959.963	4,517.59	0.46	3,683.28	4,015.64
2564	958.10	4,508.82	0.46	3,676.13	4,007.84
2565	1,007.66	4,742.04	0.48	3,866.28	4,215.15
2566	1,307.91	6,155.04	0.62	5,018.33	5,471.15
2567	1,294.51	6,091.96	0.62	4,966.90	5,415.08
2568	1,498.96	7,054.11	0.72	5,751.36	6,270.32
2569	1,523.60	7,170.05	0.73	5,845.88	6,373.38
2570	1,657.94	7,802.26	0.79	6,361.34	6,935.34
2571	1,498.14	7,050.26	0.71	5,748.22	6,266.90
2572	1,675.90	7,886.79	0.80	6,430.26	7,010.48
2573	1,578.14	7,426.75	0.75	6,055.18	6,601.56
2574	1,815.12	8,541.94	0.87	6,964.41	7,592.84

Table 1 (cont.)

Year	Productive Area (Rai)	Biomass (Tons)	Potential of Biomass for Electricity Generation (MW)	Unit of Electricity Generation for 8,040 hr/Y (MWh)	Unit of Electricity Generation for 8,760 hr/Y (MWh)
2575	1,703.86	8,018.37	0.81	6,537.54	7,127.44
2576	1,552.26	7,304.95	0.74	5,955.87	6,493.29
2577	1,688.06	7,944.01	0.81	6,476.91	7,061.34
2578	1,289.34	6,067.62	0.62	4,947.05	5,393.44
2579	1,120.89	5,274.90	0.53	4,300.73	4,688.80
2580	1,471.27	6,923.79	0.70	5,645.10	6,154.48
2581	2,145.61	10,097.25	1.02	8,232.49	8,975.33
2582	2,026.46	9,536.52	0.97	7,775.31	8,476.91
2583	1,567.17	7,375.08	0.75	6,013.05	6,555.63
2584	1,620.10	7,624.19	0.77	6,216.15	6,777.06
2585	1,228.45	5,781.06	0.59	4,713.41	5,138.72
2586	1,324.09	6,231.17	0.63	5,080.40	5,538.82
2587	1,942.71	9,142.38	0.93	7,453.96	8,126.56
2588	2,331.545	10,972.25	1.11	8,945.89	9,753.11
2589	1,520.946	7,157.57	0.73	5,835.71	6,362.28
Total average	**1,538.15**	**7,238.54**	**0.73**	**5,901.73**	**6,434.26**

5. ผลการศึกษาศักยภาพชีวมวลของสวนป่าแม่คำปอง - แม่สาย องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

จากการศึกษาการดำเนินงานการปลูกสร้างสวนป่าและการทำไม้ตามหลักวิชาการของสวนป่าแม่คำปอง – แม่สายนั้น สามารถนำมาศึกษาศักยภาพชีวมวลสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก (ไม่เกิน 1 MW) ได้จากกิจกรรมการทำไม้ออกและแผนการทำไม้ของสวนป่า โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนการทำไม้ออกในระยะเวลา 30 ปี (ปี 2560 - 2589) โดยกำหนดให้ศักยภาพชีวมวลรวมที่น้ำหนักแห้ง (HHV) ของสวนป่าเท่ากับ 3.177 ตัน/ไร่ และไม้พื้นล่างที่น้ำหนักแห้ง (HHV) เท่ากับ 1.529 ตัน/ไร่ ซึ่งสวนป่าแม่คำปอง – แม่สาย มีศักยภาพชีวมวลรวมที่น้ำหนักแห้ง (HHV) เท่ากับ 4.706 ตัน/ไร่ นั้น พบว่า สวนป่าแม่คำปอง – แม่สาย มีศักยภาพชีวมวลในอนาคตเฉลี่ย 2,055.22 ตัน/ปี มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าเฉลี่ย 0.21 MW มีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่การทำงาน 335 วัน หรือ

8,040 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 1,675.66 MWh และมีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่การทำงาน 365 วัน หรือ 8,760 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 1,826.86 MWh (Table 2)

Table 2 Biomass Potential and Electricity Generation from Thinning Plan of 30 years at Mae Kham Pong – Mee Sai Plantation.

Year	Productive Area (Rai)	Biomass (Tons)	Potential of Biomass for Electricity Generation (MW)	Unit of Electricity Generation for 8,040 hr/Y (MWh	Unit of Electricity Generation for 8,760 hr/Y (MWh)
2560	161	757.67	0.08	617.74	673.48
2561	196	922.38	0.09	752.03	819.89
2562	337	1,585.92	0.16	1293.03	1409.71
2563	456	2,145.94	0.22	1749.63	1907.50
2564	627	2,950.66	0.30	2405.73	2622.81
2565	337	1,585.92	0.16	1293.03	1409.71
2566	241	1,134.15	0.12	924.70	1008.13
2567	234	1,101.20	0.11	897.83	978.84
2568	344	1,618.86	0.16	1319.89	1438.99
2569	295	1,388.27	0.14	1131.88	1234.02
2570	224	1,054.14	0.11	859.46	937.01
2571	350	1,647.10	0.17	1342.91	1464.09
2572	700	3,294.20	0.33	2685.83	2928.18
2573	402	1,891.81	0.19	1542.43	1681.61
2574	439	2,065.93	0.21	1684.39	1836.38
2575	681	3,204.79	0.32	2612.93	2848.70
2576	751	3,534.21	0.36	2881.51	3141.52
2577	851	4,004.81	0.41	3265.20	3559.83
2578	350	1,647.10	0.17	1342.91	1464.09
2579	363	1,708.28	0.17	1392.79	1518.47
2580	498	2,343.59	0.24	1910.78	2083.19
2581	437	2,056.52	0.21	1676.72	1828.02

Table 2 (cont.)

Year	Productive Area (Rai)	Biomass (Tons)	Potential of Biomass for Electricity Generation (MW)	Unit of Electricity Generation for 8,040 hr/Y (MWh	Unit of Electricity Generation for 8,760 hr/Y (MWh)
2582	571	2,687.13	0.27	2190.87	2388.56
2583	800	3,764.80	0.38	3069.52	3346.49
2584	922	4,338.93	0.44	3537.62	3856.83
2585	224	1,054.14	0.11	859.46	937.01
2586	350	1,647.10	0.17	1342.91	1464.09
2587	363	1,708.28	0.17	1392.79	1518.47
2588	161	757.67	0.08	617.74	673.48
Total average	**436.72**	**2,055.22**	**0.21**	**1675.66**	**1826.86**

ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ศักยภาพชีวมวลของสวนป่าขุนแม่คำมีและสวนป่าแม่คำปอง - แม่สาย มีศักยภาพชีวมวลรวมในอนาคต เฉลี่ย 9,293.76 ตัน/ปี มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าเฉลี่ย 0.94 MW มีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 335 วัน หรือ 8,040 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 7,577.39 MWh และมีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 365 วัน หรือ 8,760 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 8,261.12 MWh ซึ่งจะเห็นได้ว่าจากการประเมินศักยภาพของทั้ง 2 สวนป่า มีปริมาณชีวมวลเกือบจะเพียงพอสำหรับการผลิตไฟฟ้าขนาด 1 MW. ดังนั้นควรจัดหาแหล่งวัตถุดิบเพิ่มเติมจากสวนป่าใกล้เคียงเพื่อความมั่นคงด้านเชื้อเพลิงและสำรองปริมาณเชื้อเพลิงเพื่อประกันการทำงานของระบบในอนาคตและเพื่อความประหยัดเวลาในการขนส่ง โดยผู้วิจัยขอเสนอ สวนป่าแม่แฮด อำเภอสอง จังหวัดแพร่ เนื่องจากเป็นสวนป่าที่มีอยู่บริเวณใกล้เคียงกับสวนป่าข้างต้นและมีศักยภาพชีวมวลที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตไฟฟ้าได้ ซึ่งมีศักยภาพชีวมวลรวมในอนาคต เฉลี่ย 2,922.43 ตัน/ปี มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าเฉลี่ย 0.30 MW มีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 335 วัน หรือ 8,040 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 2,382.71 MWh และมีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 365 วัน หรือ 8,760 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 2,597.71 MWh

นอกจากนี้ควรจัดหาชีวมวลเสริมจากภาคการเกษตรของราษฎรในหมู่บ้านป่าไม้และบริเวณใกล้เคียงกับสวนป่า อาทิ ซังข้าวโพด ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างมากประมาณ 6,945 ตัน/ปี มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้า 0.839 MW (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2553) โดยซังข้าวโพดมีค่าความร้อนที่ 9.62 MJ/kg ที่ความชื้น 40 % (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554)

6. การบริหารความเสี่ยงด้านปริมาณชีวมวล

(1) คัดเลือกเทคโนโลยีที่สามารถใช้เชื้อเพลิงได้หลากหลาย เพื่อให้โรงไฟฟ้าสามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะช่วงที่ปริมาณเชื้อเพลิงหลักไม่เพียงพอ

(2) การประเมินศักยภาพเชื้อเพลิงชีวมวลควรอยู่ในระดับที่ไม่สูงเกินไป เพื่อให้มั่นใจว่าโรงไฟฟ้าชีวมวลจะมีเชื้อเพลิงที่เพียงพอสำหรับการผลิตไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(3) การใช้ชีวมวลเสริมจากชุมชนในพื้นที่รอบสวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ นอกเหนือจากการใช้เศษไม้จากสวนป่า อันได้แก่ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรประเภทต่างๆ เช่น ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง ฟางข้าว เป็นต้น โดยให้ชุมชนมีส่วนร่วมทำวนเกษตรในพื้นที่สวนป่าหรือให้สวนป่ารับซื้อชีวมวลจากเกษตรกร

(4) ให้สวนป่าและองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ เป็นผู้บริหารจัดการและรวบรวมชีวมวลเศษไม้ที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้า ทั้งนี้จะต้องกำหนดจำนวนปริมาณชีวมวลที่สวนป่าและองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้รวบรวมได้เพื่อโรงไฟฟ้าจะได้ดำเนินการหาเชื้อเพลิงในส่วนของชีวมวลเสริมต่อไปในกรณีที่ชีวมวลหลักไม่เพียงพอ

(5) สนับสนุนให้สวนป่าปลูกไม้โตเร็วในพื้นที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ในสวนป่า (Non Productive Area) เพื่อเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลเสริมให้สวนป่า เช่น กระถินยักษ์ กระถินเทพา กระถินณรงค์ เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นรายได้เสริมให้กับสวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้อีกทางหนึ่งในการจำหน่ายไม้โตเร็ว

7. ความคุ้มค่าด้านโลจิสติกส์ สายส่งไฟฟ้าและรายได้ กรณี ที่ตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก

ปัจจัยสำคัญในการคัดเลือกที่ตั้งโรงไฟฟ้า คือการผสมผสานกันระหว่างความคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์และความปลอดภัย รวมถึงการยอมรับของชุมชนในพื้นที่ โดยที่ตั้งโรงไฟฟ้าที่เหมาะสมควรอยู่ใกล้แหล่งเชื้อเพลิงและไม่ไกลจากระบบสายส่งไฟฟ้าเพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งเชื้อเพลิงและค่าเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ทั้งนี้โรงไฟฟ้าชีวมวลควรตั้งอยู่ในพื้นที่สวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เนื่องจากอยู่ใกล้แหล่งเชื้อเพลิงชีวมวลและห่างไกลจากชุมชน รวมทั้งยังลดขั้นตอนการแจ้งและขออนุญาตขนย้ายเศษไม้สักออกจากสวนป่ากับกรมป่าไม้ เพราะไม้สักเป็นไม้หวงห้ามตามพระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484 (สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน, 2553)

การเชื่อมต่อระบบ Grid และระบบความปลอดภัยในการจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งสวนป่าขุนแม่คำมีและสวนป่าแม่คำปอง-แม่สาย ตั้งอยู่อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ ซึ่งสถานที่จ่ายไฟฟ้า (Substation) ที่จ่ายผ่านบริเวณสวนป่า คือ สถานีร้องกวาง เป็นสถานีระบบแรงดันด้านเข้า (Input) 115 kV แรงดันด้านออก/จำหน่าย (Output) 22 kV มีหม้อแปลงขนาด 25 MVA จำนวน 1 เครื่อง ส่วนระบบจำหน่ายไฟฟ้า (สายส่ง) มาจากสถานีฯ Feeder หมายเลข 7 ซึ่งปัจจุบันมีโหลดสูงสุดประมาณ 2 MW มีขนาดสายไฟฟ้าบริเวณสวนป่า 185 mm^2 ชนิด Partial Insulated Cable (PIC) แรงดัน 22 kV ระยะทางจากสถานีไฟฟ้าถึงสวนป่าขุนแม่คำมี 36 กิโลเมตร (สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน, 2553)

รายได้จากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้าให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีอัตราการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (VSPP) จากอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าที่จะขายเท่ากับอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าขายส่ง ณ ระดับแรงดัน 11-33 kV โดยมีอัตราขายส่งช่วง Peak เท่ากับ 4.2243 บาท/หน่วย และอัตราขายส่งช่วง Off Peak เท่ากับ 2.3567 บาท/หน่วย ค่า Ft ขายส่ง ตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติซึ่งจะมีการปรับอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยตามการเปลี่ยนแปลงของค่าเชื้อเพลิง ค่าซื้อไฟฟ้า ในส่วนของ กฟผ. และค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า 18.68 บาท/กิโลวาร์/เดือน สำหรับกิโลวาร์ส่วนเกินเมื่อค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำกว่า 0.875 (Lagging) ส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากจากพลังงานหมุนเวียน (Adder) 0.50 บาท/หน่วย เป็นระยะเวลา 7 ปี (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2558)

สรุป

เมื่อนำศักยภาพชีวมวลของสวนป่าขุนแม่คำมีและสวนป่าแม่คำปอง-แม่สาย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ มาวิเคราะห์จะเห็นได้ว่ามีปริมาณชีวมวลเกือบจะเพียงพอสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก (ไม่เกิน 1 MW) คือ มีศักยภาพชีวมวลในอนาคตเฉลี่ย 9,293.76 ตัน/ปี มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าเฉลี่ย 0.94 MW และมีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่การทำงาน 335 วัน หรือ 8,040 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 7,577.39 MWh และมีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 365 วัน หรือ 8,760 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 8,261.12 MWh แต่เพื่อความมั่นคงด้านเชื้อเพลิง สวนป่าควรจัดหาชีวมวลจากสวนป่าใกล้เคียงในที่นี้คือ สวนป่าแม่แฮด อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ซึ่งมีศักยภาพชีวมวลรวมในอนาคตเฉลี่ย 2,922.43 ตัน/ปี มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าเฉลี่ย 0.30 MW มีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 335 วัน หรือ 8,040 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 2,382.71 MWh และมีจำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 365 วัน หรือ 8,760 ชั่วโมง/ปี เท่ากับ 2,597.71 MWh รวมทั้งจัดหาชีวมวลเสริมจากภาคการเกษตรของราษฎรในหมู่บ้านป่าไม้และบริเวณใกล้เคียงกับสวนป่า อาทิ ซังข้าวโพด ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างมากประมาณ 6,945 ตัน/ปี มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้า 0.839 MW (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2553) โดยซังข้าวโพดมีค่าความร้อนที่ 9.62 MJ/kg ที่ความชื้น 40 % (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ผู้อำนวยการองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือบน ผู้จัดการองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เขตแพร่ หัวหน้าสวนป่าขุนแม่คำมี หัวหน้าสวนป่าแม่คำปอง - แม่สาย รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลแผนการทำไม้และแผนการปลูกสร้างสวนป่าไม้สัก รวมถึงการอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเข้าสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่เพื่อประกอบการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2554. **คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานจากชีวมวล.** บริษัทเอเบิล คอลซัลแตนท์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ฝ่ายเศรษฐกิจพลังงาน. 2558. **อัตราค่าไฟฟ้าขายส่ง**.การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2553. **การศึกษาความเป็นไปได้ โครงการผลิตไฟฟ้าชีวมวล จำนวน 100 แห่ง.** การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.

รายงานพลังงานของประเทศไทยรายปี. 2560. **ค่าการแปลงหน่วย.** กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน. 2553. **การศึกษาความเป็นไปได้โครงการพัฒนาการใช้ประโยชน์ชีวมวลในพื้นที่สวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน. 2553. **สัก.** สำนักกรมส่งเสริมการปลูกป่า, กรมป่าไม้.

สุนีรัตน์ ฟูกุดะ. 2558. **เตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงแบบฟลูอิไดซ์เบด.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ศุภวิทย์ ลวณะสกล. 2558. **เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลให้เป็นพลังงาน.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

อิทธิพลของชนิดกาวต่อคุณภาพของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพารา

Influence of Glue Types on Properties of Medium Density Fiberboard Made from Rubberwood

ทรงกลด จารุสมบัติ[1*] วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์[2] ปิยะวดี บัวจงกล[2] กิติพงศ์ ตั้งกิจ[1] วรารัตน์ หาคำ[3] และ คมสันต์ คล้ายภู่[1]

Songklod Jarusombuti[1*], Vallayuth Fueangvivat[2], Piyawade Bauchongkol[2], Kitipong Tangkit[1], Vararat Hakham[3] and Komsan Klaypoo[1]

[1*] ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพฯ 10900

[2] กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้กรุงเทพฯ 10900

[3] ศูนย์ประสานเพื่อการพัฒนาสู่ความเป็นเลิศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Products, faculty of Forests, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]Forest Research and Development Bureau, Bangkok 10900

[3]Center of Excellence, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **fforsoj@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้นำเส้นใยไม้ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Mull.Arg.) ผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางโดยใช้กาวที่แตกต่างกัน 5 ชนิด คือ 1) กาว pMDI 5% 2) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% 3) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% 4) แป้งมันสำปะหลัง 10% และ 5) กาว epoxy 8% โดยแผ่นที่ผลิตได้นำไปทดสอบสมบัติเชิงกลและกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่างๆ ของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาวต่างชนิดกันเป็นสารเชื่อม สรุปได้ว่าชนิดของกาวที่ใช้มีผลต่อค่าการพองตัวตามความหนา ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่น ชนิดกาวที่เหมาะสมในการทำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่มีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966 - 2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5905-1994 กำหนด และไม่มีการปลดปล่อยสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ คือ กาว pMDI 5% ส่วนแผ่นที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5%ผสมกาว pMDI 5% และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% สามารถลดการปลดปล่อยสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ลงได้ 34.22% และ 9.58% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่ใช้กันในปัจจุบัน

คำสำคัญ: ไม้ยางพารา แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ฟอร์มัลดีไฮด์ กาว

ABSTRACT

Research study for medium density fiberboard (MDF) made from rubberwood fiber (*Hevea brasiliensis* Mull.Arg.) processed with various 5 glue types (by dry weight of fiber); 1) polymeric diphenyl methane diisocyanate (pMDI) content at 5% 2) urea formaldehyde (UF) content at 5% and pMDI 5% 3) UF 7% and tapioca starch 3% 4) tapioca starch 10% and 5) epoxy 8%.

Properties of boards were tested by TISI 966-2547 (2004). The data gathered were analyzed by statistical method. The results demonstrated that glue type were influence on physical (TS) and mechanical properties (MOR, MOE and IB) of board. Suitable glue type for manufacturing MDF is pMDI 5% that not release formaldehyde (pass TIS 966 – 2547, JIS A 5905-1994). Board made with UF 5% and pMDI 5% or UF 7% and starch 3% can be reduced formaldehyde emission 34.22% and 9.58% respectively.

Keywords: Rubberwood, medium density fiberboard (MDF), glue, formaldehyde

คำนำ

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง หรือแผ่นเอ็มดีเอฟ (Medium density fiberboard : MDF) เป็นแผ่นใยไม้อัดชนิดอัดแน่น (Compressed fiberboard) ชนิดหนึ่งซึ่งผลิตจากการนำเอาวัตถุดิบไม้ หรือวัสดุที่มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบหลักมาบดย่อยให้เป็นเส้นใย แล้วนำมาผสมกับสารยึดติดและสารเติมแต่งอื่นแล้วนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่น ให้ได้ความหนาแน่นตลอดทั่วทั้งแผ่นอย่างสม่ำเสมอที่ระดับความหนาแน่นเท่ากับ 0.40 - 0.80 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (Kollmann และคณะ, 1975) ปัจจุบันอุตสาหกรรมแผ่นไม้ประกอบ โดยเฉพาะขบวนการผลิตที่ใช้กรรมวิธีแห้ง (dry process) จำเป็นต้องอาศัยกาวสังเคราะห์เป็นตัวประสานที่สำคัญ กาวสังเคราะห์ใช้กันมากในอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดมี 3 ชนิด คือ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (UF) รองลงมาคือ กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ (PF) และกาวเมลามีน ฟอร์มัลดีไฮด์ (MF) นอกจากนี้ยังมีกาวที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่งแต่มีการใช้น้อย คือ กาวโพลีเมอริคไอโซยาเนต (Polymeric Isocyanate) (Maloney, 1993)

ฟอร์มัลดีไฮด์และสารประกอบของฟอร์มัลดีไฮด์ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิดเช่น กาวสำหรับผลิตแผ่นไม้ประกอบ การผลิตฟิล์มถ่ายรูป ยาง หนัง สีย้อม ยาประทินผิวน้ำยาทาเล็บ วัตถุระเบิด ใช้ทำโฟมเพื่อเป็นฉนวนรวมทั้งถูกนำมาใช้ในวงการแพทย์ เช่น การดองศพ ด้านเวชภัณฑ์ เช่น ยาอมและใช้เป็นยาฆ่าเชื้อเป็นต้น สารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นสารมลพิษที่ฟุ้งกระจายอยู่ภายในอาคารที่อยู่อาศัย เนื่องจากมีแหล่งที่มาจากวัสดุที่ทำจากไม้ประกอบที่ใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ โฟมที่ใช้ทำฉนวนกันความร้อนรวมทั้งเป็นส่วนผสมของสารเคลือบเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ สารระเหยนี้ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อทางเดินหายใจและระคายเคืองผิวหนังอาจทำให้เกิดอาการหอบหืดและความผิดปกติของระบบการเจริญพันธุ์ได้ (สุชาตา, 2549)

ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตใหม่ๆ รวมทั้งพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิต ตลอดจนคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานการใช้งานที่ดีควบคู่ไปกับการพัฒนารูปแบบ ในการนำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางไปใช้งานให้กว้างขวางยิ่งขึ้น จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้ การวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการผลิต ไม่ว่าจะเป็นด้านวัตถุดิบและกระบวนการผลิตนับเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคุณภาพของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ตลอดจนการใช้สารยึดติดหรือกาวซึ่งปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นการผลิตแบบใช้กาว E_2 (สัญลักษณ์แสดงมาตรฐานการวัดค่าการปล่อยสารฟอร์มัลดีไฮด์ออกจากผลิตภัณฑ์ Formaldehyde Emission Standard โดยมีค่าการปลดปล่อยฟอร์มัลดีไฮด์มากกว่า 8 mg./100g. ถึง 30 mg./100g.) ซึ่งมีการปลดปล่อยฟอร์มัลดีไฮด์อยู่ในปริมาณสูง

ในการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งถึงการใช้กาวในกระบวนการผลิตเพื่อก่อให้เกิดความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และลดการปลดปล่อยฟอร์มัลดีไฮด์ โดยสารยึดติดหรือกาวชั้นคุณภาพ E_0 ซึ่งปัจจุบันมีราคาที่แพง และการพัฒนาคุณสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ได้ยังมีความไม่แน่นอนด้านคุณภาพบางประการเมื่อเทียบกับมาตรฐาน รวมถึงการยกระดับผลิตภัณฑ์เพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภคที่มากขึ้นในความคาดหวังด้านความปลอดภัยจากการนำผลิตภัณฑ์มาใช้งาน ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวทางคณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาปรับปรุงวัตถุดิบตั้งต้นคือการพัฒนาคุณภาพเส้นใยและสารยึดติดหรือกาวในแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาถึงชนิดและปริมาณกาวทั้ง 5 ชนิดที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพื่อลดการปลดปล่อยฟอร์มัลดีไฮด์โดยการนำไม้ยางพารามาแยกและผสมสารยึดติดหรือกาวที่มีปริมาณสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์แตกต่างกัน ดังนี้ 1) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 10% 2) กาว pMDI 5% 3) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% 4) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% 5) แป้งมันสำปะหลัง 10% 6) กาว epoxy 8%

2. ทดสอบสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ได้เปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5909 - 1994 และมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 966 - 2547) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด มีจำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นนำค่ามาทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 966 - 2547) และวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าผลการทดสอบนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติหรือไม่ถ้าปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญก็จะนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Rang Test (DMRT) พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

การทำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพารา

1. การทำแผ่น

นำเส้นใยไม้ยางพารามาทำการอบแห้งให้มีความชื้นประมาณ 3 - 5% เก็บไว้ในถุงพลาสติก (Figure 1) มาทำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางโดยมีสภาวะในการวิจัยดังนี้ความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. ความหนาของแผ่น 10 มม. ขนาดของแผ่น 35 x 35 ซม.

Figure 1 Rubber wood fiber storage

2. การผสมกาว

การวิจัยในแบบการวิจัยนี้จะทำการผสมกาว 5 ชนิด ที่มีสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ในปริมาณที่แตกต่างกันกับเส้นใยไม้ยางพาราในขั้นตอนการทำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง นำเส้นใยไม้ยางพาราไปผสมกับกาวในเครื่องผสมกาวตามสภาวะที่กำหนดไว้จากนั้นนำไปโรยในกล่องทำแผ่นโดยให้กระจายอย่างสม่ำเสมอและอัดเย็นโดยใช้น้ำหนักกดทับเป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปอัดร้อน

3. การอัดร้อน

นำแผ่นที่ผ่านการอัดเย็นไปวางระหว่างแผ่นรองอัดที่เตรียมผิวหน้าดีแล้วนำเข้าเครื่องอัดร้อนตามสภาวะที่กำหนด คือ แรงอัดจำเพาะ (specific pressure) 35 กก./ตร.ซม. อุณหภูมิ 160°C ระยะเวลา 5 นาที

ส่วนแผ่นใยไม้อัดความหนานแน่นปานกลางที่ใช้กาว epoxy ในการผลิตมีสภาวะในการอัดร้อน คือ แรงอัดจำเพาะ 35 กก./ตร.ซม. อุณหภูมิ 150°C ระยะเวลา 10 นาที เสร็จแล้วจึงนำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ได้ออกมาวางผึ่งในกระแสอากาศ (Figure 2) รอการทดสอบคุณสมบัติต่อไป

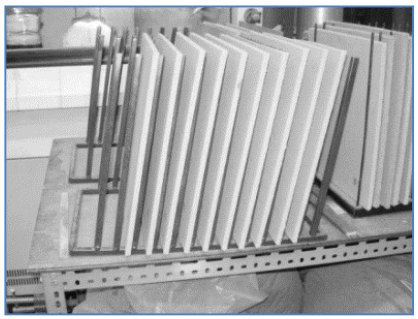


Figure 2 Conditioning

4. การตัดชิ้นทดสอบ

นำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพารามาวัดความหนา (thickness) โดยวัดจุดที่กึ่งกลางของขอบแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางทั้ง 4 ด้านและให้ลึกเข้าไปจากขอบประมาณ 25 มม. จากนั้น นำมาตัดเป็นชิ้นทดสอบให้มีขนาดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966 - 2547 ตามแผนผังที่กำหนดไว้ข้างต้น

5. การปรับภาวะชิ้นทดสอบ

นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้สำหรับการทดสอบทางกายภาพและกลสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966 - 2547 (ทดสอบการพองตัวตามความหนา ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น และความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า) เข้าห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพื่อปรับภาวะที่อุณหภูมิ (20±2)°C และความชื้นสัมพัทธ์ (65±5)% จนมีน้ำหนักคงที่ คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบที่ชั่ง 2 ครั้ง ห่างกัน 24 ชั่วโมง ต่างกันไม่เกิน 0.1%

6. การทดสอบสมบัติทางกายภาพและกลสมบัติ

นำชิ้นทดสอบมาทดสอบสมบัติทางกายภาพและกลสมบัติตามวิธีการที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 966 - 2547) กำหนด ดังนี้ 1) ความหนาแน่น (density) 2) ปริมาณความชื้น (moisture content) 3) การพองตัวตามความหนา (thickness swelling) 4) ความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of rupture and modulus of elasticity) 5) ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (internal bonding) ของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพารา

ผลและวิจารณ์

ผลการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาวที่แตกต่างกัน 5 ชนิด เปรียบเทียบกับแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 10 % (control) และเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966 - 2547 และ JIS A 5905 - 1994 แสดงให้เห็นว่า

1. ความหนาแน่นและปริมาณความชื้น

ความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพารามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 747.03 – 761.85 กก./ลบ.ม. และมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.77% – 8.11% (Table 1) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966 - 2547 และ JIS A 5905 - 1994

2. การพองตัวตามความหนา

ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาว pMDI 5% กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% เป็นสารเชื่อมมีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966 - 2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5905 - 1994 ส่วนแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% เป็นสารยึดติดมีค่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966 - 2547 แต่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5905 - 1994 และแผ่นใยไม้อัดที่ทำจากกาวทั้ง 3 ชนิดข้างต้นมีค่า

การพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 10% (control) เป็นสารยึดติด (Table 1) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ชนิดกาวที่ใช้ทำแผ่นใยไม้อัดมีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และเมื่อมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test (Figure 3) พบว่าค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ใช้กาว 4 ชนิด คือ 1) กาว pMDI 5% 2) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% 3) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% และ 4) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 10% (control) เป็นสารเชื่อมมีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 8.57% 9.99%, 13.09% และ 16.19% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

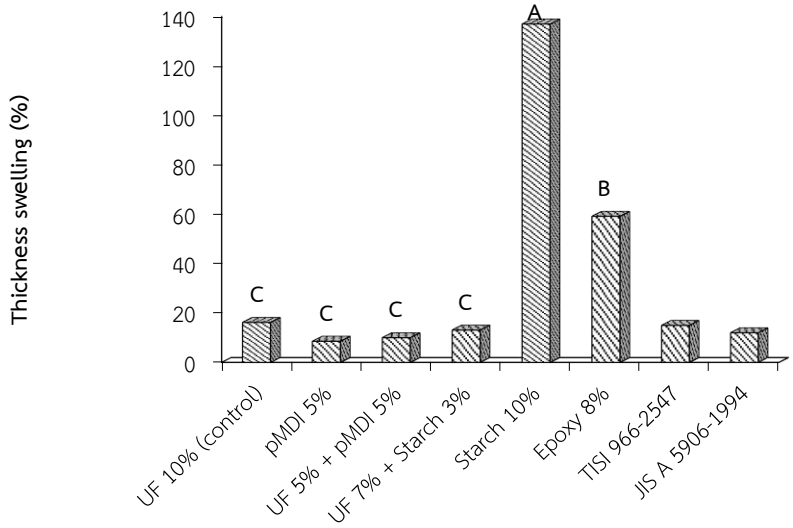


Figure 3 Percentage thickness swelling of boards with various glue type.

Remarks : Means above the same letter do not differ significantly by Duncan's New Multiple Range Test procedure ($p<0.05$)

3. ความต้านแรงดัด

ค่าความต้านแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพารามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 14.83 – 41.78 MPa มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง 10% และกาว epoxy 8% เป็นสารยึดติดมีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966 - 2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5905-1994 กำหนด (Table 1) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลองพบว่าชนิดกาวที่ใช้ทำแผ่นมีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และเมื่อมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test (Figure 4) พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาว pMDI 5% และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยเท่ากับ 41.78 และ 39.66 MPa ซึ่งเป็นค่าที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยเท่ากับ 39.66 และ 38.22 MPa ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาว

pMDI 5% กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยแตกต่างจากแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 10% (control) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4. มอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพารามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,736 – 3,237 MPa มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ทำจากกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 10% (control) และแป้งมันสำปะหลัง10% เป็นสารเชื่อมมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5905-1994 กำหนด (Table1) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ชนิดกาวที่ใช้ทำแผ่นมีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และเมื่อนำมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test (Figure 5) พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาว pMDI 5% กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% และ กาว epoxy 8% เป็นสารเชื่อมมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากแผ่นที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 10% (control) และแป้งมันสำปะหลัง10% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

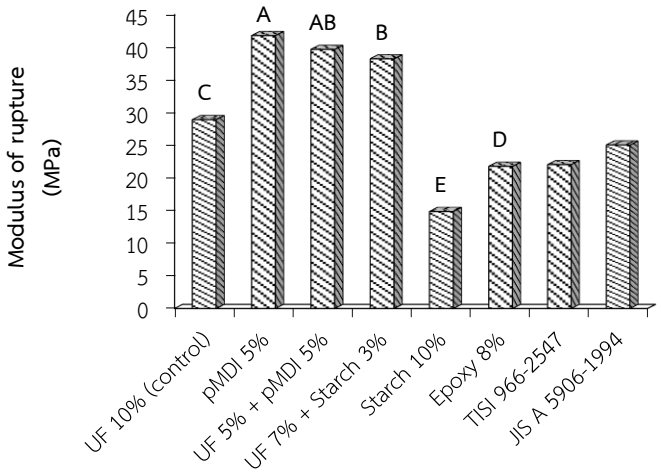


Figure 4 Modulus of rupture of boards with various glue type.

Remarks : Means above the same letter do not differ significantly by Duncan's New Multiple Range Test procedure ($p<0.05$)

Table 1 Physical and mechanical properties of the medium density fiberboards

Glue type	Density (kg./cu.m)	Moisture content (%)	Thickness (mm.)	Thickness swelling (%)	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (MPa)	Internal bonding (MPa)
TISI 966-2547	400 - 800	4.00 - 13.00	9-12 ±1.0	≤15.00	≥22.00	≥2500	≥0.60
JIS A 5905-1994	350 - 800	5.00 - 13.00	7-15 ±1.0	≤12.00	≥25.00	≥2000	≥0.40
UF 10% (control)	754.94	6.56	10.14	16.19	28.89	1,736	1.10
pMDI 5%	756.12	6.42	9.80	8.57	41.78	3,237	1.54
UF 5% + pMDI 5%	757.21	6.81	9.99	9.99	39.66	2,938	1.96
UF 7% + Starch 3%	761.85	8.11	10.01	13.09	38.22	2,798	0.59
Starch 10%	759.09	7.59	10.08	136.95	14.83	1,852	0.01
Epoxy 8%	752.59	5.77	10.01	59.20	21.74	2,966	0.16

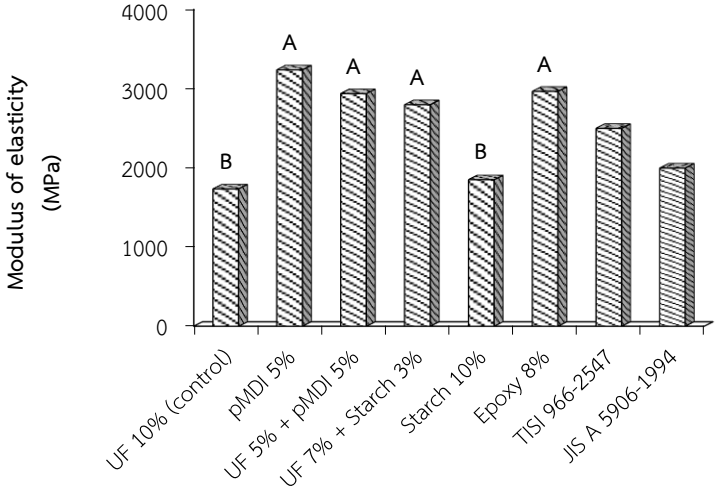


Figure 5 Modulus of elasticity of boards with various glue type.

Remarks: Means above the same letter do not differ significantly by Duncan's New Multiple Range Test procedure ($p<0.05$)

5. ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพารามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.01 – 1.96 MPa แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 10% (control) กาว pMDI 5% และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากผิวหน้าเท่ากับ 1.10, 1.54 และ 0.84 MPa ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966 - 2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5905 - 1994 กำหนด (Table 1) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่าชนิดกาวที่ใช้ทำแผ่นมีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อนำมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test (Figure 6) พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% เป็นสารเชื่อมมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 10% (control) กาว pMDI 5% และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% เป็นสารยึดติดมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

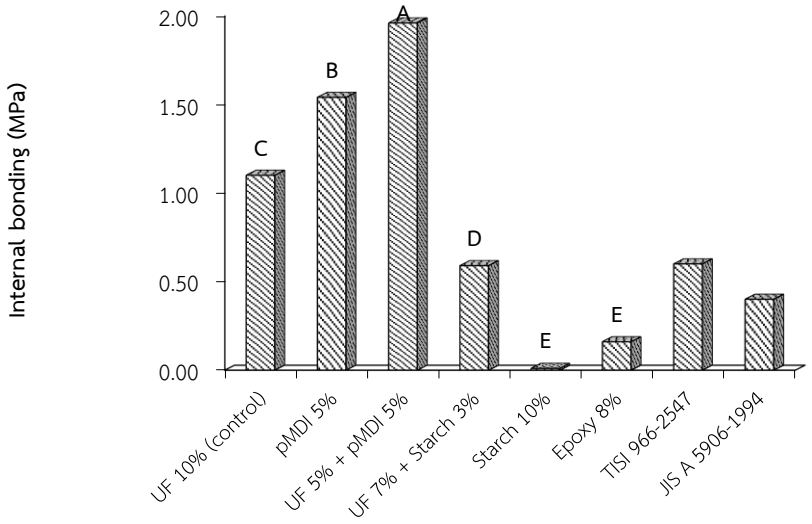


Figure 6 Internal bonding of boards with various glue type.

Remarks : Means above the same letter do not differ significantly by Duncan's New Multiple Range Test procedure ($p<0.05$)

6. การทดสอบปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์

ในการทดลองใช้กาวที่แตกต่างกัน 5 ชนิด คือ 1) กาว pMDI 5% 2) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% 3) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% 4) แป้งมันสำปะหลัง10% 5) กาว epoxy 8% กาวทั้ง 5 ชนิดที่ใช้ทำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเป็นกาวที่ไม่มี และมีฟอร์มัลดีไฮด์เป็นส่วนประกอบ ทั้งนี้ได้นำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากกาวชนิดที่ 2 คือ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% และกาวชนิดที่ 3 กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% ไปหาปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์โดยวิธี Perforator ตามมาตรฐาน BS EN 120 เปรียบเทียบกับแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 10% (control) ที่ใช้ทั่วไปในท้องตลาด

Table 2 Formaldehyde content of medium density fiberboard.

Glue type	Formaldehyde content (mg./100 g.)
UF 10% (control)	79.35
UF 5% + pMDI 5%	52.20
UF 7% + Starch 3%	71.75

Remarks:

Medium Density Fiberboard (MDF) class E_1, Formaldehyde emission ≤8 mg./100 g.

Medium Density Fiberboard (MDF) class E_2, Formaldehyde emission > 8–30 mg./100 g.

จากตารางจะเห็นได้ว่ากาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่ใช้ในการทดลองซึ่งเป็นกาวที่ใช้ในการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ขายในท้องตลาดมีปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ในปริมาณสูงถึง 79.35 mg./100 g. ซึ่งถือว่ามีปริมาณที่มากเกินมาตรฐาน มอก 966 - 2547 ที่กำหนดให้ ส่วนแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากกาวยูเรียฟอร์

มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% มีปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ในปริมาณ 52.20 mg./100 g. ซึ่งสามารถลดปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ลงได้ถึง 34.22% แต่แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% มีปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ในปริมาณ 71.75 mg./100 g. สามารถลดปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ลงได้เพียง 9.58%

ทั้งนี้การที่ปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์จะลดลงได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณของฟอร์มัลดีไฮด์ที่อยู่ในกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสำคัญ จากการทดลองนี้ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ชั้นคุณภาพที่ 2 (E_2) แต่เมื่อทำเป็นแผ่นและทดสอบปรากฏว่า มีปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์เกินค่าที่กำหนดในชั้นคุณภาพที่ 2

สรุป

จากการศึกษาทดลองผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาวที่แตกต่างกัน 5 ชนิด เปรียบเทียบกับแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 10% (control) ผลการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.966-2547 และ JIS A 5905 - 1994 สรุปได้ดังนี้

1. การพองตัวตามความหนา

ชนิดกาวที่ใช้ทำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยแผ่นที่ใช้กาว pMDI 5% กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% เป็นสารเชื่อมมีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966 - 2547 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ใช้กาว pMDI 5% มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 8.57%

2. ความต้านแรงดัด

ชนิดกาวที่ใช้ทำแผ่นมีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง 10% และกาว epoxy 8% เป็นสารเชื่อมที่มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966 - 2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5905 - 1994 กำหนด แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ใช้กาว pMDI 5% มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 41.78 MPa

3. มอดุลัสยืดหยุ่น

ชนิดกาวที่ใช้ทำแผ่นมีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาว 4 ชนิด คือ 1) pMDI 5% 2) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% 3) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง 3% และ 4) กาว epoxy 8% เป็นสารเชื่อมมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากแผ่นที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์10% (control) และแป้งมันสำปะหลัง 10% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ใช้กาว pMDI 5% มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3,237 MPa

4. ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ชนิดกาวที่ใช้ทำแผ่นมีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 1.96 MPa

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่างๆ ของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยางพาราที่ใช้กาวต่างชนิดกันเป็นสารเชื่อมสรุปได้ว่า ชนิดของกาวที่ใช้มีผลต่อค่าการพองตัวตามความหนา ความต้านแรงดัด มอดูลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ชนิดกาวที่เหมาะสมในการทำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่มีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966 - 2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5905 - 1994 กำหนด และไม่มีการปลดปล่อยสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ คือ กาว pMDI 5% ส่วนกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ผสมกาว pMDI 5% และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์7% ผสมแป้งมันสำปะหลัง3% มีการปลดปล่อยปริมาณสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ในระดับต่ำกว่ากาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่กันในปัจจุบันอยู่ 34.22% และ 9.58% ตามลำดับ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

สุชาตา ชินะจิต. 2549. **ฟอร์มาลีน-ฟอร์มัลดีไฮด์ สารร้ายตัวก่อมะเร็ง.** แหล่งที่มา: http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=1&ID=43, 19 กรกฎาคม 2549.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง**. มอก.966-2547. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

Japanese Industrial Standard. 1994. **Japanese Industrial Standard: medium density fiberboards**. No. JIS A 5906-1994.

Kollmann, F.F.P., E.W. Kuenzi and A.J. Stamm. 1975. **Principles of Wood Science and Technology**. Vol.II. Springer-Verlag, NewYork. pp. 312-550.

Maloney, T.M. 1993. **Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing**. Miller Freeman Publication, California. 672 p.

สมบัติบางประการของเชื้อเพลิงอัดเม็ด จากเศษไม้ยางพาราที่ผ่านการทอร์รีไฟด์

Properties of Wood Pellet Made From Torrefied Rubberwood Residues

ดาริกา ผิวฝ้าย[1*] พงษ์ศักดิ์ เฮงนิรันดร์[1] ทรงกลด จารุสมบัติ[1] และ ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ[1]

Darika Phewfai[*], Pongsak Hengniran, Songklod Jarusombuti and Trairat Neimsuwan

[1]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

[*] Corresponding Author; E-mail: dphewfai@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากเศษไม้ยางพารามาผ่านกระบวนทอรีแฟคชั่น โดยใช้เตาปฏิกรณ์แบบถังหมุนรอบ (Rotary Drum) ควบคุมอุณหภูมิสูงสุดไว้ที่ 250 องศาเซลเซียส ชิ้นไม้สับทอร์รีไฟด์ที่ได้จะถูกนำมาบดแล้วศึกษาผลของการเติมตัวประสาน 3 ชนิด ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และกลีเซอรีนที่เหลือจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ตัวประสานจะถูกเติมในสัดส่วนร้อยละ 1 2 และ 5 โดยน้ำหนักของผงไม้และขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดเม็ดแบบ Flat Die เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ผลิตได้นำมาทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน EN 14961-2 จากการศึกษาพบว่า เชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่เติมแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 สามารถอัดเป็นเม็ดได้สัดส่วนร้อยละ 56.21 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสภาวะการผลิตอื่น ๆ แต่ค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักและความทนทานเชิงกลของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีค่าเฉลี่ยมากกว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีค่าเท่ากับ 20.13 และ 18.54 MJ/kg ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าถ่านหินประเภทลิกไนต์ ความทนทานเชิงกลเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์และเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 98.77 และ 98.17 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงอัดเม็ด ทั้งนี้ค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าต่ำกว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 381.50 kg/m^3 ในขณะที่เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีค่าความหนาแน่นค่าเฉลี่ย 521.08 kg/m^3 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เชื้อเพลิงอัดเม็ด กระบวนการทอรีแฟคชั่น เชื้อเพลิงแข็ง ไม้ยางพารา ตัวประสาน

ABSTRACT

In this research, key properties of torrefied wood pellets made from rubberwood residues with three types of different natural additives including cassava starch, corn starch and glycerin (a byproduct from biodiesel production) were studies**.** The torrefied wood chips were prepared by feeding into a rotary drum reactor under at 250 °C for 60 minutes; and grinding by hammer mill before mixing with the three types of additives. Each additive was added to torrefied wood particles with proportion of 1%, 2% and 5% by weight (w/w). The mixtures were pelletized using Flat Die. Properties of the mixed-wood pellets were tested according to the EN 14961-2 Standard. The results showed that torrefied pellet with 5% w/w cassava starch provided 56.21% yield which

was statistically significant from other mixture products ($p < 0.05$). On the other hand, calorific value and mechanical durability were not statistically significant. The average calorific value of torrefied wood pellets from all condition was 20.13 MJ/kg while commercial wood pellets has average calorific value of 18.54 MJ/kg which were higher than lignite. We estimated 98.77% and 98.17% mechanical durability of torrefied wood pellets and commercial wood pellets, respectively. These mechanical durability values were higher than standard torrefied wood pellets. Finally, bulk density of torrefied wood pellets and commercial wood pellets were 381.50 kg/m^3 and 521.08 kg/m^3, respectively. The bulk density values were not significant difference.
Keywords: wood pellet, torrefaction, solid fuels, rubberwood, additives

คำนำ

ปัจจุบันความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นเป็นสาเหตุให้การใช้พลังงานฟอสซิลสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการเสาะแสวงหาแหล่งพลังงานทางเลือก (Alternative Energy) เพื่อทดแทนหรือลดการใช้พลังงานฟอสซิลจึงทวีความสำคัญมากยิ่งขึ้น ไม้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนอีกประเภทที่ทั่วโลกให้ความสนใจแต่การนำมาใช้งานค่อนข้างยุ่งยากและมีค่าพลังงานต่อหน่วยน้ำหนักต่ำกว่าเมื่อเทียบกับพลังงานจากฟอสซิลที่มีการใช้กันอยู่ในขณะนี้ เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ผ่านกระบวนการทอรีแฟคชั่น (Torrefaction) ถือได้ว่าเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติไม้เชื้อเพลิงอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากให้ค่าพลังงานต่อหน่วยน้ำหนักสูงกว่าไม้เชื้อเพลิงปกติและมีศักยภาพสามารถใช้ทดแทนถ่านหินเกรดต่ำได้ เพราะมีความหนาแน่นและค่าความร้อนต่อน้ำหนักสูงกว่าไม้ทั่วไป มีรูปร่างสม่ำเสมอ สะดวกต่อการนำมาใช้งาน การบรรจุและการขนส่ง เมื่อใช้เชื้อเพลิงอัดเม็ดผ่านกระบวนการทอรีแฟคชั่นทดแทนการใช้ถ่านหินในการผลิตพลังงานจะทำให้ลดอัตราการปลดปล่อยคลอรีนที่ต่ำลง เนื่องจากปริมาณคลอรีนในไม้ที่ผ่านกระบวนการทอรีแฟคชั่นจะลดลงร้อยละ 90 (Keipi *et al.,* 2014) ซึ่งจะช่วยลดปัญหาด้านมลภาวะและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการทอรีแฟคชั่นเป็นกระบวนการแปลงสภาพชีวมวลด้วยความร้อนที่ช่วงอุณหภูมิ 200-300 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่อับอากาศหรือไม่มีออกซิเจน ปริมาณความชื้นหลังกระบวนการทอรีแฟคชั่นที่ต่ำส่งผลให้ยากต่อการเข้าทำลายของเชื้อราจึงสามารถจัดเก็บได้นานขึ้น และเพิ่มค่าพลังงานความร้อนให้แก่ชีวมวล นอกจากนี้ชีวมวลที่ผ่านกระบวนการทอรีแฟคชั่นจะมีคุณลักษณะที่เปราะซึ่งง่ายต่อการบดจึงลดการใช้พลังงานในขั้นตอนการบดก่อนนำไปขึ้นรูปเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ด แต่ก็ส่งผลให้การอัดขึ้นรูปเป็นเม็ดทำได้ยาก ร้อยละของการขึ้นรูปเป็นเม็ดเชื้อเพลิง (Yield) ต่ำ ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาถึงแนวทางความเป็นไปได้ในการเติมตัวประสาน (Additives) เพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์

ไม้ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางธรรมชาติมากที่สุดของโลก ซึ่งไม้ยางพาราเป็นผลพลอยได้จากการตัดโค่นต้นยางเก่าที่หน้ากรีดเสียหายหรือผ่านการให้ผลผลิตน้ำยางมากกว่า 25 ปี ไม่เหมาะสมจะให้ปริมาณน้ำยางต่อไป ไม้ยางพาราที่ได้สามารถนำไปแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เครื่องเรือน ของเล่นสำหรับเด็ก แผ่นชิ้นไม้อัด แผ่นใยไม้อัดแข็งความหนาแน่นปานกลาง (MDF) เศษไม้ที่เกิดขึ้นสามารถนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงในรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น ไม้ยางพารามีส่วนในการเพิ่มแหล่งวัตถุดิบไม้อย่างยั่งยืนและเป็นวัตถุดิบ

ทดแทนไม้ธรรมชาติ ดังนั้นการนำไม้ยางพารามาใช้ประโยชน์จึงเป็นการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมลดการตัดไม้ทำลายป่า (สถาบันวิจัยยาง, 2553, 2556; ฐิตาภรณ์ และคณะ, 2555)

ในการศึกษาครั้งนี้จะนำปีกไม้ยางพาราที่เป็นเศษเหลือจากการแปรรูปไม้ท่อนและเศษไม้ยางพาราที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 นิ้ว มาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอรีไฟด์เพื่อเป็นพลังงานทดแทน ลดการใช้พลังงานจากฟอสซิลและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษไม้ยางพารา ซึ่งโดยทั่วไปแล้วไม้ยางพาราที่ถูกส่งเข้าสู่โรงเลื่อยจะมีอัตราการแปรรูปร้อยละ 35 ที่เหลือเป็นปีกไม้ถึงร้อยละ 46 และขี้เลื่อยอีกราวร้อยละ 19 เมื่อรวมกับเศษไม้ปลายไม้เข้าไปทำให้เศษไม้ยางพาราที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นมีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นเชื้อเพลิงแบบใหม่ต่อไป (สถาบันวิจัยยาง, 2553)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมชิ้นไม้สับเพื่อนำไปผลิตชิ้นไม้สับทอร์รีไฟด์โดยการนำเศษไม้ยางพาราที่เหลือจากการแปรรูปไม้ท่อนไปย่อยด้วยเครื่องทำชิ้นไม้สับ (Chipper) จากนั้นนำชิ้นไม้สับที่ได้ไปทำการคัดแยกขนาดให้มีขนาด 0.5 - 5 เซนติเมตร แล้วลดความชื้นชิ้นไม้สับให้ต่ำกว่าร้อยละ 20 ด้วยการผึ่งตากก่อนนำไปผลิตเป็นชิ้นไม้สับทอร์รีไฟด์

2. การผลิตชิ้นไม้สับทอร์รีไฟด์

การเตรียมชิ้นไม้สับทอร์รีไฟด์เริ่มจากให้ความร้อนกับเตาปฏิกรณ์ทอรีแฟคชั่นแบบถังหมุนรอบ (Rotary Drum) ที่ใช้ในงานวิจัยของ Badan *et al.* (2017) จนอุณหภูมิในถังประมาณ 250 องศาเซลเซียส ทำการหมุนเตาปฏิกรณ์เปล่าต่อไปด้วยอัตราการหมุนของมอเตอร์ที่ 10 รอบต่อนาที จึงป้อนชิ้นไม้สับที่ผ่านการคัดแยกขนาดและลดความชื้นจำนวน 75 กิโลกรัม เข้าสู่เตาปฏิกรณ์ทอรีแฟคชั่น เมื่อนำชิ้นไม้สับเข้าสู่เตาปฏิกรณ์ทอรีแฟคชั่นอุณหภูมิภายในเตาจะลดลง รอจนกระทั่งอุณหภูมิภายในเตากลับมาที่ 250 องศาเซลเซียสอีกครั้งจึงปิดเตาปฏิกรณ์ รอจนอุณหภูมิภายในเตาปฏิกรณ์ทอรีแฟคชั่นลดลงเหลือ 190 องศาเซลเซียส จึงนำชิ้นไม้สับออกจากเตาปฏิกรณ์ทอรีแฟคชั่น ผึ่งตากเพื่อลดอุณหภูมิของชิ้นไม้สับลง

3. การผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด

ชิ้นไม้สับทอร์รีไฟด์ที่ผลิตได้จะถูกบดหยาบด้วยเครื่อง Hammer Mill ให้มีขนาดเล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องอัด (Die Holes) ที่ 6 มิลลิเมตร แล้วนำผงไม้ที่ได้จากการบดมาทำการปรับสภาพก่อนผสมกับตัวประสานที่กำหนดไว้ คือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และกลีเซอรีนที่เป็นเศษเหลือจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล โดยกำหนดให้ใช้ตัวประสานต่อน้ำหนักผงไม้ที่ร้อยละ 1 2 และ 5 จากนั้นขึ้นรูปเม็ดเชื้อเพลิงด้วยเครื่องขึ้นรูปแบบ Flat Die ที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ก่อนขึ้นรูปเม็ดเชื้อเพลิงทอร์รีไฟด์จะต้องทำการเดินเครื่องเพื่อให้ช่องอัดมีอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ด้วยการอัดขึ้นรูปด้วยของผสมระหว่างรำข้าวกับน้ำ จนกระทั่งช่องอัดมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงอุณหภูมิดังที่กล่าวมา จากนั้นจึงนำผงไม้ที่ผสมตัวประสานมาขึ้นรูปอัดเป็นเม็ดเชื้อเพลิง หลังจากการขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว เม็ดเชื้อเพลิงที่ได้

จะต้องคัดแยกเอาผงฝุ่นออกด้วยตะแกรงขนาด 3.15 มิลลิเมตร แล้วนำไปปรับสภาวะในห้องควบคุมนาน 7 วัน ก่อนนำไปทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ

4. การทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดเม็ด

คุณสมบัติและคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดเม็ดเป็นปัจจัยหลักในการนำเม็ดเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ไปใช้งาน ความแข็งแรงของเชื้อเพลิงอัดเม็ดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในของวัตถุดิบ เช่น แป้ง โปรตีน เส้นใย ลิกนิน และสารแทรก รวมถึงสภาวะการอัดได้แก่ ความชื้นก่อนอัด ขนาดของวัตถุดิบก่อนอัด อุณหภูมิที่ใช้ในการอัด และตัวประสาน คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดเม็ดยังเป็นตัวชี้วัดการทนต่อแรงกระแทกระหว่างการเก็บและการขนส่ง (Tumuluru *et al.,* 2010) ในการทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่ผลิตได้อ้างอิงตามมาตรฐาน EN 14961-2 โดยมีหัวข้อทดสอบดังนี้

4.1 การทดสอบความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อเพลิงอัดเม็ด ทดสอบตามมาตรฐาน EN 16127

4.2 การทดสอบปริมาณความชื้นเชื้อเพลิงอัดเม็ด ทดสอบตามมาตรฐาน EN 14774-1

4.3 การทดสอบปริมาณเถ้าในเชื้อเพลิงอัดเม็ด ทดสอบตามมาตรฐาน EN 14775 (550°C)

4.4 การทดสอบความทนทานเชิงกล (Mechanical Durability) ทดสอบตามมาตรฐาน EN 15210-1

4.5 การทดสอบค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดเม็ด ทดสอบตามมาตรฐาน EN 14918

4.6 การทดสอบความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดเม็ด ทดสอบตามมาตรฐาน EN 15103

4.7 การทดสอบปริมาณคลอรีนในเชื้อเพลิงอัดเม็ด ทดสอบตามมาตรฐาน EN 15289 ผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์ทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 1

ผลและวิจารณ์

1. การขึ้นรูปเป็นเม็ดเชื้อเพลิง

การขึ้นรูปเป็นเม็ดเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่มีการเติมแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในอัตราส่วนร้อยละ 5 ให้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุด โดยให้ปริมาณผลผลิตร้อยละ 56.21 ส่วนเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่ไม่มีการเติมตัวประสานและเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่มีการเติมกลีเซอรีนในอัตราส่วนร้อยละ 1 ให้ผลผลิตต่ำที่สุด โดยให้ปริมาณผลผลิตร้อยละ 48.80 และ 48.58 ตามลำดับ การวิเคราะห์ทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าชนิดของตัวประสานและปริมาณการเติมตัวประสานที่แตกต่างกันส่งผลให้ปริมาณผลผลิตของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของเชื้อเพลิงอัดเม็ด

จากผลการทดสอบความยาวของเชื้อเพลิงอัดเม็ด เมื่อมีการเพิ่มปริมาณการใช้ตัวประสานทั้ง 3 ชนิด พบว่าความยาวของเชื้อเพลิงอัดเม็ดเพิ่มขึ้น ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าชนิดของตัวประสานและปริมาณการเติมตัวประสานที่แตกต่างกันส่งผลให้ความยาวของเชื้อเพลิงอัดเม็ดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความยาวเฉลี่ยของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีค่าเท่ากับ 16.65 มิลลิเมตร ซึ่งผ่านมาตรฐาน EN

14961-2 ที่มีการกำหนดมาตรฐานของค่าความยาวของเชื้อเพลิงอัดเม็ดต้องมีความยาวมากกว่าหรือเท่ากับ 3.15 มิลลิเมตร แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีความยาวน้อยกว่า โดยเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีค่าความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 34.81 มิลลิเมตร ดังตารางที่ 1

ผลการทดสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ เมื่อมีการเพิ่มปริมาณการใช้ตัวประสานทั้ง 3 ชนิดพบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อเพลิงอัดเม็ดมีขนาดลดลงใกล้เคียงกับขนาดช่องอัด (Die Holes) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 6.0 มิลลิเมตร เมื่อเปลี่ยนปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้จากร้อยละ 1 เป็นร้อยละ 5 พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลดลงจาก 6.71 มิลลิเมตร เป็น 6.61 มิลลิเมตร ซึ่งยังคงผ่านมาตรฐาน EN 14961-2 ที่มีการกำหนดมาตรฐานของเส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อเพลิงอัดเม็ดไว้ที่ 6 ± 1 มิลลิเมตร หรือ 8 ± 1 มิลลิเมตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าชนิดของตัวประสานและปริมาณการเติมตัวประสานที่แตกต่างกันส่งผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อเพลิงอัดเม็ดมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์และเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

คุณสมบัติ	ค่าตามมาตรฐาน	ไม่เติมตัวประสาน	แป้งมันสำปะหลัง (%)			แป้งข้าวโพด (%)			กลีเซอรีน (%)			เชื้อเพลิงอัดเม็ดบริษัท A
			1	2	5	1	2	5	1	2	5	
การขึ้นรูปเป็นเม็ดเชื้อเพลิง (ร้อยละ)	-	48.80^{B}	52.89^{AB}	54.13^{AB}	56.21^{A}	50.42^{AB}	52.15^{AB}	54.40^{AB}	48.58^{B}	49.86^{AB}	52.74^{AB}	-
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	6 ± 1 หรือ 8 ± 1	6.70^{B}	6.71^{B}	6.64^{B}	6.61^{B}	6.71^{B}	6.71^{B}	6.64^{B}	6.70^{B}	6.66^{B}	6.61^{B}	8.40^{A}
ความยาว (มิลลิเมตร)	$3.15 \leq L \leq 40$	14.61^{C}	16.43^{BC}	16.90^{BC}	21.07^{B}	14.91^{c}	17.36^{BC}	18.17^{BC}	14.02^{c}	15.20^{c}	15.81^{BC}	34.81^{A}
ความชื้น (ร้อยละ)	≤ 10	7.19^{B}	6.95^{B}	6.65^{B}	7.19^{B}	6.87^{B}	6.72^{B}	7.43^{B}	6.89^{B}	6.49^{B}	7.96^{B}	10.04^{A}
เถ้า (ร้อยละ)	0.7 – 3.00	2.68^{A}	2.77^{A}	2.93^{A}	2.63^{A}	2.59^{A}	2.86^{A}	2.67^{A}	2.72^{A}	2.80^{A}	2.90^{A}	2.72^{A}
ความทนทานเชิงกล (ร้อยละ)	≥ 97.5	98.17^{A}	98.94^{A}	99.31^{A}	99.56^{A}	98.50^{A}	99.16^{A}	99.66^{A}	97.64^{A}	98.07^{A}	98.11^{A}	98.17^{A}
พลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนัก (MJ/kg)	$16.5 \leq Q \leq 19$	19.62^{A}	20.13^{A}	20.15^{A}	19.84^{A}	20.08^{A}	20.18^{A}	20.06^{A}	20.11^{A}	20.20^{A}	20.38^{A}	18.60^{B}
ความหนาแน่น (kg/m^3)	≥ 600	368.18^{B}	381.50^{B}	381.44^{B}	411.76^{B}	354.92^{B}	381.87^{B}	389.46^{B}	362.56^{B}	380.42^{B}	389.51^{B}	541.29^{A}
คลอรีน (ร้อยละ)	≤ 0.03	0.03^{CD}	0.02^{D}	0.02^{D}	0.03^{CD}	0.02^{D}	0.03^{CD}	0.02^{D}	0.04^{C}	0.06^{B}	0.11^{A}	0.02^{D}

Remark: Means with the same letter in the row are not difference at the level of significance 0.05

3. ปริมาณความชื้นหลังอัดของเชื้อเพลิงอัดเม็ด

ความชื้นสุดท้ายของเชื้อเพลิงอัดเม็ดขึ้นอยู่กับสภาวะการอัด เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ความชื้นหลังอัดต่ำกว่าร้อยละ 5 จะทำให้ผู้ผลิตเสียรายได้เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดเม็ดจะแตกขณะการจัดเก็บและการขนส่ง แต่ถ้าเชื้อเพลิงอัดเม็ดมีความชื้นหลังอัดสูงก็จะมีปัญหาการเข้าทำลายด้วยเชื้อราได้ง่าย (Tumuluru *et al*., 2011) การวิเคราะห์ทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ชนิดและปริมาณการเติมตัวประสานที่แตกต่างกันส่งผลให้ปริมาณความชื้นหลังอัดของเชื้อเพลิงอัดเม็ดมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากการทดสอบปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดเมื่อมีการเพิ่มปริมาณการใช้ตัวประสานทั้ง 3 ชนิด พบว่าปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการเติมกลีเซอรีนจากร้อยละ 1 เป็นร้อยละ 5 ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 6.89 เป็นร้อยละ 7.69 ส่วนการเติมแป้งมันสำปะหลังเมื่อเพิ่มปริมาณจากร้อยละ 1 เป็นร้อยละ 5 ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 6.95 เป็นร้อยละ 7.19 ซึ่งการเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังทำให้ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวประสานอีก 2 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์กับเชื้อเพลิงที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ต่ำกว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 7.02 ขณะที่เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 10.04 ซึ่งมาตรฐาน EN 14961-2 ที่มีการกำหนดมาตรฐานของปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดต้องไม่เกินร้อยละ 10

4. ปริมาณเถ้าในเชื้อเพลิงอัดเม็ด

ปริมาณเถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจะส่งผลให้เตาเผามีประสิทธิภาพต่ำลง จากผลทดสอบพบว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่มีการเติมแป้งข้าวโพดเป็นตัวประสานปริมาณร้อยละ 5 มีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด โดยมีปริมาณเถ้าร้อยละ 2.67 เชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่เติมกลีเซอรีนเป็นตัวประสานเมื่อมีการเพิ่มปริมาณจากร้อยละ 1 เป็นร้อยละ 5 ปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 2.72 เป็นร้อยละ2.90 ปริมาณเถ้าในเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่ผลิตได้ทั้งหมดผ่านมาตรฐาน EN 14961-2 ที่มีการกำหนดมาตรฐานปริมาณเถ้าของเชื้อเพลิงอัดเม็ดต้องมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.7–3.00 จากการวิเคราะห์ทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าชนิดของตัวประสานและปริมาณการเติมตัวประสานที่แตกต่างกันส่งผลให้ปริมาณเถ้าในเชื้อเพลิงอัดเม็ดมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ความทนทานเชิงกลของเชื้อเพลิงอัดเม็ด

ความทนทานเชิงกลเป็นอีกดัชนีชี้วัดคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่สำคัญ โดยเชื้อเพลิงอัดเม็ดต้องมีความแข็งแรงและต้านทานต่อการแตกหักในขณะจัดเก็บหรือระหว่างการขนส่ง (Kaliyan and Morey., 2009) จากผลการทดสอบพบว่า เชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่มีการเติมแป้งมันสำปะหลังปริมาณร้อยละ 5 มีค่าความทนทานเชิงกลเฉลี่ยสูงที่สุด โดยมีค่าความทนทานเชิงกลร้อยละ 99.56 และเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่มีการเติมกลีเซอรีนร้อยละ 1 มีค่าความทนทานเชิงกลเฉลี่ยต่ำที่สุด โดยมีค่าความทนทานเชิงกลร้อยละ 97.64 ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ค่าความทนทานเชิงกลของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทั้งหมดผ่านมาตรฐาน EN 14961-2 ที่กำหนดมาตรฐานของค่าความทนทานเชิงกลไว้ที่ต่ำที่สุดร้อยละ 97.5 ทั้งนี้ชนิดของตัวประสานและปริมาณการเติมตัวประสานที่แตกต่างกันส่งผลให้ความทนทานเชิงกลของเชื้อเพลิงอัดเม็ดมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

6. ค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดเม็ด

ค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักคือ ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดเม็ดและเชื้อเพลิงอัดแท่งขึ้นอยู่กับสภาวะในการผลิตทั้งอุณหภูมิในการอัดและการปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบก่อนการอัด (Telmo and Lousada 2011; Tumuluru *et al.,* 2011) จากการวิเคราะห์ทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าชนิดและปริมาณการเติมตัวประสานที่แตกต่างกันส่งผลให้ค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์กับเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักมากกว่า โดยมีค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 20.13 MJ/kg ในขณะที่เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยเพียง 18.60 MJ/kg

7. ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดเม็ด

ความหนาแน่นเป็นตัวแปรสำคัญสำหรับการจัดเก็บและการขนส่งเชื้อเพลิงอัดเม็ด ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดเป็นผลมาจากความชื้นของวัตถุดิบขณะที่ทำการอัดเม็ดและสภาวะในการอัดเม็ด (แรงอัดและอุณหภูมิในการอัด) ความชื้นก่อนอัดสูงทำให้เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้มีความหนาแน่นต่ำ ขณะที่การอัดเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่อุณหภูมิและแรงอัดสูงจะช่วยเพิ่มความหนาแน่นให้กับเชื้อเพลิงอัดเม็ด (Mani *et al.,* 2006; Rhén, *et al.,* 2005) จากการทดสอบการเติมตัวประสานทั้ง 3 ชนิด เมื่อมีการเพิ่มปริมาณของตัวประสานพบว่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่เติมแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 มีค่าความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ 411.76 kg/m^3 และเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1 มีค่าความหนาแน่นน้อยที่สุดเพียง 354.92 kg/m^3 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าชนิดและปริมาณของการเติมตัวประสานที่แตกต่างกันส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีค่าความหนาแน่นต่ำกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 381.50 kg/m^3 ในขณะที่เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นสูงถึง 521.08 kg/m^3 แต่ทั้งนี้ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์และเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดต่างก็ไม่ผ่านมาตรฐาน EN 14961-2 ที่มีการกำหนดมาตรฐานของค่าความหนาแน่นรวมของเชื้อเพลิงอัดเม็ดไว้ที่ไม่ต่ำกว่า 600 kg/m^3

8. ปริมาณคลอรีนในเชื้อเพลิงอัดเม็ด

เชื้อเพลิงที่มีปริมาณคลอรีนเมื่อผ่านกระบวนการเผาไหม้จะก่อให้เกิดเป็นตะกรัน (Fouling) เกาะติดที่ผนังเตาเผาส่งผลให้ประสิทธิภาพของเตาเผาลดลง จากผลการทดสอบปริมาณคลอรีนในเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีการเติมกลีเซอรีนเป็นตัวประสาน เมื่อเพิ่มปริมาณกลีเซอรีนจากร้อยละ 1 เป็นร้อยละ 5 ปริมาณคลอรีนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.03 เป็นร้อยละ 0.11 ในขณะที่เชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่เติมแป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพดมีปริมาณคลอรีนเฉลี่ยร้อยละ 0.02 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าชนิดและปริมาณการเติมตัวประสานที่แตกต่างกันส่งผลให้ปริมาณคลอรีนในเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุป

จากการศึกษาการปรับปรุงคุณสมบัติของเศษไม้ยางพาราเพื่อนำไปผลิตเป็นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ด้วยกระบวนการทอรีแฟคชั่นและกระบวนการเพิ่มความหนาแน่น (Densification) หรือกระบวนการอัดเม็ดเพื่อให้มีคุณสมบัติที่ดีกว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีการจำหน่ายในท้องตลาดและใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงที่มาจากฟอสซิลเพื่อเพิ่มโอกาสนำไปใช้ทดแทนในอนาคต สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่มีการเติมแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในอัตราส่วนร้อยละ 5 ให้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุด โดยให้ปริมาณผลผลิตร้อยละ 56.21 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสภาวะการผลิตอื่น ๆ ส่วนเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่ไม่มีการเติมตัวประสานและเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่มีการเติมกลีเซอรีนในอัตราส่วนร้อยละ 1 ให้ปริมาณผลผลิตต่ำที่สุด โดยให้ปริมาณผลผลิตร้อยละ 48.80 และ 48.58 ตามลำดับ

2. ค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีค่าใกล้เคียงกับถ่านหิน และให้ค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักสูงกว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีการจำหน่ายในท้องตลาด ผลการทดสอบค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.13 MJ/kg เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินในประเทศไทยจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นถ่านหินประเภทลิกไนต์ มีค่าพลังงานต่อหน่วยน้ำหนักเฉลี่ย 15.03 MJ/kg และถ่านหินจากต่างประเทศประเภทบิทูมินัสมีค่าพลังงานต่อหน่วยน้ำหนักเฉลี่ย 21.96 MJ/kg (เสกสรร และ ฐิติศักดิ์, 2556) ส่วนค่าพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีการจำหน่ายในท้องตลาดมีค่าเท่ากับ 18.54 MJ/kg

3. เชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่มีเติมแป้งมันสำปะหลังส่งผลให้ค่าความทนทานเชิงกลมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการเติมแป้งข้าวโพด และกลีเซอรีน เมื่อเปรียบเทียบค่าความทนทานเชิงกลระหว่างเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์กับเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีการจำหน่ายในท้องตลาดพบว่ามีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 98.79 และ 98.17 ตามลำดับ

4. ค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีการจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 381.50 kg/m^3 และ 521.08 kg/m^3 ตามลำดับ ซึ่งอาจจะเกิดจากกระบวนการเพิ่มความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอร์รีไฟด์ที่เตรียมตัวอย่างก่อนอัดที่สภาวะความชื้นสูงเกินไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ฐิตาภรณ์ ภูมิไชย์, กฤษดา สังข์สิงห์, กรรณิการ์ ธีระวัฒนสุข, เฉลิมพล ภูมิไชย์, จิรวัฒน์ ริยาพันธ์ และ อารักษ์ จันทุมา. 2557. สมบัติเนื้อไม้ยางพาราพันธุ์ปลูกเป็นการค้ากับการใช้ประโยชน์. **ยางพารา** 35 (3): 30-37.

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 2553. **ข้อมูลวิชาการยางพารา.** โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 2555. **การจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน.** โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ

เสกสรร แสงดาว และ ฐิติศักดิ์ บุญปราโมทย์. 2556 คุณภาพถ่านหินสำหรับโรงไฟฟ้าภายใต้ เงื่อนไขมาตรฐานคุณภาพอากาศ **.วารสารวิจัยพลังงาน** 10 (3): 29-42.

Badan, P., P. Hengniran, M. Haruthaithanasan and T. Neamsuwan. 2017. Development of Prototype Batch Reactor for Torrefied Wood Chip Production, pp. 20-28. *In* Proceeding of **ASEAN Bioenergy and Bioeconomy Conference Sustainable Management and Partnership 2017.** 9 June 2017, The Bangkok International Trade and Exhibition Centre (BITEC). Bangkok, Thailand.

EUROPEAN STANDARD. 2004. **Solid Biofuels - Determination of Moisture Content - Oven Dry Method - Part 1: Total Moisture - Reference Method.** EN 14774-1.

_____. 2009. **Solid Biofuels – Determination of Ash Content.** EN 14775.

_____. 2009. **Solid Biofuels – Determination of Bulk Density.** EN 15103.

_____. 2009. **Solid biofuels – Determination of mechanical durability of pellets and briquettes** EN 15210-1.

_____. 2010. **Solid Biofuels - Fuel Specifications and Classes – Part 2 Wood Pellet for Non – Industrial Use.** EN 14961-2.

_____. 2012. **Solid biofuels – Determination of Length and Diameter of Pellet.** EN 16127.

Kaliyan, N. and R.V. Morey. 2009. Factors affecting strength and durability of densified biomass products. **Biomass and Bioenergy** 33: 337–359.

Keipi, T., H. Tolvanen, L. Kokko and R. Raiko. 2014. The effect of torrefaction on the chlorine content and heating value of eight woody biomass samples. **Biomass and Bioenergy** 66: 232–239.

Mani, S., L.P. Tabil and S. Sokhansanj. 2006. Specific energy requirement for compacting corn stover. **Bioresource Technology** 97: 1420–1426.

Rhén, C., R. Gref, M. Sjöström and I. Wästerlund. 2005. Effects of raw material moisture content: Densification pressure and temperature on some properties of Norway spruce pellets. **Fuel Process Technology** 87(1): 11–16.

Telmo, C. and J. Lousada. 2011. Heating values of wood pellets from different species. **Biomass And Bioenergy** 35: 2634-2639.

Tumuluru, J.S., C.T. Wright, J.R. Hess and K.L. Kenney. 2011. A review of biomass densification systems to develop uniform feedstock commodities for bioenergy application. **Biofuels Bioprod, Bioref** 5: 683–707.

การผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดทอริไฟด์เพื่อการใช้ประโยชน์ไม้ด้านพลังงานเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม

Pelletization of Torrefied Biomass Production Research for Commercial and Industrial Wood Energy Utilization

นฤมล ภานุนำภา[1*] สุวรรณา อ่ำเผือก[1] ฐิติภรณ์ บุญแย้ม[1] และ เบญจมาภรณ์ วงษ์คำจันทร์[1]

Narumol Panunumpa[1*], Suwanna Umphauk[1],

Thitiporn Boonyaem[1] and Benchamaphon Wongkhamchan[1]

[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: maleepanu@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพและประสิทธิภาพของการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดแบบ Torrefied เพื่อเพิ่มมูลค่าเศษไม้และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร รวมถึงการสำรวจการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดในประเทศไทย เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและแนวทางแก้ไข การทดลองโดยการนำไม้สน 5 ชนิด และไม้ไผ่ 5 ชนิด มาเผาด้วยกระบวนการ Torrefaction คือ การเผาชีวมวลในกระบวนการไพโรไลซีสที่ไม่รุนแรงในช่วงอุณหภูมิ 250 - 300 องศาเซลเซียส จะได้ชีวมวลที่เป็นถ่านแบบไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์ด้วยเตาถังน้ำมัน 200 ลิตร นำเชื้อเพลิงที่เผาได้ไปอัดเม็ดแล้วนำไปทดสอบหาคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ผลการทดลองพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยมีค่าความชื้นเฉลี่ย 5% ค่าเถ้า เฉลี่ย 3.8% ความหนาแน่นเฉลี่ย 677 kg/m^3 ความคงทนเฉลี่ย 97.4% และค่าความร้อนเฉลี่ย 6,246 kg/kcal และได้ทำการสำรวจโรงงานผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดจำนวน 13 โรงงาน พบว่าผู้ผลิตส่วนใหญ่มีปัญหาด้านการจำหน่ายและด้านการผลิตได้ไม่ตรงตามมาตรฐานที่ลูกค้าในต่างประเทศต้องการ จึงมักจะถูกกดราคาทำให้การจำหน่ายไม่คุ้มต้นทุนการผลิต

ABSTRACT

This research aimed to i) study potential and efficiency of fuel pellet production by Torrefaction method in order to add values to wooden and agricultural residues; and ii) survey fuel pellet production in Thailand in order to assess problem and suggest solution. Torrefaction is a thermal process- a mild form of pyrolysis at temperatures typically between 250 and 300 °C, to convert biomass into a coal-like material. This experiment was conducted by burning 5 types of pine wood and 5 types of bamboo in 200 liters oil tank kiln. The finished product was compressed. Its properties were tested and compared with the standard values. The results demonstrated that the product's properties were within an acceptable range with 5% of humidity, 3.8% of ash, 677 kg/m^3 of density, 97.4% of durability, and 6,246 kg/kcal of heat content. The survey of 13 fuel pellet factories suggested that that most fuel pellet producers had

difficulties in product distribution and quality. In particular, we found that the products did not meet the international standards and often received prices lower than the production cost.
Keywords: fuel wood pellets, torrefaction, wood energy industry

คำนำ

ไม้โตเร็วเป็นพืชประเภทหนึ่งที่มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นพลังงานเพื่อทดแทนพลังงานจากฟอสซิลได้ เนื่องจากไม้โตเร็วเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเกือบทุกพื้นที่และตัดให้แตกหน่อได้ การใช้ประโยชน์ไม้โตเร็วในรูปแบบของพลังงาน นอกจากการใช้เป็นไม้ฟืน การใช้เป็นวัตถุดิบป้อนโรงไฟฟ้าชีวมวลและการเผาถ่านแล้ว ยังสามารถทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งและเชื้อเพลิงอัดเม็ดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานได้อีกทางหนึ่งด้วย เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดคือเชื้อเพลิงที่แปรสภาพมาจากการอัดชีวมวลให้มีลักษณะเป็นแท่งกลมเล็กๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 - 8 มม. ยาว 20 - 30 มม. จัดเป็นเชื้อเพลิงที่มีปริมาตรต่ำแต่ให้ปริมาณพลังงานความร้อนสูงขึ้นทำให้สะดวกในการจัดเก็บและขนส่ง เชื้อเพลิงอัดเม็ดสามารถทำจากเศษวัสดุชีวมวลต่างๆ เช่น ขี้เลื่อย เปลือกไม้ ขุยไผ่ กะลาปาล์ม ขุยมะพร้าว หญ้าเนเปียร์ ซังข้าวโพด ยอดและใบต้นอ้อย ฟางข้าว ลำต้นและเหง้ามันสำปะหลัง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554) เศษวัสดุเหลือเหล่านี้มักจะถูกละเลยและทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นการนำมาอัดเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดจะทำให้เชื้อเพลิงมีความหนาแน่นมากขึ้น มีรูปร่างสม่ำเสมอ สะดวกต่อการบรรจุและขนส่ง เป็นการเพิ่มมูลค่าของทรัพยากรธรรมชาติ อย่างไรก็ตามชีวมวลดิบและเชื้อเพลิงอัดเม็ดเมื่อเผาไหม้แล้วก็ยังก่อให้เกิดควันและสารระเหยที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ การนำชีวมวลดิบมาเผาด้วยกระบวนการทอริแฟคชั่น (Torrefaction) คือการเผาชีวมวลในกระบวนการไพโรไลซีสที่ไม่รุนแรงในช่วงอุณหภูมิ 250 - 300 องศาเซลเซียส จะได้ชีวมวลที่ยังไม่กลายสภาพเป็นถ่านร้อยเปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาอัดเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดแบบทอริไฟด์ที่มีคุณสมบัติดีเพิ่มขึ้น คือ เมื่อติดไฟแล้วสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ง่าย ให้ค่าความร้อนสูงขึ้น เมื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับถ่านหินในหม้อน้ำจะช่วยลดการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์อ๊อกไซด์ (SO_x) และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการเผาซ้ำ (re-fired) สูงขึ้น (Pach *et al*, 2002 อ้างโดย พงษ์ศักดิ์ และไตรรัตน์, 2554) สามารถใช้งานได้ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เตาเผาหรือหม้อต้มและยังใช้กับเตาหุงต้มในครัวเรือนได้ ปัจจุบันการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงอัดเม็ดยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนักเนื่องจากมีข้อจำกัดด้านคุณภาพและกลไกการตลาด อย่างไรก็ตามเชื้อเพลิงอัดเม็ดแบบทอริไฟด์ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการใช้พลังงานจากไม้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นทีมงานวิจัยจึงได้นำเศษไม้สนและไม้ไผ่มาทดลองเผาด้วยกระบวนการ Torrefaction แล้วจึงนำมาอัดเป็นเม็ดเพื่อเพิ่มคุณภาพของเชื้อเพลิงให้มีคุณภาพและได้มาตรฐานการส่งออก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจแหล่งผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดในประเทศไทย

ทำการสำรวจโรงงานผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดในประเทศไทยเพื่อให้รับทราบข้อมูลเบื้องต้น ปัญหาและอุปสรรคในการผลิตและจำหน่ายเพื่อหาแนวทางแก้ไข ตลอดจนเป็นผู้ประสานให้เกิดเครือข่ายระหว่างผู้ประกอบการด้านการผลิตและการจำหน่ายเชื้อเพลิงอัดเม็ด โดยใช้ฐานข้อมูลผู้ประกอบเชื้อเพลิงอัดเม็ดของ กรมป่าไม้ (2558) ทำการสุ่มสำรวจโรงงานผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดจำนวน 13 โรงงาน

2. การทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดโดยผ่านกระบวนการ Torrefaction

2.1 วัสดุทดลอง

ใช้เศษไม้สน 5 ชนิด ได้แก่ สนคาริเบีย (*Pinus caribaea* Morelet) สนโอคาร์ปา (*Pinus oocarpa* Schiede) สนสองใบ (*Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese.) สนสามใบ (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) และสนเทคูนูมานิ (*Pinus patula* ssp. *tecunumanii*) และเศษไม้ไผ่ 5 ชนิด คือ ไผ่กิมซุ่ง (*Bambusa beecheyana* Munro) ไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis* Gamble) ไผ่ตงศรีปราจีนหรือไผ่ตงเขียว (*Dendrocalamus asper* Munro) ไผ่หม่าจู (*Dendrocalamus latiflorus* Munro) และไผ่ซางหม่น (*Dendrocalamus sericeus* Munro)

2.2 วิธีการ

เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการ Torrefaction คือเชื้อเพลิงที่ได้จากการใช้ขี้เลื่อยไม้หรือเศษวัสดุทางการเกษตรที่บดละเอียดมาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้วนำเข้าเครื่องอัดเม็ด ส่วนเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ผ่านกระบวนการ Torrefaction คือการนำไม้หรือเศษวัสดุทางการเกษตรไปเผาเป็นถ่านแบบไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์ คือยังไม่เป็นถ่านโดยสมบูรณ์ (เผาให้เป็นส้นถ่าน) นำไปบดแล้วจึงมาอัดเป็นเม็ด หรืออาจจะนำเชื้อเพลิงมาอัดเป็นเม็ดแล้วนำไปเผาเป็นถ่านแบบไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการเผาเชื้อเพลิงให้เป็นถ่านแบบไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์แล้วจึงนำมาอัดเป็นเม็ด

การทดลองอัดเม็ดเชื้อเพลิงนี้ไม่ได้ใช้ส่วนผสมใด ๆ นอกจากน้ำและความร้อนของเครื่องอัดเม็ด ในการอัดขี้เลื่อยของไม้ตัวอย่าง นำตัวอย่างไม้สนทั้ง 5 ชนิด และไม้ไผ่ 5 ชนิด มาอัดเป็นเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลโดยผ่านกระบวนการ Torrefaction ก่อนแล้วนำมาอัดด้วยเครื่องอัดเม็ดขนาดทดลอง 10 kw. (ประมาณ 7 แรงม้า) นำเชื้อเพลิงอัดเม็ด (Torrefied pellet) มาทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

2.2.1 ขั้นตอนการเผาเชื้อเพลิงด้วยกระบวนการ Torrefaction

ใช้เตาถังน้ำมัน 200 ลิตรแบบนอนเผาเชื้อเพลิงเศษไม้สน และแบบแนวตั้งเผาเศษไม้ไผ่ โดยควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 270 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเผา 4 - 5 ชั่วโมง ทำการปิดช่องไม่ให้อากาศเข้า อุณหภูมิภายในเตาจะขึ้นไปได้ถึง 320 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เตาเย็นลง ใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง นำเชื้อเพลิงที่เผาได้มาคัดแยกส่วนที่เป็นถ่านซึ่งจะอยู่ช่วงบนของเตาและบริเวณประตูเตา ทำการคัดออก ใช้เฉพาะส่วนที่เป็นส้นถ่านที่ยังไม่กลายเป็นถ่านและไม่เป็นไม้ การทดลองนี้ปฏิบัติที่ศูนย์วิจัยพลังงานจากไม้ อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.สระบุรี

2.2.2 ขั้นตอนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด

เตรียมวัตถุดิบให้มีขนาดเหมาะสมที่จะเข้าสู่กระบวนการอัดเม็ดด้วยกระบวนการสับหยาบ และสับละเอียด

1) การสับหยาบ เป็นการลดขนาดชีวมวลที่มีขนาดใหญ่ โดยการสับหยาบ ทำให้ชีวมวลมีขนาดอยู่ในช่วง 1 – 5 เซนติเมตร

2) การสับละเอียด เป็นการนำชีวมวลที่มีขนาดเล็กหรือ ที่ผ่านการสับหยาบแล้วมาสับให้มีขนาดเล็กลง โดยจะนำชีวมวลป้อนใส่เครื่องสับละเอียดและขนาดของชีวมวลจะสามารถแยกได้ตามตะแกรงที่ใช้คัดขนาด ได้แก่ 2, 5 และ 9 มิลลิเมตร

2.2.3 การขึ้นรูป

การขึ้นรูปเม็ดเชื้อเพลิงเป็นการนำชีวมวลที่ผ่านกระบวนการสับละเอียด เข้าเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง (pelletizer) โดยควบคุมความชื้นให้มีค่าประมาณ 10 - 15% ก่อนเข้าเครื่อง

เครื่องขึ้นรูปอัดแท่งเชื้อเพลิงอัดเม็ด แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ เครื่องขึ้นรูปชนิดแม่พิมพ์หมุน (Rotary die) เครื่องขึ้นรูปชนิดลูกกลิ้งหมุน (Rotary drum) และเครื่องขึ้นรูปชนิดแม่พิมพ์วงแหวน (Ring die) โดย Rotary die และ Rotary drum เหมาะสำหรับผลิตเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบในระดับชุมชน ส่วน Ring die เหมาะสำหรับผลิตเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบในระดับอุตสาหกรรม (คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, 2557) งานวิจัยนี้ใช้เครื่องขึ้นรูปแบบลูกกลิ้งหมุน (Rotary drum)

2.2.4 การคัดขนาดและบรรจุ

เมื่อได้เม็ดเชื้อเพลิงออกมาแล้วต้องผ่านการคัดกรอง ขนาดชีวมวลอัดเม็ดที่มีคุณภาพต่ำจะถูกคัดออกในกระบวนการนี้ และถูกนำไปเข้าเครื่องอัดใหม่ จากนั้นทำให้เชื้อเพลิงที่ได้เย็นลงก่อนการบรรจุใส่ถุงปิดให้สนิทไม่ให้ความชื้นเข้า เนื่องจากในการผลิตชีวมวลอัดเม็ดต้องใช้อุณหภูมิสูงและมีความชื้นเกิดขึ้น

2.3 การทดสอบคุณภาพเชื้อเพลิงอัดเม็ด

ตัวอย่างเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้ นำไปทดสอบหาค่าความชื้น เถ้า กำมะถัน ความหนาแน่น ความคงทน และ ค่าความร้อน เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาและยุโรป

2.4 มาตรฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ด

เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่แต่ละโรงงานผลิตได้จะต้องมีการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ผู้รับซื้อแต่ละรายจะเป็นผู้กำหนดว่าใช้มาตรฐานจากแหล่งใด เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ส่งไปขายยังต่างประเทศจำเป็นต้องผลิตให้ได้ตามมาตรฐานที่กลุ่มประเทศนั้นๆ กำหนด ในปัจจุบันมาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดของบางประเทศในยุโรปจะมีรายละเอียดแตกต่างกันบางประการโดยเนื้อหาหลักส่วนใหญ่จะอ้างอิงกับมาตรฐานล่าสุดคือ EN 14961-1:2010 : Solid biofuels. Fuel specifications and classes. General requirements และ EN 14961-2:2011 : Solid biofuels. Fuel specifications and classes. Wood pellets for non-industrial use โดยมาตรฐาน EN 14961-1:2010 จะกล่าวถึงความต้องการทั่วไปของเชื้อเพลิงชีวมวลที่เป็นของแข็ง ส่วน EN 14961-2:2011 จะกล่าวถึงเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่ไม่ได้ใช้ในภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังมีการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด EN plus ซึ่งผู้ผลิตในหลายประเทศได้นำการรับรองคุณภาพนี้ไปใช้กับผลิตภัณฑ์ของตนเอง สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดโดยสถาบัน Pellet Fuels Institute (PFI) โดยมาตรฐานได้แบ่งเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดไว้ 3 เกรด คือ เกรดพรีเมียม เกรดมาตรฐาน และเกรดใช้งานทั่วไป คุณสมบัติที่แตกต่างของแต่ละเกรดคือช่วงของค่าความหนาแน่น เปอร์เซ็นต์เถ้า และความชื้นที่มีในเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดสำหรับประเทศในเอเชียยังไม่มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด การนำเข้าและส่งออกจะใช้มาตรฐานของต่างประเทศหรือประเทศคู่ค้าเป็นหลัก คือ มาตรฐานยุโรป (EN 14961 และ EN plus) และมาตรฐานอเมริกา (PFI) (มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2555) มาตรฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ดของประเทศไทยเปรียบเทียบกับต่างประเทศแสดงใน Table 1

Table 1 Pellet properties comparison between the fuel standards of the Thai producers andthose of the American and the European

Fuel Qualification	PFI Standard	EN 14961-1 Standard	Wooden Pellet and Eucalyptus Bark	Sawdust
Bulk Density (kg/m^3)	609 - 737	≥600	664.87	654.54
Diameter (mm)	5.84 - 7.25	6 – 12	8.27	8.45
Pellet Durability Index	≥ 95.0	≥ 95.0	98.80	96.65
Fines, %	≤ 1.0	≤ 1.0	0.23	3.28
Inorganic Ash, %	≤ 2.0	≤ 0.7	4.70	2.5
Fuel Qualification	PFI Standard	EN 14961-1 Standard	Wooden Pellet and Eucalyptus Bark	Sawdust
Length, % greater than 1.50 inches	≤ 1.0	≤ 5	43.24	30.58
Moisture, %	≤ 10.0	≤ 10	10.40	9.1
Chloride	≤ 300 (ppm)	≤ 0.02 (% wt)	0.06	<0.01
Heating Value (MJ/kg)	As-Rec. ± 2SD	Minimum value	16.38	17.23

ที่มา: มหาวิทยาลัยศิลปากร (2555)

ผลและวิจารณ์

1. ผู้ประกอบการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดในประเทศไทย

จากการสำรวจโรงงานผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดในช่วงปี พ.ศ. 2558 - 2560 โดยทีมนักวิจัยของโครงการจำนวน 13 โรงงาน พบว่าการซื้อขายเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากการสำรวจ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่องทาง คือ การซื้อขายตรงจากโรงงานผลิตกับผู้ใช้งาน และการซื้อขายผ่านตัวแทนรับซื้อกับโรงงานผู้ผลิต นอกจากนี้ผู้ผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีตลาดในมือมากกว่ากำลังการผลิตของตน ก็อาจติดต่อผู้ผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดรายย่อยอื่นๆ ให้ขายต่อ โดยเป็นผู้รวบรวมเพื่อจัดส่งให้กับผู้ซื้อตามจำนวนที่ตกลงกัน

การซื้อขายชีวมวลในตลาดโลกมี 2 ประเภท คือ ในรูปแบบเชื้อเพลิงอัดเม็ด (Wood pellets) และแบบชิ้นไม้สับ (Wood chips) ราคาเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากขี้เลื่อยไม้ผสมตันละ 3,000 - 4,000 บาท แล้วแต่คุณภาพของเชื้อเพลิงอัดเม็ด ซึ่งได้แก่ ปริมาณขี้เถ้าและความชื้นรวมถึงการตกลงราคาระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย (ค่าเฉลี่ยจากการสำรวจด้วยแบบสอบถาม) ส่วนราคาชิ้นไม้สับเพื่อผลิตเยื่อกระดาษตันละ 3,100 - 3,350 บาท) ถ้าเป็นการซื้อขายแบบตันสด ความชื้นต่ำกว่า 50% ราคาส่งออกตันละ 1,700 - 1,800 บาท เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่จะส่งขายในประเทศยุโรปต้องมีคุณภาพดีและมีคุณภาพตามมาตรฐานที่ประเทศผู้ซื้อกำหนด ส่วนเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ขายในประเทศแถบเอเชียจะมีคุณภาพปานกลาง ถ้าเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่ซื้อขายใช้กันในประเทศไทยก็จะมีคุณภาพต่ำถึง

ปานกลางและมีความชื้นค่อนข้างสูง ศักยภาพในการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดของประเทศไทยประมาณ 19 ล้านตันต่อปี หรือประมาณ 32 ล้านตันสด (กอบศักดิ์, 2557) ประเทศที่ส่งออกเชื้อเพลิงอัดเม็ดมากเป็นอันดับ 1 ถึง 10 คือ สหรัฐอเมริกา แคนาดา รัสเซีย ยูเครน โครเอเชีย เบลารุส บอสเนียและเฮอร์โกวีนา แอฟริกาใต้ เซอร์เบีย และออสเตรเลีย (Renwable 2013 Global Status Report, อ้างโดย กอบศักดิ์ 2527) ผลการสำรวจดังแสดงใน Table 2

Table 2 Data of pellet factories survey in Thailand

Factory No.	Raw Material	Type of Mold	Trade	Price Baht/ton	Problems
1	Sawdust of wood	Ring die	Export	≥5,000	Prefer to sell pellet machine
2	Sawdust of bamboo, corn cob	Rotary die	In country	Beginner	Lack of knowhow
3	Sawdust of wood	Rotary die	In country	Beginner	Try to produce and improve machine
4	Sawdust of teak	Ring die	Export	3,000	Out of business
5	Rice husk and sawdust of wood	Ring die	In country	Beginner	Try to produce and improve machine
6	Sawdust from rubber wood	Ring die	Export and in country	4,200	Try to produce and improve machine
7	Sawdust from *Eucalyptus sp.*	Ring die	In country and Self used in SCG	3,200	No problem
8	Sawdust from wood	Ring die	In country	2,900	Being pressured for price reduction. Need to sell at higher price

Table 2 (cont.)

Factory No.	Raw Material	Type of Mold	Trade	Price Baht/ton	Problems
9	Sawdust from rubber wood	Ring die	In country	3,000	Being pressured for price reduction. Need to sell at higher price
10	Sawdust from wood	Rotary die	In country	3,000	Out of business
11	Sawdust from wood and biomass	Ring die	Export and in country	3,000	No problem
12	Sawdust from wood	Ring dieand Rotary die	Export and in country	3,000	Try to produce and improve machine
13	Sawdust from wood	Ring die	Export and in country	3,000	Need to expand markets and set higher prices

โดยภาพรวมจากข้อมูลการสัมภาษณ์และการสังเกต พบว่าผู้ผลิตส่วนใหญ่มีปัญหาด้านการจำหน่ายและด้านการผลิตให้ได้ตรงตามมาตรฐานที่ลูกค้าในต่างประเทศต้องการตามค่ามาตรฐานที่แสดงไว้ใน Table 1 ทำให้โดนกดราคา จึงจำหน่ายได้ไม่คุ้มต้นทุนการผลิต ตลาดต่างประเทศเป็นตลาดแหล่งใหญ่ของเชื้อเพลิงอัดเม็ด หากผู้ผลิตจำนวนมากไม่สามารถส่งออกไปขายได้ ก็จะทำให้เกิดสินค้าล้นตลาด ก่อให้เกิดความเสียหายตามมาเป็นลูกโซ่ หากเป็นการผลิตแบบครบวงจรคือผลิตเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมของตนเอง โดยใช้เศษชีวมวลทางการเกษตรหรือเศษเหลือจากกระบวนการผลิตของบริษัทในเครือ เป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดแล้วส่งเข้าในระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือการต้มน้ำเพื่อใช้ไอน้ำในกระบวนการอุตสาหกรรมต่างๆ ก็สามารถดำเนินการต่อไปได้ แต่หากเป็นผู้ประกอบการรายย่อยที่ผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดเพื่อขายไปยังต่างประเทศมักไม่ประสบความสำเร็จและต้องเลิกกิจการไป ตัวอย่างผู้ประกอบการที่ได้ทำการสำรวจ ดังแสดงใน Figure 1

Figure 1 Pellet Entrepreneurs

2. การผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากเศษไม้และเศษวัสดุทางการเกษตรและการอัดเม็ดเชื้อเพลิงที่ผ่านกระบวนการ Torrefaction

การเผาเชื้อเพลิงด้วยกระบวนการ Torrefaction โดยใช้เตาถังน้ำมัน 200 ลิตร (Single drum kiln) แบบเตาถังนอนเมื่อเผาด้วยไม้สน และแบบตั้งเมื่อเผาด้วยไม้ไผ่ดังแสดงใน Figure 2 จากนั้นนำเชื้อเพลิง Torrified ไปบดหยาบและบดละเอียดแล้วจึงนำไปอัดเม็ด

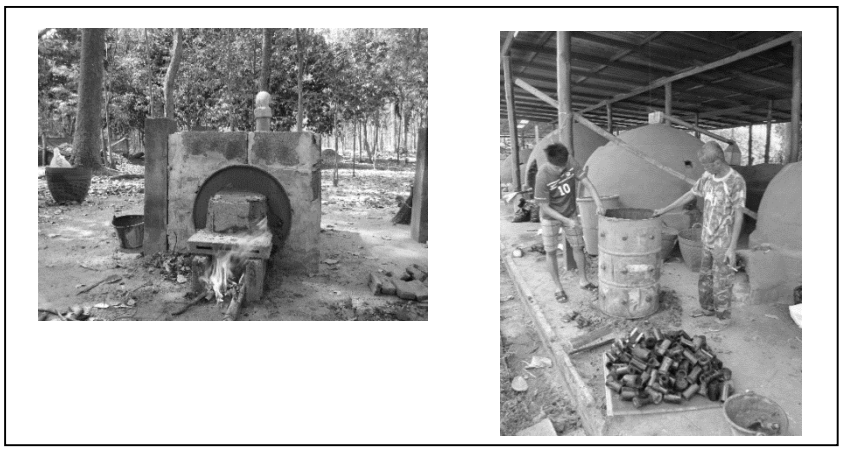


Figure 2 Single drum kiln

3. การทดสอบคุณภาพเชื้อเพลิงอัดเม็ด

นำเชื้อเพลิงที่เผาด้วยกระบวนการ Torrefaction และอัดเป็นเม็ดแล้วไปหาค่าความร้อนและทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้ผลการทดลองแสดงใน Table 3

Table 3 Data and properties analysis of fuel pellet from Pinus and Bamboo

Samples	Pellet properties					
	Moisture (%)	Ash (%)	Sulfur (%)	Bulk Density (kg/m^3)	Durability (%)	Heat content (kg/kcal)
Pinus caribaea	5.91	0.60	0.00	689	97	7,809
Pinus merkusii	6.00	0.50	0.00	735	95	7,769
Pinus kesiya	5.98	0.76	0.00	678	98	7,887
Pinus oocapa	6.42	0.82	0.00	678	98	7,748
Pinus tecunumanii	6.27	0.97	0.00	654	97	6,517
Bambusa beecheyana	2.53	9.33	0.09	682	96	5,421
Thyrsostachys siamensis	3.85	7.28	0.04	727	97	4,418
Dendrocalamus asper	4.68	4.54	0.05	599	99	4,392
Dendrocalamus latiflorus	3.02	8.51	0.05	698	98	4,252
Dendrocalamus sericeus	5.25	4.60	0.09	630	99	4,328
Standard	4-9	≤ 0.6	0.04	650-700	-	≥ 4,063

สำหรับการอัดเชื้อเพลิงให้เป็นแท่งตะเกียบหรือเป็นเม็ด ผู้วิจัยไม่ได้ออกแบบเครื่องอัดเชื้อเพลิงอัดเม็ดเอง แต่ได้ประสานกับคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร จ.นครปฐม ในการขอใช้เครื่องอัดเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ทีมคณาจารย์ ผศ.ดร. นิติพงศ์ โสภณพงศ์พิพัฒน์ และอาจารย์ไพศาล คำสว่าง ออกแบบไว้ และได้พัฒนาเครื่องให้สามารถใช้งานให้ดีขึ้นเป็นลำดับเป็นเครื่องอัดเม็ดต้นแบบขนาดเล็กสำหรับใช้งานในห้องปฏิบัติการตัวอย่างเครื่องอัดเชื้อเพลิงอัดเม็ด ดังแสดงใน Figure 3

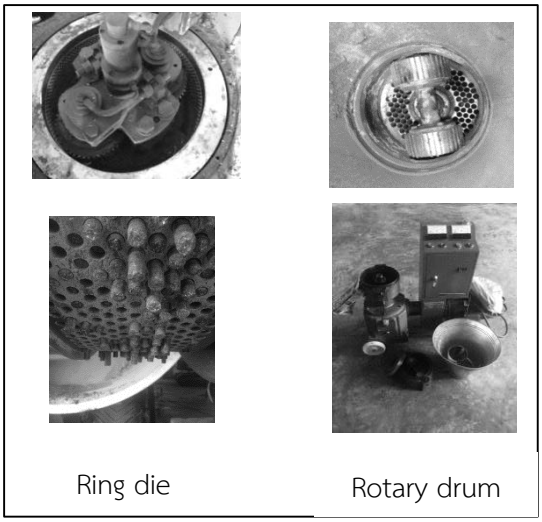


Figure 3 Sample Pellet Machine

Figure 4 Torrefied Pellet and Boiling test with cooking stove

4. มาตรฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ด

มาตรฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ดขึ้นอยู่กับแต่ละประเทศคู่ค้าเป็นผู้กำหนดและขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่แสดงถึงเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ผ่านการรับรองว่าได้มาตรฐานของบางประเทศดังแสดงใน Figure 5 ตัวอย่างร่างมาตรฐานของเชื้อเพลิงอัดเม็ดของประเทศไทย ดังแสดงใน Table 4

Figure 5 Symbol of standardtization of pellet

Table 4 Draft Standard of the Fuel Pellet Properties in Thailand

Property	Normal Grade	High Quality Grade
Bulk density	≤600 kg/m^3	≤600 kg/m^3
Diameter	≥6 mm and≤ 12มม.	≥ 6 mm and ≤ 12มม.
Durability Index	≥ 95% by weight	≥ 95% by weight
Dust	≤ 3 % by weight	≤ 3 %by weight
Length	≥ 3.15 mm and ≤40 mm	≥ 3.15 mm and ≤40 mm
Length exceed 40 mm	≤1% by weight	≤1% by weight
Moisture	≤10% by weight	≤10% by weight
Heating Value	≥14.6MJ/kg (~3,500 kgcal/kg)	≥16.7 MJ/kg (~4,000 kgcal/kg)
Ash	≤ 20 % by weight	≤ 20 % by weight
Chloride compounds	≤ 0.02 % by weight	≤ 0.02 % by weight
Sulfurcompounds	≤ 0.08 % by weight	≤ 0.08 % by weight
Nitrogen compounds	≤ 0.3 % by weight	≤ 0.03 % by weight

ที่มา: มหาวิทยาลัยศิลปากร (2555)

มาตรฐานที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมด้านอากาศสำหรับกลุ่มผู้ใช้อุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดในประเทศไทยนั้นยังไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานสำหรับเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดโดยเฉพาะ แต่เนื่องจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจัดว่าเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลประเภทหนึ่ง จึงสามารถใช้ค่ามาตรฐานเช่นเดียวกับการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลทั่วไป โดยในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจะต้องมีค่ามาตรฐานของอากาศที่ระบายออกจากโรงงานไม่เกินกว่าค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดไว้ ดังตัวอย่างค่ามาตรฐานของอากาศที่ระบายออกจากโรงงานที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลดังแสดงใน Table 5

โดยกลุ่มผู้ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมีหน้าที่จัดทำรายงานมลพิษทางอากาศส่งกรมโรงงานอุตสาหกรรมทุกๆ 6 เดือน ภายในวันที่ 30 ของเดือนถัดไป ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการจัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน (17 กันยายน 2550) และให้รายงานอย่างน้อยค่าออกไซด์ของไนโตรเจนในรูปไนโตรเจนออกไซด์ (Oxide of Nitrogen as NO_2) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide) และฝุ่นละออง (Total Suspended Particulate) หรือพารามิเตอร์ที่กำหนดรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม ตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดประเภทหรือชนิดของโรงงานที่ต้องจัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารพิษที่ระบายออกจากอากาศโรงงาน (10 สิงหาคม 2553)

การเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงอัดเม็ดในหม้อต้มน้ำ (Boiler) ทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคอุตสาหกรรมจะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงจากเดิมที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เป็นการลดต้นทุนในการผลิต เชื้อเพลิงอัดเม็ดมี

ราคาน้อยกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิลอื่นๆ เช่น ก๊าซ LPG หรือ น้ำมันเตา โดยเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด 2 - 3 กิโลกรัม ให้ค่าความร้อนเท่ากับน้ำมันเตาปริมาณ 1 ลิตร เป็นต้น และยังเป็นประโยชน์ในภาพรวมคือลดการใช้เชื้อเพลิงนำเข้า ลดการสูญเสียเงินตราไปต่างประเทศ เกิดการพึ่งพาพลังงานที่ผลิตได้ในประเทศ นอกจากนี้ยังลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมลดการเกิดภาวะโลกร้อนอีกด้วย

Table 5 Sample of standard value of the air emitted by the factories using biomass fuel pellets

Index	Unit	Standard
1. Dust	mg/m^3	≤320 [1/]
2. Sulfur dioxide	ppm	≤60[1/]
3. Nitrogen oxide	ppm	≤200[1/]
4. Carbon monoxide	ppm	≤690 [1/]
5. Opacity	%	≤10[2/, 3/]

หมายเหตุ: [1/]มาตรฐานปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (4 ธันวาคม 2549)
[2/]มาตรฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากสถานประกอบการที่ใช้หม้อไอน้ำ ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (9 ธันวาคม 2549)
[3/]มาตรฐานค่าปริมาณเขม่าควันที่เจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่องของหม้อน้ำของโรงงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (4 ธันวาคม 2549)

เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่ทำมาจากขี้เลื่อยหรือเศษวัสดุทางการเกษตรเมื่ออัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงตะเกียบหรือเป็นเม็ดเพ็ลเล็ท (pellet) แล้ว จะมีค่าความร้อนของมวลก้อนมากขึ้นกว่าเชื้อเพลิงชีวมวลตั้งต้น อย่างไรก็ตามเชื้อเพลิงอัดเม็ดก็ยังสามารถเพิ่มมูลค่าและเพิ่มค่าความร้อนขึ้นอีกได้โดยการนำมาผ่านกระบวนการเผาเป็นถ่านแบบไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์ที่เรียกว่า Torrefaction ซึ่งทำให้เชื้อเพลิงที่ผ่านกระบวนการนี้มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับถ่านหิน ลดปริมาณเถ้าในขณะใช้งานกว่าการใช้ถ่านหิน ไร้ควัน ลดอัตราการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์อ๊อกไซด์ (พงษ์ศักดิ์ และไตรรัตน์, 2554) ไม่ก่อให้เกิดมลพิษและสารตกค้างที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ถ้าอัดเป็นเม็ดแล้วมาผ่านกระบวนการเผาถ่านแบบไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์ เรียกว่า Pellet Torrefied แต่ถ้าเผาเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นถ่านแบบไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์แล้วจึงนำมาอัดเป็นเม็ดเรียกว่า Torrefied Pellet กระบวนการเผาเป็นถ่านแบบไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์คือการเผาชีวมวลในที่จำกัดอากาศที่อุณหภูมิ 250 - 300 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงที่เฮมิเซลลูโลสสลายตัว (ถ้าเผาให้เป็นถ่านหุงต้มจะใช้อุณหภูมิประมาณ 270 - 400 องศาเซลเซียส)

การทำ Pellet Torrefied หรือ Torrefied Pellet เป็นการปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิงให้มีคุณสมบัติเท่ากับถ่านหิน เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ภาคเอกชนไทยและต่างประเทศให้ความสนใจเป็นอย่างมาก ในประเทศไทย เช่น คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก็มีการศึกษาเรื่องนี้อยู่ มีการใช้เงื่อนไขอุณหภูมิการเผาที่แตกต่างกัน เวลาในการปิดหน้าเตา และชนิดของชีวมวลที่แตกต่างกัน ก็จะทำให้คุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมีคุณภาพแตกต่างกัน เป็นต้น

สรุป

1. จากการสำรวจโรงงานผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด พบว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ผลิตในประเทศไทยส่งออกไปขายยังต่างประเทศ เช่น เกาหลี ญี่ปุ่น และจีน มักประสบปัญหาถูกกดราคาเนื่องจากเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ประเทศผู้ซื้อกำหนด ประกอบกับค่าไฟฟ้าซึ่งเป็นต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ธุรกิจการผลิตและจำหน่ายเชื้อเพลิงอัดเม็ดอยู่ในสภาพไม่คุ้มทุน

2. ผลการทดลองเผาเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากเศษไม้สน 5 ชนิด และไม้ไผ่ 5 ชนิด โดยใช้กระบวนการเผาให้เป็นถ่านแบบไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์ (Torrefaction) พบว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้มีคุณสมบัติที่ดีผ่านเกณฑ์มาตรฐานสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนได้

3. การผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด โดยใช้วิธี Torrefaction จะได้เชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับถ่านหินและดีกว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการนี้ จึงถือได้ว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ด ที่ผ่านกระบวนการเผาให้เป็นถ่านแบบไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์หรือ Torrefaction นี้เป็นพลังงานทางเลือกที่สำคัญและสะอาดกว่าพลังงานจากฟอสซิล

4. เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจัดเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สามารถปลูกทดแทนได้ในเวลาอันสั้น มีต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดน้อยกว่าถ่านหินและยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากกว่า แต่เนื่องจากผู้ใช้ส่วนใหญ่ยังไม่รู้จักเชื้อเพลิงอัดเม็ดและไม่รู้ว่าเป็นเชื้อเพลิงสะอาดไร้ควันถ้าใช้กับเตาที่เหมาะสม มีความคิดเห็นว่าภาครัฐควรให้การสนับสนุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดชีวมวลเพื่อลดค่าเครดิตคาร์บอน เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาดกว่าถ่านหิน สามารถใช้แทนถ่านหินในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าและในหม้อต้มสำหรับภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ในภาคครัวเรือน โดยใช้กับเตาหุงต้มที่มีระบบการเผาไหม้แบบแก๊สซิไฟเออร์ ซึ่งมีผู้ผลิตเตาระบบนี้จำหน่ายบ้างแล้วแม้ว่าจะยังไม่เป็นที่แพร่หลาย แนวทางการสนับสนุน ได้แก่ การลดค่าไฟฟ้าให้แก่โรงงานที่ผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด การหาตลาดภายในประเทศ การประชาสัมพันธ์และส่งเสริม เป็นต้น

ภาคผนวก

การคิดต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด

รายการ	ต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด / ปี	หมายเหตุ
ค่าเครื่องขึ้นรูป (บาท)	15,500	ต่อ 1 ปี
ชั่วโมงการผลิต (ชม.)	2,920	วันละ 8 ชม.
กำลังการผลิต (กก.)	1,308,160	56 กก./ชม.
ปริมาณขี้เลื่อยที่ใช้ (กก.)	1,453,511	ผลผลิต 90 %
ค่าขี้เลื่อยรวมค่าขนส่ง (บาท)	2,180,267	ราคาขี้เลื่อย 1,500 บาท/ตัน
ค่าไฟฟ้า (บาท)	1,318,625	1.008 บาท/กิโลกรัม
มูลค่าเชื้อเพลิงอัดเม็ด (บาท)	4,186,112.00	ราคา 3,200 บาท/ตัน
ต้นทุนการผลิต (บาท)	3,514,391.95	ค่าเครื่อง+ค่าขี้เลื่อย+ค่าไฟ
กำไรที่ได้ (บาท)	671,720	มูลค่า - ต้นทุน
ต้นทุนการผลิตต่อ pellet 1 กก.	2.69	ต้นทุนที่ใช้/กำลังการผลิต
กำไรต่อ pellet 1 กก.	0.51	กำไร/กำลังการผลิต
ขี้เลื่อย 1 กก. ผลิต pellet ได้มูลค่า (บาท)	0.46	กำไร/ปริมาณขี้เลื่อยที่ใช้

หมายเหตุ: คิดผลผลิตที่ 90% เครื่อง rotary die 10 แรงม้า อายุการใช้งาน 10 ปี ผลิตวันละ 8 ชม. ได้เชื้อเพลิงอัดเม็ดประมาณ 448 กก. ค่าไฟฟ้า 1.48 บาท/กก. ราคา pellet 3,200 บาท/ตัน

ที่มา: ฝ่ายพัฒนาพลังงานจากไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2558. รายชื่อผู้ผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่ผลิตและจัดจำหน่ายในประเทศไทย. แหล่งที่มา : www.diw.go.th.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2554. **รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร โครงการศึกษากำหนดแนวทางส่งเสริมการใช้ชีวมวลแบบผลิตพลังงานความร้อนตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี.** 50 น.

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. 2557. **คู่มือประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการเทคโนโลยีเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบและชีวมวลทอรีไฟร์**. มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

กอบศักดิ์ วันธงไชย. 2557. **เอกสารการเสวนา เรื่องอนาคตไทยกับวัตถุดิบผลิตเชื้อเพลิง Wood Pellet**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ เฮงนิรันดร์ และ ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ. 2554. เม็ดเชื้อเพลิงไม้ทอริไฟด์ เทคโนโลยีและโอกาสทางการตลาด. **วารสารการจัดการป่าไม้** 5(10) : 67-75

มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2555. **รายงานฉบับผู้บริหารโครงการศึกษากำหนดมาตรฐานของ Biomass Pellet เพื่อพัฒนาเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับอนาคต.** กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ.

Pach, M., R. Zanzi, and E. Bjornbom. 2002. Torrefied biomass a substitute for wood and charcoal. **6 th Asia-Pacific International Symposium on Combustion and Energy utilization**. May 20-22, 2002, Kuala Lumpur, Malaysia.

ความสำคัญและมูลค่าประโยชน์ทางอ้อมของต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่บางกะเจ้า จังหวัดสมุทรปราการ

The Importance and Indirect Benefits of Big Tree in Bang Kachao, SamutPrakan Province

ฑีฆา โยธาภักดี[1] **แหลมไทย อาษานอก[2*]** ต่อลาภ คำโย[2] มณฑล นอแสงสี[3] ณภัค กรรณสูต[4]
สุวิทย์ นะวะคำ[4] และ ชิดชัย แก้วบริสุทธิ์[4]

Teeka Yotapakdee[1], **Lamthai Asanok[2*],** Torlarp Kamyo[2], Monton Norsangsri[3], NapakKarnasuta[4]
Suwit Navakam[4] and Chidchai Kaewborisut[4]

[1]สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อ.ร้องกวาง จ.แพร่ 54140
[2]สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อ.ร้องกวาง จ.แพร่ 54140
[3]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อ.ร้องกวาง จ.แพร่ 54140
[4]บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) กทม. 10900

[1]Economics department, Maejo University Phrae Campus, Phrae province 54140
[2]Agroforestry department, Maejo University Phrae Campus, Phrae province 54140
[3]Sciences department, Maejo University Phrae Campus, Phrae province 54140
[4]PTT Public Company Limited (PTT), Bangkok 10900
*Correspondent author: **lamthainii@gmail.com**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประเมินมูลค่าประโยชน์ทางอ้อมของต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ตำบลบางกะเจ้า อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ โดยการเก็บข้อมูล ครอบคลุม 6 ตำบลของอำเภอพระประแดง จำแนกถิ่นอาศัยออกได้เป็น 6 พื้นที่ ได้แก่ ข้างถนน ที่รกร้าง ที่สาธารณะประโยชน์พื้นที่ส่วนบุคล ที่วัดสวนสาธารณะ การวิเคราะห์ประโยชน์ทางอ้อม ได้แก่การประเมินมูลค่าคาร์บอนเครดิต และการประเมินมูลค่าของความเชื่อ ผลการศึกษา พบว่า การประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ทางอ้อมของต้นไม้รวม 312,845.25 บาท (เฉลี่ย 2,607 บาท/ต้น) แบ่งออกเป็นมูลค่าของคาร์บอนเครดิต 238,115.25 บาท (เฉลี่ย 1,984 บาท/ต้น) และมูลค่าของความเชื่อ 74,730 บาท (เฉลี่ย 622 บาท/ต้น) การประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ตามถิ่นอาศัย พบว่า มูลค่าการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ส่วนตัวมีมาก แสดงถึงการที่ประชากรในชุมชนบางกะเจ้ามีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ต้นไม้ในพื้นที่ของตนเองและส่งผลต่อพื้นที่ส่วนรวมด้วย

คำสำคัญ: ประโยชน์ทางอ้อม มูลค่าต้นไม้ใหญ่ คาร์บอนเครดิต ความเชื่อทางจิตใจ

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate indirect benefits of big tree in Bang Kachao, Prapadang District, Samut Prakan Province. Data were collected from 6 Sub-districts of Prapadang District. Tree habitats were categorized into six groups namely road side, waste land, public area, private area, temple, and park. Indirect benefits were estimated as carbon credit values and spiritual values. Our calculation indicated that a total indirect benefits from big trees was

312,845.25 baht (average 2,607 baht/tree). Among these, there were 238,115.25 baht of carbon credit values (average 1,984 baht/tree), and 74,730 baht of spiritual values (average 622 baht/tree). When analyzing data according to habitat groups, we found that the indirect benefit value was the highest in private areas implied that local community members were aware of tree conservation benefits in their personal land which also provide positive impact to the publics.
Keywords: indirect benefits, big tree values, carbon credit, spiritual values

คำนำ

พื้นที่บางกะเจ้าเป็นพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ที่อยู่ใกล้กรุงเทพฯ มากที่สุด การอนุรักษ์พื้นที่บางกะเจ้าเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 จนถึงปัจจุบัน (กรมป่าไม้, 2560) ให้เป็นพื้นที่ “ปอด” เพื่อฟอกอากาศให้กรุงเทพฯและจังหวัดสมุทรปราการ จนได้รับการยกย่องเป็น The best urban oasis of Asia จากนิตยสาร Time Asia เมื่อปี 2006 โดยการมีส่วนร่วมในการจัดการของชุมชนตามนโยบายการจัดการพื้นที่สีเขียวตามพระราชดำริพื้นที่ทั้งหมด 11,818.75 ไร่ (องค์การบริหารส่วนตำบลบางกะเจ้า, 2560) โดยแบ่งเป็นการรักษาพื้นที่สีเขียวร้อยละ 70 และพื้นที่ทางเศรษฐกิจอื่นๆ เช่น ที่ทำการเกษตร ที่อยู่อาศัย การท่องเที่ยว เป็นต้น ร้อยละ 30 (ศุภโชค, 2556) พื้นที่บางกะเจ้ามีต้นไม้เพิ่มจำนวนมากขึ้น ทั้งที่เป็นต้นไม้ดั้งเดิม และต้นไม้ที่ทำการปลูกขึ้นมาใหม่ ซึ่งถือว่าเป็นป่าในเมืองโดยป่าในเมืองซึ่งมีไม้ยืนต้นเป็นองค์ประกอบหลักก่อให้เกิดประโยชน์ทางอ้อม ได้แก่ การช่วยปรับภูมิทัศน์ให้สวยงาม ร่มรื่น ให้สถานที่เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ พบปะพูดคุย ออกกำลังกาย และช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของคนเมืองได้อีกด้วย (ปุณยนุช, 2556) การเป็นปอดแก่ชุมชน การปรับปรุงคุณภาพอากาศ ทำให้ชุมชนเป็นเมืองที่น่าอยู่ (อารียาพัชร์, 2559) การลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารบ้านเรือนโดยใช้ร่มเงาของต้นไม้ช่วยลดพลังงานในอาคาร (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553) และต้นไม้ช่วยลดอุณหภูมิ (Nowak and Heisler, 2010) รวมทั้งช่วยลดเสียงรบกวน และช่วยกำบังลมได้อีกด้วย (Moore, 2009) แต่คุณค่าดังกล่าวไม่ค่อยได้รับความสำคัญในการประเมินมูลค่าเมื่อเทียบกับการประเมินมูลค่าทางตรงที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในเชิงประจักษ์กับชุมชน ซึ่งพื้นที่คุ้งบางกะเจ้าในปัจจุบันมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจด้านการท่องเที่ยวและเป็นที่นิยมมากสำหรับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศใกล้กรุงเทพฯ ทำให้มีความต้องการใช้พื้นที่เพื่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจ ส่งผลต่อต้นไม้ที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลง เกิดความเสี่ยงต่อการถูกตัดเพื่อจัดการพื้นที่ในการก่อสร้างหรือใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ทำให้มีความสนใจในการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประเมินมูลค่าประโยชน์ทางอ้อมของต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ตำบลบางกะเจ้าอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการเพื่อให้เกิดมิติในการเห็นคุณค่าของการใช้ประโยชน์ทางอ้อม ซึ่งสามารถนำไปพิจารณาร่วมในการจัดการพื้นที่สีเขียวในอนาคตได้อย่างเหมาะสมโดยมีสมมติฐานคือ การคงอยู่ของต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ ก่อให้เกิดมูลค่าการใช้ประโยชน์ทางอ้อม ทำให้ประชาชนมีความตระหนักในคุณค่าของต้นไม้ใหญ่ที่มีในพื้นที่ และหน่วยงานที่รับผิดชอบสามารถใช้ประกอบในการตัดสินใจในการวางแผนการจัดการหรือใช้ประโยชน์ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับพื้นที่ได้

วิธีการศึกษา

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่คุ้งบางกะเจ้า อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ ลักษณะของพื้นที่ถูกล้อมรอบด้วยแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นระยะทางประมาณ 15 กิโลเมตร พื้นที่คุ้งบางกะเจ้าลักษณะมีคล้ายกระเพาะหมู ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 13° 39' 16" ถึง 13° 42' 5" เหนือ และเส้นลองติจูดอยู่ที่ 100°33' 36" ถึง 100° 35' 28" ตะวันออก พื้นที่ 11,818.75 ไร่ ครอบคลุม 6 ตำบล ได้แก่ ต.ทรงคะนอง ต.บางยอ ต.บางกะเจ้า ต.บางน้ำผึ้ง ต.บางกระสอบ และ ต.บางกอบัว

2. การเก็บข้อมูล

การสำรวจข้อมูลด้านทรัพยากรธรรมชาติ เป็นการสำรวจต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้าทั้งหมดโดยสำรวจพันธุ์ไม้พื้นถิ่นตามถิ่นอาศัยที่ขึ้นอยู่ แบ่งออกได้เป็น 6 พื้นที่ ได้แก่ 1) ข้างถนน หมายถึง พื้นที่ข้างถนนหลวงที่มีการจราจรแออัด 2) ที่รกร้าง หมายถึง ที่ดินที่มีเจ้าของแต่ยังไม่มีการใช้ประโยชน์ 3) ที่สาธารณะประโยชน์ หมายถึง พื้นที่สาธารณะของชุมชนที่มีการใช้ประโยชน์ร่วมกันหรือเป็นพื้นที่สงวนของชุมชน 4) พื้นที่ส่วนบุคล หมายถึง พื้นที่ที่มีเจ้าของ และมีการใช้ประโยชน์ เช่น ที่อยู่อาศัยหรือสวน 5) ที่วัด หมายถึง ที่ดินของวัด และ 6) สวนสาธารณะ หมายถึง พื้นที่สวนสาธารณะที่มีการจัดการเพื่อใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ เพื่อใช้เป็นตัวแทนของต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ทั้งหมดในการพื้นที่ศึกษาและทำการเก็บข้อมูลเพื่อการประเมินมูลค่าทางอ้อมด้านคาร์บอนเครดิต โดยใช้การวัดขนาดต้นไม้ใหญ่ เพื่อให้ได้ความสูงของต้นไม้แต่ละต้น (Total height: H) (เมตร) การวัดความสูงของกิ่งแรกของต้นไม้แต่ละต้น (Height branch: H_b) (เมตร) และการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกแต่ละต้น (DBH) (เซนติเมตร) ทำการจำแนกต้นไม้ใหญ่แต่ละชนิดตามสำนักงานหอพรรณไม้ (Flora of Thailand)ด้านการประเมินมูลค่าทางอ้อมด้านความเชื่อทำการนับจำนวนสิ่งของที่นำมาใช้ในการประกอบการสักการะด้านความเชื่อทางศาสนาและวัฒนธรรม เช่น ชุดไทย ผ้าสามสี กุมารทอง นางกวัก พวงมาลัยสั้น ตุ๊กตาตัวเล็กช้างม้าไก่ เป็นต้น เพื่อให้ได้ปริมาณสิ่งของที่พบในแต่ละต้น (ชิ้น) และการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพความเป็นอยู่ด้านเศรษฐกิจสังคมโดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ เป็นการเก็บข้อมูลพื้นฐานจากกลุ่มตัวอย่างของแต่ละตำบล เฉลี่ยตำบลละ 70 ตัวอย่าง ดังนั้น จำนวนตัวอย่างที่เก็บได้ทั้งหมด 427 ตัวอย่าง โดยเป็นการเก็บตัวอย่างอย่างง่าย จากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถาม

3. การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการประเมินประโยชน์ทางอ้อมของต้นไม้ใหญ่

แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ การประเมินมูลค่าคาร์บอนเครดิตและการประเมินมูลค่าทางความเชื่อ **ด้านการประเมินมูลค่าคาร์บอนเครดิต** ทำการจำแนกชนิดไม้ตามชนิดป่าแต่ละประเภท และทำการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มีสมการสำหรับการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินดังนี้ชนิดไม้ป่าเบญจพรรณ ใช้สมการของ Ogawa *et al.* (1965), ชนิดไม้ป่าดิบแล้ง ใช้สมการของ Tsutsumi *et al.* (1983) และชนิดไม้ป่าชายเลน สมการที่ใช้ของสรายุทธ และรุ่งสุริยา (2554) การประเมินมวลชีวภาพใต้ดินของชนิดไม้ในแต่ละชนิดป่า โดยเลือกใช้สมการแอลโลเมตรี (Allometric equation) การประเมินการกักเก็บคาร์บอน คำนวณโดยใช้สัดส่วนคาร์บอนในเนื้อไม้ของชนิดพรรณไม้ทุกชนิดที่สัดส่วนคาร์บอนเฉลี่ยร้อยละ 47 ของน้ำหนักแห้ง จากการศึกษาของ IPCC (2006) การประเมิน

การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้ค่าสัดส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอนคือ 44/12 หรือเท่ากับ 3.67 การคำนวณหามูลค่าการกักเก็บคาร์บอนโดยใช้ราคาตลาดจากราคาคาร์บอนเครดิตในตลาด California Climate Action Registry (A project of climate policy initiative, 2017) ราคาซื้อขายคาร์บอน ณ วันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 เท่ากับ 15.17 เหรียญสหรัฐต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์โดยยึดอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ ณ วันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 อัตราแลกเปลี่ยน 1 เหรียญสหรัฐอเมริกามีค่าโดยเฉลี่ย 32.577 บาท (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2560)

ด้านการประเมินมูลค่าความเชื่อทำการสำรวจเครื่องบวงสรวงที่ใช้ในการประกอบพิธีกรรมความเชื่อตามต้นไม้ขนาดใหญ่แต่ละชนิดในแต่ละต้น พร้อมกับนับจำนวนเครื่องบวงสรวงที่ใช้ในการประกอบพิธีกรรมที่พบในแต่ละต้น การวิเคราะห์มูลค่าต้นทุนทางจิตใจและความเชื่อ โดยการใช้ราคาตลาดในการเปรียบเทียบกับเครื่องบวงสรวงที่พบ เพื่อให้ได้มูลค่า โดยราคาที่นำมาเทียบนั้นใช้ราคากลาง จากร้านเวฬุวรรณสังฆภัณฑ์ (2560) ได้แก่ พระพุทธรูปองค์เล็ก ราคา 100 บาท/องค์ ผ้าห่มพระสีทองราคา 120 บาท/ผืน ผ้าสามสี ราคา 10 บาท/ผืน กุมารทอง ราคา 60 บาท/ตัว นางกวัก ราคา 60 บาท/ตัว พวงมาลัยสั้น ราคา 20 บาท/พวง พวงมาลัยยาวราคา 80 บาท/พวง ตุ๊กตาตัวเล็ก ช้าง ม้า ไก่ ราคา 60 บาท/ตัว ตุ๊กตาตัวใหญ่ ช้าง ม้า ไก่ ราคา 200 บาท/ตัว ชุดไทย ราคา 500 บาท/ชุด น้ำเขียวน้ำแดง ราคา 10 บาท/ขวด ขนมเข่นไหว้ราคา 20 บาท/ถุง ดังนั้น การประเมินมูลค่าทางด้านวัฒนธรรม (บาท) = ปริมาณเครื่องบวงสรวงที่ใช้ในการประกอบพิธีกรรม (ชิ้น) x ราคา (บาท/ชิ้น)

ผลและวิจารณ์

1. ข้อมูลทั่วไปด้านเศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่คุ้งบางกะเจ้า

จากการสำรวจข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้า พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 251 ตัวอย่าง (ร้อยละ 58.8) จบชั้นประถมศึกษาจำนวน 212 ตัวอย่าง (ร้อยละ 49.6)และส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรสจำนวน 300 ตัวอย่าง (ร้อยละ 70.2) อายุของกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ย 55.52 ปี ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่ในพื้นที่บางกะเจ้าเป็นคนในพื้นที่แต่กำเนิดและบางส่วนย้ายมาอาศัยในพื้นที่บางกะเจ้า ดังนั้น ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เฉลี่ย 37.63 ปีส่วนใหญ่มีลักษณะกรรมสิทธ์ในทรัพย์สินโดยเป็นเจ้าของบ้านจำนวน 333 ตัวอย่าง (ร้อยละ 78.0) จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน แบ่งเป็นวัยทำงานเฉลี่ย 2 คน เด็กที่อยู่ในวัยเรียนเฉลี่ย 1 คน และเป็นผู้สูงอายุเฉลี่ย 1 คน ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพค้าขาย 135 ตัวอย่าง (ร้อยละ 31.6) มีรายได้จากการประกอบอาชีพหลัก 5,000 - 10,000 บาท/เดือน จำนวน 164 ตัวอย่าง (ร้อยละ 38.4) และมีค่าใช้จ่ายเรื่องอาหาร 5,000 - 10,000 บาท/เดือน จำนวน 378 ตัวอย่าง (ร้อยละ 88.6) (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นถึงกลุ่มตัวอย่างเป็นคนในพื้นที่บางกะเจ้าแต่กำเนิด ส่วนใหญ่สามารถรับรู้ข่าวสารได้เป็นอย่างดี และสามารถพึ่งพาตนเองได้จากการประกอบอาชีพในชุมชนคือการค้าขายเป็นหลัก โดยอาชีพที่ทำสามารถเลี้ยงดูครอบครัวได้ โดยในครอบครัวมีผู้สูงอายุและเด็กที่อยู่ในวัยเรียนที่ต้องดูแลและนอกนั้นเป็นวัยทำงาน โดยเด็กที่อยู่ในวัยเรียน หรือแม้กระทั่งผู้สูงอายุสามารถทำอาชีพเสริมรับจ้างต่างๆ และค้าขายในตลาดน้ำบางน้ำผึ้งหรือค้าขายในแหล่งท่องเที่ยวของชุมชน ช่วงวันเสาร์-อาทิตย์ที่มีนักท่องเที่ยวมาเที่ยวในคุ้งบางกะเจ้าได้ด้วย

Table 1 Information of socio-economics of samples.

List	Average	Frequency	Percent	Max	Min	Standard deviation
Sex: male		251	58.8			
Status: married		300	70.2			
Age(year)	55.52			91	13	15.79
Live in Bang Kachao (year)	37.63			91	1	21.94
Education: primary school		212	49.6			
Member of household (person)	4.36			12	1	1.63
Working people(person)	2.47			7	0	1.26
Students (person)	0.88			6	0	0.94
Elderly(person)	1.00			5	0	0.97
Occupation: merchant		135	31.6			
Income 5,000-10,000 baht/month		164	38.4			
Food consumption 5,000-10,000 baht/month		378	88.6			
Property right: owner-occupier		333	78.0			

Remark: n = 427 samples

2. ทัศนคติด้านทรัพยากรธรรมชาติของชุมชนบางกะเจ้า

กลุ่มตัวอย่างมีทัศนคติที่เห็นว่าสภาพแวดล้อมของชุมชนคุ้งบางกะเจ้าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีจำนวน 402 ตัวอย่าง (ร้อยละ 94.1) เนื่องจากมีการดูแลจัดการสภาพแวดล้อมรอบๆ ในบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยของตนเองเป็นอย่างดี โดยมีต้นไม้ให้ร่มเงาในบริเวณบ้านตนเองและพื้นที่สาธารณะ กลุ่มตัวอย่างได้รับความรู้เกี่ยวกับการจัดการสภาพแวดล้อมภายในชุมชนที่เหมาะสมจำนวน 374 ตัวอย่าง (ร้อยละ 87.6) มีความสามารถในการสร้างความร่วมมือในการจัดการสภาพแวดล้อมในชุมชนอยู่ในระดับปานกลางจำนวน 220 ตัวอย่าง (ร้อยละ 51.5) และการมีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชนเพื่อให้สภาพแวดล้อมดีขึ้นจำนวน 378 ตัวอย่าง (ร้อยละ 88.5) จะเห็นได้ว่ามีการตอบรับการมีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชนของตนเองเป็นอย่างดี เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นคนในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้าแต่กำเนิด ดังนั้น จึงมีทัศนคติและความประสงค์ที่อยากคงสภาพแวดล้อมของชุมชนที่ดีไว้อย่างเดิม ซึ่งภายในชุมชนมีต้นไม้จำนวนมาก ทำให้ได้รับอากาศดีและความร่มรื่นจากทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนในระดับมากจำนวน 312 ตัวอย่าง (ร้อยละ 73.1) โดยกลุ่มตัวอย่างมีความเห็นในเรื่องการมีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ สามารถสร้างสมดุลให้กับระบบนิเวศจำนวน 404 ตัวอย่าง (ร้อยละ 94.6) ทำให้มีการช่วยกันรักษาสภาพธรรมชาติให้คงความสมดุลของระบบนิเวศอยู่ในระดับมากจำนวน218 ตัวอย่าง (ร้อยละ 51.1) แสดงให้เห็นถึงคนในชุมชนมีความตระหนักในการรักษาสิ่งแวดล้อมภายในชุมชนของตนเอง ซึ่งส่งผลประโยชน์โดยตรงที่ตนเองได้รับ และชุมชนได้มีการทำป้ายรณรงค์ด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อเกิดการตระหนักในการรักษาสิ่งแวดล้อมในชุมชนจำนวน 364 ตัวอย่าง (ร้อยละ 85.2) ก่อให้เกิดพื้นที่สีเขียวสำหรับการพักผ่อนหย่อนใจในระดับมากจำนวน 268 ตัวอย่าง (ร้อยละ 62.8) โดยมีพื้นที่จากสวนศรีนครเขื่อนขันธ์เป็นพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ และมีป่า

ชุมชนของหมู่บ้าน หรือแม้กระทั่งการปลูกต้นไม้ภายในบริเวณบ้านของตนเอง เพื่อเพิ่มความร่มรื่นและความสุขกายสุขใจของตนเอง ซึ่งส่งผลโดยรวมต่อคนในชุมชนด้วย ด้านกลุ่มตัวอย่างได้มีความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในชุมชนช่วยส่งเสริมสุขภาพกายและใจของคนในชุมชน ด้านอากาศดีจำนวน 313ตัวอย่าง (ร้อยละ 73.3) และช่วยทำให้ผ่อนคลายสุขภาพจิตดีจำนวน 46 ตัวอย่าง (ร้อยละ 10.8) (ตารางที่ 2)ด้วยการที่คุ้งบางกระเจ้ามีพื้นที่สีเขียวที่เกิดจากการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทำให้มีความสมดุลของระบบนิเวศ และกลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศของคุ้งบางกระเจ้า ซึ่งงานวิจัยของ หนึ่งนุช (2550) เกี่ยวกับการสร้างยุทธศาสตร์ที่สามารถทำให้พื้นที่บางกะเจ้าดำรงความเป็นพื้นที่สีเขียวอย่างมีคุณภาพไว้ โดยการพัฒนาและการจัดการการท่องเที่ยวให้ดำเนินไปตามแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ และเป็นแนวทางที่จะก่อให้เกิดความสมดุลในการส่งเสริมและการพัฒนาการท่องเที่ยวในเขตพื้นที่ที่ต้องสงวนรักษาให้เป็นพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม โดยนำการท่องเที่ยวมาเป็นเครื่องมือในการพัฒนา โดยเน้นที่การมีส่วนร่วมของคนในพื้นที่เพื่อให้บางกะเจ้าคงเอกลักษณ์อันงดงาม ทั้งทางด้านทรัพยากรธรรมชาติและมรดกทางวัฒนธรรม รวมทั้งนำเสนอแนวทางป้องกันไม่ให้การท่องเที่ยวกลับมาเป็นตัวทำลายเอกลักษณ์และคุณค่าของบางกะเจ้าเพื่อคงธรรมชาติสภาวะแวดล้อมที่อุดมสมบูรณ์ เป็นพื้นที่สีเขียวที่มีคุณภาพของเมืองตลอดไป

Table 2 Attitudes to nature resourcesof samples at Bang Kachao.

Attitudes to nature resources	Frequency	Percent
Good environment community	402	94.1
Knowledge of suitable environmental management at community	374	87.6
Making community participation in environmental management		
Maximum	197	46.1
Middle	220	51.5
Minimum	10	2.4
Community participation in environmental management	378	88.5
The aesthetics of environmentin community		
Maximum	312	73.1
Middle	112	26.2
Minimum	3	0.8
Ecological balancein community	404	94.6
Maintain ecological balance of community		
Maximum	218	51.1
Middle	200	46.8
Minimum	9	2.1
Making better health and good mental health from environment		
Clean air	313	73.3
Good mental health	46	10.8
No answer	68	15.9

Remark: n = 427 samples

3. การประเมินมูลค่าคาร์บอนเครดิตตามถิ่นอาศัยของไม้

จากการสำรวจต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้าและจำแนกไม้ชนิดต่างๆ ตามป่าแต่ละประเภท (ตารางที่ 3) พบว่า ป่าเบญจพรรณมีต้นไม้จำนวน 18 ชนิด ประกอบด้วย สกุณี คูน สมอไทย แคนา กระทุ่มน้ำ ขะเจ๊าะ คาง ทิ้งถ่อน กระพี้จัน กุ่มบก งิ้วดอกแดง ตะคร้อ ประดู่บ้าน พฤกษ์ มะเกลือ มะขวิด เม่าไข่ปลา มะหาด รวมต้นไม้ทั้งหมดของป่าเบญจพรรณ 31 ต้น ด้านป่าดิบแล้งมีต้นไม้จำนวน 18 ชนิด ประกอบด้วย ไทรย้อยใบทู่ ศรีมหาโพธิ์ โพธิ์ขี้นก ไทรย้อยใบแหลม หูกวาง กรวย ตะเคียน ไทรใบสารภี ตะโกพนม กระทิง มะคะ หว้า กระดังงา ข่อย จิกน้ำ ชุมแสง ยางนา เหรียง รวมต้นไม้ทั้งหมดของของป่าดิบแล้ง 56 ต้น และป่าชายเลนมีต้นไม้จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ลำพู พังกาหัวสุม ปอทะเล โกงกางใบใหญ่ ตีนเป็ดทะเล รวมต้นไม้ทั้งหมดของป่าชายเลน 33 ต้น

Table 3 Big trees at Bang Kachao.

Species	Frequency (tree)	DBH (cm.)			Standard deviation
		Max	Min	Average	
Mixed Deciduous Forest					
Terminalia calamansanay Rolfe.	5	71.50	43.30	60.10	10.81
Cassia fistula L.	3	54.70	40.10	47.93	7.36
Terminalia chebula Retz.	2	63.00	34.50	48.75	20.15
Dolichandrone serrulata Seem.	2	66.40	56.00	61.20	7.35
Mitragyna diversifolia Havil.	2	56.80	53.00	54.90	2.69
Millettia leucantha Kurz.	2	117.00	36.30	76.65	57.06
Albizia odoratissima Benth.	2	52.20	48.00	50.10	2.97
Albizia procera Benth.	2	56.40	54.40	55.40	1.41
Antidesma ghaesembilla Gaertn.	2	38.50	37.00	37.75	1.06
Millettia brandisiana Kurz.	1			49.00	
Crateva adansonii DC.	1			53.20	
Bombax ceiba Linn.	1			56.00	
*Schleichera oleosa (Lour.)*Merr	1			64.00	
Pterocarpus indicus Willd.	1			75.00	
Albizia lebbeck Benth.	1			85.00	
Diospyros mollis Griff.	1			55.00	

Table 3 (cont.)

Species	Frequency (tree)	DBH (cm.)			Standard deviation
		Max	Min	Average	
Limonia acidissima L.	1			38.40	
Artocarpus lacucha Roxb.	1			47.40	
Dry Evergreen Forest					
*Ficus microcarpa*L. f.	13	225.00	30.60	88.93	67.55
Ficus religiosa Linn.	7	183.00	47.00	114.36	45.39
Terminalia catappa L.	7	99.00	55.00	76.94	17.16
Horsfieldia irya Warb.	5	69.00	34.00	55.22	12.84
Ficus benjamina L.	4	62.00	25.50	36.94	16.85
Cynometra ramiflora Linn.	3	55.00	31.50	41.83	12.00
Hopea odorata Roxb.	2	87.20	44.00	65.60	30.55
Ficus curtipes Corner.	2	192.50	147.00	169.75	32.17
Diospyros castanea Fletch.	2	61.00	46.00	53.50	10.61
Calophyllum inophyllum L.	2	67.20	54.00	60.60	9.33
Syzygium cumini L.	2	54.10	42.00	48.05	8.56
Ficus rumphii Blume.	1			64.00	
Cananga odorata Hook.f. et Th.	1			54.00	
Streblus asper Lour.	1			42.50	
Barringtonia acutangula Gaertn.	1			50.50	
Xanthophyllum lanceatum J.J.Sm.	1			52.80	
Dipterocarpus alatus Roxb.	1			55.50	
Parkia timoriana Merr.	1			61.00	
Mangrove Swamp Forest					
Sonneratia caseolaris Engl.	13	117.00	54.80	77.98	15.39
Cerbera odollam Gaertn.	11	79.00	31.10	52.60	13.24
Bruguiera gymnorrhiza Savigny.	6	74.00	39.00	53.92	13.44
Hibiscus tiliaceus L.	2	72.00	59.00	65.50	9.19
Rhizophora mucronata Poir.	1			36.73	
Total	120				

ด้านการประเมินมูลค่าคาร์บอนเครดิตตามถิ่นอาศัยของไม้ พบว่า มีปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 481.83 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ มูลค่ารวมทั้งหมดของคาร์บอนเครดิตเท่ากับ 238,115.23 บาทโดยพบมูลค่าคาร์บอนเครดิตในป่าดิบแล้งมากที่สุด (ร้อยละ 66.12) รองลงมาคือป่าชายเลน (ร้อยละ 19.31) และป่าเบญจพรรณ (ร้อยละ 14.56) มีมูลค่าปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์318.61 93.06 70.16 ตันคาร์บอนไดออกไซด์

มูลค่ารวมของคาร์บอนเครดิตเท่ากับ 157, 452.89, 45,989.07, 34,673.27 บาท ตามลำดับ (ตารางที่ 4) แสดงให้เห็นถึงการทำหน้าที่การบริการของระบบนิเวศของต้นไม้โดยการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ ซึ่งสะท้อนผ่านมูลค่าคาร์บอนเครดิตที่ประเมินได้

Table 4 Evaluation of carbon credits.

Forest types	Carbon storage CO_2(ton)	Carbon credit values	Percent
Mixed Deciduous Forest	70.16	34,673.27	14.56
Dry Evergreen Forest	318.61	157,452.89	66.12
MangroveSwamp Forest	93.06	45,989.07	19.31
Total	481.83	238,115.23	100.00

Remark: n = 120 trees

4. การประเมินมูลค่าด้านความเชื่อของต้นไม้ใหญ่

การประเมินมูลค่าด้านความเชื่อเป็นส่วนหนึ่งของการบริการของระบบนิเวศ (ecosystem services) ด้านการบริการทางวัฒนธรรม คือ ประโยชน์ทางนามธรรมที่ดำรงคุณค่าทางสังคมและวัฒนธรรม ได้แก่ การพักผ่อนหย่อนใจ สุนทรียภาพ ท่องเที่ยว คุณค่าทางจิตใจ-จิตวิญญาณ เป็นต้น ทำให้มีการประเมินต้นทุนทางจิตใจและความเชื่อ ซึ่งสามารถประเมินได้จากเครื่องบวงสรวงเชิงประจักษ์ ที่ชาวบ้านนำมาแสดงความเคารพหรือบนบานเทพารักษ์รุกขเทวดาและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ในต้นไม้ มี จากต้นไม้ทั้งหมด 120 ต้น พบต้นไม้ที่มีความเชื่อเชิงประจักษ์จำนวน 8 ต้น ได้แก่ ต้นโพธิ์ 4 ต้น, ต้นหว้า 1 ต้น, ต้นไทรย้อยใบทู่ 2 ต้น, ต้นตะเคียนทอง 1 ต้น มูลค่ารวมทั้งหมด 74,730 บาท โดยเครื่องบวงสรวงที่พบพระพุทธรูปองค์เล็กมีมูลค่ารวมสูงสุด 26,300 บาท รองลงมาคือชุดไทย มีมูลค่า 22,000 บาท ส่วนสิ่งของอื่นๆ ประเมินมูลค่าได้ระหว่าง 1,000 - 9,000 บาท ได้แก่ ผ้าสามสี กุมารทอง นางกวัก พวงมาลัย สั้น ตุ๊กตาตัวเล็กช้างม้า ไก่ นอกนั้นสิ่งของมีมูลค่าที่ต่ำกว่า 1,000 บาท (ตารางที่ 5) เมื่อพิจารณาชนิดของต้นไม้พบว่าศรีมหาโพธิ์เป็นต้นไม้ที่สะท้อนถึงวัฒนธรรมความเชื่อทางศาสนา ต้นตะเคียนสะท้อนถึงความเชื่อในเรื่องสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่บันดาลโชคลาภ รวมทั้งไทรย้อยใบทู่และหว้าด้วยเช่นเดียวกัน โดยมูลค่าด้านความเชื่อเมื่อแยกตามถิ่นที่อยู่อาศัยของต้นไม้พบมากที่สุดในพื้นที่วัด ได้แก่ ศรีมหาโพธิ์ และหว้า มูลค่าทางด้านความเชื่อ 41,860 บาท (ร้อยละ 56.01) รองลงมาคือพื้นที่ริมถนนคือ ไทรย้อยใบทู่ มีมูลค่าทางด้านความเชื่อ 19,660 บาท (ร้อยละ 26.31) ต้นไม้ที่อาศัยในพื้นที่สวนสาธารณะ คือ ตะเคียน มูลค่าทางด้านความเชื่อ 10,620 บาท (ร้อยละ 14.21) และในพื้นที่ส่วนตัว คือ ไทรย้อยใบทู่ มูลค่าทางด้านความเชื่อ 2,590 บาท (ร้อยละ 3.47) (ตารางที่ 6) ซึ่งประโยชน์ทางอ้อมที่เกี่ยวกับจิตวิญญาณความเชื่อของชุมชน ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่วัดแสดงให้เห็นถึงการอนุรักษ์และดูแลต้นไม้ของวัดเพื่อพิธีกรรมทางศาสนา ทำให้เกิดการบริการของระบบนิเวศทางด้านวัฒนธรรมในชุมชนโดยการใช้หลักศาสนาเข้ามามีส่วนร่วมส่งผลให้ต้นไม้ยังคงอยู่คู่กับชุมชนอย่างเหมาะสมในบริบทด้านวัฒนธรรม

Table 5 Evaluation of cost of spiritual enrichment.

List	Quantity (unit)	Price (baht/unit)	Cost of spiritual enrichment (baht)
Small Buddha ceramic high 10 cm.	263	100	26,300
Monk cloth	8	120	960
Colorful cloth	154	10	1,540
Baby doll ceramic	75	60	4,500
Woman doll ceramic	145	60	8,700
Short flower steering wheel	84	20	1,680
Long plastic flower steering wheel	6	80	480
Small animal doll ceramic	124	60	7,440
Big animal doll ceramic	4	200	800
Thai dress	44	500	22,000
Drinking water	11	10	110
Snack	11	20	220
Total			74,730

Table 6 Evaluation of spiritual values by habitats tree.

Habitats	Species	Quantity (tree)	Spiritual values (baht)	Percent
Temple	*Ficusreligiosa* Linn.	4	31,360	56.01
	Syzygiumcumini L.	1	10,500	
Private	*Ficusmicrocarpa* L. f.	1	2,590	3.47
Road side	*Ficusmicrocarpa* L. f.	1	19,660	26.31
Park	*Hopeaodorata*Roxb.	1	10,620	14.21
Total		8	74,730	100.00

5. การประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ทางอ้อมของไม้ใหญ่

การประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ทางอ้อมมีมูลค่ารวม 312,845.25บาท (เฉลี่ย 2,607.04บาท/ต้น) แบ่งออกเป็นมูลค่าของคาร์บอนเครดิต 238,115.25 บาท (เฉลี่ย 1,984.29 บาท/ต้น) และมูลค่าด้านความเชื่อ 74,730 บาท (เฉลี่ย 622.75 บาท/ต้น) (ตารางที่7) แสดงถึงคุณค่าของไม้ใหญ่ที่สามารถประเมินออกมาเป็นตัวเงินโดยมูลค่าที่เกิดขึ้นถือว่าเป็นต้นทุนทางสังคมอย่างหนึ่งที่ควรต้องมีการพิจารณาร่วมกัน เพื่อแนวทางการจัดการต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ (Song et al., 2018) จากการสำรวจต้นไม้ใหญ่ที่พบอาศัยในพื้นที่สวนสาธารณะวัด ริมถนนซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ของไม้ใหญ่ในคุ้งบางกะเจ้าที่ทุกคนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ ดูแลรักษาต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ชุมชนของตนเองตามถิ่นที่อยู่แต่ละประเภท แต่สิ่งที่โดดเด่นอีกด้านคือการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ส่วนตัวซึ่งแสดงถึงการที่คนในชุมชน

บางกะเจ้ามีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ต้นไม้ในพื้นที่ของตนเองและส่งผลต่อพื้นที่ส่วนรวมด้วยโดยพื้นที่ส่วนตัวนั้นปรากฏต้นไม้ขนาดใหญ่อยู่หน้าบ้าน คือ ต้นไทรย้อยใบทู่ ซึ่งเจ้าของบ้านได้ดูแลรักษาต้นไม้ไว้ เนื่องจากมีความเชื่อในเรื่องสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่คุ้มครองดูแลรักษาคนในบ้านให้อยู่อย่างร่มเย็นเป็นสุข และมีชาวบ้านในชุมชนได้มาพึ่งพิงด้านความเชื่อนี้เช่นเดียวกัน โดยการปรากฏสิ่งของที่ชาวบ้านในชุมชนได้นำมาสักการะใต้ต้นไทรย้อยใบทู่ นอกเหนือจากความเชื่อแล้ว การมีต้นไม้ขนาดใหญ่ในบริเวณบ้านของตนเองยังช่วยให้ร่มเงา ความเย็นสบาย ช่วยประหยัดพลังงานการใช้ไฟฟ้าในบ้านได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang *et al.* (2018) ต้นไม้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ของตนเองในประเทศจีนสามารถช่วยทำให้ประหยัดพลังงานได้ 29 ดอลลาร์สหรัฐ/ต้น และมูลค่าของการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 16 ดอลลาร์สหรัฐ/ต้นส่งผลต่อการสนับสนุนแนวคิดการอนุรักษ์พื้นที่สีเขียวด้วยการมีส่วนร่วมหลายภาคีระหว่างหน่วยงานภาครัฐ เช่น กรมป่าไม้ ส่วนราชการท้องถิ่น นักวิชาการ ภาคเอกชน เช่น สถาบันปลูกป่าและระบบนิเวศปตท. และชุมชน เป็นต้นที่ร่วมมือกันในการอนุรักษ์ต้นไม้ในพื้นที่ โดยการดูแลความหลากหลายทางชีวภาพของสวนสาธารณะหรือสวนศรีนครเขื่อนขันธ์ การช่วยส่งเสริมการปลูกป่า และการดูแลต้นไม้ของชุมชนบางกะเจ้า ส่งผลให้มีต้นไม้กระจายอยู่ในพื้นที่บางกะเจ้า และการบริการของระบบนิเวศที่มีคุณค่าต่อคนในชุมชนและคนนอกชุมชนที่ได้เข้ามาใช้ประโยชน์ร่วมกันเฉกเช่นเดียวกับสวนพฤกษศาสตร์สิงคโปร์ (Singapore Botanic Gardens) มีวัตถุประสงค์เพื่อการอนุรักษ์พื้นที่สีเขียว โดยเริ่มก่อตั้งจากสมาคมเกษตรพืชสวน และความร่วมมือจากหลายภาคีทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน รวมทั้งประชาชนในประเทศ และได้รับเลือกจากองค์การยูเนสโกประกาศขึ้นทะเบียนสวนพฤกษศาสตร์เขตร้อนโบทานิกการ์เด้นของสิงคโปร์เป็นมรดกโลกเมื่อปี พ.ศ.2558 (Singapore Botanic Gardens, 2017) นอกจากนี้ สวนพฤกษศาสตร์สิงคโปร์ ก็ยังเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ การท่องเที่ยวโดยเดินสำรวจเส้นทางธรรมชาติ ของคนในประเทศรวมทั้งนักท่องเที่ยวจากต่างประเทศด้วยซึ่งพื้นที่บางกะเจ้ามีลักษณะการอนุรักษ์พื้นที่สีเขียวและได้พัฒนาศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวคล้ายคลึงกับสวนพฤกษศาสตร์สิงคโปร์ สะท้อนถึงศักยภาพของคุณค่าที่เกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้านของพื้นที่บางกะเจ้าด้วยเช่นกัน

Table 7 Evaluation of indirect benefits of big tree.

Indirect benefits	Value (baht)
Carbon creditvalues (baht)	238,115.25
Spiritual values (baht)	74,730.00
Total	312,845.25

สรุป

การประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ทางอ้อมมีมูลค่ารวม 312,845.25บาท (เฉลี่ย 2,607.04 บาท/ต้น) แบ่งออกเป็นมูลค่าของคาร์บอนเครดิต 238,115.25 บาท (เฉลี่ย 1,984.29 บาท/ต้น) และมูลค่าด้านความเชื่อ 74,730 บาท (เฉลี่ย 622.75 บาท/ต้น) โดยการประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ตามถิ่นอาศัยของไม้ พบว่า มูลค่าการใช้ประโยชน์จากมากไปหาน้อย ได้แก่ ไม้ในถิ่นที่อยู่ในพื้นที่สวนสาธารณะวัด ริมถนนที่ส่วนตัว ที่รกร้าง และที่สาธารณะแสดงถึงพื้นที่ส่วนรวมเช่น พื้นที่สวนสาธารณะวัด ริมถนนเป็นการใช้ประโยชน์ของไม้ใหญ่ในคุ้งบางกะเจ้าที่ทุกคนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ ดูแลรักษาต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ชุมชนของตนเองตามถิ่นที่อยู่แต่ละประเภท แต่สิ่งที่โดดเด่นอีก

ด้านคือการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ส่วนตัว ซึ่งแสดงถึงการที่คนในชุมชนบางกะเจ้ามีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ต้นไม้ในพื้นที่ของตนเองและส่งผลต่อพื้นที่ส่วนรวมด้วย เป็นการสนับสนุนแนวคิดการอนุรักษ์พื้นที่สีเขียวด้วยการมีส่วนร่วมหลายภาคี เช่น ระหว่าง หน่วยงานภาครัฐ เช่น กรมป่าไม้ ส่วนราชการท้องถิ่น นักวิชาการ ภาคเอกชน เช่น สถาบันปลูกป่าปตท. และชุมชน เป็นต้นที่ร่วมมือกันในการอนุรักษ์ต้นไม้ในพื้นที่ โดยการดูแลความหลากหลายทางชีวภาพของสวนสาธารณะหรือสวนศรีนครเขื่อนขันธ์ การช่วยส่งเสริมการปลูกป่า และการดูแลต้นไม้ของชุมชนบางกะเจ้า ส่งผลให้มีต้นไม้กระจายอยู่ในพื้นที่บางกะเจ้า และการบริการของระบบนิเวศที่มีคุณค่าต่อคนในชุมชนและคนนอกชุมชนที่ได้เข้ามาใช้ประโยชน์ร่วมกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแหล่งทุนจากบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)ในการสนับสนุนทุนวิจัยในชิ้นนี้ รวมทั้งชุมชน หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนที่ให้ข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้ และมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ให้การสนับสนุนนักวิจัยในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2560. **ศูนย์จัดการพื้นที่สีเขียวเชิงนิเวศนครเขื่อนขันธ์ โครงการสวนกลางมหานครอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ.** แหล่งที่มาของข้อมูล https://www.forest.go.th/orip/index.php?option =com_content&view=article&id=447, 14 กันยายน 2560

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2560. **อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ.** แหล่งที่มาของข้อมูล https://www.bot.or.th/thai/_layouts/application/exchangerate/exchangerate.aspx, 29 พฤศจิกายน 2560.

ปุณยนุช รุธิรโก. 2556. ความยั่งยืนในการจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง. **วารสารสุทธิปริทัศน์.**27(84): 55-75.

ร้านเวฬุวรรณสังฆภัณฑ์. 2560. **ราคาสินค้าสังฆภัณฑ์ทุกชนิด.** แหล่งที่มา:http://www.varuwan.com/, 29 พฤศจิกายน 2560.

ศุภโชค นาคเงิน. 2556. **การใช้ประโยชน์และการจัดการของประชาชนเพื่ออนุรักษ์พื้นที่สีเขียวบางกะเจ้า จังหวัดสมุทรปราการ.** ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากร) สาขาวิชาการจัดการทรัพยากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สรายุทธ บุณยะเวชชีวิน รุ่งสุริยา บัวสาลี. 2554. **ป่าชายเลน นิเวศวิทยาและพรรณไม้.** กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพ.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553. **เมืองสีเขียวการบรรเทามลพิษทางอากาศสำหรับเมืองเชียงใหม่.** คัมปายอิมเมจจิ้งจำกัด.

หนึ่งนุช หอมหวน. 2550. การพัฒนาศักยภาพพื้นที่ร่องสวนผลไม้เพื่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์: กรณีศึกษาพื้นที่ร่องสวนผลไม้ ตำบลบางกะเจ้า อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ. **Journal of Architectural/ Planning Research and Studies**. 5(2): 99-112.

อารียาพัชร์ เพชรรัตน์. 2559. **ความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อผลประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ และบริการจากระบบนิเวศ: กรณีศึกษาพื้นที่บางกะเจ้า อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ.** เอกสารผลงานวิชาการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

องค์การบริหารส่วนตำบลบางกะเจ้า. 2560. **ข้อมูลทั่วไปของตำบลบางกะเจ้า.** แหล่งที่มา:http://bangkachao.go.th/public/history/data/index/menu/, 2 พฤศจิกายน 2560.

A project of climate policy initiative. 2017. **California Carbon Dashboard Carbon credit price 2017.** Available Source: http://calcarbondash.org, December 12, 2017.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** International Panel on Climate Change. IGES, Japan.

Moore G.M. 2009. **Urban Trees: Worth More Than They Cost.**The proceeding of the 10th National Street Tree Symposium. Adelaide University, Waite Campus, S.A. page 7-14.

Nowak D.J. and Heisler G.M. 2010. **Air Quality Effects of Urban Trees and Parks.** Research Series National Recreation and Park Association.

Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant Biomass. **Nature and Life in Southeast Asia**. 4: 49-80.

Tsutsumi T., K. Yoda, P. Sahunalu, P. Dhanmanonda and B. Prachaiyo. 1983. **Forest : Felling, Burning and Regeneration. In Shifting cultivation. An experiment at Nam Phrom, Thailand and its implications for upland farming in the monsoon Tropics.** Edited by K. kyuma and C. Pairintra. p. 13-62.

Singapore Botanic Gardens. 2017. **History of Singapore Botanic Gardens.** Available at https://www.sbg.org.sg, December 12, 2017.

Song X.P. et al. 2018. The economic benefits and costs of trees in urban forest stewardship: A systematic review. **Urban Forestry & Urban Greening** 29(2018): 162-170.

Wang X.et al. 2018. Street Trees in a Chinese Forest City: Structure, Benefits and Costs. **Sustainability** 10(674): 1-16.

การวิเคราะห์มูลค่าป่าคาร์บอนต้นแบบโครงการป่าวังจันทร์ จังหวัดระยอง ในรอบ 3 ปีแรก

Cost and Benefits in the First Three Years of Forest Carbon Model, Wangchan Forest Project, Rayong Province

ผกามาศ น้องดี[1] พสุธา สุนทรห้าว[1] และ สุรินทร์ อ้นพรม[1]

Phakamat Nongdee[1], Pasuta Sunthornhao[1] and Surin Onprom[1]

[1]ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์มูลค่าป่าคาร์บอนต้นแบบ โครงการป่าวังจันทร์ จังหวัดระยอง ในรอบ 3 ปีแรก ได้ทำการศึกษาวิจัย ณ ป่าคาร์บอนต้นแบบ โครงการป่าวังจันทร์ จังหวัดระยอง วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนการปลูกป่าแบบประณีต ผลผลิตไม้ ปริมาณและมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนหมู่ไม้ในแปลงป่าคาร์บอนต้นแบบ รวมถึงศึกษาผลตอบแทนด้านการเงินของแปลงป่าคาร์บอนต้นแบบ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก การวิเคราะห์บัญชี และวางแปลงถาวรเก็บข้อมูลด้านป่าไม้ ซึ่งทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในปี 2558 – 2560

ผลการศึกษาพบว่า ตลอดระยะเวลา 3 ปี ของการปลูกป่าแบบประณีตในพื้นที่ 132.9 ไร่ มีต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 5,848,100 บาท โดยจำแนกรายการต้นทุนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผัน โดยมีมูลค่าเท่ากับ 1,216,800 และ 4,631,300 ตามลำดับ หรือเฉลี่ยต่อไร่มีค่าเท่ากับ 44,004 บาท เป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน เท่ากับ 9,156 และ 34,848 บาท ตามลำดับ อีกทั้งพบว่า ในพื้นที่ป่าคาร์บอนต้นแบบพบพรรณไม้ทั้งหมด 48 ชนิด มีความหนาแน่น 327.33 ต้นต่อไร่ โดยมีขนาดความโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงทั้งหมดเฉลี่ย 3.62 เซนติเมตร และ 2.06 เมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ชนิดพรรณไม้ยืนต้น 3 อันดับแรกที่มีค่า IVIสูงที่สุดในพื้นที่แห่งนี้ ได้แก่ พะยูง (*Dalbergiacochinchinensis*) ประดู่ป่า (*Pterocarpusmacrocarpus*) ตะแบก(*Lagerstroemiacuspidata*) ตามลำดับ ด้านการวิเคราะห์ผลตอบแทนด้านการเงินของการปลูกป่าแบบประณีต พบว่าที่ระดับอัตราดอกเบี้ยเท่ากับร้อยละ 5, 10 และ 15 และต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และ 10 ราคาไม้ฟืนมี 3 ระดับ ได้แก่ 1,000,5,000 และ 10,000 บาท/ตัน ราคาคาร์บอนเท่ากับ 240, 500 และ 1,000 บาท/ตัน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่าน้อยกว่า 1 ในทุกระดับแสดงว่าการดำเนินโครงการในช่วง 3 ปีแรก ยังไม่เกิดความคุ้มทุนในการดำเนินโครงการหรือการดำเนินโครงการยังคงขาดทุน

คำสำคัญ: ป่าคาร์บอนต้นแบบ

ABSTRACT

This study investigated cost and benefits in the first three years (2015-2017) of Forest Carbon Model, Wangchan Forest Project, Rayong Province. During this study cost of System of Intensive Forestation, volume of timber, amount and value of carbon stock, and financial profit from Forest Carbon Model were estimated based on accounting analysis and forestry information collected from the permanent plots of the Forest Carbon Model.

Cost of the System of Intensive Forestation in the area of 132.9 rai over the 3 years was 5,848,100 Baht in total. This cost consisted of fixed cost and variable cost with the approximate values of 1,216,800 Baht and 4,631,300 Baht, respectively. The average cost per rai was 44,004 Baht, constant and variable costs were 9,156 Baht and 34,848 Baht, respectively. Our investigation indicated that there were 48 tree species in the Forest Carbon Model with density of 327.33 individuals per rai. The average diameter at breast height and average tree height were 3.62 cm and 2.06 m, respectively. The top three species with the highest Importance Value Index (IVI) were Siamese rosewood (*Dalbergia cochinchinensis*), *Bermese ebony* (*Pterocarpus macrocarpus*), and bungor (*Lagerstroemia cuspidata*), respectively. Our financial analysis at the interest rates of 5% 10% and 15% and increasing rate of reforestationcost at the level of 5% and 10% suggested 3 levels of firewood price at 500, 1,000 and 1,500 baht per ton, respectively. The estimated values of CO_2 sequestration were 240, 500 and 1,000 baht per ton. Our results indicated that Net Present Value (NPV) was less than 0, and benefit/cost (B/C) ratio was less than 1 at all levels. Thus, Forest Carbon Model of Wangchan Project did not reach the break-event point in the first three years.

Keywords: Forest Carbon Model

คำนำ

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หรือ ภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) คือ การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากผลของภาวะเรือนกระจก หรือที่เรารู้จักกันดีในชื่อว่า Greenhouse Effect โดยภาวะโลกร้อน ซึ่งมีต้นเหตุจากการที่มนุษย์ได้เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆการขนส่ง และการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นอีก 0.1 - 0.3 องศาเซลเซียส ในทุก 10 ปี ทำให้ปริมาณน้ำฝนโดยรวมมีแนวโน้มลดลง และความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศมีมากขึ้น (จงรัก, 2554) อีกทั้งยังมีผลให้ภัยพิบัติทางธรรมชาติทวีความรุนแรงมากขึ้นกว่าในอดีต จึงทำให้สังคมเริ่มให้ความตระหนักถึงผลกระทบรุนแรงอันเกิดจากภาวะโลกร้อน และเริ่มมีการเคลื่อนไหวในระดับโลก ซึ่งในระดับนานาชาติได้มีการเพิ่มข้อบังคับ โดยในปี 2558 ทั่วโลกได้ให้ข้อตกลงระหว่างประเทศเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้ Paris Agreement ซึ่งประเทศไทยก็มีคำมั่นสัญญาว่าจะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 20 - 25 ให้ได้ภายในปี 2573 ภาคอุตสาหกรรมหลาย ๆ บริษัทเริ่มให้ความสนใจในการดำเนินกิจการเพื่อลดโลกร้อน ซึ่งกิจกรรมหนึ่งที่ถูก

นำมาปฏิบัติคือ การเพิ่มพื้นที่ป่า หรือการปลูกป่า เนื่องจากป่าไม้มีส่วนในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ ช่วยรักษาอุณหภูมิของโลกให้คงที่ อีกทั้งยังให้ประโยชน์ด้านระบบนิเวศอีกนานาประการ

สถาบันปลูกป่า บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ได้นำแนวคิดด้านการลดโลกร้อนรวมถึงการพัฒนาความรู้วิชาการเข้ามาดำเนินการ โดยการสร้างโครงการป่าวังจันทร์ ซึ่งพื้นที่ส่วนหนึ่งที่มีถูกพัฒนาขึ้นเพื่อวิจัยด้านการกักเก็บคาร์บอนคือ ป่าคาร์บอนต้นแบบ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปรับเปลี่ยนเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมให้เป็นป่าธรรมชาติที่สมบูรณ์บนพื้นที่ 132.9 ไร่ ด้วยวิธีการปลูกและจัดการแบบประณีต (System of Intensive Forestation: SIF) ร่วมกับ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ร่วมวางแผน ออกแบบเทคนิควิธีการปลูกและดูแลรักษาต้นไม้ รวมถึงศึกษาสภาพพื้นที่ตามลักษณะป่าธรรมชาติดั้งเดิมบริเวณเขาขุนอินทร์ ที่มีเป็นลักษณะเป็นป่าดิบแล้ง ซึ่งส่งผลต่อวิธีการเตรียมพื้นที่ การคัดเลือกพันธุ์ไม้ท้องถิ่นดั้งเดิม การจัดวางตำแหน่งของชนิดพันธุ์ไม้เป็นไปธรรมชาติของป่าที่มีหลากหลายชั้นเรือนยอดผสมผสานสัดส่วนไม้โตช้าและไม้โตเร็วในอัตราส่วน 8:2 รวมถึงติดตามและประเมินผลการเติบโต และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ในพื้นที่แปลงปลูกป่า ซึ่งป่าคาร์บอนต้นแบบมีที่ตั้งอยู่ในตำบลป่ายุบใน อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง

ทั้งนี้ ป่าคาร์บอนต้นแบบ เป็นพื้นที่ที่ใช้รูปแบบการปลูกแตกต่างจากการปลูกป่าธรรมชาติทั่วไป เนื่องจากเป็นการดำเนินการโดยวิธีการปลูกและจัดการแบบประณีต ซึ่งอาจมีต้นทุนสูงกว่าการปลูกป่าโดยทั่วไป ซึ่งหลังจากปลูกมักจะไม่มีการดูแลอย่างใกล้ชิดแต่อาศัยปัจจัยทางธรรมชาติในการดูแลให้กล้าไม้เจริญเติบโตเองจึงทำให้มีต้นทุนที่ต่ำกว่า ส่วนอีกรูปแบบหนึ่งของการปลูกป่าคือการปลูกป่าเชิงนิเวศหรือการปลูกป่าแบบมิยาวากิ ซึ่งใช้ต้นทุนสูงกว่า หากพิจารณาแล้วจะพบว่า การดำเนินโครงการป่าคาร์บอนต้นแบบอาจจะเป็นแนวทางใหม่ที่น่าสนใจเนื่องจากมีต้นทุนที่ไม่ต่ำไปและไม่สูงเกินไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาวิเคราะห์มูลค่าที่เกิดขึ้นในรอบ 3 ปี ของป่าคาร์บอนต้นแบบ โครงการป่าวังจันทร์ จังหวัดระยอง โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนผลผลิตไม้ ปริมาณและมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ผลตอบแทนด้านการเงิน และความอ่อนไหวของโอกาสการลงทุนของการปลูกป่าแบบประณีตในป่าคาร์บอนต้นแบบ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย มีดังนี้สมุดจดบันทึกแบบฟอร์มจดบันทึกข้อมูลต้นไม้แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000เครื่องกำหนดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Global Positioning System: GPS) โพลวัดความสูง เทปวัดระยะทาง ความยาว 60 เมตร (Measuring Tapes) เทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter tape) เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (VernierCalipers) แผ่นอลูมิเนียมแสดงรหัสต้นไม้ (tag)กล้องถ่ายภาพคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

วิธีการ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 ข้อมูลปฐมภูมิได้แก่ ข้อมูลการการใช้ประโยชน์ของชุมชนจากป่าคาร์บอนต้นแบบและผลประโยชน์ที่ชุมชนได้รับจากป่าคาร์บอนต้นแบบ เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์พนักงานเจ้าหน้าที่โครงการป่าวังจันทร์ ตำบลป่ายุบใน อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง ตามประเด็นปัญหาที่กำหนดไว้

ข้อมูลผลผลิตไม้และปริมาณการกักเก็บคาร์บอน เก็บข้อมูลโดยการวางแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 40 x 40 เมตร จำนวนทั้งหมด 3 แปลง โดยกระจายในแต่ละชั้นภูมิ ตามความหนาแน่นของหมู่ไม้ สูง ปานกลาง ต่ำ ชั้นภูมิละ 1 แปลง คิดเป็นร้อยละการสำรวจ 2.26 ซึ่งสูงกว่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน TVER ที่กำหนดไว้ร้อยละ1 ทำการเก็บข้อมูล วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอราก เนื่องจากต้นไม้ที่วัดยังคงเป็นกล้าไม้ ความโตเพียงอกที่ระดับความสูง 1.30 เมตร ยังมีค่า DBH ไม่ถึง 4.5 เซนติเมตร และข้อมูลความสูงทั้งหมด ของต้นไม้ทุกต้นในแปลง ภายในปี 2558 - 2560 จำนวนปีละ 1 ครั้ง ในเดือนกันยายน-ตุลาคม ของทุกปี เพื่อนำมาคำนวณหามวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์

1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ต้นทุน เก็บข้อมูลจากบันทึกทางการเงินในการจัดซื้อจัดจ้างในการดำเนินโครงการป่าคาร์บอนต้นแบบจากห้องปฏิบัติการจัดการภูมิปัญญาป่าไม้ที่มีการจัดทำบัญชีไว้อย่างเป็นระบบ

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ต้นทุนการปลูกป่าแบบประณีตของป่าคาร์บอนต้นแบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้บัญชีแจกแจงรายการตามค่าใช้จ่ายที่มีการบันทึกในสมุดบัญชี บัญชีสรุปรายเดือน-รายปี ทำการจำแนกค่าใช้จ่ายตามหมวดหมู่ต้นทุน คือ ต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร

2.2 การเติบโตและผลผลิตไม้ของป่าคาร์บอนต้นแบบ ได้แก่ ชนิดพรรณไม้ ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูงที่เป็นสินค้าได้ ความสูงทั้งหมด ความหนาแน่น และปริมาตรไม้ จากสูตร

$$V = (0.00007857 \times 0.78 \times (\text{ความสูงทั้งหมด}) \times ((dbh)^2))$$

2.3 ปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าคาร์บอนต้นแบบ ณ โครงการป่าวังจันทร์ จังหวัดระยอง ซึ่งได้จากการนำข้อมูลความสูง และ DBH ของต้นไม้รายต้น แทนค่าคำนวณจากสมการแอลโลเมตรีที่เหมาะสมกับป่าดั้งเดิมเพื่อหาปริมาณมวลชีวภาพโดยเลือกใช้สูตรป่าดิบแล้งของ Tsutsumi*et.al.* (1983)

ปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (belowground biomass) ของหมู่ไม้ คำนวณได้จาก ค่าอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน ตามหลักการของ IPCC (2006) ดังนี้

$$B_b = 0.27W_t$$

กำหนดให้ B_b= มวลชีวภาพใต้พื้นดินของหมู่ไม้ (กก.)

W_t = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กก.)

มวลชีวภาพทั้งหมดจะมีค่าเท่ากับผลรวมของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพใต้พื้นดิน

หลังจากนั้นให้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร (Coefficient of Variation) ของมวลชีวภาพในกลุ่มแปลงตัวอย่างทั้ง 3 แปลง โดยกำหนดให้ค่า CV สูงสุดได้ไม่เกินร้อยละ25 กรณีที่เกินร้อยละ25 หรือตัวอย่างมีปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดแตกต่างกันมาก จะทำการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนแยกตาม

ชั้นภูมิ โดยปริมาณการกักเก็บคาร์บอนคำนวณตามหลักการของ (IPCC, 2006) เมื่อ conversion factor = 0.47 ดังนี้

ปริมาณธาตุคาร์บอน = ปริมาณมวลชีวภาพของไม้ x conversion factor

ปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในรูปมวลชีวภาพของต้นไม้ดังกล่าวสามารถคำนวณได้จากสูตรปริมาณ CO_2 ที่ดูดซับจากบรรยากาศ = ปริมาณธาตุคาร์บอน x 3.6667 ทั้งนี้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ใช้หน่วยของการแสดงข้อมูลเชิงปริมาณในหน่วยของตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามีสัญลักษณ์ $tCO_{2\text{-}e}$ (ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559)

2.4 มูลค่าไม้และการกักเก็บคาร์บอนของป่าคาร์บอนต้นแบบ ณ โครงการป่าวังจันทร์ จังหวัดระยอง โดยคำนวณจากราคาตลาดทั้งในและต่างประเทศ

2.5 ผลตอบแทนทางการเงิน ได้แก่ อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio: B/C), มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) และจุดคุ้มทุน (Break Even Point)

ผลและวิจารณ์

1. ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา: ป่าคาร์บอนต้นแบบ โครงการป่าวังจันทร์

สถาบันปลูกป่าและระบบนิเวศ ปตท. (ม.ป.ป.) ได้ให้ข้อมูลว่า ป่าคาร์บอนต้นแบบ เป็นพื้นที่ส่วนหนึ่งของโครงการป่าวังจันทร์ เป็นพื้นที่ที่มีการปรับเปลี่ยนพื้นที่เพื่อฟื้นฟูป่าธรรมชาติที่สมบูรณ์ในแปลงปลูกป่าธรรมชาติ พื้นที่ 132.9 ไร่ ด้วยวิธีการปลูกและจัดการแบบประณีต (System of Intensive Forestation: SIF) ร่วมกับ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมการดำเนินการวางแผน ออกแบบเทคนิควิธีการปลูกและดูแลรักษาต้นไม้ รวมถึงศึกษาสภาพพื้นที่ตามลักษณะป่าธรรมชาติดั้งเดิมบริเวณเขาขุนอินทร์ ที่มีเป็นลักษณะเป็นป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest) ซึ่งส่งผลต่อวิธีการเตรียมพื้นที่ การคัดเลือกพันธุ์ไม้ท้องถิ่นดั้งเดิม (Native Tree Species) การจัดวางตำแหน่งของชนิดพันธุ์ไม้อย่างเป็นธรรมชาติของป่าที่มีหลากหลายชั้นเรือนยอดผสมผสานสัดส่วนไม้โตช้าและไม้โตเร็วในอัตราส่วน 8:2 รวมถึงติดตามและประเมินผลการเจริญเติบโต และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ในพื้นที่แปลงปลูกป่า ซึ่งป่าคาร์บอนต้นแบบมีที่ตั้งอยู่ในตำบลป่ายุบใน อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง โดยมีอาณาเขตทิศเหนือ ติดต่อกับ ตำบลเขาซก อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี, ทิศใต้ ติดต่อกับ ตำบลชุมแสง อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง, ทิศตะวันออก ติดต่อกับ ตำบลชุมแสง อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง และทิศตะวันตก ติดต่อกับ ตำบลหนองบัว อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง และตำบลหนองไร่ อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง ซึ่งสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบสลับภูเขา สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นดินร่วนปนทราย

Table 1 Model Comparisonof Forest Plantation, System of Intensive Forestation and Miyawaki's Eco-Forest.

Order	Forest model		
	Forest Plantation	**SIF**	**Miyawaki's Eco-Forest**
Prepare area	Slash and burn	Harrows and take some Organic fertilizatiohn	Make a mound and take many Organic fertilization
Planting holes	As appropriate	30x30x30 cm.	30x30x30 cm.
Number of species	1-2 species	Many Traditional tree	Many Traditional tree
Spacing (m.xm.)	In a row	Not in a row	Not in a row
Number of trees/rai	2x2, 2x4, 3x3 and 4x4	Non-finite	Non-finite
Weeding	100-400	400-500	4,500-6,000
Fertilizer	1-2 time/year	3-4 time/year and decline in the next year.	3-4 time/year and decline in the next year.
Water	Naturally	Install water system	Install water system
The concentration of care	Low	Medium	High
Special technique	Non	Take Polymer Bottom a Planting holes	Dip seedlings before planting. And straw cover
Canopy layer	1	Many	Many
Cost	Low	Medium	High
Duration to be the Forest	Slow (More than 5 years)	Medium (About 3 years)	Fast (1 year)
Purpose of planting	Economy	Carbon Stock	Urban Forest

ที่มา: พสุธา (2559)

2. ต้นทุนการปลูกป่าแบบประณีต

2.1 ต้นทุนทั้งหมด จากการศึกษา พบว่า ตลอดระยะเวลา 3 ของการปลูกป่าแบบประณีตในพื้นที่ 132.9 ไร่ ได้ลงทุนปลูกทั้งหมด 5,848,100 บาท โดยจำแนกรายการต้นทุนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผัน ในส่วนของต้นทุนแปรผันนั้นได้จำแนกออกเป็นต้นทุนค่าจ้างแรงงาน และค่าวัสดุอุปกรณ์ รายละเอียดต้นทุนทั้งหมดในแต่ละปีแสดงดัง Table 2

Table 2 System of intensive forestation cost in First Three Years (Year 2015-2017).

order	Cost list	Year1		Year2		Year 3	
		Number	Baht	Number	Baht	Number	Baht
	Fixed cost						
1	Pay supervisor (Month)	12	180,000	12	180,000	12	180,0
2	Pay workers (Month)	24	225,600	24	225,600	24	225,6
	Total	**36**	**405,600**	**36**	**405,600**	**36**	**405,6**
	Variable cost						
1	Labor cost:						
1.1	Prepare area (md)	360	126,000	112	39,200	24	8,400
1.2	Plant(md)	570	199,500	0	0	0	0
1.3	Replacement Plan (md)	92	32,200	696	243,600	50	17,50
1.4	Weeding(md)	497	173,950	1,012	354,200	316	110,6
1.5	Fertilizer(md)	188	65,800	224	78,400	48	16,80
1.6	Water (md)	192	67,200	234	80,400	58	20,30
	Total	**1,899**	**664,650**	**2,278**	**795,800**	**496**	**173,6**
2	Material cost:						
2.1	Seeding (seed)	50,000	500,000	7,680	76,800	2,660	26,60
2.2	Water System (set)	1	976,000	12	56,800	12	26,60
2.3	Machine (piece)	12	75,000	12	37,900	12	26,60
2.4	Car- Rent and wear (car)	12	180,000	12	180,000	12	180,0
2.5	Fuel (L.)	3,000	75,000	3,032	75,800	1,772	44,30
2.6	Steak wood (piece)	50,000	75,000	25,265	37,900	5,865	8,800
2.7	Chemical fertilization (kg.)	60	1,800	60	1,800	60	1,800
2.8	Organic fertilization (kg.)	11,025	22,050	8,550	17,100	3,500	7,000
2.9	Polymer(kg.)	417	25,000	315	18,900	145	8,700
2.10	Field equipment (piece)	60	75,000	60	38,100	60	18,20
2.11	Office equipment (piece)	60	75,000	24	18,900	24	8,800
	Total		**2,079,850**		**560,000**		**357,4**
	Total		**3,150,100**		**1,761,400**		**936,6**

Remark: 1 man day (md) = one person working 8 hours / day labor cost 350 baht / person / day

2.2 ต้นทุนเฉลี่ย/ไร่ จากการศึกษา พบว่า ต้นทุนการปลูกป่าแบบประณีตเฉลี่ย/ไร่ที่จ่ายจริงมีค่าเท่ากับ 44,004 บาท โดยจำแนกเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน เท่ากับ 9,156 และ 34,848 บาท ตามลำดับ มีต้นทุนการปลูกป่าแบบประณีตเฉลี่ย/ไร่ที่อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 7 ต่อปี มีค่าเท่ากับ 39,481 บาท โดยจำแนกเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน เท่ากับ 8,009 และ 31,472 บาท ตามลำดับ โดยต้นทุนคงที่จำแนกเป็นเงินเดือนหัวหน้าคนงาน และเงินเดือนคนงานประจำ ในส่วนของต้นทุนแปรผันจำแนกเป็นค่าแรงคนงาน ได้แก่ ค่าแรงเตรียมพื้นที่ ค่าแรงปลูก ค่าแรงปลูกซ่อม ค่าแรงกำจัดวัชพืช ค่าแรงใส่ปุ๋ย ค่าแรงรดน้ำ และส่วนของค่าวัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ กล้าไม้ ระบบน้ำ เครื่องจักร รถยนต์ค่าเช่าและค่าสึกหรอ น้ำมันเชื้อเพลิง ไม้หลัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี โพลิเมอร์ อุปกรณ์ภาคสนาม และอุปกรณ์สำนักงาน จากตัวเลขต้นทุนที่ทำการศึกษาเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการปลูกป่าในรูปแบบอื่นๆ เช่น การปลูกสร้างสวนป่าขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ที่มีต้นทุนการปลูกป่าตามงบประมาณแผ่นของกรมป่าไม้เท่ากับ

4,000 - 6,000 บาท/ไร่ การปลูกป่าเชิงนิเวศหรือการปลูกป่าแบบมิยาวากิ 300,000 - 500,000 บาท/ไร่ จะสังเกตได้ว่าต้นทุนของการปลูกป่าแบบประณีต มีค่าสูงกว่ารูปแบบการปลูกป่าโดยทั่วไปประมาณ 7-10 เท่าตัว แต่มีต้นทุนที่ต่ำกว่าการปลูกป่าเชิงนิเวศประมาณ 10 เท่าตัว แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นต้นการปลูกป่าจะสูงหรือต่ำก็ย่อมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการปลูกและความต้องการของเจ้าของพื้นที่ และการศึกษาครั้งนี้ได้พยายามแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของต้นทุนการปลูกป่าแต่ละรูปแบบ รายละเอียดของต้นทุนเฉลี่ยการปลูกป่าแบบประณีตแสดงดัง Table 3 และ Table 4

Table 3 System of intensive forestationAverage cost in First Three Years (Year2015-2017).

order	Cost list	System of intensive forestation Average cost		
		Year1	Year2	Year 3
	Fixed cost			
1	Pay supervisor (Month)	1,354	1,354	1,354
2	Pay workers (Month)	1,698	1,698	1,698
	Total	**3,052**	**3,052**	**3,052**
	Variable cost			
1	Labor cost:			
1.1	Prepare area (md)	948	295	63
1.2	Plant(md)	1,501	0	0
1.3	Replacement Plan (md)	242	1,833	132
1.4	Weeding(md)	1,309	2,665	832
1.5	Fertilizer(md)	495	590	126
1.6	Water (md)	506	605	153
	Total	**5,001**	**5,988**	**1,306**
2	Material cost:			
2.1	Seeding (seed)	3,762	578	200
2.2	Water System (set)	7,344	427	200
2.3	Machine (piece)	564	285	200
2.4	Car- Rent and wear (car)	1,354	1,354	1,354
2.5	Fuel (L.)	564	570	333
2.6	Steak wood (piece)	564	285	66
2.7	Chemical fertilization (kg.)	14	14	14
2.8	Organic fertilization (kg.)	166	129	53
2.9	Polymer(kg.)	188	142	65
2.10	Field equipment (piece)	564	287	137
2.11	Office equipment (piece)	564	142	66
	Total	**15,650**	**4,214**	**2,689**
	Total	**23,703**	**13,254**	**7,047**

Remark: 1 man day (md) = one person working 8 hours / day labor cost 350 baht / person / day

Table 4 Present Value System of intensive forestation Average cost in First Three(Year 2015-2017).

order	Cost list	System of intensive forestation Average cost (Baht/rai)			
		Year1	Year2	Year 3	Total
	Fixed cost				
1	Pay supervisor (Month)	1,266	1,183	1,106	3,554
2	Pay workers (Month)	1,186	1,483	1,386	4,455
	Total	**2,852**	**2,666**	**2,491**	**8,009**
	Variable cost				
1	Labor cost:				
1.1	Prepare area (md)	886	258	52	1,195
1.2	Plant(md)	1,403	0	0	1,403
1.3	Replacement Plan (md)	226	1,601	107	1,935
1.4	Weeding(md)	1,223	2,328	679	4,230
1.5	Fertilizer(md)	463	515	103	1,081
1.6	Water (md)	473	528	125	1,126
	Total	**4,674**	**5,230**	**1,066**	**10,970**
2	Material cost:				
2.1	Seeding (seed)	3,516	505	163	4,184
2.2	Water System (set)	6,863	373	163	7,400
2.3	Machine (piece)	527	249	163	940
2.4	Car- Rent and wear (car)	1,266	1,183	1,106	3,554
2.5	Fuel (L.)	527	498	272	1,298
2.6	Steak wood (piece)	527	249	54	831
2.7	Chemicalfertilization (kg.)	13	12	11	36
2.8	Organic fertilization (kg.)	155	112	43	310
2.9	Polymer(kg.)	176	124	53	353
2.10	Field equipment (piece)	527	250	112	890
2.11	Office equipment (piece)	527	124	54	706
	Total	**14,626**	**3,680**	**2,195**	**20,502**
	Total	**22,152**	**11,576**	**5,753**	**39,481**

Remark: 1 man day (md) = one person working 8 hours / day labor cost 350 baht / person / day

3. รายได้ของการปลูกป่าแบบประณีต

จำแนกเป็นรายได้จากการขายไม้ และรายได้จากปริมาณการการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนี้

3.1 เส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงทั้งหมดเฉลี่ยของต้นไม้แต่ละชนิดในพื้นที่ป่าคาร์บอนต้นแบบ จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ป่าคาร์บอนต้นแบบทั้งหมด 48 ชนิด มีความหนาแน่น 327.33 ต้นต่อไร่ โดยมีขนาดความโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงทั้งหมดเฉลี่ย 3.62 เซนติเมตร และ 2.06 เมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ชนิดพรรณไม้ยืนต้น 3 อันดับแรกที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้สูงที่สุดในพื้นที่แห่งนี้ได้แก่ พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis*) ประดู่ป่า (*Pterocarpu smacrocarpus*) และ ตะแบก (*Lagerstromia cuspidate*) เท่ากับ 78.99, 29.97 และ 26.49 ตามลำดับ มีความหนาแน่นเท่ากับ 65, 39 และ 33 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดัง Table 5 จากค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้แสดงให้เห็นว่าพรรณไม้ที่สำคัญในพื้นที่ คือ พะยูง และ ประดู่ป่า ซึ่งในอนาคตป่าที่ได้จะมี พรรณไม้ 2 ชนิดนี้เป็นไม้เด่น ซึ่งพะยูงและประดู่ป่าเป็นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นไม้เนื้อแข็งและมีลวดลายสวยงามเมื่อนำไปแปรรูปหรือใช้ในการก่อสร้างก็จะมีความคงทนมากกว่าไม้เนื้ออ่อน จึงเป็นที่ต้องการของตลาด อีกทั้งยังมีไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น สัก มะค่าโมง ตะเคียนทอง เป็นต้น ดังนั้นมูลค่าผลผลิตจากเนื้อไม้ในอนาคตข้างหน้าของป่าคาร์บอนต้นแบบ จะมีมูลค่าสูงขึ้นตามขนาดการเติบโตของต้นไม้อย่างแน่นอน

Table 5 Diameter (cm.) and Height (m.) of each tree in Forest Carbon Model Year 2017.

Order	Scientific name	Density (tree/rai)	Diameter (cm.)			Height (m.)			IVI
			Max	Min	Average	Max	Min	Average	
1	*Dalbergiacochinchinensis*	65.00	8.61	0.26	4.90	7.50	0.13	3.88	78.99
2	*Pterocarpusmacrocarpus*	39.00	9.51	1.00	4.16	8.10	0.23	2.93	29.97
3	*Lagerstroemia cuspidata*	33.00	9.70	1.20	4.63	4.26	0.40	2.48	26.49
4	*Phyllanthusemblica*	27.00	6.74	1.25	4.09	5.53	0.20	2.98	18.59
5	*Buteafrondosa*	21.00	8.25	0.35	4.21	6.03	0.17	2.06	14.35
6	*Afzeliaxylocarpa*	25.00	8.10	1.07	2.88	4.10	0.02	1.53	14.13
7	*Azadirachtaindica*	10.33	7.80	0.32	3.07	3.88	0.20	1.43	7.37
8	*Tectonagrandis*	5.67	7.00	0.38	2.14	3.75	0.17	1.05	5.54
9	*Dipterocarpusalatus*	4.67	7.65	1.30	4.41	3.80	0.15	2.08	5.32
10	*Cassia siamea*	7.00	7.26	1.41	4.11	5.68	0.74	2.87	5.03

3.2 ปริมาตรไม้และการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าคาร์บอนต้นแบบ จากการศึกษาพบว่า ป่าคาร์บอนต้นแบบ 132.9 ไร่ มีปริมาตรไม้ ทั้งหมด 241.82 ลบ.ม. มีมวลชีวภาพ เท่ากับ 225.07 ตัน มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดเท่ากับ 105.78 ตัน และมีปริมาณการดูดซับ CO_2 เท่ากับ 387.88 ตัน โดยมีปริมาตรไม้ทั้งหมด/ไร่ เท่ากับ 1.82 ลบ.ม. รวมถึง มีปริมาณมวลชีวภาพ/ไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน/ไร่ เท่ากับ และปริมาณการดูดซับ CO_2/ไร่ เท่ากับ 1.820.80 และ 2.92 ตัน ตามลำดับ รายละเอียดของปริมาตรไม้และการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าคาร์บอนต้นแบบแสดงดัง Table 6

Table 6 Timber Volume and Retention volume of CO_2in Forest Carbon Model Year 2017.

Site quality	Area (rai)	Volume of timber (m^3)	Stem Biomass (ton)	Branch Biomass (ton)	Leaf Biomass (ton)	Above ground Biomass (ton)	Ground Biomass (ton)	Total Biomass (ton)	Carbon Stock (ton)	Retention volume (tCO_{2-e})
High	91.3	204.11	112.88	26.49	9.07	148.43	40.08	188.51	88.60	324.86
Mediu	15.8	12.38	7.16	1.63	0.67	9.45	2.55	12.00	5.64	20.68
Low	25.8	25.33	14.64	3.33	1.38	19.34	5.22	24.57	11.55	42.33
Total	132.9	241.82	134.67	31.44	11.11	177.22	47.85	225.07	105.7	387.88
per	-	1.82	1.01	0.24	0.08	1.33	0.36	1.69	0.80	2.92

3.3 การวิเคราะห์ผลตอบแทนด้านการเงินของการปลูกป่าแบบประณีต โดยใช้วิธีการหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) กำหนดให้ระดับอัตราดอกเบี้ยเท่ากับร้อยละ 5, 7, 10 และ 15 ต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และ 10 ราคาไม้มี 3 ระดับ ได้แก่ 1,000, 5,000 และ 10,000 บาท/ลบ.ม. (ตลาดกลางสินค้าชีวมวล, 2560) ราคาคาร์บอนเท่ากับ 240, 500 และ 1,000 บาท/ตัน (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2559) มีมูลค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่าน้อยกว่า 1 ในทุกระดับแสดงว่าการดำเนินโครงการในช่วง 3 ปีแรก ยังไม่เกิดความคุ้มทุนในการดำเนินโครงการหรือการดำเนินโครงการยังคงขาดทุน รายละเอียดดัง Table 7 และ Table 8 ทั้งนี้แม้การดำเนินโครงการในช่วง 3 ปีแรกยังคงขาดทุน แต่ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการหาแนวโน้มต้นทุน ผลผลิตด้านเนื้อไม้ และรายได้ที่เกิดจากการปลูกป่าแบบประณีต ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจเพื่อเป็นรูปแบบใหม่ของการปลูกป่าสำหรับภาคประชาชนหรือเอกชน ที่สนใจการปลูกป่าที่มุ่งเน้นไปที่ผลผลิตทางด้านเนื้อไม้เป็นหลักแต่มีต้นทุนไม่สูงมากนัก ทั้งนี้ต้นทุนสามารถแปรผันได้ตามคุณภาพของวัสดุที่เลือกใช้ในการปลูกสร้างป่าได้ ตามวัตถุประสงค์ของผู้ปลูกป่า

Table7 Net present value (NPV) and benefit cost ratio (B/C) by interest rate, Fuel wood priceand increasing rate of reforestation cost of Forest Carbon Model.

Age (year)	Increasing rate of reforestation cost (%)	NPV (Baht/rai) and B/C ration at interest rate (%)							
		5		7		10		15	
		NPV	B/C	NPV	B/C	NPV	B/C	NPV	B/C
		Fuel wood price = 1,000 Baht/m^3							
3	0	-37,909	0.04	-37,995	0.04	-38,114	0.03	-38,284	0.03
3	5	-39,883	0.04	-39,969	0.04	-40,088	0.03	-40,258	0.03
3	10	-41,857	0.04	-41,943	0.03	-42,062	0.03	-42,232	0.03
		Fuel wood price = 5,000 Baht/m^3							
3	0	-31,620	0.20	-32,053	0.19	-32,644	0.17	-33,498	0.15
3	5	-33,594	0.19	-34,027	0.18	-34,618	0.16	-35,472	0.14
3	10	-35,568	0.18	-36,001	0.17	-36,592	0.16	-37,446	0.14

Table7 (Cont.)

Age (year)	Increasing rate of reforestation cost (%)	NPV (Baht/rai) and B/C ration at interest rate (%)							
		5		7		10		15	
		NPV	B/C	NPV	B/C	NPV	B/C	NPV	B/C
		Fuel wood price = 10,000 Baht/m^3							
3	0	-23,759	0.40	-24,624	0.38	-25,807	0.35	-27,514	0.30
3	5	-25,733	0.38	-26,598	0.36	-27,781	0.33	-29,488	0.29
3	10	-27,707	0.36	-28,572	0.34	-29,755	0.31	-31,462	0.28

Table 8 Net present value (NPV) and benefit cost ratio (B/C) by interest rate, Retention volume of CO_2Cost and increasing rate of reforestation cost of Forest Carbon Model.

Age (year)	Increasing rate of reforestation cost(%)	NPV (Baht/rai) and B/C ration at interest rate (%)							
		5		7		10		15	
		NPV	B/C	NPV	B/C	NPV	B/C	NPV	B/C
		Retention volume of CO_2 Cost = 240 Baht/$tCO_{2\text{-}e}$							
3	0	-38,876	0.02	-38,909	0.01	-38,954	0.01	-39,020	0.01
3	5	-40,850	0.01	-40,883	0.01	-40,929	0.01	-40,994	0.01
3	10	-42,824	0.01	-42,857	0.01	-42,903	0.01	-42,968	0.01
		Retention volume of CO_2 Cost = 500 Baht/$tCO_{2\text{-}e}$							
3	0	-38,220	0.03	-38,289	0.03	-38,384	0.03	-38,521	0.02
3	5	-40,194	0.03	-40,263	0.03	-40,358	0.03	-40,495	0.02
3	10	-42,168	0.03	-42,237	0.03	-42,332	0.03	-42,469	0.02
		Retention volume of CO_2 Cost = 1,000 Baht/$tCO_{2\text{-}e}$							
3	0	-36,959	0.06	-37,097	0.06	-37,287	0.06	-37,561	0.05
3	5	-38,933	0.06	-39,071	0.06	-39,261	0.05	-39,535	0.05
3	10	-40,907	0.06	-41,046	0.05	-41,235	0.05	-41,509	0.04

จากการสมมติเหตุการณ์ให้ต้นทุนคงมีค่าลดลงร้อยละ 25 ในทุกปี ตั้งแต่ปีที่ 3 เป็นต้นไป โดยราคาตั้งแต่ 1,000 - 10,000 บาท ราคาชดเชยการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ 240 - 2,500 บาท ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7 พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่าน้อยกว่า 1 ในทุกระดับ แสดงว่าการดำเนินโครงการในช่วง 20 ปีแรก ยังคงขาดทุน แต่ในความเป็นจริงแล้วการขายไม้จะต้องรอไม้ให้โตได้ขนาดจึงจะขายได้ราคาสูง ซึ่งสำหรับไม้โตช้าอาจจะใช้เวลาถึง 30 ปี เช่น พะยูง มะค่าโมง แดง ประดู่ สัก เป็นต้น ซึ่งเป็นไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจเมื่อถึงเวลานั้นจะก่อให้เกิดกำไรในระยะยาวอย่างแน่นอน

สรุป

1. การปลูกป่าแบบประณีตช่วงระยะ 3 ปีแรกของป่าคาร์บอนต้นแบบ ในพื้นที่ 132.9 ไร่ มีต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 5,848,100 บาท ต้นทุนการปลูกป่าแบบประณีตเฉลี่ยต่อไร่ที่จ่ายจริงมีค่าเท่ากับ 44,004 บาท โดยจำแนกเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร เท่ากับ 9,156 และ 34,848 บาท ตามลำดับ มีต้นทุนการปลูกป่าแบบประณีต

เฉลี่ยต่อไร่ที่อัตราเงินเฟ้อร้อยละ 7 ต่อปีมีค่าเท่ากับ 39,481 บาท โดยจำแนกเป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร เท่ากับ 8,009 และ 31,472 บาท ตามลำดับ

2. พื้นที่ป่าคาร์บอนต้นแบบพบพรรณไม้ทั้งหมด 48 ชนิด มีความหนาแน่น 327.33 ต้น/ไร่ โดยมีขนาดความโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอรากและความสูงทั้งหมดเฉลี่ย 3.62 เซนติเมตร และ 2.06เมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ชนิดพรรณไม้ยืนต้น 3 อันดับแรกที่มี IVI สูงที่สุดในพื้นที่แห่งนี้ได้แก่ พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis*) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) ตะแบก (*Lagerstromia cuspidate*) ตามลำดับ

3. มีปริมาตรไม้ทั้งหมด 1.82 ลบ.ม./ไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 0.8 ตัน/ไร่ และมีปริมาณการดูดซับ CO_2 เท่ากับ 2.92 tCO_{2-e}/ไร่

4. ผลตอบแทนด้านการเงินของการปลูกป่าแบบประณีต พบว่าที่ระดับอัตราดอกเบี้ยเท่ากับร้อยละ 5, 7, 10 และ 15 และต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และ 10 ราคาไม้มี 3 ระดับ ได้แก่ 1,000, 5,000 และ 10,000 บาทต่อตัน ราคาชดเชยการดูดซับ CO_2 เท่ากับ 240, 500 และ 1,000 บาทต่อตัน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่าน้อยกว่า 1 ในทุกระดับแสดงว่าการดำเนินโครงการในช่วง 3 ปีแรก ยังไม่เกิดความคุ้มทุนในการดำเนินโครงการหรือการดำเนินโครงการยังคงขาดทุน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จงรัก วัชรินทร์รัตน์. 2554. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กับการพัฒนาและการใช้ประโยชน์ไม้ยืนต้น. **แก่นเกษตร39** (2)(พิเศษ): 27-30.

ตลาดกลางสินค้าชีวมวล. 2560. **Market Data**. Available Source: http://www.bcex.org, 20 ตุลาคม2560.

พสุธา สุนทรห้าว. 2559. ป่าคาร์บอนต้นแบบ, 76-77. *ใน* พสุธา สุนทรห้าว, บรรณาธิการ. **8 ทศวรรษ วนศาสตร์ศาสตร์แห่งชีวิต**. หจก.อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2559. **รายงานฉบับสมบูรณ์ รายงานผลกคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากโครงการ**.ศูนย์วิจัยป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สถาบันปลูกป่าและระบบนิเวศ ปตท. ม.ป.ป. **โครงการป่าวังจันทร์**. สถาบันปลูกป่า ปตท.,กรุงเทพฯ.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2559. พิมพ์ครั้งที่ 3. **คู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย สาขาป่าไม้และการเกษตร**. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), กรุงเทพฯ.

IPCC. 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. IGES, Japan.

Tsutsumi, T., K. Yoda, P. Sahunalu, P. Dhammanonda and B. Prachaiyo.1983. **Forest: felling, burning and regeneration, an experiment at Nam Phrom, northeast Thailand and its implications for upland farming in the monsoon tropics**. Kyoto.

กลยุทธ์ทางเลือกในการจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยการมีส่วนร่วม กรณีศึกษาบ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

Alternative Strategy on Participatory Forest Resource Management in Highland Areas A Case study of Maesai Na Lao Village, Long Khod Sub-district, Phrao District, Chiang Mai Province

อานนท์ ยอดญาติไทย[1*] ภัทรนันท์ บิโข่[1] รัตติกาล พันธรักษ์เดชา[1]
ขวัญหทัย ธรรมเสนา[1] และ อาทิตย์ ธนเกษมสันต์[2]
Arnon Yodyadthai[1*] Phutaranun Bikho[1] Rattikan Puntarakdaechar[1]
Khwanhathai Thummasena[1] and Artit Thanakasemsun[2]
[1]สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, เชียงใหม่ 50200
[1]Highland Research and Development Institute (Public Organization), Chiang Mai 50200
[2]บ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ 50190
[2]Maesai Na Lao Village, Long Khod Sub-district, Phrao District, Chiang Mai 50190
* Corresponding Author; E-mail: **arnon.66@hotmail.co.th**

บทคัดย่อ

ชุมชนบ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ เป็นชุมชนบนพื้นที่สูง มีพื้นที่ทำกิน 1,871 ไร่ อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติศรีลานนา เป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธารที่สำคัญของลุ่มน้ำปิง ประชากรเป็นชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ (กะเหรี่ยง) ส่วนใหญ่มีฐานะยากจน ขาดความรู้และแหล่งน้ำในการทำเกษตร ทำให้มีการปลูกพืชเชิงเดี่ยว (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าว) ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้ตกต่ำ มีการบุกรุกป่าขยายพื้นที่ทำกินและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้ชุมชนมีความขัดแย้งกับหน่วยงานภาครัฐตามมา สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ได้ดำเนินงานในการพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูงให้มีคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ดี ภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและงานโครงการหลวงตามแนวพระราชดำริ โดยกระบวนการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน อย่างเหมาะสมกับภูมิสังคม ได้พัฒนากลยุทธ์ทางเลือกการจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยใช้หลักในการพัฒนาอย่างสมดุล ดังนี้ 1) การพัฒนาบนฐานข้อมูล 2) การพัฒนาอย่างบูรณาการ 3) การพัฒนาอย่างมีส่วนร่วม และ 4) การพัฒนาอย่างครบวงจร ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม จากการพัฒนาตามกลยุทธ์ดังกล่าว สู่การพัฒนาด้านอาชีพในการปรับระบบเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ควบคู่กับการอนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทำให้ชุมชนบ้านแม่สายนาเลา เปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากปี พ.ศ. 2552 ที่ส่วนใหญ่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวน 1,568 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 84 ของพื้นที่ทำกิน โดยในปี พ.ศ. 2560 ชุมชนมีการพัฒนาด้านต่างๆ สามารถเปลี่ยนแปลงปรับระบบการปลูกพืชที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นระบบวนเกษตร และป่าสร้างรายได้ในพื้นที่ทำกิน (ไม้ผล และไม้ยืนต้น) พื้นที่ 1,075 ไร่ (ร้อยละ 57 ของพื้นที่ทำกิน) ส่วนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลือเพียง 93 ไร่ (ร้อยละ 5 ของพื้นที่ทำกิน) และชุมชนมีการคืนพื้นที่ป่าให้กับประเทศ จำนวน 487 ไร่ (ร้อยละ 26 ของพื้นที่ทำกิน) รวมทั้งมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้โดยรอบชุมชน 16,672 ไร่

คำสำคัญ : กลยุทธ์ การมีส่วนร่วม ป่าสร้างรายได้ คืนพื้นที่ป่า

ABSTRACT

Maesai Na Lao village is located in Long Khod sub-district, Phrao district, Chiang Mai province. The village has 1,871 rai of agricultural lands situated in Si Lanna National Park which is an important watershed of Ping river basin. The villagers are Karen hill tribe, mostly faced difficulties in agriculture and income generation. The villagers has practiced monoculture (maize and rice) and earned low income. So they have encroached forest lands to expand their agricultural lands, which affected natural resources, following with disagreement with government agencies. Highland Research and Development Institute (Public Organization), HRDI, has implemented the development of highland communities in order to improve the quality of life and protect the environment using Sufficient Economy Theory and Royal Project System with participatory process from all relevant sectors to suit the communities' conditions. HRDI has developed an alternative strategy for participatory highland forest resources management applying the balanced development principles consisting of 1) Data-based development 2) Integrated development 3) Participatory development and 4) Completed development covering economic, social and environmental aspects. The results from the development applying the above mentioned strategies, has led to agricultural development and land use changes in term of environmental-friendly agriculture in compliance with natural resources and the environment conservation and rehabilitation. The village has shifted from maize cultivation of 1668 rai or 89 % of the total agricultural land in 2009 to forest farming (fruit trees and perennial trees plantations) of 1,075 rai in 2017 (57%) whereas maize cultivation has reduced to 93 rai (5%). Moreover, the community has returned the forest lands of 487 rai (26%) to the country and has participated in forest conservation and forest rehabilitation activities in surrounding areas of 16,675 rai.

Keyword: Participatory strategy, forest farming, forest restoration and rehabilitation

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่สูง ซึ่งเป็นพื้นที่มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ตั้งแต่ 500 เมตร ขึ้นไป จำนวน 65.92 ล้านไร่ อยู่ในพื้นที่ 20 จังหวัด ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าต้นน้ำลำธารของประเทศ และรัฐบาลกำหนดให้เป็นพื้นที่อนุรักษ์ประเภทต่างๆ เช่น อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และป่าสงวนแห่งชาติ แต่อย่างไรก็ตามบนพื้นที่สูงเหล่านี้ ส่วนหนึ่งก็เป็นพื้นที่อยู่อาศัยของชาวไทยภูเขามาเป็นเวลาช้านาน จนกระทั่งถึงปัจจุบัน มีประชาชนอาศัยอยู่ 4,148 กลุ่มบ้าน จำนวน 940,494 คน ชาวเขามีชีวิตความเป็นอยู่ค่อนข้างยากจน ทำการเกษตรแบบยังชีพ สุขภาพอนามัยและการศึกษาถูกละเลย ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน น้ำ และป่าไม้ ทำให้ชาวเขาใช้วิธีถากถาง ตัดโคน และเผาทำลายป่าไม้ ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญที่หล่อเลี้ยงชีวิตและการเกษตรกรรมของผู้คน การเคลื่อนย้ายไปตามที่ต่างๆ เพื่อหาพื้นที่สำหรับปลูกพืชไร่ เป็นสาเหตุสำคัญที่จะนำความเสียหาย และความแห้งแล้งไปสู่ส่วนอื่นของประเทศ (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2559)

ชุมชนบ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ เป็นชุมชนบนพื้นที่สูง อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติศรีลานนา เป็นชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ (กะเหรี่ยง) มีประชากร 59 ครัวเรือน 220 คน ส่วนใหญ่มีฐานะยากจน วิถีชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชนแต่เดิมได้พึ่งพิงทรัพยากรธรรมชาติเป็นหลัก ลักษณะการทำเกษตรแบบดั้งเดิมเป็นการทำไร่หมุนเวียนปลูกข้าวเพื่อยังชีพ ด้วยสถานการณ์ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ทำให้วิถีชีวิตของชุมชนเปลี่ยนแปลงไป จากการผลิตเพื่อยังชีพกลายเป็นการผลิตเพื่อการค้ามากขึ้น ประกอบกับการขาดแคลนแหล่งน้ำ พื้นที่ส่วนใหญ่ต้องอาศัยน้ำฝนในการทำการเกษตร และชุมชนขาดความรู้และทางเลือกในการทำการเกษตร ส่งผลให้มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ชุมชนมีรายได้น้อยลงเรื่อยๆ เนื่องจากต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้น และส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของคนในชุมชน รวมถึงเกษตรกรบางส่วนมีการขยายพื้นที่ทำกินบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อให้มีรายได้เพิ่มมากขึ้น เกิดปัญหาความขัดแย้งระหว่างชุมชน เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติฯ และหน่วยงานภาครัฐต่างๆ ตามมา

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ได้ดำเนินงาน โดยใช้ชื่อ “โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโหล่งขอด” มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูงให้มีคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ดี โดยใช้ฐานข้อมูล องค์ความรู้ เทคโนโลยี และกระบวนการเรียนรู้ของโครงการหลวง ผสมผสานกับภูมิปัญญาท้องถิ่นในการพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูง ภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและแนวทางโครงการหลวง โดยกระบวนการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน ซึ่งมีการวางแผนพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่ให้ตรงตามบริบท และภูมิสังคมที่มีความแตกต่างกัน โดยให้ชุมชนเป็นจุดศูนย์กลาง เพื่อให้เกิดการพัฒนาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ตรงตามปัญหาและความต้องการของชุมชน

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบในการจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง และศึกษาความเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นผลจากการพัฒนาชุมชนตามรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่การพัฒนากลยุทธ์การจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยการมีส่วนร่วม ทำให้เกิดการพัฒนาอย่างสมดุล ชุมชนสามารถมีชีวิตความเป็นอยู่อย่างพอเพียง มีการอยู่ร่วมกับป่า และทรัพยากรธรรมชาติอย่างพึ่งพาอาศัยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การจัดทำฐานข้อมูล (Big Data)

ทำการสำรวจ รวบรวม และจัดทำข้อมูลของชุมชน ได้แก่ สภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของชุมชน แผนการใช้ประโยชน์ที่ดินรายแปลง แผนที่ป่าไม้ แผนการใช้ที่ดิน ข้อมูลภูมิศาสตร์ แผนชุมชน แหล่งน้ำ องค์ความรู้ เทคโนโลยี และงานวิจัยต่างๆ เป็นต้น โดยการใช้แบบสอบถาม การประชุม การระดมความคิดเห็น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เครื่องจับพิกัดบนพื้นโลก (GPS) อากาศยานไร้คนขับ (Drone)

2. การวิเคราะห์ และวางแผนดำเนินการพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่

โดยใช้ฐานข้อมูลต่างๆ ของชุมชน เป็นเครื่องมือ ในการวิเคราะห์พื้นที่ กำหนดขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Zoning) จัดทำแผนการใช้ที่ดิน (Land use Planning) และวางแผนพัฒนาชุมชนทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และโครงสร้างพื้นฐาน ให้ถูกต้องเหมาะสมตามศักยภาพของพื้นที่ และตรงตามแผนการใช้ที่ดิน สอดคล้องกับปัญหา และความต้องการของชุมชน

3. การดำเนินกิจกรรมตามแผนงานพัฒนาชุมชน

โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน และหน่วยงานบูรณาการทุกภาคส่วน อย่างเป็นระบบและครบวงจร โดยใช้งบประมาณในการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการของแต่ละหน่วยงานที่ได้ตั้งขึ้น ในส่วนของสถาบันได้มีแผนปฏิบัติการและงบประมาณในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโหล่งขอด โดยมีเจ้าหน้าที่ประจำพื้นที่เป็นผู้ดำเนินงานหลักในพื้นที่ และมีเจ้าหน้าที่ส่วนกลางฝ่ายวิชาการรายสาขาเป็นผู้สนับสนุนการดำเนินงาน ร่วมกับหน่วยงานต่างๆ ซึ่งมีลักษณะการทำงานวิจัยและพัฒนาเชิงพื้นที่ควบคู่กันไป

4. ติดตามและประเมินผล

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการอนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ รวมถึงคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของชุมชน หลังจากที่ได้รับการพัฒนา

ผลและวิจารณ์

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ดำเนินโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง ได้ดำเนินการพัฒนารูปแบบการจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยใช้หลักในการพัฒนาอย่างสมดุล ดังนี้

1. การพัฒนาบนฐานข้อมูล การดำเนินงานพัฒนาที่ดี ต้องมีฐานข้อมูลที่ดี (Big data) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และวางแผนการพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่ให้เหมาะสมตรงตามภูมิสังคม

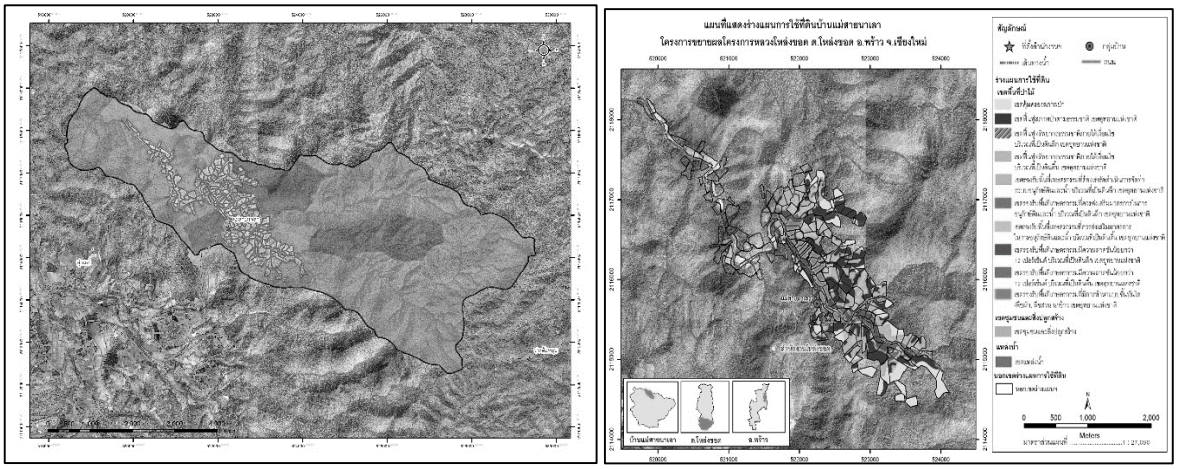
2. การพัฒนาอย่างบูรณาการ สถาบันมีคณะทำงานโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง โดยมีหน่วยงานร่วมบูรณาการด้านข้อมูล และการดำเนินงานทั้งในระดับส่วนกลาง ระดับจังหวัด และระดับพื้นที่ครอบคลุมการพัฒนาชุมชนในทุกด้าน เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนการพัฒนาชุมชน ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมอย่างเป็นระบบ

3. การพัฒนาอย่างมีส่วนร่วม สถาบันดำเนินงานโดยเน้นกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน และหน่วยงานทุกภาคส่วน ในการพัฒนาเชิงพื้นที่อย่างสมดุลในทุกมิติ บนพื้นฐานของฐานข้อมูล และการบูรณาการต่างๆ ตั้งแต่การเริ่มคิด วิเคราะห์ปัญหาของชุมชน วางแผน และลงมือปฏิบัติในพื้นที่ เพื่อให้การพัฒนาเป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสมตามภูมิสังคม สอดคล้องกับปัญหาและความต้องการของชุมชน โดยเน้นให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการดำเนินงานเป็นหลัก

4. การพัฒนาอย่างครบวงจร สถาบันได้มีการดำเนินงานอย่างครบวงจรตามแนวทางโครงการหลวง โดยการบูรณาการและมีส่วนร่วมของหน่วยงานกับชุมชนอย่างเป็นระบบ เป็นผลให้เกิดการการพัฒนาสังคมและชุมชนบนพื้นที่สูงให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ ชุมชนมีความเข้มแข็ง มีรายได้ที่พอเพียง ตลอดจนมีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้คงความสมบูรณ์ อันนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของพื้นที่ต้นน้ำลำธารบนพื้นที่สูงของประเทศไทย

ภาพที่ 1 กลยุทธ์การจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยการมีส่วนร่วม โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง

โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโหล่งขอด บ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ได้ดำเนินงาน ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552 ทำการสำรวจข้อมูลชุมชน ด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และจัดทำแผนชุมชน พบว่า ชุมชนเป็นชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ (กะเหรี่ยง) มีประชากร 59 ครัวเรือน 220 คน ประกอบอาชีพหลักคือเกษตรกรรม ที่ต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ขาดแคลนแหล่งน้ำ และขาดความรู้ในการเกษตร โดยในปี พ.ศ. 2552 ส่วนใหญ่มีการเพาะปลูกพืช ได้แก่ ข้าวนา และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พื้นที่ 303 ไร่ และ 1,568 ไร่ ตามลำดับ และในปี พ.ศ. 2556 มีการจัดทำฐานข้อมูลและแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรายแปลงของเกษตรกร มีเกษตรกรถือครองพื้นที่ทำกิน 92 ราย จำนวน 214 แปลง 1,871 ไร่ โดยชุมชนเริ่มมีการปรับเปลี่ยนการเพาะปลูกพืชที่หลากหลายตามแนวทางโครงการหลวง พืชที่ปลูก ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวนา ไม้ผล/ไม้ยืนต้น และข้าวโพดร่วมกับไม้ผล/วนเกษตร 152 ไร่, 291 ไร่, 356 และ 1,072 ไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้มีการบูรณาการฐานข้อมูลต่างๆ ร่วมกับหน่วยงานอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ได้ร่วมกับกรมพัฒนาที่ดินในการจัดทำร่างแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อใช้กำหนดเขตการใช้ที่ดิน เป็นการศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพด้านทรัพยากรธรรมชาติ อาทิ ทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรป่าไม้ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมกับข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องภายในพื้นที่โครงการฯ และนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่โดยคำนึงถึงการใช้ที่ดินตามศักยภาพของที่ดินอย่างยั่งยืน เพื่อการรักษาดุลยภาพของลักษณะทางนิเวศวิทยาและการอนุรักษ์ธรรมชาติเป็นหลัก นำไปสู่การจัดทำแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use planning)



ภาพที่ 2 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรายแปลง และร่างแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน

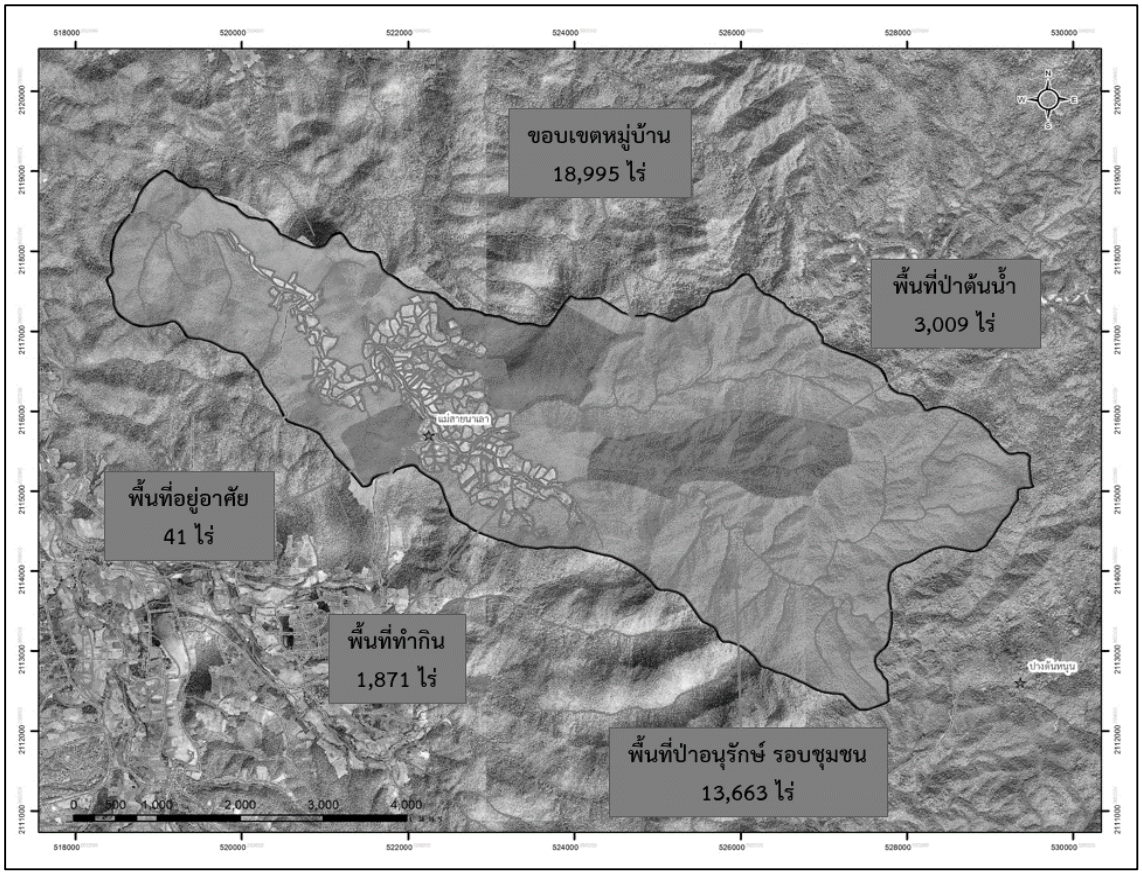
การวิเคราะห์ และวางแผนการพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่ โดยใช้ฐานข้อมูลชุมชน, ร่างแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน, แผนที่ดินรายแปลง, แผนชุมชน และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (องค์ความรู้ งานวิจัย วิชาการ นวัตกรรม และภูมิปัญญาต่างๆ) เป็นเครื่องมือ เพื่อให้มีการพัฒนาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามภูมิสังคม และตามหลักวิชาการ สามารถตอบสนองต่อปัญหาและความต้องการของชุมชน ได้ดำเนินการวางแผนอย่างครบวงจร โดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน และหน่วยงานบูรณาการ ดังนี้

1. กำหนดขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Zoning) แบ่งแยกพื้นที่ทำกินและพื้นที่ป่าให้ชัดเจน ควบคุมและป้องกันมิให้มีการบุกรุกทำลายป่า โดยชุมชนมีการจัดตั้งกลุ่ม คณะกรรมการ และกฎระเบียบในการบริหารจัดการพื้นที่ มีพื้นที่ขอบเขตชุมชน 18,995 ไร่ แบ่งเป็นที่อยู่อาศัย 41 ไร่ พื้นที่ทำกิน 1,871 ไร่ และพื้นที่ป่า 16,672 ไร่

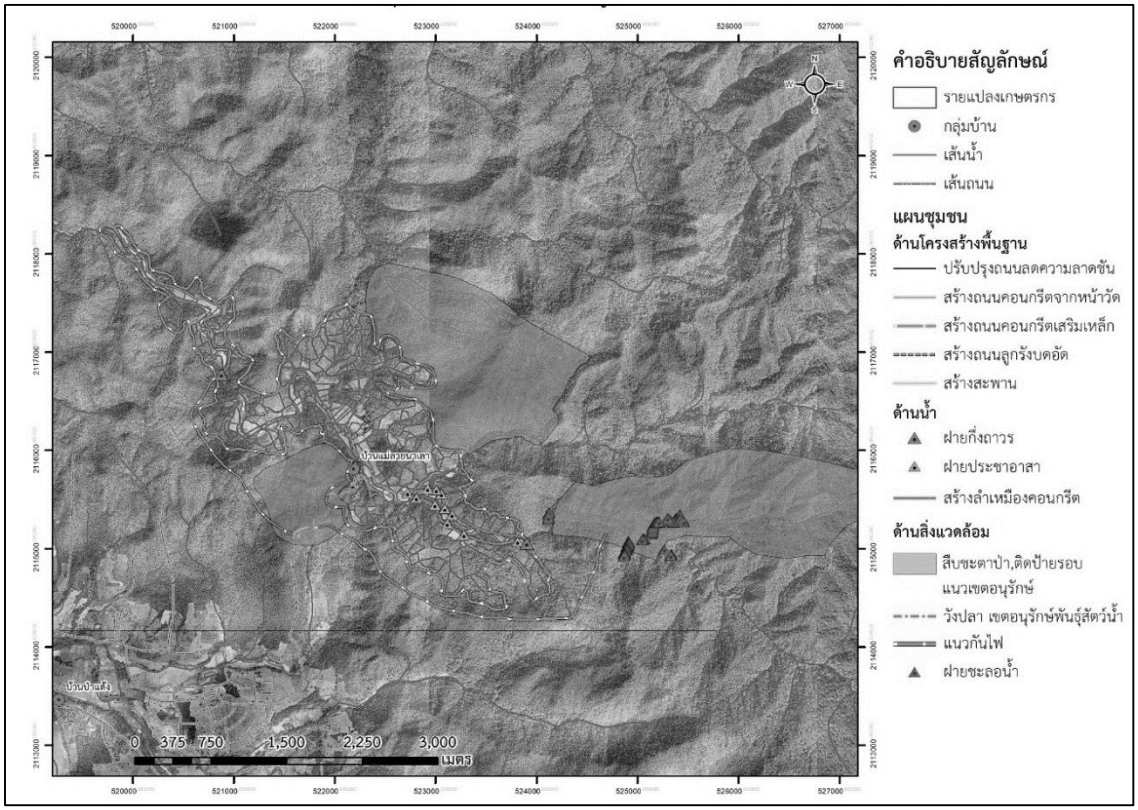
2. วางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น โดยเฉพาะแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการประกอบอาชีพทางเลือกในการเกษตรที่หลากหลายขึ้น เพื่อทดแทนการปลูกข้าวโพด

3. วางแผนการพัฒนาอาชีพด้วยระบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อปรับเปลี่ยนการเพาะปลูกพืชทดแทนข้าวโพด ใช้แผนที่รายแปลงวิเคราะห์ว่าการใช้ที่ดินของเกษตรกรมีความเหมาะสมตามแผนการใช้ที่ดินหรือไม่ และนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการส่งเสริมอาชีพที่เหมาะสม จัดทำเมนูทางเลือกในการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ใช้พื้นที่น้อย ใช้น้ำอย่างมีประหยัด ควบคู่กับการอนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สร้างรายได้ระยะสั้น กลาง และยาว อย่างพอเพียงให้กับเกษตรกร โดยมีกลุ่มสถาบันเกษตรกร และตลาดรองรับการผลิตพืช

4. วางแผนการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้แผนที่กำหนดพื้นที่เป้าหมาย เช่น พัฒนาแหล่งต้นน้ำลำธาร ปลูกป่าไม้ใช้สอย ตามแนวทางป่า 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง ป้องกันไฟป่า การทำฝายชะลอน้ำ รักษาคุณภาพน้ำ การปลูกหญ้าแฝก ปรับปรุงดิน และลดใช้สารเคมี เป็นต้น



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงการกำหนดขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Zoning)



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงการวางแผนการพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่ ตามปัญหาและความต้องการของชุมชน (แผนชุมชน)

การดำเนินกิจกรรมตามแผน เพื่อพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่ โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน และหน่วยงานบูรณาการทุกภาคส่วน อย่างเป็นระบบและครบวงจร โดยสถาบันมีหน่วยงานร่วมบูรณาการเป็นคณะทำงานโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงทั้งในระดับอำเภอ จังหวัด และระดับส่วนกลาง ได้แก่ อำเภอพร้าว, องค์การบริหารส่วนตำบลโหล่งขอด, อุทยานแห่งชาติศรีลานนา, ชลประทานจังหวัดเชียงใหม่, สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดเชียงใหม่, สำนักงานทรัพยากรน้ำ ภาค 1, สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 1, กรมส่งเสริมการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร, กรมการข้าว, กรมประมง, กรมปศุสัตว์ และพัฒนาชุมชน เป็นต้น โดยใช้งบประมาณในการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการของแต่ละหน่วยงานที่ได้ตั้งขึ้น ทั้งนี้โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโหล่งขอด มีเจ้าหน้าที่ประจำพื้นที่เพื่อดำเนินงานส่งเสริม ติดตาม และเป็นผู้ประสานงานหน่วยงานและเจ้าหน้าที่ส่วนกลางของสถาบันที่มีความชำนาญในแต่ละด้านในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ให้เป็นไปตามแผน

1. การพัฒนาแหล่งน้ำ ดำเนินการพัฒนาแหล่งต้นน้ำโดยการทำฝายชะลอน้ำ ฝายกักเก็บน้ำ ระบบส่งน้ำแทงค์/ถังกักเก็บน้ำ พร้อมระบบส่งน้ำสำหรับใช้ในการเกษตร และอุปโภคบริโภค

ภาพที่ 5 การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร

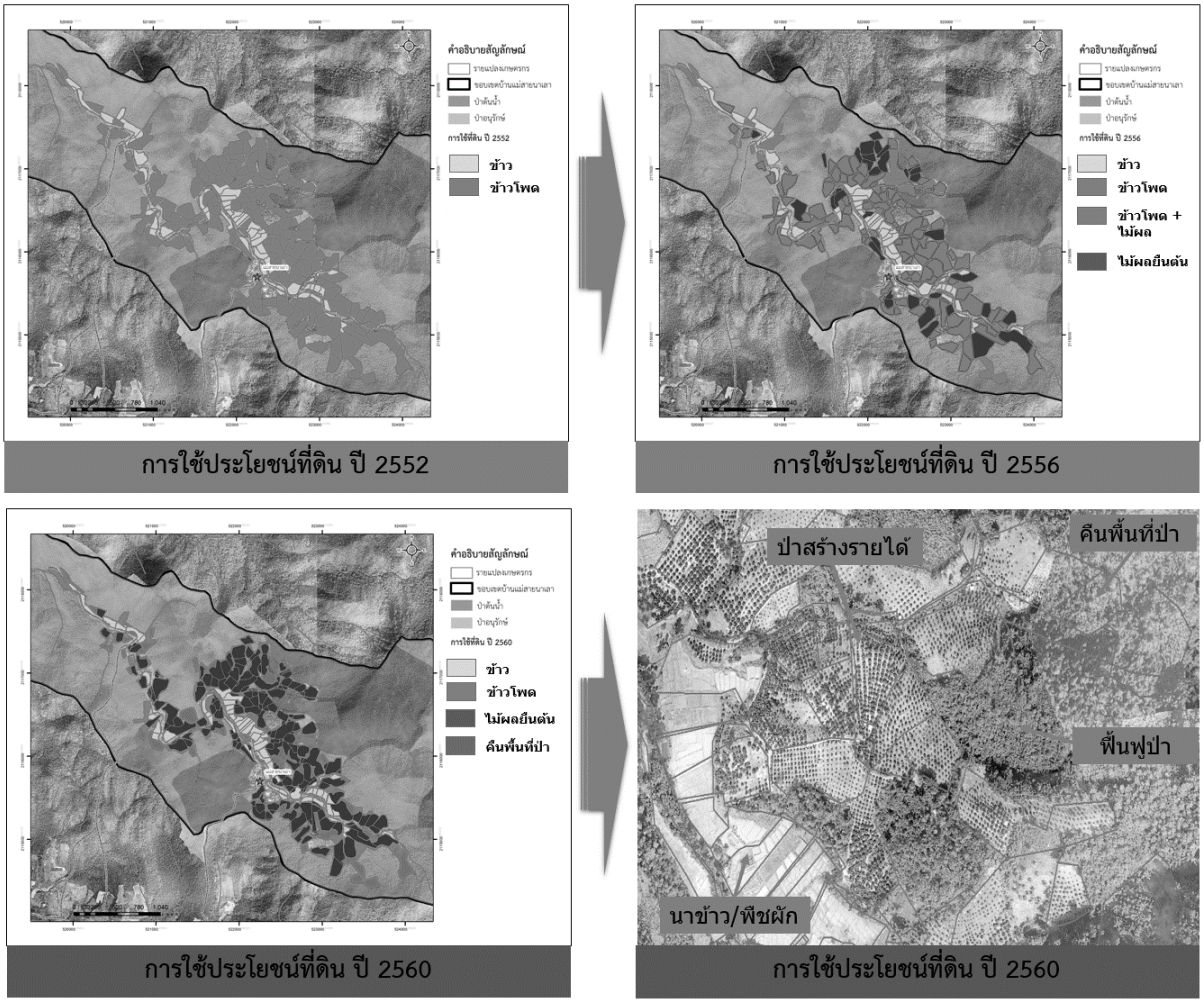
2. การส่งเสริมอาชีพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการปรับระบบการปลูกพืชทดแทนการปลูกข้าวโพดตามเมนูทางเลือกพืชที่เหมาะสม ตามแนวทางโครงการหลวง ได้แก่ ข้าวโพดเหลื่อมด้วยพืชตระกูลถั่ว ไม้ผลยืนต้น (ลำไยและมะม่วง) ไม้ใช้สอย พืชผักในและนอกโรงเรือน การเพิ่มผลผลิตข้าวนา การผลิตกล้าไม้ดอกเพื่อส่งอุทยานหลวงราชพฤกษ์ และปศุสัตว์ เป็นเป็นการสร้างความหลากหลายของอาชีพเกษตร เพิ่มพื้นที่สีเขียว ใช้พื้นที่น้อยผลตอบแทนสูง สร้างรายได้ระยะสั้น - ระยะยาว ลดปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน การบุกรุกพื้นที่ป่า ลดปัญหาหมอกควัน และลดการใช้สารเคมี โดยจากการส่งเสริมและพัฒนา ที่ผ่านมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552 จากเดิมที่ชุมชนมีการปลูกข้าวโพด พื้นที่กว่า 1,568 ไร่ (คิดเป็นร้อยละ 84 ของพื้นที่ทำกิน) มีการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินปลูกข้าวโพดลดลงเหลือเพียง 93 ไร่ ลดลงจากเดิมร้อยละ 94 (คิดเป็นร้อยละ 5 ของพื้นที่ทำกิน) เพิ่มพื้นที่สีเขียวจากการปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้น เป็นป่าสร้างรายได้ พื้นที่ 1,075 ไร่ จากการเปลี่ยนแปลงด้านอาชีพเกษตรสามารถสร้างรายได้ที่พอเพียงให้กับชุมชนในพื้นที่ ทำให้ชุมชนมีการใช้พื้นที่น้อยลง ไม่มีการบุกรุกทำลายป่าเพิ่ม และบางส่วนเกษตรกรไม่ได้เข้าทำประโยชน์ในพื้นที่ทำกินเดิม ปล่อยสภาพพื้นที่ให้ฟื้นเป็นป่าตามธรรมชาติ เป็นการคืนพื้นที่ป่าให้กับประเทศ 487 ไร่

ภาพที่ 6 การพัฒนาอาชีพ ปรับระบบการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตารางที่ 1 จำแนกการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกร ใน ปี พ.ศ. 2552, 2556 และ 2560

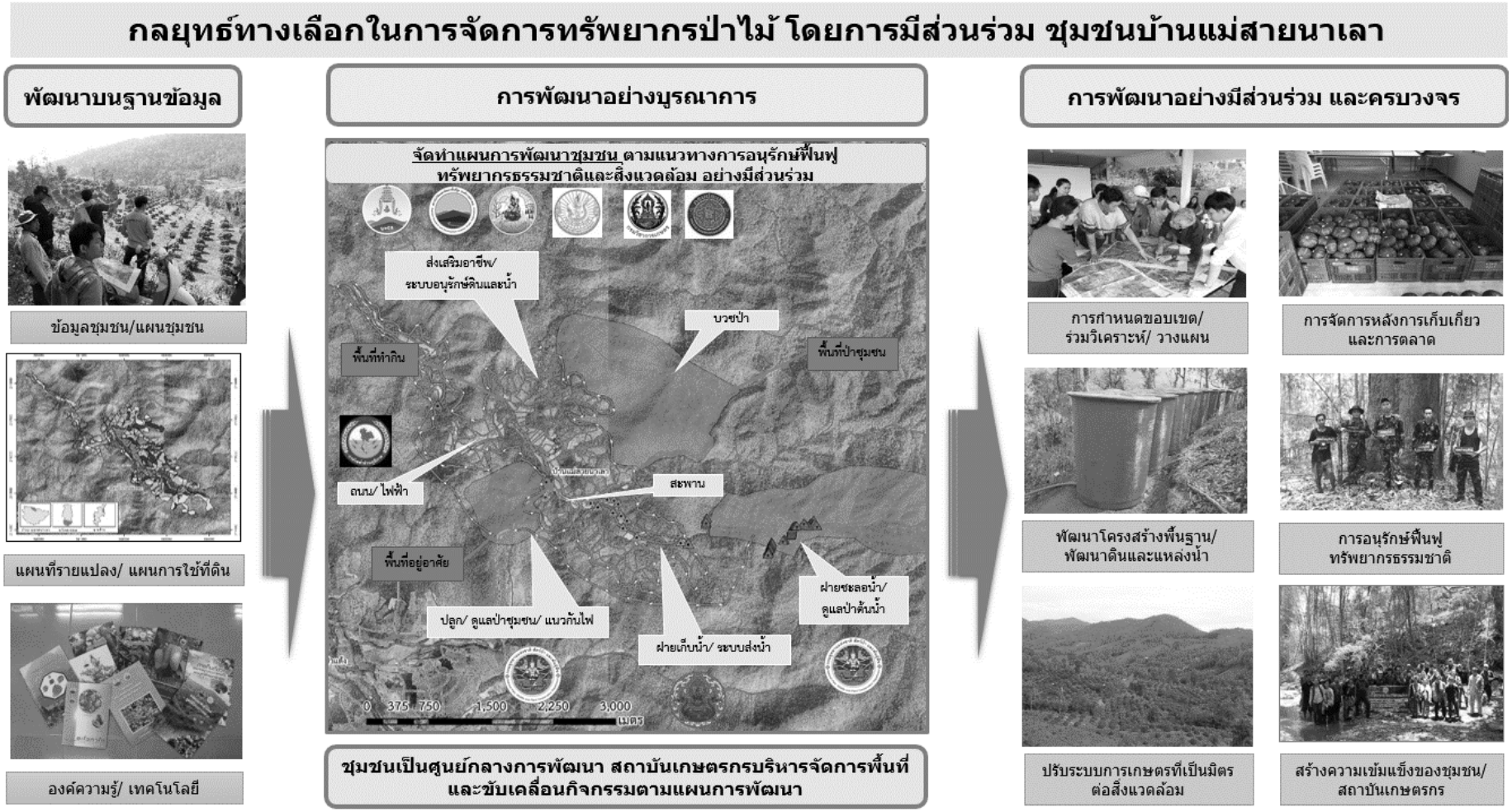
การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ชนิดพืชที่ปลูก)	**จำนวนพื้นที่ปลูก (ไร่)**		
	ปี พ.ศ. 2552	**ปี พ.ศ. 2556**	**ปี พ.ศ. 2560**
ข้าวนา	306	291	216
ข้าวโพด/ พืชไร่	1,565	152	93
ข้าวโพด + ไม้ผล/ไม้ยืนต้น (วนเกษตร)	-	1,072	-
ไม้ผล/ ไม้ยืนต้น (ป่าสร้างรายได้)	-	356	1,075
ไม่ได้ใช้ประโยชน์ (คืนพื้นที่ป่า)	-	-	487
รวม	**1,871**	**1,871**	**1,871**

หมายเหตุ: ในการสำรวจใช้การแปรภาพจาก Land use, การสำรวจจับพิกัดภาคพื้นดิน, การเก็บแบบสอบถาม และใช้อากาศยานไร้คนขับ พร้อมแปรภาพ



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตามกลยุทธ์การจัดการทรัพยากรป่าไม้ โดยการมีส่วนร่วม

3. การอนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้วยวิถีชีวิตของชุมชนชาวกะเหรี่ยง ที่มีการพึ่งพิงและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติเป็นอย่างดี ประกอบกับการมีรายได้ที่พอเพียง โดยการร่วมพัฒนาของทุกภาคส่วน ทำให้ชุมชนให้ความสำคัญและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเพื่ออนุรักษ์ฟื้นฟูดิน น้ำ และป่าไม้ของชุมชนอย่างต่อเนื่อง เช่น การทำแนวกันไฟรอบหมู่บ้าน ระยะทาง 25 กม. การบวชป่า การปลูกป่าต้นน้ำ 255 ไร่ การทำฝายชะลอน้ำและดักตะกอน 164 ฝาย ปลูกหญ้าแฝกเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ 600,000 กล้า ทำปุ๋ยหมักลดการเผา 28 ตัน เป็นต้น เพื่อให้ชุมชนมีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ และมีสิ่งแวดล้อมที่ดี เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการเพาะปลูกพืชผลทางการเกษตรต่อไป



ภาพที่ 8 แผนผังสรุปการดำเนินงานตามกลยุทธ์ทางเลือกในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ โดยการมีส่วนร่วม บ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

สรุป

การพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูง ภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและแนวทางโครงการหลวง โดยดำเนินการตามกลยุทธ์ทางเลือกในการจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยการมีส่วนร่วม ในพื้นที่ชุมชนบ้านแม่สายนาเลา อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ เป็นวิธีการดำเนินงานที่เหมาะสม โดยมีชุมชนเป็นจุดศูนย์กลางในการพัฒนาเชิงพื้นที่ เกิดการพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชนให้ดีขึ้น มีรายได้ที่พอเพียง และมีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยจากการดำเนินงานของโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง ร่วมกับชุมชนและหน่วยงานบูรณาการ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552 มีการพัฒนาในด้านต่างๆ สู่การปรับระบบการเพาะปลูกพืชด้วยระบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้พื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด สร้างรายได้ให้มากขึ้น ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในปี พ.ศ. 2560 ชุมชนลดพื้นที่การปลูกข้าวโพดกว่า ร้อยละ 94 โดยปลูกพืชทางเลือกเป็นวนเกษตรและป่าสร้างรายได้ 1,075 ไร่ (ร้อยละ 57 ของพื้นที่ทำกิน) ปลูกข้าวนาสลับการปลูกพืชผัก 216 ไร่ (ร้อยละ 12 ของพื้นที่ทำกิน) ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 93 ไร่ (ร้อยละ 5 ของพื้นที่ทำกิน) และที่สำคัญชุมชนมีการคืนพื้นที่ป่า โดยไม่ได้เข้าทำประโยชน์ในพื้นที่ทำกินเดิม จำนวน 487 ไร่ (ร้อยละ 26 ของพื้นที่ทำกิน) รวมทั้งมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้โดยรอบชุมชน 16,672 ไร่ ดังนั้น ผลการศึกษานี้และการดำเนินงานอย่างมีส่วนร่วมของชุมชนและหน่วยงานถือเป็นต้นแบบที่ดีของชุมชนบนพื้นที่สูงในการพัฒนาและจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างมีส่วนร่วม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโหล่งขอด หน่วยงานบูรณาการ และชุมชนบ้านแม่สายนาเลา ที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานพัฒนาชุมชน และสร้างต้นแบบที่ดีในการพัฒนาสู่พื้นที่สูงอื่นๆ ต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. 2559. **แผนแม่บทโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2560 – 2564)**.

ความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรีต่อการจัดการพื้นที่สีเขียว ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

The Satisfaction of Undergraduate Students on Green Space Management at Bang Khen Campus, Kasetsart University

สุภานี กลมเกลี้ยง[1] และ **มณฑาทิพย์ โสมมีชัย**[1*]

Suphanee Glomglieng and **Montathip Sommeechai**[1*]

[1]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[*]Corresponding Author; Email: **fformts@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้กำหนดวิสัยทัศน์ในการพัฒนามหาวิทยาลัยให้เกิดความยั่งยืนภายใต้แนวคิด “มหาวิทยาลัยสีเขียว” ดังนั้นความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรีต่อการจัดการพื้นที่สีเขียวในมหาวิทยาลัยในครั้งนี้จึงมีความสำคัญในการใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการพื้นที่สีเขียวให้ตอบสนองต่อความต้องการของนิสิต โดยทำการสุ่มตัวอย่างสัมภาษณ์นิสิต 395 คน กระจายใน 15 คณะและทุกชั้นปี แล้วหาค่าร้อยละและทดสอบความแตกต่างทางสถิติของความพึงพอใจต่อการจัดการพื้นที่สีเขียวทั้ง 12 ดัชนีได้แก่ ที่ตั้ง สภาพแวดล้อม ความเพียงพอของพื้นที่สีเขียว ร่มเงา ความงามของพื้นที่ การออกแบบ ทรงพุ่ม การแตกกิ่งก้าน ความเหมาะสมของชนิดพันธุ์ สุขภาพต้นไม้ ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และการจัดการเพื่อลดความเสี่ยงจากต้นไม้ พบว่า ในภาพรวมของการจัดการพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัย นิสิตมีความพึงพอใจในระดับปานกลางเท่านั้นโดยมีเพียง 2 ดัชนีที่นิสิตมีความพึงพอใจในระดับสูงคือ ดัชนีด้านที่ตั้งและสภาพแวดล้อมของพื้นที่สีเขียว ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ควรมีการจัดการพื้นที่สีเขียวในด้านต่างๆ ให้มากขึ้นเพื่อให้ตรงตามวิสัยทัศน์ของการเป็น “มหาวิทยาลัยสีเขียวและมีความสุข”

คำสำคัญ: ความพึงพอใจ การจัดการพื้นที่สีเขียว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ABSTRACT

Kasetsart University has a vision on sustainable development under the concept of "Green University". Therefore, undergraduate student’s satisfactions on green space management are important as database for management in order to meet the student needs. A set of questionnaires were used to interview 395 students from all college years of 15 faculties. Percentage and statisticaldifference of satisfactions were analyzed base on 12 indicators such as location, environment, adequacy of green area, tree’s shading, attraction, design, tree canopy, branches and form, suitability of tree species, tree health, tree tolerance to environment, and hazard tree management. The results showed that for most of the indicators, student’s satisfactions on green space management were at a moderate level, except for location and

environmental factors which received high satisfaction level. This reflected that Kasetsart University should intensify its green space management in order to fulfill the vision of “Green and Happiness University”.

Keyword: satisfaction, green space management, Kasetsart University

คำนำ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาให้มหาวิทยาลัยเป็น “มหาวิทยาลัยศาสตร์แห่งแผ่นดิน” อันประกอบด้วย การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) มหาวิทยาลัยแห่งเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล (Digital University) มหาวิทยาลัยวิจัย (Research University) มหาวิทยาลัยระดับโลก (World Class University) มหาวิทยาลัยที่รับผิดชอบต่อสังคม (Social Responsibility University)และมหาวิทยาลัยแห่งความผาสุก (Happiness University) โดยในส่วนของการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวนั้น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้มีนโยบายในการส่งเสริมให้ทุกวิทยาเขตเป็นวิทยาเขตสีเขียว (Green Campus) (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2560) กล่าวคือ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน การใช้พลังงานทดแทน ตลอดจนคุณภาพสิ่งแวดล้อมรวมไปถึงพื้นที่สีเขียวภายในมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรสำคัญในด้านนิเวศวิทยา ให้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ช่วยดูดซับน้ำ ช่วยเพิ่มความร่มรื่น เป็นแหล่งกรองมลพิษและควบคุมความสมดุลของสภาวะอากาศด้วยการเป็นแหล่งผลิตออกซิเจน เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจประกอบกิจกรรมนันทนาการออกกำลังกาย และใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2547) ซึ่งภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ได้เตรียมพื้นที่สีเขียวที่สำหรับให้นิสิต บุคลากรหรือบุคคลทั่วไปสามารถมาใช้ประโยชน์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งในการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวในระดับโลกในปีล่าสุด (Office UI Green Metric, 2017) ได้จัดอันดับให้มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวอันดับที่ 136 จาก 516 มหาวิทยาลัยทั่วโลก และอันดับ 7 ของประเทศ ตามหลังมหาวิทยาลัยมหิดลที่เป็นอันดับ 1 ของประเทศไทย และอันดับที่ 70 ของโลก ซึ่งในการที่จะยกระดับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ให้ขึ้นเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวในระดับโลกด้วยอันดับที่สูงขึ้นนั้น พบว่า มีดัชนีในการประเมินที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่สีเขียวหลายดัชนี เช่น ร้อยละของพื้นที่สีเขียวที่ปกคลุมด้วยป่า เป็นต้น

การศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจในการจัดการพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยจึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญที่จะทำให้มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้วางแผนและจัดการพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยให้สอดคล้องและตอบสนองต่อความต้องการของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะนิสิต ซึ่งข้อมูลล่าสุดพบว่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน มีนิสิตในระดับปริญญาตรีทั้งสิ้น 27,060 คน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2560) นอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าวยังจะเป็นประโยชน์ต่อการที่จะพัฒนาพื้นที่สีเขียวภายในมหาวิทยาลัยให้เหมาะสม และใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการจัดการ ดูแล บำรุงรักษาพื้นที่สีเขียว ต้นไม้ และพืชพรรณภายในมหาวิทยาลัยฯ เพื่อให้มหาวิทยาลัยก้าวไปสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวอันดับต้นๆ ของประเทศไทยและในระดับโลก อันจะเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัยและก้าวไปสู่เป้าหมายของการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว ที่รับผิดชอบต่อสังคม และอุดมไปด้วยความผาสุขตามเป้าหมายของการพัฒนามหาวิทยาลัยในที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษาและประชากรตัวอย่าง

สุ่มตัวอย่างจากนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยกลุ่มประชากรที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ นิสิตระดับชั้นปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 27,060 คน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2560) คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรของ (Yamane, 1973) ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องทำการสัมภาษณ์ทั้งสิ้น 395 คน ซึ่งในการสุ่มตัวอย่างนิสิตในแต่ละชั้นปีนั้น จะทำการสุ่มตัวอย่างนิสิตในแต่ละชั้นปีให้มีจำนวนใกล้เคียงกัน โดยมีการกระจายของกลุ่มตัวอย่าง ตามสัดส่วนจำนวนนิสิตของแต่ละคณะ ทั้ง 15 คณะ ดังนี้

(1) คณะวนศาสตร์ 17 ตัวอย่าง
(2) คณะเกษตร 23 ตัวอย่าง
(3) คณะสิ่งแวดล้อม 3 ตัวอย่าง
(4) คณะเศรษฐศาสตร์ 52 ตัวอย่าง
(5) คณะประมง 17 ตัวอย่าง
(6) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ 7 ตัวอย่าง
(7) คณะวิทยาศาสตร์ 39 ตัวอย่าง
(8) คณะสังคมศาสตร์ 43 ตัวอย่าง
(9) คณะเทคนิคการสัตวแพทย์ 9 ตัวอย่าง
(10) คณะบริหารธุรกิจ 34 ตัวอย่าง
(11) คณะมนุษยศาสตร์ 35 ตัวอย่าง
(12) คณะอุตสาหกรรมเกษตร 28 ตัวอย่าง
(13) คณะวิศวกรรมศาสตร์ 69 ตัวอย่าง
(14) คณะศึกษาศาสตร์ 13 ตัวอย่าง
(15) คณะสัตวแพทยศาสตร์ 6 ตัวอย่าง

2. การสร้างและการทดสอบแบบสอบถาม

สร้างแบบสอบถามโดยใช้แนวคิด ทฤษฎี หลักการ และการดัดแปลงจากแบบสอบถามของผู้ที่เคยศึกษาวิจัยในเรื่องลักษณะนี้ เช่น นงเยาว์ (2558); ภาคิณ (2559) และ วิลาสินี (2550) นำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้เหมาะสมกับการวิจัยและวัตถุประสงค์ที่ทำการศึกษา มีคำถามทั้งคำถามแบบปลายเปิด (open-ended questionnaire) และคำถามแบบปลายปิด (closed-ended questionnaire) โดยกำหนดดัชนีในการประเมินความพึงพอใจด้านการจัดการพื้นที่สีเขียวออกเป็น 12 ดัชนี ได้แก่ ที่ตั้ง สภาพแวดล้อม ความเพียงพอของพื้นที่สีเขียว ร่มเงา ความงามของพื้นที่ การออกแบบ ทรงพุ่ม การแตกกิ่งก้าน ความเหมาะสมของชนิดพันธุ์ สุขภาพต้นไม้ ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และการจัดการเพื่อลดความเสี่ยงจากต้นไม้ แล้วทำการกำหนดค่าระดับคะแนนความพึงพอใจของของนิสิตต่อการจัดการพื้นที่สีเขียวภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน โดยนำมาตรวัดแบบ Likert Scale มาใช้ ซึ่งเป็นคำถามเชิงบวกเป็นไปในทางเดียวกันกับเรื่องที่ต้องการวัด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด (ให้คะแนน 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ) โดยรวบรวมคะแนนทั้งหมดเพื่อหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาหาความกว้างของอันตรภาคชั้นเพื่อวัดระดับความพึงพอใจ กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าคะแนน (วิลาสินี, 2550) 3 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยคะแนนระหว่าง 3.67 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
ค่าเฉลี่ยคะแนนระหว่าง 2.34 – 3.66 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยคะแนนระหว่าง 1.00 – 2.33 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

จากแบบสอบถามที่ได้ทำการสร้าง แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

(1) ส่วนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป

(2) ส่วนที่ 2 คำถามทั่วไปเกี่ยวกับความคิดเห็นของนิสิตในเรื่องของพื้นที่สีเขียวและความเชื่อมโยงกับมหาวิทยาลัย

(3) ส่วนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการจัดการพื้นที่สีเขียวภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

(4) ส่วนที่ 4 คำถามทั่วไปเกี่ยวกับข้อเสนอแนะข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการพื้นที่สีเขียวภายในมหาวิทยาลัยอย่างอิสระ

จากนั้นนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น จำนวน 30 ชุด ไปทำการทดสอบความเที่ยงตรงหรือความเชื่อมั่น (reliability analysis) กับนิสิตระดับชั้นปริญญาตรี ผลการทดสอบพบว่า แบบสอบถามมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.88 แสดงว่า แบบสอบถามที่ใช้ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้มีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 0.70 ขึ้นไป (Cronbach, 1990: 204) จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปเก็บข้อมูลจริงกับนิสิตระดับชั้นปริญญาตรีที่เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

เก็บข้อมูลโดยนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปทำการเก็บข้อมูลจากนิสิตในระดับชั้นปริญญาตรี ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน จำนวน 395 ตัวอย่าง กระจายตามสัดส่วนนิสิตของแต่ละคณะและกระจายทุกชั้นปีนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาคิดคำนวณโดยใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (descriptive analysis) ในรูปค่าสถิติอย่างง่าย ได้แก่ ค่าความถี่ (frequency) ค่าสูงสุด (maximum) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และค่าร้อยละ (percentage) ของข้อมูลระดับความพึงพอใจต่อการจัดการพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยตามดัชนีต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินในแบบสอบถาม โดยการแจกแจงรายละเอียดในรูปของตารางร้อยละประกอบคำอธิบาย

ผลและวิจารณ์

1. ข้อมูลทั่วไป และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่สีเขียวของนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

1.1 ข้อมูลทั่วไปของนิสิตระดับชั้นปริญญาตรีที่ตอบแบบสอบถามประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับชั้น คณะ และความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่สีเขียว

1.1.1 เพศ ผลการศึกษาพบว่า นิสิตระดับชั้นปริญญาตรีที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 212 คน คิดเป็นร้อยละ 53.70 เป็นเพศชาย จำนวน 183 คิดเป็นร้อยละ 46.30

1.1.2 อายุผลการศึกษาพบว่า นิสิตระดับชั้นปริญญาตรีที่ตอบแบบสอบถามมีอายุสูงสุด 24 ปี อายุต่ำสุด 17 ปี และมีอายุเฉลี่ย 20 ปีโดยนิสิตระดับชั้นปริญญาตรีที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุ 20 ปี

1.1.3 ระดับชั้นปีการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า นิสิตระดับชั้นปริญญาตรีที่ตอบแบบสอบถามมากที่สุดอยู่ในระดับชั้นปีที่ 2 จำนวน 107 คน คิดเป็นร้อยละ 27.10 รองลงมาเป็นนิสิตระดับชั้นปีที่ 1 จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 26.80 รองลงมาเป็นนิสิตระดับชั้นปีที่ 3 จำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 26.10 รองลง มาเป็นนิสิต

ระดับชั้นปีที่ 4 จำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 19.70 และสุดท้ายเป็นนิสิตระดับชั้นปีที่ 5 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.3 จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าสัดส่วนจำนวนนิสิตในชั้นปีที่ 1, 2, 3 และ 4 มีสัดส่วนใกล้เคียงกัน เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของระดับความพึงพอใจอันเนื่องมาจากระดับชั้นปีการศึกษาของนิสิต

1.1.4 คณะที่ศึกษา ประกอบด้วย 15 คณะ ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน แล้วทำการหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา โดยคิดเป็นร้อยละของนิสิตปริญญาตรีของแต่ละคณะ ทำให้ได้จำนวนตัวอย่างในแต่ละคณะ รายละเอียดดังแสดงในวิธีการข้างต้น

1.2 ข้อมูลความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่สีเขียวเป็นการศึกษาถึงความเข้าใจของนิสิต เป็นข้อคำถามที่ให้แสดงความคิดเห็นว่าพื้นที่สีเขียวนั้นเป็นอย่างไรมหาวิทยาลัยสีเขียวนั้นเป็นอย่างไร และคิดว่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวหรือไม่ ผลการศึกษาปรากฏ ดังนี้

1.2.1 พื้นที่สีเขียวในความคิดของนิสิตเป็นอย่างไรนั้น กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ตอบว่า เป็นพื้นที่สีเขียวที่ให้ความร่มเย็นสามารถพักผ่อนได้ คิดเป็นร้อยละ 95.60 ส่วนกลุ่มที่คิดว่าเป็นพื้นที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ คิดเป็นร้อยละ 81.40 และกลุ่มที่คิดว่าเป็นพื้นที่ที่มีต้นไม้มาก อุดมไปด้วยพืชพรรณ คิดเป็นร้อยละ 45.30 ตามลำดับ

1.2.2 มหาวิทยาลัยสีเขียวเป็นอย่างไรนั้น ส่วนใหญ่ตอบว่า เป็นมหาวิทยาลัยที่ร่มรื่น อากาศเย็นสบาย คิดเป็นร้อยละ 88.61 ส่วนกลุ่มที่คิดว่ามีการจัดระเบียบสภาพแวดล้อมที่ดี คิดเป็นร้อยละ 75.40 และกลุ่มที่คิดว่ามีการปลูกฝังให้นิสิตอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คิดเป็นร้อยละ 69.60 ตามลำดับ

1.2.3 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวหรือไม่นั้น ส่วนใหญ่ตอบว่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว คิดเป็นร้อยละ 88.60 ในขณะเดียวกันมีส่วนหนึ่งตอบว่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ไม่เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว คิดเป็นร้อยละ 11.40

2. ความพึงพอใจของนิสิตระดับปริญญาตรีต่อการจัดการพื้นที่สีเขียวภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ความพึงพอใจของนิสิตระดับปริญญาตรีต่อการจัดการพื้นที่สีเขียวภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ตามดัชนีชี้วัดในการจัดการทั้ง 12 ดัชนีพบว่านิสิตมีความพึงพอใจในการจัดการพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยรวม 3.50 โดยดัชนีของการจัดการพื้นที่สีเขียวที่นิสิตมีความพึงพอใจในระดับมากมี2ดัชนีคือ ตัวชี้วัดที่ 1 สถานที่ตั้งของพื้นที่สีเขียวมีความเหมาะสม และตัวชี้วัดที่ 2 ลักษณะสภาพแวดล้อมของพื้นที่สีเขียวมีความเหมาะสม ส่วนความพึงพอใจในการจัดการพื้นที่สีเขียวในดัชนีที่เหลืออีกทั้ง 10 ดัชนี คือ ดัชนีที่ 3 ความเพียงพอของพื้นที่สีเขียว ดัชนีที่ 4 ความร่มรื่นของร่มเงาต้นไม้ ดัชนีที่ 5 ความสวยงามของพื้นที่สีเขียว ดัชนีที่ 6 ความสวยงามของการออกแบบพื้นที่สีเขียว ดัชนีที่ 7 ความสวยงามของทรงพุ่มของต้นไม้ ดัชนีที่ 8 ความสวยงามการแต่งกิ่งก้านของต้นไม้ ดัชนีที่ 9 ความเหมาะสมของชนิดพรรณไม้ ดัชนีที่ 10 การบำรุงรักษาสุขภาพต้นไม้ ดัชนีที่ 11 ความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของต้นไม้ และดัชนีที่ 12 การตัดแต่งกิ่งต้นไม้เพื่อป้องกัน/บรรเทาอันตราย นิสิตมีระดับความพึงพอใจปานกลางนอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า ตัวชี้วัดที่ 8 ความสวยงามของการแตกกิ่งก้านของต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว ยังเป็นดัชนีที่นิสิตให้คะแนนความพึงพอใจน้อยที่สุด (Table 1) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับผลการศึกษาของ ธีรวัฒน์ (2549) ที่ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการ

จัดการสภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ และพบว่านักศึกษามีความพึงพอใจในการจัดการสภาพแวดล้อมในมหาวิทยาลัยในระดับปานกลาง

ส่วนการเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความพึงพอใจในแต่ละดัชนีชี้วัด ตามเพศ อายุ ระดับชั้นปีการศึกษา และคณะที่นิสิตศึกษาอยู่ ได้ผลการศึกษาดังนี้

ตัวชี้วัดที่ 1 ที่ตั้งของพื้นที่สีเขียวพบว่า เพศ ของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจในเรื่องของที่ตั้งของพื้นที่สีเขียวในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีความแตกต่างกันโดยนิสิตเพศชายมีแนวโน้มที่จะมีความพึงพอใจในเรื่องที่ตั้งของพื้นที่สีเขียวมากกว่านิสิตเพศหญิง ทั้งนี้เนื่องจากพบว่า บริเวณที่ตั้งของหอพักนิสิตชายจะอยู่บริเวณที่รายล้อมด้วยพื้นที่สีเขียว ต้นไม้ สนามกีฬา และลานออกกำลังกายประเภทต่างๆ รายรอบย่านหอพัก ส่วนหอพักนิสิตหญิง (ใหม่) ที่มหาวิทยาลัยได้จัดสร้างขึ้นใหม่นั้น ยังขาดแคลนเกี่ยวกับพื้นที่สีเขียว ต้นไม้ สวนสาธารณะ หรือลานกิจกรรมเอนกประสงค์ต่างๆ ที่ประกอบด้วยพื้นที่สีเขียวให้กับนิสิต สาเหตุดังกล่าวจึงน่าจะเป็นเหตุผลที่สำคัญที่ทำให้นิสิตเพศชายมีความพึงพอใจด้านที่ตั้งของพื้นที่สีเขียวมากกว่านิสิตหญิง นอกจากนี้ อายุ และระดับชั้นปีการศึกษายังส่งผลต่อระดับความพึงพอใจด้านที่ตั้งของพื้นที่สีเขียวแตกต่างกัน โดยพบว่า นิสิตที่มีอายุน้อยกว่า หรือเท่ากับ 20 ปี หรือนิสิตที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 1 และ 2 มีแนวโน้มที่จะมีความพึงพอใจในเรื่องของที่ตั้งของพื้นที่สีเขียวมากกว่านิสิตที่มีอายุมากกว่า 20 ปีขึ้นไป ทั้งนี้เหตุผลน่าจะเนื่องมาจาก นิสิตชั้นปีที่ 1 และ 2 พึ่งเข้ามาศึกษายังมหาวิทยาลัย จึงอาจเกิดความประทับใจในพื้นที่สีเขียวมากกว่าเนื่องจากเป็นสิ่งใหม่ๆ ในชีวิตนิสิต ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ภาคิณ (2559) ที่พบว่า องค์ประกอบในการจัดภูมิทัศน์ในมหาวิทยาลัยกรุงเทพส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อของมหาวิทยาลัยถึงร้อยละ 76.9 ส่วนคณะที่นิสิตศึกษาอยู่ก็ส่งผลต่อระดับความพึงพอใจในเรื่องที่ตั้งของพื้นที่สีเขียวแตกต่างกัน โดยพบว่า คณะที่นิสิตมีความพึงพอใจในเรื่องที่ตั้งของพื้นที่สีเขียวมาก คือ คณะสิ่งแวดล้อม คณะประมง เนื่องจากที่ตั้งของคณะอยู่ในย่านบริเวณพื้นที่โล่ง กว้างขวาง อีกทั้งยังใกล้กับพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัย ในขณะที่คณะที่นิสิตพึงพอใจในระดับปานกลาง คือ คณะสัตวแพทย์ คณะเกษตร คณะวนศาสตร์ และคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นที่สังเกตว่าทั้งสี่คณะนี้ จะมีบริเวณพื้นที่ค่อนข้างคับแคบ หนาแน่นด้วยอาคาร อีกทั้งยังอยู่ห่างไกลจากพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยกว่าคณะอื่นๆ

ตัวชี้วัดที่ 2 ลักษณะสภาพแวดล้อมของพื้นที่สีเขียวมีความเหมาะสมพบว่าเพศไม่ส่งผลต่อความแตกต่างของความพึงพอใจ แต่อายุ ระดับชั้นการศึกษาและคณะที่นิสิตศึกษาอยู่ส่งผลต่อความพึงพอใจในตัวชี้วัดที่ 2 ซึ่งแนวโน้มความพึงพอใจคล้ายคลึงกับตัวชี้วัดที่ 1 นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า ไม่มีนิสิตจากคณะใดเลยมีความพึงพอใจในระดับมากในตัวชี้วัดที่ 2 เกี่ยวกับลักษณะสภาพแวดล้อมของพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัย สิ่งต่างๆ เหล่านี้สะท้อนให้เห็นได้ว่ามหาวิทยาลัยควรดำเนินการปรับปรุงสภาพแวดล้อมพื้นที่สีเขียวให้มีความเหมาะสมให้มากขึ้น

ตัวชี้วัดที่ 3 ความเพียงพอของพื้นที่สีเขียวต่อการใช้ประโยชน์ พบว่า เพศส่งผลต่อความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน ในขณะที่อายุ และระดับชั้นปีการศึกษาของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจแตกต่างกันคล้ายคลึงกับดัชนีชี้วัดที่ 2 นอกจากนี้ยังพบว่า ไม่มีคณะใดเลยที่นิสิตมีความพึงพอใจในระดับมากเกี่ยวกับความเพียงพอของพื้นที่สีเขียวต่อการใช้ประโยชน์ ซึ่งผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ามหาวิทยาลัยมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มพื้นที่สีเขียวภายในมหาวิทยาลัยให้เพียงพอกับการใช้ประโยชน์ของนิสิตให้มากขึ้น

ตัวชี้วัดที่ 4 ความร่มรื่นของร่มเงาต้นไม้ พบว่า เพศของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจในเรื่องความร่มรื่นของร่มเงาต้นไม้ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่อายุ ระดับการศึกษาและคณะที่ศึกษาของนิสิต

ส่งผลต่อความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งแนวโน้มความพึงพอใจของนิสิตที่อายุน้อย และศึกษาในระดับชั้นปีที่ 1 และ 2 จะมีความพึงพอใจสูงกว่าชั้นปีอื่นๆ นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า นิสิตคณะวนศาสตร์มีความพึงพอใจเกี่ยวกับความร่มรื่นของร่มเงาต้นไม้น้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเสน่ห์ (2535) ที่พบว่าประชาชนที่มีการศึกษาต่างกันจะมีทัศนคติต่อมาตรการจัดการพื้นที่สีเขียวต่างกัน

ตัวชี้วัดที่ 5 ความสวยงามของพื้นที่สีเขียวโดยรวมพบว่า เพศของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจในเรื่องความสวยงามของพื้นที่สีเขียวโดยรวมในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ไม่แตกต่างกันในขณะที่อายุ ระดับการศึกษาและคณะที่ศึกษาของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยนิสิตที่อายุน้อยกว่า 20 ปี และนิสิตชั้นปีที่ 1 และ 2 มีแนวโน้มที่จะมีความพึงพอใจสูงกว่าชั้นปีอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า นิสิตจากคณะสังคมศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ และคณะเทคนิคการสัตวแพทย์มีค่าคะแนนความพึงพอใจในดัชนีที่ 5 เรื่องความสวยงามของพื้นที่สีเขียวน้อยที่สุด ซึ่งผู้วิจัยพบว่าในบริเวณคณะดังกล่าว ขาดแคลนต้นไม้และพื้นที่สีเขียว ส่วนมากประกอบด้วยหมู่ตึก พื้นที่ซีเมนต์ และกลุ่มอาคารเป็นส่วนใหญ่

ตัวชี้วัดที่ 6 ความสวยงามของการออกแบบพื้นที่สีเขียว พบว่า เพศ และคณะที่ศึกษาของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจในเรื่องของความสวยงามของการออกแบบพื้นที่สีเขียวในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ไม่แตกต่างกันในขณะที่อายุ ระดับการศึกษาของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจแตกต่างกันโดยมีแนวโน้มที่นิสิตชั้นปีที่ 1 และ 2 มีความพึงพอใจมากกว่าชั้นปีอื่นๆ ข้อสังเกตเกี่ยวกับเรื่องความสวยงามของการออกแบบพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยพบว่าไม่มีคณะใดเลยที่มีความพึงพอใจสูงที่สุด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ามหาวิทยาลัยควรมีการพิจารณาในการออกแบบให้มีความสวยงาม เหมาะสมกับสภาพภูมินิเวศและภูมิทัศน์ของพื้นที่ในอนาคตต่อไป

ตัวชี้วัดที่ 7 ความสวยงามของทรงพุ่มของต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว พบว่า เพศของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจในเรื่องความสวยงามของทรงพุ่มของต้นไม้ในพื้นที่สีเขียวไม่แตกต่างกันในขณะที่อายุ ระดับการศึกษาและคณะที่ศึกษาของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งพบว่านิสิตจากทุกคณะไม่มีคณะใดเลยที่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในดัชนีที่ 7 ความสวยงามของทรงพุ่มของต้นไม้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ามหาวิทยาลัยควรจะมีการจัดการตัดแต่งทรงพุ่มของต้นไม้ให้มีความสวยงาม เหมาะสม และปลอดภัยต่อไป

ตัวชี้วัดที่ 8 การแตกกิ่งก้านของต้นไม้สวยงาม พบว่า เพศของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจในเรื่องการแตกกิ่งก้านของต้นไม้สวยงามไม่แตกต่างกัน ในขณะที่อายุ ระดับการศึกษาและคณะที่ศึกษาของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า นิสิตจากคณะวนศาสตร์มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด สูงที่สุดในดัชนีชี้วัดที่ 8 ซึ่งสะท้อนให้เห็นได้ว่าลักษณะรูปทรงของต้นไม้ การแตกกิ่งก้านของต้นไม้ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ไม่มีความสวยงามที่มากพอ จำเป็นที่จะต้องมีการจัดการให้มีความเหมาะสมต่อไป

ตัวชี้วัดที่ 9 ชนิดพรรณของต้นไม้ในพื้นที่มีความเหมาะสม พบว่า เพศของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจในเรื่องชนิดพรรณของต้นไม้ในพื้นที่ มีความเหมาะสมในพื้นที่สีเขียวไม่แตกต่างกันในขณะที่อายุ ระดับการศึกษาและคณะที่ศึกษาของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าคณะที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับเกษตร ป่าไม้ และสิ่งแวดล้อม คือ คณะวนศาสตร์ คณะเกษตร และคณะสิ่งแวดล้อม ทั้งสามคณะไม่มีนิสิตคนใดเลยที่ประเมินระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุดให้กับตัวชี้วัดที่ 9

ตัวชี้วัดที่ 10 การจัดการบำรุงรักษาสุขภาพต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว พบว่า เพศ และคณะที่ศึกษาของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจในเรื่องการจัดการบำรุงรักษาสุขภาพต้นไม้ในพื้นที่สีเขียวไม่แตกต่างกันในขณะที่อายุ ระดับ

การศึกษาและคณะที่ศึกษาของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยนิสิตชั้นปีที่ 1 และ 2 มีแนวโน้มที่จะมีความพึงพอใจมากกว่าชั้นปีอื่นๆ นอกจากนี้แนวโน้มโดยทั่วไปนิสิตทุกคณะยังมีความพึงพอใจการจัดการบำรุงรักษาสุขภาพต้นไม้ของมหาวิทยาลัยในระดับกลางๆ เท่านั้น ซึ่งชี้สะท้อนให้เห็นว่า มหาวิทยาลัยควรเร่งดำเนินการและใส่ใจอย่างจริงจังเกี่ยวกับการดูแลบำรุงรักษาสุขภาพของต้นไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสุขภาพของต้นไม้ใหญ่ภายในมหาวิทยาลัย

ตัวชี้วัดที่ 11 ความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของต้นไม้ในพื้นที่สีเขียวพบว่า เพศ อายุ ระดับการศึกษา และคณะที่ศึกษาของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งแนวโน้มนิสิตในแต่ละคณะมีความพึงพอใจในระดับมาก ถึงปานกลางในดัชนีที่ 11 ซึ่งชี้ให้เห็นว่านิสิตมองเห็นว่าต้นไม้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่

ตัวชี้วัดที่ 12 การดำเนินการตัดแต่งกิ่งต้นไม้เพื่อป้องกัน/ลดการเกิดอุบัติเหตุหรืออันตรายภายในพื้นที่สีเขียว พบว่า เพศ และคณะที่ศึกษาของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจในเรื่องการดำเนินการตัดแต่งกิ่งต้นไม้เพื่อป้องกัน/ลดการเกิดอุบัติเหตุหรืออันตรายภายในพื้นที่สีเขียวไม่แตกต่างกันในขณะที่อายุ และระดับการศึกษาของนิสิตส่งผลต่อความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่เป็นที่น่าสังเกตว่าไม่มีนิสิตคนใดจากคณะวนศาสตร์ คณะเกษตร คณะสิ่งแวดล้อม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และคณะสัตวแพทย์ มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในตัวชี้วัดที่ 12 ซึ่งอาจสะท้อนให้เห็นได้ว่านิสิตจากคณะดังกล่าวเห็นว่ายังไม่ได้มีการกำเนินการอย่างดีมากพอในการตัดแต่งกิ่งต้นไม้เพื่อป้องกันหรือลดอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากต้นไม้ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการศึกษาความถึงพอใจของนิสิตต่อการจัดการพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นนั้น เนื่องจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีเป้าหมายชัดเจนที่จะเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว หากทางมหาวิทยาลัยฯ ต้องการที่จะขยับอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวจากอันดับที่ 136 ของโลก อันดับที่ 7 ของประเทศไทยไปเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว 100 อันดับแรกของโลก และเป็นอันดับแรกของประเทศ ทางมหาวิทยาลัยควรจะมีการพัฒนาในเรื่องของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวหรือต้นไม้ใหญ่ที่ให้ร่มเงาเข้าไปในพื้นที่ เพื่อเพิ่มตัวชี้วัดที่ SI4 ร้อยละของพื้นที่ในมหาวิทยาลัยที่ครอบคลุมในพืชที่ปลูกรวมถึงสนามหญ้า, สวน, หลังคาสีเขียว, ปลูกภายใน (SI4: Total area on campus covered in planted vegetation (percentage)) และ SI3 ร้อยละของพื้นที่ในวิทยาเขตที่ปกคลุมด้วยพืชพันธุ์ในรูปแบบของป่า (เปอร์เซ็นต์) (SI3: Total area on campus covered in vegetation in the form of forest (percentage)) รวมไปถึงการที่นิสิตจะเข้าไปมีส่วนร่วมกับพื้นที่สีเขียว กิจกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมหรือพื้นที่สีเขียวในมหาวิทยาลัยยังขาดแคลน มหาวิทยาลัยอาจจะต้องมีมาตรการจูงใจหรือสนับสนุนให้นิสิตมีส่วนร่วมกันทำกิจกรรมเชิงอาสาหรือพัฒนาพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยเพื่อเพิ่มตัวชี้วัดตัว ED4 จำนวนกิจกรรมทางวิชาการเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน (ED4: Number of scholarly events related to environment and sustainability) และ ED5 จำนวนนิสิตที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน(ED5: Number of student organizations related to environment and sustainability) และการที่มหาวิทยาลัยมีทุนหรือสนับสนุนงบในการทำโครงงานวิจัยในระดับปริญญาตรีเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมหรือพื้นที่สีเขียวภายในมหาวิทยาลัย โดยอาจจะมีข้อกำหนดว่าต้องได้รับการตีพิมพ์หรือการประชุมทางวิชาการของทางมหาวิทยาลัย ทางมหาวิทยาลัยก็จะได้ประโยชน์ในการเพิ่มตัวชี้วัดที่ ED2 ทุนวิจัยที่ทุ่มเทให้กับการวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน (ED2: Number of scholarly events related to environment and sustainability) และนิสิตก็จะได้ประโยชน์

จากการสนับสนุนงบประมาณในการทำโครงงานวิจัย สิ่งเหล่านี้จะทำให้มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก้าวขึ้นไปสู่คำว่าเป็น “มหาวิทยาลัยสีเขียว” เป็นมหาวิทยาลัยที่นิสิตจะเรียนและมีความสุขต่อไป

Table 1 Thesatisfaction levels of undergraduate students on green area management within Bang Khen Campus, Kasetsart University.

Indicators	Satisfaction level					Mean	S.D	Criterion
	Very high	High	Moderate	Low	Very low			
1. Location of green space	62 (15.7)	186 (47.1)	124 (31.4)	22 (5.6)	1 (0.3)	3.72	0.801	High
2. Environment of green space	52 (13.2)	192 (48.6)	128 (32.4)	22 (5.6)	1 (0.3)	3.69	0.778	High
3. Adequacy of green area	56 (14.2)	136 (34.4)	142 (35.9)	50 (12.7)	11 (2.8)	3.45	0.976	Moderate
4. Shading of trees	66 (16.7)	143 (36.2)	125 (31.6)	49 (12.4)	12 (3.0)	3.51	1.008	Moderate
5. Fascination of green space	52 (13.2)	157 (39.7)	136 (34.4)	44 (11.1)	6 (1.5)	3.52	0.910	Moderate
6. Design of green space	49 (12.4)	143 (36.2)	135 (34.2)	60 (15.2)	8 (2.0)	3.42	0.959	Moderate
7. Tree canopy	36 (9.1)	140 (35.4)	154 (39.0)	59 (14.9)	6 (1.5)	3.36	0.897	Moderate
8. Branches and form	47 (11.9)	110 (27.8)	166 (42.0)	62 (15.7)	10 (2.5)	3.31	0.959	Moderate
9. Suitability of tree species	49 (12.4)	195 (49.4)	125 (31.6)	20 (5.1)	6 (1.5)	3.66	0.816	Moderate
10. Tree health	58 (14.7)	141 (35.7)	145 (36.7)	42 (10.6)	9 (2.3)	3.50	0.946	Moderate
11. Tree tolerance	56 (14.2)	154 (39.0)	125 (31.6)	43 (10.9)	17 (431)	3.48	1.006	Moderate
12. Hazard tree management	45 (11.4)	154 (39.0)	142 (35.9)	46 (11.6)	8 (2.0)	3.46	0.913	Moderate
Mean of satisfaction of overall indicators						**3.50**	**0.683**	**Moderate**

Remarks: [1] The numbers above show the frequency of each satisfaction level.

[2] The number in () is expressed as a percentage.

สรุป

ความพึงพอใจของนิสิตต่อการจัดการพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ในภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับกลาง และมีเพียงสองดัชนีของการจัดการจากทั้งหมด 12 ดัชนีที่นิสิตมีความพึงพอใจในระดับสูง ซึ่งความพึงพอใจของนิสิตแตกต่างกันไปตามเพศ อายุ ระดับชั้นปีที่ศึกษา และคณะที่นิสิตศึกษา

อยู่ โดยมีแนวโน้มที่นิสิตที่อายุน้อยกว่า 20 ปี หรือนิสิตที่เข้ามาศึกษาอยู่ในชั้นที่ปีที่ 1 และ 2 จะมีความพึงพอใจในระดับสูงกว่านิสิตที่มีอายุมากกว่าหรือ ศึกษาอยู่ตั้งแต่ปี 3 ขึ้น ดังนั้นมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ควรมุ่งเน้นการจัดการพื้นที่สีเขียวให้มากขึ้นอีกทั้งตอบสนองต่อความต้องการของนิสิตและตามคณะต่างๆ อย่างเหมาะสมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ มณฑาทิพย์ โสมมีชัย อาจารย์ที่ปรึกษาและที่ปรึกษาโครงงานและอาจารย์ ดร.พรเทพ เหมือนพงษ์ ผู้ให้คำปรึกษาที่สละเวลาช่วยเหลือในการทำโครงงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณครอบครัวและทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำโครงงานครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ธีรวัฒน์ ยุวรรณะ. 2549. **ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการสภาพแวดล้อมภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. ฉะเชิงเทรา : มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

นงเยาว์ อุทุมพร. 2558. **เครื่องมือและเทคนิควิธีการรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย.** บริษัท เฮาส์ ออฟเคอร์มิส จำกัด: กรุงเทพฯ.

ภาคิณ หมั่นทุ่ง. 2559. **ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อองค์ประกอบภูมิทัศน์ในสถานศึกษาเอกชน กรณีศึกษามหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต.** ภูมิสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรมโครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2560. **จำนวนนิสิตปัจจุบัน.** แหล่งที่มา: http://www.ku.ac.th, 06 ตุลาคม 2560.

วิลาสินี พ่วงสุด. 2550. **ความพึงพอใจของประชาชนต่อการจัดการพื้นที่สวนสาธารณะ เทศบาลเมืองบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสน่ห์ นิยมไทย. 2535. **ทัศนคติต่อมาตรการพื้นที่สีเขียวของประชาชนในเขตตลิ่งชัน กรุงเทพฯ**. ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาสังคม). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2547. **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการจัดทำมาตรการในการเพิ่มและจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนอย่างยั่งยืน.** กรุงเทพฯ.

Cronbanch, L.J. 1990. **Essentials of Psychological testing.** (5th Ed.). New York: Harper Collins.

Office UI GreenMetric. 2017. **UI GreenMetric World University Ranking.** แหล่งที่มา: http://greenmetric.ui.ac.id/, 02 พฤศจิกายน 2560.

Yamane, T. 1973. **Statistics: An Introductory Analysis.** (3rd Ed.). New York: Harper and Row Publications.

การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12 อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส

Utilization of Chulabhorn Phatthana-12 Community Forest, Sukhirin District, Narathiwas Province

ฟิรดาว มะเกะ[1]* และ เกื้อ ฤทธิบูรณ์[1]

Firdaws Makeh[1] and KuaRittiboon[1]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

[1]Faculty of Science and Technology , Prince of Songkla University Pattani Campus.

*corresponding author; e-mail address: **dolala1133@gmail.com**

บทคัดย่อ

ศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12 โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ในปี 2559 จากประชากรทั้งหมด 103 ครัวเรือน และการสนทนากลุ่ม (Focus group) และข้อมูลด้านการท่องเที่ยวใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน พ.ศ. 2561 ผลการศึกษาพบว่า ชุมชนใช้ประโยชน์จากป่าใน 2 รูปแบบ คือ การใช้ประโยชน์โดยตรงจากป่าและเพื่อการท่องเที่ยว สำหรับการใช้ประโยชน์โดยตรงจากป่ามีเพียง 30 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 29.12 ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ 4 ประเภท ได้แก่ 1) เป็นอาหาร 2) เป็นยาสมุนไพร 3) เพื่อหีบห่ออาหาร และ4) เพื่อการก่อสร้าง ซึ่งทั้งหมดมาจากพืชจำนวน 25 ชนิด และน้ำผึ้ง ปริมาณอาหารทั้งหมดที่เก็บได้ต่อปี 1,184.5 กิโลกรัม และสะตอ 3,300 ฝักสมุนไพร 750 กิโลกรัม หีบห่ออาหาร 20 กิโลกรัม และก่อสร้าง โดยใช้ไม้ใหญ่ 7 ต้น และไม้ไผ่ 20 ลำ คิดเป็นมูลค่าทั้งหมด 466,643 บาท ยกเว้นมูลค่าเพื่อการก่อสร้าง ส่วนด้านการท่องเที่ยวพบว่า มีกิจกรรมการท่องเที่ยว 3 แบบ ได้แก่ กิจกรรมเรียนรู้ทรัพยากรป่าไม้ในเส้นทางศึกษาธรรมชาติ การเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์และชมร่องรอยประวัติศาสตร์คอมมิวนิสต์ และกิจกรรมล่องแก่ง มีนักท่องเที่ยวจำนวน 594 คน ทั้งชาวไทยและชาวมาเลเซีย เป็นชาวไทยร้อยละ 77.8 การท่องเที่ยวได้สร้างรายได้ให้กับหมู่บ้านจากค่าที่พัก อาหาร และค่ากิจกรรม มีมูลค่าเท่ากับ 126,800 บาทต่อเดือน ป่าชุมชนแห่งนี้ได้รับการดูแลโดยคณะกรรมการ โดยใช้กฎเกณฑ์และบทลงโทษที่ตกลงร่วมกัน ซึ่งตั้งอยู่บนหลักการของสิทธิและความเสมอภาคตามอุดมการณ์คอมมิวนิสต์และหลักศาสนาอิสลาม

คำสำคัญ: การใช้ประโยชน์ป่าชุมชน การหาของป่า การท่องเที่ยว นราธิวาส พิพิธภัณฑ์ประวัติศาสตร์คอมมิวนิสต์

ABSTRACT

The objective of this research was to study patterns of resources utilization from Chulabhorn Phatthana-12 community forest in Sukhirin District, Narathiwas Province. Information on resources utilization were collected from questionnaire and interview of 103 households, and focus group discussion in 2016. In addition, data on tourism were gathered from questionnaire and interview from March to April 2018. This study found that the villagers benefited from the community forest by direct uses and tourism. Thirty households (29.12 %) directly used the forest resources for food, medicine, packaging and construction. These forest products were honey and

25species of plants. The total annual quantity of community forest products were 1,184.5 kilograms of food, 3,300 pods of *Parkia Speciosa* Hassk, 750 kilograms of herbs, 20 kilograms of packaging materials, and a number of construction materials (7 large timbers and 20 bamboo trunks). The total value of the forest products excluding construction materials was 466,643 Baht. Regarding tourism, there were three types of tourism activities in the community forest: i) forest resources education along the natural trails; local museum and communist historical track visit; and iii) rafting. There was a total of 594 tourists during the study period. Among these, there were 77.8% of Thai visitors. The rest of the visitors were Malaysians. Tourisms generated incomes of 126,800 Baht per month from accommodation, food and recreation activities. This community forest is managed by a committee according to a common set of regulations/rules and penalty based on right and equity of communist ideology and Islamic principles.

Key words: community forest utilization, collection of forest products, tourism, Narathiwas, communist historical museum

คำนำ

ปัญหาป่าไม้ในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนอยู่ในสภาวะขั้นวิกฤติ จากข้อมูลสถิติกรมป่าไม้ ปี พ.ศ. 2559 ของสำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ พบว่าพื้นที่ป่าในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2516 มีจำนวน 138,566,875 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 43.12 ปัจจุบันในปี พ.ศ. 2559 หลงเหลือพื้นที่ป่าประมาณ 102,174,805 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 31.58 ลดลงประมาณร้อยละ 11.54 พบว่าการลดลงของป่านั้นมาจากการบุกรุกและการเจริญเติบโตของเมือง รวมทั้งการพัฒนาทางเศรษฐกิจ และสภาพป่าไม้ในภาคใต้ก็เช่นเดียวกัน ตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2516 ถึง พ.ศ. 2541 ป่าไม้ลดลงเรื่อยๆ คงเหลือร้อยละ 17.15 ของพื้นที่ป่าภาคใต้ทั้งหมด แต่ในขณะเดียวกันปี พ.ศ. 2559 พื้นที่ป่าภาคใต้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 24.00 ด้วยเหตุของการฟื้นฟูพื้นที่ป่าโดยทุกภาคส่วน ได้แก่ ภาครัฐนำโดยกรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม องค์กรรัฐวิสาหกิจ องค์เอกชน และชาวบ้านที่อาศัยรอบๆ ป่าเข้ามามีส่วนร่วมในการเพิ่มพื้นที่ป่าเพื่อช่วยให้ประเทศพ้นจากวิกฤติการณ์ดังกล่าว (สำนักจัดการที่ดินป่าไม้, 2559)

มีตัวอย่างที่ได้รับผลกระทบจากการใช้ประโยชน์จากป่าของหมู่บ้านหลัก 32 ในประเทศลาว เมื่อมีการใช้ประโยชน์จากป่าในทุกรูปแบบ เช่น การหาของป่า บุกรุกพื้นที่เพื่อขยายพื้นที่ทางการเกษตร (ไร่เลื่อนลอย) ทำให้ป่าเสื่อมโทรม เนื่องจากชนเผ่ามีการพึ่งพิงป่าเพียงอย่างเดียว (ดาวเวียง, 2554) และการท่องเที่ยวที่ส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของป่าลดลงและเสื่อมโทรม ดังนั้นการจัดการป่าโดยชุมชนจึงเป็นอีกหนึ่งวิธีที่เกิดขึ้นมาหลังจากเกิดวิกฤตป่าเสื่อมโทรม (กมลรัตน์, 2557) แนวคิดป่าชุมชนเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการและฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ที่มีอยู่ในพื้นที่ชุมชนหรือที่เกี่ยวข้อง โดยที่ชุมชนสามารถใช้ประโยชน์จากฐานทรัพยากรที่มีอยู่บนพื้นฐานการจัดการเพื่อความอยู่รอดของป่าไม้และชุมชนเอง (สมศักดิ์, 2550)

หมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส เป็นชุมชนหนึ่งที่มีป่าชุมชนขนาดใหญ่ในพื้นที่ซึ่งเป็นป่ารอยต่อกับเขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา มีสภาพเป็นป่าดิบชื้นผืนใหญ่ของภาคใต้ที่มีความสมบูรณ์และมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชและสัตว์ ซึ่งพิสูจน์ได้จากที่ยังมีนกเงือกปรากฏให้เห็น ป่าชุมชนแห่งนี้มีการ

จัดแบ่งหรือกำหนดอาณาเขตเพื่อชุมชนสามารถเข้าไปใช้ประโยชน์ขึ้นอยู่กับกฎเกณฑ์ที่ชุมชนวางไว้เดิมในอดีตคนชุมชนมีวิถีชีวิตและประวัติศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับผืนป่าแห่งนี้ จากการที่เคยได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกพรรคคอมมิวนิสต์มลายา โดยใช้พื้นที่ป่าแห่งนี้เป็นที่ตั้งของศูนย์บัญชาการกรม 10 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพรรคคอมมิวนิสต์มลายาในขณะนั้น และหลังจากการทำสัญญาสันติภาพเสร็จสิ้นลง คนกลุ่มนี้ได้ขอเป็นส่วนหนึ่งเพื่อพัฒนาชาติไทย และเลือกที่จะอาศัยอยู่ในบริเวณที่ตั้งหมู่บ้านอยู่ในปัจจุบัน (สุรียานี, 2543) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ติดกับพื้นที่ป่าชุมชนดังกล่าว

ดังนั้นแนวคิดเรื่องป่าชุมชนสำหรับชุมชนแห่งนี้ จึงเกิดขึ้นด้วยวิถีที่ผูกพันและการดำรงชีวิตอยู่ที่พึ่งพาป่ามาในอดีต ที่อาจจะแตกต่างจากหลายพื้นที่ และนำไปสู่วิธีคิดและการกำหนดกฎเกณฑ์ในการจัดการที่แตกต่างกันภายใต้มิติของอุดมการณ์ของความเป็นคอมมิวนิสต์และศาสนา การศึกษาวิจัยครั้งนี้ต้องการนำเสนอการใช้ประโยชน์จากป่าที่เป็นไปเกินกว่ามิติการใช้ประโยชน์โดยตรงจากป่า และการให้คุณค่าป่าที่สัมพันธ์กับอุดมการณ์ เป็นพื้นฐานกว่าการได้รับประโยชน์โดยตรง

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ คือ ป่าชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12 อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส และชุมชนจุฬาภรณ์-พัฒนา 12 กลุ่มเป้าหมาย คือ ประชากรที่อาศัยอยู่ในชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12 จำนวน 144 ครัวเรือน โดยวิธีการเก็บข้อมูลภาคสนามโดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายที่ยังคงอาศัยอยู่ในชุมชนทั้งหมด 103 ครัวเรือน แบบสอบถามร่างตามหัวข้อที่ได้จากการทำสนทนากลุ่มและทำการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้คำตอบที่ตรงประเด็นและลดอุปสรรคด้านการภาษา และสนทนากลุ่ม (Focus group) จำนวน 2 ครั้ง ก่อนและหลังการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามในปี พ.ศ. 2559 โดยกำหนดผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการป่าชุมชน ได้แก่ คณะกรรมการป่าชุมชน ผู้นำที่เป็นทางการของชุมชน ได้แก่ ผู้ใหญ่บ้าน ผู้นำที่ไม่เป็นทางการ ได้แก่ ผู้นำศาสนา ผู้นำทางอุดมการณ์และเยาวชน จำนวน 12 คนต่อครั้ง การเก็บข้อมูลด้านการท่องเที่ยวโดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ตัวแทนนักท่องเที่ยวในแต่ละกลุ่ม ประกอบด้วย นักเรียน นักศึกษา บุคลากรทางการศึกษา ประชาชนทั่วไป และชาวต่างชาติ จำนวน 27 คน ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 2 เดือน เดือนมีนาคม ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งอยู่ในช่วงการท่องเที่ยวของชุมชน

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะทั่วไปของชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12

ลักษณะของชุมชน ประกอบด้วยประชากรทั้งหมด 570 คน 103 ครัวเรือน โดยเฉลี่ยมีสมาชิกจำนวน 5 คนต่อครัวเรือน ชาวบ้านนับถือศาสนาอิสลามร้อยละ 99.03 และศาสนาพุทธเพียงร้อยละ 0.07 ด้านการศึกษาในรุ่นพ่อแม่ (ประชากรรุ่นแรกของหมู่บ้าน) ไม่ได้เรียนในโรงเรียน แต่เรียนในกรม 10 เกี่ยวกับความรู้ด้านการปกครอง ซึ่งสมัยนั้นเป็นส่วนหนึ่งของกองกำลังพรรคคอมมิวนิสต์ ส่วนรุ่นลูกส่วนใหญ่ได้รับการศึกษาถึงระดับมัธยมปลาย และบางส่วนจนถึงระดับปริญญาตรี ชาวบ้านส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำสวนยาง และสวนผลไม้ คิดเป็นร้อยละ 51.46 รองลงมา คือ อาชีพค้าขาย หมู่บ้านแห่งนี้ตั้งอยู่ในหมู่ที่ 13 ต.สุคิริน อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส ซึ่งเป็นที่ราบกลางหุบเขาและอยู่ติดกับชายแดนไทย-มาเลเซียด้านทิศใต้และทิศตะวันตก ถูกล้อมรอบด้วยป่าทั้งสามด้านและหมู่บ้านอยู่ใกล้กับป่าเพียง 200 เมตร เนื่องจากเป็นความต้องการของชาวบ้านที่ขอจัดตั้งชุมชนในบริเวณ

ดังกล่าวและรัฐจึงได้จัดสรรพื้นที่ให้จำนวน 2,170 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ทำกิน 2,100 ไร่และพื้นที่อยู่อาศัย 70 ไร่ พื้นที่สำหรับการอยู่อาศัย โดยออกหนังสือรับรองการทำประโยชน์ น.ส.3 การตั้งบ้านเรือนของชุมชนได้ถูกออกแบบไว้โดยรัฐบาล โดยมีโครงสร้างพื้นฐานเบื้องต้นประกอบด้วยแบบแปลนของบ้านเรือน และถนน ซึ่งประกอบด้วยถนนสายหลักและซอยย่อยที่สามารถเข้าถึงได้ทุกหลังคาเรือน และระบบประปา ส่วนไฟฟ้า ได้รับการจัดสรรในเวลาต่อมา รวมทั้งโรงเรียน ศูนย์เด็กพัฒนาเล็ก มัสยิด อนามัย และยังมีงบประมาณอีกส่วนหนึ่งที่หลงเหลือจากกรม 10 พรรคคอมมิวนิสต์ในขณะที่อาศัยอยู่ในป่า จึงนำมาสร้างพิพิธภัณฑ์ประวัติศาสตร์หมู่บ้านและที่พักแก่ผู้มาเยือน ส่วนสำหรับสัญญาณโทรศัพท์เริ่มเกิดขึ้นเมื่อปี 2558 สำหรับการจัดสรรที่ดินในแต่ละครัวเรือนได้รับการจัดสรรพื้นที่เพื่อที่อยู่อาศัยครอบครัวละ 0.5 ไร่ และพื้นที่สำหรับทำกินครอบครัวละ 15 ไร่ ซึ่งแยกจากพื้นที่อยู่อาศัยและตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่ไกลจากที่อยู่อาศัยของชุมชน

2. ลักษณะทั่วไปของป่าชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12

ลักษณะป่าชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12 เป็นป่าเขตร้อนจัดอยู่ในประเภทป่าดงดิบชื้น มีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบเชิงเขามีความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 100-400 เมตร มีเนื้อที่ประมาณ 4,700 ไร่ ประกอบด้วยพื้นที่ที่เป็นป่าต้นน้ำและพื้นที่สำคัญในการปกปักพันธุกรรมพืช ซึ่งมีเนื้อที่ 1,517 ไร่ และเส้นทางศึกษาเชิงนิเวศและประวัติศาสตร์ จากข้อมูลที่ทำการสำรวจพบพันธุ์ไม้ต้น ได้แก่ สยาแดง สยาเหลือง หลุมพอ กุหลิมเป็นต้น (ฟิรดาว, 2555) และข้อมูลจากการสำรวจเส้นทางศึกษาธรรมชาติในครั้งนี้ พบพันธุ์ไม้ต้นมากถึง 80 ชนิด โดยชนิดที่พบมาก ได้แก่ ซาลาเปา (ชื่อท้องถิ่น) ประ หว้าห้า มือยะบือโระ(ชื่อท้องถิ่น) จำปาป่า ขนุนป่า ปอกัง จิกป่า ก่อหมู บือซี (ชื่อท้องถิ่น) เป็นต้น ความอุดมสมบูรณ์ป่าแห่งนี้สามารถบ่งชี้ได้จากการปรากฏของนกเงือกในป่าแห่งนี้ ป่าแห่งนี้มีพื้นที่เชื่อมต่อกับป่าฮาลา-บาลา พบไม้ประเภทเดียวกัน เช่น สยาแดง สยาเหลือง และจากเขา (อภิชาติ และคณะ, 2554)

3. รูปแบบการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12

การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12 สามารถจำแนกได้ 2 รูปแบบหลักๆ ได้แก่

3.1 การใช้ประโยชน์โดยตรงจากป่า ปัจจุบันมีเพียง 30 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 29.12 ที่ยังใช้ประโยชน์โดยตรงจากป่าด้วยการหาผลผลิตจากป่า ซึ่งผลผลิตจากป่าที่นำมาใช้ประโยชน์มีทั้งหมด 26 ชนิด ซึ่งแบ่งตามวัตถุประสงค์ขอการใช้ประโยชน์ได้เป็น 4 กลุ่มหลักๆ ได้แก่ เพื่อเป็นอาหาร เพื่อเป็นยาสมุนไพร เพื่อใช้เป็นหีบห่ออาหาร และเพื่อการก่อสร้างเพื่อเป็นอาหาร สำหรับความรู้เรื่องการใช้ประโยชน์จากป่า

3.1.1 เพื่อเป็นอาหาร ส่วนใหญ่ได้จากคำบอกเล่าของบรรพบุรุษและประสบการณ์ในการใช้ชีวิตในกองกำลังคอมมิวนิสต์มลายาเมื่อในอดีต ปัจจุบันพืชที่นำมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหารประกอบด้วย ลูกประ สะตอ เนียง เนียงนก ลูกหยี ลำแค ส้มแขก มะไฟ ผักกูด จำปูริง ลูกก่อ เงอแต(ชื่อท้องถิ่น) เคอระ (ชื่อท้องถิ่น) ซึ่งส่วนที่ใช้บริโภคของพืชเหล่านี้ คือ ผล ยกเว้น ผักกูดเพียงชนิดเดียวที่บริโภคในส่วนของใบ และผลิตผลจากแมลง ได้แก่ น้ำผึ้ง รูปแบบในการใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จะนำมาขายให้กับพ่อค้าคนกลางในสัดส่วนร้อยละ 80 ส่วนที่เหลือนำมาบริโภคในครัวเรือนมีทั้งบริโภคสดและแปรรูป เช่น การนำมาคั่ว ดอง ต้ม ตากแห้ง ชนิดที่สามารถนำมาบริโภคสด ได้แก่ ลำแค มะไฟ เงอแต จำปูริง สะตอ เนียง เนียงนก ลูกหยีเคอระ ชนิดที่นิยมนำมาต้มและดองก่อนบริโภคและเพื่อถนอมอาหาร ได้แก่ ลูกประ สะตอ ส่วนส้มแขก เก็บรักษาไว้ในรูปตากแห้งหมู่บ้านหลัก 32 เมืองไซ แขวงอุดมไซ ประเทศ

ลาว หาของป่าประเภทผลไม้ป่า ได้แก่ มะไฟ มะก่อ (ดาวเวียง, 2554) เช่นเดียวกับหมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 และป่าชุมชนบ้านเขาเขียว จังหวัดสุพรรณบุรี ใช้ประโยชน์จากป่าประเภทของพืชผักป่าเท่ากับร้อยละ 83.33 จากพืชผัก 8 ชนิด ได้แก่ ขี้เหล็ก ย่านาง สะเดา ยอดมะกอก ดอกสลด ผักเสี้ยน ผักเปราะ และผักอีนุน(เจนจิรา, 2557) ซึ่งชุมชนแห่งนี้มีผลผลิตด้านอาหารที่แตกต่างทั้งชนิด และร้อยละการใช้ประโยชน์

3.1.2 เพื่อเป็นยาสมุนไพร ชาวบ้านมีการหาสมุนไพรเพื่อขายให้แก่หมอสมุนไพรในหมู่บ้าน และถูกว่าจ้างให้เก็บโดยหมอสมุนไพร เพื่อนำมาปรุงยา เดิมในหมู่บ้านมีหมอสมุนไพรเป็นชาวมาเลเซียเชื้อสายจีน หรือเรียกว่า หมอจีน มีความรู้ความสามารถในการปรุงตำรับยาจีน ส่งขายไปยังประเทศมาเลเซีย และสิงค์โปร์ แต่ปัจจุบันมีเพียงลูกชายที่ได้สืบทอดการปรุงตำรับยาจีนดังกล่าวนี้ เนื่องจากท่านได้เสียชีวิตแล้วเมื่อปี 2560 แต่อย่างไรก็ตามลูกท่านหมอจีนสามารถปรุงยาได้เพียงบางตำรับ เนื่องจากไม่มีการแปลเอกสารตำรับยาเป็นภาษาไทย สมุนไพรที่ใช้ เช่น รากสตียา รากกูนุงรือเปาะ (ชื่อท้องถิ่น) และรากกือรือจุ (ชื่อท้องถิ่น) วิธีการเก็บโดยขุดเอาราก นำมาหั่นบางๆ แล้วตากในแห้ง วิธีการชงยาได้ 2 วิธี คือ ดองกับเหล้า ต้มกับน้ำเปล่า ตำรับยาที่มีส่วนผสมของสมุนไพรข้างต้น ช่วยในลดไขมันในเลือดเช่นเดียวกับหมู่หลัก 32 ประเทศ มีการใช้ประโยชน์จากสมุนไพร ได้แก่ เครือดอย เครือกา 3 ปีก รากแน่ง เป็นต้น (ดาวเวียง, 2554) สำหรับชุมชนนาโบสถ์ จังหวัดตาก มีการใช้ประโยชน์สมุนไพรที่มีในป่าชุมชน จำนวน 186 ชนิด นำส่วนที่เป็น ลำต้น แก่น และราก (นฤมล กลูศิริตระกูล และคณะ) ซึ่งแตกต่างจากหมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 ใช้เฉพาะส่วนรากของพันธุ์ไม้เท่านั้น

3.1.3 เพื่อเป็นหีบห่ออาหาร การปรุงอาหารบางเมนูจะต้องมีการห่ออาหารเพื่อนำไปต้มหรือนึ่ง ดังนั้นการนำภูมิปัญญาในอดีตมาใช้โดยนำใบไม้มาประยุกต์และลดต้นทุนในการประกอบอาหาร พืชที่นำมาใช้ ได้แก่ กะพ้อโดยใช้ใบในส่วนของยอดมาห่อข้าวเหนียว เรียกว่า ต้ม หรือ ตูปะ (ภาษาถิ่น) โดยจะใช้มากที่สุดในช่วงวันอีดในศาสนาอิสลาม ส่วนอีกชนิด คือ ใบซาลาเปา (ชื่อท้องถิ่น) ชื่อดังกล่าวเรียกตามการใช้งาน ในอดีตสมัยเมื่อเป็นกองกำลังคอมมิวนิสต์ในป่าใบพืชดังกล่าวนำมาใช้เป็นฐานรองแป้งซาลาเปา เพื่อทำขนมซาลาเปา

3.1.4 เพื่อการก่อสร้าง การใช้ประโยชน์จากป่าเพื่อการก่อสร้าง คนในชุมชนสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งที่เป็นไม้ใหญ่และไม้ทั่วไป แต่มีข้อจำกัดในวัตถุประสงค์การใช้ที่แตกต่างกัน ซึ่งสำหรับไม้ใหญ่สามารถนำมาใช้ได้เพื่อการก่อสร้างที่เป็นสมบัติส่วนกลางของหมู่บ้านเท่านั้น ซึ่งจะต้องได้รับการอนุญาตจากคณะกรรมการป่าชุมชนและมติของชุมชน สำหรับไม้ทั่วไป เช่นไม้ไผ่ คนในชุมชนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ส่วนตัวได้ แต่จะต้องขออนุญาตเช่นกัน ที่ผ่านมาการใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างที่เป็นสถานที่ส่วนกลางของหมู่บ้าน ได้แก่ เช่น ศาลากลางหมู่บ้าน โรงอาหาร ซึ่งไม้ที่นำมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ หลุมพอ สยา มะตาด กาลอ กุหลิม เลือดควายใบใหญ่ และไผ่

ปริมาณผลผลิตจากป่าในปี พ.ศ. 2559 (Table 1)โดยแยกออกตามวัตถุประสงค์ พบว่า การใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหารมากที่สุดร้อยละ 54.34 มีปริมาณทั้งหมด 1,184.5 กิโลกรัม ได้แก่ ประ 540 กิโลกรัม เนียง 30 กิโลกรัม เนียงนก 60 กิโลกรัม ลูกหยี 165 กิโลกรัม ลำแค 50 กิโลกรัม ส้ม-แขก 70 กิโลกรัม มะไฟ 60 กิโลกรัม ผักกูด 20 กิโลกรัม ลูกก่อ 14.5 กิโลกรัม เงอแต100 กิโลกรัม เคอระ 25 กิโลกรัม และสะตออีก 3,300 ฝัก เมื่อเปรียบเทียบกับชุมชนโดยรอบอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า อำเภอศรีบรรพต จังหวัดพัทลุงพบว่า สะตอมีการใช้ประโยชน์มากที่สุดจำนวน 287,410 ฝักต่อปี (วัฒนณรงค์, 2555) เพื่อเป็นยาสมุนไพรเพียงร้อยละ 4.85 มีปริมาณ 750 กิโลกรัม ได้แก่ รากสตียา 50 กิโลกรัม รากกูนุงรือเปาะห์และกือรือจุชนิดละ 350 กิโลกรัม เพื่อหีบห่ออาหารร้อยละ 0.97 มีใบพ้อเพียง 20 กิโลกรัม ผลผลิตจากป่าสามารถใช้ประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี มีการออกผลหมุนเวียนไป

ในแต่ละชนิด แต่อาจจะลดลงหรือเพิ่มขึ้นเนื่องจากสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลที่คลาดเคลื่อนไปในแต่ละปี สำหรับราคาผลผลิตในแต่ละชนิดถูกกำหนดโดยพ่อค้าคนกลางจากภายนอกที่เข้ามารับซื้อ ได้แก่ ประ 25-35 บาท/กิโลกรัม เนียง 5 บาท/กิโลกรัม เนียงนก 200 บาท/กิโลกรัม ลูกหยี 10-30 บาท/กิโลกรัม ลำแค 15 บาท/กิโลกรัม และสะตอ 100 ฝัก 300 บาท เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงใน Table 1

Table 1 Direct uses from community forest of ChulabhornPhatthana 12 Community

class	Science names	Season	Amount (kg/year)
1. Food48.54 %	Honey bee	JAN – SEP	50 Lit
	Dialium cochinchinense Pierre	MAR – APR	165
	Baccaurea ramiflora Lour.	APR –MAY	60
	Archidendron buualinum (Jack) I. C. Nielsen	MAY – JUL	60
	*Garcinia atroviridis*Griff. Ex. T. Anderson	JUN – AUG	70
	Parkia Speciosa Hassk.	JUN – AUG	3,300 units
	Elateriospermum tapos Blume	SEP – NOV	540
	Castanopsis piriformis Hickel& A. Camus	SEP – DEC	14.5
	เงอแต (unknow)	SEP – NOV	100
	เคอระ (unknow)	SEP – NOV	25
	Diplazium esculentum	OCT – FEB	20
	Baccaurea macrophylla (Mull. Arg.) Mull. Arg	OCT – NOV	50
	Archidendron pauciflorum	DEC – FEB	30
2. Herb 4.85 %	รากสตียา (unknow)	All the year	50
	รากกูนุงรือเปาะ (unknow)	All the year	350
	รากกือรือจุ (unknow)	All the year	350
3. Packing 1.94 %	*Licuala spinosa* Thunb.	MAY – JUN	20
	ใบซาลาเปา (unknow)	All the year	-

Table 1 (Cont.)

class	Science names	Season	Amount (kg/year)
4. Construction	*Intsia palembanica* Miq.	-	1 tree
	Shore leprosula Miq.	-	2 trees
	Dilleia indica L.	-	1 tree
	Shorea faquetiana F. Heim	-	1 tree
	Scorodocarpus borneensis Becc.	-	1 tree
	Knema furfuracea (Hookofef Thomson) Warb	-	1 tree
	Dendrocalamus dumosus (Ridl.) Holttum	-	20 trees

มูลค่าการใช้ประโยชน์โดยตรงจากป่าในปี พ.ศ. 2559 คิดเป็น 466,643 บาท เฉลี่ยรายได้ 15,554.76 บาทต่อครัวเรือนต่อปี และเพื่อการก่อสร้างใช้ประโยชน์เฉพาะส่วนกลางไม่สามารถระบุมูลค่าได้จากเท่าที่ทำการศึกษาพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าการใช้ประโยชน์จากป่าของหมู่บ้านอื่นๆ หมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 ยังมีมูลค่าการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนน้อยกว่าป่าชุมชนอื่นๆ มากตั้งแต่ 0.28 เท่า จนถึงกว่า 200 เท่า ดังนี้ คือ ป่าชุมชนบ้านเขาเขียว จังหวัดสุพรรณบุรี มีมูลค่าการใช้ประโยชน์ทั้งหมด 601,163.50 บาทต่อปี (เจนจิรา, 2557) หมู่บ้านหลัก 32 ประเทศลาว มีมูลค่าการใช้ประโยชน์จากป่าทั้งหมด 3,623,651 บาท (ดาวเวียง, 2554) ชุมชนเขาปู่-เขาย่า มีรายได้สุทธิในปี 2554 จากการเก็บของป่ามีค่า 6,095,242 บาทต่อปี (วัฒนณรงค์, 2555) การใช้ประโยชน์จากสมุนไพรป่าชุมชนเขาหัวช้าง ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 1,117,135,906.40 บาทต่อปี (ทิพย์ทิวา, 2552) ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ผลผลิตจากป่าชุมชนแห่งนี้ยังมีน้อยมาก เนื่องจากพื้นที่ป่าชุมชนยังไม่ถูกใช้อย่างเต็มศักยภาพทั้งหมด เนื่องจากปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่เพียง 1500 ไร่ จากพื้นที่ 4,700 ไร่ เพราะสภาพภูมิประเทศยากจะเข้าถึงส่งผลต่อระยะเวลาในการเดินทางเข้าไปหาผลผลิตจากป่า

3.2. ด้านการท่องเที่ยว เนื่องด้วยหมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 มีประวัติศาสตร์เกี่ยวข้องกับกองกำลังกรม 10 ของพรรคคอมมิวนิสต์มลายา ในบริเวณป่าชุมชนและในหมู่บ้านมีสถานที่ทางประวัติศาสตร์ เช่น อนุสรณ์ประจำกรม 10 จุดตั้งค่าย หลุมหลบภัย เตาไฟไร้ควัน ลานกิจกรรม และพิพิธภัณฑ์ที่รวบรวมเรื่องราวประวัติบุคคลและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้เมื่ออาศัยอยู่ในป่า ได้แก่ เครื่องมือแพทย์ เครื่องมือสื่อสาร ยุทโธปกรณ์ และอุปกรณ์การปรุงอาหาร เป็นต้น ก่อนที่หมู่บ้านแห่งนี้จะเป็นที่รู้จักของกลุ่มนักท่องเที่ยวนั้น ทางหมู่บ้านมีกิจกรรมพบปะผู้ร่วมอุดมการณ์เป็นประจำในวันสำคัญของพรรคคอมมิวนิสต์มลายา ดังนั้นทางผู้นำชุมชนจึงเล็งเห็นโอกาสด้านการท่องเที่ยว จึงได้เริ่มเปิดการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวมากขึ้น และได้เพิ่มกิจกรรมท่องเที่ยวมากขึ้น เช่น การล่องแก่งตั้งแต่ปี 2558 รวมทั้งการขยายที่พักในหมู่บ้านเพื่อสำหรับรองรับนักท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้น ผลจากการสำรวจข้อมูลการท่องเที่ยวในช่วงเดือนมีนาคมและเมษายน 2561 พบว่า มีจำนวนนักท่องเที่ยวทั้งหมด 594 คน เป็นนักท่องเที่ยวชาวไทย 556 คน คิดเป็นร้อยละ 77.8 นักท่องเที่ยวชาวมาเลเซีย 38 คน คิดเป็นร้อยละ 22.2 กิจกรรมการท่องเที่ยวของหมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 ได้แก่ การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ การท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์การท่องเที่ยวแบบ

ผจญภัยสนุกสนาน และการบริการจัดค่ายลูกเสือและอบรมภาคฤดูร้อน ซึ่งแต่ละกิจกรรมได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวแตกต่างกัน (Table 2)

Table 2 Number of tourists in each tourist activity of ChulabhornPhatthana 12 Community

Activity	Number(people)	percentage
Rafting	18	66.67
Visiting historical museum	15	55.56
Visiting natural trail trails	8	29.62
Visiting relatives	5	18.51
Camping	3	11.11

การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ คือ กิจกรรมเรียนรู้ทรัพยากรป่าไม้ในเส้นทางศึกษาธรรมชาติ มีจำนวน 2 เส้นทางที่อยู่ในความรับผิดชอบของชุมชน แต่จำนวนนักท่องเที่ยวที่มีความสนใจในกิจกรรมนี้ คิดเป็นร้อยละ 29.62 เนื่องจากขาดความพร้อมด้านข้อมูลพันธุ์ไม้ของไกด์นำทาง ไม่มีคู่มือที่สร้างความรู้ความเข้าใจเรื่องพันธุ์ไม้ สัตว์ป่า และอื่นๆ และไม่มีการแนะนำหรือนำเสนอโปรแกรมท่องเที่ยวจากชุมชน จึงไม่ได้รับความนิยมในหมู่นักท่องเที่ยว มีเฉพาะนักนักศึกษาที่ต้องการเรียนรู้และทำวิจัยเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากป่าชุมชนบ้านนิคมพัฒนาที่ 1 ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ซึ่งเปิดเส้นทางศึกษาธรรมชาติเพื่อให้เยาวชนชาวบ้านเกิดการเรียนรู้และส่งผลต่อความรู้สึกรักและความหวงแหนป่ามากขึ้น (ชุติมา, 2559)

- การท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์มี 2 กิจกรรมคือชมพิพิธภัณฑ์และชมร่องรอยประวัติศาสตร์คอมมิวนิสต์มลายาในป่าชุมชน คิดเป็นร้อยละ 55.56 และเยี่ยมเยือนญาติพี่น้องร่วมอุดมการณ์คอมมิวนิสต์ คิดเป็นร้อยละ 18.51

กิจกรรมชมพิพิธภัณฑ์ที่รวบรวมเครื่องมือเครื่องใช้และประวัติศาสตร์คอมมิวนิสต์ ตั้งอยู่ในบริเวณจุดศูนย์กลางของชุมชนมีความสะดวกสำหรับนักท่องเที่ยวในการเยี่ยมชม เพียงแต่จะต้องแจ้งการเข้าชมกับผู้ดูแลพิพิธภัณฑ์ฯ ซึ่งเป็นบุคคลที่มีความใกล้ชิดกับผู้ที่บทบาทสำคัญในกองกำลังกรม 10 ของพรรคคอมมิวนิสต์ในขณะนั้นมีความรู้และความเข้าใจในเรื่องราวเป็นอย่างดี แต่มีอุปสรรคในการสื่อสารเป็นภาษาไทย สำหรับการเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 59.3 และกิจกรรมชมร่องรอยประวัติศาสตร์คอมมิวนิสต์ในป่าชุมชน เป็นส่วนหนึ่งของการท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ต้องแจ้งความต้องการล่วงหน้าเนื่องจากเจ้าหน้าที่จะต้องจัดหาไกด์นำทาง ซึ่งประกอบด้วยสถานที่สำคัญ ดังนี้ อุโมงค์หลบภัย เตาไร้ควัน จุดที่ตั้งฐานของกรมและอนุสาวรีย์ประจำกรม นักท่องเที่ยวให้คะแนนความพึงพอใจระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 66.7 ค่าบริการในกิจกรรมนี้นักท่องเที่ยวเต็มใจจ่ายค่า 300 บาทต่อกลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 48.1 ไม่เต็มใจจ่ายร้อยละ 7.4 ไม่ให้คำตอบร้อยละ 44.4 สำหรับเยี่ยมเยือนญาติพี่น้องร่วมอุดมการณ์คอมมิวนิสต์ กิจกรรมลักษณะนี้มีจำเพาะสำหรับนักท่องเที่ยวชาวมาเลเซียที่เคยเป็นส่วนหนึ่งของกองกำลังกรม 10 และกรมอื่นๆ ของพรรคคอมมิวนิสต์

- การท่องเที่ยวแบบผจญภัยสนุกสนาน (ล่องแก่ง) เป็นกิจกรรมที่มีผลมาจากป่าที่อุดมสมบูรณ์ มีแหล่งน้ำใช้ตลอดปี กิจกรรมนี้ได้รับความนิยมร้อยละ 66.67 แต่จะเปิดบริการช่วงที่ระดับน้ำในลำธารสูงพอจะที่พายเรือได้เท่านั้น หากระดับน้ำลดน้อยลงจะปิดการบริการ เพื่อไม่ให้สภาพแวดล้อมเสียหายเกินจะเยียวยา นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจมากต่อบรรยากาศริมฝั่งของลำน้ำร้อยละ 55.6 ความสะอาดของแหล่งน้ำร้อยละ 66.7 และเต็มใจจ่ายค่าบริการ 200 บาทต่อท่าน ร้อยละ 63.0

- การบริการจัดค่ายลูกเสือและอบรมภาคฤดูร้อน เป็นกิจกรรมที่ได้รับความนิยมสำหรับโรงเรียนที่อยู่ใกล้เคียง ซึ่งนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมจะได้เรียนรู้ชุมชน ผ่านกิจกรรมการท่องเที่ยวใน 3 รูปแบบข้างต้น

Table 3 The value of tourism at ChulabhornPhatthana 12 Community in 2018

Services	Value (Bath)
Accommodation	74,000
Food	108,500
Rafting, natural trail and historical places	71,100

มูลค่าการใช้ประโยชน์จากป่าด้านการท่องเที่ยว ในเดือนมีนาคม – เมษายน พ.ศ. 2561 (Table 3) จากจำนวนนักท่องเที่ยว 594 คน สร้างรายได้ในกับหมู่บ้าน 253,600 บาท เฉลี่ยเดือนละ 126,800 บาท สำหรับกระบวนการจัดการป่าชุมชน ได้กำหนดขึ้นมาเพื่อควบคุมการใช้ประโยชน์จากป่าของชาวบ้าน ลดผลกระทบที่จะตามมา โดยมีกฎเกณฑ์และบทลงโทษอย่างชัดเจน เช่น ห้ามบุกรุกพื้นที่ป่าชุมชน ถ้าฝ่าฝืนจะถูกปรับ ไร่ละ 5,000 บาท ห้ามตัดไม้ (ยกเว้นเพื่อสร้างสาธารณะประโยชน์จะต้องผ่านมติหมู่บ้านและคณะกรรมการป่าชุมชน) และห้ามเผาป่า ทุกคนมีสิทธิความเสมอภาคต่อกันในการเข้าไปใช้ประโยชน์จากป่า ไม่มีการแบ่งอาณาเขตของตน ทุกคนสามารถเข้าไปใช้ประโยชน์หรือเป็นเจ้าของป่าร่วมกัน ร่วมกันดูแลและฟื้นฟู ในกรณีที่ผลผลิตลดน้อยลงจะไม่เข้าไปเก็บผลผลิต ปล่อยให้เป็นอาหารของสัตว์ป่าเพื่อพึ่งพาซึ่งกันและกันระหว่างคน สัตว์ และดูแลป่าให้ที่อุดมสมบูรณ์ต่อไป

สรุป

การศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์จากป่าโดยชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12 ผลการศึกษาพบว่า ชุมชนใช้ประโยชน์จากป่าใน 2 รูปแบบ คือ การใช้ประโยชน์โดยตรงจากป่าและเพื่อการท่องเที่ยว สำหรับการใช้ประโยชน์โดยตรงจากป่ามีเพียง 30 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 29.12 ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์เป็นไปเพื่อ 4 วัตถุประสงค์หลัก ได้แก่ 1) เพื่อใช้เป็นอาหาร 2) เพื่อยาสมุนไพร 3) เพื่อหีบห่ออาหาร และ 4) เพื่อการก่อสร้าง ซึ่งทั้งหมดมาจากพืชจำนวน 25 ชนิดและผลิตภัณฑ์จากสัตว์คือ น้ำผึ้ง โดยมีสัดส่วนการใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหารมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.54 ทั้งหมดที่เก็บได้ต่อปี 1,184.5 กิโลกรัม และสะตอ 3,300 ฝัก เพื่อเป็นยาสมุนไพร 750 กิโลกรัม เพื่อเป็นหีบห่ออาหาร 20 กิโลกรัม และเพื่อการก่อสร้าง ไม้ใหญ่ 7 ต้น และไม้ไผ่ 20 ลำ ใช้เพื่อการก่อสร้างสำหรับอาคารเพื่อใช้ประโยชน์ของหมู่บ้าน ได้แก่ ศาลา โรงอาหาร และห้องครัว เพื่อรองรับการทำกิจกรรมของหมู่บ้าน มูลค่าการ

ใช้ประโยชน์ทั้งหมด ยกเว้นเพื่อการก่อสร้าง คิดเป็น 466,643 บาท ส่วนด้านการท่องเที่ยว จากกการเก็บข้อมูล พบว่า มีการท่องเที่ยวใน 3 รูปแบบ ได้แก่ การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ การท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ การท่องเที่ยวแบบผจญภัยสนุกสนาน (ล่องแก่ง) มีนักท่องเที่ยวจำนวน 594 คน ทั้งชาวไทยและชาวมาเลเซีย โดยส่วนใหญ่เป็นชาวไทย ร้อยละ 77.8 จากการท่องเที่ยวได้สร้างรายได้ระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายน ให้กับหมู่บ้านในด้านที่พัก อาหาร และค่ากิจกรรม มีมูลค่าเท่ากับ 126,800 บาทต่อเดือน ป่าชุมชนแห่งนี้ได้รับการดูแลโดยคณะกรรมการป่าชุมชน ภายใต้กฎเกณฑ์และบทลงโทษที่ตกลง ร่วมกันที่ว่าด้วยสิทธิความเสมอภาคของอุดมการณ์คอมมิวนิสต์และในมิติของศาสนาอิสลาม ได้แก่ บุกรุกและถ่างป่า ปรับไร่ละ 5,000 บาท ห้ามล่าสัตว์ป่าเพื่อบริโภคหรือค้าขาย และห้ามตัดไม้ แต่หากจำเป็นต้องใช้ไม้ใหญ่จะต้องผ่านการอนุญาตจากมติของหมู่บ้าน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณดร.เกื้อ ฤทธิบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ชาวบ้านหมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณคณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนงานวิจัย

อ้างอิง

กมลรัตน์ พรหมสิงห์. 2557. ศักยภาพในการจัดการป่าต้นน้ำเทือกเขาบรรทัดในจังหวัดตรัง.**วารสารศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)** 6(12):1–13.

เจนจิรา พวงมาลี. 2557. วิจัยมูลค่าการใช้ประโยชน์ของป่าในป่าชุมชนบ้านเขาเขียว ตำบลเขาเขียว อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี.**วารสารวนศาสตร์**33(1):76-84.

ชุติมา สามารถ. 2559. การจัดการดูแลป่าชุมชนอย่างมีส่วนร่วมของชุมชนบ้านนิคมพัฒนาที่ 1 ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา.**วารสารมนุษย์ศาสตร์สังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.**11(1): 193-207.

ดาวเวียง สิทธิราช. 2554. วิจัยการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนหมู่บ้านหลัก 32 เมืองไช แขวงอุดมไช สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว.**วารสารวนศาสตร์** 30(3): 43-53.

ทิพย์ทิวา สัมพันธมิตร. 2552. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของศักยภาพการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรในป่าชุมชนเขาหัวช้าง ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง.**วารสารสงขลานครินทร์ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์**15(6): 945-960.

นฤมลกูลศิริศรีตระกูล เพ็ญพร วินัยเรืองฤทธิ์ ปาจรีย์ ชูประยูร และสินเดิม ดีโต. 2557. ความหลากของชนิดและการใช้ประโยชน์ของพรรณไม้: ป่าชุมชนบ้านท่าทองแดงตำบลนาโบสถ์ อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก. **วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร** 98–105.

ฟิรดาว มะเกะ. 2555. **การจัดการและการใช้ประโยชน์จากป่าโดยชุมชนจุฬาภรณ์พัฒนา 12**. วิจัยระดับปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วัฒนณรงค์ มากพันธ์. 2555. **ศักยภาพและการวัดรายได้จากการใช้ประโยชน์ของของป่าโดยการมีส่วนร่วมของเยาวชน กรณีศึกษา บริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาปู่เขาย่า อำเภอศรีบรรพต จังหวัดพัทลุง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุรียานี อับดุลเลาะห์. 2543. **พิธีลงนามสัญญาสันติภาพและจัดตั้งหมู่บ้านจุฬาภรณ์12**. หมู่บ้านจุฬาภรณ์พัฒนา 12 ผลการลงนามสันติภาพที่หาดใหญ่. 1: 2-11.

สำนักจัดการที่ดินป่าไม้. 2559. **ข้อมูลสถิติกรมป่าไม้ ปี 2559**. กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. แหล่งที่มา: forestinfo.forest.go.th, 20 พฤษภาคม 2561.

สมศักดิ์ สุขวงศ์. 2550. **การจัดการป่าชุมชนเพื่อคนและเพื่อป่า**. ทวีวัฒน์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

อภิชาติ รัตนะวิระกุล และ คณะ. 2554. **รายงานผลการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ เขตอนุรักษ์พันธ์สัตว์ป่าฮาลาบาลา**. แหล่งที่มา :https://ptnbiodiversity.files.wordpress.com/2011/12/, 15 พฤษภาคม 2561.

ประโยชน์ของพืชสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร ตำบลร้องเข็ม อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

Benefits of Medicinal Plants in Ban Mai Jad San Community Forest, Rongkhem Sub-district, RongKhem District, Phrae Province

ต่อลาภ คำโย[1*] และ นภาพร ชุมไพร[1]

Torlarp Kamyo[1*] and Napaporn Chumphai[1]

[1]สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แพร่เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

[1]Department of Agroforestry, Maejo University Phrae Campus, Phrae54140

* Corresponding Author; E-mail: **torlarp66@yahoo.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของพืชสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร และ การใช้ประโยชน์ของพืชสมุนไพรที่พบในป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร โดยทำการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างพืชสมุนไพรจากแปลงตัวอย่างชั่วคราว ขนาด 10 x 10 เมตร โดยเก็บข้อมูลพืชสมุนไพรทุกชนิดที่อยู่ในแปลงจำนวน 20 แปลง และการนับจำนวนสมุนไพรทุกชนิดภายในแปลงโดยวิธีการสุ่มแบบกระจาย

จากการศึกษาพบพืชสมุนไพรทั้งสิ้น 44 ชนิด (species) 41 สกุล (genera) 30 วงศ์ (families) พืชสมุนไพรที่มีค่าดรรชนีความสำคัญมาก 5 อันดับแรก คือ ขางครั่ง (*Dunbaria longiracemosa*Craib.) เต็ง (*Shorea obtusa* Wall. exBlume.) หัวข้อนกระแต (*Premna herbacea* Roxb.) ข้าวเย็น (*Smilax sp*) และ ครามใหญ่ (*Indigofera suffruticosa*) โดยมีค่าดรรชนีความสำคัญ (Important Value Index; IVI) คิดเป็นร้อยละ 16.54 , 13.99, 12.93, 11.21 และ 10.64 ตามลำดับ และมีดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 3.21 ในส่วนของการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพร พบว่าส่วนของพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดได้แก่ ราก คิดเป็นร้อยละ 56.82 ลำดับที่สองคือส่วนของเปลือก คิดเป็นร้อยละ 47.73 และลำดับที่สามคือส่วนของใบ คิดเป็นร้อยละ 45.45 ซึ่งจากข้อมูลการใช้ประโยชน์สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาด้านการขยายพันธุ์ และส่งเสริมให้ประชานชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ปลูกพืชสมุนไพร ซึ่งเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่ช่วยส่งเสริมการอยู่ร่วมกันระหว่างคนกับป่า ภายใต้ปัจจัยด้านการบริหารจัดการพื้นที่ที่ดี

คำสำคัญ: การใช้ประโยชน์พืชสมุนไพร ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate abundance of medicinal plants in Ban Mai Jad San community forest area, and utilization of the medicinal plants by the community. Twenty of 10x10 m random plots were temporary established in the community forest area. All medicinal plants were identified and counted.

This study recorded 44 herb species in 41 genera and 30 families.The top five highest Important Value Index (IVI) were *Dunbaria longiracemosa*, *Shorea obtusa*, *Premna herbacea*, *Smilax sp* and *Indigofera suffruticosa* with the IVI of 16.54, 13.99, 12.93, 11.21 and 10.64,

respectively. The Shannon-Wiener's index of these medicinal plants was 3.21.Regarding the utilization of these medicinal plants, we found that roots were mostly used as herbs (56.82%) followed by bark (47.73%) and leaf (45.45%), respectively. The information from this study could be used as a basis for development of herb propagation, and encouragement local community to plant medicinal plants. This will help promote coexistence of people and forest under sustainable area and resources management.

Keywords :benefits, medicinal plants, Ban Mai Jad San community forest

คำนำ

ประเทศไทยมีพืชสมุนไพรอยู่เป็นจำนวนมากมายหลากหลายชนิด ซึ่งในอดีตที่ผ่านมามนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆ ของพืชมาเป็นยารักษาโรคและบำบัดโรคต่างๆกัน (สุชาติ, 2541; เพ็ญนภา และ สุชาติ, 2558) ซึ่งในปัจจุบันได้มีการศึกษาและค้นคว้าเพื่อต่อยอดองค์ความรู้ในเรื่องสมุนไพรมาโดยตลอด แต่การศึกษาข้อมูลความหลากหลายของพืชสมุนไพรในแต่ละท้องถิ่นยังมีน้อยมากหากเปรียบเทียบกับพืชที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ของประเทศไทยและโดยเฉพาะข้อมูลพืชสมุนไพรที่ทราบกันอยู่ก็เพียงแค่รู้กันในท้องถิ่นของตนเอง ซึ่งอาจจะมีชื่อเรียกกันแตกต่างกันออกไปในแต่ละท้องถิ่น (ยุทธนา,2551) ทำให้เกิดความเข้าใจผิดเกี่ยวกับพืชสมุนไพรชนิดนั้นๆได้ นอกจากนี้การใช้ชื่อที่ไม่ตรงตามหลักวิชาทางพฤกษศาสตร์และหลักการแพทย์แผนโบราณ ย่อมจะทำให้มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและเกิดความสับสนในการใช้พืชสมุนไพรได้อีกด้วย ดังนั้นการรวบรวมและรักษาองค์ความรู้ในเรื่องสมุนไพรในแต่ละท้องถิ่นจึงมีความสำคัญเพื่อเป็นฐานข้อมูลและสามารถสนับสนุนการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพรในด้านอื่น ๆ ได้ต่อไป

ในปัจจุบันป่าชุมชนเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ต่างๆมากมาย รวมทั้งพืชสมุนไพรยังมีการใช้ที่หลากหลายและพัฒนาเป็นแหล่งพืชสมุนไพรของชุมชนได้ ซึ่งพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรรเป็นพื้นที่ที่มีป่าเต็งรังเป็นป่าชนิดหลักของพื้นที่ มีการใช้ประโยชน์ในการอุปโภคและบริโภค รวมไปถึงเป็นแหล่งพืชสมุนไพรของชุมชน ทำให้การศึกษาด้านการใช้ประโยชน์ของพืชสมุนไพรมีความจำเป็นสำหรับพื้นที่ แต่ยังไม่มีการศึกษาด้านการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรอย่างจริงจัง จึงอาจก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ผิดไปจากความเป็นจริงรวมไปจนถึงใช้ในปริมาณที่มากเกินกำลังผลิตของสมุนชนิดต่างๆนั้น

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่าสมุนไพรในป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรรนั้นมีปริมาณของพืชสมุนไพรมากน้อยเพียงใดและสามารถนำศักยภาพของสมุนไพรเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง ซึ่งจะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการสนับสนุนการพัฒนาการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรจากธรรมชาติในด้านต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นยังสามารถส่งเสริมให้คนในชุมชนมีความตระหนักถึงคุณค่าของพืชสมุนไพรที่มีอยู่ในท้องถิ่นของตน ซึ่งจะนำไปสู่การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นอย่างยั่งยืนได้โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของพืชสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร และ การใช้ประโยชน์ของพืชสมุนไพรที่พบในป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

1.1 เครื่องมือกำหนดพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Position System : GPS)

1.2 เทปรังวัด

1.3 กล้องถ่ายรูป

1.4 เชือกฟาง

1.5 สมุดจดบันทึกภาคสนามและปากกา

2. วิธีการศึกษา

2.1 วางแปลงตัวอย่างชั่วคราว (temporary sample plot) ขนาด 10 x 10 เมตร จำนวน 20 แปลง โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกระจาย (Random Sampling) ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรรเพื่อสำรวจพืชสมุนไพร โดยมีนายชารี ขวัญเมือง ผู้เชี่ยวชาญพืชสมุนไพรในพื้นที่ร่วมสำรวจ

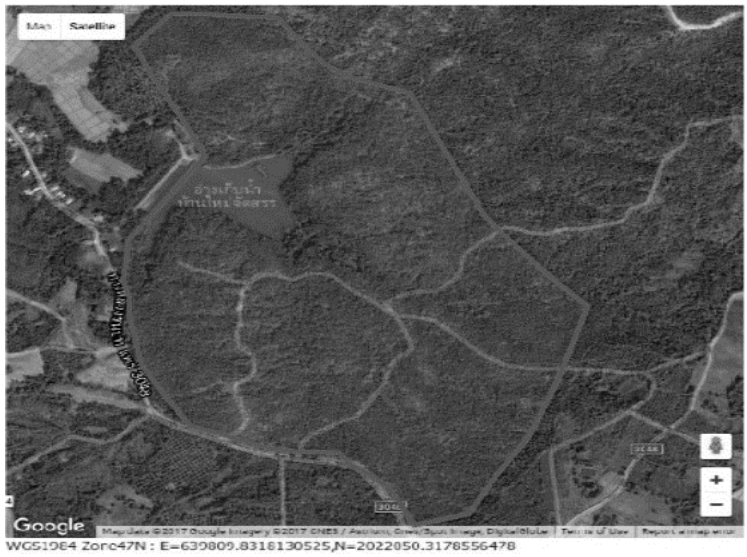


Figure 1 Study areaBan Mai Jad San Community Forest

ที่มา: (ศูนย์สารสนเทศ สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมป่าไม้,2554)

2.2 การจดบันทึกชนิดและจำนวนพืชสมุนไพรที่พบในแปลงสำรวจทุกต้นที่เป็นพืชสมุนไพรนับจำนวนที่พบภายในแปลงขนาด 10x10 เมตร ทุกต้น

2.3 บันทึกภาพพืชสมุนไพรที่พบในแปลงสำรวจ

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

สำรวจและบันทึกข้อมูลพันธุ์ไม้ในแปลงสำรวจแล้วจากนั้น นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยหลักการวิเคราะห์คุณลักษณะของสังคมพืช (Plant community characteristics) ซึ่งประกอบด้วย

2.4.1 นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพืชสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร มาวิเคราะห์หาชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name) โดยใช้คู่มือศึกษาพรรณไม้เมืองเหนือประเทศไทย (การ์ดเนอร์ และคณะ, 2543)

ได้แก่ ชนิด (Species) สกุล (Genus) และวงศ์ (Family) เพื่อคำนวณหาดรรชนีความหลากหลายของพันธุ์ ค่าดรรชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดในแปลง (Importance Value Index: IVI) เพื่อบ่งชี้ถึงชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญ

ความหนาแน่น (Density, D) คือจำนวนต้นไม้ต่อหน่วยพื้นที่อาจเป็นความหนาแน่นของชนิดพันธุ์หรือของไม้ทั้งป่าก็ได้ ซึ่งหาได้จาก

$$D = \frac{\text{จำนวนต้นไม้ทั้งหมดของชนิดพันธุ์ที่พบในแปลงตัวอย่าง}}{\text{พื้นที่ทำการสำรวจ}}$$

ความถี่ (Frequency, F) คือค่าความบ่อยครั้งของชนิดพันธุ์ไม้ชนิดหนึ่งชนิดใดที่จะปรากฏในแปลงตัวอย่าง นิยมวัดกันเป็นค่าร้อยละ ค่าความถี่เป็นการบอกถึงการกระจายของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคม ซึ่งหาได้จาก

$$F = \frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่ชนิดพันธุ์นั้นปรากฏ} \times 100}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการสำรวจ}}$$

ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (Relative Density, RD) เป็นค่าเปรียบเทียบทางด้านความหนาแน่นของไม้ชนิดหนึ่งชนิดใดในสังคมกับความหนาแน่นทั้งหมดของไม้ในสังคมนั้น นิยมวัดกันเป็นอัตราร้อยละ ซึ่งหาได้จาก

$$RD = \frac{\text{ค่าความหนาแน่นของชนิดพันธุ์} \times 100}{\text{ความหนาแน่นของไม้ทั้งหมด}}$$

ค่าความถี่สัมพัทธ์ของชนิดไม้ (Relative Frequency, RF) เป็นค่าเปรียบเทียบทางด้านความถี่ของไม้ชนิดหนึ่งชนิดใดในสังคมพืชกับความถี่ของไม้ทั้งหมดในสังคมนั้น นิยมวัดกันเป็น ร้อยละ ซึ่งหาได้จาก

$$RF = \frac{\text{ความถี่ชนิดของพันธุ์นั้น} \times 100}{\text{ความถี่รวมของพันธุ์ไม้ทุกชนิด}}$$

ค่าดรรชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ในสังคมพืช (Importance Value Index : IVI of Species inPlant Community) เป็นค่าการแสดงออกของไม้แต่ละชนิดในส่วนที่สัมพันธ์กับไม้อื่น ๆ ในสังคมนั้น พันธุ์ไม้ที่มีค่าดรรชนีความสำคัญสูงย่อมแสดงว่ามีการแสดงออกในสังคมนั้นได้ดีกว่าไม้ที่มีค่าดรรชนีความสำคัญต่ำกว่า อาจมีจำนวนต้นมากหรือมีการกระจายกว้างขวางหรือทั้งหมดก็ได้ การคำนวณหาค่าดรรชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้หาได้จากการรวมค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความถี่สัมพัทธ์ สูตรในการคำนวณ เป็นดังนี้ (ค่า IVI มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 200) (ดอกรัก, 2554)

$$IVI = RD+RF$$

ค่าดรรชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์วิเคราะห์โดยการแบ่งค่าความหลากหลายของชนิดพรรณ (Species diversity) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร Shannon-WeinerIndex of diversity ตามวิธีของ Kreb (1972)

$$H' = - \sum^{s}_{i=1} (PilnPi)$$

โดย H' = ดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner

Pi = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นของพรรณไม้ (i) ต่อจำนวนต้นของพรรณไม้ทั้งหมด

S = จำนวนชนิดของพรรณไม้ทั้งหมด

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร จังหวัดแพร่

สภาพทั่วไปของป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร เป็นพื้นที่ป่าที่ตั้งอยู่ในตำบลร้องเข็ม อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ มีเนื้อที่ประมาณ 409 ไร่ สภาพป่าเป็นป่าเต็งรัง (*Deciduous dipterocarp*) ที่มีลักษณะโปร่งตามเนินเขาหรือที่ราบ มีพันธุ์ไม้ที่สำคัญในป่าได้แก่ เต็ง (*Shoreaobtusa* Wall. exBlume.) รัง (*Shoreasia mensis* Miq.) ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm.exMiq.) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.) สมอไทย (*Terminalia chebula* Retz.) มะม่วงหัวแมงวัน (*Buchanania lanzan* Spreng.) เป็นต้น ไม้พื้นล่างที่พบมาก ได้แก่ ปุ่มเป้ง (*Phoenix acaulis* Ham.) ปรงป่า (*Cycas siamensi s*Miq.) เป็นต้น (ศูนย์สารสนเทศ สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมป่าไม้, 2554)

2. ข้อมูลเชิงปริมาณของพืชสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร

การศึกษาความหลากหลายของพืชสมุนไพร โดยการวางแปลงศึกษาชั่วคราวขนาด 10x10 เมตร จำนวน 20 แปลง พบพืชสมุนไพรจำนวน 44 ชนิด (Species) 41 สกุล (Genus) จำแนกเป็น 30 วงศ์ (Families) นำข้อมูลที่สำรวจได้มาวิเคราะห์ค่าความหนาแน่น ความถี่ และค่าดรรชนีความสำคัญ พบว่า ขางครั่ง(*Dunbaria longiracemosa*) มีความหนาแน่นมากที่สุด 150 ต้น/ไร่ ลำดับที่สอง คือ เต็ง *(Shorea obtusa*) มีความหนาแน่น 115 ต้น/ไร่ ลำดับที่สาม คือ หัวฆ้อนกระแต (*Premna herbacea*) 110 ต้น/ไร่ สำหรับความถี่สามารถบอกการกระจายของพืชสมุนไพร พบว่า ขางครั่ง(*Dunbaria longiracemosa*) และเต็ง(*Shorea obtusa*) มีค่าความถี่มากที่สุด ร้อยละ 85 ลำดับที่สองคือ คราม่ใหญ่ ร้อยละ 80 และลำดับที่สาม คือ หัวฆ้อนกระแต (*Premna herbacea*) และข้าวเย็น ร้อยละ 75 สำหรับค่าดรรชนีความสำคัญ จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาโดยการหาค่าความถี่สัมพัทธ์และความหนาแน่นสัมพัทธ์ เพื่อนำมาหาค่าดรรชนีความสำคัญของพืชสุมนไพรชนิดต่าง ๆ ของ ที่สำรวจในแปลงขนาด 10 x 10 เมตร พบว่า ขางครั่ง(*Dunbaria longiracemosa*)เป็นพืชสมุนไพรเด่นที่สุด มีค่าดรรชนีความสำคัญ 16.54 ลำดับที่สองคือ เต็ง(*Shorea obtusa*) มีค่าดรรชนีความสำคัญ 13.99 และลำดับที่สามคือ หัวฆ้อนกระแต(*Premn aherbacea*) มีค่าดรรชนีความสำคัญ 12.93 (Table 1)

Table 1 Density Frequency and Important value Index (IVI) of medicinal plant

No.	species	Density (stem/rai)	Frequency (%)	IVI (%)
1	*Dunbaria longiracemosa* (ขางครั่ง)	150	85	16.54
2	*Shorea obtuse* (เต็ง)	115	85	13.99
3	*Premna herbacea* (หัวค้อนกระแต)	110	75	12.93
4	*Smilax sp.*(ข้าวเย็น)	86	75	11.21
5	*Indigofera suffruticosa* (ครามใหญ่)	74	80	10.64
6	*Spathoglottis affinis* (ตานเดี่ยว)	78	50	9.02
7	*Lygodium polystachyum* (หญ้าลิเภา)	86	40	8.97
8	*Ochna integerrima* (ช้างน้าว)	54	65	8.13
9	*Uraria crinita* (หางกระรอก)	65	50	8.01
10	*Catunaregam tomentosa* (หนามแท่ง)	46	65	7.60
11	Other (34)	481	89	92.92
	Total			**200**

3. ค่าดรรชนีความหลากหลายของพันธุ์พืช (H′)

การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลความหลากหลายของพืชสมุนไพรโดยใช้สมการของ Shanon- Weiner พบว่าป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรรจังหวัดแพร่พบพืชสมุนไพรจำนวน 44 ชนิดมีค่าดัชนีความหลากหลายของพันธุ์พืชเท่ากับ 3.21 ซึ่งเป็นค่าที่มากพอสมควรโดยในทางปฏิบัติแล้วค่าดัชนีความหลากหลายของ Shanon-Weiner มีค่าได้ไมเกิน 5 (Washington, 1984) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าดรรชนีความหลากหลายสูงสุด แสดงให้เห็นว่าในป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรรมีจำนวนพืชสมุนไพรค่อนข้างมาก

4. สรรพคุณของพืชสมุนไพรที่มีความเด่นในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร จังหวัดแพร่

จากการสำรวจพืชสมุนไพรในป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร จังหวัดแพร่ พบพืชสมุนไพรจำนวน 44 ชนิด (Species) 41 สกุล (Genus) จำแนกเป็น 30 วงศ์ (Families) ซึ่งมีพืชสมุนไพรที่มีความความเด่นมากที่สุด 10 อันดับแรก มีสรรพคุณด้านต่างๆดังนี้(สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน), 2558) คือ

4.1 ขางครั่ง (*Dunbarialongiracemosa*) วงศ์ FABACEAE สรรพคุณ รากหรือใบ : นำมาผสมกับใบโผงเผง บดให้เป็นผงละเอียดปั้นเป็นยาลูกกลอนกินแก้ไข้

4.2 เต็ง (*Shoreaobtusa*) ชื่ออื่น : เต็งขาว ชันตก แงะ วงศ์ DIPTEROCARPACEAE สรรพคุณ เปลือกไม้ : ใชเปนยาสมานแผล หามเลือด รักษาแผลรื้อรัง แผลพุพอง

4.3 หัวค้อนกระแต(*Premnaherbacea*) ชื่ออื่น : หัวข้าวเย็นใต้ ยาข้าวเย็น วงศ์ LAMIACEAE สรรพคุณ ราก : ผสมหัวข้าวเย็นเหนือ ลำต้นส้มกุ้ง เปลือกต้นสะเดาช้าง และลำต้นขมิ้นเครือ ต้มน้ำดื่ม แก้มะเร็ง ผสมลำต้นขี้เหล็กและลำต้นหนามหัน ต้มน้ำดื่ม แก้มะเร็ง รักษากามโรค

4.4 ข้าวเย็น (*Smilax sp*) ชื่ออื่น : ยาหัวข้อ ข้าวเย็นโคกแดง ข้าวเย็นโคกขาว เขือง เข้าเย็นเหนือ เข้าเย็นใต้ วงศ์ SMILACACEAE สรรพคุณ ราก : แก้ประดง แก้มะเร็ง คุดทะราด แก้ร้อนในกระหายน้ำ แก้น้ำเหลืองเสีย ฆ่าเชื้อหนอง แก้เส้นเอ็นพิการ แก้กามโรค ออกดอกเข้าข้อ ดับพิษในกระดูก ฝีแผลเน่าเปื่อย เม็ดผื่นคัน แก้ปัสสาวะพิการ แก้อักเสบในร่างกาย แก้พุพองและแก้พยาธิในท้อง ใบ : แก้ไข้เหนือและแก้ไข้สันนิบาต ดอก : แก้พิษงูเห่า ผล : แก้ไข้เรื้อรังและแก้ไข้ตัวร้อน (วุฒิ, 2540 ; ศูนย์สารสนเทศ สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมป่าไม้,2554)

4.5 ครามใหญ่ (*Indigoferasuffruticosa*) ชื่ออื่น : ครามป่า ครามผี คราม ครามเถื่อน วงศ์ PAPILIONACEAE สรรพคุณ เนื้อไม้ : รสเย็นฝาดเบื่อ ขับปัสสาวะฟอกปัสสาวะ แก้นิ่ว แก้กระษัย แก้ปัสสาวะขุ่นข้น ใบ : พิษ แก้ไข้หวัดตัวร้อน เปลือกต้น : ใช้เป็นยาฆ่าพยาธิแก้พิษฝี แก้พิษงู น้ำมันจากเมล็ด : ใช้เป็นยาทาแก้หิด

4.6 ตานเดี่ยว (*Spathoglottisaffinis*) วงศ์ ORCHIDACEAE สรรพคุณ ราก: รับประทานเป็นยาชักมดลูก

4.7 หญ้าลิเภา (*Lygodiumpolystachyum*) ชื่ออื่น: กูดก้อง กูดเครือ วงศ์ SCHIZAEACEAE สรรพคุณ เถา : รสจืดเย็น ปรุงยาแก้พิษฝีภายใน ฝีภายนอก ขับเสมหะ ใช้เถาฝน พอกปิดแผลที่ถูกอสรพิษขบกัดต่อย เป็นยาถอนพิษ แก้ฟกบวมทำให้เย็น ใบ : มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย

4.8 ช้างน้าว (*Ochnaintegerrima*) ชื่ออื่น : ช้างโน้ม ขมิ้นพระต้น ช้างน้าว ตานนกกรด กระแจะ ช้างโหม ตาลเหลือง กำลังช้างสาร วงศ์ OCHNACEAE สรรพคุณ ราก : ขับพยาธิ แก้โรคน้ำเหลืองเสีย บำรุงกำลัง ต้มน้ำดื่มแก้ผิดสำแดง แก้ปวดหลัง แก้เบาหวาน ผล : รสมัน เป็นยาบำรุงร่างกาย เปลือกไม้ : เป็นยาแก้ไข้ ขับผายลม บำรุงหัวใจ เปลือกนอก บดเป็นผงมีสีเหลืองสด ทาแก้สิวฝ้า เนื้อไม้ : รสจืดเย็น แก้กระษัย ดับพิษร้อน แก้โลหิตพิการ

4.9 หางกระรอก (*Urariacrinita*) ชื่ออื่น : ว่านเสลดพังพอน วงศ์ LEGUMINOSAE สรรพคุณ ราก : รสจืดเย็นเบื่อ ฝนกับสุรา หรือน้ำมะนาวรับประทานและทาแก้พิษงู พิษขบกัด แก้พิษสัตว์กัดต่อย

4.10 หนามแท่ง (*Catunaregamtomentosa*) ชื่ออื่น : หนามเคล็ด เคล็ดเคล็ด วงศ์ RUBIACEAE สรรพคุณ เนื้อไม้ : แก้โรคเบาหวาน แก้โรคมะเร็งต่างๆเช่น มะเร็งตับ มะเร็งในกระดูก แก้วัณโรค (นิจศิริ, 2547)

5. การใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร จังหวัดแพร่

เมื่อพิจารณาถึงการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร จังหวัดแพร่ พบว่า ส่วนของพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ ราก คิดเป็นร้อยละ 56.82 ซึ่งพืชสมุนไพรที่ใช้ประโยชน์จากรากมากที่สุดได้แก่ ข้าวเย็น (Smilax sp.) มีสรรพคุณ คือ รากใช้แก้ประดง แก้มะเร็ง คุดทะราด แก้ร้อนในกระหายน้ำ แก้น้ำเหลืองเสียฆ่าเชื้อหนอง แก้เส้นเอ็นพิการ แก้กามโรค ออกดอกเข้าข้อ ดับพิษในกระดูก ฝีแผลเน่าเปื่อย เม็ดผื่นคัน แก้ปัสสาวะพิการ แก้อักเสบในร่างกาย แก้พุพอง แก้พยาธิในท้องและแก้ปัสสาวะพิการ ลำดับที่สองคือ เปลือกไม้ คิดเป็นร้อยละ 47.73 พืชสมุนไพรที่ใช้ประโยชน์จากเปลือกมากที่สุดได้แก่ กุ๊ก (*Lanneacoromandelica*) มีสรรพคุณคือ เปลือก ใช้สมานแผล และห้ามเลือด แก้ท้องอืดเฟ้อ แก้ปวดท้อง เป็นยาธาตุ ใช้แก้ปวด ใช้รักษา

บาดแผล แก้รอยฟกช้ำ แผลผุพอง ตาอักเสบ โรคเกาต์ แผลเปื่อยในกระเพาะอาหาร แก้ปวดฟัน อาการแพลงและท้องร่วง และลำดับที่สาม คือ ใบ คิดเป็นร้อยละ 45.45 พืชสมุนไพรที่ใช้ประโยชน์จากใบมากที่สุดได้แก่ อัคคีทวาร (*Clerodendrum serratum*) มีสรรพคุณคือใบ ใช้แก้อาการปวดศีรษะ แก้หลอดลมอักเสบ แก้อาการเจ็บหน้าอก แก้อาการจุกเสียด ลดความดันโลหิต ขับพิษร้อนถอนพิษไข้ แก้ไข้จับสั่นหรือไข้ป่า ช่วยแก้อาการเจ็บคอ คออักเสบ แก้ทอนซิลอักเสบ แก้ปวดท้อง เป็นต้น (ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2543) (Table 2)

Table 2 Part of the medicinal plants used

No.	species	Root	Bark	Wood	Flower	Fruit	Seed	Climber	Leaf	Gum
1	กระทุ่มเนิน *Mitragynarotundifolia*		√						√	
2	กุ๊ก *Lanneacoromandelica*		√	√					√	
3	เกล็ดปลาหมอ *Phyllodiumpulchellum*	√							√	
4	ข้าวเย็น Smilax sp	√			√	√			√	
5	ขางครั่ง *Dunbarialongiracemosa*	√							√	
6	คราม ใหญ่ *Indigoferasuffruticosa*		√	√			√		√	
7	ช้างน้าว *Ochnaintegerrima*	√	√	√		√				
8	ตะขบป่า *Flacourtiaindica*	√	√	√		√	√			
9	ตานเดี่ยว *Spathoglottisaffinis*	√								
10	ตีนนก *Vitexpeduncularis*		√	√						
11	เต็ง *Shoreaobtusa*		√							
12	เต็งหนาม *Brideliaretusa*		√							
13	แตงเถื่อน *Zehneriamarginata*	√		√	√				√	
14	นมนาง *Xantoliscambodiana*	√	√	√		√			√	
15	นมแมวป่า *Ellipeiopsischerrevensis*	√		√		√				
16	นางชม *Olaxpsittacorum*	√	√	√					√	

Table 2 (Cont.)

No.	species	Root	Bark	Wood	Flower	Fruit	Seed	Climber	Leaf	Gum
17	เน่าใน *Ilex umbellulata*		√	√						
18	ประดู่ *Pterocarpusmacrocarpus*		√	√					√	
19	ปลงป่า *Cycassiamensis*					√				
20	ผักหวานป่า *Melienthasuavis*	√							√	√
21	ชะมดต้น *Abelmoschusmoschatus*				√	√	√		√	
22	พลวง *Dipterocarpustuberculatus*	√							√	
23	มะกอกเกลื้อน *Canariumsubulatum*		√	√		√				√
24	มะขามเครือ *Roureopsisstenopetala*			√						
25	มะขามป้อม *Phyllanthusemblica*	√	√		√	√	√			
26	มะชาง *Madhucapierrei*	√			√					
27	มะม่วงหัวแมงวัน *Buchananialanzan*	√					√			√
28	มะเม่าสาย *Antidesmasootepense*	√								
29	ม้าแม่กล่ำ *Polygala chinensis*	√		√						
30	โมกเครือ *Aganosmamarginata*	√		√					√	
31	ยอป่า *Morindaelliptica*	√		√		√			√	
32	ยางเหียง *Dipterocarpusobtusifolius*		√						√	√
33	รกฟ้า *Terminaliaalata*	√	√							
34	รัง *Shoreasiamensis*		√						√	
35	สมอไทย *Terminaliachebula*		√		√	√	√			

Table 2 (Cont.)

No.	species	Root	Bark	Wood	Flower	Fruit	Seed	Climber	Leaf	Gum
36	ส้านใหญ่ *Dilleniaobovata*		√	√		√				
37	หญ้าคมบาง *Scleria levis*	√				√				
38	หญ้าลิเภา *Lygodiumpolystachyum*							√		
39	หนามแท่ง *Catunaregamtomentosa*			√						
40	หว้าขี้แพะ *Syzygiumcumini*		√				√		√	
41	หัวฆ้อนกระแต *Premnaherbacea*	√								
42	หางกระรอก *Urariacrinita*	√								
43	เหมือดแอ *Memecylonscutellatum*	√	√	√					√	
44	อัคคีทวาร *Clerodendrumserratum*	√							√	
Total	**Percentage**	**56.82**	**47.73**	**43.18**	**13.64**	**27.27**	**15.91**	**2.27**	**45.45**	**9.09**

สรุป

จากการศึกษาความหลากหลายของพืชสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรรอำเภอร้องกวางจังหวัดแพร่สำรวจพบพืชสมุนไพรทั้งสิ้น 44 ชนิด (Species) 41 สกุล (Genus) 30 วงศ์ (Families) พืชสมุนไพรที่พบมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ ขางครั่ง (*Dunbaria longiracemosa* Craib.) เต็ง (*Shorea obtusa* Wall. ex Blume.) หัวฆ้อนกระแต (*Premna herbacea* Roxb.) โดยมีค่าดรรชนีความสำคัญ (Important Value Index; IVI) คิดเป็นร้อยละ 16.54, 13.99 และ 12.93 ตามลำดับ ในส่วนของการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรพบว่าส่วนของพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ปรุงยามากที่สุดได้แก่ ราก ซึ่งพืชที่ใช้ประโยชน์จากรากมากที่สุดได้แก่ ข้าวเย็น *(Smilax sp.)* รองลงมาคือส่วนของเปลือกไม้ พืชสมุนไพรที่ใช้ประโยชน์จากเปลือกมากที่สุดได้แก่ กุ๊ก (*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr.) และลำดับที่สาม คือ ใบ พืชสมุนไพรที่ใช้ประโยชน์จากใบมากที่สุด ได้แก่ อัคคีทวาร *(Clerodendrum serratum* (L.) Moon.) นอกจากนี้ยังมีส่วนอื่นๆของพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ปรุงยาได้แก่ เนื้อไม้ผล เมล็ด ดอก ยางและเถา ซึ่งจากข้อมูลการใช้ประโยชน์สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาด้านการขยายพันธุ์ และส่งเสริมให้ประชานชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร ปลูกพืชสมุนไพรโดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นการอนุรักษ์และเผยแพร่การใช้พืช

สมุนไพรในการรักษาโรคภัยต่าง ๆ การส่งเสริมให้ประชาชนในพื้นที่ปลูกพืชสมุนไพรเป็นอาชีพเสริม จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการอยู่ร่วมกันระหว่างคนกับป่า ภายใต้ปัจจัยด้านการบริหารจัดการพื้นที่ที่ดี

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเพิ่มเติมให้ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยากลำบาก เพื่อจะได้ทราบข้อมูลที่ละเอียดขึ้นเกี่ยวกับความหลากหลายของพืชสมุนไพรในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร จังหวัดแพร่
2. ควรให้ความรู้หรือจัดฝึกอบรมให้สมาชิกในชุมชนได้รู้จักพืชสมุนไพรที่มีอยู่ในท้องถิ่นตลอดจนศึกษาวิธีการใช้อย่างยั่งยืน เพื่อชุมชนจะได้ตระหนักถึงคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ และมีอาชีพเสริมสร้างรายได้ให้แก่ครอบครัวและชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายชารี ขวัญเมือง ผู้มีความเชี่ยวชาญด้านพืชสมุนไพรในท้องถิ่นบ้านใหม่จัดสรร ตลอดจนชาวบ้านหมู่บ้านใหม่จัดสรรทุกท่านที่อำนวยความสะดวก ในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาเกษตรป่าไม้ ในรายวิชา กป 431 การวิจัยและพัฒนาระบบเกษตรป่าไม้ ในการช่วยกันเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

การ์ดเนอร์ ไซมอน และ คณะ. 2543. **คู่มือศึกษาพรรณไม้เมืองเหนือ ประเทศไทย.** ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 560 น.

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2553 .**ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**. แหล่งที่มา: http://www.phargarden.com/main.php,31 ตุลาคม 2560.

ดอกรัก มารอด. 2554. **เทคนิคการสุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์สังคมพืช.** แหล่งที่มา: http://bioff.forest.ku.ac.th/PDF_FILE/MAY_2011/DOKRAK_2011.pdf ,31 ตุลาคม2560.

นิจศิริเรืองรังสี. 2557. **สมุนไพรไทย เล่ม 1** สำนักพิมพ์ บี เฮลท์ตี้: กรุงเทพฯ.น 380.

เพ็ญนภา ทิพย์สุราษฎร์และสุชาติ เชิงทอง. 2558 .การศึกษาสังคมพืชสมุนไพรในพื้นที่ อุทยานแห่งชาติแก่งกรุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *ใน* **รายงานการประชุมมหาวิทยาลัยหาดใหญ่ วิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6**, สงขลา , 26 มิถนายน 2558.

ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2543. **สยามไขยพฤกษ์ สารานุกรมสมุนไพร เล่ม 2.** พิมพ์ครั้งที่ 3 บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน). กรุงเทพฯ.

ยุทธนา ทองบุญเกื้อ. 2551. **ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพร วนอุทยาน ถ้ำเพชร ถ้ำทอง อำเภอตาคลี จังหวัดนครสวรรค์**. รายงานผลการวิจัย. สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 12 (นครสวรรค์) กรมอุทยาน แห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

วุฒิวุฒิธรรมเวช. 2540. **สารานุกรมสมุนไพรรวมหลักเภสัชกรรมไทย**. โรงพิมพ์โอ. เอส.พรินท์ติ้งเฮ้าส์: กรุงเทพฯ . 620 น.

ศูนย์สารสนเทศ สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมป่าไม้. 2554. **ป่าชุมชนบ้านใหม่จัดสรร**. แหล่งที่มา: http://forestinfo.forest.go.th//55fCom_detail.aspx?id=2554, 2ตุลาคม 2560.

สถาบันวิจัยและพัฒนาที่สูง (องค์การมหาชน). 2553. **โครงการวิจัยรวบรวมองค์ความรู้และพัฒนาผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นบนพื้นที่สูง.** แหล่งที่มา: http://eherb.hrdi.or.th /index.php,28 ตุลาคม 2559.

สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน). 2558. **พืช (Plant Database)**. แหล่งที่มา: http://www.biogang.net/list.php?menu=plant ,31 ตุลาคม 2559.

สุชาติ ทั้วสุภาพ. 2541. **การสำรวจพืชสมุนไพร ในบริเวณศูนย์วิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี.** รายงานผลการวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.

สุมณฑา ก่อแก้ว. 2551. **การศึกษาสังคมพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการใช้พืชสมุนไพรในระบบนิเวศป่าบุ่ง ป่าทาม ป่าอาลอ-โดนแบน ตำบลนาดี อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

สุรชาติ สินวรณ์และณัฐบดี วิริยาวัฒน์. 2557. **ความหลากหลายของสมุนไพรและการใช้ ประโยชน์ในพื้นที่เขาพระ อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี**. รายงานผลการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต: กรุงเทพฯ.

Krebs, C.J. 1972. Ecology. **The Experimental Analysis of Distribution and Abundance**. Harper and Row, New York. 694 pp.

องค์ประกอบและความหลากชนิดของพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

Species Composition and Diversity of Herbs, and Local Wisdom for Forest Utilization in Baan Boonjam Community Forest, Nam Lao Sub-district, Rong Kwang District, Phrae Province

กฤษดา พงษ์การัณยภาส[1*] แหลมไทย อาษานอก[1] และ สุมัย หมายหมั้น[1]

Kritsada Phongkaranyaphat[1*] Lamthai Asanok[1] and Sumai Maiman[1]

[1]สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

[1]Program in Agroforestry, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140

* Corresponding Author; E-mail: **basmem@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงลักษณะองค์ประกอบชนิดพันธุ์และความหลากหลายของพันธุ์พืชสมุนไพร ในป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม จังหวัดแพร่ โดย วางแปลงขนาด 4 × 4 เมตร ระยะห่างกัน 100 เมตร จำนวน 30 แปลง พบว่า โครงสร้างทางด้านตั้งของป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม เรือนยอดชั้นบนสูง มีไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ประดู่ป่า สัก ปอบิด ยมหิน และรัง เป็นต้น เรือนยอดรอง มีพันธุ์ไม้ที่เด่น ได้แก่ แดง ปอบิด ตีนนก เป็นต้น และเรือนยอดชั้นล่าง มีพันธุ์ไม้ได้แก่ ตะคร้อ ข่าต้น ขว้าว กระพี้จั่น หนามแท่ง ตะคร่ำ เสี้ยว ความหลากหลายของชนิดพืชสมุนไพรในป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม สำรวจพบพืชสมุนไพรไม้พื้นล่าง 52 ชนิด 45 สกุล 32วงศ์ มีค่าความหนาแน่น เท่ากับ 4729.17 ต้น/เฮกตาร์ ได้แก่ สาบเสือ (645.83) ไมยราบเถา (375) หนามจี้ (250) เล็บเหยี่ยว (208.33) และกลอย (187.50) ค่าดัชนีความสำคัญ ได้แก่ สาบเสือ (24%) ไมยราบเถา (12%) หนามจี้ (11%) เล็บเหยี่ยว (9%) และกลอย (7.54%) ตามลำดับ

คำสำคัญ: สมุนไพร ความหลากชนิด ป่าชุมชน

ABSTRACT

This study aimed to determine species composition and diversity of herbs in Baan Boonjam community forest, Phrae province. Data were collected from thirty of 4 X 4 m plots set up with 100 m spacing. The results showed that vertical structure of the upper canopy dominated by *Pterocarpus macrocarpus*Kurz.,*Tectona grandis* L.f., *Helicteres isora* L., *Chukrasia tabularisA*. Juss., and *Shorea siamensis* Miq.Etc while the secondary canopy was represented by *Tectona grandis*Linn.f., *Helicteres isora* L., *Vitex pinnata* L., etc.. In the lower canopy, we found *Schleichera oleosa (Lour.)Oken., Cinnamomum porrectum., Haldina cordifolia (Roxb.), Millettia brondisian Kurz,Catuanregam tomentosum (Kurx) Bakh.f, Goruga pinnata* Roxb., and *Bauhinia saccocalyx* Pierre., etc. During this survey, 52 herb species in 45 families and 32 genera were recorded with density of 4729 plants/ha. The dominant herb species were, *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob. (646 plants/ha with the

Important Value Index; IVI of 24%) ,*Mimosa pudica* L. (375 plants/ha with IVI of 12%), *Harrisonia perforata* (Blanco) Merr. (250 plants/ha with IVI of 11%), *Ziziphus oenopolia* (L.)Brongn.(208 plants/ha with IVI of 9%) and *Dioscorea hispida Dennst. Var.* Hispida. (188 plants/ha with IVI of 7.54%).

Keywords: herb, species diversity, community forest

คำนำ

ในอดีตที่ผ่านมาประเทศไทยได้มีการอนุญาตสัมปทานทำไม้โดยภายหลังการตัดไม้ออกต้องมีการปลูกไม้ขึ้นทดแทนตามเงื่อนไขสัมปทาน ต่อมาในช่วงปี พ.ศ.2532 รัฐบาลได้มีการปิดป่าสัมปทานและมีการส่งมอบพื้นที่ให้กับหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องดูแล้วต่อไป อย่างไรก็ดีเนื่องจากการปลูกไม้ตามเงื่อนไขสัมปทานยังขาดการจัดการที่เหมาะสมทั้งไม้ที่ปลูกขึ้นและไม้ดั่งเดิมที่ขึ้นทดแทนตามธรรมชาติทำให้ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ท้องถิ่นโดยเฉพาะไม้ที่มีค่ายังมีอยู่ค่อนข้างน้อยส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพของป่า ป่าชุมชนเป็นพื้นที่ที่มีต้นไม้ ซึ่งให้ประโยชน์แก่ราษฎรทั้งทางตรงและทางอ้อม ด้านระบบนิเวศ ประโยชน์จากเนื้อไม้และผลิตผลของป่า ทั้งนี้อาจมีอาณาบริเวณพื้นที่หนึ่ง หรือเป็นแถวเป็นแนวตามริมถนนหรือคลองส่งน้ำก็ได้ (เสมอ, 2540) ป่าชุมชนเป็นกระแสหนึ่งในปัจจุบันที่ชุมชนหันมาให้ความสำคัญ เพราะความรักและหวงแหนป่าเหมือนบ้านหลังที่สอง โดยมีชุมชนหลายแห่งทั่วประเทศที่อาศัยอยู่ในป่า หรืออาศัยติดกับป่าไม้จนสามารถเรียกป่านั้นว่า “ป่าชุมชน” (วัชรพงศ์,2543) เพราะฉะนั้นการมีส่วนร่วมของประชาชนจึงมี ความสำคัญมากที่สุดต่อการบริหารจัดการป่าและพัฒนาชุมชน เพราะช่วยให้ประชาชนทุกกลุ่มมีบทบาทในกระบวนการตัดสินใจในการบริหารจัดการป่าและทรัพยากรที่เป็นประโยชน์ประชาชนทุกคนได้เข้ามามีส่วนร่วมกบองค์กรของรัฐหรือองค์กรเอกชนซึ่งก่อให้เกิดเครือข่ายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (เกศริน, 2554) คุณประโยชน์ที่แท้จริงของพฤกษศาสตร์พื้นบ้านคือข้อมูลการใช้ประโยชน์ของพืชสมุนไพรและการแพทย์พื้นบ้านของชุมชนนั้นเนื่องจากเป็นแหล่งความรู้หนึ่งซึ่งทางการแพทย์และเภสัชกรรมแผนใหม่ใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการค้นคว้ายาชนิดใหม่ๆจากธรรมชาติ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าพืชสมุนไพรเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ควบคู่มากับชีวิตความเป็นอยู่ของมวลมนุษยชาติมาช้านานมีการใช้สมุนไพรในการรักษาโรคด้วยการลองผิดลองถูก สมุนไพรชนิดใดให้ประโยชน์ด้านการรักษาโรคก็จะจดจำแล้วถ่ายทอดสืบต่อกันมาทำเกิดเป็นยากลางบ้านใช้กันในชุมชนเล็กๆ หรือเป็นยาแผนโบราณที่ใช้กับคนในชุมชนและเป็นภูมิปัญญาที่มีมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอีกทั้งการแพทย์แผนไทยซึ่งให้การรักษาโดยใช้ยาสมุนไพรได้รับการส่งเสริมจากกระทรวงสาธารณสุขให้เป็นการแพทย์ทางเลือกเพื่อส่งเสริมและให้การดูแลสุขภาพของประชาชนในเบื้องต้น ทำให้การศึกษาพืชสมุนไพรได้รับความสนใจในทุกด้าน ทั้งในด้านการสำรวจรวบรวมองค์ความรู้ยาสมุนไพรจากหมอพื้นบ้าน การพัฒนายาแผนปัจจุบันจากพืชสมุนไพร หรือการพัฒนาตำรับยาสมุนไพร

ความเป็นมาของป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม เดิมในอดีตก่อนปี พ.ศ. 2505 อุดมไปด้วยป่าไม้ น้ำ สัตว์ป่านานาชนิด อาหารป่าและอื่นๆ ต่อมาประมาณปี พ.ศ. 2509 รัฐบาลมีนโยบายมอบหมายให้กรมป่าไม้เข้าตรวจยึดเศษไม้และไม้ล้มหรือผู้ลักลอบตัดไม้ตัดไม้ ร่วมกับ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ตีตราตรวจยึด หลังจากนั้นให้บริษัทเอกชนมาประมูลชักลากไม้ ผู้ประมูลได้นำรถแทรกเตอร์เข้ามาสร้างทางและนำช้างเข้ามาชักลากเรียงหมอนไม้เพื่อลำเลียงไม้ออกทำให้ง่ายต่อการชักลากไม้ตลอดถึงให้ชาวบ้านและนายทุนได้นำเครื่องเลื่อยยนต์เข้ามาแปรรูปไม้ชนิดต่างๆ ทั้งชาวบ้านเข้ามาทำถางป่า ทำไร่เลื่อนลอย ป่าที่เคยอุดมสมบูรณ์ไปด้วยไม้ได้กลายเป็นป่าเสื่อมโทรมเป็นดอยหัวโล้น

จำนวนมาก ต่อมาประมาณปี พ.ศ. 2513 ได้เกิดอุทกภัยน้ำท่วมบ้านเรือนไร่นาเสียหายเป็นจำนวนมากในหมู่บ้านตำบลน้ำเลา ตำบลร้องเข็มเป็นบางส่วน ทำให้มีผู้เสียชีวิตเป็นจำนวนมาก จากการตัดไม้ทำลายป่าจากรัฐบาลและบริษัทเอกชน หลังจากนั้นทำให้เกิดภัยแล้งฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ทำให้ชาวบ้านหลายตำบลได้รับความเดือดร้อนจากอาชีพทำการเกษตร จึงมีการประชุมหมู่บ้านและตำบลเพื่อทำการประชาคมขอโครงการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำแม่คำปอง ทางผู้นำหมู่บ้านจึงได้ทำโครงการเสนอผ่านไปยัง จังหวัดแพร่ ได้รับการอนุมัติงบประมาณในการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำแม่คำปอง ในปี พ.ศ. 2533 ต่อมาผู้ใหญ่เจริญ ทิเลา ผู้ใหญ่บ้านในขณะนั้นได้ร่วมประชาคมกับชาวบ้านบุญแจ่มวางแผนการปลูกป่าทดแทนในพื้นที่เสื่อมโทรมโดยให้เหตุผลว่าการตัดไม้ทำลายป่าจะทำให้เกิดภัยธรรมชาติและร่วมกับชาวบ้านช่วยกันอนุรักษ์ป่าไม้และมีมติเป็นเอกฉันท์ให้กำหนดพื้นที่ให้เป็นป่าชุมชนทั้งสองข้างอ่างอ่างแม่คำปอง ชาวบ้านได้ร่วมกันป้องกันอนุรักษ์ป่าและปลูกป่าในวันสำคัญต่างๆ เป็นประจำจนถึงปัจจุบัน ป่าชุมชนผืนนี้ได้เข้ามามีความสำคัญกับชุมชนและคนในหมู่บ้านเป็นอย่างมาก เพราะในป่าชุมชนนั้นอุดมไปด้วยพืชพรรณนานาชนิด ป่าชุมชนของหมู่บ้านบุญแจ่มนั้นได้มารับการดูแลรักษาจากคนในชุมชนและผู้นำชุมชนที่เข้มแข็งและมีความรู้ในด้านการดูแลรักษาป่าทำให้ป่าผืนนี้เกิดความหลากหลายทางพืชพรรณและสิ่งมีชีวิตต่างๆเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การหาพืชสมุนไพรมาใช้ในการทำยาเพื่อรักษาอาการเจ็บไข้ตามแบบภูมิปัญญาของชาวบ้านในปัจจุบันดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึง มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความหลากชนิดของพืชสมุนไพรในป่าชุมชนบ้านบุญแจ่มและภูมิปัญญาท้องถิ่นการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรเพื่อนำข้อมูลใช้ในการส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และพัฒนาภูมิปัญญาด้านการใช้สมุนไพรของหมอยาพื้นบ้านต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ เนื้อที่ 3700 ไร่ ได้รับอนุมัติจากกรมป่าไม้ขึ้นทะเบียนเป็นป่าชุมชนเมื่อ วันที่ 9 มกราคม 2549 ตามหนังสือ ที่ ทส 1605.2/170 และมีการต่ออายุโครงการป่าชุมชนเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2554 ตามหนังสือกรมป่าไม้ ที่ ทส 1605.33/6890 อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแม่เต๊ก ป่าแม่ถาง และป่าแม่ตำปอง ส่วนมากเป็นป่าเบญจพรรณ ลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นที่ราบเชิงเขาและภูเขาเล็กๆ ที่สลับทับซ้อนกันอยู่เหนืออ่างเก็บน้ำแม่คำปองซึ่งมีความจุ 6.76 ล้านลูกบาศก์เมตร

2. การวางแปลงทดลอง

กำหนดเส้นทางเดินสำรวจทั้งหมด 3 เส้นทาง เส้นทางละ 1 กิโลเมตร (Figure 1) แล้วทำการวางแปลงขนาด 4 × 4 เมตร ระยะห่างกัน 100 เมตร ได้จำนวนทั้งสิ้น 30 แปลง เพื่อสำรวจพืชสมุนไพรไม้พื้นล่างที่เป็นเถาวัลย์ ไม้พุ่ม และพืชตระกูลขิงข่า เป็นต้น

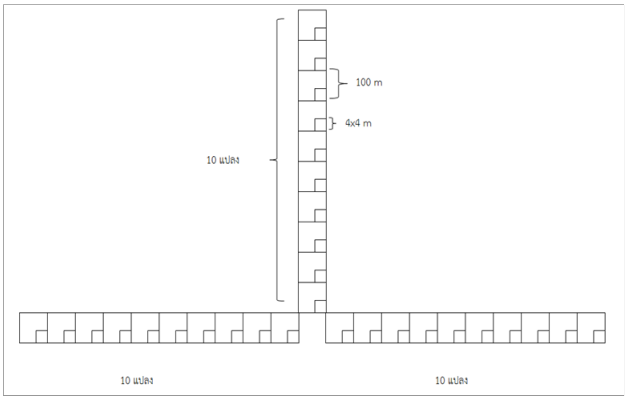


Figure 1 Experimental plot

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เก็บรวบรวมชนิดพันธุ์พืช โดยการสำรวจชนิดของพรรณไม้ในแปลงตัวอย่าง ทำการจำแนกชนิดพันธุ์ไม้และนับจำนวนโดยผู้เชี่ยวชาญ ส่วนชนิดพันธุ์ที่ไม่สามารถทำการจำแนกได้ในภาคสนามจะใช้วิธีเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้ (Specimens) เพื่อนำมาทำการจำแนกโดย อ้างอิงจากหนังสือ ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (เต็ม, 2555) และสมุนไพร อ้างอิงจากหนังสือ สารานุกรมสมุนไพรรวมหลักเภสัชกรรมไทย (วุฒิ, 2540) นับจำนวน เก็บข้อมูล และบันทึกภาพ โดยมีคุณจิรพัฒน์ แจ่มรัตนโสภิณตำแหน่งผู้ใหญ่บ้าน หมู่บ้านบุญแจ่มคุณหมอชาลี ขวัญเมือง แพทย์แผนไทย และคุณสันติ วงศ์ศรี เป็นผู้มีความรู้เกี่ยวกับชนิดของพรรณไม้และชำนาญเส้นทางในการสำรวจพื้นที่และการเก็บข้อมูล

3.2 จัดทำบัญชีรายชื่อชนิดพืชพรรณไม้ (Species List) โดยระบุ วงศ์ (Family) สกุล (genus) ได้แก่ ชนิด (Species) ชื่อสามัญ (Common Name) ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Name)

3.3 ทำการวางแปลงแบบชั่วคราว (temporary sample plot) ขนาด 20 x 50 เมตร เพื่อเก็บข้อมูล ด้านขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at Breast Height, DBH) ที่ 1.30 เมตร, วัดขนาดเส้นรอบวงเพียงอกที่ 1.30 ม. (GBH), วัดความสูงของต้นไม้ (H)

4. ทำแผนภาพการกระจายโครงสร้างทางด้านตั้ง (Profile Diagram) และการปกคลุมของเรือนยอด (Crown Cover Diagram) โดยคัดเลือกพื้นที่ที่เป็นตัวแทนที่ดีภายในแปลงตัวอย่าง 10 เมตร x 50 เมตร

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สืบค้นข้อมูลประโยชน์ด้านสรรพคุณทางยาจาก แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ หนังสือสมุนไพรไทย และปราชญ์ชาวบ้าน คุณหมอชาลี ขวัญเมือง แพทย์แผนไทย

4.2 ทำการวิเคราะห์ลักษณะลักษณะทางสังคมพืชเชิงปริมาณโดยใช้แนวทางจากหนังสือนิเวศวิทยาป่าไม้ (ดอกรักและอุทิศ,2552) เพื่อคำนวณค่าความหนาแน่น (Density, D) และความถี่ (Frequency, F) จากนั้น หาค่าความสัมพัทธ์ของทั้ง 2 ค่าดังกล่าว คือ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density, RD) และความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency, RF)การวิเคราะห์ความสำคัญของชนิดไม้ (Importance Value Index, IVI) คือ ผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และความสัมพัทธ์ของชนิดไม้นั้นในสังคม ซึ่งหาได้จากสูตร

$$IVI_A = RD_A + RF_A$$

4.3 วิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากชนิด(Species Diversity Index) โดยประยุกต์ใช้สมการของ Shannon – Wiener (Magurran, 2004) ดังนี้

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

เมื่อ H' = ค่าดัชนีความหลากนิดของ Shannon – Wiener

S = จำนวนชนิดพืชพรรณ

Pi = สัดส่วนของจำนวนชนิดที่ I ต่อผลรวมของจำนวนทั้งหมดทุกชนิดในสังคม

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากชนิดของพืชที่สำรวจพบ

จากการสำรวจพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม โดยใช้แปลงตัวอย่างขนาด 4 x 4 เมตร จำนวน 30 แปลง พบชนิดพันธุ์ไม้ ทั้งหมด 66 ชนิด 41 สกุล 48 วงศ์ โดยพบพืชในวงศ์ LEGUMINOSAE มากที่สุด8ชนิด ลองลงมาได้แก่ LAURACEAE 4 ชนิด และ RUBIACEAE3 ชนิด ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 List of plants in Boon Jung community forest.

No.	Botanical name	Family
1	*Rhinacanthus nasutus* (L.) Kurz (ทองพันชั่ง)	Acanthaceae
2	*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. (ผักเป็ด)	Amaranthaceae
3	*Ellipeiopsis cherrevensis* (Pierre ex Finet & Gagnep.) R.E.Fr. (นมแมวป่า)	Annonaceae
4	*Miliusa velutina* (Dunal)Hook.f. & Thoms. (ขางหมู)	Annonaceae
5	*Cryptolepis dubia* (Burm.f.) M.R.Almeida (เถาเอ็นอ่อน)	Apocyanaceae
6	*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne. (ผักเชียงดา)	Apocyanaceae
7	*Strophantus caudatus* (Linn.) Kurz. (ยางน่องเครือ)	Apocyanaceae
8	*Amorphophallus brevispathus* Gagnep. (บุกอีลอกเขา)	Araeae
9	*Amorphophallus konjac* K.Koch (บุกป่า)	Araeae
10	*Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob. (สาบเสือ)	Asteraceae
11	*Elephantopus scaber* L. (โด่ไม่รู้ล้ม)	Asteraceae
12	*Heterophragma sulfureum* Kurz. (แครฟ้า)	Bignoniaceae
13	*Garuga pinnata* Roxb. (ตะคร่ำ)	Burseraceae
14	*Celastrus paniculatus* Willd. (กระทงลาย)	Celastraceae

Table 1 (Cont.)

No.	Botanical name	Family
15	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb. (สมอพิเภก)	Combretaceae
16	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb. (สมอพิเภก)	Combretaceae
17	*Argyreia nervosa* (Burm.f.) Boj. (เครือเขาหลง)	Convolvulaceae
18	*Ipomoea pes-tigridis* L. (ขยุ้มตีนหมา)	Convolvulaceae
19	*Cheilocostus speciosus (J.Koenig) C.D.Specht* (เอื้องหมายนา)	Costaceae
20	*Momordica charantia* L. (มะระขี้นก)	Cucurbitaceae
21	*Cyperus rotundus* L. (หญ้าแห้วหมู)	Cypraceae
22	*Dioscorea hispida* Dennst. var. Hispida (กลอย)	Dioscoreaceae
23	*Shorea siamensis* Miq. (รัง)	Dipterocarpaceae
24	*Croton persimilis* Müll.Arg. (เปล้าหลวง)	Euphorbiaceae
25	*Dalbergia assamica* Benth. (เก็ดดำ)	Fabaceae
26	*Bauhinia saccocalyx* Pierre. (เสี้ยว)	Fabaceae
27	*Mimosa pudica* L. (ไมยราบเถา)	Fabaceae
28	*Flacourtia indica* (Burm.f.) Merr (ตะขบป่า)	Flacourtiaceae
29	*Tectona grandis* L.f. (สัก)	Lamianceae
30	*Cinnamomum porrectum* (Roxb.) (ข่าต้น, ขะแจ๊ะ)	Lauraceae
31	*Clerodendrum indicum* (L.) Kuntze (ไม้เท้ายายม่อม)	Lamiaceae
32	*Clerodendrum infortunatum* L. (นางแย้มป่า)	Lamiaceae
33	*Vitex pinnata* L. (ตีนนก)	Lamiaceae
34	*Pterocarpus macrocarpus* Kurz. (ประดู่ป่า)	Leguminosae
35	*Bauhinia scandens* L. (บันไดลิง)	Leguminosae
36	*Butea superba* Roxb. (กวาวเครือแดง)	Leguminosae
37	*Millettia brandisiana* Kurz (กระพี้จั่น)	Leguminosae
38	*Bauhinia strychnifolia* Craib. (ย่านางแดง)	Leguminosae
39	*Derris scandens* (Roxb.) Benth. (เถาวัลย์เปรียง)	Leguminosae
40	*Strychnos nux-vomica* L. (แสลงใจ)	Leguminosae
41	*Millettia brandisiana* Kurz (กระพี้จั่น)	Leguminosae-Papilionoideae
42	*Lygodium flexuosum* (L.) Sw. (ลิเภา)	Lygodiaceae
43	*Corchorus capsularis* L. (ปอกะเจา)	Malvaceae
44	*Chukrasia tabularisA*. Juss (ยมหิน)	Meliaceae
45	*Limacia triandra* Miers (ย่านาง)	Menispermaceae

Table 1 (Cont.)

No.	Botanical name	Family
46	*Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook.f.& Thomson (บอระเพ็ด)	Menispermaceae
47	*Melientha suavis* Pierre (ผักหวาน)	Opiliaceae
48	*Passiflora foetida* L. (กระทกรก)	Passifloraceae
49	*Antidesma puncticulatum* Miq. (มะเม่า)	Phyllanthaceae
50	*Polygonum odoratum* Lour. (ผักแผ้ว)	Polygonaceae
51	*Colubrina asiatica* (L.) Brongn. (คันทรง)	Rhamnaceae
52	*Ziziphus oenopolia* (L.) Mill. (เล็บเหยี่ยว)	Rhamnaceae
53	*Paederia linearis* Hook.f. (หญ้าตดหมา)	Rubiaceae
54	*Haldina cordifolia* (Roxb.) (ขว้าว)	Rubiaceae
55	*Catunaregam tomentosum*(Kurz)Bakh.f. (หนามแท่ง)	Rubiaceae
56	*Harrisonia perforata* (Blanco) Merr. (หนามจี้)	Rutaceae
57	*Hesperethusa crenulata* (Roxb.) M. Roem. (กระแจ๊ะ)	Rutaceae
58	*Sapindus rarak* DC. (มะคำดีควาย)	Sapindaceae
59	*Schleichera oleosa* (Lour.)Oken. (ตะคร้อ)	Sapindaceae
60	*Stemona tuberosa* Lour. (หนอนตายหยาก)	Stemonaceae
61	*Helicteres isora* L. (ปอบิด)	Sterculiaceae
62	*Tectona grandis* Linn.f. (สัก)	Verbenaceae
63	*Vitex pinnata* L. (ตีนนก)	Verbenaceae
64	*Ampelocissus martinii* Planch (องุ่นป่า)	Vitaceae
65	*Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schltr. (กระชายป่า)	Zingiberacea
66	*Curcuma parviflora* Wall. (กระเจียวขาว)	Zingiberacea

2. โครงสร้างทางด้านตั้ง

โครงสร้างทางด้านตั้งของป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม สามารถแบ่งชั้นเรือนยอดได้เป็น 3ชั้นได้แก่ เรือนยอดชั้นบนสูงประมาณ 12 - 18 เมตร ไม้ที่สำคัญในชั้นเรือนยอดนี้ ได้แก่ ประดู่ป่า สัก ปอบิด ยมหิน และรัง เป็นต้น เรือนยอดรองสูงประมาณ 6 - 10 เมตร พันธุ์ไม้ที่เด่นในชั้นเรือนยอดนี้มีการขึ้นปะปนกันระหว่างชนิดไม้ในเรือนยอดชั้นบนและพรรณไม้ที่สำคัญชนิดอื่นอีก ได้แก่ แดง ปอบิด ตีนนก เป็นต้น ส่วนเรือนยอดชั้นล่าง หรือระดับไม้พุ่มสูงน้อยกว่า 6 เมตร มีไม้ปรากฏอยู่ปริมาณน้อยและกระจายตัวอยู่ห่างๆ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยลูกไม้ของชนิดไม้เด่นในเรือนยอดชั้นบนและเรือนยอดชั้นรองขึ้นปะปนกันได้แก่ รัง ตะคร้อ ข่าต้น ขะแจ๊ะ ขว้าว กระพี้จั่น หนามแท่ง ตะคร่ำ เสี้ยว เป็นต้น (Figure 2)

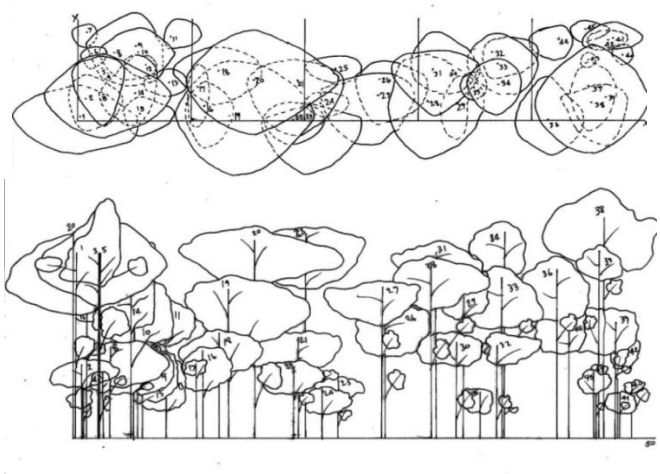


Figure 2 Profile diagram of Boonjam community forest

3. ชนิด ปริมาณ และการกระจายของพืชสมุนไพร

สำรวจพบพืชสมุนไพรไม้พื้นล่าง จำนวน 52 ชนิด 45 สกุล 32 วงศ์ มีความหนาแน่นทั้งหมด เท่ากับ 4729.17 ต้น/เฮกตาร์ ชนิดที่มีค่าความหนาแน่นมากที่สุด 5 อันดับ ได้แก่ สาบเสือ ไมยราบเถา หนามจี้ เล็บเหยี่ยว และกลอย มีค่าเท่ากับ 645.83, 375.00, 250.00, 208.33 และ 187.50 ต้น/เฮกตาร์ ตามลำดับ เมื่อประเมินความสำคัญของชนิดพืชสมุนไพรโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่า ชนิดที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก ได้แก่ สาบเสือ ไมยราบเถา หนามจี้ เล็บเหยี่ยว และกลอย มีค่าเท่ากับ 24.37, 12.93, 11.00, 9.41 และ 7.54 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Density (D; plant/ha), Frequency (F; %), Relative Density (RD; %), Relative Frequency (RF; %), and Importance Value Index (IVI; %) of herbs in Boonjam community forest.

No.	Botanical name	D	F	RD	RF	IVI
1	*Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob. (สาบเสือ)	645.83	150.00	13.66	10.71	24.37
2	*Mimosa pudica* L. (ไมยราบเถา)	375.00	70.00	7.93	5.00	12.93
3	*Harrisonia perforata* (Blanco) Merr. (หนามจี้)	250.00	80.00	5.29	5.71	11.00
4	*Ziziphus oenopolia* (L.) Mill. (เล็บเหยี่ยว)	208.33	70.00	4.41	5.00	9.41
5	*Dioscorea hispida* Dennst. var. Hispida (กลอย)	187.50	50.00	3.96	3.57	7.54
6	*Butea superba* Roxb. (กาวเครือแดง)	166.67	40.00	3.52	2.86	6.38
7	*Passiflora foetida* L. (กระทกรก)	125.00	50.00	2.64	3.57	6.21
8	*Derris scandens* (Roxb.) Benth. (เถาเอ็นอ่อน)	145.83	40.00	3.08	2.86	5.94
9	*Curcuma parviflora* Wall. (กระเจียวขาว)	104.17	50.00	2.20	3.57	5.77
10	*Corchorus capsularis* L. (ปอกะเจา)	104.17	50.00	2.20	3.57	5.77

Table 2 (Cont.)

No.	Botanical name	D	F	RD	RF	IVI
11	*Momordica charantia* L. (มะละขี้นก)	125.00	40.00	2.64	2.86	5.50
12	*Strophantus caudatus* (Linn.) Kurz. (ยางน่องเครือ)	145.83	30.00	3.08	2.14	5.23
13	*Paederia linearis* Hook.f. (หญ้าตดหมา)	83.33	40.00	1.76	2.86	4.62
14	*Bauhinia strychnifolia* Craib.(ย่านางแดง)	83.33	40.00	1.76	2.86	4.62
15	*Melientha suavis* Pierre (ผักหวานป่า)	104.17	30.00	2.20	2.14	4.35
16	*Vitex pinnata* L. (ตีนนก)	104.17	30.00	2.20	2.14	4.35
17	*Lygodium flexuosum* (L.) Sw. (ลิเภา)	83.33	30.00	1.76	2.14	3.90
18	*Elephantopus scaber* L. (โด่ไม่รู้ล้ม)	145.83	10.00	3.08	0.71	3.80
19	*Stemona tuberosa* Lour.(หนอนตายหยาก)	104.17	20.00	2.20	1.43	3.63
20	*Ipomoea pes-tigridis* L. (ขยุ่มตีนหมา)	62.50	30.00	1.32	2.14	3.46
21	*Millettia brandisiana* Kurz (กระพี้จั่น)	62.50	30.00	1.32	2.14	3.46
22	*Amorphophallus brevispathus* Gagnep. (บุกอีลอกเขา)	62.50	30.00	1.32	2.14	3.46
23	*Bauhinia scandens* L. (บันไดลิง)	83.33	20.00	1.76	1.43	3.19
24	*Antidesma puncticulatum* Miq. (มะเม่า)	83.33	20.00	1.76	1.43	3.19
25	*Strychnos nux-vomica* L. (แสลงใจ)	62.50	20.00	1.32	1.43	2.75
26	*Ellipeiopsis cherrevensis* (Pierre ex Finet & Gagnep.) R.E.Fr. (นมแมวป่า)	62.50	20.00	1.32	1.43	2.75
27	*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. (ผักเป็ด)	83.33	10.00	1.76	0.71	2.48
28	*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne. (ผักเชียงดา)	83.33	10.00	1.76	0.71	2.48
29	*Limacia triandra* Miers (ย่านาง)	41.67	20.00	0.88	1.43	2.31
30	*Hesperethusa crenulata* (Roxb.) M. Roem. (กระแจ๊ะ)	41.67	20.00	0.88	1.43	2.31
31	*Sapindus rarak* DC. (มะคำดีควาย)	41.67	20.00	0.88	1.43	2.31
32	*Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schltr. (กระช่ายป่า)	41.67	20.00	0.88	1.43	2.31
33	*Aristolochia kerrii* (กระเช้าปากเป็ด)	41.67	20.00	0.88	1.43	2.31
34	*Clerodendrum infortunatum* L. (นางแย้มป่า)	41.67	20.00	0.88	1.43	2.31
35	*Colubrina asiatica* (L.) Brongn.(คันทรง)	41.67	20.00	0.88	1.43	2.31
36	*Croton persimilis* Müll.Arg. (เปล้าหลวง)	41.67	20.00	0.88	1.43	2.31

Table 2 (Cont.)

No.	Botanical name	D	F	RD	RF	IVI
37	*Argyreia nervosa* (Burm.f.) Boj. (เถาวัลย์หลง)	41.67	20.00	0.88	1.43	2.31
38	*Cyperus rotundus* L. (หญ้าแห้วหมู)	62.50	10.00	1.32	0.71	2.04
39	*Polygonum odoratum* Lour. (ผักแผว)	62.50	10.00	1.32	0.71	2.04
40	*Clerodendrum indicum* (L.) Kuntze (ไม้เท้ายาม่อม)	41.67	10.00	0.88	0.71	1.60
41	*Miliusa velutina* (Dunal)Hook.f. & Thoms. (ขางหัวหมู)	41.67	10.00	0.88	0.71	1.60
42	*Derris scandens* (Roxb.) Benth. (เถาวัลย์เปรียง)	41.67	10.00	0.88	0.71	1.60
43	*Celastrus paniculatus* Willd. (กระทงลาย)	41.67	10.00	0.88	0.71	1.60
44	*Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hook.f.& Thomson (บอระเพ็ด)	41.67	10.00	0.88	0.71	1.60
45	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb. (สมอพิเภก)	20.83	10.00	0.44	0.71	1.15
50	*Ampelocissus martinii* Planch (องุ่นป่า)	20.83	10.00	0.44	0.71	1.15
51	*Amorphophallus konjac* K.Koch (บุกป่า)	20.83	10.00	0.44	0.71	1.15
52	*Rhinacanthus nasutus* (L.) Kurz (ทองพันชั่ง)	20.83	10.00	0.44	0.71	1.15
	Total	**4729.17**	**1400**	**100**	**100**	**200**

4. ภูมิปัญญาท้องถิ่นการใช้สมุนไพรของชุมชน

จากการสัมภาษณ์คุณหมอชาลี ขวัญเมือง นายแพทย์แผนไทย ด้านภูมิปัญญาการใช้การใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรในป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม พบว่า 10 อันดับที่มีการใช้มากที่สุด ได้แก่ โด่ไม่รู้ล้ม กระแจ๊ะ สมอพิเภก เปล้าหลวง กวาวเครือ เถาวัลเปรียง เล็บเหยี่ยว มะคำดีควาย กระชายป่า และหนอนตายหยาก ซึ่งหมอยาพื้นบ้านและชาวบ้านนำไปใช้ประโยชน์โดยตรงและนำไปเป็นส่วนผสมในการปรุงยาแผนโบราณ (Table 3)

Table 3 Top ten ranking of herbs utilization's local wisdom from Boonjam Community forest

Rank	Botanical name	family	properties
1	*Elephantopus scaber* L. (โต้ไม่รู้ล้ม)	Asteraceae	ช่วยบำรุงกำลัง มีสรรพคุณรักษาไข้จับสั่นหรือไข้มาเลเรีย แก้ดีซ่านช่วยขับปัสสาวะ รักษาอาการเหน็บชา
2	*Hesperethusa crenulata* (Roxb.) M. Roem. (กระแจ๊ะ)	Rutaceae	แก่นมีรสจืดและเย็น นำมาดองกับเหล้าใช้กินเป็นแก้กษัยได้ อาการป่วยที่เกิดจากหลายสาเหตุ ทำให้ร่างกายเสื่อม โทรม ซูบผอม และโลหิตจาง
3	*Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb. (สมอพิเภก)	Combretaceae	ช่วยในการขับถ่าย เป็นยาระบายอ่อนๆ รักษาโรคริดสีดวงทวารหนัก แก้โรคบิด ท้องร่วง ท้องเดิน และช่วยขับปัสสาวะ
4	*Croton persimilis* Müll.Arg. (เปล้าหลวง)	Euphorbiaceae	ช่วยแก้อาการวิงเวียน ช่วยทำให้เลือดไหลเวียนดีขึ้น ด้วยการใช้ใบเข้ายากับใบหนาด ตะไคร้หอม และเครือส้มลม ใช้ต้มกับน้ำดื่มและอาบ
5	*Butea superba* Roxb. (กวาวเครือแดง)	leguminosae	ช่วยบำรุงฮอร์โมนเพศชาย บำรุงร่างกาย บำรุงผิวพรรณ ช่วยชะลอความแก่ ช่วยบำรุงกระดูกและฟัน ลดอาการปวดเมื่อยและป้องกันโรคอัลไซเมอร์
6	*Derris scandens* (Roxb.) Benth. (เถาวัลย์เปรียง)	Leguminosae	เถาใช้ต้มรับประทานเป็นยาถ่ายกระษัย ขับเสมหะ รากเป็นยาอายุวัฒนะ
7	*Ziziphus oenopolia* (L.) Mill. (เล็บเหยี่ยว)	Rhamnaceae	ใช้ลำต้น ตากแห้งผสมกับเปลือกลำต้นนางพญาเสือโคร่ง ลำต้นฮ่อพานควย แก่งฝาง ข้าวหลามดง จะค่าน โด่ไม่รู้ล้ม ตานเหลือง ม้ากระทืบโรง ไม้มะดูก และหัวยาข้าวเย็น นำมาต้มกับน้ำดื่มเป็นยาบำรุงกำลัง
8	*Sapindus rarak* DC. (มะคำดีควาย)	Sapindaceae	ใช้เป็นยาลดไข้ แก้หอบเนื่องจากปอดชื้น ปอดบวม แก้พิษโรคหัดและอีสุกอีใส ช่วยรักษาโรคผิวหนัง
9	*Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schltr. (กระชายป่า)	Zingiberaceae	เป็นยาอายุวัฒนะทำให้ร่างกายแข็งแรง โดยใช้หัวตากแห้งนำมาบดละเอียดละลายผสมกับน้ำผึ้งแล้วปั้นเป็นยาลูกกลอนกินเป็นประจำก่อนอาหารเช้าและเย็น
10	*Stemona tuberosa* Lour. (หนอนตายหยาก)	Stemonaceae	รักษาโรคริดสีดวงทวารหนัก รักษาอาการวัณโรค รักษาโรคจิ๊ด โรคหิดและกำจัดเหา รักษาโรคผิวหนังและขับพยาธิ และแก้ปวดฟัน

สรุป

จากการศึกษา พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 66 ชนิด 41 สกุล 48 วงศ์ อยู่ในวงศ์ LEGUMINOSAE มากที่สุด ลองลงมาได้แก่ LAURACEAE และ RUBIACEAE โครงสร้างทางด้านตั้ง เรือนยอดชั้นบนสูง ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ประดู่ป่า สัก ปอบิด ยมหิน และรัง เป็นต้น เรือนยอดรอง พันธุ์ไม้ที่เด่น ได้แก่ แดง ปอบิด ตีนนก เป็นต้น ส่วนเรือนยอดชั้นล่าง ชนิดไม้เด่น ได้แก่ รัง ตะคร้อ ข่าต้น ขะแจ๊ะ ขว้าว กระพี้จั่น หนามแท่ง ตะคร่ำ เสี้ยว เป็นต้นพืชสมุนไพรไม้พื้นล่าง พบทั้งหมด 52 ชนิด 45 สกุล 32 วงศ์ พืชสมุนไพรที่พบมีค่าความหนาแน่นทั้งหมด เท่ากับ 4729.17 ต้น/เฮกตาร์ ชนิดที่มีค่าความหนาแน่นมากที่สุด 5 อันดับ คือ สาบเสือ (645.83) ไมยราบเถา (375) หนามจี้ (250) เล็บเหยี่ยว (208.33) และกลอย (187.50) ชนิดที่มีค่าความถี่มากที่สุด 5 อันดับแรก คือ สาบเสือ (150%) ไมยราบเถา (70%) หนามจี้ (80%) เล็บเหยี่ยว (70%) และกลอย (50%) ตามลำดับ ชนิดที่มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์มากที่สุด 5 อันดับแรก คือ สาบเสือ (13.66%) ไมยราบเถา (7.93%) หนามจี้ (5.71%) เล็บเหยี่ยว (4.41%) และกลอย (3.96%) ตามลำดับ ชนิดที่มีค่าความถี่สัมพันธ์มากที่สุด 5 อันดับแรก คือ สาบเสือ (10.17%) ไมยราบเถา (5%) หนามจี้ (5.71%) เล็บเหยี่ยว (5%) และกลอย (3.57%) ตามลำดับและชนิดที่มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของชนิดไม้มากที่สุด 5 อันดับแรก คือ สาบเสือ (24%) ไมยราบเถา (12%) หนามจี้ (11%) เล็บเหยี่ยว (9%) และกลอย (7.54%) ตามลำดับเนื่องจากพืชทั้ง 5ชนิดนี้เป็นพืชล้มลุกสามารถขึ้นได้ทุกที่พื้นทั้งที่ชื้น และที่แห้งแล้ง มีความทนทานต่อสภาพอากาศจึงมีการกระจายพันธุ์ทั่วป่าเบญจพรรณ ทำให้มีค่าความหนาแน่น ความถี่ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์มาก พืชสมุนไพรพืชสมุนไพรที่พบนอกจากใช้ประโยชน์ในด้านเป็นบำบัดรักษาโรคและบำรุงร่างกายให้แข็งแรง แล้วยังสามารถใช้เป็นพืชอาหารพื้นบ้านไดอีกด้วย การใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรส่วนมากชาวบ้านใช้เป็นลักษณะการนำมาประกอบอาหาร เช่นพืชผักต่างๆ ส่วนการนำมาประกอบยานั้นจากข้อมูลของหมอยาพื้นบ้านพบว่า ในป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม พบสมุนไพรที่หายากและเป็นที่นิยม ได้แก่ เถาวัลย์เปรียง ทองพันชั่ง สมอพิเภก กวาวเครือแดง มะคำดีควาย และกระเจียวขาว แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของสังคมพืชหลังจากการสัมปทานป่าและประชาชนร่วมกันบริหารจัดการป่าโดยชุมชนเอง สามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพให้กับป่าไม้ได้

จากผลข้างต้นจะเห็นได้ว่า มีสมุนไพรที่นิยมใช้ทั้งหมด 10 ชนิด ในขณะที่สมุนไพรเหล่านี้พบได้ค่อนข้างน้อยในพื้นที่ศึกษา เช่น สมอพิเภก มีความหนาแน่น เท่ากับ 20.83 ต้น/เฮกตาร์ มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) อยู่ในระดับที่ 1.15เถาวัลย์เปรียง มีความหนาแน่น เท่ากับ 41.67 ต้น/เฮกตาร์ มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) อยู่ในระดับที่ 1.60 และโด่ไม่รู้ล้ม มีความหนาแน่น เท่ากับ 145.83 ต้น/เฮกตาร์ มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) อยู่ในลำดับที่ 3.80 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณของสมุนไพรเหล่านี้ มีความผกผันกับปริมาณการใช้ ดังนั้นจึงควรมีการเร่งให้มีการจัดทำแผนหรือแนวทางการอนุรักษ์หรือขยายพันธุ์ของสมุนไพรดังกล่าว เช่น รูปแบบการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชนอกถิ่นที่อยู่ (Ex situ conservation)โดยการขยายพันธุ์พืชโดยการนำไปปลูกในพื้นที่ที่สามารถดูแลได้อย่างดีจากแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ ไปปลูกในพื้นที่แห่งใหม่ที่ไม่มีความเสี่ยงต่อการสูญหายของพันธุกรรมเดิม (Zobel and Talbert, 1984) การทำสวนพฤกษศาสตร์ในชุมชนและโครงการพัฒนาป่าชุมชนในรูปแบบป่าพื้นบ้านอาหารชุมชน (Food bank) รวมทั้งเผยแพร่ข้อมูลด้านสมุนไพรเพื่อสร้างความตระหนักให้ประชาชนรู้คุณค่าร่วมกันอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย (Habitat) ของพืชสมุนไพร ปลูกเพิ่มให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ประโยชน์สามารถพัฒนาต่อยอดด้านด้านเภสัชกรรม ด้านเกษตรกรรม และด้าน

อุตสาหกรรม ซึ่งจะนำไปสู่การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน รวมทั้งการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คงไว้ในชนรุ่นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณจิรพัฒน์ แจ่มรัตนโสภิณ ผู้ใหญ่บ้านหมู่บ้านบุญแจ่ม คุณหมอชาลี ขวัญเมือง แพทย์แผนไทย คุณสันติ วงศ์ศรี ปราชญ์ชาวบ้านและชาวบ้านบุญแจ่มทุกท่าน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกศริน มณีนูน. 2554. **ภูมิปัญญาการใช้สมุนไพรของหมอพื้นบ้านในจังหวัดพัทลุง**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ดอกรัก มารอดและอุทิศ กุฏอินทร์. 2552. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. โรงพิมพ์อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันท์. 2557. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.** สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยอนุรักษ์ป่าไม้ และพรรณพืช, กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

เสมอ ลิ้มชูวงค์. 2540**. การเตรียมความพร้อมของเจ้าหน้าที่รัฐ**. (คำบรรยาย ในการฝึกอบรม วันที่ 18-12 มีนาคม 2540 ณ โรงแรมเวียงอินทร์ จังหวัดเชียงราย).

วัชรพงศ์ บุหลนพฤกษ์. 2543. **การดำเนินการโครงการจัดตั้งป่าชุมชนของบ้านแม่หาร จังหวัดแม่ฮ่องสอน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

วุฒิ วุฒิธรรมเดช. 2540. **สารานุกรมสมุนไพรรวมหลักเภสัชกรรมไทย**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

Magurran, A.E. 2004. **Measuring Biological Diversity.** Blackwell Publishing, Victoria, Asutralia.

Zobel, B.J. and J.T. Talbert. 1984.**Applied Forest Tree Improvement**. John Wiley & Sons.

การปรับตัวในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนบ้านวัดจันทร์ อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่

Community Adaptation for Forest Resources Utilization in Watchan Village, GalyaniVadhana District, Chaing Mai Provience

รัชนี โพธิแท่น[1*] และ นิตยา เมี้ยนมิตร[1]

Rachanee Pothitan[1*] and NitayaMianmit[1]

[1]ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[*]Corresponding Author; E-mail: **rachanee53@gmail.com**

บทคัดย่อ

บ้านวัดจันทร์เป็นชุมชนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าสนวัดจันทร์ มีการใช้ประโยชน์และการจัดการทรัพยากรป่าไม้โดยใช้จารีตประเพณี แต่สถานการณ์ต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้และการปรับตัวภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตการณ์โดยตรง การจัดทำแผนที่ชุมชน การสำรวจด้วยแบบสัมภาษณ์จากกลุ่มตัวอย่าง 165 ครัวเรือน ซึ่งพบว่า บ้านวัดจันทร์มีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ไม้ใช้สอยในการปลูกสร้างที่อยู่ (ปริมาณเฉลี่ย 6.5 ลบ.ม./ครัวเรือน) ไม้ฟืน (ปริมาณเฉลี่ย 2.9 ลบ.ม./ครัวเรือน/ปี) ของป่าชนิดต่าง ๆ และการใช้เป็นพื้นที่เลี้ยงสัตว์ ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์จากป่า ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของประชากร การบังคับใช้กฎหมายที่เข้มงวดขึ้น ทรัพยากรป่าไม้ที่ลดน้อยลง ความเจริญและความเป็นเมือง อาชีพที่หลากหลาย คนรุ่นใหม่ได้รับการศึกษาที่ดีขึ้น ทำให้มีการปรับตัวในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ เช่น การใช้วัสดุอื่น ๆ ร่วมกับไม้ในการก่อสร้างหรือใช้ไม้สนที่หาได้ง่ายในพื้นที่ กรณีไม้ฟืนมีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า และเตาแก๊สช่วยในการประกอบอาหาร หรือใช้ไม้ฟืนที่หาได้ง่ายในพื้นที่ มีการซื้ออาหารจากร้านค้าหรือแหล่งอื่น ๆ แทนการเข้าไปเก็บหาของป่ามาเป็นอาหาร พื้นที่ป่าที่มีความสำคัญต่อการใช้ประโยชน์ ได้แก่ ป่าหัวไร่ปลายนา และป่าใช้สอยของชุมชน

คำสำคัญ: การปรับตัวของชุมชน การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ ป่าสนวัดจันทร์

ABSTRACT

Watchan Village is an indigenous community located in the Watchan pine forest. The villagers had utilized and managed forest resources according to their customary law. However, the community are currently under threat as several environmental and social situations have been changed. Therefore, villagers need to adjustment their forest resources usage. This study investigated

forest resources utilization and community adaptation under various constraints. We collected data via in-depth interview, direct observation, community mapping and focus group discussion of 1 6 5 households. The results showed that the community used forest resources for several purposes such as using wood for housing (average 6.5 m^3/household), using firewood for fuel (average 2.9 m^3/household/year), collecting non-timber forest products and using forest area for animal husbandry. In addition, it was revealed that recent forest utilization was limited by increase of population, stringent of law enforcement and decrease of forest products. With city development and more education of the new generations, the community has adjusted their forest resources utilization by using other materials or pine wood for house construction, using of electrical appliances or gas stove for cooking, and buying food instead of collecting NTFPs for food. Lastly, this study indicated that the most important forest areas for community usage were household forest and community forest.

Keywords: community adaptation, forest resources utilization, Watchan pine forest

คำนำ

บ้านวัดจันทร์ เป็นชุมชนเก่าแก่ ตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าสนวัดจันทร์สันนิษฐานว่าชาติพันธุ์ลัวะได้ร่วมกันสร้างวัดและเจดีย์มาแล้วประมาณ 300 ปี แต่ได้ทิ้งร้างไป ต่อมามีชนเผ่าปกาเกอะญอเข้ามาตั้งถิ่นฐาน โดยมีหลักฐานการบูรณะวัดจันทร์ของพระครูบาศรีวิชัย เมื่อปี พ.ศ. 2473 (พร้อมพล, 2555) ป่าสนวัดจันทร์ประกาศเป็นพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ เมื่อปี พ.ศ. 2517 สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าสน มีไม้สนธรรมชาติสองชนิด ได้แก่ สนสองใบ (*Pinus merkusii*) และสนสามใบ (*Pinus kesiya*) และมีพันธุ์ไม้อื่น ๆ ขึ้นผสม เช่น ก่อ เต็ง รัง เหียง พลวงเป็นต้น นอกจากนั้นยังมีป่าดิบเขาที่เป็นพื้นที่ต้นน้ำสำคัญของลำน้ำแม่แจ่มคนในชุมชนมีความผูกพันกับป่าใช้ประโยชน์และดูแลป่ามาอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยจารีตประเพณี และความเชื่อจนกลายเป็นวิถีชีวิตคนกับป่า

อย่างไรก็ตามชุมชนได้รับผลกระทบจากสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป นโยบายและการบังคับใช้กฎหมายของภาครัฐมีความเข้มงวดในการใช้ประโยชน์จากป่ามากขึ้น ที่ดินทำกินถูกจำกัด สิทธิการถือครองที่ดินและป่าหัวไร่ปลายนายังไม่ได้รับการรับรองอย่างเป็นทางการ จำนวนประชากรในหมู่บ้านเพิ่มขึ้น กอปรกับการจัดตั้งพื้นที่ตำบลบ้านจันทร์ ตำบลแจ่มหลวง และตำบลแม่แดดเป็นอำเภอกัลยาณิวัฒนา ทำให้บ้านจันทร์เป็นที่ตั้งของหน่วยงานราชการหลายหน่วยงานพร้อมๆ กับการมีนโยบายให้ป่าสนวัดจันทร์เป็นพื้นที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติแห่งใหม่ของจังหวัดเชียงใหม่ ทำให้มีคนจากภายนอกเข้ามาตั้งถิ่นฐานในชุมชนเพิ่มขึ้น แม้มีสภาพการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปแต่คนในชุมชนยังคงมีความจำเป็นในการใช้ประโยชน์จากป่า โดยเฉพาะไม้ฟืน และไม้ใช้สอยในการสร้างที่อยู่อาศัย รวมทั้งการเก็บหาของป่าอื่น ๆ

บทความนี้จึงสนใจว่าชุมชนมีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ในด้านต่าง ๆ อย่างไร ปัจจุบันมีข้อจำกัดอะไรบ้างในการใช้ประโยชน์ และชุมชนมีการปรับตัวอย่างไรในสถานการณ์ดังกล่าว ซึ่งผลการศึกษาจะนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำความเข้าใจสภาพการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้เพื่อหาแนวทางในการจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่าง ๆ บนพื้นฐานการยอมรับในภูมิปัญญาและกฎกติกาของท้องถิ่นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้วิธีการต่าง ๆ ได้แก่ 1) การสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ให้ข้อมูลหลัก เช่น ผู้อาวุโสในชุมชน ผู้นำชุมชน และผู้ที่ใช้ประโยชน์จากป่า เป็นต้น ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ ความรู้ท้องถิ่น ปัญหาและข้อจำกัดต่าง ๆ โดยใช้แนวคำถาม (Guideline question) เป็นแนวทางในการสัมภาษณ์ 2) การสังเกตการณ์โดยตรง เป็นการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นในชุมชนทั้งลักษณะทั่วไปของพื้นที่ ทรัพยากรป่าไม้ พฤติกรรมการใช้ประโยชน์ของคนในชุมชน เช่นการเก็บหาและใช้ประโยชน์ด้านไม้ฟืน ไม้ก่อสร้าง และของป่าต่าง ๆ 3) แผนที่ชุมชน เพื่อจัดทำข้อมูลการตั้งถิ่นฐานของชุมชน จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ในพื้นที่ ปัญหา ข้อจำกัด และการปรับตัวในด้านการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแบบสัมภาษณ์ และได้ทำการทดสอบแบบสัมภาษณ์ (Try out) ในชุมชนใกล้เคียงเพื่อปรับปรุงข้อคำถามและการจัดเรียงข้อคำถามให้ง่ายต่อการสัมภาษณ์ ทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างจำนวน 165 ครัวเรือน จากครัวเรือนที่อาศัยอยู่จริงในพื้นที่ประมาณ 180 ครัวเรือน หรือคิดเป็นร้อยละ 90 ของครัวเรือนที่อาศัยอยู่จริงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา เช่น ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ เป็นต้น

ผลและวิจารณ์

1. ข้อมูลทั่วไปของบ้านวัดจันทร์

บ้านวัดจันทร์ ประกอบด้วย 2 กลุ่มบ้านคือ บ้านวัดจันทร์ และบ้านห้วยอ้อ ซึ่งตั้งอยู่ห่างกันประมาณ 5 กิโลเมตร เป็นที่ตั้งของโรงพยาบาลวัดจันทร์ เฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ และโครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ โดยมีวัดจันทร์เป็นศูนย์กลางของชุมชน มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 17,724 ไร่ แยกเป็นพื้นที่อาศัย 374 ไร่ พื้นที่เกษตร 2,265 ไร่ พื้นที่ป่าไม้ 14,888 ไร่ แหล่งน้ำ 114 ไร่ และพื้นที่อื่น ๆ ประมาณ 83 ไร่ (พร้อมพล, 2555) มีครัวเรือนตามทะเบียนบ้าน 340 ครัวเรือน มีประชากรทั้งสิ้น 794 คน จำแนกเป็นเพศชาย 424 คน เพศหญิง 370 คน (องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านจันทร์, 2560) แต่จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามพบว่า ครัวเรือนที่อยู่จริงในพื้นที่และมีการใช้ทรัพยากรป่าไม้ในด้านต่าง ๆ มีประมาณ 180 ครัวเรือนเท่านั้น บางครัวเรือนมีบ้านหลายหลัง ซึ่งบ้านหลังใหม่จะมีการขอทะเบียนบ้านเพื่อให้สะดวกต่อการขอใช้สาธารณูปโภคต่าง ๆ

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ปกาเกอะญอ (ร้อยละ 96.4) นับถือศาสนาพุทธ (ร้อยละ 97.6) มีอายุอยู่ระหว่าง 31-40 ปี ร้อยละ 36.4 รองลงมา ช่วงอายุ 41-50 ปี ร้อยละ 20.0 และยังพบกลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุ 51-60 ปี และมากกว่า 60 ปี ถึง ร้อยละ 17.0 และ 14.5 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับระดับการศึกษา ที่พบว่า กลุ่มตัวอย่างถึง ร้อยละ 30.9 ที่ไม่ได้รับการศึกษาในระบบ เนื่องจากในอดีตพื้นที่บ้านวัดจันทร์อยู่ห่างไกล มีเส้นทางคมนาคมยากลำบาก ทำให้กลุ่มตัวอย่างที่สูงอายุไม่ได้เข้าโรงเรียนตามที่ภาครัฐกำหนด อย่างไรก็ตามแนวโน้มการศึกษาของคนในชุมชนดีขึ้น ดังเช่นมีกลุ่มตัวอย่างจบการศึกษาระดับประถม ร้อยละ 28.7 จบมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 13.3 จบมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 15.2 และจบระดับปริญญาตรี ร้อยละ 7.9

การตั้งถิ่นฐาน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในชุมชนมาตั้งแต่เกิดถึง ร้อยละ 74.5 และเป็นกลุ่มที่อพยพมาจากที่อื่น ร้อยละ 25.5 โดยส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่ย้ายเข้ามาเพื่อแต่งงานกับคนในหมู่บ้านมากที่สุด และบางส่วนอพยพเข้ามาเพื่อประกอบอาชีพ โดยเฉพาะการค้าขาย อย่างไรก็ตามอาชีพสำคัญของคนในชุมชนยังอยู่ในภาคเกษตรกรรม ได้แก่ การทำนาการทำสวน การทำไร่หมุนเวียน และการเลี้ยงสัตว์ นอกจากนั้นยังมีอาชีพรับจ้างทั่วไป ค้าขาย โดยพบว่ามีรายได้เฉลี่ยประมาณ 87,745 บาท/ครัวเรือน/ปี

2. การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้

ชุมชนบ้านวัดจันทร์มีวิถีชีวิตที่ผูกพันอยู่กับป่ามาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน แม้นว่าความเจริญจะนำการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเข้ามาสู่ชุมชนแต่คนในชุมชนยังคงมีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้อยู่เช่นเดิม หากได้ปรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ไปบ้าง สิ่งที่พิสูจน์ได้อย่างหนึ่งว่าชุมชนมีการใช้ประโยชน์และจัดการป่าไม้อย่างดี คือการที่ชุมชนยังคงสามารถรักษาพื้นที่ป่าไม้ไว้ได้เป็นจำนวนมาก ดังผลการแปลภาพถ่ายดาวเทียมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (2559) หรือ GISTDAเมื่อปี 2547-2558 เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ของตำบลบ้านจันทร์ พบว่าในรอบ 12 ปี มีพื้นที่ป่าไม้ลดลงเพียง ร้อยละ 0.9 เท่านั้น การดูแลจัดการป่าใช้ฐานความเชื่อในสิ่งศักดิ์ สิ่งเหนือธรรมชาติ เป็นกลไกควบคุมพฤติกรรมการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ เช่น ความเชื่อว่า สรรพสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่บนโลกใบนี้ มีเจ้าของปกปักรักษาอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นสายน้ำ ผืนดิน ผืนป่า การมีป่าหวงห้ามตามความเชื่อว่าเป็นป่าที่มีวิญญาณชั่วร้ายสิงสถิตหรือเป็นทางผ่านของภูตผี เช่น ป่าที่มีต้นไม้ขนาดเท่ากันจำนวนมาก ๆ หรือเป็นป่าที่มีต้นไม้โตเต็มที่ ซึ่งส่วนใหญ่ป่าต้นน้ำ พื้นที่ลักษณะนี้จะห้ามเข้าไปทำไร่ ตัดไม้ หรือใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์ หรือการใช้ประโยชน์จากต้นไม้ จะไม่ใช้ไม้ที่มีลักษณะเป็นสองนาง ไม้ที่ล้มเองตามธรรมชาติแบบถอนรากถอนโคน หรือไม่ตัดไม้ในพื้นที่ป่าหวงห้าม เนื่องจากเชื่อว่ามีผี เมื่อนำมาสร้างบ้านจะทำให้เจ้าของอยู่อย่างไม่มีความสุข (พร้อมพล, 2555)

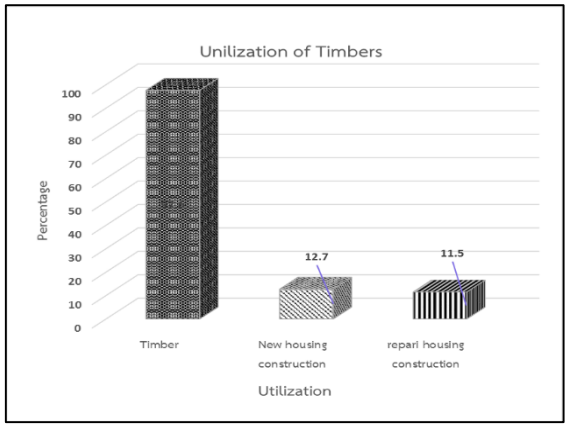
การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์จากป่าหลากหลายประเภท ได้แก่ ไม้ใช้สอยในการสร้างที่อยู่อาศัย(ร้อยละ 97.6) ไม้ฟืน (95.2) ของป่าอื่น ๆ โดยเฉพาะของป่าที่ใช้เป็นอาหาร

(ร้อยละ 73.3) นอกนั้นยังพบว่ามีการใช้ประโยชน์ป่าเพื่อเป็นแหล่งต้นน้ำ (ร้อยละ 52.1) และเป็นพื้นที่เลี้ยงสัตว์ (ร้อยละ 35.8) ซึ่งมีรายละเอียดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 การใช้ประโยชน์ไม้ก่อสร้าง

ในกรณีการใช้ไม้เพื่อการก่อสร้าง กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ตอบว่าครัวเรือนของตนเองมีการใช้ประโยชน์ไม้เพื่อนำมาก่อสร้างหรือซ่อมแซมที่อยู่อาศัย เมื่อมีคำถามต่อเนื่องว่าครัวเรือนมีการใช้ไม้ในการสร้างที่อยู่อาศัยใหม่ในรอบปีที่ผ่านมาหรือไม่ พบว่ามีครัวเรือนตัวอย่างสร้างที่อยู่อาศัยใหม่เพียงร้อยละ 12.7 และนำไม้มาใช้ซ่อมแซมที่อยู่อาศัย มีเพียงร้อยละ 11.5 เท่านั้น (Figure 1) เมื่อพิจารณาถึงอายุของบ้านที่กลุ่มตัวอย่างสร้างเพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยพบว่า มีถึงร้อยละ 55.8 ที่บ้านมีอายุไม่เกิน 10 ปี (Figure 2) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการประกาศจัดตั้งให้เป็นอำเภอกัลยาณิวัฒนา บ้านหลายหลังที่ไม่มีคนอยู่อาศัย หรือสร้างขึ้นเพื่อให้เป็นบ้านเช่า โดยกลุ่มตัวอย่างให้เหตุผลว่า สร้างไว้ให้ลูก ด้วยเกรงว่าในอนาคตจะไม่สามารถตัดไม้มาใช้ประโยชน์ได้ เพราะเริ่มมีความเข้มงวดในการนำไม้ออกมาใช้ในการก่อสร้างมากขึ้น โดยพบว่ามีการใช้ไม้ในการก่อสร้างบ้านเฉลี่ย 6.5 ลบ.ม./ครัวเรือน นอกจากนั้นยังพบว่าไม้ที่นิยมนำมาใช้ในการทำเสาบ้าน หรือโครงสร้างที่รับน้ำหนัก เช่น ไม้พลวง ไม้เต็งเนื่องจากมีความแข็งแรง อายุการใช้งานนาน กลับมีจำนวนลดน้อยลง หายากมากขึ้นปัจจุบันไม้สนจึงเป็นชนิดไม้หลักที่นิยมนำใช้ในการก่อสร้างบ้าน

การได้มาของไม้ในการก่อสร้าง พบว่า ร้อยละ 81.2 ตัดและแปรรูปไม้ด้วยตนเอง แต่มีถึง ร้อยละ 12.7 ที่มีการซื้อไม้มาเพื่อใช้ในการสร้างบ้าน และ ร้อยละ 6.1 ทั้งตัดเองและซื้อไม้ โดยจะมีคนรับตัดไม้ให้กับคนในชุมชนที่ต้องการสร้างบ้าน จากการสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่า การตัดไม้ดังกล่าวจะเป็นการซื้อขายให้เฉพาะคนในชุมชนเท่านั้น เมื่อถามถึงแหล่งที่มาของไม้ใช้สอย พบว่าครัวเรือนต่าง ๆ มีการใช้ไม้จากหลายแหล่ง สิ่งที่น่าสนใจคือ ร้อยละ 71.9 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด นำไม้มาจากป่าหัวไร่ปลายนาของตนเอง ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียงที่ดินทำกินของครัวเรือน และครัวเรือนได้ดูแลรักษาพื้นที่ดังกล่าวไว้ ทั้งนี้คนภายในชุมชนจะรับรู้ว่าบริเวณใดเป็นป่าหัวไร่ปลายนาของครัวเรือนใด แม้นไม่มีขอบเขตที่แน่นอน แต่จะไม่มีการละเมิดตัดไม้ในพื้นที่ป่าของครัวเรือนอื่นเว้นแต่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของพื้นที่ นอกจากนั้นกลุ่มตัวอย่างอีก ร้อยละ 59.9 ตัดไม้จากป่าใช้สอยของหมู่บ้าน และอีกร้อยละ 20.5 ตัดไม้ในเขตป่าลึกนอกเขตหมู่บ้าน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ยังคงมีไม้คุณลักษณะดีอยู่ แต่ปัจจุบันทำได้ยากมากขึ้น ทั้งนี้ชุมชนมีกฎกติกาในการใช้ประโยชน์ไม้ก่อสร้าง เช่น ห้ามตัดไม้ในป่าอนุรักษ์ของหมู่บ้าน ต้องแจ้งคณะกรรมการหมู่บ้านให้พิจารณา การขนย้ายไม้ต้องแจ้งให้คณะกรรมการหมู่บ้านทราบทุกครั้ง ถ้าไม่มีการแจ้งเมื่อถูกเจ้าหน้าที่ป่าไม้จับกุมจะไม่มีการช่วยเหลือใดๆ เป็นต้น



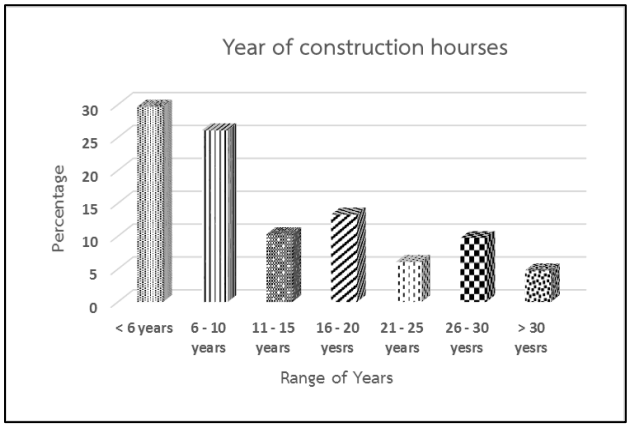


Figure 1 the utilization of constructing timbers **Figure 2**the year of construction houses

2.2 การใช้ประโยชน์ไม้ฟืน

ไม้ฟืนเป็นทรัพยากรจากป่าที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของชุมชนบ้านวัดจันทร์และหมู่บ้านอื่น ๆ ในอำเภอกัลยาณิวัฒนา เนื่องจากตั้งอยู่ในพื้นที่สูง มีอากาศหนาวเย็นเกือบตลอดทั้งปี ไม้ฟืนจึงเป็นแหล่งพลังงานสำคัญในการประกอบอาหาร ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย คลายความหนาว ใช้ในการเตรียมอาหารสัตว์ เช่น ต้มข้าวหมู และการสุมไฟให้สัตว์เลี้ยง ซึ่งพบว่ามีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ไม้ฟืนสูงถึงร้อยละ 95.2 (Figure 3) โดยเก็บหาไม้ฟืนมาใช้ประโยชน์ด้วยตนเอง ร้อยละ 82.8 และซื้อไม้ฟืนมาใช้ประโยชน์ ร้อยละ 17.2 พื้นที่ที่กลุ่มตัวอย่างนิยมไปเก็บหาฟืน ได้แก่ พื้นที่หัวไร่ปลายนา (ร้อยละ 70.0) รองลงมาคือ พื้นที่ป่าใช้สอย (ร้อยละ 44.6) และจากสวนไม้ผลของตนเอง (ร้อยละ 25.4) ตามลำดับ ปริมาณการใช้ไม้ฟืนเฉลี่ยประมาณ 2.9 ลูกบาศก์เมตร/ครัวเรือน/ปี ชนิดพันธุ์ไม้ที่นิยมนำมาเป็นไม้ฟืน ได้แก่ ไม้ก่อ ไม้สน ทั้งสองชนิด และไม้อื่น ๆ ที่สามารถหาได้ในพื้นที่ ส่วนใหญ่จะใช้ไม้ที่ล้มแล้วมาทำเป็นฟืน ทั้งนี้พบว่า การเก็บหาไม้ฟืนมาใช้ประโยชน์ของกลุ่มตัวอย่างจะคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้ 1) คุณสมบัติของไม้ในการทำฟืน เช่น ติดไฟง่าย และอยู่ได้นาน เป็นถ่านดี มีควันน้อย 2) ลักษณะของไม้ที่จะนำมาทำฟืน เช่น เป็นไม้เนื้อแข็ง ไม้ล้มหรือตายแล้ว ไม้แห้ง 3) การเก็บหา เช่น สะดวกในการเก็บหา หาได้ง่าย ทั้งนี้พบว่า ไม้ที่มีคุณสมบัติดีในการนำมาเป็นไม้ฟืน คือไม้ ก่อ เนื่องจากติดไฟได้ดี คุเป็นถ่านได้นาน แต่ปัจจุบันหาได้ยากขึ้น กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จึงนิยมใช้ไม้ฟืนที่หาได้สะดวก มีจำนวนมาก ได้แก่ สนสองใบ และสนสามใบ แม้นคุณสมบัติในการทำเป็นไม้ฟืนจะไม่ดีเท่าไม้ก่อก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Taran *et.al.* (2016) ที่ศึกษาถึงรูปแบบการใช้ไม้ฟืนของชุมชนในแคว้นชัยปุระ ทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย โดยพบว่า ไม้ที่ชุมชนนิยมนำมาใช้ทำฟืน ได้แก่ ชนิดไม้ที่หาได้ง่าย แห้งเร็ว ให้ความร้อนสูง และมีควันน้อย ชนิดพันธุ์ไม้ที่นิยมนำมาใช้ทำฟืน ได้แก่ สัก (*Tectona grandis*) สาละอินเดีย (*Shorea robusta*) และซ้อ (*Gmelina arborea*) ตามลำดับ ส่วนที่นำมาใช้ทำฟืนจะเป็น กิ่ง หรือเศษปลายไม้จากต้นไม้ดังกล่าวซึ่งการศึกษานี้แตกต่างจากงานของ Deka *et.al.,* (2007) ที่พบว่าชุมชนในแคว้นอัสสัมที่อยู่ของตอนเหนือของอินเดียเช่นกันกลับนิยมใช้ไม้ *Stereospermum chelonoides* ไม้ *Machilus bombycina* และ ไม้ *Cassia fistula* หรือ ราชพฤกษ์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ความนิยมในการนำไม้ชนิด

ใดชนิดหนึ่งมาใช้ทำฟืนจะขึ้นอยู่กับว่าในพื้นที่นั้นๆ มีพันธุ์ไม้ชนิดใดบ้าง มีคุณสมบัติเหมาะสมหรือไม่ และมีปริมาณมากน้อยเพียงใด

ในพื้นที่บ้านวัดจันทร์เมื่อก่อไฟทั้งจากฟืนและถ่านนิยมใช้ไม้เชื้อไฟเพื่อช่วยให้จุดไฟติดง่าย ได้แก่ ไม้เกี๊ยะ ซึ่งเป็นเนื้อไม้สนที่มีการสะสมน้ำมัน สนที่ให้ไม้เกี๊ยะคุณภาพดี คือ สนสองใบ โดยพบว่ากลุ่มตัวอย่างเกือบทั้งหมด (Figure 3) มีการใช้ไม้เกี๊ยะ และส่วนใหญ่เก็บหาเองจากป่า ปริมาณการใช้เฉลี่ย 18.5 กิโลกรัม/ครัวเรือน/ปี

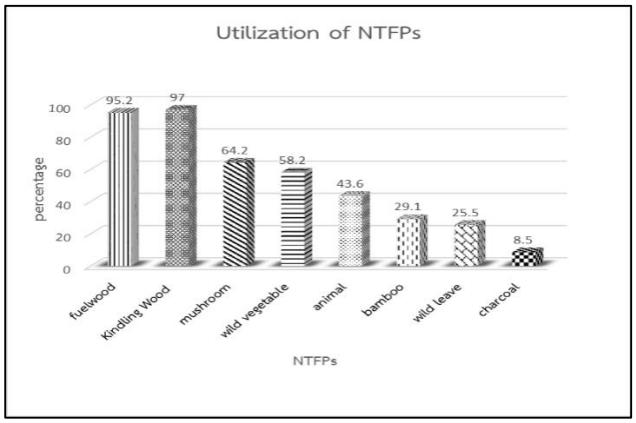


Figure 3 NTFPs utilization of Watchan Village

2.3 การใช้ประโยชน์จากของป่าชนิดอื่น ๆ

ของป่าอื่น ๆ ที่กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์ (Figure 3) ได้แก่ 1) เห็ด มีการเก็บหา ร้อยละ 64.2 ชนิดเห็ดที่นิยมเก็บ ได้แก่ เห็ดถอบ เห็ดไข่ห่าน เห็ดมันปู เห็ดโคน เป็นต้น ส่วนใหญ่เก็บหามาเพื่อบริโภคในครัวเรือน ยกเว้นเห็ดถอบ ซึ่งเป็นเห็ดที่ขึ้นได้ดีในพื้นที่ป่าสนผสมเต็งรัง คนในชุมชนจึงมีการเก็บหาเห็ดถอบเพื่อขายเป็นรายได้เสริม พื้นที่เก็บหาเห็ดจะกระจายไปตามพื้นที่ป่ารอบ ๆ หมู่บ้าน ในกรณีการเก็บหาเพื่อนำมาขายเป็นรายได้จะมีระยะทางการเก็บหาที่ไกลมากขึ้นเพื่อให้ได้เห็ดในปริมาณมาก 2) ผักป่า มีการเก็บหา ร้อยละ 58.2 เช่น ผักกูด หน่อเป้ง ผักหนาม ผักหวานป่า เพกา เป็นต้น ส่วนใหญ่เก็บหามาเพื่อบริโภคในครัวเรือน 3) ไผ่ พบว่ากลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 29.1 มีการใช้ประโยชน์จากไผ่ กรณีลำไผ่ นิยมใช้ ไผ่หก มาเป็นไม้ในการก่อสร้างและใช้สอยอื่น ๆ เนื่องจากมีขนาดลำใหญ่ รองลงมาได้แก่ ไผ่ข้าวหลามและไผ่ไร่ ตามลำดับ การใช้ประโยชน์จากไผ่ในกรณีหน่อไม้ พบว่ามีปริมาณไม่มากนัก เนื่องจากพื้นที่ป่าโดยรอบชุมชนมีไผ่ธรรมชาติขึ้นอยู่ในปริมาณน้อย 4) ใบไม้ พบเพียง ร้อยละ 25.5 ที่มีการใช้ได้แก่ ใบตองตึง ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในการทำหลังคาที่พักในแปลงเกษตร หรือโรงเรือนสัตว์เลี้ยง นอกจากนั้นยังพบการนำใบเป้งมาใช้ประโยชน์ในการทำไม้กวาด และ 5) สัตว์ มีกลุ่มตัวอย่างถึงร้อยละ 43.6 ที่มีการใช้ประโยชน์จากสัตว์ชนิดต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่นำมาเป็นอาหาร เช่น ปลาชนิดต่าง ๆ กบ เขียด จิ้งหรีด ต่อ แมงมัน ผึ้ง นอกจากนั้นยังพบว่ามีการล่าสัตว์ขนาดเล็กมาเป็นอาหาร เช่น หนู นก กระรอก เป็นต้น

2.4 การใช้ประโยชน์ป่าเป็นพื้นที่เลี้ยงสัตว์

การเลี้ยงสัตว์เป็นอาชีพเสริมที่สำคัญของคนในชุมชนบ้านวัดจันทร์ เป็นแหล่งรายได้เสริมของครัวเรือนสัตว์เลี้ยงที่สำคัญ ได้แก่ วัว และ ควาย โดยมีกลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 42.2 ที่เลี้ยงสัตว์ดังกล่าว ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ในกรณีเลี้ยงวัว พบว่า ร้อยละ 60.7 เลี้ยงไม่เกิน 6 ตัว ร้อยละ 25.0 เลี้ยงจำนวน 6 – 10 ตัว แต่ในกรณีควาย พบว่า เลี้ยงน้อยกว่า 5 ตัว ร้อยละ 42.3 และเลี้ยงจำนวน 6 -10 ตัว ร้อยละ 38.5 ซึ่งการเลือกจะเลี้ยงสัตว์ชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับความชอบและการมีประสบการณ์ในการเลี้ยงสัตว์ชนิดนั้น ๆ โดยมีวิธีการเลี้ยงหลัก ๆ อยู่ 3 แบบได้แก่ 1) เลี้ยงแบบเช้าไปเย็นกลับ (ร้อยละ 35.8) โดยมีเจ้าของพาสัตว์เลี้ยงออกไปหากินแล้วไล่กลับคอกทุกวัน 2) เลี้ยงแบบปล่อยให้หากินในป่า ร้อยละ 39.7 โดยปล่อยให้หากินอิสระในพื้นที่ป่าเจ้าของจะเข้าไปดูสัตว์เลี้ยงและนำเกลือไปให้กินเป็นช่วง ๆ และ 3) การเลี้ยงแบบผสม (ร้อยละ 22.9) บางช่วงปล่อยให้หากินในป่าบางช่วงไล่กลับมาขังในคอก ทั้งนี้พบว่าหน้าฝน กลุ่มตัวอย่าง นิยมนำสัตว์เลี้ยงไปปล่อยในป่าถึง ร้อยละ 77.4 และเลี้ยงในพื้นที่เกษตรเพียง ร้อยละ 17.0 เท่านั้น แต่ในหน้าแล้ง พบว่า มีการนำสัตว์มาเลี้ยงในพื้นที่เกษตร ถึงร้อยละ 30.2 โดยพื้นที่ป่าที่นิยมนำสัตว์ไปปล่อยคือ พื้นที่ป่าหัวไร่ปลายนาของตนเอง พื้นที่ป่ารอบ ๆ หมู่บ้าน และบางครั้งปล่อยเลี้ยงลงไปถึงพื้นที่ป่าในเขตอำเภอปาย การเลี้ยงสัตว์ในลักษณะนี้ชาวปกาเกอะญอได้ปฏิบัติมาเป็นแล้วเวลานาน จากการสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่า ในอดีตมีการเลี้ยงสัตว์กันแทบทุกครัวเรือน การเลี้ยงไม่ต้องดูแลมาก สามารถปล่อยให้สัตว์เลี้ยงหากินได้เองในป่า แต่ปัจจุบันครัวเรือนที่เลี้ยงสัตว์ลดลง เพราะพื้นที่เลี้ยงสัตว์มีข้อจำกัดมากขึ้น เช่น พื้นที่นามีการปลูกพืชในช่วงฤดูแล้ง ทำให้พื้นที่ปล่อยสัตว์เลี้ยงลดลง การเผาป่าให้หญ้าระบัดไม่สามารถทำได้อย่างอิสระดังแต่ก่อน แต่การเลี้ยงสัตว์ก็ยังคงเป็นอาชีพเสริมที่เป็นแหล่งเงินทุนสำคัญของครัวเรือน

3. ข้อจำกัดและการปรับตัวในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้

ในอดีตก่อนการจัดตั้งเป็นอำเภอกัลยาณิวัฒนา บ้านวัดจันทร์ ตำบลบ้านจันทร์อยู่ในเขตการปกครองของอำเภอแม่แจ่ม ซึ่งมีระยะทางและการคมมาคมที่ยากลำบากในการเข้าถึงบริการต่าง ๆ ของภาครัฐ การดำรงชีพของคนในชุมชนบ้านวัดจันทร์จึงเป็นแบบเรียบง่าย มีวิถีชีวิตผูกพันอยู่กับป่า การใช้ประโยชน์จากป่าไม้ไม่ได้ถูกกำหนดเป็นกฎกติกาที่เป็นทางการแต่จะสอดแทรกอยู่ในวิถีการดำรงชีวิต ความเชื่อ และการเคารพต่อธรรมชาติ ทำให้คนปกาเกอะญอ ใช้จารีตท้องถิ่นเป็นแนวทางในการควบคุมพฤติกรรมคนในการใช้ประโยชน์ชาวบ้านมักพูดอยู่เสมอว่า พวกเขาอยู่ที่นี่มานานเป็นร้อยปี แต่ป่าของเขาก็ยังคงเหลืออยู่จนถึงปัจจุบัน และความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นกับป่าของเขาไม่ได้เกิดจากพวกเขาเพียงฝ่ายเดียว รัฐเองก็เป็นสาเหตุให้เกิดความเสื่อมโทรม เพราะรัฐเคยให้สัมปทานองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เข้ามาทำไม้ในพื้นที่ป่าสนวัดจันทร์ แต่ชุมชนได้ร่วมกันประท้วงไม่ให้มีการทำไม้ออกจนต้องยกเลิกไป นอกจากนั้นกรมป่าไม้ยังเคยให้สัมปทานบริษัทเอกชนเจาะยางสน ซึ่งชาวบ้านเห็นว่าเป็นเหตุให้ต้นสนที่ถูกเจาะเกิดบาดแผล และติดไฟง่าย เกิดไฟไหม้ซ้ำซากจนมีสภาพเสื่อมโทรมและล้มตายไปเป็นจำนวนมาก เหตุดังกล่าวกลายเป็นความขัดแย้งและความไม่เชื่อใจของคน

ในชุมชนต่อเจ้าหน้าที่ภาครัฐ โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ป่าไม้ และเจ้าหน้าที่ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ แม้นความขัดแย้งจะลดความรุนแรงลง การปะทะกันโดยตรงมีน้อย แต่ความเชื่อถือและไว้ใจเจ้าหน้าที่ภาครัฐยังคงเป็นคำถามที่ชุมชนไม่อยากจะตอบมากนัก รวมทั้งการบังคับใช้กฎหมายป่าไม้ในอดีตไม่เข้มงวดเป็นผลดีในการดำรงชีวิตของคนในชุมชน เอื้อให้ชุมชนสามารถใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ได้ตามรูปแบบวิถีชีวิตและวัฒนธรรมของชนเผ่าปกาเกอะญอ

ในวัฒนธรรมของชนเผ่าปกาเกอะญอจะนับถือผีสายตระกูลทางแม่ ที่ดินและทรัพย์สินต่าง ๆ จะเป็นของฝ่ายหญิง ผู้ชายจะถูกแต่งงานเข้าบ้านผู้หญิงและอยู่กับครอบครัวฝ่ายหญิงจนมีความพร้อมจึงจะสร้างบ้านใหม่และแยกครอบครัวออกไป ในการสร้างบ้านเดิมนิยมใช้ไม้ไผ่ เนื่องจากมีการย้ายที่ตั้งหมู่บ้านเมื่อพิโข่หรือผู้นำทางจิตวิญญาณของชุมชนสิ้นชีวิต ชุมชนมีความจำเป็นต้องย้ายที่ตั้งหมู่บ้านไปยังที่ใหม่ซึ่งจะอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน รวมทั้งเมื่อผู้หญิงอาวุโสของบ้านเสียชีวิตลง จะต้องรื้อเรือนครัวลง การสร้างบ้านด้วยไม้ไผ่จึงเป็นทางเลือกที่ดี อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการตั้งถิ่นฐานถาวร ไม่มีการย้ายที่ตั้งหมู่บ้านดังเช่นในอดีต การสร้างบ้านด้วยไม้เนื้อแข็งที่มีความมั่นคง ถาวร มีเพิ่มมากขึ้น แต่บางบ้านยังคงเรือนครัวเป็นไม้ไผ่อยู่เช่นเดิม

อย่างไรก็ตาม สถานการณ์ทางสังคมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ปัจจัยทั้งภายในและภายนอกชุมชนต่างมีผลต่อการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ของชุมชน ทั้งนี้พบว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้ชุมชนต้องมีการปรับตัวในด้านการใช้ประโยชน์จากป่ามีดังนี้

1) ความเจริญและความเป็นเมือง ปรากฏการณ์นี้เห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อมีการจัดตั้งเป็นอำเภอกัลยาณิวัฒนาเมื่อปี 2552ทำให้มีสถานที่ราชการหลายแห่งเข้ามาตั้งในตำบลบ้านจันทร์ มีถนนที่สายหลักไปยังอำเภอปาย และอำเภอสะเมิงผ่านเส้นทางคมนาคมที่สะดวกมากขึ้น ทำให้การติดต่อ ขนส่งสินค้าสามารถทำได้อย่างรวดเร็วกว่าแต่ก่อน รวมทั้งการมีสัญญาณโทรศัพท์และระบบอินเตอร์เน็ตทำให้การติดต่อสื่อสารสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว คนจากภายนอกเข้าถึงพื้นที่ได้ง่ายมีการตั้งร้านค้า ร้านอาหารของผู้ประกอบการที่เป็นทั้งคนในท้องถิ่นและคนนอกพื้นที่ทำให้รูปแบบการดำรงชีพเปลี่ยนแปลงไป มีการซื้ออาหารหรือวัตถุดิบจากร้านค้าไปใช้ในการปรุงอาหารมากขึ้น การเก็บหาพืชผักและอาหารต่าง ๆ จากป่ายังมีอยู่แต่ลดจำนวนลง บางรายมีการซื้อพืชผักป่าจากผู้เก็บหารายอื่นความสะดวกสบายดังกล่าวทำให้คนเข้าไปใช้ประโยชน์จากป่าน้อยลง

2) อาชีพมีความหลากหลาย การประกอบอาชีพจากเดิมที่ทำไร่หมุนเวียน หรือนาดำเพื่อผลิตข้าวไว้บริโภคในครัวเรือน ในฤดูแล้งหรือช่วงว่างจากงานกลุ่มผู้ชายจะเข้าป่า กลุ่มผู้หญิงใช้เวลาว่างทอผ้าไว้ใช้ในครัวเรือน แต่ในปัจจุบันคนในชุมชนมีอาชีพที่หลากหลายมากขึ้น ทั้งการเป็นลูกจ้างในหน่วยงานรัฐ การทำการเกษตรที่มีการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ หมุนเวียนทั้งปี ตามการส่งเสริมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ แม้นส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นสมาชิกโครงการหลวงฯ แต่มีการรับเทคโนโลยีและความรู้ในการผลิตพืชมาใช้ในแปลงเกษตรของตนเอง ทำให้เวลาว่างมีน้อยลง ในกลุ่มผู้หญิงมีการทอผ้าในเวลาว่างตลอดทั้งปีเพื่อขายเป็นรายได้เสริมให้แก่ครัวเรือน

3) เยาวชนรุ่นใหม่ได้รับการศึกษาที่ดีขึ้น มีการเรียนต่อในอัตราค่อนข้างสูง เนื่องจากในอำเภอกัลยาณิวัฒนามีโรงเรียนมัธยมถึงสองแห่ง ผู้ปกครองนิยมให้บุตรหลานเรียนต่อ ถ้าครัวเรือนที่มีฐานะดี จะส่งบุตรหลานออกไปเรียนในต่างอำเภอ หรือเรียนต่อในระดับปริญญาตรี ทำให้เยาวชนรุ่นใหม่ ๆ มีการศึกษาดีขึ้น การประกอบอาชีพเริ่มเปลี่ยนไป การใช้ประโยชน์จากป่าของคนกลุ่มนี้ลดน้อยลง เนื่องจากเห็นว่าเหนื่อยและลำบากในการเข้าไปเก็บหาของป่า ยกเว้นการเก็บหาฟืนและไม้ก่อสร้างที่ยังคงมีความจำเป็นในการใช้ประโยชน์อยู่

4) นโยบายของภาครัฐ และการบังคับใช้กฎหมายป่าไม้ อำเภอกัลยาณิวัฒนา ตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติทั้งอำเภอ แต่ยังคงเหลือพื้นที่ป่าอยู่เป็นจำนวนมาก เป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญพื้นที่มีความสวยงามทางธรรมชาติ และมีแหล่งเรียนรู้เชิงวัฒนธรรม รัฐจึงมีนโยบายส่งเสริมให้พื้นที่อำเภอกัลยานิวัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติของจังหวัดเชียงใหม่ จำนวนคนมาท่องเที่ยวมีเพิ่มขึ้น แต่สิ่งอำนวยความสะดวกยังคงมีไม่มาก นายทุนจากภายนอกเริ่มซื้อที่ดินภายในหมู่บ้าน โดยเฉพาะที่มีทำเลสวยงาม แม้นกฎกติกาของชุมชนจะไม่อนุญาตให้มีการขายที่ดินให้แก่คนภายนอกก็ตาม นอกจากนั้นยังพบว่ารัฐได้มีความพยายามที่จะจัดระเบียบที่ดินทำกินของราษฎรในชุมชน ตามโครงการ คทช. แต่ไม่ได้รับความร่วมมือจากคนในชุมชนมากนัก เนื่องจากแนวทางการปฏิบัติในการให้สิทธิ์ไม่สอดคล้องกับการถือครองที่ดินและการใช้ที่ดินที่มีอยู่ในพื้นที่ นอกจากนั้นยังพบว่า การบังคับใช้กฎหมายของเจ้าหน้าที่ป่าไม้ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติมีมากขึ้นกว่าในอดีต แม้นจะยังไม่สามารถบังคับใช้ได้อย่างเต็มที่ แต่ก่อให้เกิดผลกระทบเพราะวิถีการใช้ทรัพยากรป่าไม้โดยเฉพาะไม้ก่อสร้างยังคงมีความจำเป็นอยู่ นอกจากนั้นยังเกิดการโต้แย้งในเรื่องสิทธิ์การอยู่ในพื้นที่เนื่องจากมีการตั้งถิ่นฐานและทำกินในพื้นที่มาก่อนประกาศเป็นเขตป่าสงวนแห่งชาติ

5) การคลายตัวของความเชื่อและจารีตท้องถิ่น เมื่อมีความเป็นเมือง การติดต่อสื่อสาร สะดวก รวดเร็ว มีการศึกษา อาชีพ และรายได้ที่ดีขึ้น เป็นผลทำให้คนในชุมชนบางส่วนเริ่มไม่ปฏิบัติตามความเชื่อและจารีตของท้องถิ่น คนรุ่นใหม่ ๆ เริ่มไม่ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมของตนเอง ส่งผลให้การใช้ประโยชน์จากป่า และการดูแลจัดการป่าตามวิถีวัฒนธรรมลดความสำคัญลง ปอกรกับการมีคนต่างถิ่นเข้ามาอยู่มากขึ้น ซึ่งมีชุดความคิดและความเชื่อของตนเอง ไม่ได้มีความผูกพันหรือมีฐานคิดเกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้เช่นเดียวกับคนในท้องถิ่น

6) การเพิ่มขึ้นของประชากร เมื่อจำนวนคนในชุมชนเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีความต้องการใช้ที่ดินทำกิน ไม้ฟืน และไม้เพื่อใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย มีมากขึ้นตามไปด้วย แม้นปัจจุบันปัญหาดังกล่าวจะยังไม่ส่งผลกระทบรุนแรงแต่ในอนาคตมีแนวโน้มจะส่งผลต่อทรัพยากรป่าไม้และวิถีชีวิตของคนในชุมชนมากขึ้น

สถานการณ์และสาเหตุต่าง ๆ ดังกล่าวเป็นผลให้การใช้ประโยชน์จากป่ามีการเปลี่ยนแปลงไป ชุมชนเกิดการปรับตัวในด้านการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ ในมิติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การใช้ไม้ก่อสร้าง เมื่อประชากรเพิ่มขึ้นความต้องการสร้างที่อยู่อาศัยมีมากขึ้น แต่มีข้อจำกัดในการตัดไม้มาใช้ประโยชน์ คนในชุมชนจึงมีการปรับตัวหลายรูปแบบ เช่น 1) สร้างบ้านด้วยไม้ที่หาได้ง่ายในพื้นที่ เช่น ไม้สน แม้นจะเป็นไม้เนื้ออ่อนก็ตาม 2) การสร้างบ้านใหม่ไว้ให้ลูก แม้นจะยังไม่แยกครอบครัว เพราะยังสามารถหาไม้มาใช้ได้ในการ

ก่อสร้างได้ 3) การปรับมาใช้วัสดุอื่น ๆ เช่น เสาปูน โครงสร้างเหล็ก ผนังอิฐบล็อกพื้นกระเบื้องซึ่งพบว่า กลุ่มผู้ที่เข้ามาอยู่อาศัยใหม่ หรือกลุ่มร้านค้ามักนิยมก่อสร้างด้วยวัสดุดังกล่าว และ4) การปลูกไม้ใช้สอยในที่ดินทำกิน หรือการรักษาลูกไม้ตามธรรมชาติในพื้นที่ป่าหัวไร่ปลายนาของครัวเรือน เพื่อเป็นไม้ใช้สอยในการสร้างที่อยู่อาศัยในอนาคต เริ่มมีการดำเนินการอย่างเข้มข้นมากขึ้น

2. การใช้ไม้ฟืน แม้นปัจจุบันจะมีการใช้ไม้ฟืนอยู่ในปริมาณที่สูง แต่จากการศึกษาพบว่า มีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า (ร้อยละ 92.1) และเตาแก๊ส (ร้อยละ 58.2) ช่วยในการประกอบอาหารมากขึ้น กรณีเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่สำคัญได้แก่ หม้อหุงข้าวไฟฟ้า ครัวเรือนนิยมใช้เตาแก๊สในเวลาเร่งด่วน หรือบางครัวเรือนใช้เตาแก๊สเป็นหลักในการปรุงอาหาร โดยมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการซื้อแก๊สประมาณ 2,138 บาท/ครัวเรือน/ปี อย่างไรก็ตามการใช้ฟืนยังคงมีความจำเป็นอยู่ ชุมชนมีการปรับตัวในการใช้ไม้ฟืน ดังนี้ 1) ใช้ไม้ทุกชนิดที่หาได้ง่ายมาเป็นไม้ฟืน 2) ใช้เศษไม้ ปลายไม้ ที่มีในพื้นที่มากขึ้น 3) ใช้กิ่ง ลำต้นไม้ผลที่ตัดแต่งต้น4) ซื้อไม้ฟืนจากคนที่ตัดฟืนขาย ทั้งนี้คนในชุมชนเริ่มตระหนักถึงปัญหาการขาดแคลนไม้ฟืน เพราะไม้ฟืนคุณภาพดีหาได้ยาก ต้องไปไกลขึ้น หรือต้องมีค่าใช้จ่ายในการเก็บหามากขึ้น แต่ส่วนใหญ่ยังรู้สึกว่าไม่ได้เป็นปัญหารุนแรง เพราะยังสามารถหาไม้ชนิดอื่น ๆ ทดแทนได้อยู่อย่างไรก็ตามถ้าการขาดแคลนไม้ฟืนในพื้นที่มีความรุนแรงมากขึ้น ชุมชนมีแนวโน้มในการปรับตัวไปใช้แก๊สหุงต้มในการปรุงอาหาร นอกจากนั้นยังพบว่าในพื้นที่ชุมชนมีการปลูกไม้ผลหลายชนิด ซึ่งในอนาคตเศษไม้ที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งจะเป็นแหล่งไม้ฟืนสำรองให้แก่ครัวเรือนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานของ Akther *et.al.* (2011) ที่ทำการศึกษาการปรับตัวของครัวเรือนที่ประสบปัญหาการขาดแคลนไม้ฟืนในประเทศบังคลาเทศ โดยพบว่าชุมชนปรับตัวโดยการลดเวลาในการใช้ไม้ฟืน พร้อมทั้งหาวัสดุอื่น ๆ มาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน เช่น 1) ใบไม้ และกิ่งไม้ 2) มูลวัวแห้ง และ 3) ฟางข้าว เป็นต้น

3. การเก็บหาของป่า มีลดน้อยลง คนมีทางเลือกในการได้มาของอาหารที่หลากหลายขึ้น มีร้านค้าที่ทำกับข้าวสำเร็จขายในชุมชน มีร้านค้าที่ขายอาหารสด หรืออาหารแห้งจำนวนหลายร้าน นอกจากนั้นการที่ต้องประกอบอาชีพทั้งปีเวลาว่างน้อยลง การเข้าป่าเพื่อล่าสัตว์หรือเก็บหาของป่าจึงมีน้อยลงตามไปด้วย การเก็บหาส่วนใหญ่จะยังคงอยู่ในพื้นที่ป่าหัวไร่ปลายนาของตนเอง หรือปลูกพืชที่ต้องการใช้ประโยชน์ไว้ในพื้นที่ เช่น ไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ บางครัวเรือนใช้วิธีซื้อจากคนอื่น ที่เข้าไปเก็บหาของป่าแทนการเข้าไปเก็บหาเอง อย่างก็ตาม การเก็บหาเห็ดถอบยังเป็นกิจกรรมสร้างรายได้เสริมที่ดีให้แก่คนในชุมชนอยู่

4. พื้นที่เลี้ยงสัตว์ จำนวนครัวเรือนที่เลี้ยงสัตว์ลดลง หรือครัวเรือนที่ยังเลี้ยงอยู่ก็จะมีจำนวนสัตว์เลี้ยงลดจำนวนลง การเลี้ยงสัตว์จะเริ่มเป็นการเลี้ยงวนอยู่ในพื้นที่ป่าหัวไร่ปลายนาของตนเองหรือบริเวณใกล้เคียงมากขึ้น การปล่อยสัตว์ในป่ายังคงมีอยู่บางครัวเรือนนำสัตว์ไปปล่อยเลี้ยงในเขตป่าของอำเภอปาย ซึ่งมีสภาพเป็นป่าเต็งรัง มีหญ้าและอาหารสัตว์จำนวนมากเพราะเกิดไฟไหม้ป่าเป็นประจำ

จากข้อมูลที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า ป่าหัวไร่ปลายนาที่แต่ละครัวเรือนรักษาไว้เพื่อประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ทั้งไม้ใช้สอย ไม้ฟืน และพื้นที่เลี้ยงสัตว์ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของคนในชุมชน

ข้อท้าทาย

ข้อท้าทายที่สำคัญในการใช้ประโยชน์จากป่าของชุมชนบ้านวัดจันทร์ ได้แก่ 1) การยอมรับว่าชุมชนตั้งถิ่นฐานและอยู่ในพื้นที่มาก่อนการประกาศเขตป่าสงวนแห่งชาติ จะทำอย่างไรให้เกิดการยอมรับ และมีการจัดการทรัพยากรป่าไม้ร่วมของชุมชนท้องถิ่นและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกลุ่มต่าง ๆ 2) การที่คนข้างนอกเข้ามาอาศัยในชุมชนมากขึ้น ทำอย่างไรจะให้ยอมรับและปฏิบัติตามกฎกติกาที่ชุมชนกำหนด รวมทั้งการปรับกฎกติกาที่เป็นจารีตประเพณี (Customary law) ให้สามารถบังคับใช้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้การสนับสนุนของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และ 3) การใช้ประโยชน์จากป่าอย่างยั่งยืน แนวคิดที่จะทำให้ป่าหัวไร่ปลายนาเป็นป่าของครอบครัว ที่ได้รับการยอมรับเรื่องสิทธิ์ในการใช้ประโยชน์และดูแลจัดการ

สรุป

ชุมชนบ้านวัดจันทร์มีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1) ไม้ใช้สอยในการปลูกสร้างที่อยู่อาศัย 2) ไม้ฟืนเพื่อใช้ในการประกอบอาหาร คลายความหนาว และการใช้เตรียมอาหารสัตว์ 3) ของป่าชนิดต่าง ๆ เพื่อบริโภค เช่น เห็ด ผักป่า สัตว์น้ำ เป็นต้น และ 4) การใช้เป็นพื้นที่เลี้ยงสัตว์ ข้อจำกัดที่สำคัญในการใช้ประโยชน์จากป่า คือ ประชากรที่เพิ่มขึ้น การบังคับใช้กฎหมายที่เข้มงวดขึ้น รวมทั้งทรัพยากรป่าไม้ที่ลดน้อยลง นอกจากนั้นยังมีสาเหตุอื่น ๆ ทำให้ต้องมีการปรับตัวในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ เช่น มีความเจริญและความเป็นเมือง มีอาชีพที่หลากหลาย คนรุ่นใหม่ได้รับการศึกษาที่ดีขึ้น เป็นต้น การปรับตัวในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ ได้แก่ 1) ไม้ใช้สอยในการสร้างที่อยู่อาศัย ใช้ไม้ที่หาได้ง่ายในพื้นที่ ใช้วัสดุทดแทน 2) ไม้ฟืน มีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า และแก๊ส และมีการใช้ไม้ฟืนที่สามารถหาได้ง่ายในพื้นที่แม้นจะมีคุณไม่ดีนัก 3) การเก็บหาของป่า ที่ใช้เป็นอาหารลดลง มีการซื้ออาหารจากร้านค้าหรือจากแหล่งอื่น ๆ มากขึ้น และ 4) พื้นที่เลี้ยงสัตว์ นิยมเลี้ยงในพื้นที่ป่าหัวไร่ปลายนาของตนเอง ผลจากการศึกษาดังกล่าวควรมีการนำเสนอให้แก่ชุมชนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องได้รับทราบข้อมูล เพื่อร่วมหาแนวทางในการพัฒนาการใช้ประโยชน์และการจัดการที่ยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณชุมชนบ้านวัดจันทร์ในการให้ข้อมูลและเปิดโอกาสให้นักวิจัยได้เรียนรู้การใช้ประโยชน์และการจัดการป่าของชุมชน ผู้ช่วยนักวิจัยทุกคนที่ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์กรมหาชน) ที่ทุนสนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

พร้อมพล สัมพันธโน. 2555. **สถานการณ์ และปัญหาป่าสนวัดจันทร์ อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่**. สมาคมปกาเกอะญอเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม, เชียงใหม่.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). 2559. **แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ปี พ.ศ. 2547-2558 อ.กัลยาณิวัฒนา จ.เชียงใหม่**.

องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านจันทร์. 2560. **สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานขององค์การบริหารส่วนตำบลบ้านจันทร์.** แหล่งที่มา: http://www.banchan.go.th/index.php.,13 มกราคม 2560.

Akther, S., M.D. Miah and M. Koike. 2510. Household adaptations to fuelwood shortage in the old Brahmaputra downstream zone in Bangladesh and implications for homestead forest management. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management** 6 (4-5): 139-145.

Deka, D., P. Saikia and D. Konwer. 2007. Ranking of fuelwood species by fuel value index. . **Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects** 29 (16): 1499-1506.

Taran, M., D. Deb and S.Deb. 2016. Utilization pattern of fuelwood plants by the Halam community of Tripura, Northeast India. **Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects** 38 (11): 2545-2552.

กลยุทธ์ทางเลือกในการจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยการมีส่วนร่วม กรณีศึกษาบ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

Alternative Strategy on Participatory Forest Resource Management in Highland Areas A Case study of Maesai Na Lao Village, Long Khod Sub-district, Phrao District, Chiang Mai Province

อานนท์ ยอดญาติไทย[1*] ภัทรนันท์ บิโข่[1] รัตติกาล พันธรักษ์เดชา[1]
ขวัญหทัย ธรรมเสนา[1] และ อาทิตย์ ธนเกษมสันต์[2]
Arnon Yodyadthai[1*] Phutaranun Bikho[1] Rattikan Puntarakdaechar[1]
Khwanhathai Thummasena[1] and Artit Thanakasemsun[2]
[1]สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, เชียงใหม่ 50200
[1]Highland Research and Development Institute (Public Organization), Chiang Mai 50200
[2]บ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ 50190
[2]Maesai Na Lao Village, Long Khod Sub-district, Phrao District, Chiang Mai 50190
* Corresponding Author; E-mail: **arnon.66@hotmail.co.th**

บทคัดย่อ

ชุมชนบ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ เป็นชุมชนบนพื้นที่สูง มีพื้นที่ทำกิน 1,871 ไร่ อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติศรีลานนา เป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธารที่สำคัญของลุ่มน้ำปิง ประชากรเป็นชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ (กะเหรี่ยง) ส่วนใหญ่มีฐานะยากจน ขาดความรู้และแหล่งน้ำในการทำเกษตร ทำให้มีการปลูกพืชเชิงเดี่ยว (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, ข้าว) ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้ตกต่ำ มีการบุกรุกป่าขยายพื้นที่ทำกินและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้ชุมชนมีความขัดแย้งกับหน่วยงานภาครัฐตามมา สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ได้ดำเนินงานในการพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูงให้มีคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ดี ภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและงานโครงการหลวงตามแนวพระราชดำริ โดยกระบวนการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน อย่างเหมาะสมกับภูมิสังคม ได้พัฒนากลยุทธ์ทางเลือกการจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยใช้หลักในการพัฒนาอย่างสมดุล ดังนี้ 1) การพัฒนาบนฐานข้อมูล 2) การพัฒนาอย่างบูรณาการ 3) การพัฒนาอย่างมีส่วนร่วม และ 4) การพัฒนาอย่างครบวงจร ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม จากการพัฒนาตามกลยุทธ์ดังกล่าว สู่การพัฒนาด้านอาชีพในการปรับระบบเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ควบคู่กับการอนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทำให้ชุมชนบ้านแม่สายนาเลา เปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากปี พ.ศ. 2552 ที่ส่วนใหญ่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวน 1,568 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 84 ของพื้นที่ทำกิน โดยในปี พ.ศ. 2560 ชุมชนมีการพัฒนาด้านต่างๆ สามารถเปลี่ยนแปลงปรับระบบการปลูกพืชที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นระบบวนเกษตร และป่าสร้างรายได้ในพื้นที่ทำกิน (ไม้ผล และไม้ยืนต้น) พื้นที่ 1,075 ไร่ (ร้อยละ 57 ของพื้นที่ทำกิน) ส่วนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เหลือเพียง 93 ไร่ (ร้อยละ 5 ของพื้นที่ทำกิน) และชุมชนมีการคืนพื้นที่ป่าให้กับประเทศ จำนวน 487 ไร่ (ร้อยละ 26 ของพื้นที่ทำกิน) รวมทั้งมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้โดยรอบชุมชน 16,672 ไร่

คำสำคัญ : กลยุทธ์ การมีส่วนร่วม ป่าสร้างรายได้ คืนพื้นที่ป่า

ABSTRACT

Maesai Na Lao village is located in Long Khod sub-district, Phrao district, Chiang Mai province. The village has 1,871 rai of agricultural lands situated in Si Lanna National Park which is an important watershed of Ping river basin. The villagers are Karen hill tribe, mostly faced difficulties in agriculture and income generation. The villagers has practiced monoculture (maize and rice) and earned low income. So they have encroached forest lands to expand their agricultural lands, which affected natural resources, following with disagreement with government agencies. Highland Research and Development Institute (Public Organization), HRDI, has implemented the development of highland communities in order to improve the quality of life and protect the environment using Sufficient Economy Theory and Royal Project System with participatory process from all relevant sectors to suit the communities' conditions. HRDI has developed an alternative strategy for participatory highland forest resources management applying the balanced development principles consisting of 1) Data-based development 2) Integrated development 3) Participatory development and 4) Completed development covering economic, social and environmental aspects. The results from the development applying the above mentioned strategies, has led to agricultural development and land use changes in term of environmental-friendly agriculture in compliance with natural resources and the environment conservation and rehabilitation. The village has shifted from maize cultivation of 1668 rai or 89 % of the total agricultural land in 2009 to forest farming (fruit trees and perennial trees plantations) of 1,075 rai in 2017 (57%) whereas maize cultivation has reduced to 93 rai (5%). Moreover, the community has returned the forest lands of 487 rai (26%) to the country and has participated in forest conservation and forest rehabilitation activities in surrounding areas of 16,675 rai.

Keyword: Participatory strategy, forest farming, forest restoration and rehabilitation

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่สูง ซึ่งเป็นพื้นที่มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ตั้งแต่ 500 เมตร ขึ้นไป จำนวน 65.92 ล้านไร่ อยู่ในพื้นที่ 20 จังหวัด ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าต้นน้ำลำธารของประเทศ และรัฐบาลกำหนดให้เป็นพื้นที่อนุรักษ์ประเภทต่างๆ เช่น อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และป่าสงวนแห่งชาติ แต่อย่างไรก็ตามบนพื้นที่สูงเหล่านี้ ส่วนหนึ่งก็เป็นพื้นที่อยู่อาศัยของชาวไทยภูเขามาเป็นเวลาช้านาน จนกระทั่งถึงปัจจุบัน มีประชาชนอาศัยอยู่ 4,148 กลุ่มบ้าน จำนวน 940,494 คน ชาวเขามีชีวิตความเป็นอยู่ค่อนข้างยากจน ทำการเกษตรแบบยังชีพ สุขภาพอนามัยและการศึกษาถูกละเลย ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน น้ำ และป่าไม้ ทำให้ชาวเขาใช้วิธีถากถาง ตัดโคน และเผาทำลายป่าไม้ ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญที่หล่อเลี้ยงชีวิตและการเกษตรกรรมของผู้คน การเคลื่อนย้ายไปตามที่ต่างๆ เพื่อหาพื้นที่สำหรับปลูกพืชไร่ เป็นสาเหตุสำคัญที่จะนำความเสียหาย และความแห้งแล้งไปสู่ส่วนอื่นของประเทศ (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2559)

ชุมชนบ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ เป็นชุมชนบนพื้นที่สูง อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติศรีลานนา เป็นชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ (กะเหรี่ยง) มีประชากร 59 ครัวเรือน 220 คน ส่วนใหญ่มีฐานะยากจน วิถีชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชนแต่เดิมได้พึ่งพิงทรัพยากรธรรมชาติเป็นหลัก ลักษณะการทำเกษตรแบบดั้งเดิมเป็นการทำไร่หมุนเวียนปลูกข้าวเพื่อยังชีพ ด้วยสถานการณ์ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ทำให้วิถีชีวิตของชุมชนเปลี่ยนแปลงไป จากการผลิตเพื่อยังชีพกลายเป็นการผลิตเพื่อการค้ามากขึ้น ประกอบกับการขาดแคลนแหล่งน้ำ พื้นที่ส่วนใหญ่ต้องอาศัยน้ำฝนในการทำการเกษตร และชุมชนขาดความรู้และทางเลือกในการทำการเกษตร ส่งผลให้มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่เป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ชุมชนมีรายได้น้อยลงเรื่อยๆ เนื่องจากต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้น และส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของคนในชุมชน รวมถึงเกษตรกรบางส่วนมีการขยายพื้นที่ทำกินบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อให้มีรายได้เพิ่มมากขึ้น เกิดปัญหาความขัดแย้งระหว่างชุมชน เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติฯ และหน่วยงานภาครัฐต่างๆ ตามมา

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ได้ดำเนินงาน โดยใช้ชื่อ “โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโหล่งขอด” มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูงให้มีคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ดี โดยใช้ฐานข้อมูล องค์ความรู้ เทคโนโลยี และกระบวนการเรียนรู้ของโครงการหลวง ผสมผสานกับภูมิปัญญาท้องถิ่นในการพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูง ภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและแนวทางโครงการหลวง โดยกระบวนการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน ซึ่งมีการวางแผนพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่ให้ตรงตามบริบท และภูมิสังคมที่มีความแตกต่างกัน โดยให้ชุมชนเป็นจุดศูนย์กลาง เพื่อให้เกิดการพัฒนาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ตรงตามปัญหาและความต้องการของชุมชน

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบในการจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง และศึกษาความเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นผลจากการพัฒนาชุมชนตามรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่การพัฒนากลยุทธ์การจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยการมีส่วนร่วม ทำให้เกิดการพัฒนาอย่างสมดุล ชุมชนสามารถมีชีวิตความเป็นอยู่อย่างพอเพียง มีการอยู่ร่วมกับป่า และทรัพยากรธรรมชาติอย่างพึ่งพาอาศัยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การจัดทำฐานข้อมูล (Big Data)

ทำการสำรวจ รวบรวม และจัดทำข้อมูลของชุมชน ได้แก่ สภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของชุมชน แผนการใช้ประโยชน์ที่ดินรายแปลง แผนที่ป่าไม้ แผนการใช้ที่ดิน ข้อมูลภูมิศาสตร์ แผนชุมชน แหล่งน้ำ องค์ความรู้ เทคโนโลยี และงานวิจัยต่างๆ เป็นต้น โดยการใช้แบบสอบถาม การประชุม การระดมความคิดเห็น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เครื่องจับพิกัดบนพื้นโลก (GPS) อากาศยานไร้คนขับ (Drone)

2. การวิเคราะห์ และวางแผนดำเนินการพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่

โดยใช้ฐานข้อมูลต่างๆ ของชุมชน เป็นเครื่องมือ ในการวิเคราะห์พื้นที่ กำหนดขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Zoning) จัดทำแผนการใช้ที่ดิน (Land use Planning) และวางแผนพัฒนาชุมชนทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และโครงสร้างพื้นฐาน ให้ถูกต้องเหมาะสมตามศักยภาพของพื้นที่ และตรงตามแผนการใช้ที่ดิน สอดคล้องกับปัญหา และความต้องการของชุมชน

3. การดำเนินกิจกรรมตามแผนงานพัฒนาชุมชน

โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน และหน่วยงานบูรณาการทุกภาคส่วน อย่างเป็นระบบและครบวงจร โดยใช้งบประมาณในการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการของแต่ละหน่วยงานที่ได้ตั้งขึ้น ในส่วนของสถาบันได้มีแผนปฏิบัติการและงบประมาณในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโหล่งขอด โดยมีเจ้าหน้าที่ประจำพื้นที่เป็นผู้ดำเนินงานหลักในพื้นที่ และมีเจ้าหน้าที่ส่วนกลางฝ่ายวิชาการรายสาขาเป็นผู้สนับสนุนการดำเนินงาน ร่วมกับหน่วยงานต่างๆ ซึ่งมีลักษณะการทำงานวิจัยและพัฒนาเชิงพื้นที่ควบคู่กันไป

4. ติดตามและประเมินผล

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการอนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ รวมถึงคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของชุมชน หลังจากที่ได้รับการพัฒนา

ผลและวิจารณ์

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ดำเนินโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง ได้ดำเนินการพัฒนารูปแบบการจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยใช้หลักในการพัฒนาอย่างสมดุล ดังนี้

1. การพัฒนาบนฐานข้อมูล การดำเนินงานพัฒนาที่ดี ต้องมีฐานข้อมูลที่ดี (Big data) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และวางแผนการพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่ให้เหมาะสมตรงตามภูมิสังคม

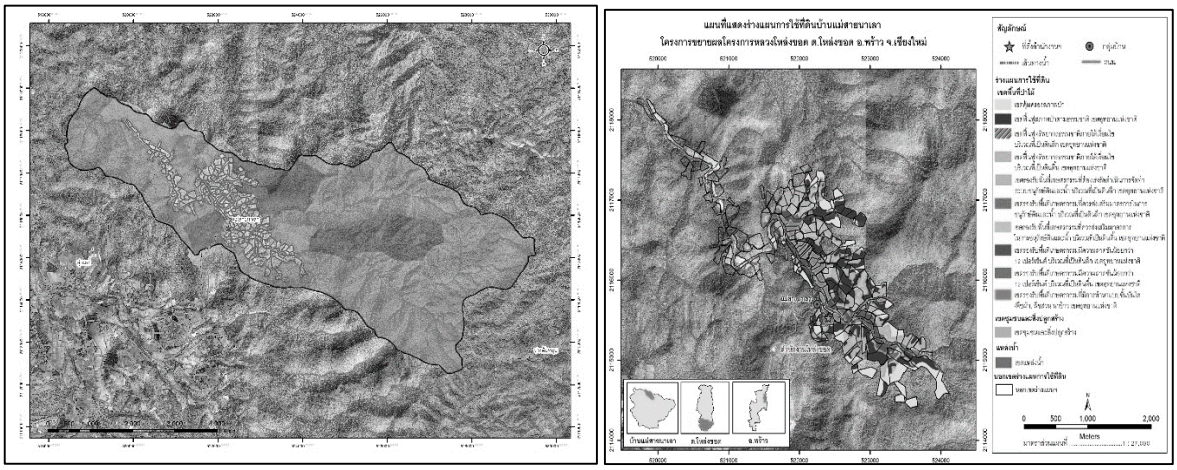
2. การพัฒนาอย่างบูรณาการ สถาบันมีคณะทำงานโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง โดยมีหน่วยงานร่วมบูรณาการด้านข้อมูล และการดำเนินงานทั้งในระดับส่วนกลาง ระดับจังหวัด และระดับพื้นที่ครอบคลุมการพัฒนาชุมชนในทุกด้าน เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนการพัฒนาชุมชน ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมอย่างเป็นระบบ

3. การพัฒนาอย่างมีส่วนร่วม สถาบันดำเนินงานโดยเน้นกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน และหน่วยงานทุกภาคส่วน ในการพัฒนาเชิงพื้นที่อย่างสมดุลในทุกมิติ บนพื้นฐานของฐานข้อมูล และการบูรณาการต่างๆ ตั้งแต่การเริ่มคิด วิเคราะห์ปัญหาของชุมชน วางแผน และลงมือปฏิบัติในพื้นที่ เพื่อให้การพัฒนาเป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสมตามภูมิสังคม สอดคล้องกับปัญหาและความต้องการของชุมชน โดยเน้นให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการดำเนินงานเป็นหลัก

4. การพัฒนาอย่างครบวงจร สถาบันได้มีการดำเนินงานอย่างครบวงจรตามแนวทางโครงการหลวง โดยการบูรณาการและมีส่วนร่วมของหน่วยงานกับชุมชนอย่างเป็นระบบ เป็นผลให้เกิดการการพัฒนาสังคมและชุมชนบนพื้นที่สูงให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ ชุมชนมีความเข้มแข็ง มีรายได้ที่พอเพียง ตลอดจนมีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้คงความสมบูรณ์ อันนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของพื้นที่ต้นน้ำลำธารบนพื้นที่สูงของประเทศไทย

ภาพที่ 1 กลยุทธ์การจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยการมีส่วนร่วม โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง

โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโหล่งขอด บ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ได้ดำเนินงาน ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552 ทำการสำรวจข้อมูลชุมชน ด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และจัดทำแผนชุมชน พบว่า ชุมชนเป็นชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ (กะเหรี่ยง) มีประชากร 59 ครัวเรือน 220 คน ประกอบอาชีพหลักคือเกษตรกรรม ที่ต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ขาดแคลนแหล่งน้ำ และขาดความรู้ในการเกษตร โดยในปี พ.ศ. 2552 ส่วนใหญ่มีการเพาะปลูกพืช ได้แก่ ข้าวนา และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พื้นที่ 303 ไร่ และ 1,568 ไร่ ตามลำดับ และในปี พ.ศ. 2556 มีการจัดทำฐานข้อมูลและแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรายแปลงของเกษตรกร มีเกษตรกรถือครองพื้นที่ทำกิน 92 ราย จำนวน 214 แปลง 1,871 ไร่ โดยชุมชนเริ่มมีการปรับเปลี่ยนการเพาะปลูกพืชที่หลากหลายตามแนวทางโครงการหลวง พืชที่ปลูก ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวนา ไม้ผล/ไม้ยืนต้น และข้าวโพดร่วมกับไม้ผล/วนเกษตร 152 ไร่, 291 ไร่, 356 และ 1,072 ไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้มีการบูรณาการฐานข้อมูลต่างๆ ร่วมกับหน่วยงานอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ได้ร่วมกับกรมพัฒนาที่ดินในการจัดทำร่างแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อใช้กำหนดเขตการใช้ที่ดิน เป็นการศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพด้านทรัพยากรธรรมชาติ อาทิ ทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรป่าไม้ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมกับข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องภายในพื้นที่โครงการฯ และนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่โดยคำนึงถึงการใช้ที่ดินตามศักยภาพของที่ดินอย่างยั่งยืน เพื่อการรักษาดุลยภาพของลักษณะทางนิเวศวิทยาและการอนุรักษ์ธรรมชาติเป็นหลัก นำไปสู่การจัดทำแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use planning)



ภาพที่ 2 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรายแปลง และร่างแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน

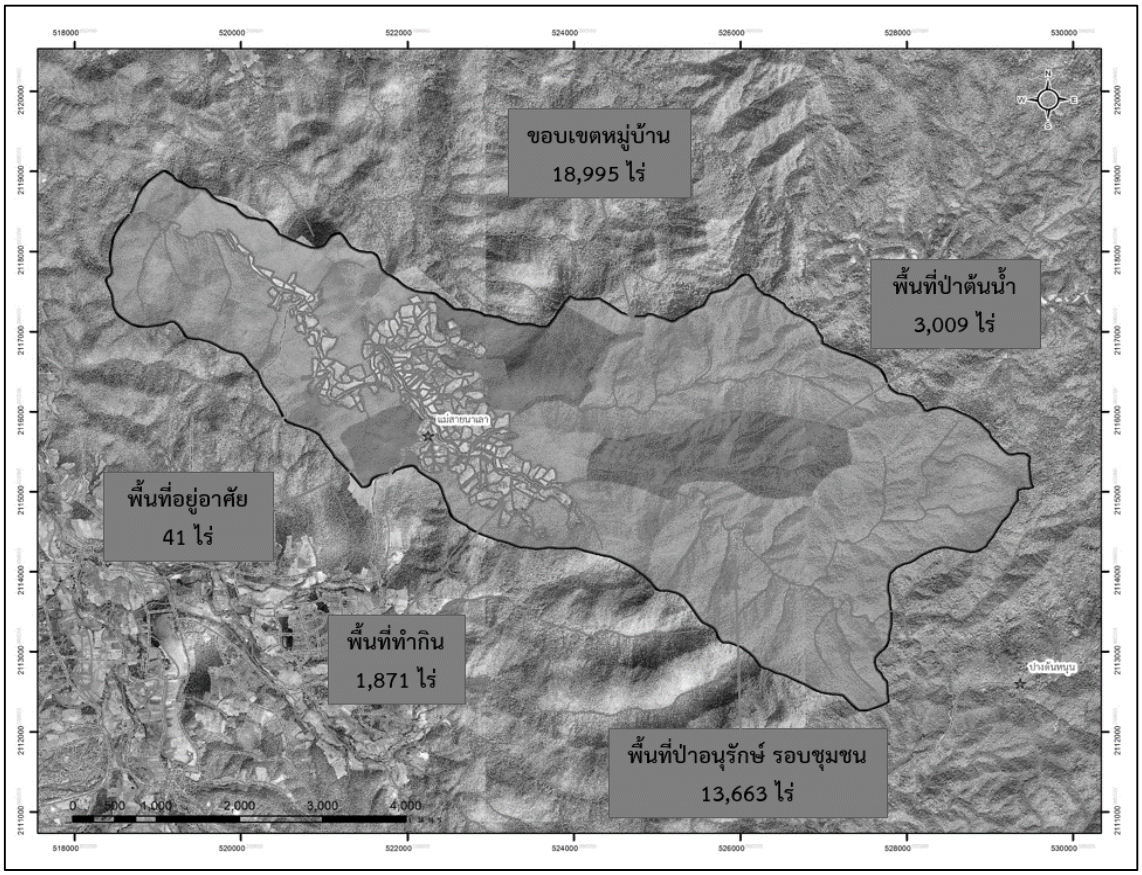
การวิเคราะห์ และวางแผนการพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่ โดยใช้ฐานข้อมูลชุมชน, ร่างแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน, แผนที่ดินรายแปลง, แผนชุมชน และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (องค์ความรู้ งานวิจัย วิชาการ นวัตกรรม และภูมิปัญญาต่างๆ) เป็นเครื่องมือ เพื่อให้มีการพัฒนาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามภูมิสังคม และตามหลักวิชาการ สามารถตอบสนองต่อปัญหาและความต้องการของชุมชน ได้ดำเนินการวางแผนอย่างครบวงจร โดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน และหน่วยงานบูรณาการ ดังนี้

1. กำหนดขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Zoning) แบ่งแยกพื้นที่ทำกินและพื้นที่ป่าให้ชัดเจน ควบคุมและป้องกันมิให้มีการบุกรุกทำลายป่า โดยชุมชนมีการจัดตั้งกลุ่ม คณะกรรมการ และกฎระเบียบในการบริหารจัดการพื้นที่ มีพื้นที่ขอบเขตชุมชน 18,995 ไร่ แบ่งเป็นที่อยู่อาศัย 41 ไร่ พื้นที่ทำกิน 1,871 ไร่ และพื้นที่ป่า 16,672 ไร่

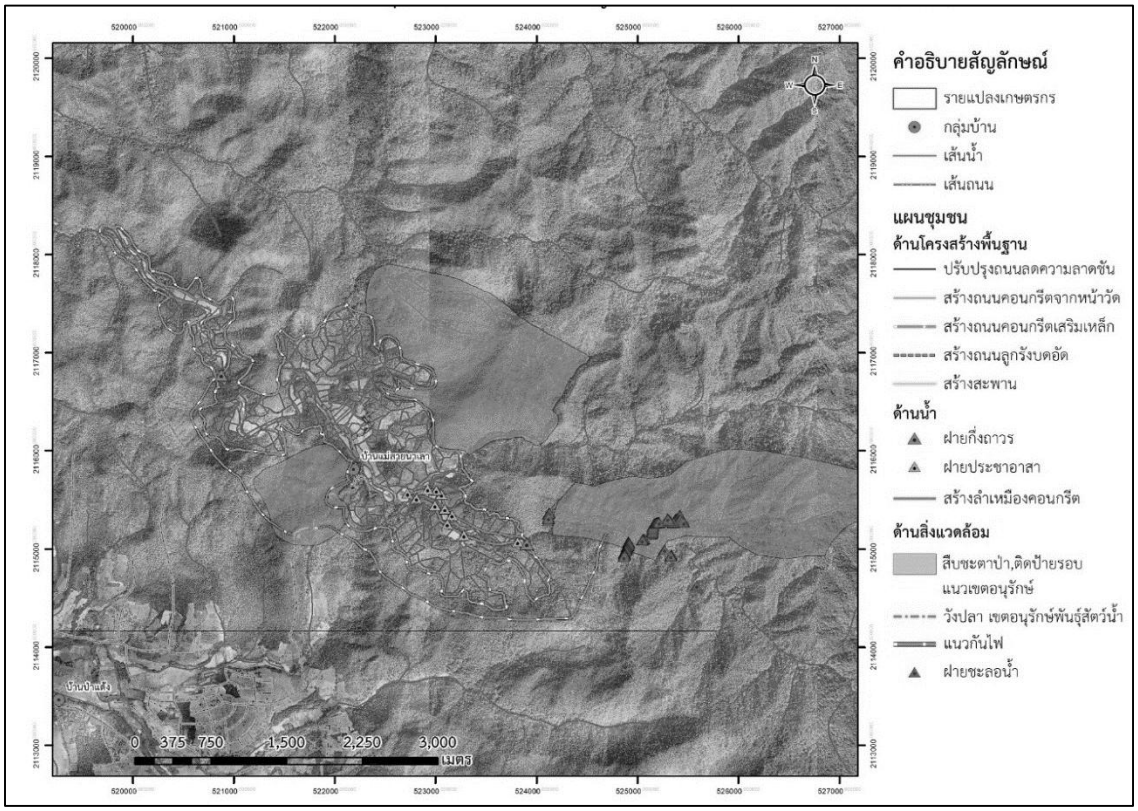
2. วางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น โดยเฉพาะแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการประกอบอาชีพทางเลือกในการเกษตรที่หลากหลายขึ้น เพื่อทดแทนการปลูกข้าวโพด

3. วางแผนการพัฒนาอาชีพด้วยระบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อปรับเปลี่ยนการเพาะปลูกพืชทดแทนข้าวโพด ใช้แผนที่รายแปลงวิเคราะห์ว่าการใช้ที่ดินของเกษตรกรมีความเหมาะสมตามแผนการใช้ที่ดินหรือไม่ และนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการส่งเสริมอาชีพที่เหมาะสม จัดทำเมนูทางเลือกในการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ใช้พื้นที่น้อย ใช้น้ำอย่างมีประหยัด ควบคู่กับการอนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สร้างรายได้ระยะสั้น กลาง และยาว อย่างพอเพียงให้กับเกษตรกร โดยมีกลุ่มสถาบันเกษตรกร และตลาดรองรับการผลิตพืช

4. วางแผนการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้แผนที่กำหนดพื้นที่เป้าหมาย เช่น พัฒนาแหล่งต้นน้ำลำธาร ปลูกป่าไม้ใช้สอย ตามแนวทางป่า 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง ป้องกันไฟป่า การทำฝายชะลอน้ำ รักษาคุณภาพน้ำ การปลูกหญ้าแฝก ปรับปรุงดิน และลดใช้สารเคมี เป็นต้น



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงการกำหนดขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Zoning)



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงการวางแผนการพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่ ตามปัญหาและความต้องการของชุมชน (แผนชุมชน)

การดำเนินกิจกรรมตามแผน เพื่อพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่ โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน และหน่วยงานบูรณาการทุกภาคส่วน อย่างเป็นระบบและครบวงจร โดยสถาบันมีหน่วยงานร่วมบูรณาการเป็นคณะทำงานโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงทั้งในระดับอำเภอ จังหวัด และระดับส่วนกลาง ได้แก่ อำเภอพร้าว, องค์การบริหารส่วนตำบลโหล่งขอด, อุทยานแห่งชาติศรีลานนา, ชลประทานจังหวัดเชียงใหม่, สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดเชียงใหม่, สำนักงานทรัพยากรน้ำ ภาค 1, สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 1, กรมส่งเสริมการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร, กรมการข้าว, กรมประมง, กรมปศุสัตว์ และพัฒนาชุมชน เป็นต้น โดยใช้งบประมาณในการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการของแต่ละหน่วยงานที่ได้ตั้งขึ้น ทั้งนี้โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโหล่งขอด มีเจ้าหน้าที่ประจำพื้นที่เพื่อดำเนินงานส่งเสริม ติดตาม และเป็นผู้ประสานงานหน่วยงานและเจ้าหน้าที่ส่วนกลางของสถาบันที่มีความชำนาญในแต่ละด้านในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ให้เป็นไปตามแผน

1. การพัฒนาแหล่งน้ำ ดำเนินการพัฒนาแหล่งต้นน้ำโดยการทำฝายชะลอน้ำ ฝายกักเก็บน้ำ ระบบส่งน้ำแทงค์/ถังกักเก็บน้ำ พร้อมระบบส่งน้ำสำหรับใช้ในการเกษตร และอุปโภคบริโภค

ภาพที่ 5 การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร

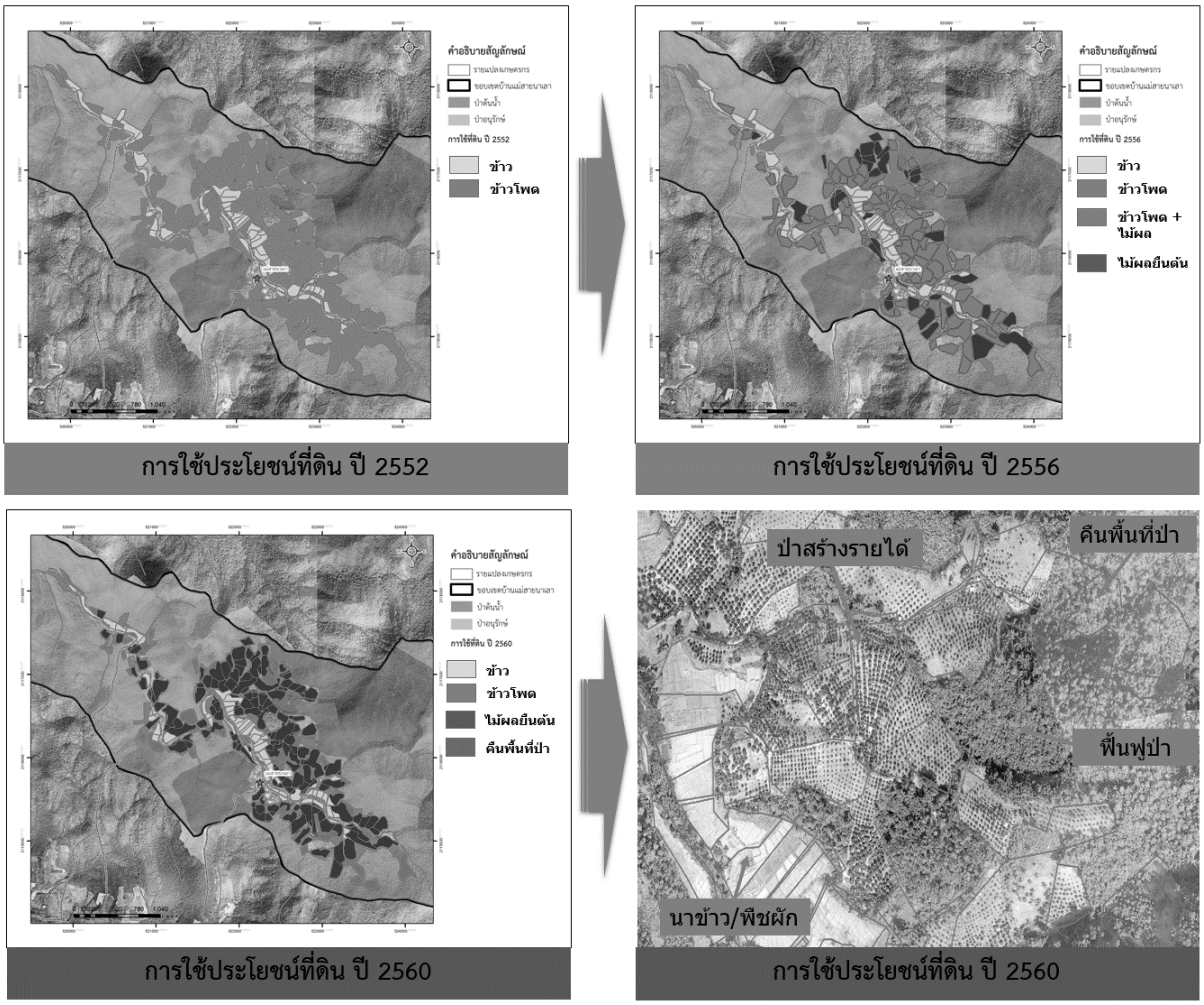
2. การส่งเสริมอาชีพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการปรับระบบการปลูกพืชทดแทนการปลูกข้าวโพดตามเมนูทางเลือกพืชที่เหมาะสม ตามแนวทางโครงการหลวง ได้แก่ ข้าวโพดเหลื่อมด้วยพืชตระกูลถั่ว ไม้ผลยืนต้น (ลำไยและมะม่วง) ไม้ใช้สอย พืชผักในและนอกโรงเรือน การเพิ่มผลผลิตข้าวนา การผลิตกล้าไม้ดอกเพื่อส่งอุทยานหลวงราชพฤกษ์ และปศุสัตว์ เป็นเป็นการสร้างความหลากหลายของอาชีพเกษตร เพิ่มพื้นที่สีเขียว ใช้พื้นที่น้อยผลตอบแทนสูง สร้างรายได้ระยะสั้น - ระยะยาว ลดปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน การบุกรุกพื้นที่ป่า ลดปัญหาหมอกควัน และลดการใช้สารเคมี โดยจากการส่งเสริมและพัฒนา ที่ผ่านมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552 จากเดิมที่ชุมชนมีการปลูกข้าวโพด พื้นที่กว่า 1,568 ไร่ (คิดเป็นร้อยละ 84 ของพื้นที่ทำกิน) มีการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินปลูกข้าวโพดลดลงเหลือเพียง 93 ไร่ ลดลงจากเดิมร้อยละ 94 (คิดเป็นร้อยละ 5 ของพื้นที่ทำกิน) เพิ่มพื้นที่สีเขียวจากการปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้น เป็นป่าสร้างรายได้ พื้นที่ 1,075 ไร่ จากการเปลี่ยนแปลงด้านอาชีพเกษตรสามารถสร้างรายได้ที่พอเพียงให้กับชุมชนในพื้นที่ ทำให้ชุมชนมีการใช้พื้นที่น้อยลง ไม่มีการบุกรุกทำลายป่าเพิ่ม และบางส่วนเกษตรกรไม่ได้เข้าทำประโยชน์ในพื้นที่ทำกินเดิม ปล่อยสภาพพื้นที่ให้ฟื้นเป็นป่าตามธรรมชาติ เป็นการคืนพื้นที่ป่าให้กับประเทศ 487 ไร่

ภาพที่ 6 การพัฒนาอาชีพ ปรับระบบการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทดแทนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตารางที่ 1 จำแนกการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกร ใน ปี พ.ศ. 2552, 2556 และ 2560

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	**จำนวนพื้นที่ปลูก (ไร่)**		
(ชนิดพืชที่ปลูก)	**ปี พ.ศ. 2552**	**ปี พ.ศ. 2556**	**ปี พ.ศ. 2560**
ข้าวนา	306	291	216
ข้าวโพด/ พืชไร่	1,565	152	93
ข้าวโพด + ไม้ผล/ไม้ยืนต้น (วนเกษตร)	-	1,072	-
ไม้ผล/ ไม้ยืนต้น (ป่าสร้างรายได้)	-	356	1,075
ไม่ได้ใช้ประโยชน์ (คืนพื้นที่ป่า)	-	-	487
รวม	**1,871**	**1,871**	**1,871**

Remark: ในการสำรวจใช้การแปรภาพจาก Land use, การสำรวจจับพิกัดภาคพื้นดิน, การเก็บแบบสอบถาม และใช้อากาศยานไร้คนขับ พร้อมแปรภาพ



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตามกลยุทธ์การจัดการทรัพยากรป่าไม้ โดยการมีส่วนร่วม

3. การอนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้วยวิถีชีวิตของชุมชนชาวกะเหรี่ยง ที่มีการพึ่งพิงและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติเป็นอย่างดี ประกอบกับการมีรายได้ที่พอเพียง โดยการร่วมพัฒนาของทุกภาคส่วน ทำให้ชุมชนให้ความสำคัญและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเพื่ออนุรักษ์ฟื้นฟูดิน น้ำ และป่าไม้ของชุมชนอย่างต่อเนื่อง เช่น การทำแนวกันไฟรอบหมู่บ้าน ระยะทาง 25 กม. การบวชป่า การปลูกป่าต้นน้ำ 255 ไร่ การทำฝายชะลอน้ำและดักตะกอน 164 ฝาย ปลูกหญ้าแฝกเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ 600,000 กล้า ทำปุ๋ยหมักลดการเผา 28 ตัน เป็นต้น เพื่อให้ชุมชนมีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ และมีสิ่งแวดล้อมที่ดี เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการเพาะปลูกพืชผลทางการเกษตรต่อไป

ภาพที่ 8 แผนผังสรุปการดำเนินงานตามกลยุทธ์ทางเลือกในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ โดยการมีส่วนร่วม บ้านแม่สายนาเลา ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

สรุป

การพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูง ภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและแนวทางโครงการหลวง โดยดำเนินการตามกลยุทธ์ทางเลือกในการจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง โดยการมีส่วนร่วม ในพื้นที่ชุมชนบ้านแม่สายนาเลา อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ เป็นวิธีการดำเนินงานที่เหมาะสม โดยมีชุมชนเป็นจุดศูนย์กลางในการพัฒนาเชิงพื้นที่ เกิดการพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชนให้ดีขึ้น มีรายได้ที่พอเพียง และมีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยจากการดำเนินงานของโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง ร่วมกับชุมชนและหน่วยงานบูรณาการ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552 มีการพัฒนาในด้านต่างๆ สู่การปรับระบบการเพาะปลูกพืชด้วยระบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้พื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด สร้างรายได้ให้มากขึ้น ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในปี พ.ศ. 2560 ชุมชนลดพื้นที่การปลูกข้าวโพดกว่า ร้อยละ 94 โดยปลูกพืชทางเลือกเป็นวนเกษตรและป่าสร้างรายได้ 1,075 ไร่ (ร้อยละ 57 ของพื้นที่ทำกิน) ปลูกข้าวนาสลับการปลูกพืชผัก 216 ไร่ (ร้อยละ 12 ของพื้นที่ทำกิน) ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 93 ไร่ (ร้อยละ 5 ของพื้นที่ทำกิน) และที่สำคัญชุมชนมีการคืนพื้นที่ป่า โดยไม่ได้เข้าทำประโยชน์ในพื้นที่ทำกินเดิม จำนวน 487 ไร่ (ร้อยละ 26 ของพื้นที่ทำกิน) รวมทั้งมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้โดยรอบชุมชน 16,672 ไร่ ดังนั้น ผลการศึกษานี้และการดำเนินงานอย่างมีส่วนร่วมของชุมชนและหน่วยงานถือเป็นต้นแบบที่ดีของชุมชนบนพื้นที่สูงในการพัฒนาและจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างมีส่วนร่วม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโหล่งขอด หน่วยงานบูรณาการ และชุมชนบ้านแม่สายนาเลา ที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานพัฒนาชุมชน และสร้างต้นแบบที่ดีในการพัฒนาสู่พื้นที่สูงอื่นๆ ต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. 2559. **แผนแม่บทโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2560 – 2564)**.

การปลูกจิตสำนึกให้แก่เยาวชน เพื่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าดิบแล้งที่มีไม้ลาน อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี

Raising Youth Awareness on Participatory Conservation and Restoration of Dry Evergreen Forest Dominated by *Corepha lecomtei* Becc. in Na Di District, Prachinburi Province.

สิรินทร์ ติยานนท์[1*] และ ประวัติศาสตร์ จันทร์เทพ[2]

Sirin Tiyanon[1*] and Prawatsart Chanthep[2]

[1]สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

[2]อุทยานแห่งชาติทับลาน กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

[1]Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation

[2]Thap Lan National Park, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation

* Corresponding Author; E-mail: **tsirin3945@yahoo.com**

บทคัดย่อ

การปลูกจิตสำนึกให้แก่เยาวชน เพื่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าดิบแล้งที่มีไม้ลาน ได้ดำเนินการศึกษาในพื้นที่ อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 – กุมภาพันธุ์ 2561 ศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนและเยาวชนในการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าลาน โดยได้จัดประชุมเชิงปฏิบัติการ เพื่อสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม ปีละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ปี 2553 - 2558 ผลการศึกษาพบว่า ผู้เข้าประชุมส่วนใหญ่เห็นว่าทรัพยากรป่าไม้เป็นสมบัติของทุกคนในชาติ จึงเป็นหน้าที่ของทุกคนต้องช่วยกันดูแล ได้รับความรู้ด้านป่าไม้เพิ่มขึ้น และเห็นว่าป่าเป็นแหล่งของปัจจัย 4 จากนั้นเพื่อปลูกจิตสำนึกให้แก่เยาวชนอย่างยั่งยืน ได้ขยายผลโดยจัดทำสาระการเรียนรู้ท้องถิ่นคือเอกสารส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบการ์ตูน จำนวน 22 เล่ม และเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2560 อธิบดีกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืชได้เดินทางมามอบเอกสารส่งเสริมฯดังกล่าวให้กับโรงเรียนในอำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 6 โรง โดยอุทยานแห่งชาติทับลาน ได้นำเอกสารมาใช้เป็นคู่มือการใช้เส้นทางเดินเท้าศึกษาสถานีสื่อความหมายธรรมชาติ จำนวน 12 สถานี เพื่อให้เยาวชน ได้มีโอกาสเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเวลาเรียน “ ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ” เรื่อง การอนุรักษ์ป่าลานที่ยั่งยืนของชุมชนเข้าสู่สถาบันการศึกษาที่อยู่รอบแนวเขตอุทยานแห่งชาติทับลาน จำนวน 10 โรงเรียน ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 - 6 เพื่อให้เยาวชนได้รับความรู้ ความเข้าใจ เกิดจิตสำนึกรักและหวงแหนทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นของตนเองนำไปสู่การรักษาสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศให้คงอยู่อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : การปลูกจิตสำนึก การมีส่วนร่วม การอนุรักษ์และฟื้นฟู ป่าดิบแล้ง ไม้ลาน

ABSTRACT

This study on raising youth awareness on participatory conservation and restoration of dry evergreen forest dominated by *Corepha lecomtei* Becc was conducted in Na Di District, Prachinburi Province from October 2010 to Feb 2018. During the process, awareness raising workshops for local community were organized annually from 2010 - 2015. The results showed that most participants were aware that forest resources are national property therefore it is everyone's responsibility to protect the resources. In addition, the attendees gained more knowledge related to forestry, particularly the fact that forests provide resources for the 4 basic needs of human (food, shelter, clothing and medicine). For more sustainable youth awareness raising, 22 cartoon books on Enhancing Conservation of Natural Resources and Environment were produced. On 10 February 2017, the books were distributed to 6 schools in Na di District. Furthermore, Thap Lan National Park adopted these books as manuals for using natural trail as nature interpretation of 12 learning stations. This aimed to enhance student's opportunity to learn about sustainable conservation of Thap Lan National Park. This activity was applied to 4^{th} – 6^{th} grade of 10 primary schools around the national park.

Keywords: raise awareness, participation, conservation and restoration, dry evergreen forest, *Corepha lecomtei* Becc

มูลค่าทางเศรษฐกิจของเห็ดป่ากินได้ในสถานีวนวัฒน์วิจัยหนองคูจังหวัดสุรินทร์

The economic value of wild edible mushrooms in Nhong Ku Silvicultural Research Station, Surin Province

สมพร คำชมภู[1*] สมฤดี ตะเคียนเกลี้ยง[1] สุจินดา สมหมาย[2] พงศ์สวัสดิ์ คำสุนทร[2] อัมพวา ปินเรือน[2] สาทินี ซื่อตรง[3] และ สายัณห์ สมฤทธิ์ผล[2]

Somporn Khumchompoo[1*], SomruediTakhiankaliang[1], Sujinda Sommai[2], Phongswat Khamsuntorn[2], Umpawa Pinruan[2], Satinee Suetrong[3], and Sayanh Somrithipol[2]

[1]สถานีวนวัฒนวิจัยหนองคู สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ตำบลทับทัน อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ 32150

[1]NhongKhuSilvicultural Research Station, Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Thup Than, Sangkha, Surin 32150

[2]ห้องปฏิบัติการปฏิสัมพันธ์ของจุลินทรีย์และนิเวศวิทยา ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ 113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

[2]Microbe Interaction and Ecology Laboratory (BMIE), National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, 113 Thailand Science Park, Phahonyothin Road, KhlongNueng, KhlongLuang, PathumThani 12120

[3]ห้องปฏิบัติการความหลากหลายทางชีวภาพของรา ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ 113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

[3] Fungal Biodiversity Laboratory (BFBD), National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, 113 Thailand Science Park, Phahonyothin Road, KhlongNueng, KhlongLuang, PathumThani 12120

*Corresponding Author; E-mail: forest.636383@gmail.com

บทคัดย่อ

สถานีวนวัฒนวิจัยหนองคูครอบคลุมพื้นที่ 2,300 ไร่ เป็นเขตพื้นที่อนุรักษ์พันธุ์ไม้สนสองใบตามธรรมชาติที่เรียกว่า ‘ป่าสนหนองคู’ พื้นที่ป่าแห่งนี้มีความอุดมสมบูรณ์จึงมีผลผลิตของป่าจำนวนมาก และชาวบ้านได้พึ่งพาป่ามาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทางคณะผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของความสมดุลของระบบนิเวศ จึงได้ศึกษาข้อมูลมูลค่าผลผลิตจากป่า โดยได้จัดทำแบบสอบถามการประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ของป่าเพื่อสัมภาษณ์ประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนโดยรอบพื้นที่ป่าสนหนองคูจำนวน 7 หมู่บ้านใน 3 ตำบล ผลจากผู้ตอบแบบสอบถาม 124 คน (คิดเป็น 12.5% ของครัวเรือนทั้งหมด) ที่ได้สัมภาษณ์ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2560 พบว่าผลผลิตจากป่าที่เก็บเพื่อการบริโภคและขาย ได้แก่ เห็ด ผลไม้ป่า พืชหัวกิน พืชสมุนไพร ไม้ไผ่และหน่อไม้ หวาย แมลง และสัตว์ขนาดเล็ก ในส่วนของเห็ดป่ามีการเก็บตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนตุลาคม เป็นจำนวน 12 ชนิด (ตามชื่อสามัญ)ประเมินผลผลิตได้ประมาณ 92 ตัน และคิดเป็นมูลค่าประมาณ 9.7 ล้านบาท โดยเห็ดในกลุ่มเห็ดระโงก เห็ดผึ้ง และเห็ดน้ำหมากเป็นเห็ดที่นิยมเก็บและมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ในการจัดการพื้นที่ป่าแห่งนี้อย่างยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: ประเมินศักยภาพของป่า, มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์, เห็ดป่ากินได้, ระบบนิเวศ

ABSTRACT

Nhong Ku Silvicultural Research Station covers the area of 2,300 Rai, established to be a natural genetic conservation area for Merkus pine (*Pinusmerkusii*) called 'Nhong Ku Pine forest'. This area is plentiful, and the villagers nearby exploit the forest products so far. For the ecosystem balance, the valuation of non-timber products was studied by using the questionnaires to interview the local people in 7 villages of 3 sub-districts around. The results from the 124 respondents (represented as 12.5% of the total household) interviewed during the end of 2017 showed that the forest products collected for their consumption and sale were: mushrooms, wild fruits, edible tuber plants, herbalplants, bamboo and bamboo shoots, rattan, insects, and small animals. For the mushrooms, 12 species (based on their common name) were collected between April and October for the total amount of 92 tons and calculated for the total value of 9.7 million baht. The *Amanita*, *Boletus*, and *Russula* are groups of the most collected species and provide high economic values. This information is beneficial for the further sustainable management of this forest area.

Keywords: the forest potential, economic value, wild edible mushroom, ecosystem

การประเมินการเติบโตของต้นไม้และสมบัติดินของป่าชายเลนปลูกฟื้นฟูในพื้นที่อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

Assessment of Tree Growth and Soil Properties of Restored Mangroves in Khlung District, Chanthaburi Province

ออ พรานไชย[1] **วิภาวี วันเพ็ญ[1*]** และ ลดาวัลย์ พวงจิตร[1]

Aor Pranchai[1], **Wipawee Wanpen[1*]**and Ladawan Puangchit[1]

[1]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail:**comanche.117@gmail.com**

บทคัดย่อ

การปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนในประเทศไทยได้มีการดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง แต่ข้อมูลเกี่ยวกับเติบโตและสมบัติดินหลังการปลูกฟื้นฟูยังมีอยู่อย่างจำกัด การศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อประเมินการเติบโตของต้นไม้และสมบัติดินของป่าชายเลนปลูกบนพื้นที่นากุ้งร้าง โดยทำการศึกษาในพื้นที่ป่าชายเลนปลูกฟื้นฟูบริเวณลุ่มน้ำเวฬุ อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ซึ่งทำการเก็บข้อมูลในแปลงป่าชายเลนปลูกปี พ.ศ. 2545, 2547, 2550 และ 2551 โดยการวางแปลงตัวอย่างขนาด 20 x 20 เมตร จำนวน 3 แปลงต่อชั้นอายุ ทำการเก็บข้อมูลการเติบโตของต้นไม้และสมบัติดิน นอกจากนี้ยังทำการเก็บข้อมูลในแปลงนากุ้งร้างและป่าชายเลนธรรมชาติด้วย จากผลการศึกษาพบว่าความโตและความสูงเพิ่มขึ้นแปรผันตามกับชั้นอายุของป่าชายเลน ทั้งนี้พบว่าการเติบโตของต้นไม้ป่าชายเลนปลูกฟื้นฟูมีค่าเข้าใกล้ป่าชายเลนธรรมชาติด้วยอัตราที่ช้ากว่าสมบัติดินของป่าชายเลน หากพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินชั้นบน ระยะเวลาที่จะทำให้สมบัติดินในแปลงป่าปลูกมีสมบัติใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติจะใช้ระยะเวลาประมาณ 20 - 25 ปี ส่วนด้านการเติบโตของต้นไม้ป่าชายเลนปลูกนั้นจะมีลักษณะใกล้เคียงหรือเข้าใกล้ป่าธรรมชาติจะใช้ระยะเวลาประมาณ 30 - 40 ปี

คำสำคัญ: ป่าชายเลนปลูก นากุ้งร้าง การฟื้นฟูป่าชายเลน สมบัติดิน

ABSTRACT

Mangrove restorationsin Thailand have beentaken place for a period of time. However, the development of restored mangrove forests in terms of tree growth and soil properties has not been investigated, sufficiently. The objective of this study was to assess the tree growth and soil characteristic of restored mangrove in abandoned shrimp ponds over several years comparing to natural mangroves and abandoned shrimp ponds. The study was conducted in the Eastern part of Thailand around Welu River, Khlung District, Chanthaburi Province where five forest stands were

sampled. Data of each forest stand were collected from three of 20x20 m plots. Tree growth and soil properties of each plot were determined. In addition, data were also collected in abandoned shrimp ponds and natural mangroves. The results showed that increment of diameter and height varied according to age of stand. Similarly, soil chemical properties (total soil nitrogen, total soil carbon and soil organic matter) increased with increasing age. We found that soil characteristics of restored mangrove forests approached the properties of reference natural forest faster than tree growth characteristics. Specifically, it was estimated that properties of upper soil layer of the restored sites would take approximately 20 to 25 years to reach the soil properties in natural mangrove forest while tree growth of the restored forest would approach the properties of natural forest states by approximately 30 to 40 years.

Keywords: Restored mangrove, Mangrove restoration, Abandoned Shrimp Pond, Soil properties

คำนำ

ในช่วงเวลา 2-3 ทศวรรษที่ผ่านมาป่าชายเลนได้ถูกรบกวนเพื่อใช้ประโยชน์ในกิจกรรมของมนุษย์หลายรูปแบบด้วยกัน อันเป็นผลทำให้ระบบนิเวศป่าชายเลนเสื่อมโทรมอย่างเห็นได้ชัดเจนและพื้นที่ลดลงอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาไม่นานนัก สาเหตุหลักของการทำลายป่าชายเลนคือการบุกรุกพื้นที่เพื่อใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยเฉพาะการทำนากุ้งทำให้เกิดการสูญเสียและมีผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าชายเลนเป็นอย่างมาก ซึ่งในช่วงระยะแรกของการทำนากุ้งนั้นจะให้ผลผลิตที่สูงเพราะยังมีความอุดมสมบูรณ์อยู่มาก หลังจากการทำนากุ้งราว 5 ปี พื้นที่นากุ้งในประเทศไทยมักจะถูกทิ้งร้าง เพราะผลผลิตกุ้งที่ได้ลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากปัญหาความเป็นพิษที่เกิดขึ้นในนากุ้ง โรคระบาด และความเป็นกรดของดิน ซึ่งทำให้ไม่คุ้มทุนในการที่จะทำนากุ้งในพื้นที่เดิมต่อ เกษตรกรชาวนากุ้งจึงตัดสินใจทิ้งนากุ้งเดิมแล้วไปหาพื้นที่นากุ้งใหม่ในภาคตะวันออกของประเทศไทยได้มีการทำลายป่าชายเลนเพื่อทำนากุ้งอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะจังหวัดจันทบุรีถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่นากุ้งเกือบทั้งหมด (ส่วนส่งเสริมและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน, 2556) ผลจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อความสมดุลของระบบนิเวศในป่าชายเลนและระบบนิเวศอื่นในบริเวณชายฝั่งและใกล้เคียงป่าชายเลน อีกทั้งทำให้เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอีกด้วย (Pumijumnong, 2014) ปัญหาที่เกิดขึ้นนอกจากจะส่งผลกระทบในระยะยาวและค่อนข้างยากที่จะฟื้นคืนความอุดมสมบูรณ์ได้โดยธรรมชาติแล้วยังต้องใช้ระยะเวลานานอีกด้วย และพื้นที่ดังกล่าวมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการฟื้นฟูแนวทางหนึ่งในการฟื้นฟูพื้นที่นากุ้งร้างคือ การปลูกป่าชายเลนซึ่งเป็นวิธีการที่ช่วยเร่งให้พื้นที่นากุ้งร้างสามารถฟื้นตัวกลับมาเป็นป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามการฟื้นฟูป่าชายเลนโดยการปลูกขึ้นมาใหม่นั้นเป็นการจัดการที่ต้องอาศัยเทคนิคและความรู้ทั้งเรื่องชนิดพันธุ์ที่จะนำมาปลูก สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการตั้งตัวของกล้าไม้ ซึ่งทำให้ต้องมีการลงทุนทั้งเวลา งบประมาณ และบุคลากร การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าชายเลนเริ่มขึ้นในปี พ.ศ.2534 อันเป็นผลมาจากโครงการปลูกฟื้นฟู (จิรพันธ์, 2555) อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จของโครงการ

ปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนเหล่านี้ล้วนประสบปัญหากับปัจจัยจำกัด ซึ่งก็คือความเสื่อมโทรมของดินการทำนากุ้งส่งผลกระทบอย่างรุนแรงโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อสมบัติของดิน การชะล้างพังทลาย และความเป็นกรดของดินล้วนเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในนากุ้งร้างเป็นไปได้ยาก ประกอบกับสภาพสิ่งแวดล้อมที่วิกฤตรุนแรงทำให้การปลูกพื้นฟูป่าชายเลนบนพื้นที่นากุ้งร้างต้องทำการปลูกซ่อมบ่อยครั้งเนื่องจากพันธุ์ไม้ที่ปลูกมีอัตราการรอดตายที่ต่ำมากมีการศึกษาอย่างละเอียดและหลากหลายในเรื่องของการเติบโตและการรอดตายของกล้าไม้ป่าชายเลนปลูกในระยะแรกหลังการปลูกป่าชายเลน อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อมูลว่าต้องใช้เวลานานเท่าใดในการที่จะฟื้นฟูป่าชายเลนบนพื้นที่นากุ้งร้างให้กลับมามีสภาพและมีลักษณะทางโครงสร้างและหน้าที่ใกล้เคียงหรือเทียบเท่ากับป่าชายเลนธรรมชาติ (Osland *et al*., 2012) ซึ่งข้อมูลยังมีอยู่อย่างจำกัด นอกเหนือไปจากโครงสร้างสังคมพืช อีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่มีบทบาทต่อการปลูกฟื้นฟูและการเติบโตของพืชป่าชายเลนนั่นก็คือ ดิน ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของดินป่าชายเลนกันอย่างกว้างขวาง โดยได้มีการเสนอว่าดินเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อหมู่ไม้ในป่าชายเลน (Boto, 1984) แต่เกณฑ์ที่ใช้ประเมินดินในโครงการฟื้นฟูป่าชายเลนยังคงมีอยู่อย่างจำกัด และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างดินและพืชพรรณในป่าชายเลนนั้นก็ยังคงมีไม่มากนักซึ่งการขาดข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญเหล่านี้ทำให้ผู้ที่ดำเนินการฟื้นฟูป่าชายเลนจะไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะใช้เวลานานเท่าใดและเมื่อใดที่ป่าชายเลนปลูกฟื้นฟูนั้นจะประสบความสำเร็จทั้งๆ ที่ต้นทุนการปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนนั้นสูงมากยิ่งไปกว่านั้นในปัจจุบันยังขาดความเข้าใจว่าพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ปลูกเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรมมีปฏิสัมพันธ์กับการปรับปรุงคุณสมบัติของดินอย่างไร สาเหตุหลักของการขาดข้อมูลนี้คือ กิจกรรมการฟื้นฟูป่าชายเลนไม่ได้ถูกศึกษาอย่างต่อเนื่องอีกทั้งยังขาดการติดตามประเมินผลของการฟื้นฟูพื้นที่ป่าชายเลนนั้นๆ ด้วย

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินการเติบโตของไม้ป่าชายเลนและสมบัติของดินป่าชายเลนปลูกบนพื้นที่ที่เคยเป็นนากุ้งร้าง โดยทำการเปรียบเทียบกับป่าธรรมชาติและนากุ้งที่ถูกทิ้งร้างในพื้นที่ป่าชายเลนปลูกฟื้นฟูเพื่อศึกษาการเติบโตของต้นไม้และสมบัติของดินซึ่งเมื่อเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของการปลูกป่าชายเลนและความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาป่าปลูกฟื้นฟูบนพื้นที่นากุ้งร้างกับการเติบโตของไม้ป่าชายเลนและสมบัติของดินแล้วจะช่วยทำให้สามารถประเมินความก้าวหน้าของการปลูกฟื้นฟูโดยดูจากระดับความสมบูรณ์ของป่าและสามารถวางแผนการปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนรวมไปถึงออกแบบและทำงานได้โดยสามารถคาดการณ์ระยะเวลาที่ต้องใช้ในการฟื้นฟูได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ทำงานในด้านฟื้นฟูป่าชายเลนหรือผู้ที่มีอำนาจหน้าที่ในการกำหนดนโยบายในการฟื้นฟูป่าชายเลนอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

1.การเติบโตของไม้ป่าชายเลนปลูกฟื้นฟูบนพื้นที่นากุ้งร้าง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในพื้นที่ซึ่งอยู่บริเวณแปลงปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนบนพื้นที่นากุ้งบริเวณโดยรอบป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ ตำบลเกวียนหัก อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ภายใต้การดูแลของสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 3 (ขลุง จันทบุรี) หน่วยตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือหมู่ไม้ (stand) ที่ปลูกอยู่ในแปลงปลูกปีเดียวกัน ดังนี้ แปลงปลูกปี พ.ศ. 2545 2547 2550 และ 2551 แปลงนากุ้งร้าง และแปลงป่าธรรมชาติ โดยเก็บข้อมูลในแปลงปลูก

ฟื้นฟูที่มีอายุต่างกันเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ในแต่ละช่วงระยะเวลา และทำการเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่มีสภาพเป็นพื้นที่นากุ้งร้าง และป่าชายเลนธรรมชาติ เพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับป่าที่ปลูกบนพื้นที่นากุ้งร้าง ทำการเก็บข้อมูลโดยทำการวางแปลงชั่วคราวขนาด 20 x 20 เมตร จำนวน 3 แปลงต่อชั้นอายุ เก็บข้อมูลขนาดความโตและความสูง ชนิดพันธุ์ของต้นไม้ทุกต้นในแปลงตัวอย่างเก็บข้อมูลความโต โดยใช้ Diameter tape วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH: diameter at breast height) (1.30 เมตร) และความสูงของไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก มากกว่า 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป ยกเว้นไม้สกุลโกงกางวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเหนือรากค้ำยัน 20 เซนติเมตร ส่วนการวัดความสูงใช้เครื่องมือ Haga altimeter สุ่มวัดความสูงจำนวน 9 ต้นต่อแปลง จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลการเติบโตของต้นไม้ โดยวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ต่างๆ คือ ความโต ความสูง และองค์ประกอบของชนิดพันธุ์หมู่ไม้ป่าชายเลนที่แปลงปลูกฟื้นฟูที่มีอายุต่างกันเปรียบเทียบกับป่าชายเลนธรรมชาติและพื้นที่นากุ้งร้าง

2.สมบัติดินในป่าชายเลนปลูกฟื้นฟูบนพื้นที่นากุ้งร้าง

ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้าง (undisturbed sample) จำนวน 3 จุดในแปลงตัวอย่าง 20 x 20 เมตร ในแต่ละชั้นอายุ โดยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างดินจำนวน 3 ตัวอย่างที่ระดับความลึก 0 – 30 เซนติเมตร โดยใช้ soil core แบบ split tube soil sampler ดินที่ได้จากการเก็บตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ชั้นความลึก คือ 0 –10 เซนติเมตร และ 10 – 30 เซนติเมตรตัวอย่างดินทั้งหมดที่ได้จากการเก็บภาคสนามทำการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (soil bulk density) โดยใช้วิธี core method (Jalota *et al*., 1998) วิเคราะห์เนื้อดิน (soil texture) โดยใช้วิธี Hydrometer method (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดิน (total soil carbon) โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบเผา (Dumas method หรือ dry combustion) ด้วยเครื่อง PerkinElmer 2400 Series II CHNS/O Elemental Analyzer ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total soil nitrogen) โดยวิธี Dumas method (Jackson, 1965) และวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง PerkinElmer 2400 Series II CHNS/O Elemental Analyzerและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter) โดยใช้วิธี Walkley and Black’s rapid titration (Walkley and Black, 1934) โดยทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1. การเติบโตของไม้ป่าชายเลนปลูกฟื้นฟูบนพื้นที่นากุ้งร้าง

ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของต้นไม้โดยเลือกพันธุ์ไม้สองสกุล คือสกุลถั่ว (*Bruguiera* spp.) และสกุลโกงกาง (*Rhizophora* spp.) มาใช้ในการหาความสัมพันธ์ เนื่องจากในพื้นที่แปลงปลูกโดยมากแล้วพบพันธุ์ไม้สองสกุลนี้ จากผลศึกษา พบว่าสามารถสร้างความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการล็อกการีทึม โดยมีสมการดังนี้ สำหรับไม้สกุลถั่ว ความสูง (Height) = 5.052 ln(DBH) - 1.59 (R^2 = 0.61) และสำหรับไม้สกุลโกงกาง ความสูง (Height) = 6.703ln(DBH) - 1.624 (R^2 = 0.69) (Figure 1) ซึ่งสามารถทราบความสูงจากการคำนวณโดย

ใช้ข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก เนื่องด้วยในพื้นที่ป่าชายเลนนั้นการวัดความสูงของไม้ทุกต้นเป็นไปได้ยาก (Figure 1)

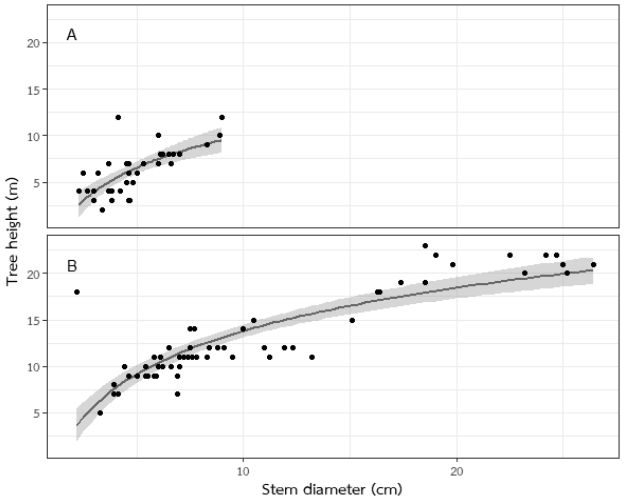


Figure 1 Diameter-height relationship of selected *Bruguiera* spp. (A) and *Rhizophora* spp. (B) trees. A logarithmic function was fitted to each distribution. A: Height = 5.052 ln(DBH)-1.59 (R^2 = 0.61); B: Height = 6.703ln(DBH)-1.624 (R^2 = 0.69).

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงในแต่ละชั้นอายุของหมู่ไม้ในป่าชายเลน พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามกันเมื่ออายุของป่ามากขึ้น ลำต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุด (1.50±3.15 เซนติเมตร) และมีความสูงน้อยที่สุด (0.46±2.86เมตร) คือ ต้นพังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Savigny) พบอยู่ในป่าชายเลนที่มีอายุน้อยที่สุด คือ ที่อายุ 9 ปี ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องแปรผันตามชั้นอายุของหมู่ไม้ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ขนาดลำต้นที่ใหญ่ที่สุดวัดได้คือต้นโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.) ซึ่งพบจากป่าชายเลนธรรมชาติมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26.40±4.32 เซนติเมตรและมีความสูง20.32±1.78 เมตร (Figure 2) โดยพบว่าเมื่อป่ามีอายุมากขึ้นนั้นค่าขนาดความโตและความสูงจะมีค่าเข้าใกล้ป่าธรรมชาติมากขึ้น จาก Figure2 แสดงการกระจายตัวของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ป่าชายเลนสองสกุล คือ ไม้สกุลถั่ว (Figure 2; A) และไม้สกุลโกงกาง (Figure 2; B) ตามชั้นอายุต่างๆกัน ซึ่งเป็นไม้สองชนิดที่พบเป็นส่วนมากในแปลงป่าปลูกฟื้นฟู เส้นแนวนอนแสดงถึงค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยในป่าธรรมชาติ (16.42±1.73 เซนติเมตร) โดยจะใช้เป็นค่าอ้างอิง จะเห็นได้ว่าในแปลงปลูกอายุ 15 ปี ไม้สกุลโกงกางจะมีค่าเข้าใกล้ป่าธรรมชาติมากที่สุด (5.95±0.26 เซนติเมตร) โดยไม่มีการเปรียบเทียบกับในไม้สกุลถั่ว เนื่องจากในป่าธรรมชาติบริเวณที่ทำการเก็บข้อมูลนั้นไม่พบไม้สกุลนี้

ปัจจุบันมีโครงการฟื้นฟูป่าชายเลนด้วยวิธีการปลูกป่าชายเลนที่ถูกดำเนินการในบริเวณแถบภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีการศึกษาเกี่ยวกับการเติบโตและการรอดตายของกล้าไม้ป่าชายเลนปลูกในระยะแรกหลังการปลูกป่าชายเลนอย่างละเอียดและหลากหลาย (Thampanya *et al*., 2002) มีหลายงานวิจัยประเมินว่าป่าชายเลน

ปลูกนั้นจะกลับมามีมวลชีวภาพ โครงสร้างสังคมพืช และผลผลิตเทียบเท่ากับป่าที่เจริญเต็มที่ (Mature forest) จะต้องใช้ระยะเวลา 20 ปี (Colonello and Medina, 1998; Twilley *et al*., 1998; McKee and Faulkner, 2000) แต่ข้อมูลยังคงมีอย่างจำกัด

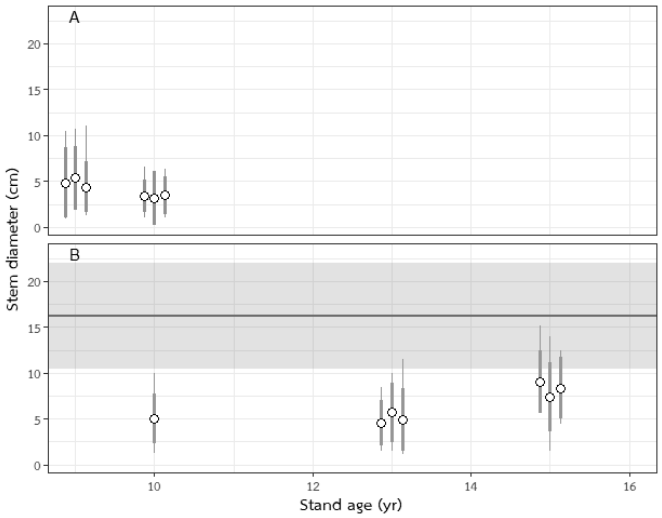


Figure2 Stem diameter distribution of each plot in *Bruguiera* spp. (A) and *Rhizophora* spp. (B) plantations (Mean ± 2SD). Thin vertical lines represent minimum and maximum diameter values. The horizontal line represents average tree diameter in natural forest stand with envelope indicating standard deviation. Plots of the same age were slightly separated to ease interpretation. (*Bruguiera* spp. trees did not grow in the natural stand, so that plantations and natural stand could not be compared.)

ในขณะที่นักวิจัยรายอื่นกล่าวว่าต้องใช้เวลามากกว่า 60 ปี (Walters, 2000) Salmo *et al*. (2013)ได้สรุปว่ากุญแจสำคัญที่สามารถบอกได้ถึงระดับความก้าวหน้าหรือความสำเร็จของการฟื้นฟูป่าชายเลน หนึ่งในนั้นคืออัตราซึ่งทำให้โครงสร้างของสังคมพืชและมวลชีวภาพของป่าปลูกกลับไปเป็นเหมือนเช่นป่าที่เจริญเต็มที่ (Mature forest) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ในป่าปลูกได้ โดยได้ทำการศึกษาการฟื้นฟูในแง่ของมวลชีวภาพพบว่าป่าชายเลนอายุ 10-12 ปี เพียงพอต่อการฟื้นฟูป่าชายเลนในแง่ของมวลชีวภาพแต่ยังคงขาดข้อมูลที่จะพิสูจน์ได้ ส่วนในประเทศไทยนั้นเคยมีกรณีศึกษาถึงความสมบูรณ์ในป่าปลูกโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) ว่าสามารถกลับมามีความสมบูรณ์ได้ในระยะเวลาประมาณ 13 ปี (Aksornkoae, 1996) จากผลการศึกษาในครั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของไม้ป่าชายเลนกับชั้นอายุของป่าชายเลนปลูกฟื้นฟูแล้วพบว่า ลักษณะการเติบโตของไม้ป่าชายเลนปลูกจะเข้าใกล้ป่าธรรมชาติต้องใช้ระยะเวลาประมาณ 30-40ปี ซึ่งจะใช้ช่วงระยะเวลาในการฟื้นฟูมากกว่าที่เคยมีการศึกษามา อาจเป็นเพราะว่าข้อมูลจำนวนชั้นอายุที่มีอยู่นั้นอาจไม่เพียงพอต่อการคาดการณ์ถึงแนวโน้มที่จะเข้าใกล้ป่าธรรมชาติและเป็นการพิจารณาของไม้สกุลโกงกางเท่านั้น (Figure 3)

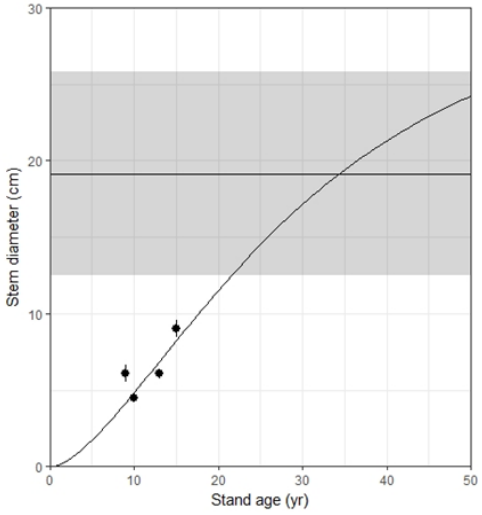


Figure 3 Mean values of stem diameter at 9, 10, 13 and 15 yr. in *Rhizophora* spp. plantations. The horizontal line represents average tree diameter in natural forest stand with envelope indicating standard deviation. Chapman-Richards growth function was fitted to the available data (y(t) = 30[1–e-0.043t]1.74.

2. สมบัติดินในป่าชายเลนปลูกฟื้นฟูบนพื้นที่นากุ้งร้าง

จากการศึกษาสมบัติดินที่ระดับความลึก 0-10 ซม. พบว่าเนื้อดินในแปลงปลูกที่ชั้นอายุ 10, 13 และ 15 ปี เนื้อดินเป็นดินแบบดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) ซึ่งในป่าธรรมชาติพบว่าเป็นเนื้อดินแบบดินร่วนปนทรายเช่นเดียวกัน ส่วนในแปลงปลูกอายุ 9 ปีนั้น เนื้อดินเป็นแบบดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam) ซึ่ง พบว่ามีลักษณะเนื้อดินเหมือนกันกับในพื้นที่นากุ้งร้าง ส่วนดินที่ระดับความลึก 30 ซม.นั้น พบว่า ที่แปลงปลูกอายุ 9 ปีเป็นแบบดินร่วนปนเหนียว (Clay Loam) แปลงปลูกอายุ 10 ปี เป็นแบบดินร่วนปนทราย ในแปลงปลูกอายุ 13 และ 15 ปี เนื้อดินเป็นแบบดินร่วนเหนียวปนทรายในพื้นที่นากุ้งร้างเป็นแบบดินร่วนเหนียวปนทราย ส่วนป่าธรรมชาติเป็นเนื้อดินแบบดินร่วนปนทราย (Table 1) โดยภาพรวมนั้นลักษณะดินทั้งสองระดับความลึกส่วนใหญ่ในแปลงปลูกทุกชั้นอายุจะเป็นดินร่วนปนทรายซึ่งมีอนุภาคทรายเป็นองค์ประกอบสูง

ดินที่ระดับความลึก 0-10 ซม.พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total soil nitrogen) ที่ต่ำถูกวัดได้จากพื้นที่นากุ้งร้าง (ร้อยละ 0.17±0.01) และมีค่าเพิ่มขึ้นในหมู่ไม้ชั้นอายุ 9 ปี (ร้อยละ0.57±0.28) 10 ปี (ร้อยละ 0.77±0.11) ตามลำดับ โดยพบค่าสูงสุดในชั้นอายุ 13 ปี (ร้อยละ 1.08±0.46) แต่พบค่าน้อยลงในหมู่ไม้ชั้นอายุ 15 ปี (ร้อยละ 0.63±0.45) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ธรรมชาติที่ใช้เป็นพื้นที่อ้างอิงนั้น พบว่าในป่าธรรมชาติมีค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ร้อยละ 0.69±0.07) ใกล้เคียงกับหมู่ไม้ชั้นอายุ 15 ปี (Figure 4) ปริมาณคาร์บอนในดิน (total soil carbon)ที่ต่ำถูกวัดได้จากพื้นที่นากุ้งร้างเช่นเดียวกันกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ร้อยละ 4.58±0.59) และมีค่าเพิ่มมากขึ้นในหมู่ไม้ชั้นอายุ 9 ปี (ร้อยละ 13.77±2.74) และ 10 ปี (ร้อยละ 20.03±1.93) ตามลำดับ โดยพบปริมาณมากที่สุดในแปลงปลูกชั้นอายุ 13 ปี (ร้อยละ 22.61±7.79) แต่ในแปลงปลูกอายุ 15 ปี พบปริมาณ

คาร์บอนในดินน้อยกว่าแปลงปลูกอายุ 10 และ 13 ปี (ร้อยละ 11.93±8.42) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ธรรมชาติที่ใช้เป็นพื้นที่อ้างอิงนั้น พบว่าในป่าธรรมชาติมีค่าปริมาณคาร์บอนในดิน (ร้อยละ 17.8±0.07) ใกล้เคียงกับหมู่ไม้ชั้นอายุ 9ปี (Figure 4)

Table 1 Soil texture at 0-10 and 10-30 cm soil depth for all studied restored forest stands as well as the natural forest acting as reference site (Ref.). (Reported values are mean values ± standard deviation.)

Soil depth (cm)	Age (yr)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
0-10	**0**	49.00 ± 2.00	19.33 ± 3.06	31.67 ± 1.15	Sandy Clay Loam
	9	57.33 ± 9.29	21.00 ± 7.00	21.67 ± 2.31	Sandy Clay Loam
	10	75.67 ± 4.62	7.67 ± 2.08	16.67 ± 3.51	Sandy Loam
	13	74.00 ± 3.61	8.67 ± 3.06	17.33 ± 1.53	Sandy Loam
	15	54.33 ± 19.40	26.00 ± 14.80	19.67 ± 4.62	Sandy Loam
	Ref.	72.33 ± 0.58	11.33 ± 1.53	16.33 ± 1.15	Sandy Loam
10-30	**0**	58.67 ± 6.51	19.00 ± 6.24	22.33 ± 5.03	Sandy Clay Loam
	9	43.67 ± 3.51	28.00 ± 1.00	28.33 ± 3.06	Clay Loam
	10	73.67 ± 4.51	7.33 ± 1.53	19.00 ± 3.00	Sandy Loam
	13	71.67 ± 2.31	8.33 ± 4.04	20.00 ± 2.65	Sandy Clay Loam
	15	50.67 ± 3.79	24.33 ± 2.52	25.00 ± 2.00	Sandy Clay Loam
	Ref.	71.67 ± 1.15	12.67 ± 2.31	15.67 ± 1.15	Sandy Loam

ปริมาณอินทรียวัตถุ (soil organic matter)ที่ต่ำถูกวัดได้จากพื้นที่นากุ้งร้างเช่นเดียวกันกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณคาร์บอนในดิน (ร้อยละ 7.62±4.59) และมีค่าเพิ่มมากขึ้นในหมู่ไม้ชั้นอายุ 9 ปี (ร้อยละ 24.35±1.98) โดยพบปริมาณมากที่สุดในแปลงปลูกชั้นอายุ 10ปี (ร้อยละ 35.22±2.15) ส่วนในแปลงปลูกอายุ 13 ปี พบปริมาณต่ำลงมา (ร้อยละ 28.1±9.28) แต่เพิ่มขึ้นในแปลงปลูกอายุ 15 ปี (ร้อยละ 34.69±20.34) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ธรรมชาติที่ใช้เป็นพื้นที่อ้างอิงนั้น พบว่าในป่าธรรมชาติมีค่าปริมาณ อินทรียวัตถุ (ร้อยละ 39.22±9.05) ใกล้เคียงกับหมู่ไม้ชั้นอายุ 10ปี (Figure 4)

ส่วนที่ดินระดับความลึก 10-30 ซม.พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total soil nitrogen) ที่ต่ำถูกวัดได้จากพื้นที่นากุ้งร้าง (ร้อยละ 0.1±0.02) และมีค่าเพิ่มขึ้นในหมู่ไม้ชั้นอายุ 9 ปี (ร้อยละ 0.3±0.01) โดยพบค่าสูงสุดในแปลงปลูกอายุ 10 ปี (ร้อยละ 0.56±0.11) ในแปลงปลูกชั้นอายุ 13 ปี พบปริมาณต่ำลงมาเพียงเล็กน้อย (ร้อยละ 0.54±0.08) แต่พบค่าน้อยลงในหมู่ไม้ชั้นอายุ 15 ปี (ร้อยละ 0.28±0.04) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ธรรมชาติที่ใช้เป็นพื้นที่อ้างอิงนั้น พบว่าในป่าธรรมชาติมีค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ร้อยละ 0.5± 0.01) ใกล้เคียงกับหมู่ไม้ชั้นอายุ 10 ปี (Figure 4) ปริมาณคาร์บอน (totalsoil carbon)ที่ต่ำถูกวัดได้จากพื้นที่นากุ้งร้างเช่นเดียวกันกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ร้อยละ 3.26±0.95) และมีค่าเพิ่มมากขึ้นในหมู่ไม้ชั้นอายุ 9 ปี (ร้อยละ 10.38±0.92) โดยในแปลงปลูกชั้นอายุ 10 ปี จะมีปริมาณใกล้เคียงกับในแปลงปลูกชั้นอายุ 13 ปี (ร้อยละ 16.99±1.61 และ 16.29±1.53 ตามลำดับ) ซึ่งพบเป็นปริมาณมากที่สุด แต่ในแปลงปลูกอายุ 15 ปี พบปริมาณคาร์บอนน้อยกว่าแปลงปลูกอายุ 10 และ 13 ปี (ร้อยละ 10.66±6.04) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ธรรมชาติที่ใช้เป็นพื้นที่อ้างอิงนั้น พบว่าในป่าธรรมชาติมีค่าปริมาณคาร์บอน (ร้อยละ 16.82±0.84) ใกล้เคียงกับหมู่ไม้ชั้นอายุ 10 ปี (Figure 4) ปริมาณอินทรียวัตถุ (soil organic matter) ที่ต่ำถูกวัดได้จากพื้นที่นากุ้งร้างเช่นเดียวกันกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณคาร์บอนในดิน (ร้อยละ 7.36±6.66) และมีค่าเพิ่มมากขึ้นในหมู่ไม้ชั้นอายุ 9 ปี (ร้อยละ 20.26±3.17)และ 10 ปี (ร้อยละ 25.92±4.23) และพบปริมาณน้อยลงในแปลงปลูกอายุ 13 ปี (ร้อยละ 24.46±5.33) และจะพบปริมาณสูงสุดในแปลงปลูกอายุ 15 ปี (ร้อยละ 37.87±15.83) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ธรรมชาติที่ใช้เป็นพื้นที่อ้างอิงนั้น พบว่าในป่าธรรมชาติมีค่าปริมาณอินทรียวัตถุ (ร้อยละ 30.01±6.65) ใกล้เคียงกับหมู่ไม้ชั้นอายุ 15 ปี (Figure 4)

นอกเหนือไปจากโครงสร้างสังคมพืช อีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่มีบทบาทต่อการปลูกฟื้นฟูและการเติบโตของพืชป่าชายเลนซึ่ง นั่นก็คือ ดิน โดยส่วนใหญ่แล้วดินป่าชายเลนเป็นดินที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ เนื้อดินเป็นดินเลนหรือดินเลนปนทรายซึ่งเกิดจากตะกอนน้ำที่ถูกพัดพามาจากแผ่นดิน ลักษณะเนื้อดินโดยทั่วไปจะแปรผันตามการขึ้นลงของน้ำทะเล มีความแตกต่างกันตามความลึกในหน้าตัดดินน้อย (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2553) มีความหนาแน่นรวมต่ำ (Bulk density) ความสามารถในการซาบซึมน้ำ (Permeability) ต่ำ มีการระบายน้ำไม่ดี (Drained) และมีอินทรียวัตถุสูง (กนกพร และคณะ, 2544) มีการทับถมเพิ่มพูนจากตะกอนที่มาจากแม่น้ำผสมกับวัตถุที่พัดพาจากทะเลในช่วงน้ำขึ้น จากผลการศึกษานั้นจะเห็นได้ว่าโดยส่วนใหญ่แล้ว ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณคาร์บอน ปริมาณอินทรียวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนไปตามชั้นอายุของแปลงปลูกที่มากขึ้น ในแปลงปลูกอายุ 9 10 และ 13 ปี ซึ่งทั้งนี้ค่าดังกล่าวอาจแปรผันบ้างเล็กน้อย แต่ในแปลงปลูกอายุ 15 ปี นั้นพบค่าดังกล่าวที่ต่ำลง โดยเฉพาะที่ดินระดับความลึก 0-10 ซม. อาจเนื่องมาจากสภาพพื้นที่ที่ค่อนข้างลึกเข้าไปในแผ่นดินทำให้น้ำไม่สามารถท่วมถึงหรือท่วมถึงได้น้อยครั้งในพื้นที่ที่ผ่านการทำนากุ้งเมื่อปล่อยทิ้งร้าง (abandoned shrimp pond) ส่งผลให้เกิดผลกระทบหลายอย่าง อาทิเช่น ส่งผลให้อุณหภูมิดินสูงขึ้น ปริมาณน้ำในดินลดลงและปริมาณสารอาหารต่ำ มีรายงานศึกษาพบว่าอุณหภูมิของดินนากุ้งสูงกว่าป่าชายเลนปกติ 3.0-10.5 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำในดินลดลงร้อยละ 77.4-83.3 และปริมาณอินทรียวัตถุลดลงร้อยละ3.5-11.8 (นพรัตน์, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ จะเห็นได้ว่าในบริเวณนากุ้งร้างนั้น ปริมาณสารอาหารและอินทรียวัตถุจะพบน้อยมากเมื่อเทียบกับป่าปลูกฟื้นฟูในชั้นอายุต่างๆ การมีสารอาหาร

ที่เพียงพอเป็นสิ่งจำเป็นในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศป่าชายเลน สารอาหารทั้งอนินทรีย์และอินทรีย์มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีพของพืชในป่าชายเลน ป่าชายเลนส่วนใหญ่จะมีสารอาหารเพียงพอเกือบทุกชนิด ยกเว้น ไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ซึ่งเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญที่ใช้ในการเติบโตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน ซึ่งจะมีปริมาณค่อนข้างน้อยจึงมักกลายเป็นธาตุอาหารที่จำกัดการเติบโตของพืชในป่าชายเลน (สนิท, 2542)

สมบัติของดินไม่เพียงมีผลต่อการเติบโตของต้นไม้และการพัฒนาของสังคมพืช แต่สังคมพืชป่าชายเลนยังช่วยในการปรับปรุงสมบัติของดินได้เป็นอย่างดี (Ukpong, 1994; Alongi, 2009) เมื่อป่ามีอายุมากขึ้นสมบัติของดินก็จะเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากกระบวนการสะสมซากพืชและสารอินทรีย์อื่นๆ การสะสมของสารอินทรีย์ที่อยู่ในดินป่าไม้ช่วยเพิ่มปริมาณสารอาหาร ดินป่าชายเลนเป็นดินที่มีอินทรียวัตถุสูงมาก ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการผุสลายของซากพืชหรือเศษใบไม้ที่ร่วงหล่นซึ่งเป็นผลผลิตของป่าชายเลนเอง (สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2554) โดย Aksornkoae and Khemnark (1984) ได้ทำการศึกษาพบว่าปริมาณเฉลี่ยของซากพืชในป่าชายเลนมีค่าประมาณปีละ 1.1-1.5 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ ซึ่งซากพืชเหล่านี้จะย่อยสลายกลายเป็นอาหารปฐมภูมิในระบบนิเวศป่าชายเลน

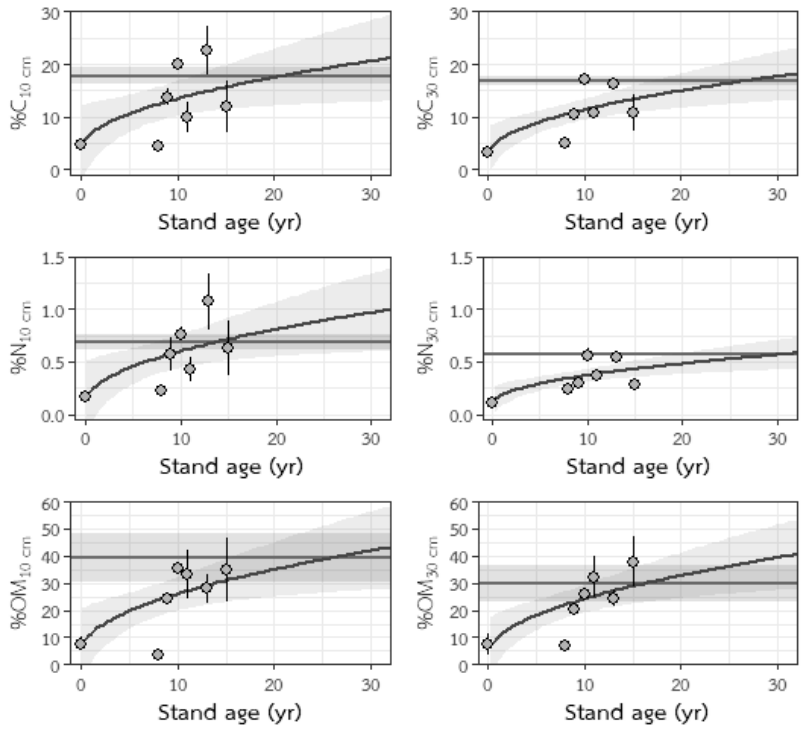


Figure 4 Relationship between age of restored mangrove stand and soil conditions, including total soil carbon (%C), total soil nitrogen (%N) and soil organic matter (%OM), at 0-10cm (left) and 10-30cm soil depth (right). The horizontal line represents the mean soil conditions in the natural forest stand with the envelope indicating standard error. The blue line represents the fitted non-linear regression ($y = b_0 + b_1\sqrt{age}$) line with a 95% confidence interval

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาของดินกับพืชพรรณในป่าชายเลนนั้น โดย Ukpong (1994) รายงานว่า โครงสร้างของสังคมพืชและผลผลิตจะแปรผันตามอายุของป่าที่เพิ่มขึ้น เพราะเมื่อหมู่ไม้มีอายุมากขึ้น ใบไม้จะร่วงหล่นลงบริเวณพื้นดินกลายเป็นซากพืชและเกิดการทับถมไปอยู่ในชั้นดิน เมื่อมีการย่อยสลายเกิดขึ้นจะส่งผลให้อินทรียวัตถุในดินเพิ่มมากขึ้นด้วย จึงทำให้ดินมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างดินและพืชพรรณในป่าชายเลนนั้นยังคงมีไม่มากนัก และเมื่อพิจารณาภาพรวมของความสัมพันธ์ระหว่างชั้นอายุของป่าชายเลนปลูกฟื้นฟูกับสมบัติดินต่างๆ ที่ได้ทำการวิเคราะห์นั้น พบว่าหากพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินที่ระดับความลึก0 - 10 ซม. ระยะเวลาที่จะทำให้สมบัติดินในแปลงป่าปลูกมีสมบัติใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติจะใช้ระยะเวลาประมาณ 20 - 25 ปี โดยทั้งค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณคาร์บอน ปริมาณอินทรียวัตถุ มีแนวโน้มที่จะมีค่าเข้าใกล้กับป่าธรรมชาติ (Figure 4) สอดคล้องกับการศึกษาของ Salmo *et al*. (2013) ซึ่งพบว่าป่าชายเลนชั้นอายุ 20 - 25 ปี จะเป็นช่วงที่ดินมีการพัฒนาเข้าใกล้กับป่าธรรมชาติที่สุดส่วนป่าชายเลนชั้นอายุ 10 - 12 ปี นั้นเพียงพอต่อการฟื้นฟูป่าชายเลนในแง่ของมวลชีวภาพแต่ยังคงขาดข้อมูลที่จะพิสูจน์ได้มีบางงานวิจัยได้เสนอว่าเมื่ออัตราการเติบโตของต้นไม้ค่อยๆช้าลง ไปตามแต่ละอายุของหมู่ไม้นั่นแสดงถึงว่าป่าฟื้นฟูเติบโตไปจนเข้าใกล้ป่าที่โตเต็มที่แล้ว ในการศึกษาของ Salmo *et al*. นั้นพบว่าอัตราการเติบโตจะเริ่มช้าลงในช่วงอายุ 11 ปี (ซึ่งทั้งนี้จะเร็วกว่า 2 ปีเมื่อเทียบกับป่าชายเลนปลูกในประเทศไทย) แต่จะปรากฏชัดมากขึ้นในช่วงอายุ 17 และ 18 ปีซึ่งชี้ให้เห็นว่าช่วงอายุ 17 ปี จะทำให้การพัฒนาของป่าเข้าสู่ระยะที่มีการเติบโตเต็มที่ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ชั้นอายุมากสุดที่ทำการเก็บข้อมูลมีเพียงชั้นอายุ 15 ปี ซึ่งอาจทำให้ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่นอนว่าการเติบโตของหมู่ไม้จะคงที่เมื่อช่วงระยะอายุเท่าใด ทั้งนี้ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของดินป่าชายเลนกันอย่างกว้างขวาง โดย Boto (1984) ได้เสนอว่าดินเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อหมู่ไม้ในป่าชายเลนนั่นก็คือ ดินจะให้สารอาหารที่สำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของพืชป่าชายเลนนั่นเองนอกจากป่าชายเลนปลูกฟื้นฟูจะช่วยในการปรับสภาพสิ่งแวดล้อมที่รุนแรง ช่วยเพิ่มปริมาณการตกตะกอน และปรับปรุงสภาพดิน (Ellison, 2000) ยังมีงานวิจัยหลายชิ้นแสดงให้เห็นว่าการปลูกไม้ป่าชายเลนยังช่วยในการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนชนิดอื่นที่ไม่ได้ถูกปลูกและไม่เคยขึ้นได้เองตามธรรมชาติในพื้นที่เสื่อมโทรม (Bosire *et al*., 2003) โดยลักษณะที่เฉพาะตัวของต้นไม้ในป่าชายเลน คือ รากของไม้ป่าชายเลนจะช่วยดักฝักของไม้ป่าชายเลนที่ลอยมาตามน้ำจึงทำให้ฝักของไม้ป่าชายเลนเหล่านั้นสามารถตั้งตัวและงอกรากยึดดินได้ ดังนั้น สวนป่าชายเลนปลูกเชิงเดี่ยวจึงสามารถพัฒนาไปเป็นป่าผสมได้ ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับองค์ประกอบที่มีความหลากหลายของป่าธรรมชาติ (Bosire *et al*., 2006)

สรุป

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความโตและความสูงของหมู่ไม้ป่าชายเลนในแปลงปลูกชั้นอายุต่างๆนั้นจะมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นตามชั้นอายุของป่าที่เพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกันกับสมบัติดินซึ่งจะมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นตามชั้นอายุของป่าชายเลน การเติบโตของไม้ป่าชายเลนมีค่าเข้าใกล้ป่าชายเลนธรรมชาติด้วยอัตราที่ช้ากว่าสมบัติดินของป่าชายเลน หากพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินที่ความลึก 0 - 10 เซนติเมตร ระยะเวลาที่จะทำให้สมบัติดินในแปลงป่าปลูกมีสมบัติใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติจะใช้ระยะเวลาประมาณ 20 - 25 ปี ส่วนด้านการเติบโตของไม้ป่าชายเลนนั้นจะมีลักษณะใกล้เคียงหรือเข้าใกล้ป่าธรรมชาติจะใช้ระยะเวลาประมาณ 30 - 40 ปี

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ การประเมินระยะยาวของโครงการฟื้นฟูป่าชายเลนโดยใช้อนุกรมเวลาเทียม (Long-term assessment of mangrove restoration projects using pseudo time-series) โครงการวิจัยรหัส ป-ย(ด) 35.60 ได้รับทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2560 และขอขอบคุณสถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 3 (ขลุง จันทบุรี) ในการอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่นำทางไปยังแปลงปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนบนพื้นที่นากุ้งบริเวณโดยรอบป่าชายเลนลุ่มน้ำเวฬุ อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กนกพร บุญส่ง, ณชมน นาคพงศ์พันธ์ และกุลธิดา กลิ่นปรุง. 2544. ความสามารถของดินป่าชายเลนในการบำบัดน้ำเสีย, น. V16 1-10. *ใน* **การสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 11**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, ตรัง.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. **คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 1.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

จิรพันธ์ หมวดจันทร์. 2555. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2555 สถานการณ์การบุกรุกป่าชายเลนของประเทศไทย**. 68 น.

นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2544. ความสำเร็จของการปลูกป่าชายเลนในสภาพพื้นที่ต่างกัน, น. I2 1-13. *ใน***การสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 11**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, ตรัง.

สนิท อักษรแก้ว. 2542. **ป่าชายเลน นิเวศวิทยาและการจัดการ**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สรายุทธบุณยะเวชชีวิน และรุ่งสุริยา บัวสาลี. 2554. **ป่าชายเลน: นิเวศวิทยาและพรรณไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน),กรุงเทพฯ.

ส่วนส่งเสริมและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2556. **คู่มือความรู้เรื่องป่าชายเลน**. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์บริษัทพลอยมีเดีย จำกัด, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2553. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการดัชนีชี้วัดความสมบูรณ์ของป่าชายเลน เสนอ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**. 288 หน้า.

Aksornkoae, S. 1996. Reforestationof mangrove forests in Thailand, pp. 52-63. *In*C.D. Field,ed. **Restoration of Mangrove Ecosystems**. International Society for Mangrove Ecosystems. Okinawa.

Aksornkoae, S. and C. Khemnark. 1984. Nutrient Cycling in Mangrove Forest of Thailand, pp. 545-557. *In*E.Soepadmo, A.N. Rao and D.J. Macintosh, eds. **Proceedings of the Asian**

Symposium on Mangrove Environment Research and Management. University of Malaya. Kuala Lumpur.

Alongi, D.M. 2009. **The Energetics of Mangrove Forests**. Springer, Townsville.

Bosire, J.O., F. Dahdouh-Guebas, J.G. Kairo, and N. Koedam. 2003. Colonization of non-planted mangrove species into restored mangrove stands in Gazi Bay, Kenya. **Aquatic Botany** 76:267–279.

_____, _____, _____, S. Wartel, J. Kazungu, N. Koedam. 2006. Success rates of recruited tree species and their contribution to the structural development of reforested mangrove stands. **Marine Ecology Progress Series** 325: 85–91.

Boto, K. G. 1984. Waterlogged saline soils, pp. 114-130. *In* S.C. Snedaker and J.C. Snedaker, eds. **The Mangrove Ecosystem: Research Methods**. UNESCO, Paris.

Colonello, G. and E. Medina. 1998. Vegetation changes induced by dam construction in a tropical estuary: the case of the Manamo River, Orinoco Delta (Venezuela). **Plant Ecology** 139: 145–154.

Ellison, A.M. 2000. Mangrove Restoration: Do We Know Enough?.**Restoration Ecology** 8: 219–229.

Jackson, M.L. 1965. **Soil Chemical Analysis-Advance Course**. Department of Soil, University of Wisconsin, USA.

Jalota, S.K., R. Khera and B.S. Ghuman. 1998. **Methods in Soil Physics**. NarosaPublishing House, New Delhi.

McKee, K.L. and P.L. Faulkner. 2000. Biogeochemical functioning of restored and natural mangrove forests in Southwest Florida, USA. **Restoration Ecology** 8: 247–259.

Osland, M.J., A.C. Spivak, J.A. Nestlerode, J.M. Lessmann, A.E. Almario, P.T. Heitmuller, M.J. Russell, K.W. Krauss, F. Alvarez, D.D. Dantin, J.E. Harvey, A.S. From, N. Cormier and C.L. Stagg. 2012. Ecosystem Development after Mangrove Wetland Creation: Plant–Soil Change across a 20-Year Chronosequence. **Ecosystems** 15:848–866.

Pumijumnong, N. 2014. Mangrove Forests in Thailand, pp. 61-79.*In* I. Faridah-Hanum, A. Latiff,K.R. Hakeem and M. Ozturk, eds.**Mangrove Ecosystems of Asia**. Springer New York, New York.

Salmo. S.G. III, C. Lovelock and N.C. Duke. 2013. Vegetation and soil characteristics as indicators of restoration trajectories in restored mangroves. **Hydrobiologia**720: 1-18.

Thampanya, U., J.E. Vermaat and J. Terrados. 2002. The effect of increasing sediment accretion on the seedlings of three common Thai mangrove species. **Aquatic Botany** 74: 315–325.

Twilley, R. R., V. H. Rivera-Monroy, R. Chen and L. Botero. 1998. Adapting an ecological mangrove model to simulate trajectories in restoration ecology. **Marine Pollution Bulletin** 37(8–12): 404–419.

Ukpong, I.E. 1994. Soil–vegetation interrelationships of mangrove swamps as revealed by multivariate analyses. **Geoderma**64: 167–181.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. **Soil Sci**. 37: 29-35.

Walters, B.B., 2000. Local Mangrove Planting in the Philippines: Are Fisherfolk and Fishpond Owners Effective Restorationists? **Restoration Ecology** 8: 237–246.

การทดแทนตามธรรมชาติของกล้าไม้ ลูกไม้ป่าชายเลนและสมบัติของดิน ในพื้นที่บริเวณจอมหอบ ป่าชายเลนบ้านทับปลา ตำบลท้ายเหมือง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา

Natural Succession of Mangrove Seedling and Sapling,and Soil Propertiesaround Mud Lobster Mound, Ban Thappla Mangrove Forest, Thaimueang District, Phangnga Province

เจษฎา วงค์พรหม[1*]เดชา ดวงนามล[2]สหัส ราชเมืองขวาง[2]วสันต์ จันทร์แดง[1]สมาน นาละธรรม[3]
และ ณฐมน กะลำพะบุตร[4]

Jetsada Wongprom[1*], Decha Duangnamon[2], SahatRatmuangkhwang[2], Wasan Chandaeng[1],
Samarn Nalatham[3]and Nathamon Kalumpabut[4]

[1]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]สถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง 85120

[2]Andaman Coastal Research Station for Development, Suk Samran District, Ranong Province 85120

[3]สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 19 อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา 82210

[3]Mangrove Forest Resources Development Station 19, Thaimueang District, Phangnga Province 82210

[4]บริษัทเจริญโคกภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) อาคารซี.พี.ทาวเวอร์ ถนนสีลม แขวงสีลม เขตบางรัก กรุงเทพฯ 10500

[4]Charoen Pokphand Foods PCL. C.P. Tower, Silom Road, Bangrak, Bangkok, 10500

*Corresponding Author; E-mail: **fforjdw@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทดแทนตามธรรมชาติของกล้าไม้ ลูกไม้ป่าชายเลนและสมบัติของดินในพื้นที่ป่าชายเลนบ้านทับปลา ตำบลท้ายเหมือง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงาโดยวางแปลงตัวอย่างถาวร ขนาด 50 x 50 เมตร ในแปลงปลูกป่าชายเลนที่ผ่านการปรับเกลี่ยพื้นที่ (Grading site: GS) และแปลงปลูกไม้ป่าชายเลนบริเวณจอมหอบ (Mound site: MS) วางแปลงย่อยขนาด 10 x 10, 4 x 4 และ 1 x 1 เมตร เพื่อวัดการเติบโตของไม้ป่าชายเลนที่ปลูกและที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ ทำการเก็บตัวอย่างดินบริเวณจอมหอบในพื้นที่ MS และในพื้นที่ GS ที่ระดับความลึก 0 - 10, 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 50 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน อย่างไรก็ตามดินในพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ จะถูกเก็บเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ และทำการวิเคราะห์ความหนาแน่นและค่าดัชนีความสำคัญของกล้าไม้และลูกไม้ป่าชายเลนผลการศึกษาพบว่าลูกไม้ป่าชายเลนที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ ในพื้นที่ GS และ MS มีจำนวน 3 และ 10 ชนิด ตามลำดับ พันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่พบมาก ได้แก่ ฝาดดอกแดง (*Lumnitzera littorea*) ตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha*) หลุมพอทะเล (*Intsia bijuga*) และงาไซ (*Planchonella obovata*) โดยฝาดดอกแดงมีความหนาแน่นของกล้าไม้และค่าดัชนีความสำคัญของลูกไม้มากที่สุดซึ่งชี้ให้เห็นว่าเป็นพันธุ์ไม้ที่ขึ้นทดแทนตามธรรมชาติได้ดีในพื้นที่ สมบัติของดินในพื้นที่ GS และ MS พบว่าเนื้อดินเป็นดินทรายทุกระดับความลึกของดิน ปริมาณสารอาหารในดิน ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าน้อยกว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติ ยกเว้นปริมาณอินทรียวัตถุของดินชั้นบนที่มีค่าไม่แตกต่างกัน กล้าไม้ป่าชายเลนที่ปลูกบริเวณจอมหอบมีอัตราการรอดตายต่ำดังนั้นไม้ป่าชายเลน

ได้แก่ ฝาดดอกแดงหลุมพอทะเล หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis*) ปอทะเล (*Hibiscus tiliaceus*) ตีนเป็ดทะเล (*Cerbera odollam*) พลับทะเล (*Diospyros areolata*) และหยีทะเล (*Derris indica*) ควรเลือกนำมาปลูกฟื้นฟูบริเวณบนจอมหอบ

คำสำคัญ: การทดแทน สมบัติดิน จอมหอบ ป่าชายเลน

ABSTRACT

The aim of this research was to study natural succession of mangrove seedling and sapling, and soil properties in Ban Thappla mangrove forest, Thaimueang District, Phangnga Province.50x50 m permanent plots were established in grading site (GS) and mound site (MS) of rehabilitated mangrove forest. Growths of mangrove seedling and sapling were measured in 10x10 m, 4x4 m and 1x1 m subplots. Soil samples were collected at four depths from the soil surface (0-10 m, 10-20 m, 20-30m and 30-50 cm) from MS and GS for soil physical and chemical property analysis. In addition, soil samples were collected from natural mangrove forest for comparison. Density and Importance Value Index (IVI) of mangrove seeding and sapling were analyzed. This study found that there were 3 and 10species of mangrove saplings in GS and MS, respectively. Common species in GS and MS were *Lumnitzera littorea, Excoecaria agallocha, Intsia bijuga* and *Planchonella obovata.* Density and IVI of *L. littorea* seedling were the highest which indicated it was best species for natural succession in this area. Soil texture of mud lobster mounds in all soil depths of GS and MS were sandy soil. Soil nutrients such as total N, avail. P, K, Ca and Mg in these sites were lower than in the natural mangrove forest while organic matter values in the topsoil layer were not different. Mangrove seedlings planted on mud lobster moundsof MS had low survival rate. We suggested that mangrove tree species such as *L. littorea*, *I. bijuga*, *Heritiera littoralis*, *Hibiscus tiliaceus*, *Cerbera odollam*, *Diospyros areolata* and *Derris indica* should be restoredin mud lobster mound area.

Key word: natural succession, soil properties, mud lobster mound, mangrove forest

คำนำ

ป่าชายเลนเป็นทรัพยากรที่มีสำคัญซึ่งมีประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการดำรงชีพ วิถีชีวิตของชาวประมงเนื่องจากเป็นแหล่งอาหาร แหล่งไม้ใช้สอยในครัวเรือน ไม้ก่อสร้าง แหล่งพืชผักและสมุนไพร นอกจากนี้ยังเป็นพื้นที่ช่วยอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนและรักษาความสมดุลของระบบนิเวศชายฝั่ง (สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2554) สังคมพืชป่าชายเลนจะขึ้นอยู่กระจายอยู่ตามแนวชายฝั่งทะเลโดยลักษณะภูมิประเทศสมบัติดิน และปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างกันจะเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อลักษณะโครงสร้างป่าชายเลน ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ สัตว์ รวมไปถึงสิ่งมีชีวิตอื่นๆ (Aksornkoae, 1993; สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2554)

แม่หอบ (*Thalassina anomala*) มีวิวัฒนาการอยู่ระหว่างพวกกุ้งและปู (Borradaile, 1907; ปรียะวุฒิ, 2530) พบได้ตามป่าชายเลนทั่วไป ในเขตร้อน (tropical zone) และ กึ่งเขตร้อน (subtropical zone) (Kartika and Patria, 2012; Sakai and Türkay, 2012) รวมไปถึงภาคใต้ของไทย ได้แก่ สงขลา ปัตตานี ระนอง พังงา กระบี่ และ ภูเก็ต เป็นต้น (ปรียวุฒิ, 2530; Havanond, 2000) ซึ่งจะพบมากในพื้นที่ที่ป่าชายเลนถูกรบกวนหรือถูกทำลาย (Havanond, 2000; Moh *et al.,* 2015) แม่หอบจะมีพฤติกรรมในการขุดดินและหอบมูลดินมากองที่ปากรู จนกลายเป็นจอมหอบขนาดใหญ่ จอมหอบที่เกิดขึ้นจะทำสภาพพื้นที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะเป็นการขัดขวางการไหลเวียนของน้ำทะเลและระดับน้ำทะเลที่ท่วมถึง จอมหอบที่มีขนาดใหญ่และเชื่อมต่อกันจะมีพันธุ์ไม้ป่าชายเลนและป่าบกเกิดขึ้นซึ่งเป็นกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติ ความหลากหลายของพันธุ์ไม้บริเวณนี้จะมีมากกว่าบริเวณป่าชายเลนที่อยู่ด้านใน (Havanond, 2000) กองดินที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมแม่หอบ (*T. anomala*) จะมีอนุภาคทรายสูงและดินเลนแข็ง (Moh *et al.,* 2015) ซึ่งจะไม่เหมาะสมต่อการรอดตายและเติบโตของไม้ป่าชายเลนบางชนิดการฟื้นฟูระบบนิเวศที่ถูกทำลายและสภาพพื้นที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเกิดจอมหอบจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาความหลากหลายของพืชพรรณที่ขึ้นอยู่บนจอมหอบและสมบัติดินในพื้นที่เพื่อคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ให้สอดคล้องกับระบบนิเวศ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้ การทดแทนตามธรรมชาติและสมบัติดินในพื้นที่ป่าชายเลนบ้านทับปลา อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการพื้นที่ป่าชายเลนและการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าชายเลนให้เกิดประโยชน์สูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกไม้ป่าชายเลน อายุประมาณ 4 ปี ในพื้นที่บริเวณจอมหอบ (mound site: MS) ซึ่งเป็นจอมหอบขนาดใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.54 เมตรและพื้นที่จอมหอบที่ผ่านการปรับเกลี่ยพื้นที่ (grading site: GS) โดยมีการทำลายจอมหอบแล้วจึงปลูกไม้ป่าชายเลนซึ่งปัจจุบันมีจอมหอบที่ขึ้นมาใหม่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.67 เมตรในพื้นที่บ้านทับปลา ตำบลท้ายเหมือง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา ซึ่งพื้นที่เดิมถูกบุกรุกด้วยการปลูกมะพร้าวและปาล์มน้ำมันในปี 2555ได้ทำการฟื้นฟูในพื้นที่ MS และ GS ด้วยการปลูกไม้ป่าชายเลน ได้แก่ โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica*) โปรงแดง (*Ceriops tagal*) โปรงขาว (*C. decandra*) และพังกาหัวสุมดอกแดง (*B. gymnorrhiza*) ด้วยระยะปลูก 1 x 1 เมตร โดยเป็นวิธีการปลูกผสม

ในอดีตบริเวณพื้นที่บ้านทับปลา ตำบลท้ายเหมือง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา เคยเป็นพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่มาก่อน โดยดินบริเวณพื้นที่เหมืองแร่จะมีปริมาณอินทรียวัตถุและสารอาหารในดินน้อยมาก (ชรัตน์,2526) สภาพภูมิอากาศเฉลี่ย ในรอบ 10 ปี ของสถานีตรวจวัดอากาศตำบลคึกคัก อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา มีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 3,657.6 มิลลิเมตร อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.3 ℃ และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.4℃ ฤดูฝนอยู่ในช่วงเดือนเมษายน – พฤศจิกายน ฤดูแล้งอยู่ในช่วงเดือนธันวาคม – มีนาคม และมีจำนวนฝนตกเฉลี่ย 199 วันต่อปี

2. การสำรวจและวัดการเติบโตของไม้ป่าชายเลน

ทำการวางแปลงถาวร ขนาด 50 x 50 เมตร ในพื้นที่ MS และ GS แล้วแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 x 10, 4 x 4 และ 1 x 1 เมตร เพื่อนับจำนวนวัดการเติบโตของกล้าไม้ (ความสูง < 130 เซนติเมตร) และลูกไม้ (ความสูง > 130 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง < 4.5 เซนติเมตร) ที่ขึ้นเองตามธรรมชาติและไม้ป่าชายเลนที่ปลูก โดยทำการวัดการเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากด้วยเวอร์เนียและความสูงด้วยไม้วัดความสูงทุกต้นในพื้นที่แปลงขนาด 10 x 10 เมตร ทำการติดหมายเลขต้นไม้และจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่

3. สมบัติดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่GS และบนจอมหอบในพื้นที่MSที่ระดับความลึก 4 ระดับคือ 0 - 10, 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 50 เซนติเมตร โดยการสุ่มเก็บให้กระจายทั่วพื้นที่ พื้นที่ละ 9 จุด โดยใช้กระบอกเก็บดิน (split tube sampler) นอกจากนี้ ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ (Mangrove forest: MF) ที่อยู่ข้างเคียงซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่มีจอมหอบขึ้นอยู่นำตัวอย่างดินทั้งหมดมาวิเคราะห์ อนุภาคดินpHของดินปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Soil organic matter: OM) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen: TN) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus: avail. P) และปริมาณโพแทสเซียม (Potassium: K) แคลเซียม (Calcium: Ca) และแมกนีเซียม (Magnesium: Mg) ที่แลกเปลี่ยนได้ ตามวิธีทัศนีย์และจงรักษ์ (2542)

4. วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความหนาแน่นของกล้าไม้ป่าชายเลนที่เหลืออยู่หลังการปลูกฟื้นฟูและที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ ในพื้นที่ GS และ MS และวิเคราะห์ความสำคัญของลูกไม้ (Importance Value Index: IV) (อุทิศ, 2542) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของสมบัติดิน ได้แก่ อนุภาคดิน pH ของดินOM, TN, avail. P, K, Ca และ Mg และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test

ผลการศึกษา

1. ความหนาแน่นกล้าไม้และค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้

กล้าไม้ป่าชายเลนที่ขึ้นเองตามธรรมชาติในพื้นที่ GS ได้แก่ ฝาดดอกแดง (*Lumnitzera littorea*) และตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha*) มีความหนาแน่นเท่ากับ 833.33 และ 200.00 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ และในพื้นที่ MS ได้แก่ ฝาดดอกแดงตาตุ่มทะเลงาไซ (*Planchonella obovata*) หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis*) และหลุมพอทะเล (*Intsia bijiuga*) มีความหนาแน่นเท่ากับ1,200.00, 320.00, 240.00, 80.00, และ 160.00 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าทั้งสองพื้นที่ ฝาดดอกแดงมีความหนาแน่นมากที่สุด เนื่องจากยังมีแม่ไม้แม่เหลืออยู่บริเวณริมขอบชายฝั่งจึงทำให้มีการทดแทนตามธรรมชาติได้ดี นอกจากนี้ยังพบลูกไม้งาไซ ซึ่งเป็นไม้ป่าบกขึ้นทดแทนตามธรรมชาติในพื้นที่ ดังนั้นบริเวณจอมหอบจะมีความหลากหลายของพันธุ์ไม้ค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นบริเวณรอยต่อระหว่างป่าชายเลนและป่าบก (Havanond, 2000)

ความหนาแน่นของกล้าไม้ป่าชายเลนที่ปลูกในพื้นที่ MS มีค่าน้อยกว่าพื้นที่ GS (Table 1) อาจเนื่องมาจากปัจจัยแวดล้อม เช่น การท่วมถึงของน้ำทะเล และสมบัติดินในพื้นที่ MS ไม่เหมาะสมต่อการรอดตายของไม้ป่าชายเลนที่ปลูก เพราะบริเวณนี้จะเป็นจอมหอบขนาดใหญ่และมีความสูง ตั้งแต่ 0.40 – 1.32 เมตร ซึ่งเป็นการขัดขวางการไหลเวียนของน้ำและความถี่ของการท่วมถึงของน้ำทะเลมีน้อยจึงทำให้ไม้ป่าชายเลนที่ปลูกตายสูง โดยไม้ป่าชายเลนที่ปลูกส่วนใหญ่จะพบบริเวณฐานจอมหอบและแอ่งน้ำ ในขณะที่ในพื้นที่ GS กล้าไม้มีอัตราการรอดตายสูงหรือกล้าไม้มีความหนาแน่นมากกว่าในพื้นที่ MSซึ่งเป็นผลมาจากการทำลายจอมหอบและปรับเกลี่ยพื้นที่ ส่งผลให้น้ำทะเลท่วมถึงบ่อยครั้งความถี่ของการท่วมถึงของน้ำทะเลจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการรอดตายและการเติบโตของไม้ป่าชายเลน โดยเฉพาะโกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ โปรงขาวโปรงแดงพังกาหัวสุมดอกแดง และ ถั่วดำ เป็นต้น (Aksornkoae, 1993; สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2549) เมื่อเปรียบเทียบการเติบโตของไม้ป่าชายเลนที่ปลูกในพื้นที่ GS และ MS กับที่พื้นที่นากุ้งร้าง จังหวัดระนองที่มีอายุใกล้เคียงกัน พบว่า โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ โปรงแดง และ ถั่วขาว ที่ปลูกในพื้นที่ GS และ MS มีการเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากและความสูง น้อยกว่าพื้นที่บ่อกุ้งร้าง (พูลศรี, 2541) ทั้งนี้เนื่องจากดินในพื้นที่บ่อกุ้งร้าง มีปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณสารอาหารค่อนข้างสูงและมีเนื้อดินเป็นดินร่วน ในขณะที่พื้นที่ GS และ MS มีปริมาณสารอาหารในดินต่ำและเนื้อดินเป็นดินทราย โดยสมบัติดินเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและมีผลต่อการเติบโตของไม้ป่าชายเลน (Aksornkoae, 1993; สรายุทธ และรุ่งสุริยา,2549)

Table 1 Growths and density of 4 years-old mangrove seedlings plantedin GS andMS.

Sites	Species	D_0 (cm)	H (cm)	Density (tree/rai)
GS	*Rhizophora apiculata*	1.62	84.55	453.76
	Rhizophora mucronata	1.29	89.67	56.32
	Ceriops tagal	1.05	44.13	4.48
	Bruguiera gymnorrhiza	2.78	109.35	1.28
	Bruguiera cylindrica	1.79	72.46	75.52
MS	*Rhizophora apiculata*	1.37	89.09	160.00
	Rhizophora mucronata	1.75	103.38	9.60
	Bruguiera cylindrica	1.04	78.00	13.44
	Ceriops decandra	0.96	75.33	26.24
	Ceriops tagal	1.30	50.00	0.64

ค่าดัชนีความสำคัญของลูกไม้ป่าชายเลนที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ ในพื้นที่ GS พบว่าฝาดดอกแดงมีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ตาตุ่มทะเลและหลุมพอทะเลมีค่าเท่ากับ 186.20, 100.37 และ 13.43 ตามลำดับ และในพื้นที่ MSฝาดดอกแดงมีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ตาตุ่มทะเล งาไซหลุมพอทะเลหงอนไก่ทะเลพลับทะเล (*Diospyros areolata*) ตีนเป็ดทะเล (*Cerbera odollam*) มะนาวผีผลเหลี่ยม

(*Meropean gulata*) และหยีทะเล (*Derris indica*) มีค่าเท่ากับ 153.88, 33.87, 20.57, 17.67, 17.16, 14.24, 13.71, 11.79, 9.36 และ 7.77 ตามลำดับ (Table 2) จะเห็นได้ว่าฝาดดอกแดงเป็นไม้ที่ขึ้นทดแทนตามธรรมชาติได้ดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อดินมีอนุภาคทรายค่อนข้างสูงและเป็นเลนแข็ง อีกทั้งอยู่ใกล้กับชายฝั่ง ซึ่งดินจะมีความเค็มน้อย ปัจจัยดังกล่าวเหมาะสมต่อการกระจายพันธุ์และการเติบโตของฝาดดอกแดง (สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2549; สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2552) อย่างไรก็ตาม พันธุ์ไม้ป่าชายเลน เช่น หลุมพอทะเล หงอนไก่ทะเล พลับทะเลตีนเป็ดทะเล และหยีทะเล เป็นไม้ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นที่และปัจจัยแวดล้อมได้ดี ดังนั้นไม้เหล่านี้ควรจะมีการขยายพันธุ์เพื่อปลูกฟื้นฟูในพื้นที่บนจอมหอบ เนื่องจากในพื้นที่มีแม่ไม้น้อยมาก และในพื้นที่ยังมีจำนวนลูกไม้และกล้าไม้กลุ่มนี้น้อย

Table 2 Importance value index (IVI) of natural regeneration saplings in GS andMS.

Sites	Species	RDo (%)	RF (%)	RD (%)	IVI
GS	*Lumnitzera littorea*	51.29	62.50	72.41	186.20
	Excoecaria agallocha	44.98	31.25	24.14	100.37
	Intsia bijiuga	3.73	6.25	3.45	13.43
MS	*Lumnitzera littorea*	73.94	36.84	43.10	153.88
	Excoecaria agallocha	8.64	13.16	12.07	33.87
	Planchonella obovata	1.43	10.53	8.62	20.57
	Intsia bijiuga	2.86	7.89	6.90	17.65
	Heritiera littoralis	2.36	7.89	6.90	17.16
	Diospyros areolata	3.80	5.26	5.17	14.24
	Cerbera odollam	3.27	5.26	5.17	13.71
	Hibiscus tiliaceus	1.36	5.26	5.17	11.79
	Meropeangulata	0.65	5.26	3.45	9.36
	Derris indica	1.69	2.63	3.45	7.77

2. สมบัติดิน

เนื้อดินในแปลงปลูกป่าชายเลนพื้นที่ GS และ MS ทุกระดับความลึกของดินมีเนื้อดินเป็นดินทราย ซึ่งทั้งสองพื้นที่มีอนุภาคทรายสูง มีค่ามากกว่าร้อยละ 89.00 ในขณะที่อนุภาคดินเหนียว มีค่าอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 6.00 – 7.30และเมื่อเปรียบเทียบกับดินในพื้นที่MFซึ่งเป็นป่าชายเลนที่อยู่ใกล้เคียง พบว่าอนุภาคทราย ดินแป้งและเหนียว ในทุกระดับความลึกของดินมีความแตกอย่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ยกเว้นอนุภาคดินแป้งระดับความลึก 0 - 10 เซนติเมตร มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 3)จะเห็นได้เนื้อดินของพื้นที่ GS, MS และ MF มีปริมาณอนุภาคทรายสูง ซึ่งอาจจะได้รับผลกระทบจากการทำเหมืองแร่ในอดีต เนื่องจากจังหวัดพังงา มีการทำเหมืองแร่ดีบุกมาก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539) อนุภาคดินในพื้นที่ป่าชายเลนที่ผ่านการทำเหมืองแร่ เนื้อดินจะเปลี่ยนแปลงไปและมีอนุภาคทรายเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะมีอนุภาคทรายมากกว่าร้อยละ 90

(วิโรจน์, 2531) ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับบริเวณที่ผ่านการทำเหมืองแร่ที่อยู่บนบกในขณะที่ป่าชายเลนที่ไม่ถูกรบกวนจะมีอนุภาคดินเหนียวค่อนข้างสูง มีค่าระหว่างร้อยละ 18.97 - 25.91 (เดชา และคณะ, 2559) ซึ่งความแตกต่างของเนื้อดินในพื้นที่นี้จะมีผลต่อการเติบโตของไม้ป่าชายเลน องค์ประกอบของพันธุ์ไม้และแนวเขตพันธุ์ไม้แต่ละชนิด (zonation) (สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2549) จะเห็นได้ว่าเนื้อดินบริเวณจอมหอบจะเปลี่ยนแปลงไป มีอนุภาคทรายมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดมาจากกิจกรรมของแม่หอบในการขุดดินและนำดินมากองจนเป็นกองดินขนาดใหญ่ ซึ่งผลดังกล่าวทำให้มีป่าชายเลนไม่แท้จริงหรือไม้ป่าบกขึ้นมาทดแทนในพื้นที่ เช่น งาไซ ซึ่งทำให้บริเวณนี้มีความหลากหลายของพันธุ์ไม้เพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับป่าชายเลนที่อยู่ด้านใน (Havanond, 2000)

Table 3 Physical property of soil in Ban Thappla mangrove forest, Thaimueang district, Phangnga province.

Depths (cm)	Sites	Soil particle (%)			Soil Texture
		Sand	Silt	Clay	
0 - 10	GS	90.66^{a}	3.00	6.34^{b}	Sandy
	MS	92.00^{a}	2.00	6.00^{b}	Sandy
	MF	83.33^{b}	4.33	12.34^{a}	Loamy sand
	F - value	18.375**	3.700^{ns}	24.500**	
10 - 20	GS	92.34^{a}	1.66^{b}	6.00^{b}	Sandy
	MS	91.33^{a}	2.33^{b}	6.34^{b}	Sandy
	MF	83.66^{b}	5.67^{a}	10.67^{a}	Loamy sand
	F - value	67.444**	41.333**	36.600**	
20 - 30	GS	92.33^{a}	1.67^{b}	6.00^{b}	Sandy
	MS	91.00^{a}	3.00^{b}	6.00^{b}	Sandy
	MF	83.66^{b}	5.67^{a}	10.67^{a}	Loamy sand
	F - value	17.600**	10.182*	49.000**	
30 - 50	GS	89.67^{a}	3.00^{b}	7.33^{b}	Sandy
	MS	90.66^{a}	3.34^{b}	6.00^{b}	Sandy
	MF	82.00^{b}	6.33^{a}	11.67^{a}	Loamy sand
	F - value	12.915*	4.550^{ns}	10.304*	

Remark: * = significant at p<0.05, ** = significant at p<0.01, ns = not significant at p>0.05 and the same letters within a column are not significantly differentby DMRT.

อนุภาคดินทรายที่มีสูงบนจอมหอบและระดับน้ำทะเลที่ท่วมถึงเป็นบางครั้ง จะส่งผลต่ออัตราการรอดตายและการเติบโตของกล้าไม้ป่าชายเลนที่ปลูกบนจอมหอบ เช่น โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ พังกาหัวสุมดอกแดง และ โปรงแดง เป็นต้น ซึ่งไม้เหล่านี้มีจำนวนต้นเหลืออยู่น้อย อาจเนื่องมาจากปัจจัยของดินและการท่วมถึงของน้ำ

ทะเลไม่เหมาะสม เพราะโดยปรกติไม้เหล่านี้จะขึ้นอยู่และเติบโตได้ดีในบริเวณที่น้ำทะเลท่วมถึงบ่อยครั้งและมีดินเลนที่อ่อนนุ่ม (สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2549; สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2552)

pHของดิน ในพื้นที่ MS,GS และ MF มีความเป็นกรดจัดถึงกรดอ่อน ซึ่งแตกต่างไปตามระดับความลึกของดิน โดย pH ของดินมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้นระดับความลึก 10 - 20 เซนติเมตร ในพื้นที่ GSและ MS มีความเป็นกรดปานกลางและกรดอ่อน ตามลำดับ (Table 4) ในขณะที่พื้นที่ MF มีความเป็นกรดจัดเมื่อเปรียบเทียบการศึกษาของ Havanond (2000) จะเห็นได้ว่า pH ของดิน ในพื้นที่จอมหอบ อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง มีความเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมากอย่างไรก็ตามpHของดิน จะแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ เช่นป่าชายเลนที่ไม่ถูกรบกวนจะมีความเป็นกรดจัดมากถึงกรกแก่จัด (เดชา และคณะ, 2559)

Table 4 Chemical property of soil in Ban Thappla mangrove forest, Thaimueang district, Phangnga province.

Depths	Sites	pH	OM	Total N	Available P	Exchangable bases (mg/kg)		
(cm)			(%)	(%)	(mg/kg)	K	Ca	Mg
0 - 10	GS	6.2	2.83	0.09	1.29^{b}	25.63^{b}	90.16^{b}	81.91^{b}
	MS	5.9	3.45	0.09	1.20^{b}	20.04^{b}	62.44^{b}	55.10^{b}
	MF	5.7	4.93	0.10	6.52^{a}	71.48^{a}	260.67^{a}	281.13^{a}
F - value		1.315^{ns}	1.711^{ns}	1.190^{ns}	21.835^{**}	38.338^{**}	54.117^{**}	69.922^{**}
10 - 20	GS	5.9^{a}	2.34^{b}	0.08	1.35^{b}	27.71^{b}	101.30^{b}	99.08^{b}
	MS	6.1^{a}	2.99^{ab}	0.09	1.43^{b}	24.76^{b}	80.04^{b}	70.42^{b}
	MF	5.3^{b}	4.64^{a}	0.11	6.99^{a}	83.76^{a}	250.40^{a}	294.93^{a}
F - value		9.605^{*}	4.929^{*}	4.786^{ns}	46.755^{**}	28.414^{**}	70.124^{**}	43.315^{**}
20 - 30	GS	5.6	2.16^{b}	0.09	1.57^{b}	32.30^{b}	121.48^{b}	127.91^{b}
	MS	6.0	2.82^{b}	0.10	1.32^{b}	23.11^{b}	71.71^{b}	64.39^{b}
	MF	5.2	4.42^{a}	0.12	5.80^{a}	85.84^{a}	246.13^{a}	313.00^{a}
F - value		1.973^{ns}	6.986^{*}	2.850^{ns}	15.562^{**}	45.022^{**}	28.767^{**}	35.021^{**}
30 - 50	GS	5.1	2.04^{b}	0.10	1.28^{b}	44.74^{ab}	187.41^{ab}	211.58^{b}
	MS	6.1	2.80^{b}	0.09	1.31^{b}	23.93^{b}	85.98^{b}	81.84^{c}
	MF	5.0	4.65^{a}	0.13	5.11^{a}	57.54^{a}	268.86^{a}	400.33^{a}
F - value		3.179^{ns}	11.624^{**}	3.038^{ns}	21.333^{**}	7.951^{*}	9.641^{*}	25.276^{**}

Remark: * = significant at $p<0.05$, ** = significant at $p<0.01$, ns = not significant at $p>0.05$ and the same letters within a column are not significantly differentby DMRT.

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินของดินชั้นบน 0-10 เซนติเมตร ในพื้นที่ GSและMSและดินในพื้นที่MF มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ดินชั้นล่าง 10-20, 20-30 และ 30-50 เซนติเมตร ของ GS และ MS มีค่าน้อยกว่าพื้นที่ MF ปริมาณอินทรียวัตถุของดินชั้นบนในพื้นที่ GS และ MS ที่มีค่าสูงและใกล้เคียงกับพื้นที่ MF ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมของแม่หอบที่ขุดรูแล้วนำดินและอินทรียวัตถุต่างๆจากใต้ดินมากองไว้ด้านบนของรู ซึ่งอินทรียวัตถุที่อยู่ในพื้นที่จะเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตและสัตว์ทะเลหน้าดินอื่นๆ และเมื่อน้ำทะเลท่วมถึงอินทรียวัตถุและสารอาหารต่างๆที่อยู่ในมูลดินบนจอมหอบ จะถูกพัดพาไปสู่ทะเล (Aksornkoae, 1993; สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2554) ดังนั้นกิจกรรมดังกล่าวของแม่หอบจึงมีบทบาทสำคัญต่อการย่อยสลายซากพืชและการหมุนเวียนสารอาหารในพื้นที่ป่าชายเลน

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ในทุกระดับความลึกของดิน ในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จะเห็นได้ว่าพื้นที่ GS, MS และ MF มีปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับป่าชายเลนในพื้นที่คลองกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดระหว่าง ร้อยละ 0.31-0.38 (เดชา และคณะ, 2559) ส่วนปริมาณสารอาหารในดินอื่นๆของจอมหอบ ได้แก่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในทุกระดับความลึกของดิน ในพื้นที่ GS และ MS มีค่าน้อยกว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติอย่างเด่นชัด จะเห็นได้ว่าปริมาณสารอาหารต่างๆที่อยู่บนจอมหอบจะมีค่าน้อย ซึ่งผลดังกล่าวจะทำให้การเติบโตและการตั้งตัวของกล้าไม้มีค่าลดลง การคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมในการฟื้นฟูบริเวณจอมหอบจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อเร่งกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติและลดต้นทุนในการฟื้นฟูป่าดังนั้นในการฟื้นฟูป่าชายเลนบริเวณบนจอมหอบควรเลือกปลูกไม้ป่าชายเลน เช่นฝาดดอกแดงหงอนไก่ทะเลตีนเป็ดทะเล หลุมพอทะเล ปอทะเล พลับทะเล หยีทะเล โพทะเล (*Thespesia populnea*) และลำบิดทะเล (*D. ferrea*) เป็นต้น เนื่องจากเป็นไม้เหล่านี้ปรับตัวได้ดีและสามารถขึ้นอยู่ในบริเวณชายฝั่งดินเป็นเลนแข็งหรือดินทราย (สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2549; สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2552)

สรุป

1. ลูกไม้ป่าชายเลนที่ขึ้นเองตามธรรมชาติในพื้นที่ GP และ MS มีจำนวน 3 และ 10 ชนิด ตามลำดับ ฝาดดอกแดงเป็นไม้เด่นและมีจำนวนกล้าไม้และลูกไม้ มากที่สุด ในขณะที่ไม้ป่าชายเลนที่ปลูกในพื้นที่ MS มีความหนาแน่นน้อยกว่าบริเวณพื้นที่ GSและไม้ป่าชายเลนที่ปลูกส่วนใหญ่จะพบบริเวณฐานจอมหอบและแอ่งน้ำ

2. เนื้อดินในพื้นที่ MS และ GS เป็นดินทราย อนุภาคทรายมีค่าสูงซึ่งอาจเป็นผลมาจากการทำเหมืองแร่ในอดีต ทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุและสารอาหารในดินต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับดินในพื้นที่ป่าธรรมชาติอย่างไรก็ตามปริมาณอินทรียวัตถุในดินชั้นบน 0 - 10 เซนติเมตร มีค่าไม่แตกต่างกันกับพื้นที่ป่าธรรมชาติซึ่งเป็นผลมาจากการขุดดินของแม่หอบแล้วนำดินและอินทรียวัตถุต่างๆมากองไว้บนปากรู

3. การฟื้นฟูป่าชายเลนบริเวณจอมหอบควรมีการเลือกพรรณไม้ที่มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสมบัติดินซึ่งจะเป็นการลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายของการฟื้นฟูพื้นที่บริเวณจอมหอบ พันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ควรปลูกบนจอมหอบ เช่น ฝาดดอกแดง หลุมพอทะเล หงอนไก่ทะเล ปอทะเล ตีนเป็ดทะเล หยีทะเล และพลับทะเล เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทเจริญโคกภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ที่สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้ ดร.สนใจ หะวานนท์ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำวิจัย และเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยวนศาสตร์พังงาที่ช่วยเก็บข้อมูลภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2539. **รายงานการจัดการดินเหมืองแร่ร้าง**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ชรัตน์ รุ่งเรืองศิลป์. 2526. **สมบัติของดินภายหลังการทำเหมืองแร่ดีบุก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เดชา ดวงนามล, วาทินี สวนผกา และขวัญเนตร ทองศรี. 2559. สังคมพืชและสมบัติดินบางประการในป่าชายเลนบริเวณสถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน จังหวัดระนอง, น. 280-291. *ใน***การประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2559 เศรษฐกิจเชิงนิเวศบนฐานการป่าไม้**. คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการ การวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรียวุฒิ วัชรานนท์. 2530. **การศึกษานิเวศวิทยาบางประการของแม่หอบ *Thalassina anomala* (Herbst, 1804)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พูลศรี เมืองสง. 2541. **การเติบโตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ปลูกบนพื้นที่นากุ้งร้างอำเภอเมือง จังหวัดระนอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิโรจน์ ธีรธนาธร. 2531. **การเจริญเติบโตและการรอดตายของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนชนิดต่างๆ ที่ปลูกในพื้นที่หลังจากการทำเหมืองแร่ อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน. 2552. **พันธุ์ไม้ป่าชายเลนในประเทศไทย**. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กรุงเทพฯ.

สรายุทธ บุณยะเวชชีวินและรุ่งสุริยา บัวสาลี. 2554. **ป่าชายเลนนิเวศวิทยาและพรรณไม้**. กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

อุทิศ กุฏอินทร์. 2542. **นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Aksornkoae, S. 1993. **Ecology and Management of Mangroves**. IUCN, Bangkok, Thailand.

Borradaile, L.A.1907.On the classification of the Thalassinidae. **Annals and Magazine of Natural History**12(7): 533-551.

Hassan, M., C. J. Lian, M. I. Zakariahand M. Azmi. 2015. A first report on mud lobster (*Thalassina anomala*) and its mound characteristics from Setiu wetland, Terengganu, Malaysia. **Journal of Sustainability Science and Management** 10 (2): 112-116.

Havanond, S. 2000. **Effects of Mud Lobster (*Thalassina anomala* Herbst.) Mounds on Mangrove Succesion in Thailand**. Royal Forest Department, Thailand.

Kartika, W.D. and M. Patria. 2012. Nest characteristics of mod lobster *Thalassina anomala* (Herbst 1804) in Tanjung Jabung Barat, Jambi, Sumatra, Indonesium. **International Journal of Basic & Applied Sciences** Vol. 12 No: 06.

Moh, H.H., V. C. Chong andA. Sasekumar. 2015. Distribution and burrow morphology of three sympatric species of Thalassina mud lobsters in relation to environmental parameters on a Malayan mangrove shore. **Journal of Sea Research** 95: 75-83.

Sakai, K. and M. Türkay. 2012. A review of the species of the genus *Thalassina* (Thalassinidea, Thalassinidae). **Crustaceana** 85 (11):1339-1376.

การประยุกต์วิธี line intersect สำหรับการประมาณมวลซากเนื้อไม้หยาบ ในป่าชายเลนรุ่นสอง ปากแม่น้ำตราด

Application of Line Intersect Method for Mass Estimation of Coarse Woody Debris in a Secondary Mangrove Forest, Trat River Estuary

ปิยะพล แก่นคง[1]สุธาทิพย์ อำนวยสิน[2]ฉัตรทิพย์รอดทัศนา[1]ธมนัย ประวีณวงศ์วุฒิ[3]และ **ศศิธร พ่วงปาน[1*]**

Piyapon Kankong[1], Suthathip Umnouysin[2], Chadtip Rodtassana[1], Tamanai Pravinvongvuthi[3] and **Sasitorn Poungparn[1*]**

[1]ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

[1]Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม73000

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakhon Pathom 73000

[3]สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรุงเทพฯ 10210

[3]Office of Mangrove Conservation, Department of Marine and Coastal Resources, Bangkok10210

*Corresponding Author; E-mail: **sasitorn.p@chula.ac.th**

บทคัดย่อ

ซากเนื้อไม้หยาบ (coarse woody debris: CWD) คือส่วนต่างๆ ของต้นไม้ที่ตาย ประกอบด้วยซากไม้ที่ร่วงลงพื้น (downed wood) และต้นไม้ที่ยืนต้นตาย (standing dead tree) มีบทบาทสำคัญในการสะสมคาร์บอนระยะยาวในระบบนิเวศป่าไม้ การศึกษาครั้งนี้ได้นำวิธี line intersect มาประยุกต์เพื่อประมาณมวล CWD ในเขตไม้แสมและโกงกาง บริเวณป่าชายเลนรุ่นสองปากแม่น้ำตราด ในช่วงก่อนและหลังฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (พฤษภาคมถึงกันยายน พ.ศ. 2560) ผลการศึกษาพบว่าเมื่อผ่านฤดูมรสุมจำนวนและมวลของซากไม้ที่ร่วงลงพื้นลดลงในเขตไม้แสม แต่เพิ่มขึ้นในเขตไม้โกงกางเนื่องจากในเขตไม้โกงกางมีรากค้ำยันจำนวนมาก downed woodจึงถูกเก็บสะสมได้มากกว่า ขณะที่มวลของต้นไม้ที่ยืนต้นตายเพิ่มขึ้นเฉพาะในเขตไม้โกงกาง ซึ่งมวลของต้นไม้ที่ยืนต้นตายที่เกิดขึ้นในช่วง 4 เดือนของฤดูมรสุมนี้คิดเป็น 56.9% ของปริมาณมวลของต้นไม้ที่ยืนต้นตายรายปีในไม้โกงกาง เมื่อคำนวณมวล CWD ทั้งหมดที่ได้จากวิธี lineintersect พบว่าในช่วงระหว่างฤดูมรสุมมี CWD เพิ่มพูนขึ้น 2.57 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็น 39.5 และ 91.1% ของมวล CWD ที่ประมาณโดยวิธี plot-base measurement ที่รายงานในปี พ.ศ.2556 และ 2557 ตามลำดับ ดังนั้นการประยุกต์วิธี line intersect จึงอาจเหมาะสมสำหรับการประมาณมวล CWD ในป่าชายเลนที่มีพื้นที่กว้างแต่มีระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างจำกัดจากการขึ้นลงของน้ำ โดยจะทำให้สามารถประมาณมวลที่เพิ่มพูนของ CWD ซึ่งจำเป็นในการประมาณค่าผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของป่าชายเลนได้สะดวกมากขึ้นในทางปฏิบัติ

คำสำคัญ: ซากเนื้อไม้หยาบ ป่าชายเลน ผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิ line intersect

ABSTRACT

Coarse woody debris (CWD) are dead woody materials including downed wood and standing dead trees. CWD plays an important role as a long-term carbon storage in forest ecosystems.In this study, CWD mass of *Avicennia* and *Rhizophora* zones in a secondary mangrove forest of Trat River Estuary was estimated during the South-West monsoon season (May to September 2017) using line intersect method.The results indicated that after the monsoon season, number and mass of downed wood decreased in the *Avicennia* zone while these values increased in the *Rhizophora* zone. Larger amount of downed wood accumulated in the *Rhizophora* zone could be explained by the abundance of stilt roots which trap downed wood on the ground. For standing dead tree, we found that its mass increasedonly in the *Rhizophora* zone. The mass of standing dead tree of *Rhizophora* occurred during the 4 months of the monsoon season accounted for 56.9% of the annual mass of standing dead tree. The total input of CWD mass acquired from line intersect method was 2.57 ton/ha accounting for 39.5 and 91.1% of CWD mass estimated by plot-based measurement in 2013 and 2014, respectively. Therefore, an application of line intersect may be suitable for CWD estimation in large mangrove forest area with limited sampling period by daily tide. This method allows practical estimation of CWD accumulated mass which is critical for an estimation of net primary production in secondary mangrove forest.

Keywords: CWD, line intersect, mangrove forest, net primary production

คำนำ

ระบบนิเวศป่าชายเลนมีบทบาทสำคัญในการดูดซับและกักเก็บคาร์บอน เนื่องจากเป็นระบบนิเวศป่าไม้ที่มีผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิ(net primary production: NPP) สูง (Komiyama *et al*., 2008) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบอินทรีย์ สะสมอยู่ในเนื้อไม้และเพิ่มพูนขึ้นเมื่อต้นไม้มีการเจริญเติบโต (Norby *et al*., 2002) ในแต่ละปีจะมีต้นไม้ที่ผุพังและล้มตายเป็นจำนวนมาก เนื่องมาจากหลายสาเหตุไม่ว่าทั้งการรบกวนจากมนุษย์หรือจากธรรมชาติ (Jiménez and Lugo, 1985) ซึ่งต้นไม้ที่ล้มตายเหล่านี้เป็นแหล่งปลดปล่อยคาร์บอนและแร่ธาตุอื่นๆ กลับคืนสู่ระบบนิเวศ (Jia-bing *et al*., 2005) ในการประมาณ NPP ของระบบนิเวศป่าไม้ โดยทั่วไปจะใช้วิธี summation method ซึ่งเป็นการนำมวลชีวภาพของต้นไม้ที่เพิ่มขึ้น และผลผลิตซากพืชในรอบปีมารวมกัน (Clark *et al*., 2001) แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือการประมาณผลผลิตซากพืชในรอบปีมักใช้กระบะรองรับซากพืช (litter trap) ที่มีขนาดเล็ก (Tam *et al*., 1998) ซึ่งไม่สามารถรองรับซากพืชที่มีเนื้อไม้ขนาดใหญ่ได้ ทำให้คาร์บอนในซากไม้ขนาดใหญ่ไม่ถูกนำมารวมในการประมาณ NPP จึงทำให้ค่า NPP ที่ได้อาจไม่ตรงกับความเป็นจริง

ซากเนื้อไม้หยาบ (coarse woody debris: CWD) คือส่วนต่างๆ ของต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ที่ตายแล้ว (Enrong *et al*.,2006) มีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศป่าไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการเป็นแหล่งกักเก็บและสะสมคาร์บอนในระยะยาว เนื่องจากมีอัตราการย่อยสลายที่ช้า จึงทำให้คาร์บอนถูกปลดปล่อยสู่ระบบนิเวศช้า (Jia-bing *et al*., 2005)

การประมาณมวล CWD สามารถทำได้โดยวิธี plot-based measurement ที่เป็นการเก็บตัวอย่างทุกชิ้นในแปลงศึกษาเพื่อนำมาวิเคราะห์ จึงมีข้อดีที่ทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำ (Stahl*et al*., 2001) แต่มีข้อเสียคืออาจไม่เหมาะสำหรับการศึกษาในป่าชายเลน เนื่องจากป่าชายเลนได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น-น้ำลงจึงทำให้มีข้อจำกัดด้านเวลาสำหรับเก็บตัวอย่าง และวิธี line intersect ทำได้โดยการวางแนว transect line ผ่านพื้นที่ตัวอย่าง แล้วบันทึกข้อมูลของ CWD ทุกชิ้นที่แนว transect line ลากผ่าน (Wagner, 1968) จึงเป็นวิธีที่อาจเหมาะสมต่อการประมาณ CWD ในกรณีที่พื้นที่ที่ต้องการประมาณมีขนาดใหญ่แต่มีเวลาจำกัดในการเก็บตัวอย่าง

ที่ผ่านมาการศึกษาปริมาณ CWD ในป่าชายเลนยังมีน้อย จากผลการศึกษาล่าสุดของ Umnouysin *et al*. (2017a) ที่ใช้วิธี plot-based measurement สำหรับการศึกษา CWD ในช่วงปี พ.ศ.2556 และ2557 ที่ป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำตราด รายงานว่าในป่าชายเลนมีมวล CWD เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 5.4 ตัน/เฮกตาร์/ปี และมีมวลของ CWD สะสมแปรผันอยู่ระหว่าง 1.56 – 8.39 ตัน/เฮกตาร์ ขึ้นกับลักษณะโครงสร้างพืชพรรณ และเมื่อนำมวลของ CWD มาพิจารณาในการประมาณ NPP พบว่ามีค่าสูงถึง 31 – 39% ของ NPP ทำให้เห็นว่ามวลของ CWD เป็นองค์ประกอบสำคัญในการกักเก็บคาร์บอนในป่าชายเลน

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำวิธี line intersect มาประมาณมวล CWD ในพื้นที่ป่าชายเลนรุ่นสอง บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราดในช่วงก่อนและหลังฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับวิธี plot-based measurement ที่เคยใช้มาก่อน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาวิธีการประมาณ CWD สำหรับการประมาณ NPP ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษาและการวางแนว transect line

ศึกษาในแปลงถาวรขนาด 50 × 120 ตารางเมตร ภายในแบ่งเป็นแปลงศึกษาย่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ในป่าชายเลนรุ่นสอง บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราดซึ่งอยู่ภายใต้การดูแลของศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีทรัพยากรป่าชายเลนที่ 1 (ตราด) กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมไปจนถึงต้นเดือนตุลาคม จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา (พ.ศ.2550–2560) พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 4,640.1±750.8 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูมรสุม (พฤษภาคมถึงตุลาคม) มีค่าเท่ากับ 4,267.8±770.1 มิลลิเมตร ซึ่งคิดเป็น 91.9 % ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี

ป่าชายเลนในแปลงศึกษามีการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ (zonation) ออกเป็น 4 เขตพันธุ์ไม้อย่างชัดเจนตั้งแต่ริมแม่น้ำเข้าไปในแผ่นดิน ได้แก่ เขตไม้ลำพู-แสม (*Sonneratia-Avicennia* zone) เขตไม้แสม (*Avicennia* zone) เขตไม้โกงกาง (*Rhizophora* zone) และเขตไม้ตะบูน (*Xylocarpus* zone) (Poungparn *et al*., 2009) สำหรับการศึกษาในครั้งนี้

เลือกเขตไม้แสมและไม้โกงกางเป็นพื้นที่ศึกษาเนื่องจากเป็นเขตพันธุ์ไม้ที่ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของแปลงศึกษา (คิดเป็น 83.3 % ของพื้นที่แปลงศึกษาทั้งหมด)

วาง transect line ยาว 50 เมตร ในแนวขนานกับแม่น้ำภายในแปลงศึกษา ผ่านเขตไม้แสม จำนวน 3 แนว และผ่านเขตไม้โกงกาง จำนวน 3 แนว โดยผ่านแปลงศึกษาย่อยทั้งหมด 30 แปลงศึกษาย่อย

2. ศึกษาโครงสร้างพรรณไม้ (vegetation structure)

บันทึกชนิด จำนวน และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับความสูง 1.3 เมตร (diameter at breast height: DBH) ของไม้ต้น (DBH ≥4.5 cm) ที่พบในแปลงศึกษาย่อยทุกต้น ในกรณีที่เป็นไม้สกุลโกงกางวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเหนือคอรากที่หยั่งลงพื้นดินที่สูงที่สุด 0.3 เมตร ($D_{R0.3}$) ศึกษาในวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ.2560 (ก่อนฤดูมรสุม) และในวันที่ 23 กันยายน พ.ศ.2560 (หลังฤดูมรสุม) จากนั้นนำมาคำนวณความหนาแน่นต้นไม้ค่าเฉลี่ยของ DBH ดัชนีความสำคัญ (Important Value Index: IVI) และมวลชีวภาพโดยใช้สมการแอลโลเมตรีทั่วไปสำหรับพืชป่าชายเลนของ Komiyama*et al*.(2005)ซึ่งประกอบด้วยสมการสำหรับประมาณน้ำหนักส่วนราก (W_R) และน้ำหนักส่วนเหนือดิน (W_{Top}) ดังต่อไปนี้

$$W_R=0.251\rho D^{2.45}$$

$$W_{Top}=0.199\rho^{0.899}D^{2.22}$$

เมื่อ ρ คือความหนาแน่นของเนื้อไม้ (ตัน/ลูกบาศก์เมตร)และ D คือ DBH (เซนติเมตร) ซึ่งในการประมาณมวลชีวภาพในการศึกษาครั้งนี้ใช้ความหนาแน่นเนื้อไม้ที่รายงานไว้โดย Komiyama *et al.* (2005)

3. ประมาณมวลของต้นไม้ตาย (mass of standing dead tree)

บันทึกชนิด จำนวน และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับความสูง 1.3 เมตร (DBH) ของไม้ต้นที่ยืนต้นตายในแปลงศึกษาทุกต้นที่พบเมื่อสิ้นสุดฤดูมรสุม (สำรวจในวันที่ 23 กันยายน พ.ศ.2560) จากนั้นนำมาคำนวณมวลของต้นไม้ตายโดยใช้สมการแอลโลเมตรีทั่วไปสำหรับพืชป่าชายเลนของ Komiyama *et al*., (2005) เช่นเดียวกัน

4. ประมาณมวลCWD ประเภทไม้ร่วงลงพื้น (downed wood)

วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของCWD ประเภท downed woodที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 เซนติเมตรขึ้นไปทุกชิ้นที่อยู่บนแนวของtransect line ทั้ง 6 แนว ในเขตไม้แสมและโกงกาง ติดหมายเลขและเก็บชิ้นตัวอย่าง downed wood โดยตัดชิ้นตัวอย่างเป็นทรงกระบอกความยาวประมาณ 10 เซนติเมตรทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ.2560 (ก่อนฤดูมรสุม) และในวันที่ 23 กันยายน พ.ศ.2560 (หลังฤดูมรสุม)

จากนั้นวัดความหนาแน่นเนื้อไม้ของตัวอย่าง CWD โดยวัดความยาว (h) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (d) ของชิ้นตัวอย่าง CWD บริเวณรอยตัดทั้งสองด้าน เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยและรัศมี (r) คำนวณปริมาตรและความหนาแน่นเนื้อไม้ของCWD โดยใช้สูตรในการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{ปริมาตร CWD } (\text{ลูกบาศก์เซนติเมตร}) = \pi r^2 h$$

นำ downed wood ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสจนกว่าน้ำหนักจะคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้ง และคำนวณความหนาแน่นเนื้อไม้จากอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักแห้งกับปริมาตรของ downed wood

จำแนกระดับการย่อยสลาย (decay class) ของ downed wood โดยวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ Enrong *et al*. (2006) และ Umnouysin *et al*. (2017b) โดยดูจากลักษณะภายนอกและร้อยละความหนาแน่นเนื้อไม้เมื่อเทียบกับเนื้อไม้สด(fresh wood) ของไม้ชนิดเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ class I เนื้อไม้ยังค่อนข้างสมบูรณ์ โดยมีความหนาแน่นเนื้อไม้มากกว่า 70% เมื่อเทียบกับเนื้อไม้สด class II เนื้อไม้ถูกย่อยสลายไปประมาน 25 – 50%ของรัศมี หรือมีความหนาแน่นเนื้อไม้ 40 – 70% เมื่อเทียบกับเนื้อไม้สด และ class III เนื้อไม้ถูกย่อยสลายไปมากกว่า 50%ของรัศมี หรือมีความหนาแน่นเนื้อไม้ต่ำกว่า 40% เมื่อเทียบกับเนื้อไม้สด

ประมาณมวล CWD ประเภท downed wood ของแต่ละ transect line ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ จากความหนาแน่นเนื้อไม้ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยการใช้สูตรดังต่อไปนี้ (Warren, 1964)

$$\text{มวล CWD} \left(\frac{\text{ตัน}}{\text{เฮกตาร์}}\right) = \frac{\pi^2 \times \sum (d^2 \times WD)}{8L}$$

โดย d คือเส้นผ่านศูนย์กลางของdowned wood (เซนติเมตร)

WD คือ ความหนาแน่นเนื้อไม้ของdowned wood (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

L คือ ความยาวของ transect line(เมตร)

โดยประมาณมวลของ downed wood 2 ครั้ง คือวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ.2560 (ก่อนฤดูมรสุม) และในวันที่ 23 กันยายน พ.ศ.2560 (หลังฤดูมรสุม)

ในการคำนวณมวล CWD ที่เพิ่มพูน (CWD mass input) ซึ่งเป็น CWD ที่เกิดขึ้นใหม่ในช่วงฤดูมรสุม คิดเฉพาะมวล CWD class I ที่เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูมรสุม

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างพืชพรรณ (vegetation structure)

ความหนาแน่นของต้นไม้ในเขตไม้โกงกางมีค่าสูงกว่าความหนาแน่นของต้นไม้ในเขตไม้แสมโดยในเขตไม้โกงกางมีความหนาแน่นของต้นไม้ 1,873 ต้น/เฮกตาร์ ส่วนความหนาแน่นของต้นไม้ในเขตไม้แสมมีค่าเพียง 1,440 ต้น/เฮกตาร์ ขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยของต้นไม้ในสองเขตพันธุ์ไม้มีค่าเท่ากันคือ 13.7 เซนติเมตร (Table 1)

ไม้ต้นที่พบในแปลงศึกษาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มไม้เบิกนำ (pioneer species) ซึ่งประกอบด้วย แสมขาว (*Avicennia alba* Blume [*Avicennia marin*a (Forssk.) Viesh.]) ลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) กลุ่มไม้โกงกางประกอบด้วยโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume.) โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata* Lam.) และกลุ่มไม้อื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วยโปรงแดง (*Ceriops tagal* (Perr.) C.B.Rob.) ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* J.

Koenig) และพังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lam.) ในเขตไม้แสมมีพืชเด่นคือกลุ่มไม้เบิกนำ ขณะที่เขตไม้โกงกางมีพืชเด่น คือ กลุ่มไม้โกงกาง ทั้งนี้เนื่องมาจากป่าชายเลนมีความแตกต่างของปัจจัยแวดล้อมลดหลั่นกันไปตั้งแต่บริเวณริมแม่น้ำเข้าไปในแผ่นดิน ซึ่งเป็นผลมาจากการท่วมขังของน้ำที่มีระยะเวลาไม่เท่ากัน ส่งผลต่อปริมาณแก๊สออกซิเจน แร่ธาตุ และขนาดของอนุภาคดิน (Matthijs *et al*., 1999) ทำให้มีการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ (zonation) ขึ้น โดยพืชเบิกนำมักเป็นพืชที่โตเร็ว พบมากบริเวณดินเลนนุ่มใกล้ริมแม่น้ำ ขณะที่การกระจายของพืชในกลุ่มโกงกางพบบริเวณถัดเข้าไปด้านในแผ่นดินที่มีดินเลนซึ่งมีความแข็งมากกว่า (Clarke and Myerscough, 1993)

มวลชีวภาพของต้นไม้ในเขตไม้โกงกางมีค่าสูงกว่าในเขตไม้แสมโดยมีค่ามวลชีวภาพทั้งหมดเท่ากับ 455.5 และ 337.8 ตัน/เฮกตาร์ตามลำดับ (Table 1) เนื่องมาจากความหนาแน่นเนื้อไม้ของโกงกางมีค่าสูงกว่าความหนาแน่นเนื้อไม้ของแสม ทำให้เมื่อประมาณมวลชีวภาพโดยการใช้สมการแอลโลเมตรีที่นำเอาความหนาแน่นเนื้อไม้มาใช้ในการคำนวณ (Komiyama *et al*., 2005) ต้นไม้ในกลุ่มไม้โกงกางจึงมีมวลชีวภาพมากกว่าต้นไม้ชนิดอื่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน ประกอบกับข้อมูลจากผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นของต้นไม้ในเขตไม้โกงกางมีค่ามากกว่าความหนาแน่นของต้นไม้ในเขตไม้แสม จึงเป็นอีกหนึ่งเหตุผลที่ทำให้มวลชีวภาพในเขตไม้โกงกางมีค่าสูงกว่าในเขตไม้แสม

Table 1 Vegetation structure in the *Avicennia* and *Rhizophora* zonesat Trat river estuary

Zone		*Avicennia*	*Rhizophora*
Tree density (stem/ha)		1,440±530^{ns}	1,873±793^{ns}
Average DBH (cm)		13.7±9.5^{ns}	13.7±7.6^{ns}
Basal area (%)	Pioneer species (%)	48.1	6.2
	Genus *Rhizophora* (%)	51.9	79.2
	Other (%)	0.0	14.6
IVI	Pioneer species	186.7	35.4
	Genus *Rhizophora*	113.3	182.9
	Other	0.0	81.7
Aboveground biomassW_{TOP} (ton/ha)		243.4±9.8	327.1±105.9
Root biomass W_R(ton/ha)		94.4±3.0	128.4±35.3
Total biomass (ton/ha)		337.8±7.5	455.5±140.6

Remark:*ns refers to non-significant values, as determined by independent t-test (P> 0.05)

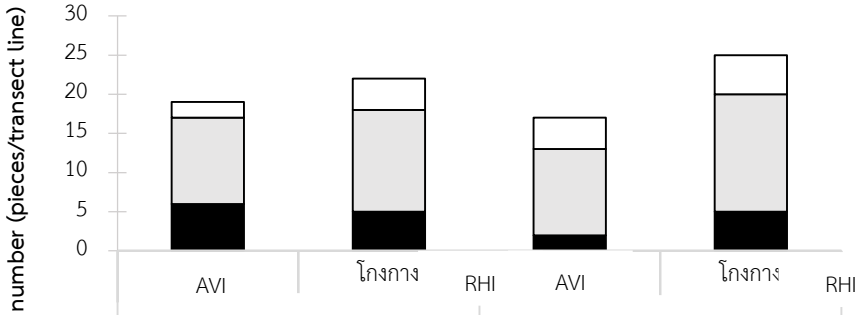
2. การกระจายของจำนวนและมวลของ CWD ประเภท downed woodและ standing dead tree

จำนวน downed wood ช่วงก่อนฤดูมรสุมน้อยกว่าหลังฤดูมรสุม โดยเขตไม้โกงกางมีจำนวน downed wood มากกว่าเขตไม้แสมทั้งช่วงก่อนและหลังฤดูมรสุม เมื่อผ่านฤดูมรสุมพบว่าจำนวนและมวลของ downed wood ในเขต

ไม้แสมมีค่าลดลงจาก 19±6 ชิ้น เป็น 17±6 ชิ้นแต่เพิ่มขึ้นในเขตไม้โกงกาง จาก 21±6 ชิ้น เป็น 25±6 ชิ้นหากพิจารณามวลชีวภาพของทั้งสองเขตพันธุ์ไม้ พบว่า มวลชีวภาพรากของพืชในเขตไม้โกงกางมีค่าสูงกว่าในเขตไม้แสม (Table 1) ทั้งนี้เนื่องมาจากในเขตไม้โกงกางมีพืชเด่นคือกลุ่มไม้โกงกางซึ่งมีรากพิเศษคือรากค้ำยัน (stilt root) เพื่อช่วยพยุงลำต้นให้ตั้งตรงบนดินเลนที่อ่อนนุ่ม รากค้ำยันที่มีอยู่เป็นจำนวนมากและหนาแน่นนี้อาจช่วยกักเก็บตะกอนหรือเศษซากพืชต่างๆ ไว้ ทำให้ CWD ถูกกักเก็บและสะสมไว้ภายในเขตไม้โกงกางได้มากกว่าเขตไม้แสม

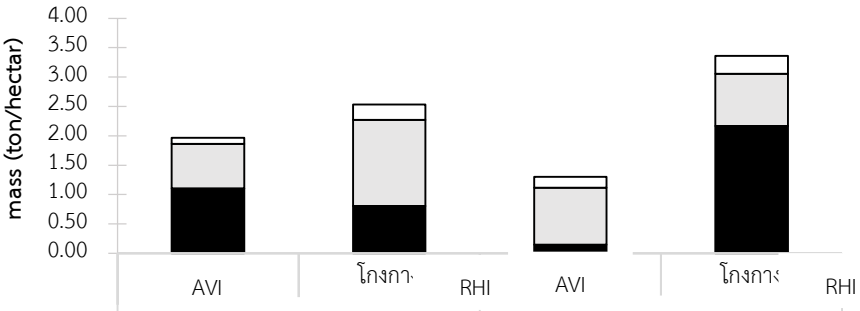
มวล CWD ประเภท downed wood ในเขตไม้แสมมีค่าน้อยกว่าเขตไม้โกงกางทั้งช่วงก่อนและหลังฤดูมรสุม เมื่อพิจารณามวลของ CWD ในแต่ละระดับการย่อยสลายพบว่าจำนวนและมวล CWD ของ class I CWD ที่ยังคงมีความหนาแน่นเนื้อไม้ค่อนข้างสูงใกล้เคียงกับไม้สด)ในเขตไม้แสมมีค่าลดลงเมื่อผ่านฤดูมรสุม สาเหตุน่าจะมาจากความหนาแน่นของต้นไม้ที่แตกต่างกันอาจทำให้ได้รับระดับความรุนแรงจากกระแสลมในช่วงฤดูมรสุมได้ไม่เท่ากัน ในเขตไม้โกงกางที่มีความหนาแน่นของหมู่ไม้สูงเมื่อได้รับผลกระทบจากแรงลมมรสุมจนมีต้นไม้หักโค่นเพียงหนึ่งต้นก็อาจทำให้ล้มพาดต้นไม้อื่นที่อยู่โดยรอบก่อให้เกิดการหักโค่นของต้นไม้หลายต้นเป็นวงกว้างหรือมีกิ่งไม้หรือรากค้ำยันที่หักเพิ่มมากขึ้นอันเป็นการเพิ่มปริมาณ CWD ประเภท downed woodดังนั้นในเขตไม้โกงกางจึงมี CWD class I ที่มีความหนาแน่นเนื้อไม้สูงเพิ่มมากขึ้นเมื่อสิ้นสุดฤดูมรสุมแต่ในเขตไม้แสมที่ความหนาแน่นของต้นไม้ต่ำกว่าอาจได้รับผลกระทบที่เกิดจากลมมรสุมน้อยกว่า ส่งผลให้มีกิ่งหรือเศษไม้ในรูปของ CWD ร่วงหล่นลงสู่พื้นน้อย นอกจากความหนาแน่นของต้นไม้แล้วปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการในป่าชายเลนยังส่งผลต่อปริมาณ CWD เช่น การท่วมของน้ำ กล่าวคือ CWD ในเขตไม้แสมได้รับความชื้นจากน้ำที่ท่วมขังนานกว่าเขตไม้โกงกาง (Umnouysin *et al*., 2017b) ทำให้ CWD class I ที่เคยอยู่ในพื้นที่ก่อนฤดูมรสุมมีความชื้นเพิ่มมากขึ้นซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายโดยจุลชีพในดินความหนาแน่นเนื้อไม้จึงลดลงจนกระทั่งเปลี่ยนไปเป็น CWD class II และ III ที่มีความหนาแน่นเนื้อไม้ลดลงจนมีความต่างจากชิ้นไม้สดมากอันแสดงให้เห็นได้จากมวล CWD class II และ III ที่เพิ่มมากขึ้นในเขตไม้แสมหลังฤดูมรสุม (Figure 1 และ 2)

มวล CWD ประเภท downed wood ในแปลงศึกษามีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านฤดูมรสุม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างก่อนและหลังฤดูมรสุม โดยก่อนฤดูมรสุมมวล CWD ในแปลงศึกษามีค่า 2.25 ตัน/เฮกตาร์ ส่วนหลังฤดูมรสุมมวล CWD ในแปลงศึกษามีค่า 2.33 ตัน/เฮกตาร์ (Table 2) เมื่อพิจารณาแยกเขตพันธุ์ไม้พบว่ามวล CWD ประเภท downed wood ในเขตไม้โกงกางมีค่าเพิ่มขึ้นแต่กลับลดลงในเขตไม้แสม อย่างไรก็ตามมวล CWD ในเขตไม้แสมและโกงกางทั้งก่อนและหลังฤดูมรสุมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t=-0.063, *P*=0.951)



	Before Monsoon season		After Monsoon	
class III	2	4	4	5
class II	11	13	11	15
class I	6	5	2	5

Figure 1 Number of downed wood in different decay classes in the *Avicennia* (AVI) and *Rhizophora* (RHI) zones before and after the monsoon season in 2017



	Before Monsoon season		After Monsoon	
class III	0.11	0.26	0.18	0.30
class II	0.76	1.47	0.97	0.89
class I	1.11	0.80	0.15	2.17

Figure 2 Mass of downed wood in different decay classes in the *Avicennia* (AVI) and *Rhizophora* (RHI) zones before and after the monsoon season in 2017

ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ตั้งแต่วันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ.2560 ซึ่งเป็นช่วงก่อนฤดูมรสุมถึงวันที่ 23 กันยายน พ.ศ.2560 ซึ่งเป็นช่วงหลังฤดูมรสุม รวมทั้งสิ้น 4 เดือน พบว่ามีต้นไม้ที่ตายในช่วงฤดูมรสุมในเขตไม้โกงกางเท่านั้น ประกอบด้วยโกงกางใบเล็ก 7 ต้น โกงกางใบใหญ่ 3 ต้น และแสมขาว 3 ต้น ซึ่งคิดเป็นความหนาแน่นของต้นไม้ที่ตายทั้งหมด 13 ต้น/เฮกตาร์ มวลของต้นไม้ที่ตายมีค่า 1.88 ตัน/เฮกตาร์ ซึ่งแบ่งเป็นส่วนเหนือดิน 1.31 ตัน/เฮกตาร์ และส่วนราก 0.57 ตัน/เฮกตาร์ ซึ่งมวลของต้นไม้ที่ตายที่เกิดขึ้นในระยะเวลา 4 เดือนของฤดูมรสุม นี้คิดเป็น 56.9% ของ

มวลของต้นไม้ที่ตายในเขตไม้โกงกางในระยะเวลาหนึ่งปี (3.3 ตัน/เฮกตาร์/ปี) ที่ศึกษาไว้ก่อนหน้านี้ในแปลงศึกษาเดียวกันโดย Umnouysin *et al*. (2017a) แสดงให้เห็นว่าช่วงฤดูมรสุมเป็นช่วงที่มีการตายของต้นไม้ในกลุ่มโกงกางในอัตราที่สูง ประกอบกับโกงกางเป็นไม้เด่นในป่าชายเลนและมักนิยมปลูกทดแทนโดยการปลูกที่ระดับความหนาแน่นต้นไม้ที่สูง ดังนั้นการประมาณมวล CWD จึงย่อมมีความสำคัญที่ทำให้การประมาณ NPP ของป่าชายเลนมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

Table 2 Mass of downed wood before and after the Monsoon season in 2017

	Mass of downed wood (ton/ha)		
	***Avicennia* zone**	***Rhizophora* zone**	**mean±SD**
Before monsoon season	1.97 ± 0.41^{ns}	2.54 ± 0.85^{ns}	2.25 ± 0.67^{ns}
After monsoon season	1.30 ± 0.28^{ns}	3.36 ± 3.78^{ns}	2.33 ± 2.65^{ns}

Remark: ^{ns} refer to non-significant valuesbetween before and after monsoon season, as determined by independent t-test ($P>0.05$)

3. มวล CWD ที่เพิ่มพูน (CWD mass input)

มวล CWD ที่เพิ่มพูนในช่วงฤดูมรสุม พ.ศ.2560มีค่าเท่ากับ 2.57ตัน/เฮกตาร์ ซึ่งประกอบด้วย downed wood ที่ใช้วิธี line intersect ในการประมาณมีค่าเพิ่มพูนเฉลี่ยเท่ากับ0.69ตัน/เฮกตาร์ ส่วนstanding dead tree มีค่าเพิ่มพูนเฉลี่ยเท่ากับ 1.88 ตัน/เฮกตาร์ โดยมวลของ downed wood ในเขตไม้แสมไม่ได้เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูมรสุมขณะที่มวลของ downed wood ที่เพิ่มพูนในเขตไม้โกงกางมีค่าเท่ากับ 1.37 ตัน/เฮกตาร์ ทำให้มวลทั้งสองประเภทที่เพิ่มพูนมาจากเขตไม้โกงกางเท่านั้น

ในช่วงฤดูมรสุมมวลของCWDส่วนใหญ่มาจากเขตไม้โกงกาง สอดคล้องกับการศึกษาของ Umnouysin *et al*. (2017a) ที่ศึกษามวลของ CWD โดยวิธี plot-based measurement ภายในแปลงศึกษาเดียวกัน ซึ่งได้รายงานว่ามวล CWD เพิ่มขึ้น 0.8 ตัน/เฮกตาร์/ปี ในเขตไม้แสม และเพิ่มขึ้น 1 ตัน/เฮกตาร์/ปี ในเขตไม้โกงกาง จะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของมวล CWD ในเขตไม้โกงกางมากกว่าในเขตไม้แสมเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากมวลชีวภาพของต้นไม้ในเขตไม้โกงกางมีค่าสูงกว่าในเขตไม้แสม เช่นเดียวกับการศึกษาของ Silva *et al*. (2016) ที่ประมาณมวลของ CWD ในป่าที่มีโครงสร้างพืชพรรณแตกต่างกันตามแนวแม่น้ำอเมซอนโดยใช้วิธี line intersect ซึ่งได้รายงานว่าป่าที่มีมวลชีวภาพสูงจะมีการเพิ่มขึ้นของมวล CWD มากกว่าป่าที่มีมวลชีวภาพต่ำกว่า

4. การเปรียบเทียบมวล CWD ที่ประมาณโดยวิธี line intersect และ plot-based measurement

มวล CWD ทั้งหมดที่เพิ่มพูนขึ้นในช่วงฤดูมรสุม2.57ตัน/เฮกตาร์ ประกอบด้วยมวล CWD ประเภท downed wood และ standing dead tree ซึ่งมีค่า 0.68และ 1.88ตัน/เฮกตาร์ตามลำดับโดยส่วนใหญ่เป็น CWD ที่เพิ่มขึ้นในเขต

ไม้โกงกางเมื่อเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของมวล CWD ทั้งหมดที่ประมาณจากการศึกษานี้กับการศึกษาของ Umnouysin *et al*. (2017a) ที่ประมาณมวล CWD ในปี พ.ศ.2556 และ 2557 ด้วยวิธี plot-based measurementพบว่ามวล CWD ที่ประมาณจากการศึกษานี้คิดเป็น 39.5 และ 91.2% ของมวล CWD ที่ประมาณโดยวิธี plot-based measurement ในปี พ.ศ.2556 และ 2557 ตามลำดับ(Table 3) นอกจากนี้ Umnouysin *et al*. (2017a) รายงานว่ามวลของ CWD ในป่าชายเลนคิดเป็น 12–28% ของผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิเหนือพื้นดิน (aboveground net primary production) ดังนั้น การประมาณ NPP ในป่าชายเลนให้มีค่าใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุดจึงจำเป็นต้องนำมวล CWD มาร่วมประมาณด้วย

การประมาณมวล CWD สามารถทำได้หลายวิธี วิธีที่มักใช้กันโดยทั่วไปเช่นวิธี plot-based measurement ที่เก็บข้อมูลและตัวอย่าง CWD ทั้งหมดภายในพื้นที่ศึกษาโดยตรง แล้วนำมาประมาณเป็นมวล CWD ทั้งหมดซึ่งรวมทั้งมวลในส่วนของ downed wood และ standing dead treeข้อมูลที่ได้จึงมีความคลาดเคลื่อนน้อย ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือวิธี line intersect โดยตัวอย่าง CWD ประเภท downed wood เท่านั้นที่แนวline transect พาดผ่านและถูกเก็บมาประมาณเป็นมวล จึงต้องเก็บข้อมูลของ standing dead tree ในพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อมารวมเป็นมวล CWD ทั้งหมด (Schreuder *et al*., 1993) แต่ละวิธีล้วนแต่มีข้อดีและข้อเสียต่างกันจึงต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลาย ๆ ด้านเพื่อเลือกวิธีการศึกษาที่เหมาะสมที่สุด ปัจจัยดังกล่าวที่อาจต้องพิจารณาได้แก่ 1) ความคุ้มค่าของทรัพยากรแรงงานและงบประมาณที่ใช้ไปเพื่อที่จะลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล 2) ความเหมาะสมและความสะดวก ซึ่งหากวิธีการที่เลือกมาศึกษาสามารถลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้ แต่ต้องอาศัยทักษะความชำนาญสูงจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นเนื่องจากผู้ศึกษาไม่มีความชำนาญ และ 3) ขนาดของพื้นที่ศึกษาและลักษณะโครงสร้างพืชพรรณ เพราะเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้มีปริมาณ CWD ในพื้นที่แตกต่างกัน (Stahl *et al*., 2001)

อย่างไรก็ตามการลดความคลาดเคลื่อนของการประมาณ CWD ที่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพคือการเพิ่มจำนวนครั้งของการเก็บข้อมูล (Stahl *et al*., 2001) โดยหากเป็นวิธี plot-based measurement สามารถทำได้โดยการเพิ่มแปลงศึกษาย่อย ขณะที่วิธี line intersect ทำได้โดยการเพิ่มจำนวนแนว transect line แต่ในทางปฏิบัตินั้นเวลาในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งมักเป็นข้อจำกัดที่สำคัญ ยิ่งไปกว่านั้นในป่าชายเลนยังมีการขึ้นลงของน้ำ ทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่าง CWD ได้ทุกช่วงเวลา ผลจากการศึกษาในครั้งนี้จึงแสดงให้เห็นว่าวิธี line intersect ที่สามารถทำได้รวดเร็วกว่าอาจจะเหมาะสมสำหรับการศึกษา CWD ในป่าชายเลนที่มีพื้นที่กว้าง มากกว่าวิธี plot-based measurement ดังนั้นการศึกษานี้จึงแสดงให้เห็นข้อดีของการประยุกต์ใช้วิธี line intersect ในการประมาณมวล CWD

นอกจากการเพิ่มจำนวนแนว transect line แล้ว อีกวิธีหนึ่งที่สามารถลดความคลาดเคลื่อนของการประมาณ CWD โดยวิธี line intersect คือการเพิ่มความยาวของ transect line เนื่องจากในป่าที่มีความหนาแน่นของต้นไม้ต่ำต้นไม้จะกระจายอยู่ห่างกัน ทำให้ CWD ที่เกิดขึ้นกระจายตัวเป็นกลุ่มอยู่บนพื้นป่าและแต่ละกลุ่มจะอยู่ห่างกัน หากแนว transect line ไม่พาดผ่านบริเวณที่มีกลุ่มของ CWD อาจทำให้การประมาณค่าต่ำกว่าความเป็นจริง แต่ในทางกลับกันหากแนว transect line พาดผ่านบริเวณที่มีกลุ่มของ CWD มากอาจทำให้การประมาณที่ได้มีค่าสูงกว่าความเป็นจริง ความยาวของ transect line จึงควรยาวเพียงพอที่จะพาดผ่านบริเวณต่าง ๆ ที่แตกต่างกันในพื้นที่ (Woldendorp *et al*.,

2004) สำหรับในป่าชายเลนที่มีการกระจายของต้นไม้ใกล้กันตัวอย่างเช่น ป่าชายเลนธรรมชาติที่มีต้นไม้ในกลุ่มโกงกางเป็นพันธุ์ไม้เด่น การสะสมของ CWD จะพบได้เป็นกลุ่มเนื่องจากต้นไม้ในกลุ่มโกงกางมักมีการเจริญเป็นกลุ่มเกิดเป็นหมู่ไม้ที่หนาแน่น อีกทั้งยังมีรากค้ำยันที่คอยกักเก็บ CWD ดังนั้นการเพิ่มความยาวและจำนวนแนวของ transect line อาจช่วยลดความคลาดเคลื่อนของการประมาณ CWD และวิธี line intersect อาจเหมาะสมสำหรับการศึกษา CWD ในป่าชายเลนมากยิ่งขึ้น

Table 3 CWD mass input during the monsoon season in 2017

Method	Year	Type	Mass (ton/ha/4 months)	Total mass (ton/ha/4 months)
Line intersect	2017	downed wood[1]	0.69	2.57
		standing dead tree	1.88	
Plot-based measurement (Umnouysin*et al*., 2017a)	2013	wood litter	1.16	6.50
		downed wood[2]	4.20	
		standing dead tree	1.14	
	2014	wood litter	0.68	2.82
		downed wood[2]	0.54	
		standing dead tree	1.60	

Remark:[1]≥1.0 cm in diameter,[2]≥4.5 cm in diameter

สรุป

โครงสร้างพืชพรรณที่แตกต่างกันในป่าชายเลนทำให้มีปริมาณ CWD แตกต่างกัน เขตไม้โกงกางที่มีรากค้ำยันจำนวนมากและมีความหนาแน่นของหมู่ไม้สูงกว่าเขตไม้แสมทำให้ CWD ถูกกักเก็บและสะสมอยู่ภายในเขตนี้มากกว่าและได้รับผลกระทบจากกระแสลมในช่วงฤดูมรสุมรุนแรงกว่า อย่างไรก็ตามมวลของ CWD เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ NPP ของระบบนิเวศป่าชายเลนมีค่าเพิ่มขึ้น การประมาณมวล CWD โดยวิธี line intersect จึงอาจเป็นวิธีที่เหมาะสมต่อการประมาณมวล CWD ในป่าชายเลนที่มีระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างจำกัดจากการขึ้นลงของน้ำมากกว่าวิธี plot-based measurement ทำให้สามารถประมาณมวล CWD ที่เพิ่มพูนสำหรับใช้ในการประมาณค่า NPP ของป่าชายเลนสะดวกมากขึ้นในทางปฏิบัติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณหน่วยปฏิบัติการพฤกษนิเวศวิทยา ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีทรัพยากรป่าชายเลนที่ 1 (ตราด) กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

Clark, D.A., S. Brown, D.W. Kicklighter, J.Q. Chambers, J.R. Thomlinson, J. Ni and E.A. Holland. 2001. Net primary production in tropical forest: an evaluation and synthesis of existing field data. **Ecol. Appl.**11: 371-384.

Clarke, P.J. and P.J. Myerscough. 1993. The intertidal distribution of the grey mangrove (*Avicennia marina*) in southeastern Australia: The effects of physical conditions, interspecific competition, and predation on propagule establishment and survival. **Austral Ecol.**18: 307-315.

Enrong, Y., W. Xihua and H. Jianjun. 2006. Concept and classification of coarse woody debris in forest ecosystems. **Front. of Biol. Chi.**1: 76-84.

Jia-bing, W., G. De-xin, H. Shi-jie, Z. Mi and J. Chang-jie. 2005. Ecological functions of coarse woody debris in forest ecosystem. **J. Forestry Res.**16: 247-252.

Jiménez, J.A. and A.E. Lugo. 1985. Tree mortality in mangrove forest. **Biotropica**17: 177-185.

Komiyama A., J.E. Ong and S. Poungparn. 2008. Allometry, biomass, and productivity of mangrove forest: A review. **Aquat. Bot.**89: 128-137.

Komiyama A., S. Poungparn and S. Kato. 2005. Common allometric equations for estimating the tree wright of mangroves. **J. Trop. Ecol.**2: 471-477.

Matthijs, S., J. Tack, D. Speybroeck and N. Koedam. 1999. Mangrove species zonation and soil redox state, sulphide concentration and salinity in Gazi Bay (Kenya), a preliminary study. **Mangroves and Salt Marshes**3: 243-249.

Norby, R.J., P.J. Hanson, E.G. O'Neill, T.J. Tschaplinski, J.F. Weltzin, R.A. Hansen, W. Cheng, S.D. Wullschleger, C.A. Gunderson, N.T. Edwards and D.W. Johnson. 2002. Net primary productivity of a CO_2-enriched deciduous forest and the implications for carbon storage. **Ecol. Appl.**12: 1261-1266.

Poungparn, S., A. Komiyama, A. Tanaka, T. Sangtiean, C. Maknual, S. Kato, P. Tanapermpool and P. Patanaponpaiboon. 2009. Carbon dioxide emission through soil respiration in a secondary mangrove forest of eastern Thailand. **J. Trop. Ecol.**25: 393-400.

Schreuder, H.T., T.G. Gregoire and G.B. Wood. 1993. **Sampling methods for multiresource forest inventory**. Wiley.

Silva, L.F.S.G., C.V. Castilho, C.O. Cavalcante, T.P. Pimentel, P.M. Fearnside and R.I. Barbosa. 2016. Production and stock of coarse woody debris across a hydro-edaphic gradient of oligotrophic forests in the northern Brazilian Amazon. **Forest Ecol. Manag.**364: 1-9.

Ståhl, G., A. Ringvall and J. Fridman. 2001. Assessment of coarse woody debris: a methodological overview. **Ecol. Bull.**49: 57-70.

Tam, N.F.Y., Y.S. Wong, C.Y. Lan and L.N. Wang. 1998. Litter production and decomposition in a subtropical mangrove swamp receiving wastewater. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**226: 1-18.

Umnouysin, S., T. Sangtiean and S. Poungparn. 2017a. Zonal distribution of coarse woody debris and its contribution to net primary production in a secondary mangrove forest. **Ecol. Res.**32: 51-60.

Umnouysin, S., T. Sangtiean, T. Sato and S. Poungparn. 2017b. Comparative carbon dioxide efflux rates from respiration of coarse woody debris among three mangrove species in Thailand. **Tropics** 26: 49-57.

Wagner, V. 1968. The line intersect method in forest fuel sampling. **Forest Sci.**14: 20-26.

Warren, W.G. and P.F. Olsen. 1964. A line intersect technique for assessing logging waste. **Forest Sci.**10: 267-276.

Woldendorp, G., R.J. Keenan, S. Barry and R.D. Spencer. 2004. Analysis of sampling methods for coarse woody debris. **Forest Ecol. Manag.** 198: 133-148.

การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าริมน้ำไม้วงศ์ยางเด่นตลอดริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา

Evaluation of Carbon Storage in Riparian Forest Dominated by Dipterocarpaceae Family along the Chao Phraya River Bank

สญามล นิลแก้ว[1*] ลดาวัลย์ พวงจิตร[1] แหลมไทย อาษานอก[2] ต่อลาภ คำโย[2] สุวิทย์ นะวะคำ[3]
ชิดชัย แก้วบริสุทธิ์[3] และ ณภัค กรรณสูต[3]

Sayamon Nilkaew[1*], Ladawan Puangchit[1], Lamthai Asanok[2], Torlarp Kamyo[2], Supansa Rodkongrai[3]
Suwit Navakam,[3] Chidchai kaewborisut[3] and Napak Karnasuta[3]

[1]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[2]สาขาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140
[3]สถาบันปลูกป่า ปตท. บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]Department of Agroforestry, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140
[3]PTT Public Company Limited, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **Sayamon0606@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงองค์ประกอบชนิดพันธุ์ การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และการกระจายปริมาณการกักเก็บคาร์บอนตามถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น และป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น โดยวิธีการวางแปลงตัวอย่างแบบวงกลม (circular plot) ขนาด 0.1 เฮกตาร์ ตลอดริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา แล้ววิเคราะห์ค่าทางสังคมพืช ประเมินมวลชีวภาพด้วยสมการแอลโลเมตรี และหาการกักเก็บก๊าซ CO_2 จากนั้นวิเคราะห์การกระจายปริมาณการกักเก็บคาร์บอนตามถิ่นอาศัยที่เหมาะสมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

ผลการศึกษา พบว่าป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น มีชนิดพันธุ์ไม้ทั้งหมด 43 ชนิด 32 สกุล 21 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 1.62 มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด 571.63 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็นก๊าซ CO_2 2,095.99 ตัน/เฮกตาร์ มีการกักเก็บคาร์บอนตามถิ่นอาศัยที่เหมาะสมในระดับมาก ปานกลาง และน้อย คิดเป็นพื้นที่ 6,117 เฮกตาร์ (ร้อยละ 20.12), 9,670 เฮกตาร์ (ร้อยละ 31.82) และ 14,602 เฮกตาร์ (ร้อยละ 48.06) ตามลำดับ ส่วนป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น พบว่ามีชนิดพันธุ์ไม้ทั้งหมด 49 ชนิด 39 สกุล 23 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.22 มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด 490.35 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็นก๊าซ CO_2 1,797.99 ตัน/เฮกตาร์ มีการกักเก็บคาร์บอนตามถิ่นอาศัยที่เหมาะสมในระดับมาก ปานกลาง และน้อย คิดเป็นพื้นที่ 5,191 เฮกตาร์ (ร้อยละ 17.08), 8,084 เฮกตาร์ (ร้อยละ 26.60) และ 17,112 เฮกตาร์ (ร้อยละ 56.31) ตามลำดับ ดังนั้น ผลการศึกษาบ่งชี้ว่าสังคมพืชป่าริมน้ำเจ้าพระยาทั้งสองสามารถกักเก็บก๊าซ CO_2 ได้เป็นจำนวนมาก และข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้สำหรับการจัดการก๊าซเรือนกระจกในเขตพื้นที่ลำน้ำเจ้าพระยาอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: ก๊าซเรือนกระจก ป่าในเมือง ถิ่นอาศัยที่เหมาะสม แม่น้ำเจ้าพระยา

ABSTRACT

This study investigated species composition, carbon dioxide (CO_2) storage and distribution of carbon storage in riparian forest dominated by *Dipterocarpus alatus* and *Hopea odrata* along the Chao Praya River Bank. 0.1 ha circular plots were set up in these habitats for analysis of species composition, biomass (using allometry equations), CO_2 storage and distribution of carbon storage in suitable habitat (using geographic information systems; GIS).

The results from the riparian forest dominated by *Dipterocarpus alatus* showed that there were 43 species in 32 genera and 21 families with diversity index of 1.62. Total carbon storage in this habitat type was 571.63 ton/ha accounting for 2,095.99 ton/ha of CO_2 storage. 6,117 ha (20.12 %) of this habitat had high level of carbon storage suitability, while 9,670 ha (31.82 %) and 14,602 ha (48.06 %) of the habitat had medium and low levels of carbon storage suitability, respectively. On the other hand, in the riparian forest dominated by *Hopea odrata*, there were 49 species in 39 genera, and 23 families with diversity index of 2.22. Total carbon storage in this habitat type was 490.35 ton/ha representing 1,797.99 ton/ha of CO_2 storage. 5,191 ha (17.08 %) of this habitat had high carbon storage suitability, followed by 8,084 ha (26.60 %) of medium carbon storage suitability and 17,112 ha (56.31 %) for low carbon storage suitability, respectively. Therefore, the results from this study indicated that riparian forest communities along the Chao Phraya River Bank could store high amount of CO_2. These data could be incorporated into efficient greenhouse gas management at Chao Phraya River area.

Keywords: greenhouse gas, urban forest, habitat suitability, Chao Phraya River

คำนำ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) นับเป็นตัวการสำคัญอีกชนิดหนึ่งที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกบนพื้นผิวโลก ซึ่งส่วนใหญ่มักถูกปลดปล่อยมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การพัฒนาเมือง เป็นต้น ซึ่งก๊าซชนิดนี้สามารถกักเก็บได้ในต้นไม้โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) (สาพิศ, 2550) ดังนั้นพื้นที่ป่าไม้จึงนับว่าเป็นแหล่งกักเก็บก๊าซ CO_2 ที่สำคัญ แต่อย่างไรก็ตามพื้นที่ป่ามักถูกทำลายจากการรบกวนของมนุษย์ เช่น การขยายพื้นที่เกษตรกรรม หรือการขยายพื้นที่เขตเมือง เป็นต้น (Michez *et al*., 2016) ป่าริมน้ำ (riparian forest) นับเป็นป่าที่สำคัญมักประกอบไปด้วยต้นไม้ขนาดใหญ่และมีความหลากชนิดสูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลความชื้นจากลำน้ำและมีไม้ขนาดใหญ่ปรากฏอยู่เป็นจำนวนมาก (Asanok *et al*. 2017) เท่ากับเป็นแหล่งกักเก็บก๊าซ CO_2 ที่สำคัญเช่นกัน แต่ในทางตรงกันข้ามป่าริมน้ำมักถูกทำลายเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เขตเมืองและพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากมีความอุดมสมบูรณ์สูง จึงทำให้ป่าชนิดนี้ลดลงอย่างรวดเร็ว (Santos *et al*., 2016) ในขณะที่ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยาป่าริมน้ำอยู่น้อยมากโดยเฉพาะในประเทศไทย

แม่น้ำเจ้าพระยาถือว่าเป็นแม่น้ำสายหลักของประเทศไทย และมักมีการสร้างเมืองขนาดใหญ่อยู่ตลอดลำน้ำ จึงเป็นเหตุให้ป่าริมน้ำถูกทำลายลงอย่างรวดเร็ว จนไม่สามารถพบเห็นป่าสมบูรณ์ได้ในปัจจุบันจะเหลืออยู่ก็เพียง

หย่อมป่าขนาดเล็กที่ปรากฏอยู่ตามวัด หรือสถานที่ราชการเท่านั้น (Asanok *et al*. 2017) จากการศึกษาของ Asanok *et al*. (2017) รายงานว่าป่าริมน้ำเจ้าพระยาสามารถจำแนกออกเป็น 5 ชนิด ได้แก่ ป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น ป่าริมน้ำไม้ยางนาผสมตะเคียน ป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น ป่าบึงน้ำขัง และป่าชายเลน ซึ่งป่าที่มีการกระจายมากที่สุด คือ ป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น และป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น แต่อย่างไรก็ตามยังไม่ได้มีการศึกษาลงลึกไปถึงการกักเก็บก๊าซ CO_2 ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นไปที่การประเมินการกักเก็บก๊าซ CO_2 ตามถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น และป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่นตลอดลำน้ำเจ้าพระยา เพื่อเป็นแนวทางการอนุรักษ์ป่าริมน้ำเจ้าพระยาและการจัดการก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

กำหนดพื้นที่ศึกษาตลอดริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 30 เมตร เนื่องจากในปี พ.ศ. 2554 มีระดับน้ำทะเลสูงที่สุดของแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งอยู่ในระดับความสูง 0-30 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Gale and Saunders, 2011) โดยครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 11 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี พระนครศรีอยุธยา อ่างทอง ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานคร และสมุทรปราการ (Figure 1) โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 28.5 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน ประมาณ 35.8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคม ประมาณ 21.0 องศาเซลเซียส ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน 26.3-30.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยตลอดปีจะอยู่ระหว่างร้อยละ 72.3 ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดร้อยละ 92.3 และค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดร้อยละ 43.8 ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือนร้อยละ 63.4-79.3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีประมาณ 1,337.5 มิลลิเมตร ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน 5.0-282.4 มิลลิเมตร (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2555)

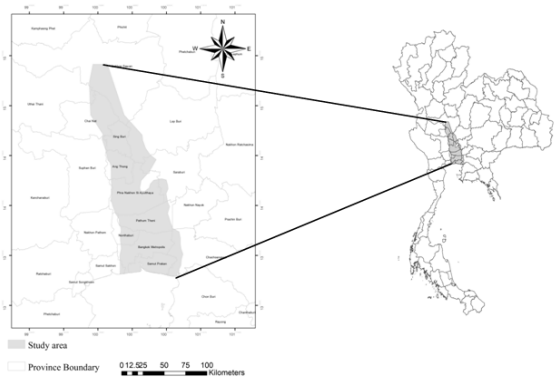


Figure 1 The study area along the Chao Phraya River

2. การเก็บข้อมูล

กำหนดจุดวางแปลงตัวอย่างโดยมุ่งเน้นไปที่สังคมพืชป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น (riparian forest with *Dipterocarpus alatus*) และป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น (riparian forest with *Hopea odrata*) ตามรายงานของ Asanok *et al*. (2017) ให้กระจายครอบคลุมทุกจังหวัดที่แม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านโดยให้เรียบริมน้ำตลอดลำน้ำ

เจ้าพระยา แล้ววางแปลงตัวอย่างแบบวงกลม (circular plot) ขนาดรัศมี 17.84 เมตร หรือ 0.1 เฮกตาร์ ภายในแปลงทำการวัดความโตที่ระดับความสูงเพียงอก 1.30 เมตร (DBH) ของไม้ทุกต้นที่มีขนาดตั้งแต่ ≥ 4.5 เซนติเมตร ด้วย Diameter tape และวัดความสูงของต้นไม้ด้วย Rangefinder laser พร้อมทั้งบันทึกพิกัดตำแหน่งของแปลงตัวอย่าง หลังจากนั้นทำการระบุชนิด โดยการเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้งแล้วนำไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างพรรณไม้แห้งมาตรฐานที่หอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยระบุชื่อตาม Pooma and Suddee (2014)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิเคราะห์สังคมพืช

วิเคราะห์องค์ประกอบชนิดพรรณพืชของแต่ละสังคมพืช คือ ป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น และป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น โดยหาค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index, IVI) ได้จากการหาความหนาแน่น (density, D) ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด (dominance, Do) และความถี่ (frequency, F) จากนั้นทำการหาค่าสัมพัทธ์ของทั้งสามค่าดังกล่าว คือ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density, RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (relative dominance, RDo) และความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency, RF) ซึ่งผลรวมของค่าความสัมพัทธ์ทั้งสามค่า คือ ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของพรรณพืช พร้อมทั้งวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากชนิด (species diversity index) โดยการหาค่าดัชนีความหลากชนิดจากสมการของ Shanon–Wiener (Magurran, 2004)

3.2 การประเมินมวลชีวภาพและคาร์บอนของไม้ใหญ่

1) ประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน โดยใช้สมการป่าดิบแล้ง ตามการศึกษาของ Tsutsumi *et al*. (1983) ในการประเมิน ดังนี้

$$W_S = 0.0509\ (D^2H)^{0.919}$$

$$W_B = 0.00893\ (D^2H)^{0.977}$$

$$W_L = 0.0140\ (D^2H)^{0.669}$$

$$W_T = W_S + W_B + W_L$$

หมายเหตุ: W_S, W_B, W_L คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็น ลำต้น, กิ่ง, ใบ (กิโลกรัม)
W_T คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม)
D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก 1.30 เมตร (เซนติเมตร)
H คือ ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

2) ประเมินมวลชีวภาพใต้ดิน ใช้ค่าสัดส่วนมวลชีวภาพของรากต่อต้น (root/shoot ratio) ของไม้ยืนต้นทุกชนิด โดยมวลชีวภาพของรากมีค่าร้อยละ 27 ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ตามการศึกษาของ IPCC (2006) แล้วทำการประเมินการกักเก็บคาร์บอนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตามการศึกษาของ IPCC (2006) ได้เสนอแนะให้ใช้ค่ามวลชีวภาพของไม้ยืนต้นคูณด้วยค่าคงที่ของคาร์บอน มีค่าร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพ แล้วคำนวณเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าโดยคูณด้วยค่าคงที่เท่ากับ 44/12

3.3 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างแปลงตัวอย่างด้วย Analysis Independent Samples Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.4 การสร้างแบบจำลองการกระจายของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนตามถิ่นอาศัยที่เหมาะสม

1) การสร้างแบบจำลอง (model) ความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของแต่ละสังคมพืช ประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความลาดชัน ความโค้งนูนของพื้นที่ ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากทะเล และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

2) ใช้แบบจำลองเชิงเส้นทั่วไป (generalized linear model: GLM) เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมในการกักเก็บคาร์บอน และทำการวิเคราะห์แบบถดถอยปัวซอง (poisson regression) ของปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (ตัน/เฮกตาร์) ด้วยโปรแกรม R เวอร์ชั่น 3.4.4 สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กำหนดให้ ตัวแปรตาม คือ การปรากฏของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในสังคมพืช ตัวแปรต้น คือ ความลาดชัน (ร้อยละ) ดัชนีความโค้งนูนของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (เมตร) และระยะห่างจากทะเล (กิโลเมตร)

3) การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาการกระจายปริมาณการกักเก็บคาร์บอนตามถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่นและป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น โดยจัดสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) รูปแบบโครงสร้างราสเตอร์ (raster format) ขนาดของกริด เท่ากับ 25 เมตร x 25 เมตร (ต่อลาภ, 2559) ซึ่งข้อมูลที่นำเข้าและวิเคราะห์เชิงพื้นที่มีดังนี้

3.1) เส้นชั้นความสูง (contour line) นำเข้าจากแผนที่สภาพภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ในรูปของข้อมูลเชิงเส้น (linear feature) ดำเนินการจัดสร้างข้อมูลในลักษณะ 3 มิติโดยใช้แบบจำลองวิเคราะห์เส้นชั้นความสูงเชิงเลข (digital elevation model: DEM) เพื่อวิเคราะห์และจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ของปัจจัย ความลาดชัน และความโค้งนูนของพื้นที่

3.2) ข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากทะเล และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย นำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบจุด (point feature) มาตราส่วน 1:50,000 ดำเนินการจัดสร้างข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำ และระยะห่างจากทะเล หาจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ด้วยวิธีการสร้างเส้นระยะห่างจริง (buffering) ในพื้นที่ศึกษา สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ดำเนินการจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปเส้นเท่า (interpolation)

3.3) การจำแนกศักยภาพหาพื้นที่ต่อการปรากฏปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น และป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่นตลอดริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา ดำเนินการโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (arithmetic operations) โดยใช้สมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองใน ข้อ 3.2) มาวิเคราะห์เพื่อหาการกระจายปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น และป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ด้วยการจำแนกชั้นโดยค่าพิสัย (ต่อลาภ, 2559) ดังนี้ 1) ระดับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนน้อย คือ ≤500 2) ระดับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนปานกลาง คือ >500 - 1,000 และ 3) ระดับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมาก คือ >1,000 ตัน/เฮกตาร์

ผลและวิจารณ์

1. องค์ประกอบชนิดพันธุ์

ป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น สำรวจพบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 446 ต้น จาก 43 ชนิด 32 สกุล 21 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 1.62 มีขนาดพื้นที่หน้าตัดโดยรวม เท่ากับ 98.97 ตรม./เฮกตาร์ ชนิดไม้ที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดสัมพัทธ์สูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ยางนา (*Dipterocarpus alatus*) ตะเคียน (*Hopea odorata*) สะตือ (*Crudia*

chrysantha) มะเดื่ออุทุมพร (*Ficus racemosa*) สมอพิเภก (*Terminalia bellirica*) มีค่าเท่ากับร้อยละ 77.72, 5.31, 3.82, 2.51 และ 1.71 ตามลำดับ สังคมพืชนี้มีความหนาแน่นหมู่ไม้โดยรวม เท่ากับ 171 ต้น/เฮกตาร์ ชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นสัมพันธ์สูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ยางนา ตะเคียน มะเดื่ออุทุมพร ข่อย (*Streblus asper*) และสะตือ มีค่าเท่ากับร้อยละ 69.28, 3.81, 3.81, 2.91 และ 1.79 ตามลำดับ ส่วนชนิดไม้ที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์สูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ยางนา ตะเคียน มะเดื่ออุทุมพร ข่อย และสะตือ มีค่าเท่ากับร้อยละ 21.85, 6.72, 5.88, 5.04 และ 5.04 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความเด่นของชนิดไม้จากค่าดัชนีความสำคัญ พบว่า ชนิดไม้ที่มีความสำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ ยางนา ตะเคียน มะเดื่ออุทุมพร สะตือ และข่อย มีค่าเท่ากับร้อยละ 168.85, 15.84, 12.21, 10.65 และ 8.43 ตามลำดับ (Table 1)

ป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น สำรวจพบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 320 ต้น จาก 49 ชนิด 39 สกุล 23 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.22 มีขนาดพื้นที่หน้าตัดโดยรวม เท่ากับ 101.30 ตรม./เฮกตาร์ ชนิดไม้ที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดสัมพัทธ์สูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ตะเคียน ยางนา สะตือ สำโรง (*Sterculia foetida*) และตะโกสวน (*Diospyros malabarica*) มีค่าเท่ากับร้อยละ 44.73, 23.43, 4.87, 3.30 และ 2.92 ตามลำดับ สังคมพืชนี้มีความหนาแน่นหมู่ไม้โดยรวม เท่ากับ 229 ต้น/เฮกตาร์ ชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นสัมพัทธ์สูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ตะเคียน ยางนา สะตือ ตะโกสวน และสนุ่น (*Salix tetrasperma*) มีค่าเท่ากับร้อยละ 52.65, 12.15, 2.49, 2.49 และ 2.49 ตามลำดับ ส่วนชนิดไม้ที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์สูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ตะเคียน ยางนา สะตือ ตะโกสวน และสำโรง มีค่าเท่ากับร้อยละ 14.29, 11.22, 5.10, 4.08 และ 3.06 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความเด่นของชนิดไม้จากค่าดัชนีความสำคัญ พบว่า ชนิดไม้ที่มีความสำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ ตะเคียน ยางนา สะตือ ตะโกสวน และสำโรง มีค่าเท่ากับร้อยละ 111.66, 46.80, 12.46, 9.50 และ 7.61 ตามลำดับ (Table 1)

เมื่อพิจารณาสังคมพืชถึงลักษณะเชิงประมาณ พบว่าป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น มีค่ามากกว่าป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น ได้แก่ ค่าดัชนีความหลากหลาย ความหนาแน่นของหมู่ไม้ ขนาดพื้นที่หน้าตัด และจำนวนชนิด แสดงว่าป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่นสามารถสืบต่อพันธุ์ได้ดีกว่าป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น ซึ่งสอดคล้องกับศึกษาของ Bunyavejchewin *et al*. (2003) รายงานการสืบต่อพันธุ์ของไม้ตะเคียนทองในสังคมป่าดิบแล้ง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง พบว่าสังคมพืชป่ายางนามักตั้งตัวในพื้นที่ที่ถูกรบกวนจากการเกิดภัยพิบัติในขณะที่สังคมพืชป่าตะเคียนทองมีการตั้งตัวในพื้นที่ที่มีเสถียรภาพกว่า

2. มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และศักยภาพในการดูดซับก๊าซ CO_2 ระหว่างแปลงตัวอย่างของป่าริมน้ำไม้ยางเด่น และป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น พบว่าทั้งสามค่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น พบว่ามีปริมาณมวลชีวภาพของไม้ใหญ่รวมทั้งสิ้น 2.73 ตัน/ต้น หรือ 1,216.24 ตัน/เฮกตาร์ โดยจำแนกออกเป็นมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มีปริมาณมวลชีวภาพประมาณ 2.15 ตัน/ต้น หรือ 956.78 ตัน/เฮกตาร์ และมวลชีวภาพใต้ดิน มีปริมาณมวลชีวภาพประมาณ 0.58 ตัน/ต้น หรือ 258.57 ตัน/เฮกตาร์ และคิดเป็นปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ พบว่ามีการกักเก็บคาร์บอนรวมทั้งส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินและ

ใต้ดินทั้งหมด 1.28 ตัน/ต้น หรือ 571.63 ตัน/เฮกตาร์ เมื่อคิดเป็นปริมาณการกักเก็บก๊าซ CO_2 คือ 4.70 ตัน/ต้น หรือ 2,095.99 ตัน/เฮกตาร์ (Table 2)

Table 1 Importance value index (IVI), relative dominance (RDo; %), relative densities (RD; %) and relative frequency (RF; %) in riparian forest with *Dipterocarpus alatus* and riparian forest with *Hopea odorata*

Species	RDo	RD	RF	IVI
Riparian forest with *Dipterocarpus alatus*				
Dipterocarpus alatus	77.72	69.28	21.85	168.85
Hopea odorata	5.31	3.81	6.72	15.84
Ficus racemosa	2.51	3.81	5.88	12.21
Crudia chrysantha	3.82	1.79	5.04	10.65
Streblus asper	0.47	2.91	5.04	8.43
other species (38)	10.17	18.4	55.48	84.63
Total	**100**	**100**	**100**	**300**
Riparian forest with *Hopea odorata*				
Hopea odorata	44.73	52.65	14.29	111.66
Dipterocarpus alatus	23.43	12.15	11.22	46.8
Crudia chrysantha	4.87	2.49	5.1	12.46
Diospyros malabarica	2.92	2.49	4.08	9.5
Sterculia foetida	3.3	1.25	3.06	7.61
other species (44)	20.76	28.97	62.25	111.97
Total	**100**	**100**	**100**	**300**

ป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น พบว่ามีปริมาณมวลชีวภาพของไม้ใหญ่รวมทั้งสิ้น 3.26 ตัน/ต้น หรือ 1,043.32 ตัน/เฮกตาร์ โดยจำแนกออกเป็น มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มีปริมาณมวลชีวภาพประมาณ 2.57 ตัน/ต้น หรือ 821.51 ตัน/เฮกตาร์ และมวลชีวภาพใต้ดิน มีปริมาณมวลชีวภาพประมาณ 0.69 ตัน/ต้น หรือ 221.81 ตัน/เฮกตาร์ และคิดเป็นปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ พบว่ามีการกักเก็บคาร์บอนรวมทั้งส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินและใต้ดินทั้งหมด 1.53 ตัน/ต้น หรือ 490.36 ตัน/เฮกตาร์ เมื่อคิดเป็นปริมาณการกักเก็บก๊าซ CO_2 คือ 5.62 ตัน/ต้น หรือ 1,797.99 ตัน/เฮกตาร์ (Table 2) จากการรายงานของ Gibbs *et al*. (2007) พบว่าในป่าเขตร้อนในประเทศมาเลเซีย มีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินประมาณ 164 Mg C ha^{-1} และ Saner *et al.* (2012) รายงานว่ามีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินประมาณ 92 Mg C ha^{-1} ในขณะที่ป่าดิบแล้งในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน มีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย 207.70 ตัน/เฮกตาร์ และมีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินเฉลี่ย 103.85 ตัน/เฮกตาร์ (นวลปราง, 2548) แสดงให้เห็นว่าป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น และป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่นนั้น มีศักยภาพในการกักเก็บ

คาร์บอนและดูดซับก๊าซ CO_2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับป่าในพื้นที่อื่นๆ จึงควรให้ความสำคัญในการจัดการดูแลรักษาป่าริมน้ำเหล่านี้ต่อไป

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยต่อต้นจะเห็นว่าป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น มีปริมาณมวลชีภาพและการกักเก็บคาร์บอนต่อต้นมากกว่าป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น แต่เมื่อคิดเป็นพื้นที่ต่อเฮกตาร์ จะเห็นได้ว่าปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่นมีมากกว่า แสดงว่าป่าริมน้ำตะเคียนเด่นประกอบไปด้วยต้นไม้ขนาดใหญ่ ในขณะที่ป่าริมน้ำยางนาเด่นมีความหนาแน่นของต้นไม้ค่อนข้างสูง เนื่องจากปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนจะขึ้นอยู่กับชนิดป่า ชนิดไม้ ความหนาแน่นของป่า และขนาดของต้นไม้ (Terakunpisut *et al*., 2007) จากการศึกษาของ Baishya *et al*. (2009) พบว่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าดิบแล้งทางตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดียส่วนใหญ่สะสมอยู่ในไม้ที่มีขนาดใหญ่ (>60-80 เซนติเมตร) ในขณะที่ Terakunpisut *et al*. (2007) ที่ได้ศึกษาป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณในป่าทองผาภูมิ พบว่าปริมาณมวลชีวภาพที่สะสมอยู่ในเนื้อไม้กับขนาดของต้นไม้ว่ามีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามกัน โดยปริมาณของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินส่วนใหญ่สะสมอยู่ในไม้ที่มีขนาด >100 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าร้อยละความหนาแน่นเพียง 1.70, 0.58 และ 0.30 ตามลำดับ ดังนั้นถึงแม้ไม้ที่มีขนาดใหญ่จะสามารถกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่า แต่ไม่ควรลดบทบาทของไม้ขนาดเล็ก เพราะไม้ที่มีขนาดเล็กจะเป็นไม้ที่มีศักยภาพของป่าที่จะเพิ่มมวลชีวภาพและกักเก็บคาร์บอนได้มากขึ้นในอนาคต (Brown, 1996)

Table 2 Biomass and carbon storage of riparian forest with *Dipterocarpus alatus* (RFD) and riparian forest with *Hopea odorata* (RFH) along the Chao Phraya River bank

Volume	RFD	RFH	RFD	RFH
	Mean (ton/stem)	Mean (ton/stem)	Mean (ton/ha)	Mean (ton/ha)
ABG	2.15	2.57	956.78	821.51
BLG	0.58	0.69	258.57	221.81
ABG+BLG	2.73	3.26	1,216.24	1,043.32 ^{NS}
C	1.28	1.53	571.63	490.36 ^{NS}
CO_2	4.70	5.62	2,095.99	1,797.99 ^{NS}

Remark: NS = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$), ABG = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (ตัน)
BLG = มวลชีวภาพใต้ดินทั้งหมด (ตัน), C = คาร์บอน (ตัน), CO_2 = คาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน)

3. การกระจายของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนตามถิ่นอาศัยที่เหมาะสม

ป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น พบว่าความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น ตลอดริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่าปัจจัยที่มีผลในเชิงบวกต่อการกระจายปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และระยะห่างจากทะเล ส่วนปัจจัยที่มีผลในเชิงลบ คือ ความโค้งนูนของพื้นที่ และระยะห่างจากแหล่งน้ำ (Table 3) แสดงว่าป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น มีการปรากฏของปริมาณการกักเก็บ

คาร์บอนในพื้นที่ที่มีความลาดชันเฉลี่ยร้อยละ 6.815 ความโค้งนูนของพื้นที่เฉลี่ย 0.062 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 103.692 มิลลิเมตร มีระยะห่างจากทะเลเฉลี่ย 144,009.300 เมตร และมีระยะห่างแหล่งน้ำเฉลี่ย 2,967.773 เมตร ซึ่งพื้นที่ที่มีการปรากฏของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากจะอยู่ในช่วงจังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี จนถึงตอนบนของจังหวัดอ่างทอง และสระบุรี บริเวณพื้นที่ที่มีการปรากฏของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนปานกลางจะอยู่ในช่วงตอนล่างของจังหวัดอ่างทอง สระบุรี จนถึงตอนบนของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ส่วนบริเวณพื้นที่ที่มีการปรากฏของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนน้อยจะอยู่ในช่วงตอนล่างของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ จนถึงสมุทรสาคร (Figure 2A) จากการนำแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น มาวิเคราะห์การกระจายเชิงพื้นที่ โดยการพิจารณาทุกปัจจัยที่มีนัยความสัมพันธ์ทางสถิติ พบว่ามีพื้นที่ที่ปรากฏปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมาก ปานกลาง และน้อย คิดเป็นพื้นที่ 6,117 เฮกตาร์ (ร้อยละ 20.12), 9,670 เฮกตาร์ (ร้อยละ 31.82) และ 14,602 เฮกตาร์ (ร้อยละ 48.06) ตามลำดับ (Table 4)

ป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น พบว่าความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่นตลอดริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่าปัจจัยที่มีผลในเชิงบวกต่อการกระจายของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น คือ ความโค้งนูนพื้นที่ และระยะห่างจากแหล่งน้ำ ส่วนปัจจัยที่มีผลในเชิงลบได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และระยะห่างจากทะเล แสดงว่าป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น มีการปรากฏของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ที่มีความลาดชันของพื้นที่เฉลี่ยร้อยละ 4.972 มีความโค้งนูนเฉลี่ย 0.100 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 106.429 มิลลิเมตร ห่างจากแหล่งน้ำเฉลี่ย 2,137.099 เมตร และมีระยะห่างจากทะเลเฉลี่ย 132,062.393 เมตร (Table 3) ซึ่งบริเวณพื้นที่ที่มีการปรากฏของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากจะอยู่ในช่วงจังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี จนถึงลพบุรี บริเวณพื้นที่ที่มีการปรากฏของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนปานกลางจะอยู่ในช่วงตอนล่างของจังหวัดอ่างทอง สระบุรี จนถึงพระนครศรีอยุธยา ส่วนบริเวณพื้นที่ที่มีการปรากฏของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนน้อยจะอยู่ในช่วงตอนล่างของจังหวัดปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ จนถึงสมุทรสาคร (Figure 2B) จากการนำแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น มาวิเคราะห์การกระจายเชิงพื้นที่ โดยการพิจารณาทุกปัจจัยที่มีนัยความสัมพันธ์ทางสถิติ จากการศึกษาพบว่ามีพื้นที่ที่ปรากฏปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมาก ปานกลาง น้อย คิดเป็นพื้นที่ 5,191 เฮกตาร์ (ร้อยละ 17.08), 8,084 เฮกตาร์ (ร้อยละ 26.60) และ 17,112 เฮกตาร์ (ร้อยละ 56.31) ตามลำดับ (Table 4)

Table 3 Generalized linear model (GLM) analysis of the relationship between environmental factors and carbon storage of riparian forest with *Dipterocarpus alatus* and riparian forest with *Hopea odorata*

Environmental factors	Mean	Estimate	Z value	P value
Riparian forest with *Dipterocarpus alatus*				
Slope (%)	6.815	3.819	22.536	< 0.001
Convexity	0.062	-1.037	-10.736	< 0.001
Mean rainfall (mm)	103.692	2.84	9.506	< 0.001
Distance from water (m)	2,967.773	-2.838	-15.406	< 0.001
Distance from sea (m)	144,009.300	8.592	2.777	< 0.01
Riparian forest with *Hopea odorata*				
Slope (%)	4.972	-7.219	-11.105	< 0.001
Convexity	0.100	1.582	6.483	< 0.001
Mean rainfall (mm)	106.429	-1.379	-24.213	< 0.001
Distance from water (m)	2,137.099	4.982	13.433	< 0.001
Distance from sea (m)	132,062.393	-1.148	-15.894	< 0.001

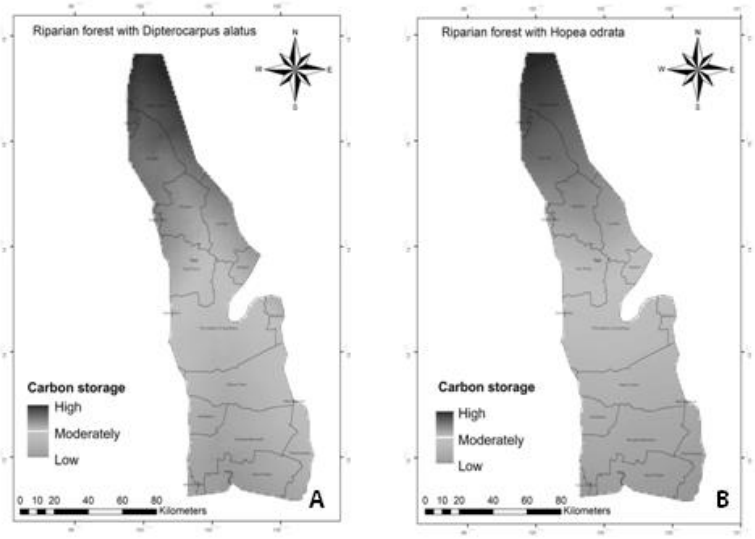


Figure 2 The presence of carbon storage in the riparian forest with *Dipterocarpus alatus* (A) and riparian forest with *Hopea odorata* (B) along the Chao Phraya River bank

Table 4 The area presence of carbon storage in the riparian forest with *Dipterocarpus alatus* (RFD) and riparian forest with ***Hopea odorata*** (RFH) along the Chao Phraya River bank

Carbon storage	RFD		RFH	
	Area (ha)	Percent (%)	Area (ha)	Percent (%)
High	6,117	20.12	5,191	17.08
Moderately	9,670	31.82	8,084	26.60
Low	14,602	48.06	17,112	56.31
Total	**30,389**	**100**	**30,389**	**100**

สรุป

จากการศึกษาองค์ประกอบชนิดพันธุ์ของสังคมพืชป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น และป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น สำรวจพบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 65 ชนิด 46 สกุล 26 วงศ์ โดยสังคมพืชป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 446 ต้น จาก 43 ชนิด 32 สกุล 21 วงศ์ และป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่น สำรวจพบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 320 ต้น จาก 49 ชนิด 39 สกุล 23 วงศ์ ขนาดพื้นที่หน้าตัดและความหนาแน่นของหมู่ไม้ พบว่าป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่นมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 101.13 ตร.ม./เฮกตาร์ และมีความหนาแน่นของหมู่ไม้ เท่ากับ 229 ต้น/เฮกตาร์ ซึ่งมีค่าค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่น คือ มีขนาดพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 98.97 ตร.ม./เฮกตาร์ และมีความหนาแน่นของหมู่ไม้ เท่ากับ 171 ต้น/เฮกตาร์ แสดงว่าป่าริมน้ำไม้ตะเคียนเด่นมีต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่และขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น ส่วนป่าริมน้ำไม้ยางนาเด่นนั้นมีจำนวนต้นไม้ปริมาณมากแต่ขนาดเล็ก จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสังคมป่าริมน้ำทั้งสองสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ในปริมาณมาก โดยเฉพาะทางตอนบนของพื้นที่ศึกษา อาจเนื่องมาจากพื้นที่ดังกล่าวยังเป็นเขตชนบทไม่มีการขยายตัวของเมืองมากนัก ดังนั้นในการพัฒนาขยายเมืองในอนาคตควรคำนึงถึงการคงอยู่ของป่าเหล่านี้เป็นสำคัญ เช่น อาจนำหลักการป่าไม้ในเมืองมาใช้ในการจัดการ เป็นต้น นอกจากนั้นผลของงานวิจัยนี้ยังสามารถนำไปต่อยอดสำหรับการจัดการก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่เขตเมืองอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยโครงสร้างสังคมพืชสำหรับนิเวศพัฒนาในเขตที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา และเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันปลูกป่า บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ที่สนับสนุนทุนการวิจัย และผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ และสาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ให้โอกาสทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จ นอกจากนั้นขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือเสมอมา จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ต่อลาภ คำโย. 2559. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจำแนกศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของไม้สัก (*Tectona grandis* L.f.) ในธรรมชาติบริเวณอุทยานแห่งชาติแม่ยม จังหวัดแพร่. **วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 8(8): 61-71.

นวลปราง นวลอุไร. 2547. **การเปรียบเทียบค่าดัชนีพื้นที่ใบ มวลชีวภาพ และปริมาณคาร์บอนสะสมที่อยู่เหนือพื้นดินของระบบนิเวศป่า จากการสำรวจด้านป่าไม้และการรับรู้จากระยะไกล บริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). 2555. **การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำและแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง : ลุ่มน้ำเจ้าพระยา.** บริษัท แอสดีคอนคอร์ปอเรชั่น จำกัด กรุงเทพมหานคร.

สาพิศ ดิลกสัมพันธ. 2550. การกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้กับสภาวะโลกร้อน. **วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ** 22(3): 40-49.

Asanok, L., T. Kamyo, M. Norsaengsri, P. Salinla-um, K. Rodrungruang, N. Karnasuta, S. Navakam, S. Pattanakiat, D. Marod, P. Duengkae and U. Kutintara 2017. Vegetation community and factors that affect the woody species composition of riparian forests growing in an urbanizing landscape along the Chao Phraya River, central Thailand. **Urban Forestry & Urban Greening**. 28: 138-149.

Baishya, R., S.K. Barik and K. Upadhaya. 2009. Distribution pattern of aboveground biomass in natural and plantation forests of humid tropics in northeast India. **Trop. Ecol.** 50(2): 295-304.

Brown, S. 1996. Tropical forests data and the global carbon cycle: estimating state and change in biomass density, pp. 135-144. *In* M. Apps and D. Price, eds. **Forest Ecosystems, Forest Management and the Global Carbon Cycle**. NATO ASI Series, Springer-Verlag.

Bunyavejchewin, S., J.V. LaFrankie, P.J. Baker, M. Kanzaki, P.S. Ashton and T. Yamakura 2003. Spatial distribution patterns of the dominant canopy dipterocarp species in a seasonal dry evergreen forest in western Thailand. **For. Ecol. Manage**. 175: 87–101.

Gale, E.L. and M.A. Saunders. 2011. **The 2011 Thailand Flood: Climate Causes and Return Periods.** Department of Space and Climate Physics, University College, London.

Gibbs, H.K., S. Brown, J.O. Niles and J.A. Foley. 2007. **Monitoring and Estimating Tropical Forest Carbon Stocks: Making REDD a Reality.** Environmental Research Letters 2: 045023.

IPCC. 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. International Panel on Climate Change. IGES, Japan.

Magurran, A.E. 2004. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Publishing, Victoria.

Michez, A., H. Piégay, J. Lisein, H. Claessens and P. Lejeune. 2016. Classification of riparian forest species and health condition using multi-temporal and hyperspatial imagery from

unmanned aerial system**. Environ. Monit. Assess.** 188(3): 146.

Pooma, R. and S. Suddee. 2014. **Thai plant names Tem Smitinand revised edition 2014**. Office of the Forest Herbarium, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (In Thai)

Saner, P., Y.Y. Loh, R.C. Ong and A. Hector. 2012. **Carbon stocks and fluxes in tropical lowland Dipterocarp rainforests in Sabah, Malaysian Borneo.** Plos one 7: e29642.

Santos, O., dos, A., S.R.M. Couceiro, A.C.C. Rezende and M.D. de S. Silva. 2016. Composition and richness of woody species in riparian forests in urban areas of Manaus, Amazonas, Brazil. **Landsc. Urban Plan**. 150: 70–78.

Terakunpisut, J., N. Gajaseni and N. Ruankawe. 2007. Carbon sequestration potential in aboveground biomass of Thong Pha Phum National Forest, Thailand. **Appl. Ecol. Environ Res**. 5(2): 93-102.

Tsutsumi. T., K. Yoda, P. Sahunalu, P. Dhanmanonda and B. Prachaiyo. 1983. Forest : Felling, Burning and Regeneration, pp. 13-62. *In* K. Kyuma and C. Pairintra. Eds. **Shifting Cultivation. An Experiment at Nam Phrom, Thailand and its Implications for Upland Farming in the Monsoon Tropics.**

ผลกระทบของการเผาต่อการสะท้อนน้ำของดินในไร่ข้าวโพดบนพื้นที่สูงบริเวณอำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน

Impacts of Burning on Soil Water Repellency in Highland Cornfield, Nanoi District, Nan Province

ปวัตน์ อินทะวงค์[1*] กอบศักดิ์ วันธงไชย[1] และ นฤมล แก้วจำปา[2]

Pawat Intawong[1*], Kobsak Wanthongchai[1] and Naruemol Keawjampa[2]

[1]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **inttiatorbio@gmail.com**

บทคัดย่อ

ดินสะท้อนน้ำ คือลักษณะของดินที่ไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง สาเหตุที่สำคัญคือการเผาที่เกิดจากการเกษตร และไฟป่า ผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้นคือพืชไม่สามารถดูดซึมสารอาหารบริเวณที่เกิดดินสะท้อนน้ำ และยังเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายดินอีกด้วยดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าดินสะท้อนน้ำที่เกิดขึ้นและเปรียบเทียบ ระหว่างก่อนเผากับหลังเผาในป่าเบญจพรรณและไร่ข้าวโพด และศึกษาการคงอยู่ดินสะท้อนโดยออกแบบแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มบูรณ์ 40 X 40 เมตร พื้นที่ละ 3 แปลง และตรวจสอบหาค่าดินสะท้อนน้ำโดยวิธีการ Water Drop Penetration Time (WDPT) พบว่า ก่อนและหลังเผาทั้งในป่าเบญจพรรณและไร่ข้าวโพดมีค่าดินสะท้อนน้ำที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบค่าดินสะท้อนน้ำหลังเผาระหว่างป่าเบญจพรรณกับไร่ข้าวโพดพบว่ามีค่าดินสะท้อนน้ำที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการคงอยู่ของดินสะท้อนน้ำนั้น พบว่าค่าดินสะท้อนน้ำหายไปเมื่อฝนตกและทำให้ค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นเกิน 28 %w

คำสำคัญ: ดินสะท้อนน้ำ ไฟป่า การไหลบ่า การพังทลายของหน้าดิน

ABSTRACT

Soil water repellency is a condition which soil affinity to water is reduced to the point that soils resist wetting for a period of time. A major cause of this phenomenon is from agricultural burning and forest fire. Soil water repellency can prevent plant from absorbing nutrients and cause soil erosion. The study aimed to i) compare soil water repellency values between pre- and post- burning in mixed deciduous forest (MDF) and cornfield; and ii) study persistence of soil water repellency. Completely Randomize Design (CRD) was used in this study. Three plots of 40 x 40 m were established in each study sites (MDF and cornfield) and each condition (pre- and post- burning). Water Drop Penetration Time (WDPT) was applied to assess soil water repellency value. It was found that soil water repellency values of pre- and post- burning

were significantly difference in both sites. Moreover, when comparing between sites, the results showed that soil water repellency values after burning in MDF and cornfield were significant difference. Finally, the persistence of soil water repellency experiment showed that soil water repellency disappeared after rain when the soil moisture increased more than 28 %w.

Keywords: Soil water repellency, Soil erosion, Fire

คำนำ

ดินสะท้อนน้ำ คือลักษณะของดินที่ไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งอาจจะนานเพียงแค่วินาที ชั่วโมง หรือจนถึงวัน สัปดาห์ (Doerr and Thomas, 2000a; King, 1981) ผลที่เกิดขึ้นคือน้ำจับตัวกันเป็นก้อนกลม และไม่จับตัวกับดิน คล้ายกับหยดน้ำบนใบบัว ซึ่งถูกกำหนดโดยชนิดและปริมาณของสารไฮโดรโฟบิก(hydrophobic) ที่ต้นกำเนิดมาจากสารชีวภาพ เช่น ไข (waxes) และยางไม้ (resins) รวมถึงเชื้อรา (fungi) หรือจุลินทรีย์ (microorganism) หรืออาจเกิดขึ้นได้โดยตรงจากการย่อยสลายอินทรียวัตถุและปัจจัยอื่นๆเช่น ชนิดของพืช อุณหภูมิของดินและความชื้นภายในดิน ซึ่งมีผลต่อการเกิดดินสะท้อนน้ำทั้งสิ้น (Doerr *et al.*, 2000) ในต่างประเทศได้มีการศึกษาเรื่องดินสะท้อนน้ำมาเป็นเวลานาน มีการค้นพบว่าหนึ่งในสาเหตุที่สำคัญคือการเผาที่เกิดจากการเกษตร และไฟป่า ผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้นคือพืชไม่สามารถดูดซึมสารอาหารบริเวณที่เกิดดินสะท้อนน้ำ (York, 1993) และยังเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดชะล้างพังทลายของดินอีกด้วย (Imeson *et al.*, 1992; Ritsema *et al.*, 1993; Ritsema *et al.*, 1997; Shakesby *et al.*, 1993) อีกทั้งคุณสมบัติของดินสะท้อนน้ำนี้ ถ้าหากศึกษาถึงแหล่งที่มาของสารประกอบจำพวกไฮโดรโฟบิกได้อย่างชัดเจน และสามารถสกัดนำมาใช้ได้ จะมีผลเชิงบวกให้กับอุตสาหกรรมภายในประเทศ โดยเฉพาะการยืดอายุการใช้งานอุปกรณ์หรือเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ และป้องกันโลหะบางชนิดที่ทำปฏิกิริยากับน้ำไม่ให้สัมผัสกับน้ำได้โดยตรงรวมถึงเสื้อผ้าหรือเครื่องนุ่งห่มที่สามารถสะท้อนน้ำได้

ไฟป่าและการใช้ไฟเพื่อการเกษตรพบได้มากในทางตอนเหนือของประเทศไทย แต่ในขณะเดียวกันยังไม่มีการรายงานหรือการศึกษาหรือค้นคว้าในเรื่องดินสะท้อนน้ำที่เกิดขึ้นแต่อย่างใด จึงเป็นเรื่องที่น่าศึกษาอย่างยิ่ง ที่จะได้ทราบว่าในทางตอนเหนือของประเทศไทย ดินสะท้อนน้ำสามารถเกิดขึ้นได้หรือไม่

ดังนั้นขอบเขตของงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาการเกิดดินสะท้อนน้ำในพื้นที่เกษตรและป่าบนพื้นที่สูงทางตอนเหนือของประเทศไทย เพราะมีปัจจัยไฟเข้ามาเกี่ยวข้อง ตลอดจนถึงระดับความรุนแรงของดินสะท้อนน้ำและการคงอยู่ของดินสะท้อนน้ำเพื่อนำไปสู่การเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการเกิดดินสะท้อนน้ำ และอาจนำไปศึกษาเชื่อมโยงกับการชะล้างพังทลายของดินต่อไปได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่ตั้ง

บ้านเชตวันตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลสันทะ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่านอยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 18 องศา 19 ลิปดา 30 ฟิลิปดาเหนือ และเส้นลองจิจูดที่ 100 องศา 42 ลิปดา 54 ฟิลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 136 ตารางกิโลเมตร และมีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ต่างๆ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน
ทิศใต้	ติดต่อกับตำบลเมืองลีและตำบลนาทะนุง อำเภอนาหมื่น
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับตำบลสถาน อำเภอนาน้อย และตำบลบ่อแก้ว อำเภอนาหมื่น
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับตำบลไฝโทน อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

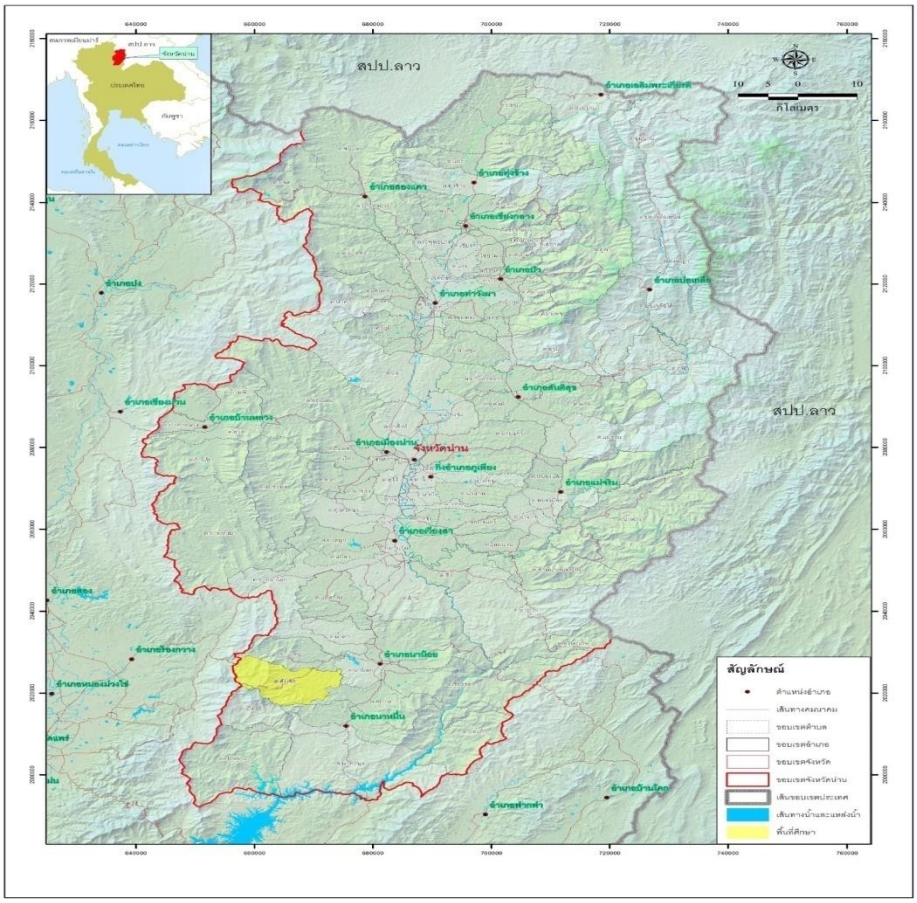


Figure 1 study area

2. ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของอำเภอนาน้อยมีลักษณะเป็นภูเขาสูง มีที่ราบเพียงเล็กน้อยตามไหล่เขา พื้นที่เป็นอ่างก้นกระทะที่มีป่าและภูเขาสูงล้อมรอบ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 85 โดยประมาณและมีที่ราบสำหรับเพาะปลูกเพื่อการเกษตรประมาณร้อยละ 15 สำหรับพื้นที่ไร่ข้าวโพดที่ทำการศึกษามีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 600 เมตร และมีความลาดชันเฉลี่ย 50 องศา ส่วนป่าเบญจพรรณผสมไผ่นั้นขึ้นอยู่ในระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 670 เมตร ความลาดชันอยู่ที่ 54 องศา

3. ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศโดยทั่วไปของจังหวัดน่าน มีภูมิอากาศเป็นแบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน อากาศจะร้อนอบอ้าวในฤดูร้อนเพราะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ จากรายงานสภาพภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาในปี

พ.ศ.2559 จังหวัดน่านมีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน คือ 37.0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคม 14.2 องศาเซลเซียส เนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดพาเอาความหนาวเย็นมาสู่ภูมิภาค อีกทั้งจังหวัดน่านมีสภาพภูมิประเทศเป็นหุบเขาและภูเขาสูงชันมาก ทิวเขาวางตัวในแนวเหนือใต้ ทำให้บริเวณยอดเขาสามารถรับความกดอากาศสูงที่แผ่มาจากประเทศจีนในฤดูหนาวได้อย่างทั่วถึง มีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดพาเอาความชุ่มชื้นมาสู่ภูมิภาคจึงทำให้มีฝนตกชุก ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละ 93.6 และ 52.1 ตามลำดับ และมีปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งปี 1,234.1 มิลลิเมตร

4. การวางแปลงเก็บข้อมูลและการเผา

ทำการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ในไร่ข้าวโพดและป่าเบญจพรรณ ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ของบ้านเชตวัน ตำบลสันทะ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน

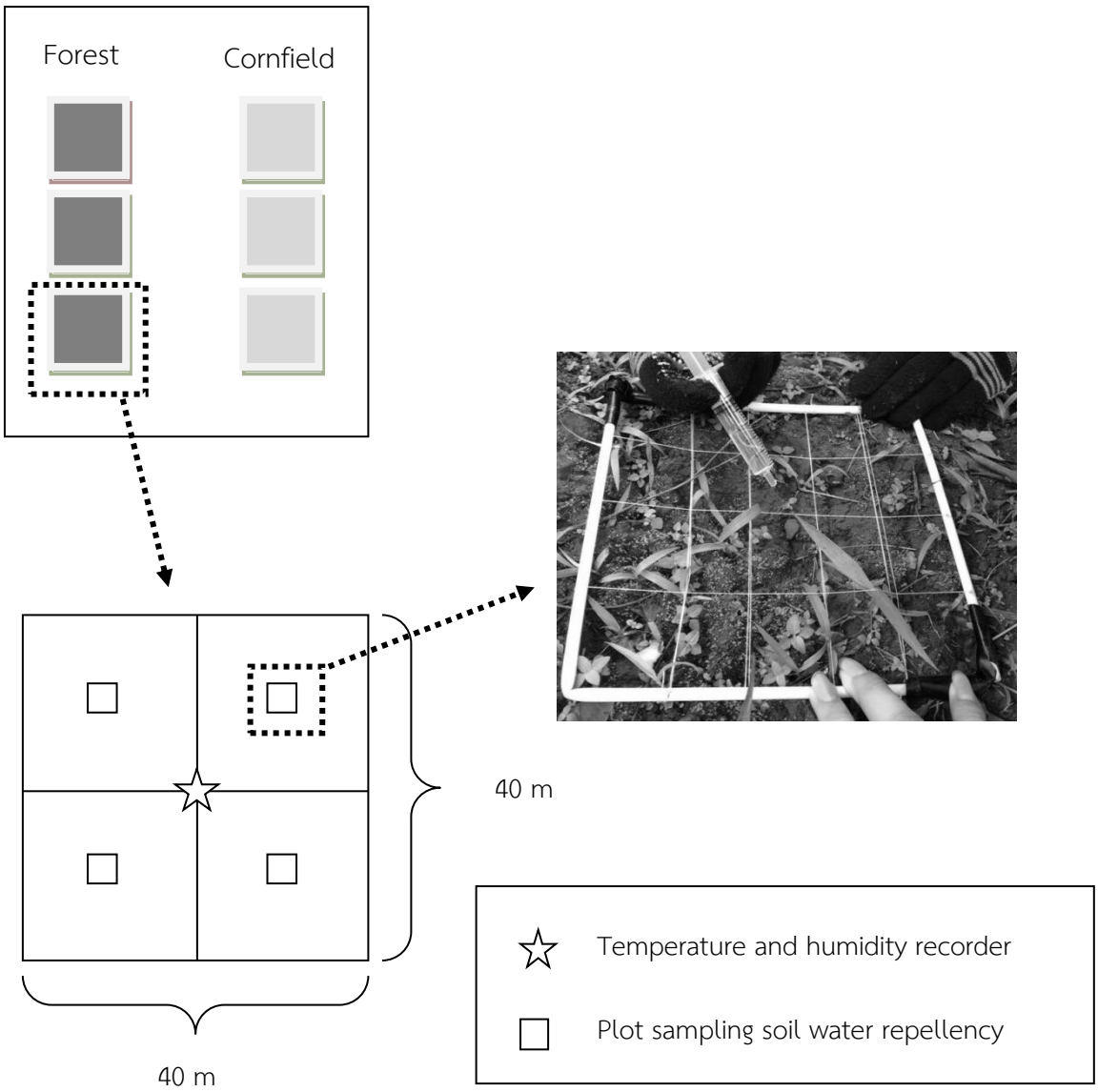
ทำการวางแปลงทดลองขนาด 40 x 40 เมตร พื้นที่ละ 3 แปลง รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 6 แปลงและทำแนวกันไฟให้มีความกว้าง 10 เมตร รอบพื้นที่แปลงตัวอย่าง (Figure 2) โดยกำจัดเศษซากพืชและเชื้อเพลิงทุกชนิดที่อยู่ในเขตแนวกันไฟ เพื่อป้องกันการลุกลามของไฟจากแปลงตัวอย่างออกไปยังพื้นที่ข้างเคียงติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิดินขณะเผา และเครื่องวัดทั้งอุณหภูมิและความชื้นดินและทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดระยะเวลา 1 เดือน

5. วิธีการเก็บข้อมูลดินสะท้อนน้ำ

จะทำการเก็บข้อมูลดินสะท้อนน้ำ ก่อนเผาและหลังเผา โดยทั้ง 6 แปลง 40 x 40 เมตร จะแบ่งเป็นแปลงย่อย อีก 4 แปลง ขนาด 20 x 20 เซนติเมตร เพื่อสุ่มวัดค่าดินสะท้อนน้ำ ที่กลางแปลงย่อยทั้ง 4 เพื่อทำการวัดค่าดินสะท้อนน้ำ (Figure 2)

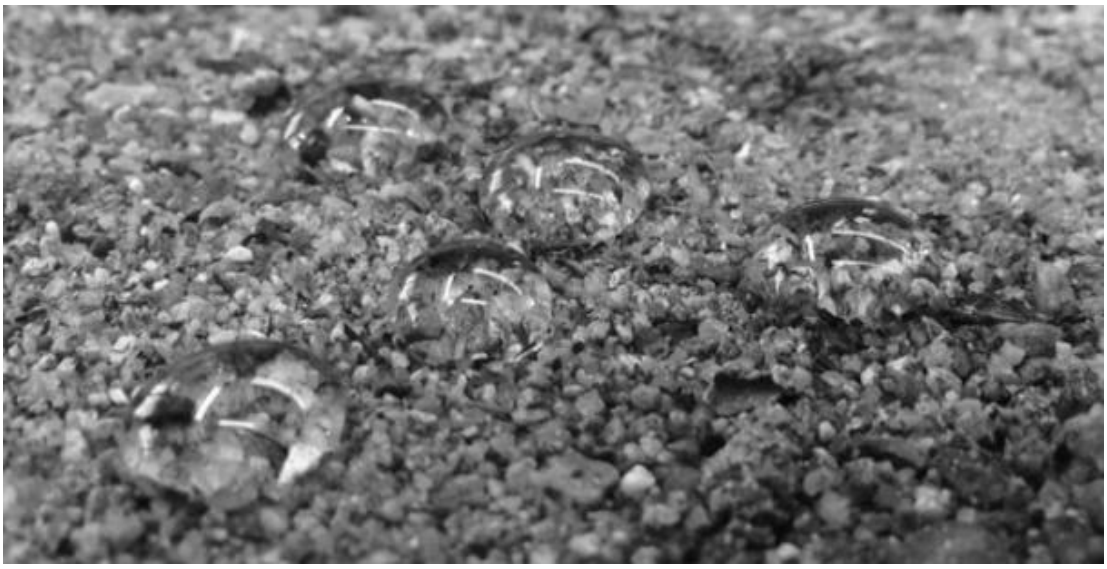
6. การติดตามการคงอยู่ของดินสะท้อนน้ำ

โดยทำการวัดค่าดินสะท้อนน้ำ ทุกๆ 1 เดือน เป็นเวลา 3 เดือน (3 ครั้ง) นับจากวันทำการเผา เพื่อดูว่าดินสะท้อนน้ำที่เกิดขึ้น จะอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อม ณ สถานที่เกิดได้นานแค่ไหน



Figue 2 Plot sampling soil water repellency method in Plot of forest and cornfield, before and after burn.

โดยใช้วิธี “Water Drop Pentration Tiime” (WDPT) (Woudt, 1959)โดยทำการปัดเศษซากพืชที่พื้นผิวออกไปก่อน ด้วยแปรงหรือมือ (Burguet *et al.*, 2016) จากนั้นการใช้ไซริงค์หยดน้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 0.5 มิลลิลิตร (1 หยด) ลงไปที่พื้นพื้นผิวดินห่างจากพื้นผิวดินประมาณ 3 มิลลิเมตรเพื่อป้องกันแรงที่เกิดจากพลังงานจลน์ทำลายผิวหน้าดิน (Dekker *et al.*, 2009) และเป็นไปตามหลักการทดสอบที่สอดคล้องกัน เมื่อหยดลงไปแล้วให้สังเกตและจับเวลาเมื่อหยดน้ำสัมผัสผิวหน้าดินว่าใช้เวลานานแค่ไหนในหน่วยวินาที จึงจะซึมหายไปในดิน โดยทำซ้ำ 20 หยด (Figure 3)



Figue 3 The water droplets on surface soil before infiltration

6. ทดสอบทางสถิติ

ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของดินสะท้อนน้ำในแปลงก่อนเผาและหลังเผานั้น โดยใช้ Paired–sample t test ในการเปรียบเทียบ และระหว่างข้าวโพดกับป่านั้นจะใช้ Independent-sample t test เป็นตัวเปรียบเทียบ

ผลและวิจารณ์

1. อุณหภูมิของผิวหน้าดินขณะการเผา

อุณหภูมิดินที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการเผาในป่านั้น อุณหภูมิที่สูงที่สุดที่ตรวจวัดได้ เฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 261 องศาเซลเซียส และคงระดับมากกว่า 200 องศาเซลเซียส ได้ประมาณ 20 วินาที และลดลงจาก 200 ไป 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 40 วินาที (Figure 4)

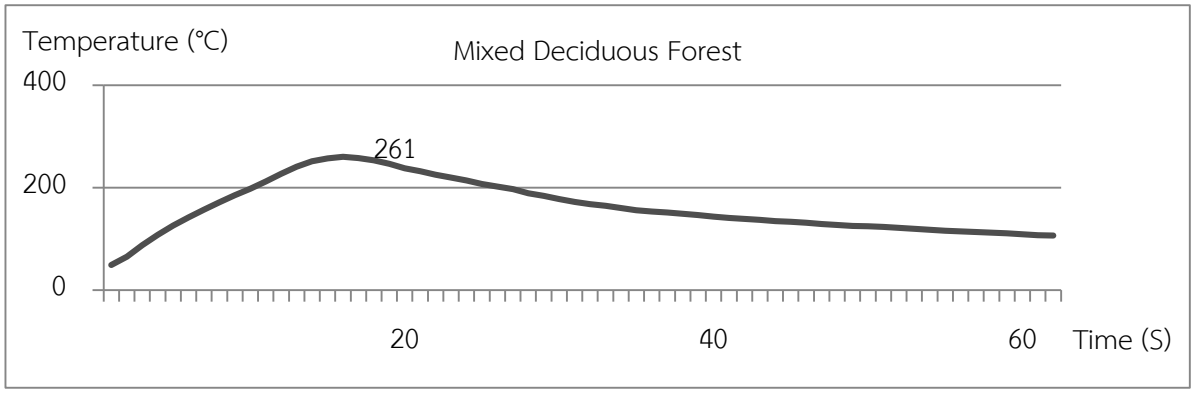


Figure 4 Mean of soil surface temperatures during burning of mixed deciduous forest 3 plot

อุณหภูมิของดินขณะที่เผาในไร่ข้าวโพด พบว่าสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 357 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 5 วินาที เพิ่มขึ้นจาก 200 ไปเป็น 300องศาเซลเซียส และอยู่ที่ 300 องศาเซลเซียส นาน 10 วินาที ก่อนจะลดลงกลับสู่ 200 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 10 วินาที และกลับไปสู่ 100 องศาเซลเซียส 40 วินาที (Figure 5)

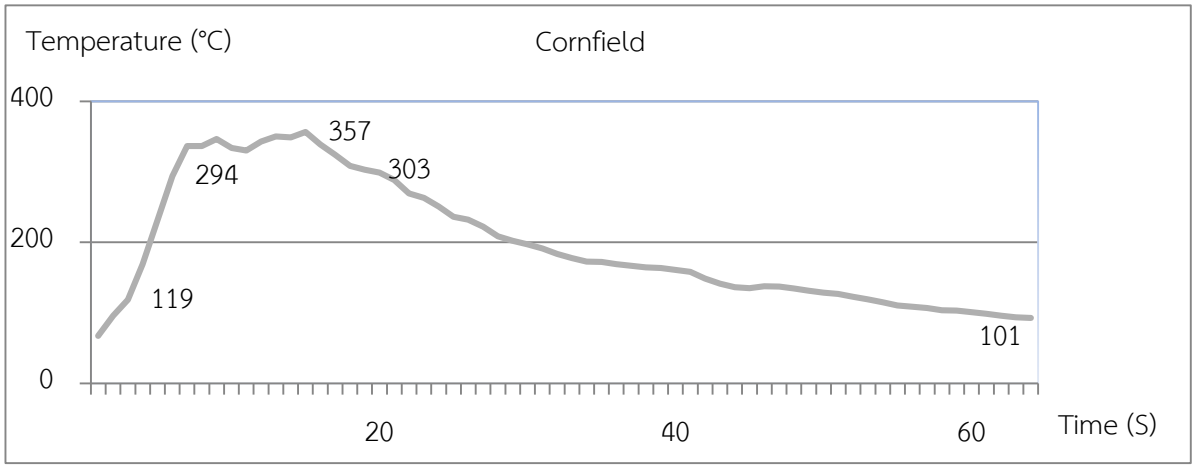


Figure 5 Soil surface temperatures during burning of cornfield forest 3 plot

2. อุณหภูมิดิน ที่ความลึก 0.5, 2.5, 5 ซม. ตลอดระยะเวลา 1 เดือน

อุณหภูมิของดินในไร่ข้าวโพดทุกๆ 1 วัน ตั้งแต่เริ่มเผา จนครบ 1 เดือน พบว่าสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 36 องศาเซลเซียสและต่ำสุดอยู่ที่ประมาณ 22 องศาเซลเซียส ที่ระดับความลึก 5 ซม.(Figure 6)

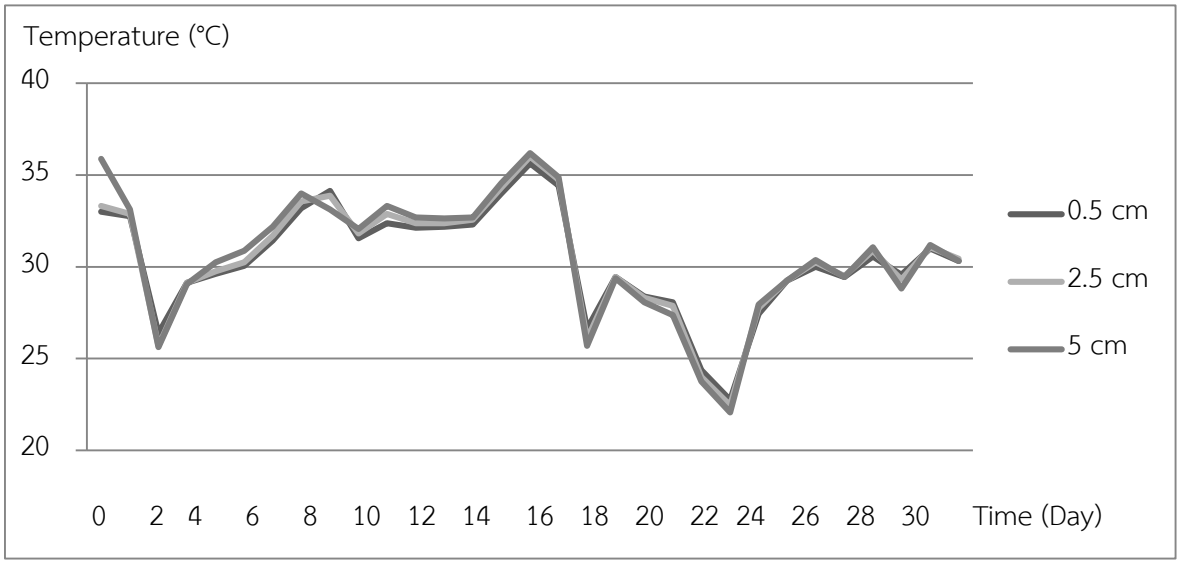


Figure 6 The 1 month data of soil temperature cornfield deep at 0.5, 2.5, 5 cm

อุณหภูมิของดินในป่าทุกๆ 1 วัน ตั้งแต่เริ่มเผา จนครบ 1 เดือน พบว่าสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 38 องศาเซลเซียส และต่ำสุดอยู่ที่ประมาณ 22 องศาเซลเซียส ที่ระดับความลึก 5 ซม. (Figure 7)

Figure 7 The 1 month data of soil temperature forest deep at 0.5, 2.5, 5 cm

3. ความชื้นดิน ที่ความลึก 0.5, 2.5, 5 ซม. ตลอดระยะเวลา 1 เดือน

ความชื้นในไร่ข้าวโพดตลอดระยะเวลา 1 เดือนพบว่าค่าความชื้นสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 30 % และต่ำสุดอยู่ที่ประมาณ 5 %โดยมีช่วงวันที่ 26-28 เดือน 4 และ 12-14 เดือน 5 ที่มีความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างสักเกตได้ (Figure 8)

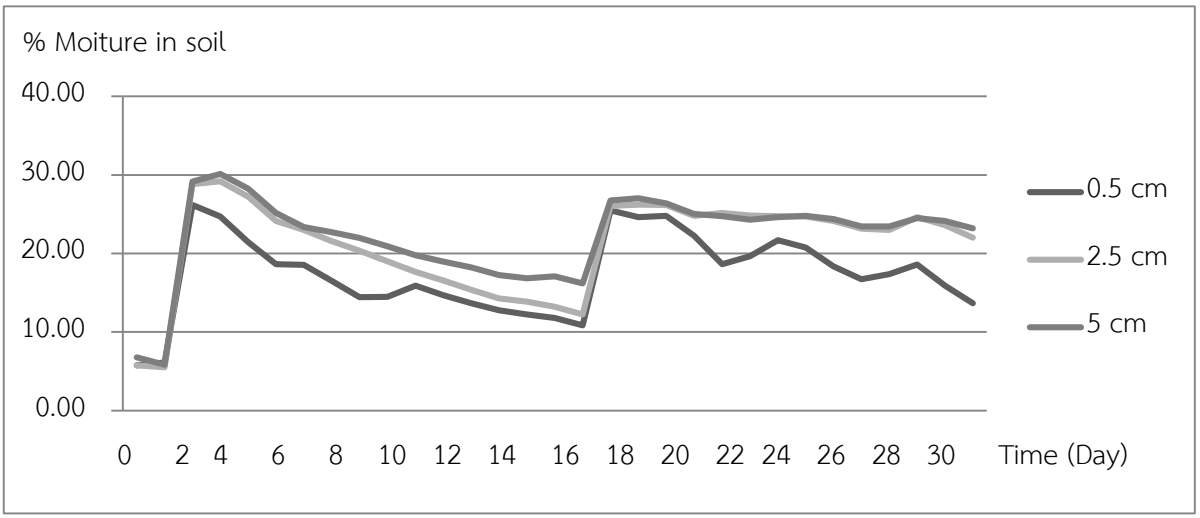


Figure 8 The 1 month data of soil moisture forest deep at 0.5, 2.5, 5 cm

ความชื้นในป่าตลอดระยะเวลา 1 เดือนพบว่าค่าความชื้นสูงสุดอยู่ที่ความลึก 5 ซม. อยู่ที่ 25 % และต่ำสุดอยู่ที่ 5 %โดยมีช่วงวันที่ 26-28 เดือน 4 และ 12-14 เดือน 5 ที่มีความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างสักเกตได้ (Figure 9)

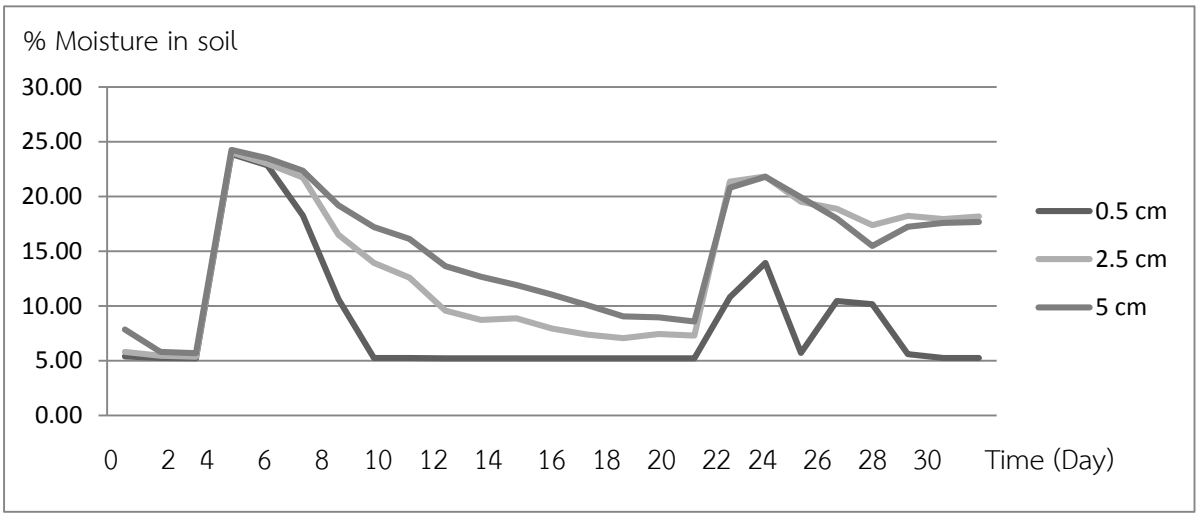


Figure 9 The 1 month data of soil moisture cornfield deep at 0.5, 2.5, 5 cm

4. ค่าดินสะท้อนน้ำก่อนและหลังเผาของพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบ Paired t-test (Table 1) เพื่อทดสอบความแตกต่างกันทางสถิติของค่าดินสะท้อนน้ำนั้นพบว่า ค่าดินสะท้อนน้ำก่อนและหลังเผาของพื้นที่ไร่ข้าวโพดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเช่นเดียวกันกับก่อนและหลังเผาของพื้นที่ป่าเบญจพรรณมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 1 Soil water repellency (Second) before burn and after burn in the forest and cornfield (paired t-test)

Practice	N	Mean	S.D.	t	p
ABC	220	27.69	143.29	2.86	0.005*
BBC	240	0	0		
ABF	240	6.75	33.99	3.08	0.002*
BBF	240	0	0		

Remarks: [1] After burn corn, [2] Before burn corn, [3]After burn forest, [4]Before burn forest, * Significant at P 0.05

ในส่วนของค่าความแตกต่างของดินสะท้อนน้ำหลังเผาระหว่างป่าเบญจพรรณกับไร่ข้าวโพดโดยใช้สถิติแบบ Independent t-test (Table 2) ค่าดินสะท้อนน้ำหลังเผาของพื้นที่ป่าเบญจพรรณกับไร่ข้าวโพดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส่วนค่าความแตกต่างดินสะท้อนน้ำระหว่างป่าเบญจพรรณกับไร่ข้าวโพดก่อนเผานั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากทั้งสองพื้นที่ไม่พบการเกิดดินสะท้อนน้ำ

Table 2 Soil water repellency (Second)compare between the forest and cornfield before burn and after burn (Independent t-test)

Practice	N	Mean	S.D.	t	p
ABC	220	27.69	9.9	2.11	0.036*
ABF	240	6.75	33.99		
BBC	220	0	0	NA[3]	NA[3]
BBF	240	0	0		

Remarks: [1] After burn corn, [2]After burn forest,[3]t cannot be computed because the standard deviations of both groups are 0, *Significant at P 0.05

5. การติดตามการคงอยู่ของดินสะท้อนน้ำ

พบว่าภายหลังจากทำการเผาได้ประมาณ 20 ชม. ก็มีฝนตกลงมา และส่งผลให้ดินสะท้อนน้ำที่เกิดขึ้นนั้นได้หายไป

จากผลการศึกษาทั้งหมดข้างต้น การที่ดินสะท้อนน้ำไม่เกิดก่อนการเผาเป็นเพราะว่า การที่ดินสะท้อนน้ำจะเกิดได้ดีต้องมีอุณหภูมิ อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ที่ประมาณ 175 จนถึง 200 องศาเซลเซียส (Debano *et al.*, 1976) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลอุณหภูมิที่เกิดขึ้น (Figure 4, 5) และจากข้อมูลอุณหภูมิ ที่ได้มีการบันทึกไว้ตลอดช่วงระยะเวลา 1 เดือน (Figure 6, 7)แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 36 องศาเซลเซียส ในไร่ข้าวโพด และ 38 องศาเซลเซียสในป่า ซึ่งไม่สอดคล้องกับช่วงอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่เคยมีการรายงานว่าเกิดดินสะท้อนน้ำในภาคสนาม ซึ่งอยู่ที่ช่วง 43 ถึง 70 องศาเซลเซียส (Crockford *et al.*, 1991; Dekker *et al.*, 1998) ดังนั้นก่อนเผาจึงไม่มีการเกิดดินสะท้อนน้ำขึ้น ส่วนความแตกต่างกันของค่าดินสะท้อนน้ำที่เกิดขึ้นหลังการเผาทั้งป่าเบญจพรรณและไร่ข้าวโพดนั้นมีสาเหตุมาจากเชื้อเพลิงที่มีแหล่งกำเนิดแตกต่างกันก่อให้เกิดสารไฮโดรโฟบิก ชนิดที่แตกต่างกัน (HAMILTON, 1978; Horn *et al.*, 1964) และทำให้เกิดดินสะท้อนน้ำที่มีความรุนแรงที่แตกต่างกันด้วย (Crockford *et al.*, 1991) การติดตามการคงอยู่ของดินสะท้อนน้ำนั้น ซึ่งค่าความชื้นมากกว่าร้อยละ 28 นั้นสามารถทำให้ดินสะท้อนน้ำหายไปได้ (Doerr and Thomas, 2000b) ซึ่งสอดคล้องกับค่าความชื้นที่บันทึกได้ (Figure 7, 8)

สรุป

ดินสะท้อนน้ำสามารถเกิดขึ้นได้ในป่าเบญจพรรณและไร่ข้าวโพด โดยมีช่วงอุณหภูมิที่เกิดประมาณ 30 จนถึง 500 องศาเซลเซียส และความชื้นในช่วงประมาณร้อยละ 5 ถึง 30 และการเผานั้นก่อให้เกิดดินสะท้อนน้ำอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งไร่ข้าวโพดนั้นยังมีค่าดินสะท้อนน้ำมากกว่าป่าเบญจพรรณอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในด้านการติดตามการคงอยู่ของดินสะท้อนน้ำพบว่าเมื่อฝนตกลงมา ทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นเกินกว่าร้อยละ 28 นั้นก็ทำให้ดินสะท้อนน้ำหายไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

Burguet, M., E.V. Taguas, A. Cerdà and J.A. Gómez. 2016. Soil water repellency assessment in olive groves in southern and eastern spain. **CATENA**. 147: 187-195.

Crockford, H., S. Topalidis and D.P. Richardson. 1991. Water repellency in a dry sclerophyll eucalypt forest — measurements and processes. **Hydrological Processes**. 5: 405-420.

Debano, L.F., S.M. Savage and D.A. Hamilton. 1976. The transfer of heat and hydrophobic substances during burning1. **Soil Science Society of America Journal**. 40: 779-782.

Dekker, L.W., C.J. Ritsema, K. Oostindie and O.H. Boersma. 1998. Effect of drying temperature on the severity of soil water repellency. **Soil Science**. 163: 780-796.

Dekker, L.W., C.J. Ritsema, K. Oostindie, D. Moore and J.G. Wesseling. 2009. Methods for determining soil water repellency on field-moist samples. **Water Resources Research**. 45: n/a-n/a.

Doerr, S.H., R.A. Shakesby and R.P.D. Walsh. 2000. Soil water repellency: Its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance. **Earth-Science Reviews**. 51: 33-65.

Doerr, S.H. and A.D. Thomas. 2000a. The role of soil moisture in controlling water repellency: New evidence from forest soils in portugal. **Journal of Hydrology**. 231–232: 134-147.

--------. 2000b. The role of soil moisture in controlling water repellency: New evidence from forest soils in portugal. **Journal of Hydrology**. 231-232: 134-147.

HAMILTON, R.J. 1978. Chemistry and biochemistry of natural waxes. **Biochemical Society Transactions**. 6: 704-704.

Horn, D., Z. Kranz and J. Lamberton. 1964. The composition of eucalyptus and some other leaf waxes. **Australian Journal of Chemistry**. 17: 464-476.

Imeson, A.C., J.M. Verstraten, E.J. van Mulligen and J. Sevink. 1992. The effects of fire and water repellency on infiltration and runoff under mediterranean type forest. **CATENA**. 19: 345-361.

King, P. 1981. Comparison of methods for measuring severity of water repellence of sandy soils and assessment of some factors that affect its measurement. **Soil Research**. 19: 275-285.

Ritsema, C.J., L.W. Dekker, J.M.H. Hendrickx and W. Hamminga. 1993. Preferential flow mechanism in a water repellent sandy soil. **Water Resources Research**. 29: 2183-2193.

Ritsema, C.J., L.W. Dekker, E.G.M. van den Elsen, K. Oostindiel, T.S. Steenhuis and J.L. Nieber. 1997. Recurring fingered flow pathways in a water repellent sandy field soil. **Hydrol. Earth Syst. Sci.** 1: 777-786.

Shakesby, J., R. A, J.P. Terry and A.D. Ferreira. 1993. Wildfire impacts on soil-erosion and hydrology in wet mediterranean forest, portugal. **Journal of Wildland Fire**. 95-110.

Woudt, B.D.v.t. 1959. Particle coatings affecting the wettability of soils. **Journal of Geophysical Research Atmospheres**. 64: 263-267.

York, C.A. 1993. A questionnaire survey of dry patch on golf courses in the united kingdom. **Journal of the Sports Turf Research Institute**. 69: 20-30.

การคัดเลือกแท็กอาร์เอฟไอดีที่เหมาะกับงานป่าไม้

Selection the proper RFID tag housing in forestry work

นพรัตน์ คัคคุริวาระ[1*] และ Tomi Kaakkurivaara[2]

Nopparat Kaakurivaara[1*] and Tomi Kaakkurivaara[2]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Natural Resources Institute Finland, Helsinki, 00790

[*]Corresponding Author; Email: **FFORNRM@KU.AC.TH**

บทคัดย่อ

การตรวจสอบย้อนกลับเป็นองค์ประกอบสำคัญของห่วงโซ่อุปทาน การตรวจสอบย้อนกลับนั้นมีหลายวิธี อาทิเช่น การทาสี การตอกตีตรา การใช้บาร์โค๊ด และการระบุสิ่งของด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (RFID) แท็ก RFID ที่มีอยู่ในท้องตลาดนั้นไม่เหมาะสำหรับงานป่าไม้ ความชื้นและสิ่งสกปรกเป็นอุปสรรคสำคัญในการใช้เทคโนโลยีนี้ในพื้นที่ป่าและสภาพการทำงานที่สมบุกสมบัน จำเป็นที่จะต้องมีการการพัฒนาแท็ก RFID ขึ้นมาโดยเฉพาะโดยมุ่งเน้นแท็กที่มีความคงทนและทนต่อความชื้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแท็ก RFID จำนวน 8 ชนิดในแง่ของความทนทานต่อแรงกระแทก อุณหภูมิ ความชื้นและความสามารถในการฝังตัวอยู่ในเนื้อไม้ แท็กทั้งหมดได้รับการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม การทดสอบแรงกระแทก อุณหภูมิและความชื้นได้รับการทดสอบในห้องปฏิบัติการขณะที่ความทนทานและความสามารถในการฝังตัวอยู่ในเนื้อนั้นทำการทดสอบโดยตรงในภาคสนาม ในระหว่างการทดสอบภาคสนามแท็ก UHF ถูกฝังลงในไม้ทันทีภายหลังจากที่ต้นไม้ล้มลง หลังจากนั้นทำการชักลากด้วยช้าง รถแทรกเตอร์ และขนย้ายไปยังหมอนไม้ด้วยรถบรรทุก อัตราการคงอยู่ของแท็กในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ถูกบันทึกไว้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความชื้นมีผลต่อประสิทธิภาพของแท็กเพียงเล็กน้อย ความสามารถในการฝังตัวอยู่ในเนื้อไม้และความทนทานมีอิทธิพลอย่างมากต่อประสิทธิภาพการทำงาน มีแท็กบางส่วนหลุดหายไปในระหว่างขั้นตอนการชักลาก โดยแท็กนั้นหลุดหายแตกต่างกันระหว่าง 10-50% ขึ้นอยู่กับชนิดของแท็ก นอกจากนี้ได้มีการสังเกตจุดแข็งและข้อเสียของแท็กแต่ละชนิดไว้เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการออกแบบคุณลักษณะแท็กที่เหมาะสม

คำสำคัญ: แหล่งที่มาของไม้ การตรวจสอบย้อนกลับ วัสดุห่อหุ้ม แท็ก RFID การทำไม้ การทดสอบ

Abstract

Knowledge about the origin of timber source is important in terms of controlling the product flow and its supervision through the supply chain. The exact information about the origin can be obtained by using an identifier system, which can help in preventing illegal logging, managing supply chain of timber, and increasing values addition. Currently, the radio frequency identification (RFID) is frequently used as a tracking system in the logging industry. The RFID tags which are currently available in the market are not directly suitable in such forestry applications without covering the tag by housing. Harsh working environments set very high demands on the

tag housing in order to keep the valuable information safe throughout the logging operation. The aim of this study was to compare eight different tag housing. Five tests were chosen in this study to evaluate the applicability of eight different kinds of tag housing for forestry applications. The test took into account the climatic aspects, mechanical stress, readability, and survival in the field. The results showed the ability to embed in wood has a great influence on performance. Some tags have disappeared or damaged during the extraction. The tags disappear between 10 - 50% depending on the tag type. The method was found to work well with tested tag housing, revealing their strengths and weaknesses. Using the testing method, a procedure can be recommended to determine the most appropriate tag housing.

Keywords: timber source of origin, traceability, tag housing, RFID, logging, testing

คำนำ

การตรวจสอบย้อนกลับหรือการตรวจสอบแหล่งที่มาของสินค้านั้นเป็นปฏิบัติการหรือมาตรการทางการค้าที่สำคัญ ทั้งการส่งออกและนำเข้าซึ่งสินค้าและผลิตภัณฑ์สามารถตรวจสอบย้อนกลับตลอดวงจรของการจัดหาวัตถุดิบ การแปรรูป และการนำสินค้าจากแหล่งผลิตไปสู่ตลาด การดำเนินการทุกขั้นตอนต้องอยู่ภายใต้กรอบของกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆในภาคป่าไม้มีปัญหาที่พบโดยทั่วไปคือ วัตถุดิบไม้ที่ใช้ในการประกอบอุตสาหกรรมบางส่วนได้มาอย่างไม่ถูกต้องตามกฎหมายและกระบวนการผลิตบางครั้งมีการหลีกเลี่ยงกฎหมาย ประเทศนำเข้าไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ เช่น สหภาพยุโรปได้กำหนดมาตรการ EU FLEGT (EU Forest Law Enforcement, Governance and Trade) เพื่อเป็นหลักประกันว่าไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ได้ผ่านการภายใต้กรอบของกฎหมาย ธรรมาภิบาล และการค้า ซึ่งสหภาพยุโรปได้กำหนดแนวทางข้อปฏิบัติและมาตรการตามแผนปฏิบัติการ FLEGT โดยมีการประกาศกฎระเบียบการค้าไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ที่เรียกว่า EUTR (The EU Timber Regulation และยังกำหนดให้ผู้ประกอบการจัดทำระบบการตรวจสอบความถูกต้องของสินค้าไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ (Due Diligence System: DDS) อีกด้วย บรรดาข้อกำหนดของสหภาพยุโรปดังกล่าวจะมีผลกระทบต่อการส่งออกไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ของไทยสู่สหภาพยุโรปที่มีมูลค่ากว่าหมื่นล้านบาทต่อปี

ปัจจุบันเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID) ได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวัน อาทิ การระบุเอกลักษณ์ของวัตถุ ในห้างสรรพสินค้าจะนำเทคโนโลยีนี้มาใช้กับสินค้า เพื่อเก็บรักษาข้อมูลของสินค้าและเป็นการรักษาความปลอดภัยให้กับสินค้า ป้องกันสินค้าจากการขโมยได้ ช่วยให้การดำเนินธุรกิจมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงทำให้มีหลายๆหน่วยงานหรือองค์กรนำเทคโนโลยีดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับธุรกิจของตนเอง แต่อย่างไรก็ดีธุรกิจไม้ในประเทศไทยยังคงใช้รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลอย่างง่ายอยู่ กล่าวคือ การจดบันทึกลงกระดาษและจากนั้นจึงนำเข้าข้อมูลและจัดเก็บในระบบคอมพิวเตอร์ ยังมิได้มีการนำเอาเทคโนโลยีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้มาก่อน

จากการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการนำเอาเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมไม้นั้นมีความเป็นไปได้สูงที่จะช่วยพัฒนาระบบการติดตามและตรวจสอบแหล่งที่มาของสินค้าได้เป็นอย่างดี เพื่อตอบโจทย์การเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจสอบย้อนกลับหรือการตรวจสอบแหล่งที่มาของสินค้าและผลิตภัณฑ์ไม้ของประเทศไทย อันจะสอดคล้องกับมาตรการทางการค้าอย่าง EU FLEGT, EUTR, DDS และ FLEGT ของประเทศไทย อันเป็น

การเพิ่มศักยภาพด้านการแข่งขันและด้านการตลาดของสินค้าไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ของไทยในตลาดยุโรปที่มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาความเป็นไปได้ในเบื้องต้นพบว่ายังติดปัญหาในเรื่องของต้นทุนของ RFID ที่ยังค่อนข้างสูง และประกอบกับชนิดแท็ก RFID ที่ขายอยู่ทั่วไปตามท้องตลาดนั้นยังไม่เหมาะสำหรับการใช้งานในภาคสนามของอุตสาหกรรมไม้ ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ต้องมีการศึกษาและพัฒนารูปแบบของ RFID ขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการในอนาคตนอกจากนี้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID กับอุตสาหกรรมไม้ยังไม่ค่อยแพร่หลายมากนักโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยด้วยแล้ว ยังไม่เคยมีการศึกษาด้านนี้มาก่อน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบของเทคโนโลยี RFID ที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมไม้

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้แบ่งการทดสอบออกเป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการและการทดสอบในภาคสนาม โดยการทดสอบนั้นจะทำการทดสอบแท็กที่แตกต่างกันจำนวนทั้งสิ้น 8 ชนิด ที่ผ่านการคัดเลือกมาแล้วและคาดว่าน่าจะเหมาะสมกับอุตสาหกรรมไม้ (Table 1)

โดยการทดสอบในห้องปฏิบัติการนั้นจะทำการทดสอบปัจจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 4 ปัจจัยด้วยกัน คือ 1) แรงกระแทก 2) อุณหภูมิ 3) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และ 4) ความสามารถในการอ่านค่า (ช่วงระยะห่างในการส่งสัญญาณ) ส่วนการทดสอบในภาคสนามจะทำการทดสอบอัตราการคงอยู่ของแท็กแต่ละชนิดว่าหลังจากที่ผ่านกระบวนการในการทำไม้และการขนส่งแล้วนั้น แท็กแต่ละชนิดจะมีอัตราการคงอยู่เหลืออยู่ร้อยละเท่าไหร่ โดยจะใช้แท็กในการทดสอบชนิดละ 15 - 20 แท็ก

Table 1 Specification of eight different RFID UHF tags

Tag	Picture	Dimension	Material	RFID UHF	Remarks
A		110x22x8 mm	Plastic	InvengoxWing	Storage for spare blades
B		90x12x8 mm	Plastic	InvengoxWing	Storage for spare blades
C		80x40x3 mm	ABS	Invengo Butterfly	
D		70x18x3 mm	Plastic	InvengoxWing	Key fob
E		45x25x4 mm	Plastic	InvengoxWing	Key fob

Table 1 (cont.)

Tag	Picture	Dimension	Material	RFID UHF	Remarks
F		75x37x6 mm	Acrylic	Invengo Butterfly	
G		85x8x8 mm	Plastic	InvengoxWing	Pen stem
H		100x27x7 mm	Acrylic	InvengoxWing	

แท็ก A และ B ดัดแปลงจากปลอกที่ใส่ใบมีด แท็ก C เป็นแท็กที่พัฒนาขึ้นมาโดยเฉพาะ ส่วนแท็ก D และ E นั้นประยุกต์มาจากที่ใส่พวงกุญแจ แท็ก F และ H พัฒนาขึ้นมาใหม่เพื่อวัตถุประสงค์ในการทดลองนี้โดยเฉพาะ และแท็ก G ดัดแปลงมาจากปลอกปากกา ส่วนของความถี่ในการรับสัญญาณนั้นทั้ง 8 แท็กใช้ Invengo เหมือนกัน คุณสมบัติในเรื่องของการรับส่งสัญญาณจึงไม่แตกต่างกัน ยกเว้นแท็ก D และ E ที่มีการตัดเสาอากาศออกบางส่วนเพื่อให้แท็กสามารถบรรจุเข้าไปในวัสดุห่อหุ้มได้

1. การทดสอบแรงกระแทก

การทดสอบแรงกระแทกจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 0.5J 0.7J และ 1.0J โดยจะทำการส่งแรงกระแทกไปยังบริเวณกึ่งกลางแท็กแต่ละชนิดจำนวน 10 ซ้ำ จากนั้นทำการตรวจสอบว่าวัสดุห่อหุ้มมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ วัสดุผิดรูป บิดงอ หรือว่าแตกเสียหายหรือไม่อย่างไร จากนั้นจะทำการทดสอบการอ่านค่าสัญญาณว่าแท็กยังสามารถอ่านค่าสัญญาณได้หรือไม่ (Figure1)

Figure 1 Shock test

2. การทดสอบอุณหภูมิ

การทดสอบอุณหภูมินั้นทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยตั้งค่าช่วงอุณหูมิระหว่าง 15 องศาเซลเซียส ถึง 45 องศาเซลเซียส โดยอ้างอิงจากอุณหภูมิในภูมิภาคที่ทำการศึกษา โดยแบ่งเป็นกลางวัน 12 ชั่วโมง และกลางคืน 12 ชั่วโมง กลางคืนอุณหภูมิต่ำสุด 15 องศาเซลเซียส และกลางวันอุณหภูมิสูงสุด 45 องศาเซลเซียส (Figure 2) โดยบรรจุแท็กทั้งหมดภายในตู้อบเดียวกัน เมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้งค่าไว้ ทำการตรวจสอบแท็กทันที โดยการวัดผลแบ่งออกเป็น 1. วัสดุห่อหุ้มเสียหายผิดรูปหรือไม่ และ 2. การอ่านค่าสัญญาณยังคงอ่านค่าได้หรือไม่

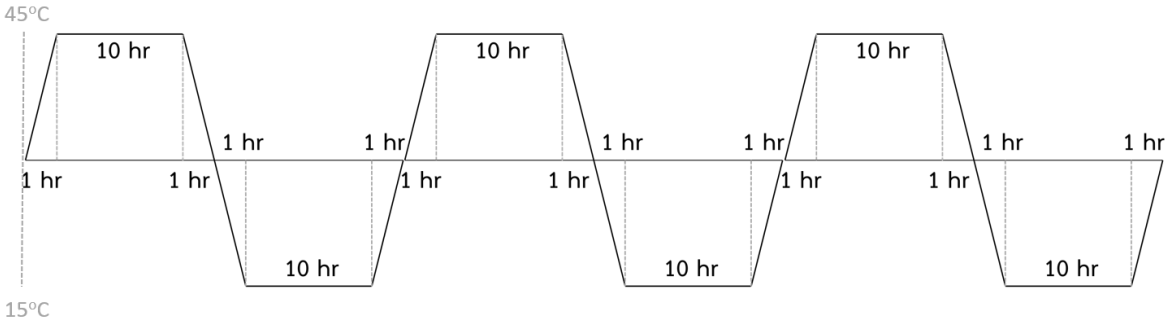


Figure 2 Temperature loop cycle

3. การทดสอบอุณหภูมิและความชื้น

ทำการทดสอบแท็กทุกชนิดด้วยระดับอุณหภูมิและความชื้นที่แตกต่างกัน การแบ่งระดับอุณหภูมิและความชื้นนั้พิจารณาจากข้อมูลสภาพอากาศย้อนหลังในพื้นที่ศึกษาเป็นหลัก โดยแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1	อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	ความชื้นสัมพัทธ์ 90%
ระดับที่ 2	อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส	ความชื้นสัมพัทธ์ 85%
ระดับที่ 3	อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	ความชื้นสัมพัทธ์ 70%
ระดับที่ 4	อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส	ความชื้นสัมพัทธ์ 60%

ในการทดสอบอุณหภูมิและความชื้นจะทำการทดสอบคล้ายกับการทดสอบอุณหภูมิ กล่าวคือบรรจุแท็กทั้งหมดภายในตู้อบเดียวกัน (Figure 3) เมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้งค่าไว้ของระดับที่ 1 ให้ทำการตรวจสอบแท็กทันที โดยการวัดผลแบ่งออกเป็น 1. วัสดุห่อหุ้มเสียหายผิดรูปหรือไม่ และ 2. การอ่านค่าสัญญาณยังคงอ่านค่าได้หรือไม่ หลังจากนั้นเปลี่ยนแท็กชุดใหม่เพื่อเข้าตู้อบและทำการทดสอบในระดับที่ 2 ต่อไป ทำเช่นนี้จนกระทั่งครบทั้ง 4 ระดับ พร้อมบันทึกค่าลงในแบบฟอร์มที่จัดทำไว้

Figure 3 Temperature and moisture content test

4. การทดสอบช่วงการอ่านค่าสัญญาณ

การทดสอบช่วงการอ่านค่าสัญญาณนั้นประยุกต์ใช้วิธีการวัดระยะจาก 0-100 ซม. โดยทำการแบ่งออกเป็นช่วง ช่วงละ 10 ซม. (Figure 4) จากนั้นทำการวางตำแหน่งของเครื่องอ่านสัญญาณ RFID โดยให้แผ่นปริซึมอยู่ในระนาบเดียวกับระยะทาง 0 ซม จากนั้นให้วางแท็ก RFID ที่ตำแหน่ง 10 ซม ก่อน ทำการอ่านค่าสัญญาณทีละแท็ก โดยทำการทดสอบแท็กชนิดละละ 10 ซ้ำ จากนั้นทำการบันทึกค่าว่ามีแท็กจำนวนกี่ชิ้นที่สามารถอ่านค่าที่ระยะทาง 10 ซม.ได้ จากนั้นให้เลื่อนระยะห่างออกไปครั้งละ 10 ซม. ทำการอ่านค่าสัญญาณและบันทึกค่าในแบบฟอร์มที่กำหนดไว้ ทำแบบนี้จนกว่าจะครบ 100 ซม.ในการทดสอบช่วงการอ่านค่าสัญญาณนี้ทำการทดสอบกับแท็กที่ยังไม่ได้ผ่านการใช้งาน เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดจากวัสดุห่อหุ้มที่เสียหาย หรือการขยับของ Chip ที่อาจเคลื่อนตำแหน่งไป

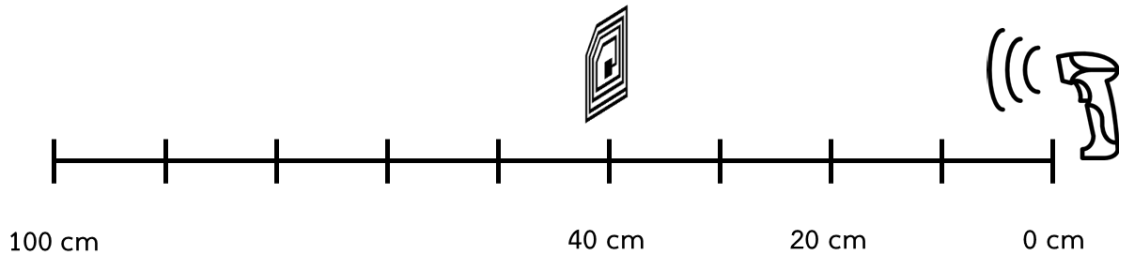


Figure 4 Readability range test

5. การทดสอบการคงอยู่ของแท็ก

การทดสอบการคงอยู่ของแท็กนั้นทำการทดสอบกับไม้สัก ในสวนป่าสักขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ในเขตจังหวัดแพร่ ทำการศึกษาในแปลงที่มีการทำไม้ในขณะนั้น โดยทำการติดแท็กเข้ากับหน้าไม้ท่อนจะภายหลังจากที่ไม้ล้มลงมาแล้ว (โดยติดแท็กชนิดละ 15-20 แท็ก) ไม้ท่อนดังกล่าวที่ติดแท็กไว้แล้วถูกชักลากด้วยช้างเป็นขั้นตอนแรก โดยช้างจะชักลากไม้จากบริเวณโคนต้นไปยังข้างทางตรวจการณ์ ที่บริเวณข้างทางตรวจการณ์นี้จะมีจุดสำรวจเพื่อตรวจสอบว่าแท็กยังคงติดอยู่ที่หน้าไม้หรือไม่ จากนั้นไม้จะถูกลำเลียงไปยังหมอนไม้ชั่วคราวด้วยรถแทรกเตอร์หรือรถสกิดเดอร์ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่สวนป่ามีอยู่ เมื่อไม้ถูกลำเลียงมายังหมอนไม้ชั่วคราวจุดนี้จะเป็นจุดสำรวจที่สองว่าแท็ก

ยังคงติดอยู่กับท่อนไม้หรือไม่ จากนั้นไม้จะถูกลำเลียงอีกทอดหนึ่งจากหมอนไม้ชั่วคราวไปยังหมอนไม้ถาวรด้วยรถบรรทุก เมื่อไม้ถูกขนส่งมายังหมอนไม้ถาวรจะมีจุดสำรวจที่สามเพื่อตรวจสอบสภาพการคงอยู่ของแท็ก จากนั้นไม้จะถูกตัดทอนเป็นท่อนสั้นและลากรวมกองไม้ที่มีขนาดใกล้เคียงกันไว้ด้วยกันโดยรถแทรกเตอร์ จากนั้นจะมีจุดสำรวจสุดท้ายเพื่อสำรวจว่าแท็กยังคงอยู่หรือไม่ เมื่อกระบวนการเสร็จสิ้นจะทำการสำรวจนับว่าแท็กยังคงอยู่เป็นจำนวนเท่าใด คิดเป็นร้อยละเท่าใดของการคงอยู่ (Figure 5)

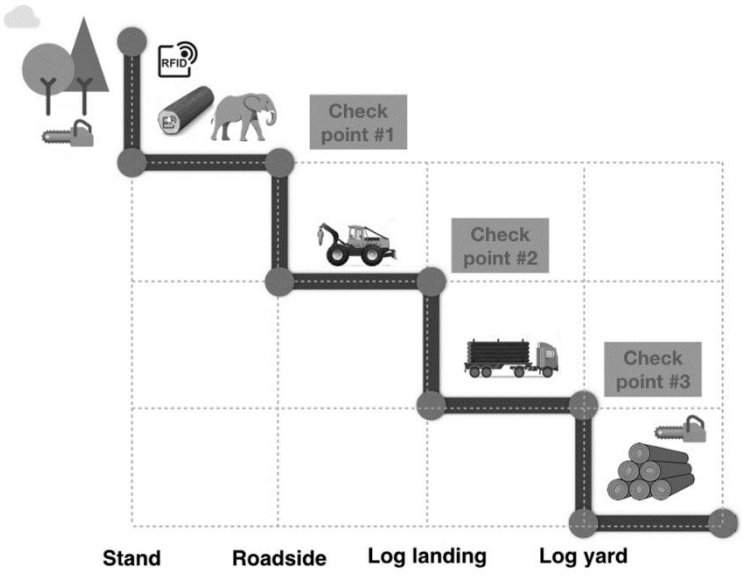


Figure 5 Field test

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้ข้อมูลครบทั้ง 5 การทดสอบแล้วนั้น ผลการทดลองจะถูกนำมาผนวกรวมกัน เพื่อทำการประเมินหาความเหมาะสมของแต่ละแท็กตามประเภทการทดสอบแต่ละด้าน โดยแบ่งช่วงชั้นความเหมาะสมออกเป็น 3 ช่วง กล่าวคือ เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง และเหมาะสมน้อย โดยค่าคะแนนจะแบ่งออกเป็น 5 3 และ 1 (เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง และเหมาะสมน้อย ตามลำดับ) การที่จะทราบช่วงชั้นความเหมาะสมนั้นจะต้องทราบร้อยละความสัมพันธ์ก่อน โดยค่าร้อยละความสัมพันธ์คำนวณได้จากจำนวนแท็กที่ยังสามารถใช้งานได้หรือจำนวนแท็กที่ยังคงอยู่ หารด้วยจำนวนแท็กที่ดีที่สุดในการทดสอบนั้นๆ (Eq. 1)

$$RS = \frac{N_{Tag}}{B_{Tag}} \times 100 \qquad [Eq.1]$$

เมื่อ

RS คือ ร้อยละความสัมพันธ์

N_{tag}คือ จำนวนแท็กที่ยังคงอยู่และใช้งานได้

B_{tag}คือ จำนวนแท็กที่ยังคงอยู่และใช้งานได้ที่ดีที่สุด

จากนั้นการศึกษานี้ได้แบ่งช่วงชั้นความเหมาะสมออกเป็น 3 ระดับ (1, 3 และ 5) เพื่อเป็นการจำแนกค่าการทดสอบออกเป็นช่วง โดยพิจารณาค่าคะแนนจากค่าร้อยละความสัมพันธ์ ดังนี้

ค่าร้อยละความสัมพันธ์ (RS)	ค่าคะแนน	ความหมาย
น้อยกว่า 60%	1	เหมาะสมน้อย
ระหว่าง 60%-90%	3	เหมาะสมปานกลาง
มากกว่า 90%	5	เหมาะสมมาก

จากนั้นทำการกระจายค่าถ่วงน้ำหนักระหว่างผลการทดสอบทางกายภาพทั้ง 5 ด้านว่าการทดสอบใดควรให้ค่าน้ำหนักมากน้อยเพียงใด เรียงตามลำดับความสำคัญ โดยผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนักทั้งหมดจะเท่ากับหนึ่ง เพื่อนำค่าความเหมาะสมคูณกับค่าถ่วงน้ำหนัก ค่าคะแนนเต็มจะเท่ากับ 5 จากนั้นพิจารณาว่าแท็กชนิดใดให้ค่าคะแนนสูงสุดแต่ทั้งนี้ค่าถ่วงน้ำหนักสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามแต่สถานการณ์

ผลและวิจารณ์ผล

1. การทดสอบแรงกระแทก

จากการทดสอบแรงกระแทกชนิดแท็กละ 10 ซ้ำ พบว่าแท็ก A B และ Gมีความอ่อนไหวต่อแรงกระแทกมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแท็กชนิดอื่นๆ ส่วนแท็กที่มีความทนทานต่อแรงกระแทกสูง ได้แก่ แท็ก C D และ F (Table 2) ทั้งนี้จะเห็นได้ชัดว่าโอกาสที่วัสดุห่อหุ้มจะเกิดการแตกหักเสียหายก็จะมีมากขึ้นตามแรงกระแทกที่เพิ่มขึ้น

Table 2 The results of impact test, where three different impact loads were used.

Tag housing type	0.5 J	0.7 J	1.0 J	0.5 J	0.7 J	1.0 J	Relative %	Grade
	Unbroken, n			Reading ability, n				
A	2	0	2	10	10	10	57	1
B	0	0	0	10	10	10	50	1
C	10	10	10	10	10	10	100	5
D	10	10	10	10	10	10	100	5
E	10	6	8	10	10	9	88	3
F	10	10	10	10	9	9	97	5
G	0	3	1	10	10	10	57	1
H	10	4	3	10	10	10	78	3

2. การทดสอบอุณหภูมิ

การทดสอบอุณหภูมิแบบ cycle ในหนึ่ง cycle จะมีช่วงความยาว 24 ชั่วโมง เปรียบเสมือนช่วงกลางวัน 12 ชั่วโมง และช่วงกลางคืน 12 ทำการทดสอบแท็กทุกชนิดในตู้อบเดียวกันโดยบรรจุแท็กชนิดละ 10 ซ้ำ จากการทดสอบอุณหภูมิดังกล่าวพบว่า อุณหภูมิไม่ได้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงวัสดุห่อหุ้มมากนัก เว้นแต่แท็กชนิด D ที่มีวัสดุห่อหุ้มที่มีลักษณะบิดงอบ้างเล็กน้อย ส่วนการอ่านค่าสัญญาณยังสามารถทำได้ในทุกกรณี (Table 3)

Table 3 The results of temperature test, where tag housings were imposed to high temperature for three days.

Tag housing type	Unbroken, n	Reading ability, n	Relative %	Grade
A	10	10	100	5
B	10	10	100	5
C	10	10	100	5
D	6	10	80	3
E	10	10	100	5
F	10	10	100	5
G	10	10	100	5
H	10	10	100	5

3. การทดสอบอุณหภูมิและความชื้น

ทำการทดสอบอุณหภูมิและความชื้นแบ่งระดับการทดสอบออกเป็น 4ระดับ ผลการทดสอบพบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไม่มีผลต่อการผิดรูปของแท็ก ยกเว้นแท็ก D ที่วัสดุห่อหุ้มมีการผิดรูปไป แต่วัสดดุที่ผิดรูปไปไม่ได้ส่งผลต่อความสามารถในการอ่านค่าสัญญาณแต่อย่างไร (Table 4)

Table 4 The results of a combined temperature and relative humidity test, where four different level of stress were used. The value given before the forward slash denotes the temperature in degrees Celsius and the value given after slash denotes the humidity during test.

Tag housing type	Unbroken, n				Reading ability, n				Relative %	Grade
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4		
	30/90	35/85	40/70	45/60	30/90	35/85	40/70	45/60		
A	10	10	10	10	10	10	10	10	100	5
B	10	10	10	10	10	10	10	10	100	5
C	10	10	10	10	10	10	10	10	100	5
D	6	0	2	0	10	10	10	10	60	1
E	10	10	10	5	10	10	10	10	94	5
F	10	10	10	10	10	10	10	10	100	5
G	10	10	10	10	10	10	10	10	100	5
H	10	10	10	10	10	10	10	10	100	5

4. การทดสอบช่วงการอ่านค่าสัญญาณ

จากการทดสอบช่วงในการอ่านค่าสัญญาณ โดยทำการอ่านค่าแท็กละ 10 ซ้ำ พบว่าแท็กที่มีช่วงในการอ่านค่าที่ดีที่สุดและไกลที่สุดคือแท็ก F และ H ซึ่งสามารถอ่านค่าได้ที่ช่วงรัศมี 1 เมตรหรือมากกว่า ส่วนแท็กที่มีช่วงในการอ่านค่าที่แย่ที่สุดคือแท็ก D E และ G ซึ่งสามารถอ่านค่าได้ในช่วงสั้นๆ ราว 10 เซนติเมตรเท่านั้น นอกจากนี้แท็ก A B และ C สามารถอ่านค่าได้ดีในช่วงสั้น เมื่อช่วงในการอ่านค่าสัญญาณไกลออกไปความสามารถในการอ่านค่าสัญญาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Table 5)

Table 5 Results of signal range test, where readability distances were tested.

Tag housing type	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm	Relative %	Grade
A	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	73	3
B	10	10	9	-	-	-	-	-	-	-	71	3
C	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	73	3
D	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	1
E	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	1
F	10	8	6	3	3	2	2	2	2	2	98	5
G	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	1
H	10	9	9	6	2	1	1	1	1	1	100	5

5. การทดสอบการคงอยู่ของแท็ก

จากการทดสอบในภาคสนามพบว่าแท็กที่ยึดติดกับหน้าไม้และมีความคงทนแข็งแรงมากที่สุดคือแท็ก F ซึ่งมีอัตราการคงอยู่มากที่สุด ส่วนแท็กที่ไม่เหมาะสมสำหรับอุตรสาหกรรมไม้คือแท็ก B และ G ซึ่งมีอัตราการคงเหลือเหลือเพียงครึ่งเดียวเท่านั้น (Table 6) จากการทดสอบพบว่าขั้นตอนการชักลากด้วยช้างนั้นเป็นเหตุให้แท็กเสียหายและสูญหายมากที่สุดเมื่อเทียบกับขั้นตอนการทำไม้อื่นๆ เกือบร้อยละ 20 สูญเสียระหว่างการชักลากไม้ด้วยช้าง

6. ผลรวมค่าคะแนน

การถ่วงค่าน้ำหนักจะยึดถึงปัจจัยที่มีผลต่อการใช้งานจริงของแท็กเป็นหลักสำคัญ เช่น ให้ค่าถ่วงน้ำหนักของการทดสอบการคงอยู่ ร้อยละ 50 รองลงมาคือ ช่วงในการอ่านค่าสัญญาณร้อยละ 25 การทดสอบแรงกระแทก ร้อยละ 10 การทดสอบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 10 และอุณหภูมิ ร้อยละ 5 เพื่อนำค่าความเหมาะสมมาคูณกับค่าถ่วงน้ำหนักและนำผลลัพธ์ทั้งหมดมารวมกันจะได้ค่าคะแนนรวมเท่ากับ 5 คะแนน
จากตารางสรุปค่าความเหมาะสมพบว่าแท็กที่มีความเหมาะสมสำหรับงานอุตสาหกรรมไม้คือแท็ก F โดยได้คะแนนรวมเต็ม 5 (Table 7) รองลงมาคือแท็ก H และ C โดยมีค่าคะแนนรวม 3.8 และ 3.5 ตามลำดับส่วนแท็กที่ไม่เหมาะสมกับงานอุตสาหกรรมไม้คือแท็ก G ซึ่งได้ค่าความเหมาะสมต่ำที่สุด (1.6 จาก 5)

Table 6 The results of field test, where the numbers of remaining tags are presented after every work phase.

Tag housing type	Installed, n	After skidded by an elephant, n	After skidded by a skidder, n	After transported by a truck, n	Relative %	Grade
A	15	12	10	10	71	3
B	15	9	7	7	50	1
C	14	13	11	11	84	3
D	15	12	12	12	86	3
E	16	13	12	12	80	3
F	15	14	14	14	100	5
G	19	15	11	10	56	1
H	16	15	12	12	80	3
Total	125	103	89	88		

ทั้งนี้วิธีการที่ใช้ในการทดลองนี้ไม่เคยมีการศึกษาใดได้ทำมาก่อน นอกเสียจากการทดสอบในสภาพพื้นที่จริงโดย Picchi *et al*. (2015) เท่านั้น การบูรณาการผลการทดสอบหลายด้านแล้วใช้วิธีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยที่ใกล้เคียงได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ผลการศึกษาจะสามารถแปรผันได้ ขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนักที่ให้ในแต่ละปัจจัย แต่ในการศึกษานี้มุ่งให้ค่าน้ำหนักไปที่งานการทดสอบในพื้นที่จริงเป็นสำคัญ รองลงมาคือช่วงในการอ่านค่าสัญญาณ หากผู้ที่ต้องการนำวิธีการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้ในอนาคต สามารถปรับลดหรือเพิ่มปัจจัยที่ต้องการจะศึกษา รวมถึงสามารถปรับค่าถ่วงน้ำหนักได้ตามความเหมาะสมของแต่ละบริบทการศึกษา

จากผลการศึกษาสามารถกำหนดลักษณะแท็กที่พึงประสงค์ได้ว่า ควรมีลักษณะที่เรียบแบนสามารถสัมผัสกับหน้าไม้ได้อย่างดี ไม่มีส่วนที่ยื่นออกมามากนัก ควรเว้นช่องว่างเล็กน้อยระหว่างวัสดุห่อหุ้มและตัวแท็กเอง เพื่อเพิ่มโอกาสการกระจายช่วงคลื่นทำให้การอ่านค่าสัญญาณทำได้ดีขึ้น และวัสดุที่นำมาใช้ควรเป็นพลาสติกที่ไม่แข็งและไม่อ่อนจนเกินไป พลาสติกที่แข็งจนเกินไปอาจทำให้วัสดุห่อหุ้มแตกร้าวระหว่างปฏิบัติงาน ส่วนพลาสติกที่อ่อนจนก่อนไปนั้นความคงทนต่อความร้อนและอุณหภูมิจะไม่ดีนัก รวมทั้งควรมีการเจาะรู 2 ข้างเพื่อใช้สกรูในการยึดติดแท็กเข้ากับเนื้อไม้

Table 7 Summary of grades obtained from tests presented in tables 2 – 6. The total score is calculated based on the test grades and weight coefficients.

Tag housing type	Impact test, 0.1	Temperature test, 0.05	Combined temperature and moisture test, 0.10	Signal range test, 0.25	Field test, 0.50	Total score, 1-5
A	1	5	5	3	3	3.1
B	1	5	5	3	1	2.1
C	5	5	5	3	3	3.5
D	5	3	1	1	3	2.5
E	3	5	5	1	3	2.8
F	5	5	5	5	5	5.0
G	1	5	5	1	1	1.6
H	3	5	5	5	3	3.8

นอกจากการศึกษาหารูปแบบของแท็ก RFID ที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมไม้แล้วนั้น หากสามารถพัฒนาแท็กที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Re-use tags) ก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อวงการป่าไม้ อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนได้อีกทางหนึ่งด้วย นอกจากนี้หากกรมป่าไม้สามารถตีความให้ RFID นั้นเปรียบเสมือนเลขเรียงประจำท่อนได้ จะเป็นการส่งเสริมให้ระบบการติดตามและตรวจสอบย้อนกลับในอนาคตเป็นไปในทิศทางที่มีมาตรฐาน โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ง่ายและรวดเร็ว หาภาครัฐมีความตั้งใจจริงที่จะเข้มงวดการผลิตและการขนส่งไม้ ป้องกันการตัดไม้สวมตอ เทคโนโลยี RFID สามารถเข้ามาแก้ไขปัญหาได้เป็นอย่างดี โดยกรมป่าไม้อาจดำเนินการเป็นผู้ออก RFID ให้แต่ละสวนป่าเพื่อเป็นการกำหนดและควบคุมปริมาณการทำไม้ออกอย่างแท้จริง ทั้งนี้สามารถออกระเบียบเชิงนโยบาย เช่น ภายหลังที่สวนป่าได้ทำการขออนุญาตตัดไม้ออกแล้วนั้น กรมป่าไม้จะทำหน้าที่ในการจ่าย RFID แท็กให้กับสวนป่าตามจำนวนต้นที่ได้รับอนุญาตให้ตัดไม้ออกได้ในคราวเดียวกัน

ด้วยเทคโนโลยีมีการพัฒนาและมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว ในอนาคตอาจมีต้นทุนที่ถูกลงและสามารถที่จะนำไปใช้ร่วมกับไม้ยูคาลิปตัสและไม้ยางพาราได้ หรืออาจประยุกต์ใช้ในลักษณะของก๊บไม้ แล้วมี RFID กำกับแต่ละก๊บไม้ โดย RFID จะเป็นอุปกรณ์ที่จัดเก็บข้อมูลของไม้ทุกท่อนในก๊บไม้นั้นๆ

สรุป

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าความชื้นมีผลต่อประสิทธิภาพของแท็กเพียงเล็กน้อย ความสามารถในการฝังตัวอยู่ในเนื้อไม้และความทนทานมีอิทธิพลอย่างมากต่อประสิทธิภาพการทำงาน มีแท็กบางส่วนหลุดหายไปในระหว่างขั้นตอนการซักลาก โดยแท็กนั้นหลุดหายแตกต่างกันระหว่าง 10-50% ขึ้นอยู่กับชนิดของแท็ก นอกจากนี้ได้มีการสังเกตจุดแข็งและข้อเสียของแท็กแต่ละชนิดไว้เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการออกแบบคุณลักษณะแท็กที่เหมาะสม

การที่จะนำเอาเทคโนโลยี RFID เข้ามาประยุกต์ให้ได้ผล จำเป็นที่จะต้องสร้างระบบให้สอดคล้องกันตลอดห่วงโซ่อุปทาน ตั้งแต่ธุรกิจต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ เพื่อให้ระบบดังกล่าวสามารถทำงานได้สอดคล้องกัน หากมีปัญหาเกิดขึ้นก็สามารถตรวจสอบได้โดยง่าย มีแนวทางหรือทิศทางในการอ้างอิงความร่วมมือระหว่างเจ้าหน้าที่ผู้ที่มีอำนาจและผู้ที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานมีความสำคัญยิ่ง ระบบการติดตามสามารถช่วยให้ข้อมูลเคลื่อนที่ระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลการซื้อขาย ภาษี การส่งออก บริษัทขนส่ง เป็นต้น นอกจากนี้เทคโนโลยี RFID ยังช่วยได้มากในเรื่องของการตรวจสอบและควบคุมคลังสินค้า ทำให้ทราบถึงปริมาณและตำแหน่งของวัตถุว่ามีอยู่เท่าไหร่และอยู่ที่ใดบ้าง ซึ่งจะช่วยเพิ่มความโปร่งใสและความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมไม้ทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิตวัตถุดิบ การแปรรูป การค้าขาย

เทคโนโลยี RFID นอกจากจะช่วยในการบวนการติดตามและตรวจสอบย้อนกลับได้แล้วนั้น ยังสามารถทำหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูลได้ตลอดห่วงโซ่อุปทาน หากมีการนำมาประยุกต์ร่วมกับเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) จะสามารถช่วยเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการนำมาพิจารณาการบริหารจัดการได้เป็นอย่างดี (สภาพแวดล้อม ความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง ธาตุอาหาร เป็นต้น) อีกทั้งยังเป็นการช่วยเพิ่มความถูกต้องแม่นยำในการตัดสินใจบริหารงานสวนป่า และตอบโจทย์รัฐบาลที่ต้องการจะส่งเสริมการเกษตรอัจฉริยะ หรือ Precision Forestry ได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย “การพัฒนารูปแบบ RFID ที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมไม้” ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.มก.) ประจำปีงบประมาณ 2560 ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รวมถึงคณะกรรมการผู้ทรงวุฒิผู้พิจารณาข้อเสนอโรงการวิจัยที่ให้โอกาสในการทำวิจัยในครั้งนี้

นอกจากนี้ขอขอบคุณองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยละทีมงานเข้าไปทำการศึกษาวิจัยทางวิชาการในพื้นที่สวนป่าวังชิ้นและสวนป่าขุนแม่คำมี ในเขตจังหวัดแพร่ ขอขอบคุณหัวหน้าสวนป่าทั้งสองแห่งที่ให้ความร่วมมือแก่ทีมวิจัยเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (PTEC) ที่สนับสนุนการทดสอบต่างๆในห้องปฏิบัติที่มีส่วนสำคัญทำให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์มากขึ้น ขอขอบพระคุณนิสิตคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่มีส่วนช่วยในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2557. **ข้อมูลสถิติกรมป่าไม้ ปี 2557**. Available at: http://forestinfo.forest.go.th/55/Content.aspx?id=10160

จักรกฤษณ์ หมั่นวิชา. 2558. **เทคโนโลยีฟาร์มอัจฉริยะ Smart Farms Technology**. แหล่งที่มา : https://goo.gl/f9JocY, 1 กันยายน 2560.

เฉลิมชนม์ ไวศยดำรง. 2549. The global traceability standard**. วารสาร Asia Pacific Food Industry Thailand.** 3: 42-45.

ชัยชนะ มิตรพันธ์. มปป. **ระบบการระบุด้วยคลื่นวิทยุหรืออาร์เอฟไอดี.** ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.

นพปฏล ชะนะ และ ปิยะ ลิ้มสกุล. 2557. **RFID กับการประยุกต์ใช้งานในกองทัพ.** Available at: http://www.rtna.ac.th/departments/elect/Data/journal/nawikasart/RFID.pdf

วัชรากร หนูทอง และ อนุกูล น้อยไม้. 2553. **RFID เทคโนโลยีอัจฉริยะ**. Available at: http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=11946&section=9&rcount=Y

วีระศักดิ์ ชื้นตา, สัญญา ควรคิด และ ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์. 2553. เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและการประยุกต์ใช้งาน. **วารสารอิเล็กทรอนิกส์ ECTI** 4(2) 2010

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. **ระบบสืบค้นย้อนกลับ (Traceability)**. Available at: http://infoservice.oae.go.th/index.php/knowledge-menu/57-traceability-km-art

Hogg G. 2012. RFID **tags – A method for tracking sawtimber through the supply chain**. Institute for Commercial Forestry Research Technical note 8/2012.

Hogg G, Scheepers D. 2012. **Log traceability in Pine sawtimber operations**. Available at: http://www.forestrysolutions.net/userfiles/File/2012%20presenations%20PDF%20for%20Website/G%20Hogg%20FOCUS%202012.pdf

ITTO. 2012. **Tracking sustainability: Review of electronic and semi-electronic timber tracking technologies.** ITTO technical series no.40 Yokohama, Japan.

Kovacsova P, Antalova M. 2010. Precision forestry – definition and technologies. **Journal of Forestry Society of Croatia 134 (11-12):** 603-611.

Petronela K., Antalová M. 2010. **Precision forestry – definition and technologies**. Available source: https://goo.gl/utacuk. September 1, 2017.

Picchi G., Kuhmaier M., Marques JDD. 2015. **Survival test of RFID UHF tags in timber harvesting operations.** Croatian Journal of Forest Engineering. 36(2): 165-174.

Taylor SE, Veal MW, Grift TE, Mcdonald TP, Corley FW. 2002. **Precision forestry: operational tactics for today and tomorrow.** In: International meeting of the Council on Forest Engineering, 23, Corvallis. Oregon State University Press, Corvallis.

Timpe D. 2005. **Barcode and RFID technologies**: Alternatives to log stamping for wood identification in Forestry? Fibre Science and Communication Network report R-05-61. Mid Sweden University. 40 p.

Timpe D. 2006. **RFID in Forestry: Prospects of an RFID-based log tracking system as an alternative to stamping.** Fibre Science and Communication Network report R-06-63. Mid Sweden University. 50 p.

Timpe D, Olsson L, Siden J. 2012. **Cost analysis of introducing a log identification system using RFID in the wood supply chain**: A case study at a Swedish forestry company. American Journal of Industrial and Business Management (2): 128-135.

William W. 2016. **What's the Difference Between Consumer and Industrial IoT?**. Available Source: http://www.electronicdesign.com/iot/what-s-difference-between-consumer-and-industrial-iot. September 9, 2017.

การออกแบบ วิเคราะห์ และประเมินผลเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัสด้วยโปรแกรมออกแบบผลิตภัณฑ์

Design, Analyze and Evaluate of Eucalyptus Seeding Planter by Finite Element Analysis

ปัทมา แสงวิศิษฏ์ภิรมย์[1*] ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล[1] และนพรัตน์ คัคคุริวาระ[1]

Pattama Sangvisitpirom[1*], Laddawan Rianthakool[1], and Nopparat Kaakkurivaara[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **g5714300688@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การปลูกยูคาลิปตัสในประเทศไทย ยังคงใช้แรงงานคนเป็นหลัก เนื่องจากต้นทุนการนำเข้าเครื่องจักรกลสูง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิดในการออกแบบวิเคราะห์และประเมินผลเครื่องจักรที่ช่วยปลูกกล้ายูคาลิปตัส ผลการออกแบบทำให้ได้รูปแบบของเครื่องปลูกยูคาลิปตัส 2 แบบ คือ “Euca–Planter No.1” และ “Euca–Planter No.2” โดยต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 49 แรงม้าขึ้นไป เครื่องปลูกทั้ง 2 แบบนี้ มีลักษณะการทำงานส่วนใหญ่เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันที่วิธีการทำให้เกิดหลุม นั่นคือ Euca–Planter No.1.ใช้วิธีการขุด แต่ Euca–Planter No.2 ใช้วิธีการเจาะ การทำงานจะให้ต้นกำลังจากระบบไฮดรอลิกในการขุดดินและดันกล้าใส่หลุม กลไกการทำงานเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติโดยอาศัยคนในการควบคุม ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงาน Euca–Planter No.1 และ Euca–Planter No.2 ใช้เวลาปลูกต้นยูคาลิปตัสคิดเป็น 286 และ 300 ต้นต่อชั่วโมงตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงของเครื่อง มีค่าความแข็งแรงและ ค่าความปลอดภัยสูง ผลการวิเคราะห์ราคาต้นทุนรวมทั้งหมดในการสร้างเครื่องปลูกแบบEuca–PlanterNo.1 และ Euca–Planter No.2 ประมาณ 50,740 บาท และ 52,250 บาท ตามลำดับ

คำสำคัญ: การปลูกยูคาลิปตัส การออกแบบชิ้นส่วน

ABSTRACT

Eucalyptus plantation in Thailand mainly relies on labors because of the high cost of machinery import. Thus, this research aimed to propose an idea to design, analyze, and evaluate an efficient eucalyptus plantation machinery. Two models of machinery were proposed namely "Euca-Planter No.1" and "Euca-Planter No.2". The two models were connected to a tractor with horsepower greater than 49. These two models had similarly functions except hole making method. Euca–Planter No.1 made hole by digging soil while Euca–Planter No.2 made hole by drilling. Both models were powered by hydraulic system for hole making and seedling plantation, with a semi-automatic operation relying on human’s control. The machine performance results indicated that Euca–Planter No.1 and Euca–Planter No.2 could planted286 and 300 seedlings per hour, respectively while the costs of machine development were approximately 50,740 baht and

52,250 baht, respectively. In addition, the results showed that Euca–Planter No.1 had higher strength and safety factor.

Keywords: Planting, Eucalyptus, Machine Design

คำนำ

การปลูกพืชเริ่มมีมานานแล้ว ซึ่งการปลูกได้มีการพัฒนาวิธีการขั้นตอนและอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้มาตลอดเวลา จนปัจจุบันในหลายประเทศทั่วโลก ได้มีการนำเครื่องจักรกลมาช่วยในการปลูกมากขึ้นทั้งทางด้านเกษตรกรรมและในทางป่าไม้ แต่สำหรับในประเทศไทยได้มีการนำเครื่องจักรกลมาใช้ทางด้านเกษตรกรรมมากกว่านำมาใช้งานทางด้านป่าไม้ ซึ่งในการปลูกทางด้านป่าไม้นั้นจะยังคงใช้แรงงานคน ทั้งการปลูกป่าและปลูกสร้างสวนป่า

ในประเทศไทย ยูคาลิปตัสเป็นไม้ที่นิยมปลูกมากถึง 5.3 ล้านไร่ (Oonjittichai, 2013) เนื่องจากเป็นไม้โตเร็ว รอบการตัดฟันเพียง 3-5 ปี ปลูกง่าย และทนต่อสภาพแห้งแล้ง ปัจจุบันการปลูกต้นยูคาลิปตัส แม้จะมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์มาช่วยอำนวยความสะดวก เช่น Pottiputki และ Tree planter(Ersson*et al*., 2014) ที่นิยมใช้ในต่างประเทศ ซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานอยู่ที่ 150 และ 236 ต้นต่อชั่วโมงตามลำดับ แต่ในประเทศไทย ยังคงใช้แรงงานคนในการปลูก โดยใช้เครื่องมือ คือ จอบ เสียม ทำให้การปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสใช้เวลานาน มีค่าใช้จ่ายสูง และอาจมีปัญหาด้านแรงงานในการปลูกได้ในอนาคต

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ นำเสนอแนวคิดในการออกแบบเครื่องปลูกที่จะมาช่วยในการปลูกกล้าต้นยูคาลิปตัสเพื่อให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ลดระยะเวลา ซึ่งเครื่องปลูกยูคาลิปตัสที่ออกแบบมานี้ มีความเหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย และประเมินผลการทำงานและวิเคราะห์ผลความเหมาะสมของโครงสร้างและวัสดุที่จะนำมาใช้ในการประกอบเครื่องปลูกยูคาลิปตัส

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษารูปแบบขั้นตอนการปลูกต้นกล้ายูคาลิปตัส

การศึกษารูปแบบขั้นตอนการปลูกต้นกล้ายูคาลิปตัสที่สวนกิตติ จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) ศึกษามูลผลิตภาพ (Productivity) การปลูกต้นกล้ายูคาลิปตัส ที่ใช้แรงงานคนโดยการศึกษาเวลา (Time study) ซึ่งจะแบ่งการทำงานเป็นงานย่อยและบันทึกเวลาในแต่ละงานย่อยนั้น เพื่อให้เห็นสัดส่วนเวลาในการทำงานขั้นตอนต่างๆ และคำนวณผลิตภาพของการปลูกด้วยสมการ

$$\text{ผลิตภาพการปลูกยูคาลิปตัส (Productivity)} = \frac{\text{จำนวนต้นที่ปลูก(ต้น)}}{\text{เวลาในการปลูก(นาที)}} \times 60 \text{ (ต้น/ชั่วโมง)}$$

2) ศึกษาข้อมูลค่าใช้จ่ายในการปลูกต้นยูคาลิปตัส ที่ใช้แรงงานคน

3) สำรวจขนาดของต้นกล้าที่ใช้ในการปลูก โดยสุ่มตัวอย่างมาวัดขนาด ความสูง ขนาดตุ้มดิน ความกว้างกิ่ง

2. การออกแบบเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัสโดยใช้โปรแกรมออกแบบผลิตภัณฑ์

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม และการศึกษารูปแบบขั้นตอนการปลูกมาวิเคราะห์หารูปแบบของเครื่องปลูกที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในประเทศไทย เมื่อได้รูปแบบที่ต้องการแล้วจึงทำการร่างแบบ 2 มิติของเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัสลงในกระดาษเขียนแบบ ในทุกชิ้นส่วนการทำงาน จากนั้นจึงนำแบบที่ร่างไว้มาทำการสร้างรูปแบบ 3 มิติในโปรแกรมออกแบบผลิตภัณฑ์

3. การวิเคราะห์กลไกการทำงานความแข็งแรงโครงสร้างของเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัสโดยใช้โปรแกรมออกแบบผลิตภัณฑ์

1) ทำการวิเคราะห์กลไกการทำงานของเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัส ด้วยฟังก์ชั่น Motion Analysis โดยการกำหนดทิศทางการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนต่างๆ กำหนดความเร็วในการทำงาน นำผลที่ได้มาหาผลิตภาพของการปลูกกล้ายูคาลิปตัส(Productivity)

2) วิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัสโดยใช้ ฟังก์ชั่น Simulation โดยนำชิ้นส่วนต่างๆ มาทำการทดสอบแรงกระทำ เพื่อดูความแข็งแรงและปลอดภัยของวัสดุที่นำมาสร้าง

3) จัดทำภาพเคลื่อนไหว เพื่อใช้ในการนำเสนอโดยใช้ ฟังก์ชั่น Animation & Photoview นำผลที่ได้จากการใช้โปรแกรม มาวิเคราะห์สรุปผลการออกแบบ ถึงความเป็นไปได้ในการสร้างออกมาเป็นเครื่องต้นแบบ

4. การประเมินราคาต้นทุนรวมและของเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัส

ทำการศึกษาราคาต้นทุนในการสร้างเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัส โดยการคำนวณปริมาณและราคาของวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ รวมไปถึงค่าแรงงานในการสร้างเครื่องปลูกยูคาลิปตัส และประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ จุดคุ้มทุน (BEP), ระยะเวลาการคืนทุน(PBP), อัตราส่วนผลได้ต่อการลงทุน (B/C) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

โดยสมมติฐานของการประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์มีดังนี้ ต้นทุนเครื่องปลูกยูคาลิปตัส อายุการใช้งาน 8 ปี มูลค่าซาก 10 % ของราคาเครื่อง ค่าบำรุงรักษารายปี 5 % ของต้นทุน ค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานในเขตกรุงเทพและปริมณฑล เท่ากับ 310 บาท/วัน (อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ ปี 2560) ทำงาน 48 สัปดาห์/ปี อัตราดอกเบี้ยเงินกู้เท่ากับร้อยละ 7.12 ต่อปี (ธ.ไทยพาณิชย์ เม.ย. 2560) ราคาต้นทุนของต้นยูคาลิปตัสต้นละ 5 บาท ราคาปลูกต้นยูคาลิปตัสต้นละ 8 บาท

ผลและวิจารณ์

1. ผลการศึกษารูปแบบขั้นตอนการปลูกต้นกล้ายูคาลิปตัส

1) จากการศึกษารูปแบบขั้นตอนการปลูกต้นกล้ายูคาลิปตัส ได้ทำการศึกษาขั้นตอนการปลูกต้นยูคาลิปตัสโดยใช้แรงงานคน ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 5 ขั้นตอน (Figure 1) คือ 1) การกำหนดระยะปลูก (Spacing) เพื่อกำหนดระยะในการปลูกในแปลงทดลองนี้ จะปลูกในระยะ 2 X 3 ม. การวางแนวปลูกจะใช้แรงงานคน 2 คน ในการดึงหลักปลูกที่มีเชือกกำหนดระยะทุก 1 เมตร ทำการดึงให้เป็นแนวเส้นตรง จากนั้นปักหลักลงดิน เพื่อกำหนดแนวและระยะปลูก 2) การขุดหลุมปลูก (Digging a hole) โดยที่กว้าง ยาว และลึกของหลุมประมาณ 25 x 25 x 25 ซม. โดยคนงานใช้จอบในการขุดหลุม 3) ใส่ต้นกล้ายูคาลิปตัส (Placing the seedling

into the hole) โดยกล้ายูคาลิปตัสที่นำมาใช้เป็นกล้าพร้อมปลูก มีขนาดเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 5 ซม. ความสูง 20 ซม. ความยาวกิ่ง 12 ซม. ลงไปในหลุม 4) กลบดิน (Covering the hole with soil) หลังการนำกล้าลงหลุมคนงานจะนำดินลงหลุม 5) รดน้ำ (Watering the seedling) โดยปกติการปลูกยูคาลิปตัสจะรดน้ำหลังการกลบหลุมแล้ว เพียงครั้งเดียว ใช้น้ำประมาณ 15 – 20 ลิตรต่อต้น

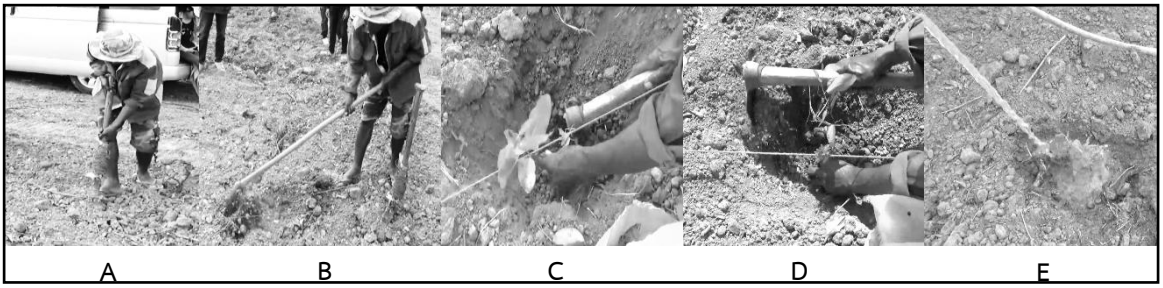


Figure 1 Planting process. (A) Spacing (B) Digging a hole(C) Place the seedling into the hole (D) Covering the hole with soil (E) Watering the seedling

จากการศึกษาเวลาที่ใช้ในการปลูกต้นกล้ายูคาลิปตัสด้วยแรงงานคน สามารถสรุปการทำงานในแต่ละงานย่อยได้ ดังตาราง Table 1 คือ เวลาส่วนใหญ่ จะอยู่ในขั้นตอนของการขุดหลุม ซึ่งใช้เวลาไป 0.39 นาทีคิดเป็น 46.67 % เนื่องจากต้องขุดให้ได้ขนาดและความลึก ที่ 25 - 30 ซม. ส่วนเวลาที่น้อยที่สุดคือ การระยะปลูก ใช้เวลา 0.05 นาที คิดเป็น 6.06 % ซึ่งการระยะปลูกในแต่ละครั้งจะได้ จำนวนต้นที่จะปลูกมากกว่า 20 ต้น ฉะนั้นเมื่อคิดเป็นเวลาเฉลี่ยต่อต้นแล้วจึงมีการใช้เวลาน้อยกว่าในขั้นตอนอื่นๆ และเวลาสำหรับความล่าช้าหรือเวลาที่ไม่เกิดงานเท่ากับ 15 นาที เนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อนและความเมื่อยล้าทำให้ทุกการปลูก 1 แถวจะมีการพัก 15 นาที เพื่อคลายร้อน ดื่มน้ำและเตรียมกล้าในการปลูกแถวต่อไป

2) จากการคำนวณหาผลิตภาพในการปลูกต้นกล้ายูคาลิปตัส ด้วยแรงงานคน 1 คน คิดเป็น72 ต้นต่อชั่วโมงและค่าใช้จ่ายในการปลูกด้วยแรงงานคน จะได้ค่าจ้างคิดเป็น 3 บาทต่อต้น

3) จากการสุ่มตัวอย่างกล้ายูคาลิปตัส จำนวน 30 ต้น พบว่า ระยะโคนถึงปลายราก เฉลี่ย 11.0 ซม.โคนถึงปลายยอดเฉลี่ย 20.2 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางตุ้มดิน เฉลี่ย 5 ซม.ความยาวกิ่งเฉลี่ย 12.1 ซม.

Table 1 Time consumption in manual planting (N=80)

Activity	Min.	Max.	Average	Percentage
Spacing	0.03	0.06	0.05	6.06
Digging a hole	0.35	0.42	0.39	46.67
Placing the seedling into the hole	0.05	0.08	0.07	8.08
Covering the hole with soil	0.15	0.23	0.20	24.04
Watering the seedling	0.10	0.15	0.13	15.15
Total			0.83	100.00

2. ผลการออกแบบเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัส

1) จากการศึกษาและรวมรวบข้อมูลเครื่องปลูกกล้าไม้ที่มีใช้ในปัจจุบัน เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัสที่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย จากการออกแบบ ทำให้ได้เครื่องปลูกกล้าออกมาทั้งหมด 2 รูปแบบ นั่นคือ Euca–Planter No.1 และ Euca–Planter No.2 (Figure 2) เป็นการออกแบบเครื่องปลูกที่มาต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กซึ่งทั้ง 2 แบบ มีลักษณะการทำงานส่วนใหญ่คล้ายกัน แต่จะแตกต่างกันตรงที่ การทำให้เกิดหลุม นั่นคือ Euca–Planter No.1 จะเป็นการขุดหลุมด้วยใบพลั่ว แต่ Euca–Planter No.2 จะเป็นการเจาะด้วยหัวเจาะดินการทำงานของเครื่องปลูกจะใช้แรงกำลังจากระบบไฮดรอลิกโดยใช้ปั้มไฮดรอลิกจากรถแทรกเตอร์

เครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัสทั้ง 2 แบบควรใช้งานในพื้นที่ที่มีการเตรียมพื้นที่ไว้แล้ว ซึ่งโดยทั่วไปการปลูกกล้ายูคาลิปตัสก่อนที่จะทำการขุดหลุมปลูก จะต้องมีการเตรียมพื้นที่ให้มีความเหมาะสมก่อนการปลูก ทั้งการปรับสภาพดินและไถพรวนดินแต่ในบางกรณีหากพื้นที่มีสภาพผิวหน้าดินแข็ง Euca–Planter No.2 จะมีความเหมาะสมการใช้งานมากกว่าEuca–Planter No.1

ซึ่งเครื่องปลูกที่ออกแบบมานั้น มีลักษณะที่แตกต่างจากเครื่องปลูกที่มีในต่างประเทศทั้งลักษณะของการทำงานที่ใช้รูปแบบการขุดดินให้เป็นหลุม แต่เครื่องจักรกลส่วนใหญ่ที่ศึกษาจะในรูปแบบตักดินขึ้นมาเป็นเนินเล็กๆ และรูปร่างที่มีลักษณะ 2 หัวขุด แกนที่สามารถปรับระยะการปลูกได้เนื่องจากในประเทศไทยจะนิยมปลูกต้นยูคาลิตัสเป็นแถวเป็นแนว

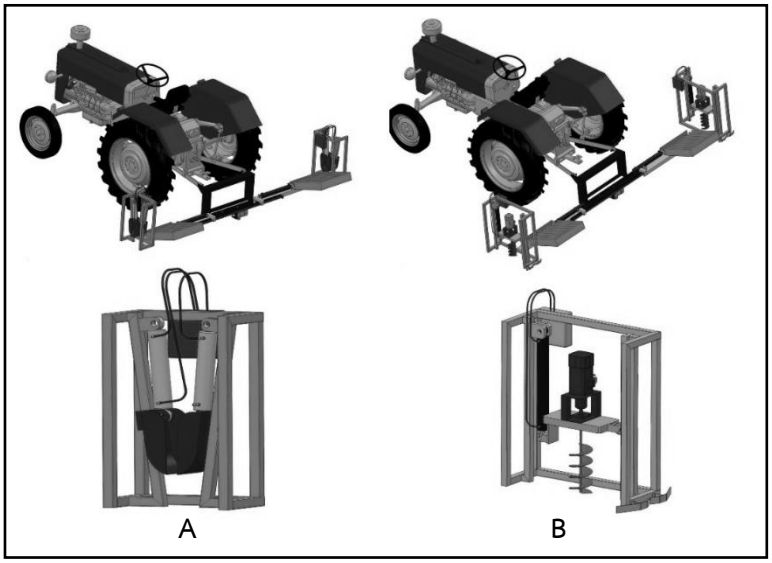


Figure 2 (A) Euca–Planter No.1 (B) Euca–Planter No.2

2) การทำงานของเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัสขั้นตอนแรกคือการประกอบเข้ากับรถแทรกเตอร์ (Figure 3) ที่มีขนาดแรงม้าตั้งแต่ 49 แรงม้าขึ้นไป เช่น Kubota L4018, ยันม่า EF494T, New Holland TT55 เป็นต้น ทำการปรับระยะการปลูกตามต้องการ โดยการหมุนเกลียวเหล็กซึ่งจะมีจุดบอกระยะ จากนั้นขับรถเข้าแปลงเพื่อทำการปลูกตามแนวการปลูก การทำงานของเครื่องปลูกจะใช้แรงงานคนในการควบคุมชุดวงจรควบคุมระบบไฮดรอลิกโดยมีสวิตซ์แบบคันโยกเปิด-ปิดวาล์วไฮดรอลิกที่ควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของกระบอกไฮดรอลิกสำหรับการขุดหลุมปลูกในการปลูกแต่ละครั้ง หัวขุดทั้ง 2 ข้างของเครื่องปลูกจะจะทำงานไปพร้อมๆ กัน

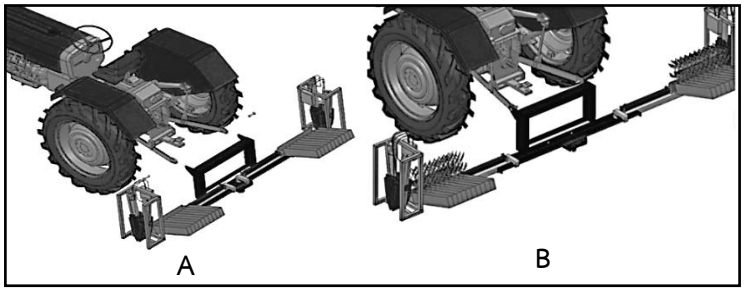


Figure3(A) Connection between a tractor and planter(B) Adjustment of axis

Euca–Planter No.1 กดสวิตซ์คันโยกขึ้น เพื่อควบคุมชุดระบบไฮดรอลิก ให้ใบพลั่วทั้งสองเคลื่อนที่ลงเพื่อทำการขุดดิน โดยกดลงไปในดินจนสุดใบพลั่ว จากนั้นสวิตซ์คันโยกลง เพื่อควบคุมระบบไฮดรอลิกให้เคลื่อนที่ขึ้นตักดินขึ้นเพื่อให้เกิดหลุม ขนาดหลุม 20 X 20 X 20 ซม. (Figure 4)

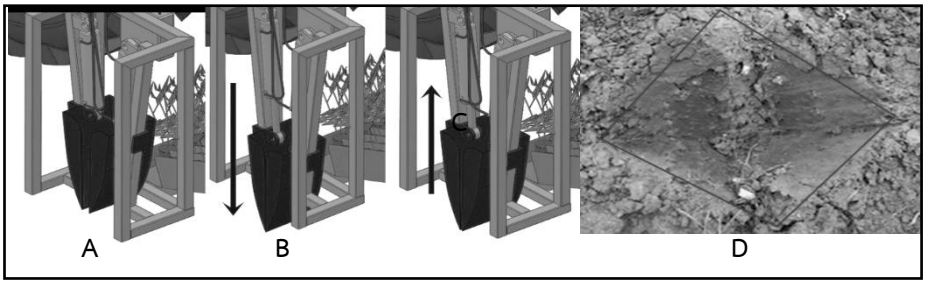


Figure 4 The operation of Euca-Planter No.1 (A) Normal position of digger (B) Digger moving down to dig a hole (C) Digger moving up(D) hole

Euca–Planter No.2 เปิดสวิตส์มอเตอร์หัวเจาะจากนั้นกดสวิตซ์คันโยกขึ้น เพื่อควบคุมชุดระบบไฮดรอลิก ให้หัวเจาะเคลื่อนที่ลงเพื่อทำการขุดดิน โดยกดลงไปในดินจนสุดหัวเจาะ จากนั้นกดสวิตซ์คันโยกลง เพื่อควบคุมระบบไฮดรอลิกให้เคลื่อนที่ขึ้นขนาดหลุม เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. ความลึก 20 ซม. (Figure 5)

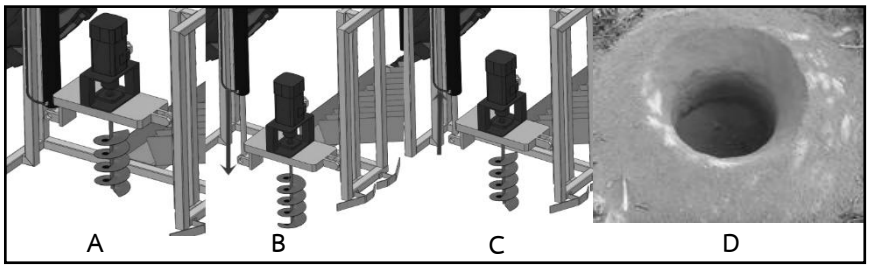


Figure 5 The operation of Euca-Planter No.2 (A) Normal position of drill (B) Drill down into the Soil (C) Drill moving up (D) hole

การใส่กล้าลงหลุมทั้ง Euca–Planter No.1 และ Euca–Planter No.2 จะมีลักษณะการทำงานในส่วนนี้เหมือนกันคือ เมื่อกดสวิตซ์คันโยกขึ้น เพื่อควบคุมระบบไฮดรอลิกส่วนหัวขุดให้ยกขึ้น จะทำการควบคุมไฮดรอลิกสำหรับดันกล้าให้เคลื่อนที่ เพื่อดันกล้าไม้ ลงหลุมที่ขุดไว้ จากต้นแรกจนต้นสุดท้าย จากนั้นควบคุม ไฮดรอลิก ให้กลับเข้าที่ ด้วยลักษณะของกระบะที่ตั้งเอียง ทำให้กล้าในแถวถัดไปไหลลงมายังตำแหน่งดันกล้า เพื่อใส่กล้าต่อในแถวถัดไป (Figure 6)

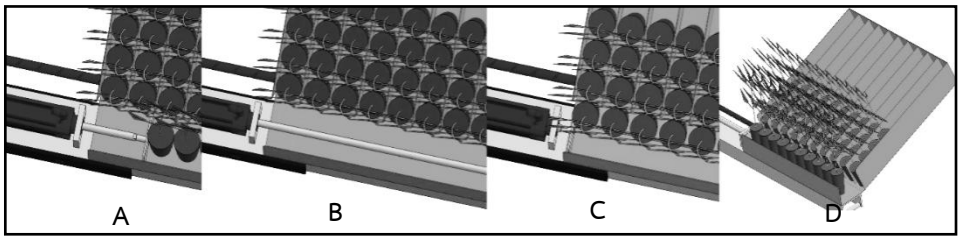


Figure 6 Deliver seedlings (A) Hydraulic cylinders push first and second seeding in a line (B) Hydraulic cylinders push the last seeding in a line (C) and (D) A normal position with ten seedings in a line

การกลบดินในส่วนของ Euca–Planter No.1กดสวิตช์คันโยกขึ้น เพื่อควบคุมชุดระบบไฮดรอลิก ให้ใบพลั่วข้างซ้ายเคลื่อนที่ลง เพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่างใบพลั่วทั้งสอง จะทำให้ดินที่ตักขึ้นไว้ในขั้นตอนการขุดไหลลงมายังหลุมได้ สำหรับ Euca–Planter No.2 จะติดตั้งแผ่นเหล็กขนาดเล็กที่ทำขึ้นเป็นที่กลบดิน ซึ่งเมื่อรถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แผ่นเหล็กจะทำหน้าที่ดันดินลงหลุม ซึ่งลักษณะของแผ่นกลบดินที่ออกแบบมานั้นจะไม่ทำให้ต้นกล้าเสียหาย (Figure 7)

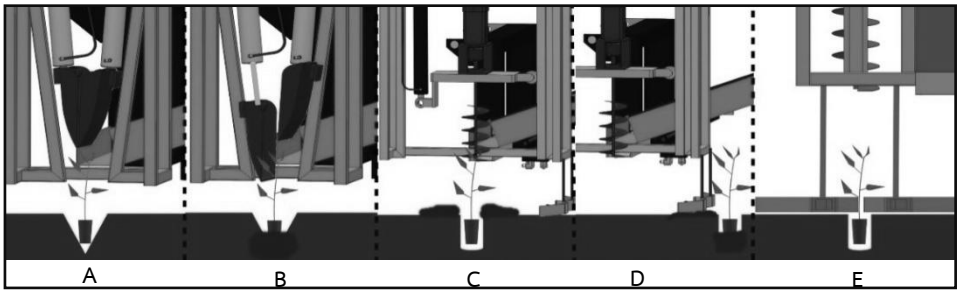


Figure 7 Covering the rool with soil (A) Euca–Planter No.1- Digger moving up (B) Euca–Planter No.1- Digger moving down (C) Euca–Planter No.2 -Drill moving up (D) Euca–Planter No.2 - After moving, (E) Euca–PlanterNo.2 -Soil filler

4. ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัส

ฟังก์ชั่น Motion Analysisในโปรแกรมออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อดูการกระบวนการทำงานของเครื่องจักรกลและเวลาโดยประมาณในการทำงาน ผลที่ได้จากการจำลองรูปแบบการทำงาน ตั้งแต่การเริ่มขุดหลุม จนถึงการใส่กล้า ดังแสดง Table2

Table 2 Time consumption in Euca-Planter No.1 and Euca-Planter No.2

Activity	Euca–Planter No.1		Euca–Planter No.2	
	Average time (Min)	Percentage	Average time (Min)	Percentage
Spacing	0.08	20.00	0.08	20.83
Digging a hole	0.23	56.00	0.20	50.00
Placing the seedling into the hole	0.03	8.00	0.03	8.34
Covering the hole with soil	0.07	16.00	0.08	20.83
Total	0.42	100.00	0.40	100.00

จากผลการศึกษาเวลาในการทำงานโดยรวมของ Euca–Planter No.1 ใช้เวลา 0.42 นาทีต่อการปลูก 1 กล้า คิดเป็น 286 ต้นต่อชั่วโมง ส่วน Euca–Planter No.2 ใช้เวลา 0.40 นาทีต่อการปลูก 1 กล้า คิดเป็น 300 ต้นต่อ

ชั่วโมงซึ่งความแตกต่าง อยู่ที่ขั้นตอนของการขุดหลุม Euca–Planter No.1 ใช้การขุดหลุมโดยใช้ใบพลั่ว จะใช้เวลามากกว่า การใช้หัวเจาะประมาณ 0.02 นาที

5. ผลการวิเคราะห์รูปแบบ วัสดุ ความแข็งแรงของเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัสโดยใช้โปรแกรมออกแบบผลิตภัณฑ์

การทำการวิเคราะห์ความแข็งแรงของเครื่อง โดยใช้ ฟังก์ชั่น Simulation ในโปรแกรมออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่ง Simulation คือการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโมเดล 3 มิติ (Strength Analysis) โดยใช้ วิธี Finite Element Analysis (FEA) ในการคำนวณหาความแข็งแรงซึ่งเป็นกระบวนการย้อนกลับทางวิศวกรรมที่สร้างแบบของชิ้นงานให้มีรูปร่างและคุณสมบัติเหมือนกับวัตถุต้นแบบที่มีอยู่จริง โดยสร้างแบบจำลองของผลิตภัณฑ์ในคอมพิวเตอร์ด้วยการอ้างอิงจากผลิตภัณฑ์จริง ผลจากการวิเคราะห์ความแข็งแรงของเครื่องปลูกยูคาลิปตัสจะจำแนกเป็นหัวข้อหลักๆ คือ 1) วิเคราะห์โครงสร้างแกนเหล็กเชื่อมของเครื่องปลูกยูคาลิปตัส (Axle tractors) 2) วิเคราะห์ความแข็งแรงของใบพลั่วขุด (Digging shovel) 3) วิเคราะห์ความแข็งแรงของหัวเจาะ (Drilling) 4) วิเคราะห์ความแข็งแรงของกระบะกล้า (Carriage truck)(Figure 8) ซึ่งทั้ง 4 ใช้วัสดุเป็น Plain carbon steel

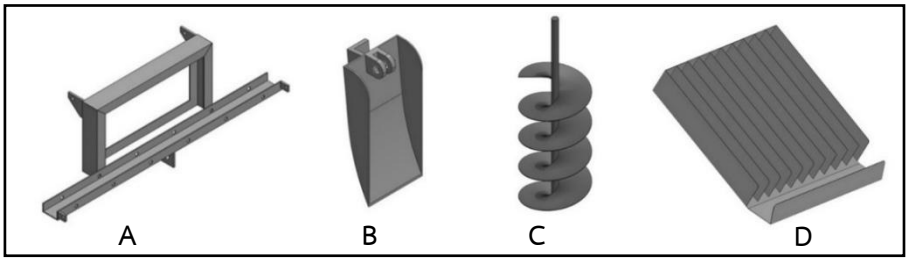


Figure 8 (A) Axle tractors(B) Digging shovel (C) Drilling, (D) Carriage truck

ผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงของเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัสสามารถสรุปได้จาก Table 3 โดยพิจารณาแรงที่มากระทำเป็นแบบสถิต (Static Loading) จะเห็นว่าค่าความเค้นสูงสุด (Stress Distribution)และค่าเคลื่อนตัวสูงสุด (Maximum Displacement) ของเครื่องปลูกต้นยูคาลิปตัส ในแต่ละชิ้นส่วน มีค่าน้อยกว่าค่าของความต้านแรงคราก (Yield strength) ซึ่งเป็นผลดีต่อการออกแบบ คือ เมื่อเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัส มีแรงมากระทำจะส่งผลให้โครงสร้างนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพียงเล็กน้อย และเมื่อพิจารณาค่าความปลอดภัยของชิ้นส่วนทั้งหมดนั้นพบว่าค่าของความปลอดภัยที่ต่ำที่สุด มีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งค่าความปลอดภัยที่ได้จะต้องมากกว่า 1 เสมอ จึงจะปลอดภัยต่อการใช้งาน เพราะว่าการออกแบบเครื่องปลูกต้นยูคาลิปตัส ต้องคำนึงถึงการทำงานในสภาวะที่การเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอยู่ตลอดแรงที่มากระทำต่อโครงสร้างและชิ้นส่วนต่างเป็นแบบซ้ำไปซ้ำมา ดังนั้นค่าความปลอดภัยที่ค่อนข้างสูงนั้นจึงเป็นเหตุผลที่สำคัญในการออกแบบ เพื่อให้เครื่องปลูกต้นยูคาลิปตัส มีความทนต่อแรงที่มากระทำดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

Table 3 The result of strength displacement and safety analysis

Strength analysis	Load (kg)	Element Size (cm)	Number of elements	Yield strenth (kg/cm^2)	Stress Distribution Max. (kg/cm^2)	Displacement Max. (mm)	Factor of Safety (Min)
Axle tractors	300	2.2	9,107	2.249×10^3	2.77×10^{-5}	0.037	15.13
Digging shovel	5	0.8	8,081	2.249×10^3	3.5×10^2	0.476	6.425
Drilling	5	2	40,631	2.249×10^3	2.39	7.144×10	4.846
Carriage truck	10	1.6	37,188	2.249×10^3	5.21×10^2	1.41	4.318

6. ผลการประเมินราคาของเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัส

จากการศึกษาวัสดุ อุปกรณ์ และราคาของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัส ทำให้ได้ราคาโดยประมาณในการสร้างโดย Euca–Planter No.1 จะใช้ต้นทุนในการสร้าง 50,740 บาท และ Euca–Planter No.2 จะใช้ต้นทุนในการสร้าง 52,250 บาท

ผลการคำนวณมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์เครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัส Euca–Planter No.1 และ Euca–Planter No.2 ดัง Table 4 มีจุดคุ้มทุนเท่ากับ 565,927 และ 604,432 ต้น มีระยะเวลาการคืนทุนเท่ากับ 0.02 และ 0.02 ปี มีค่าอัตราส่วนผลได้ต่อการลงทุนเท่ากับ 2.17 และ 2.18 บาท และมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 1.53 และ 1.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงว่าเมื่อปลูกต้นกล้ายูคาลิปตัสเป็นจำนวน 565, 927 และ 604,432 ต้น จึงจะคุ้มทุนระยะเวลาการคืนทุนเท่ากับ 0.02 ปี หมายความว่าต้องใช้เวลา 0.02 ปี จึงได้ทุนคืน มีค่าอัตราส่วนผลได้ต่อการลงทุนเท่ากับ 2.17 และ 2.18 บาท แสดงว่า ทุกบาทของการลงทุนได้ผลตอบแทนเท่ากับ 2.17 – 1 = 1.17 และ 2.18 – 1 = 1.18 บาท

Table 4 Results of economic evaluating

Topics	Results		
	No.1	No.2	Unit
Break Event Point (BEP)	565,927	604,432	Tree
Payback Period (PB)	0.02	0.02	Years
Benefit Cost Ratio (B/C)	2.17	2.18	Bath
Internal Rate of Return (IRR)	1.53	1.54	%

สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิดในการออกแบบออกแบบเครื่องปลูกที่จะมาช่วยในการปลูกต้นกล้ายูคาลิปตัส โดยใช้โปรแกรมสำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้รูปแบบของเครื่องปลูกกล้ายูคาลิปตัส 2 แบบ คือ Euca–Planter No.1 และ Euca–Planter No.2 โดยออกแบบให้มาต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ที่ในปัจจุบันได้ ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างเครื่อง ค่าความเค้นสูงสุดกับค่าเคลื่อนตัวสูงสุดมีค่าคงที่น้อย นั่นคือโครงสร้างเครื่องมีความแข็งแรงต่อการใช้งาน และ มีค่าความปลอดภัยมากกว่า 1 ในทุกชิ้นส่วน หมายความว่ามีความปลอดภัยในการใช้งาน และจากประเมินราคาในการสร้างเครื่องต้นแบบพบว่าราคาไม่สูงจนเกินไป อีกทั้งมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ที่ประเมินได้มีค่าผลตอบแทนที่สูง จึงมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปสร้างเครื่องต้นแบบและพัฒนาเพื่อสามารถนำไปประโยชน์ในการปลูกสร้างสวนป่าได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองที่ให้คำแนะนำ ขอขอบคุณบริษัท สวนกิตติ จำกัดและผู้สนับสนุนทุนวิจัย ที่ส่งเสริมและให้ความร่วมมือ ในการทำวิจัยในครั้งจนเสร็จสิ้นโครงการ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

Bcc Plant the Plant. 2015. **Pottiputki**. Available Source: http://www.pottiputki.com, November 25, 2015

Ersson B. T., U. Bergsten, and O. Lindroos. 2014. **Reloading mechanized tree planting devices faster using a seedling tray carousel**. **Silva Fennica** vol. 48 no. 2 article id 1064.

Ingpakorn, W. andC. Tadngan. 1998. **Mechanical DesignVol 1.**10th Edition.SE-EDUCATION Public Company Limited. Bangkok.

Oonjittichai, W. 2013. **Utilization of timber for community is a product of round logs: eucalyptus Eucalyptuscamaldulensis.**Suksapanpanit, Bangkok

Rantala J., Laine T. 2010. Productivity of the M-Planter tree-planting device in practice. **Silva Fennica** 44(5): 859–869.

Royal Forest Department. 2010. **Let us Plant Trees.** 1st Edition.

การประยุกต์ดัชนีพืชพรรณเพื่อคาดการณ์มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของชนิดป่าที่แตกต่างกันโดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

Application of Vegetation Indices for Aboveground Biomass Estimation in Different Forest Types Using Landsat 8 Imageries Data: A Case Study of Khao Yai National Park

จิรพัฒน์ จรูญอุดมสมบัติ[1*]

Jirapat Jaroonudomsombut[1*]

[1]ภาคการจัดการทรัพยากรป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **jirapat.gg@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับดัชนีพืชพรรณจากข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 หาดัชนีพืชพรรณที่เหมาะสมสำหรับคาดการณ์ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และจัดทำแผนที่ชนิดป่า บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่ได้จากการแปลตีความข้อมูลภาพดาวเทียม วิธีการศึกษาประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่ใช้วิเคราะห์หาดัชนีพืชพรรณที่เหมาะสมในการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน จากนั้นหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับดัชนีพืชพรรณ เพื่อสร้างสมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของแต่ละชนิดป่าบนข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 ด้วยวิธีทางสถิติประกอบด้วยการวิเคราะห์การถดถอย และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่า การหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับดัชนีพืชพรรณในแต่ละชนิดป่า ป่าดิบเขาโดยรูปแบบสมการถดถอย y_B = -642.363 + 639.639TVI มีสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด เท่ากับ 0.84 ป่าดิบแล้งโดยรูปแบบสมการถดถอย y_B = -246.932 + 283.611TVI มีสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด เท่ากับ 0.64 ป่าเบญจพรรณโดยรูปแบบสมการถดถอย y_B = -132.843 + 192.931TVI มีสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด เท่ากับ 0.70 รูปแบบสมการถดถอยนี้สามารถคาดการณ์ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ดังนี้ ป่าดิบเขา ประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย 117.86 ตันต่อไร่ ป่าดิบแล้ง ประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย 85.64 ตันต่อไร่ และป่าเบญจพรรณ ประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย 84.77 ตันต่อไร่ และความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับดัชนีพืชพรรณของป่าดิบชื้นมีค่าความถูกต้องมีแนวโน้มที่น้อย เนื่องมาจากแปลงตัวอย่างแต่ละแปลงมีค่าความหนาแน่นที่ผันผวนและจำนวนแปลงตัวอย่างไม่พอต่อการคำนวณทางสถิติ

คำสำคัญ: ดัชนีพืชพรรณ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ดาวเทียม Landsat 8

ABSTRACT

This study aimed to i) apply the relationship between aboveground biomass and vegetation index deriving from Landsat 8 imagery data to find suitable vegetation indices for aboveground biomass estimation in Khao Yai National Park; and ii) create maps of each forest type of the National Park using information interpreted from satellite imagery data. Information of vegetation indices for aboveground biomass estimation were collected. An allometric question of each forest type base on Landsat 8 imagery datawas created from the relationship between the indices and estimated aboveground biomass using regression analysis and ANOVA. The results showed that the relationship between aboveground biomass and vegetation indices of each forest type could be derived from the following regression equation models: y_B = -642.363 + 639.639TVI with the coefficient of 0.84 for hill evergreen forest; y_B = -246.932 + 283.611TVI with the coefficient of 0.64 for dry evergreen forest; and y_B = -132.84 + 192.931TVI with the coefficient of 0.70for mixed deciduous forest.The average aboveground biomass of each forest type estimated from these regression equation models were 117.86 tons/rai in hill evergreen forest; 85.64 tons/rai in dry evergreen forest; and 84.77 tons/rai in mixed deciduous forest. Our study found that the accuracy of relationship between aboveground biomass and vegetation index of moist evergreen forest was low due to high variable of plant density in the study plots, and numbers of sample plots were not sufficient for statistical analysis.

Keywords: vegetation index, aboveground biomass, Landsat 8 satellite

คำนำ

ปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับภัยพิบัติต่างๆ หลายรูปแบบ เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก หรือเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ภาวะเรือนกระจก (Green House Effect) ปัญหาดังกล่าวนี้ทำให้ทั่วโลกตระหนักถึง และได้พยายามหาแนวทางแก้ไข ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แนวทาง ได้แก่ การลดการใช้เชื้อเพลิง การเพิ่มแหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งอยู่ในรูปของมวลชีวภาพ (Biomass) ประกอบด้วย ลำต้น กิ่ง ใบ และรากของต้นไม้ แต่มวลชีวภาพของรากมีอุปสรรคในการหาค่าอย่างมาก ดังนั้นการหามวลชีวภาพจึงเป็นการหาเฉพาะส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน (Above Ground Biomass) เท่านั้น ซึ่งมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในป่าแต่ละชนิดมีปริมาณที่ไม่เท่ากันเกี่ยวกับปัจจัยด้านพันธุกรรม และอายุการเจริญเติบโตของต้นไม้ ซึ่งการคาดการณ์มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในป่าแต่ละชนิด ให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบถึงขนาดพื้นที่ของป่าแต่ละชนิด การจะทราบได้นั้นอาจทำได้โดยการสำรวจซึ่งจะใช้ในกรณีพื้นที่ป่ามีขนาดเล็ก ส่วนพื้นที่ป่าขนาดใหญ่สามารถคาดการณ์มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าแต่ละชนิดโดยใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (Remote sensing) การใช้ค่าดัชนีพืชพรรณมีความสามารถในการแบ่งแยกพืชพรรณออกจากพื้นที่ที่ไม่มีพืชพรรณ ทั้งจำแนกความแตกต่างระหว่างชนิดและความหนาแน่นของป่าแต่ละชนิด

การศึกษาดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) จากข้อมูลภาพของพื้นที่ที่ทำการศึกษาในช่วงคลื่นที่สายตามนุษย์มองเห็น (Visible) และอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared) ในการคาดการณ์มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน สามารถช่วยประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินได้อย่างรวดเร็ว และมีความถูกต้องสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ป่าที่มีขนาดใหญ่ และมีความยากในการเข้าถึง

เพื่อศึกษาหาดัชนีพืชพรรณที่สามารถจำแนกป่าแต่ละชนิดได้ชัดเจนที่สุด และคาดการณ์มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าแต่ละชนิดที่ได้จากการหาค่าดัชนีพืชพรรณที่เหมาะสม ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนจัดการทรัพยากรป่าไม้ เป็นข้อมูลที่สนับสนุนในการบรรเทา แก้ปัญหาภาวะโลกร้อนต่อไปในอนาคต และเป็นข้อมูลสนับสนุนในการช่วยพัฒนาขีดความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจกและการปรับตัวเพื่อลดผลกระทบจาก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการรับมือกับภัยพิบัติ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนและพัฒนาประสิทธิภาพการบริหารจัดการ โดยใช้ระบบเทคโนโลยีอวกาศและภาพดาวเทียม และสามารถติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

คัดเลือกข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 ระบบบันทึกภาพ OLI ความละเอียดจุดภาพ 30 เมตร ที่ครอบคลุมพื้นที่ที่ศึกษา จำนวน 2 ภาพ ได้แก่ ภาพดาวเทียม Landsat 8 Path 128 Row 050 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 19 เมษายน พ.ศ. 2558 มีเมฆปกคลุมร้อยละ 0.01 และ ภาพดาวเทียม Landsat 8 Path 129 Row 050 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 มีเมฆปกคลุมร้อยละ 0.07 ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงรังสี (Radiometric Correction) (U.S. Geological Survey., 2013) แก้ไขค่าการสะท้อนแสงของภาพ ซึ่งภาพบางส่วนจะสามารถสะท้อนลงพื้นผิว ผลกระทบจากชั้นบรรยากาศที่กระจัดกระจายหรือการสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านสภาพบรรยากาศที่ปกคลุมด้วย หมอก ควันและจากมุมที่แสงอาทิตย์ตกกระทบของอุปกรณ์บันทึกข้อมูล ทำให้ภาพดาวเทียม Landsat 8 มีค่าการสะท้อนแสงที่แท้จริง และปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)โดยใช้กระบวนการ Image to Map Registration เป็นการกำหนดตำแหน่งของจุดภาพให้เข้ากับระบบพิกัดของแผนที่ ด้วยการใช้จุดควบคุมทางภาคพื้น (Ground Control Point: GCP) จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ลำดับชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหาร โดยใช้รูปแบบสมการพหุนาม (Polynomial Equation) ลำดับที่ 4 โดยต้องการจุด GCP ขั้นต่ำในการสร้างสมการไม่น้อยกว่า 16 จุดต่อหนึ่งภาพดาวเทียม ทำให้ได้ขนาดของจุดภาพเท่ากับ 30 เมตร ใช้ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ระบบ Universal Transverse Mercator (UTM) โซน 47 รูปทรงโลก (Spheroid) แบบ WGS 1984 พื้นหลักฐาน (Datum) แบบ WGS 1984

นำข้อมูลชนิดป่า ปี พ.ศ. 2543 ของกรมป่าไม้ จัดเก็บในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาจัดทำเป็นแผนที่ต้นร่างในการปฏิบัติงาน โดยดำเนินการปรับแก้ขอบเขตตามแผนที่ท้ายกฤษฎีกาอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และปรับแก้ชนิดป่าจากภาพดาวเทียม Landsat 8 โดยใช้หลักการสร้างภาพผสมสีเท็จ เพื่อเน้นพืชพรรณให้ปรากฏชัดเจน การดำเนินการแปลตีความและจำแนกชนิดป่า โดยอาศัยหลักการเบื้องต้นในการแปลตีความด้วยสายตา ได้แก่ รูปร่าง

วัตถุ ขนาดของวัตถุ สีของวัตถุ เงาของวัตถุ ความหยาบความละเอียดของวัตถุ รูปแบบของวัตถุ ที่อยู่และสิ่งแวดล้อมรอบข้างของวัตถุ และตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ต้นร่าง โดยกำหนดจุดตรวจสอบภาคสนาม จำนวนไม่น้อยกว่า 30 จุด โดยใช้หลักการของการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิชนิดสุ่มอย่างง่าย (Stratified Random Sampling) ในการกำหนดตำแหน่งและจำนวนของจุดตรวจสอบภาคสนามในแต่ละชนิดป่า จากนั้นนำผลจากการตรวจสอบความถูกต้องภาคสนามมาใช้ในการปรับแก้ไขแผนที่ต้นร่าง ให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง พร้อมทั้งวิเคราะห์หาค่าร้อยละความถูกต้องทั้งหมด (Total Accuracy) ของแผนที่ต้นร่าง

จัดทำข้อมูลดัชนีพืชพรรณรูปแบบต่างๆ จากข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 โดยใช้สมการ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Tucker, 1979), Soil- Adjusted Vegetation Index (SAVI) (Huete *et al.*,2002), Transformation Vegetation Index (TVI) (Deering*et al.*, 1975), Infrared Percentage Vegetation Index (IPVI) (Crippen, 1990), Green Vegetation Index (GVI) (Howard, 1991), Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI) (Jones and Vanghan, 2010), ช่วงคลื่นสีแดง (Red) ช่วงคลื่นสีเขียว (Green) ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared) และ $(NIR/Red)^{1/2}$ (อภินันท์,2545)

2. การสุ่มตัวอย่างและการวางแปลง

การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิชนิดสุ่มอย่างง่าย (Stratified Random Sampling) (ปัสสี, 2548) บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ครอบคลุมพื้นที่ 1,302,033.37 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าทดแทน ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบชื้น ป่าดิบเขา สวนป่า และทุ่งหญ้า โดยใช้ข้อมูลแปลงตัวอย่างช่วยจากโครงการแผนงานรักษาความมั่นคงของฐานทรัพยากรธรรมชาติและแก้ปัญหาที่ดินทำกิน ผลผลิตที่ 2 ฐานข้อมูลพื้นที่อนุรักษ์ กิจกรรมจัดทำฐานข้อมูล ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และลงพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติมในชนิดป่าที่ข้อมูลแปลงตัวอย่างไม่เพียงพอโดยวางแปลงตัวอย่างขนาด 40 × 40 เมตร

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ในส่วนต่างๆ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ ของต้นไม้ในชนิดป่านั้นๆ โดยประมาณค่าได้จากสมการแอลโลเมตริกเพื่อนำมาสร้างสมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินจากค่าความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับดัชนีพืชพรรณ จำนวน 10 รูปแบบ โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยทั้งในรูปแบบของเส้นตรงและแบบไม่เป็นเส้นตรงในรูปแบบต่างๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันมากที่สุด โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination: r^2) แล้วเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของดัชนีพืชพรรณต่างๆ กับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าแต่ละชนิด

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หาค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทดสอบสมมติฐานอย่างง่าย เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับดัชนีพืชพรรณซึ่งใช้การทดสอบแบบ F ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ได้สมการที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าแต่ละชนิด นำสมการที่ได้มาประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าแต่ละชนิด เพื่อศึกษาผลการคาดการณ์มวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่มีดัชนีพืชพรรณที่มีความแตกต่างกันในการจำแนกชนิดป่าและปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดของพื้นที่ศึกษา

ผลและวิจารณ์

1. ผลการจัดทำฐานข้อมูลชนิดป่า บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

ผลการแปลตีความชนิดป่าจากข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 Path 128 Row 050 และ Path 129 Row 050 และตรวจสอบความถูกต้องของการแปลข้อมูลด้วยการออกสำรวจ โดยกำหนดจุดตรวจสอบภาคสนาม จำนวน 56 จุดพบว่าผลการแปลตีความสภาพชนิดป่า โดยจำแนกเป็น ป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest) ป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest) ป่าดิบเขา (Hill Evergreen Forest) ป่าดิบชื้น (Moist Evergreen Forest) ทุ่งหญ้า (Savanna Forest) และสวนป่า (Forest Plantation) ได้ทำการปรับแก้ไขข้อมูลชนิดป่า โดยใช้แผนที่แสดงลักษณะสังคมพืชแต่ละชนิดบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นฐาน พร้อมกับการใช้ข้อมูลการจำแนกชนิดป่า ปี พ.ศ. 2543 ของกรมป่าไม้ มาช่วยให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด (Table 1) (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับกรมอุทยานฯ (2550) ที่ได้ทำการจำแนกชนิดป่าเหมือนกัน แต่ไม่ได้จำแนกสวนป่า

Table 1 Forest classificationin KhaoYai National Park

Forest type	Area (km^2)	Area (rai)	percent
Dry Evergreen Forest	1,693.44	1,058,402.22	77.32
Mixed Deciduous Forest	362.66	226,664.12	16.56
Hill Evergreen Forest	10.93	6,833.13	0.50
Moist Evergreen Forest	8.97	5,605.69	0.41
Savanna Forest	55.20	34,497.75	2.52
Forest Plantation	5.47	3,416.95	0.25
Non forest	53.44	33,399.99	2.44
total	2,190.12	1,368,819.86	100

ผลการตรวจสอบความถูกต้องที่ได้จากการเปรียบเทียบผลการจำแนกพื้นที่ป่าจากข้อมูลอ้างอิงที่ได้จากการตรวจสอบภาคสนามกับข้อมูลแผนที่แสดงลักษณะสังคมพืชแต่ละชนิดบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พบว่าในการจำแนกและการตรวจสอบครั้งนี้มีความถูกต้องของผลการจำแนกโดยรวม (Overall Accuracy) เท่ากับร้อยละ 94.64

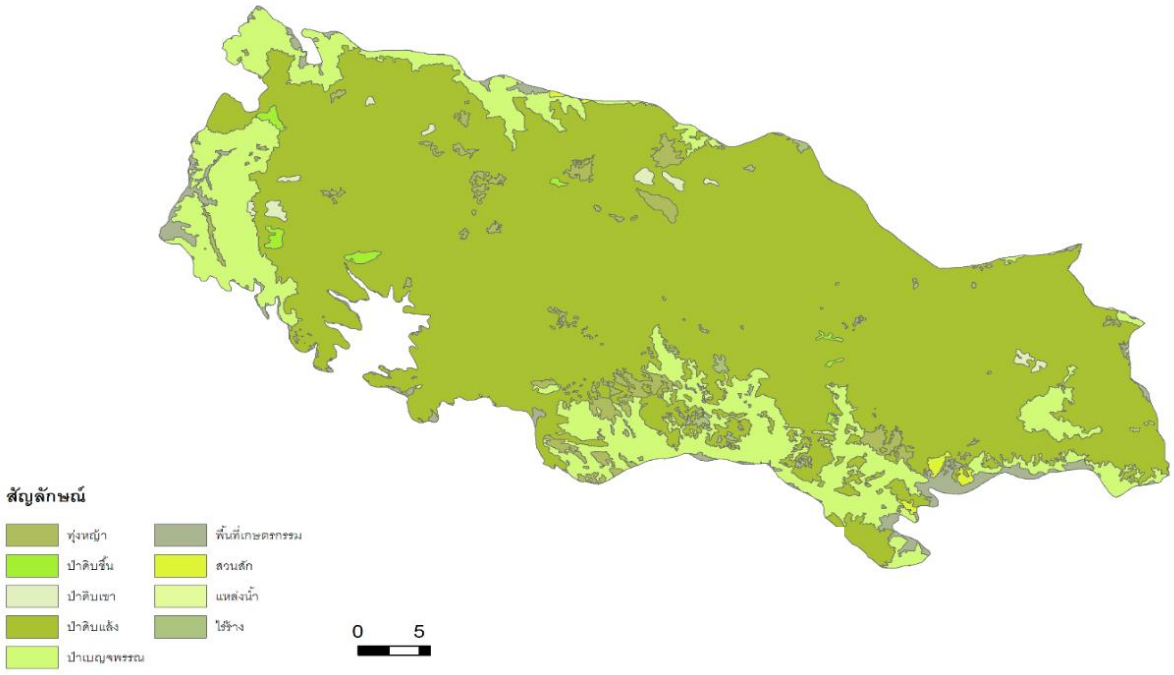
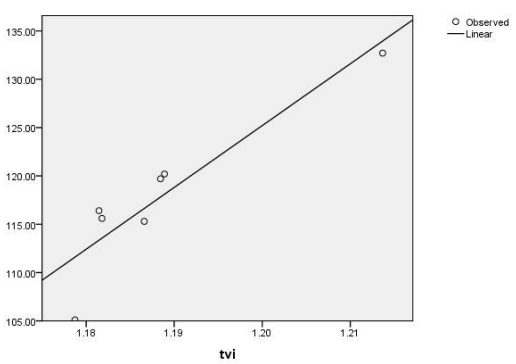


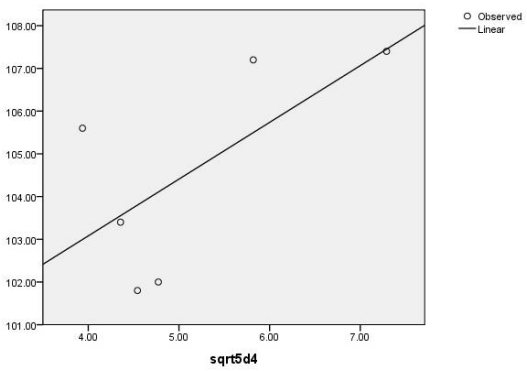
Figure 1 Forest classification in KhaoYai National Park

2. ผลของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

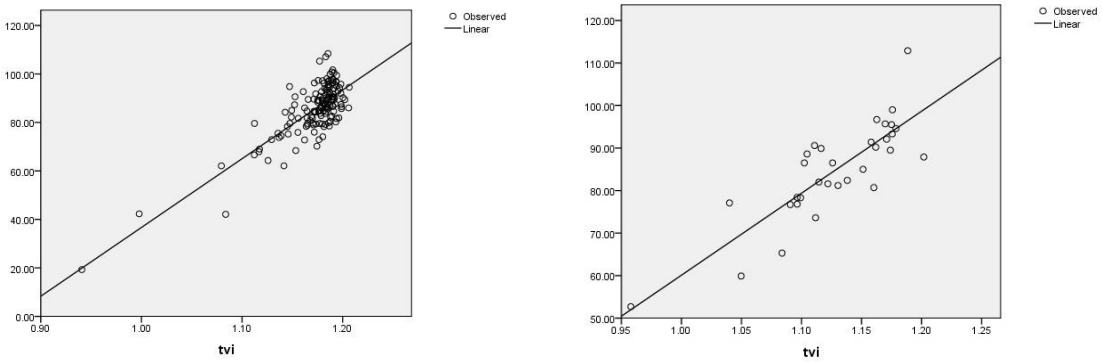
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินจากป่าดิบเขา ป่าดิบชื้น และป่าดิบแล้ง เมื่อให้ความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน พบว่า มีความสัมพันธ์กับค่า TVI,$(NIR/Red)^{1/2}$ และ TVI มากที่สุด ตามลำดับ โดยได้สัมประสิทธิ์ตัวกำหนด เท่ากับ 0.835, 0.426 และ 0.643 ตามลำดับส่วนป่าเบญจพรรณ พบว่า เมื่อให้ความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงมวลชีวภาพเหนือพื้นดินจะมีความสัมพันธ์กับค่า IPVI NDVI SAVI และ TVI มากที่สุดและเท่าๆ กัน ได้สัมประสิทธิ์ตัวกำหนด เท่ากับ 0.701 ทุกสมการ(Figure 2) ซึ่งผลการศึกษาไม่สอดคล้องกับ ตวงรัตน์ (2556) ที่ว่าดัชนีพืชพรรณที่สามารถจำแนกข้อมูลมีความถูกต้อง คือ NDVI สามารถจำแนกป่าเบญจพรรณ ป่าดิบเขา ป่าสนเขา ป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรัง ตามลำดับ



(a)



(b)



(c) (d)

Figure 2 Histogram relationship between above ground biomass and vegetation index of Hill Evergreen Forest (a), Moist Evergreen Forest (b), Dry Evergreen Forest (c), and Mixed Deciduous Forest (d).

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับค่า TVI ของป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณ (Table 2) พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญการเพิ่มขึ้นของค่า TVI ในช่วงคลื่นของภาพดาวเทียม ส่งผลให้มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณเพิ่มขึ้นสามารถอธิบายความผันแปรระหว่างค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (y_B) กับค่า TVI โดยรูปแบบสมการถดถอยของป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณ เท่ากับ -642.363 + 639.639TVI, -246.932 + 283.611TVI และ -132.843 + 192.931TVI ตามลำดับซึ่งมีส่วนที่สอดคล้องกับ อภินันท์ (2545) ที่พบว่าการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าดิบแล้ง มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีพืชพรรณ TVI มากที่สุดส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับค่า $(NIR/Red)^{1/2}$ ของป่าดิบชื้น พบว่า การเพิ่มขึ้นของค่า $(NIR/Red)^{1/2}$ ในช่วงคลื่นของภาพดาวเทียมส่งผลให้มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าดิบชื้นเพิ่มขึ้น แต่ทั้งนี้ค่าความถูกต้องของสมการที่ได้ยังมีค่าไม่เหมาะสมและข้อมูลแต่ละแปลงเมื่อเทียบกันยังมีค่าที่ต่างกันพอสมควร

Table 2 The results show the analysis ANOVA relation between above ground biomass and vegetation indices in forest types.

Forest type	Model	Sumof Squares	d.f.	Mean Square	F value
Hill Evergreen Forest	Regression	338.68	1	338.68	25.27
	Residual	67.02	5	13.40	
	Total	405.70	6		
Dry evergreen forest	Regression	12515.82	1	12515.82	264.47
	Residual	6956.66	147	47.32	
	Total	19472.48	148		

Table 2 (cont.)

Forest type	Model	Sumof Squares	d.f.	Mean Square	F value
Mixed Deciduous	Regression	2983.26	1	2983.26	70.48
Forest	Residual	1270.60	30	42.35	
	Total	425387	31		
moist evergreen	Regression	13.48	1	13.48	2.97
forest	Residual	18.15	4	4.54	
	Total	31.63	5		

3. คาดการณ์ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

การคาดการณ์มวลชีวภาพเหนือพื้นดินจากความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับดัชนีพืชพรรณในรูปแบบสมการเส้นตรงของป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณ พบว่า ประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด เท่ากับ 805,327.20, 88,982,532.98 และ 19,214,137.42 ตันของพื้นที่ชนิดป่านั้นๆ ทั้งหมด ตามลำดับ หรือเฉลี่ย 117.86, 85.64 และ 84.77 ตันต่อไร่ ตามลำดับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินจากข้อมูลทุติยภูมิของป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณ เท่ากับ 805,333.18 88,982,232.51 และ 19,214,034.12 ตัน ของพื้นที่ชนิดป่านั้นๆ ทั้งหมด ตามลำดับเปรียบเทียบมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณ ระหว่างการคาดการณ์มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในรูปแบบสมการกับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินจากข้อมูลทุติยภูมิแตกต่างกันเท่ากับ 5.98, 300.47 และ 103.30 ตัน ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนวลปราง (2548) ที่พบว่าค่าที่ได้จากเปรียบเทียบระหว่างการรับรู้จากระยะไกลกับการสำรวจภาคสนามมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ มวลชีวภาพ และปริมาณคาร์บอนสะสมเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาก

สรุป

การหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับดัชนีพืชพรรณในป่าแต่ละชนิด ด้วยวิธีทางสถิติประกอบด้วยการวิเคราะห์การถดถอย และการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ป่าดิบเขาโดยรูปแบบสมการถดถอย y_B = –642.363 + 639.639TVI มีสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด เท่ากับ 0.835 ป่าดิบแล้งโดยรูปแบบสมการถดถอย y_B= –246.932 + 283.611TVI มีสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด เท่ากับ 0.643 ป่าเบญจพรรณโดยรูปแบบสมการถดถอย y_B = –132.843 + 192.931TVI มีสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด เท่ากับ 0.701 ส่วนการหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับดัชนีพืชพรรณของป่าดิบชื้น พบว่า ค่าความถูกต้องมีแนวโน้มที่น้อย เนื่องมาจากแปลงตัวอย่างแต่ละแปลงมีค่าความหนาแน่นที่ผันผวนและจำนวนแปลงตัวอย่างไม่พอต่อการคำนวณทางสถิติ

คาดการณ์ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยใช้รูปแบบสมการถดถอยของป่าแต่ละชนิด พบว่า ป่าดิบเขาประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดของป่าเบญจพรรณประมาณค่าได้เท่ากับ 805,327.20 ตัน ของพื้นที่

ป่าดิบเขาทั้งหมด หรือเฉลี่ย 117.86 ตันต่อไร่ ป่าดิบแล้ง ประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดของป่าดิบแล้ง ประมาณค่าได้เท่ากับ 88,982,532.98 ตัน ของพื้นที่ป่าดิบแล้งทั้งหมด หรือเฉลี่ย 85.64 ตันต่อไร่ และป่าเบญจพรรณ ประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดของป่าเบญจพรรณประมาณค่าได้เท่ากับ 19,214,137.42 ตัน ของพื้นที่ป่าเบญจพรรณทั้งหมด หรือเฉลี่ย 84.77 ตันต่อไร่และพบว่าการคาดการณ์มวลชีวภาพเหนือพื้นดินจากค่าดัชนีพืชพรรณมีค่าใกล้เคียงมากกับการสำรวจภาคสนาม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระภาส คุณรัตนสิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย อรุณประภารัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล และอำนวยความสะดวกในการประสานงานเข้าพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ตวงรัตน์ คล้ายเดช. 2556. **การใช้ดัชนีพืชพรรณจากข้อมูลดาวเทียมไทยโชต สำหรับการจำแนกชนิดป่า ในอุทยานแห่งชาติดอยหลวง จังหวัดเชียงราย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นวลปราง นวลอุไร. 2548. **การเปรียบเทียบค่าดัชนีพื้นที่ใบ มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมที่อยู่เหนือพื้นดินของระบบนิเวศป่าจากการสำรวจด้านป่าไม้และการรับรู้จากระยะไกลปริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปัสสี ประสมสินธ์. 2548. **เทคนิคการสุ่มตัวอย่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้**. ภาคการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อภินันท์ ขันธิราช. 2545. **การประยุกต์ใช้ข้อมูลสำรวจระยะไกลในการจำแนกพื้นที่ป่าไม้และการประมาณมวลชีวภาพป่าไม้ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยทับทัน-ห้วยสำราญ จังหวัดสุรินทร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Crippen, R.E. 1990. Calculating the Vegetation Index Faster. **Remote Sensing of Environment Vol.** 34 :71-73.

Howard, J.A. 1991. **Remote Sensing of Forest Resources**. Chapman & Hall, London.

Jackson, R.D. 1983. Spectral Indices in n-Space. **Remote Sensing of Environment Vol.** 13 (1983):409-421.

Huete, A.R., Didan, K. and Miura, T. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment** 59(3): 440-51.

Jones, H.G. and Vaughan, R.A. 2010. **Remote sensing of vegetation: Principle, Technique and Application.** Oxford University Press, New York.

Tucker, C.J. 1979. **Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation**. NASA Technical Memorandum 79620.

U.S. Geological Survey. 2013. **Using the USGS Landsat 8 Product.** Available Source: http://landsat:usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php., February 11, 2014.

การประยุกต์แบบจำลอง CLUE - S และภาพดาวเทียม Landsat เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

Application of CLUE - S Model and Landsat Satellite Imagery for Land Use Classification in Sakaerat Biosphere Reserve, Nakhon Ratchasima Province

กนกวรรณ เขียวจันทร์[1*] วีระภาส คุณรัตนสิริ[2] และ อภิชาต ภัทรธรรม[3]

Kanokwan Kheawjun[1*], Weeraphart Khunrattanasiri[2] and Apichart Pattaratuma[3]

[1]ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forestry Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **Kanokwan.Kheawjun@gmail.com**

บทคัดย่อ

การประยุกต์แบบจำลอง CLUE - S และภาพดาวเทียม Landsat เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2554 และปี พ.ศ. 2559 โดยใช้เทคนิคการแปลตีความภาพดาวเทียมด้วยสายตา และเพื่อประยุกต์แบบจำลอง CLUE - S ในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2564 โดยแปลภาพดาวเทียมออกเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตร พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่อื่นๆ ผลการศึกษาพบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2559 มีการเปลี่ยนแปลงจากปี พ.ศ. 2554 คือ พื้นที่ประเภทพื้นที่ป่าไม้ ลดลง 12,406.25 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 2.48 แหล่งน้ำ ลดลง 5,593.75 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 27.53 และพื้นที่อื่นๆ ลดลง 381.25 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 38.61 ในขณะที่พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง เพิ่มขึ้น 14,718.75 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 69.14 และพื้นที่เกษตร เพิ่มขึ้น 3,662.50 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.71

การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2564 พบว่ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ป่าไม้ 418,656.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 39.49 หรือมีพื้นที่ลดลง 82,131.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 16.40 แหล่งน้ำ 20,850 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.97 หรือมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 531.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.61 พื้นที่เกษตร 599,987.50 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 56.59 หรือมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 83,193.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 16.10 พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง 19,643.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.85 หรือมีพื้นที่ลดลง 1,643.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7.72 และพื้นที่อื่นๆ 1,037.50 คิดเป็นร้อยละ 0.10 หรือมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 50 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5.06

คำสำคัญ: การใช้ประโยชน์ที่ดิน แบบจำลอง CLUE – S Landsat

ABSTRACT

This study aimed to i) analyze land use patterns and land use changes in Sakaerat Biosphere Reserve, Nakhon Ratchasima Province from 2011 to 2016 using visual interpretation techniques; and ii) apply CLUE-S model to predict the land use patterns in 2021. Land uses were classified into 5 categories such as forest, water, agriculture land, urban area (community and building) and other land use type (others). The results revealed that from 2011 to 2016, forest

area was reduced about 12,406.25 rai (2.48% of original forest in 2011), water was reduced approximately 5,593.75 rai (27.53% of original water in 2011) and other land use types decreased about 381.25 rai (38.61% of original others in 2011). In contrast, urban area and agriculture land increased approximately 14,718.75 rai (69.14% of original urban area in 2011) and 3,662.50 rai (0.71% of original urban area in 2011), respectively.

Outputs from CLUE-S model analysis indicated that in 2021 there would be a total forest area of 418,656.25 rai (39.49 %), in the other words, forest area was reduced about 82,131.25 rai (16.40%). Water would cover an area of 20,850 rai of water (1.97%) or increase approximately 531.25 rai (2.61%). Agriculture area and urban area would occupy 599,987.75 rai (56.59%) or increase about 83,193.75 rai (16.10%), and 19,643.75 (1.85%) rai or decrease about 1,643.75 rai (7.72%), respectively. For the other types of land use (others), it was predicted that the total area would be 1,037.50 rai (0.10%) or increase about 50 rai (5.06%).

Keywords: Land Use, CLUE - S Model, Landsat

คำนำ

การใช้ประโยชน์จากที่ดิน เป็นกิจกรรมหนึ่งที่มนุษย์ได้กระทำขึ้น เพื่อให้ได้มาซึ่งปัจจัยในการดำรงชีพ เช่น พื้นที่ทำกิน แหล่งที่อยู่อาศัย เป็นต้น เมื่อมีการเพิ่มจำนวนประชากรมากขึ้น ทำให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้นในบางพื้นที่จึงมีการบุกรุกที่ดินป่าไม้ ซึ่งเป็นทรัพยากรของส่วนรวม และก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก ทำให้ภาครัฐต้องหาวิธีการยับยั้ง หรือแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ถูกต้อง

การรับรู้จากระยะไกลเป็นเทคโนโลยีที่จะทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ประหยัดค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน ทั้งยังสามารถคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตได้ ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีทางด้านการรับรู้จากระยะไกลมาใช้ร่วมกับแบบจำลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และจำลองภาพเหตุการณ์เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อดูแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งแบบจำลอง CLUE - S ได้ถูกนำมาใช้ในการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลที่ได้จากการคาดการณ์ยังเป็นที่ยอมรับ เนื่องจากสามารถนำปัจจัยทั้งทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจและสังคมมาใช้ในการวิเคราะห์ผลได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้นำแบบจำลอง CLUE – S มาใช้ในการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการแปลตีความภาพดาวเทียม Landsat เพื่อใช้วิเคราะห์ดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา เป็นพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา เนื่องจากพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช ได้ถูกจัดตั้งขึ้นมาเพื่อเป็นพื้นที่ที่อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และในพื้นที่ยังมีการนำที่ดินไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ แต่เนื่องจากในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช ได้มีการจัดสรรพื้นที่บางส่วนเพื่อนำไปเป็นพื้นที่สำหรับการทำพื้นที่เกษตรกรรมของชาวบ้านในพื้นที่ เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด เป็นต้น จึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ดังกล่าว และในการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเภทต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช และข้อมูล

ดังกล่าวสามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการในการรองรับหรือกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาที่จะตามมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 5 ระบบบันทึกภาพ TM (Thermatic Mapper) Path 128 Row 50 บันทึกภาพวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2554 และข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 ระบบบันทึกภาพ Operational Land Imager (OLI) Path 128 Row 50 บันทึกภาพวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559
2. ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข
3. ข้อมูลชุดดิน ของกรมพัฒนาที่ดิน
4. ขอบเขตอุทยานแห่งชาติ ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
5. ขอบเขตพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช
6. แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ลำดับชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหาร
7. เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS)
8. กล้องถ่ายรูป
9. โปรแกรมประมวลผลข้อมูลการรับรู้ระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
10. เครื่องคอมพิวเตอร์

วิธีการ

1. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

1.1 การเตรียมข้อมูล โดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 5 Path 128 Row 50 บันทึกภาพ วันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2554 และข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 Path 128 Row 50 บันทึกภาพ วันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 แสดงดัง Figure 1

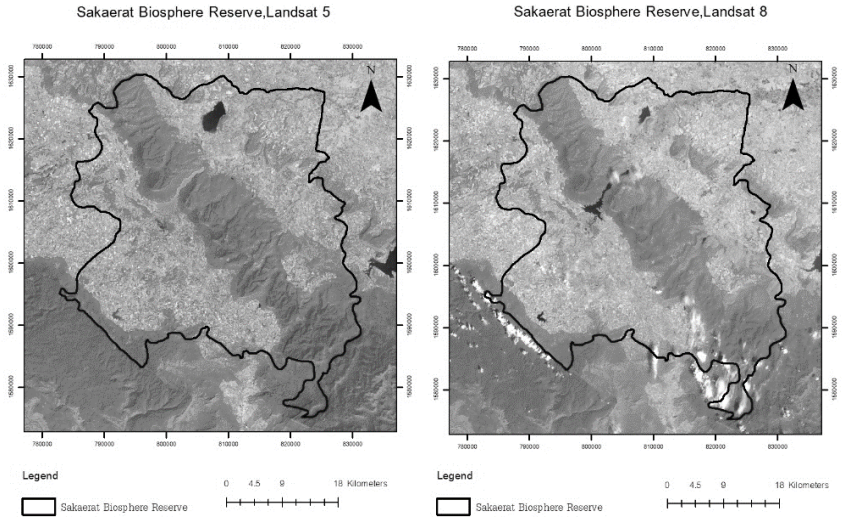


Figure 1 Sakaerat Biosphere Reserve, Nakhon Ratchasima Province

1.2 แปลตีความและวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม การแปลความและวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยการแปลตีความด้วยสายตา โดยการนำภาพดาวเทียมที่เตรียมไว้ มาทำการผสมสีเท็จเพื่อเน้นภาพให้สามารถแยกความแตกต่างของแต่ละประเภทข้อมูลได้ง่ายขึ้น จากนั้นทำการจำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียมออกเป็น 5 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตร พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่อื่นๆ โดยแบ่งตามระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ด้วยโปรแกรมประมวลผลข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.3 ประเมินความถูกต้องของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่ได้จากการแปลตีความในข้อ 1.2 โดยแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากภาพดาวเทียม Landsat 5 ทำการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกกับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 และแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากภาพดาวเทียม Landsat 8 จะดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล โดยการสำรวจภาคสนาม ซึ่งการกำหนดจุดตรวจสอบใช้วิธีการ stratified random sampling โดยแบ่งจำนวนจุดตัวอย่างให้ครอบคลุมการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 5 ประเภท จากนั้นใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก เป็นเครื่องมือในการหาตำแหน่งที่ต้องการตรวจสอบ ซึ่ง ดวงใจ และคณะ (2558) กล่าวว่าการหาจุดตรวจสอบทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการ 1 และถ้าผลการคำนวณมีทศนิยมจะได้รับการปัดเศษขึ้น

$$n = \frac{z^2(p)(q)}{e^2} \qquad (1)$$

เมื่อ n คือ จำนวนจำนวนจุดตรวจสอบที่เหมาะสม
p คือ โอกาสที่จะเกิดความถูกต้อง (มีค่าระหว่าง 0-1)
q คือ โอกาสที่จะเกิดความผิดพลาด (มีค่าเท่ากับ 1-p)
z คือ ค่าคะแนน z (ค่าเท่ากับ 1.96 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)
e คือ ค่าความจำแนกผิดพลาดจากการสุ่ม

การกำหนดจุดตรวจสอบภาคสนามแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากการคำนวณโดยใช้สมการการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (ปัสสี, 2548) ดังสมการที่ 2

$$n_h = nW_h \qquad (2)$$

เมื่อ n_h คือ ขนาดของชั้นภูมิที่ h หรือจำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมดในชั้นภูมิที่ h
n คือ ขนาดตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการสำรวจ
W_h คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของชั้นภูมิที่ h ($\frac{N_h}{N}$)

ดังนั้น n_h คือ จำนวนจุดทดสอบทั้งหมด $\times \frac{\text{สัดส่วนพื้นที่ที่ได้จากการจำแนกในแต่ละชั้นข้อมูล}}{100}$

1.4 สมพร (2552) กล่าวว่า การตรวจสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่ง ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความถูกต้องระหว่างข้อมูลที่ได้จากการแปลจากข้อมูลภาพดาวเทียม ซึ่งจะแยกเป็นการตรวจสอบความถูกต้องโดยรวมและความถูกต้องของแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน

ความถูกต้องโดยรวมของการตรวจสอบระหว่างผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลข้อมูลภาพดาวเทียม และข้อมูลที่นำมาอ้างอิง สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 3

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\text{Total Number of Correct Classification}}{\text{Total Number of Classification}} \qquad (3)$$

ความถูกต้องของผู้ใช้ (User Accuracy: UA) เป็นตัวบอกถึงประสิทธิภาพหรือความแม่นยำในการจำแนกข้อมูล หมายถึง ร้อยละของจุดภาพที่จำแนกได้ถูกต้องตามความเป็นจริงของข้อมูลประเภทนั้นๆ ความถูกต้องของผู้ใช้สามารถคำนวณได้จากตาราง Error Matrix โดยใช้สมการที่ 4

$$\text{User's Accuracy (\%)} = \frac{\text{Number in Diagonal Cell}}{\text{Number in Colum Total}} \times 100 \qquad (4)$$

ความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer Accuracy) เป็นตัวบอกถึงประสิทธิผลหรือความถูกต้องของการจัดแบ่งกลุ่มข้อมูล ซึ่งหมายถึงความผิดพลาดที่เกิดจากการหายไปของจุดภาพ เนื่องมาจากถูกจำแนกผิดไปอยู่ในกลุ่มข้อมูลอื่น โดยใช้สมการที่ 5

$$\text{Product's Accuracy (\%)} = \frac{\text{Number in Diagonal Cell}}{\text{Number in Row Total}} \times 100 \qquad (5)$$

2. เมื่อได้ข้อมูลรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในรูปแบบของข้อมูลราสเตอร์แล้ว จะนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในกระบวนการการคาดการณ์ข้อมูลรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3. การเตรียมข้อมูลสำหรับการคาดการณ์โดยใช้แบบจำลอง CLUE - S

3.1 แยกประเภทชั้นข้อมูลข้อมูลรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ออกเป็น 5 ชั้นข้อมูล ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตร พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่อื่นๆ จากนั้นเตรียมข้อมูลปัจจัยต่างๆ เพื่อหาความสัมพันธ์ปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3.2 สร้างชั้นข้อมูลขอบเขตพื้นที่คุ้มครอง โดยกำหนดให้พื้นที่ในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1A พื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1B และพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 2 เป็นพื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3.3 สร้างตารางข้อมูลลำดับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยจะเป็นการกำหนดลำดับของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน แสดงดัง Table 1

Table 1 Land use change sequences.

Land Use	Forest	Water	Agriculture	Urban	Miscellaneous
Forest	1	1	1	1	1
Water	0	1	0	0	0
Agriculture	1	1	1	1	1
Urban	0	0	0	1	0
Miscellaneous	0	1	1	1	1

กำหนดค่า 0 หมายถึง การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทนั้นไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินอีกประเภทได้ และ ค่า 1 หมายถึง การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทนั้น สามารถเปลี่ยนไปเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินอีกประเภทได้

3.4 นำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2554 และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2559 ซ้อนทับกันเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกิดขึ้น นำผลที่ได้ไปคาดการณ์ความต้องการการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3.5 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 ถึงปี พ.ศ. 2564 ของพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยการนำการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2554 คือพื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตร พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่อื่นๆ เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคาดการณ์ โดยในการคาดการณ์จะต้องมีการกำหนดกฎเกณฑ์ที่จำเป็นให้กับแบบจำลอง เช่น จำนวนของการใช้ประโยชน์ที่ดิน จำนวนปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน จำนวนแถว จำนวนคอลัมน์ของข้อมูล ค่าพิกัดเริ่มต้นของข้อมูลภาพ ตัวเลขรหัสการใช้ที่ดิน ความยืดหยุ่นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแต่ละประเภท ปีที่เริ่มต้นและปีสุดท้ายที่ใช้ในการคาดการณ์ รูปแบบของไฟล์ผลลัพธ์ที่ต้องการ เป็นต้น ทั้งนี้การเตรียมข้อมูลทั้งหมดต้องอยู่ในรูปแบบของ ASCII ก่อนการนำเข้าในแบบจำลอง

ผลและวิจารณ์

1. ผลการจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2554 แสดงดัง Figure 2

1.1 จากการแปลตีความภาพดาวเทียม Landsat 5 Path 128 Row 50 บันทึกภาพ วันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2554 โดยการแปลตีความด้วยสายตา เพื่อจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2554 (Figure 2) โดยแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 5 ประเภทคือ พื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตร พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่อื่นๆ พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ป่าไม้ 500,787.50 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 47.24 แหล่งน้ำ 20,318.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.92 พื้นที่เกษตร 516,793.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 48.75 พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง 21,287.50 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.01 และพื้นที่อื่นๆ 987.50 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.09 โดยพบว่ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรมากที่สุดโดยพบเป็นพืชไร่ ยูคาลิปตัส มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด เป็นต้น รองลงมาคือ พื้นที่ป่าไม้ ซึ่งพื้นที่ป่าดังกล่าวมีทั้งที่เป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติ และพื้นที่ที่มีการปลูกป่าฟื้นฟู พื้นที่แหล่งน้ำเป็นแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ห้วย หนอง คลอง และแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น อ่างเก็บน้ำ เขื่อน คลองชลประทาน พื้นที่

ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่อื่นๆ เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำ เหมือง เป็นต้น การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช ปี พ.ศ. 2554 แสดงดัง Table 2

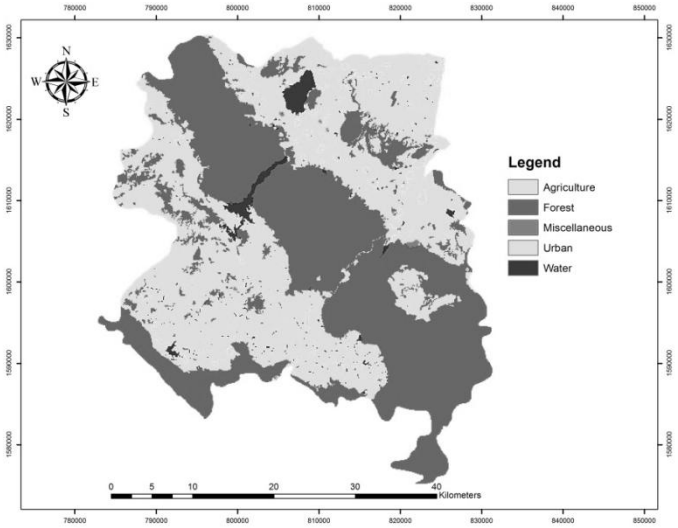


Figure 2 Land use map in Sakaerat Biosphere Reserve in 2011.

Table 2 Land use in Sakaerat Biosphere Reserve, 2011.

Land use	Area (Rai)	Percentage
Forest	500,787.50	47.24
Water	20,318.75	1.92
Agriculture	516,793.75	48.75
Urban	21,287.50	2.01
Miscellaneous	987.50	0.09
Total	**1,060,175.00**	**100.00**

1.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช ปี พ.ศ. 2554 การตรวจสอบความถูกต้องของการแปลการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช ปี พ.ศ. 2554 มีจุดตรวจสอบทั้งหมด 198 จุด ได้จำนวนจุดตรวจสอบภาคสนามแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนี้ คือ พื้นที่ป่าไม้ 93 จุด แหล่งน้ำ 4 จุด พื้นที่เกษตร 96 จุด พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง 4 จุด พื้นที่อื่นๆ 1 จุด การตรวจสอบความถูกต้องของการแปลการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช ปี พ.ศ. 2554 โดยใช้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 พบว่าจากจำนวนจุดตรวจสอบทั้งหมด 198 จุด จำนวนจุดตรวจสอบที่จำแนกได้ถูกต้อง คือ พื้นที่ป่าไม้ 86 จุด แหล่งน้ำ 4 จุด พื้นที่เกษตร 79 จุด ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง 4 จุด และพื้นที่อื่นๆ 1 จุด รวมทั้งหมด คือ 174 จุด ดังนั้นความถูกต้องรวม คือ อัตราส่วนของจุดตรวจสอบที่ถูกต้องต่อจุดตรวจสอบทั้งหมด ซึ่งมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 87.88 และความถูกต้องของผู้ใช้ คือ พื้นที่ป่าไม้มีความถูกต้องร้อยละ 92.47 แหล่งน้ำ ไม่มีความผิดพลาดของการจำแนกข้อมูล พื้นที่เกษตร มีความถูกต้องร้อยละ

82.29 พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง ไม่มีความผิดพลาดของการจำแนกข้อมูล และพื้นที่อื่นๆ ไม่มีความผิดพลาดของการจำแนกข้อมูล และความถูกต้องของผู้ผลิต คือ พื้นที่ป่าไม้ มีความถูกต้องร้อยละ 90.53 แหล่งน้ำ มีความถูกต้องร้อยละ 80 พื้นที่เกษตร มีความถูกต้องร้อยละ 94.05 พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง มีความถูกต้องร้อยละ 36.36 และพื้นที่อื่นๆ มีความถูกต้องร้อยละ 33.33

2. การจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2559

2.1 จากการแปล Landsat 8 Path 128 Row 50 บันทึกภาพวันที่ 17 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ด้วยการแปลสายตายตา เพื่อจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2559 (Figure 3) โดยแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตร พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่อื่นๆ พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ป่าไม้ 488,381.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 46.07 แหล่งน้ำ 14,725.00 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.39 พื้นที่เกษตร 520,456.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49.09 พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง 36,006.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.40 และพื้นที่อื่นๆ 606.25 คิดเป็นร้อยละ 0.06

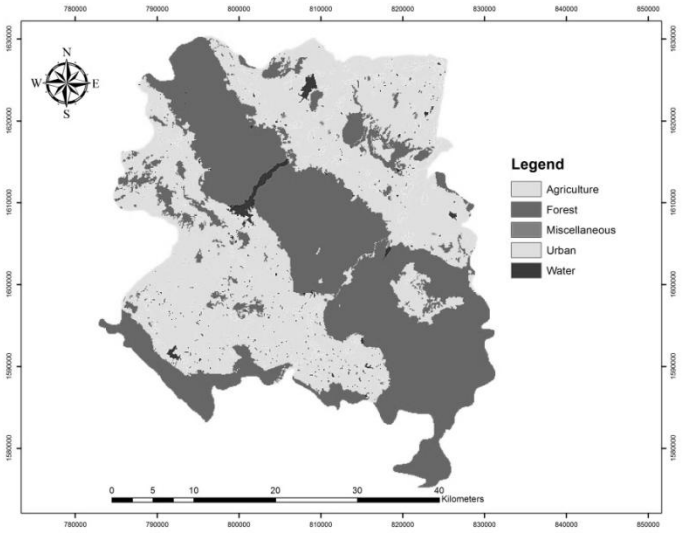


Figure 3 Land use map in Sakaerat Biosphere Reserve in 2016.

จากการศึกษาพบว่ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรมากที่สุด โดยพบเป็นพืชไร่ ยูคาลิปตัส มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด เป็นต้น รองลงมาคือ พื้นที่ป่าไม้ ซึ่งพื้นที่ป่าดังกล่าวมีทั้งที่เป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติ และพื้นที่ที่มีการปลูกป่าฟื้นฟู พื้นที่แหล่งน้ำเป็นแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ห้วย หนอง คลอง และแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น อ่างเก็บน้ำ เขื่อน คลองชลประทาน พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่อื่น เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำ พื้นที่รกร้าง เหมือง เป็นต้น การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช ปี พ.ศ. 2559 แสดงดัง Table 3

Table 3 Land use in Sakaerat Biosphere Reserve in 2016.

Land use	Area (Rai)	Percentage
Forest	488,381.25	46.07
Water	14,725	1.39
Agriculture	520,456.25	49.09
Urban	36,006.25	3.40
Miscellaneous	606.25	0.06
Total	**1,060,175.00**	**100.00**

2.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช ปี พ.ศ. 2559

การตรวจสอบความถูกต้องของการแปลการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช ปี พ.ศ. 2559 มีจุดตรวจสอบทั้งหมด 199 จุด ได้จำนวนจุดตรวจสอบภาคสนามแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนี้ คือ พื้นที่ป่าไม้ 91 จุด แหล่งน้ำ 3 จุด พื้นที่เกษตร 97 จุด พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง 7 จุด พื้นที่อื่นๆ 1 จุด รวมทั้งหมด 199 จุด การตรวจสอบความถูกต้องของการแปลการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช ปี พ.ศ. 2559 โดยการลงสำรวจพื้นที่จริงเป็นข้อมูลอ้างอิงในการตรวจสอบความถูกต้อง พบว่าจากจำนวนจุดตรวจสอบทั้งหมด 199 จุด จำนวนจุดตรวจสอบที่จำแนกได้ถูกต้อง คือ พื้นที่ป่าไม้ 81 จุด แหล่งน้ำ 3 จุด พื้นที่เกษตร 80 จุด พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง 7 จุด และพื้นที่อื่นๆ 1 จุด รวมทั้งหมด คือ 172 จุด ดังนั้นความถูกต้องรวมของจุดตรวจสอบที่ถูกต้องเท่ากับร้อยละ 86.43 และความถูกต้องของผู้ใช้ คือ พื้นที่ป่าไม้ มีความถูกต้องร้อยละ 89.01 แหล่งน้ำ ไม่มีความผิดพลาดของการจำแนกข้อมูล พื้นที่เกษตร มีความถูกต้องร้อยละ 82.47 พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง ไม่มีความผิดพลาดของการจำแนกข้อมูล และพื้นที่อื่นๆ ไม่มีความผิดพลาดของการจำแนกข้อมูล และความถูกต้องของผู้ผลิต คือ พื้นที่ป่าไม้ มีความถูกต้องร้อยละ 92.04 แหล่งน้ำ มีความถูกต้องร้อยละ 75 พื้นที่เกษตร มีความถูกต้องร้อยละ 91.95 พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง มีความถูกต้องร้อยละ 41.14 และพื้นที่อื่นๆ มีความถูกต้องร้อยละ 33.33

3. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชระหว่าง ปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2559

จากการศึกษาพบว่าการใช้ประโยชน์การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชจากปี พ.ศ. 2554 จนถึง ปีพ.ศ. 2559 มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ คือพื้นที่ประเภทพื้นที่ป่าไม้ ลดลง 12,406.25 ไร่ แหล่งน้ำลดลง 5,593.75 ไร่และพื้นที่อื่นๆ ลดลง 50 ไร่ ในขณะที่พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง เพิ่มขึ้น 14,718.75 ไร่ และพื้นที่เกษตร เพิ่มขึ้น 3,662.50 ไร่

4. การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้แบบจำลอง CLUE - S

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยการนำข้อมูลการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ทั้ง 5 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตร พื้นที่

ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่อื่นๆ โดยการประเมินจากแนวโน้มการใช้ที่ดินในอดีต พบว่า มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ป่าไม้ 418,656.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 39.49 แหล่งน้ำ 20,850.00 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.97 พื้นที่เกษตร 599,987.50 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 56.59 พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง 19,643.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.85 และพื้นที่อื่นๆ 1,037.50 คิดเป็นร้อยละ 0.10 แสดงดัง Table 4

Table 4 Land use in Sakaerat Biosphere Reserve in 2021.

Landuse	Area (Rai)	Percentage
Forest	418,656.25	39.49
Water	20,850.00	1.97
Agriculture	599,987.50	56.59
Urban	19,643.75	1.85
Miscellaneous	1,037.50	0.10
Total	**1,060,175.00**	**100.00**

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้แบบจำลอง CLUE – S มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 – 2564 แสดงดัง Figure 4

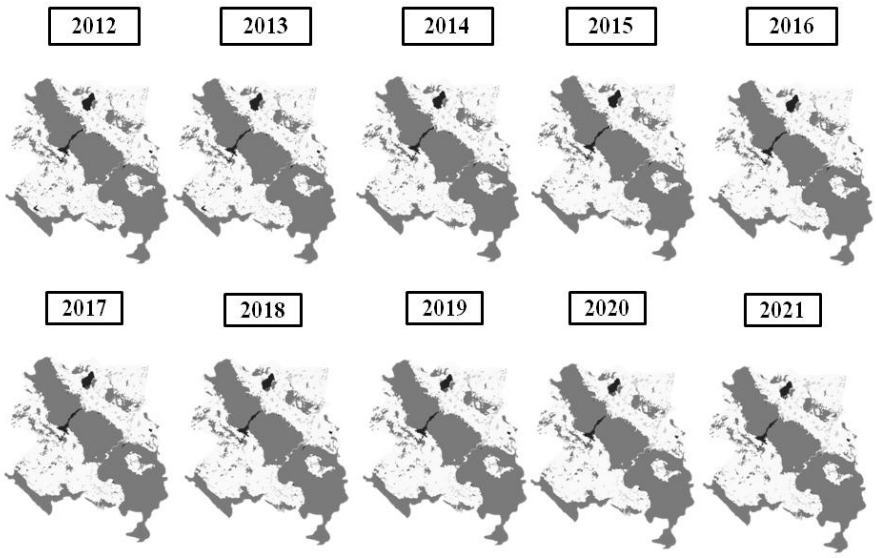


Figure 4 Land use map in Sakaerat Biosphere Reserve in 2012 - 2020.

สรุปผลและวิจารณ์

การจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2554 พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ป่าไม้ 500,787.50 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 47.24 แหล่งน้ำ 20,318.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.92 พื้นที่เกษตร 516,793.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 48.75 พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง 21,287.50 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.01 และพื้นที่อื่นๆ 987.50 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.09 และมีความถูกต้องของการแปลข้อมูลภาพดาวเทียมร้อยละ 87.88

การจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2559 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ป่าไม้ 488,381.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 46.07 แหล่งน้ำ 14,725.00 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.39 พื้นที่เกษตร 520,456.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49.09 พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง 36,006.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.40 และพื้นที่อื่นๆ 606.25 คิดเป็นร้อยละ 0.06 และมีความถูกต้องของการแปลข้อมูลภาพดาวเทียมร้อยละ 86.43 โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2559 มีการเปลี่ยนแปลงจากปี พ.ศ. 2554 คือ พื้นที่ประเภทพื้นที่ป่าไม้ ลดลง 12,406.25 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 2.48 แหล่งน้ำลดลง 5,593.75 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 27.53 และพื้นที่อื่นๆ ลดลง 381.25 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 38.61 ในขณะที่พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง เพิ่มขึ้น 14,718.75 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 69.14 และพื้นที่เกษตร เพิ่มขึ้น 3,662.50 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.71

การคาดการณ์จากแบบจำลอง CLUE – S พบว่า ในปี พ.ศ. 2564 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ป่าไม้ 418,656.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 39.49 แหล่งน้ำ 20,850 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.97 พื้นที่เกษตร 599,987.50 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 56.59 พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง 19,643.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.85 และพื้นที่อื่นๆ 1,037.50 คิดเป็นร้อยละ 0.10 โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2564 มีการเปลี่ยนแปลงจากปี พ.ศ. 2554 คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ลดลง 82,131.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 16.40 แหล่งน้ำ มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 531.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.61 พื้นที่เกษตร มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 83,193.75 ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 16.10 พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง มีพื้นที่ลดลง 1,643.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7.72 และพื้นที่อื่นๆ มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 50 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5.06

จากผลการคาดการณ์ดังกล่าวพบว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษาของ สิริรัตน์ (2559) ได้กล่าวไว้ว่าจากการติดตามการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าระหว่างปี 2530 – 2558 พบว่าพื้นที่ป่าบริเวณพื้นที่เขตรอบนอก และพื้นที่เขตกันชนของบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากในบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชได้มีการอนุญาตให้ประชาชนดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.วีระภาส คุณรัตนสิริ ศ.ดร.อภิชาต ภัทรธรรม และเพื่อนนิสิตปริญญาโททุกคนที่มีส่วนช่วยในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ดวงใจ ศุขเฉลิม, สันติ สุขสอาด และ ยงยุทธ ไตรสุรัตน์. 2558. **คู่มือการศึกษาป่าไม้ไทย**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปัสสี ประสมสินธ์. 2548. **เทคนิคการสุ่มตัวอย่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้**. ภาควิชาการทรัพยากรป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมพร สง่าวงศ์. 2552. **การสำรวจจากระยะไกลในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน และการประยุกต์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สิริรัตน์ วารีรำพึงเพลิน. 2559. **สะแกราชโมเดล ต้นแบบจัดการผืนป่าอย่างยั่งยืน.** แหล่งที่มา: https://goo.gl/o4rudd, 24 พฤศจิกายน 2560.

สมบัติเชิงกลและโครงสร้างของรากต้นแดงและรากต้นยางนา

Mechanical Properties and Structures of *Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub. and *Dipterocarpus alatus* Roxb.'s Root

อังคณา ทองคำ[1] และ **พยัตติพล ณรงคะชวนะ**[1*]

Angkana Thongkam[1] and **Payattipol Narangajavana**[1*]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding author; Email: fforppn@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การคัดเลือกชนิดพันธุ์พืชที่จะใช้เป็นทางเลือกในการเสริมแรงในดิน จำเป็นต้องทราบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับระบบรากเชิงกลและค่าดัชนีราก แต่เนื่องจากข้อมูลทางด้านชีววิศวกรรมปฐพีมีการศึกษาน้อย ยังขาดข้อมูลในอีกหลายชนิดพันธุ์ ทำให้ไม่สามารถแนะนำชนิดพันธุ์ที่เหมาะสมได้ในเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาลักษณะการกระจายของรากและทดสอบแรงดึงรากของต้นแดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub) และต้นยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb) อายุ 4 ปี จากแปลงทดลองของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยศึกษารูปแบบการกระจายรากตามนิยามของ Yen (1987) พื้นที่หน้าตัดรากตามความลึก ดัชนีความสามารถของรากในการยึดดินในภาคสนาม และทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของรากในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีป่าไม้ ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์

ผลการศึกษา พบว่ารูปแบบลักษณะการกระจายของระบบรากต้นแดงเป็นแบบ H-Type และ VH-Type ต้นยางนาเป็นแบบ VH-Type พื้นที่หน้าตัดรากส่วนใหญ่อยู่ในช่วงระดับความลึก 10 – 20 เซนติเมตร ค่า IRA ของต้นแดงและต้นยางนาจัดอยู่ในกลุ่มปานกลางและสูง ตามลำดับ ค่า IRB จัดอยู่ในกลุ่มต่ำและปานกลาง ตามลำดับ สมบัติเชิงกลของรากที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. พบว่ารากต้นแดงและต้นยางนา มีค่าความต้านทานแรงดึงราก (T_r) 352.93 N และ 309.78 N ตามลำดับ ค่ากำลังรับแรงดึงราก (T_s) 17.97 MPa และ 15.77 MPa ตามลำดับ และค่ามอดูลัสของยัง (Y) 83.96 MPa และ 85.99 MPa ตามลำดับ

คำสำคัญ: สมบัติเชิงกลของราก โครงสร้างราก ต้นแดง ต้นยางนา

ABSTRACT

Selection of tree species for soil reinforcement requires basic information about root mechanical systems and root index. However, bioengineering information of many plant species is

still lacking in Thailand, causing an inappropriate species selection for forest rehabilitation. This study investigated mechanical properties and structures of 4 years old *Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub, (*XX*) and *Dipterocarpus alatus* Roxb, (*DA*)'s root in experimental plots of Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon ratchasima Province, Thailand. The root system distribution was studied according to Yen's definition (1987): root cross-sectional area (XS) at various depths, root index for soil reinforcement in the field, and laboratory experiment on root tensile resistance properties in the Soil Bioengineering Laboratory, Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry.

The results revealed that root structure of *XX* was H-Type and VH-Type, and root structure of DA was VH-Type. The root XS of *XX* and *DA* were distributed densely at 10-20 cm depth from the surface. Index of Root Anchoring (IRA) of *XX* and *DA* were classified as medium and high, respectively; while Index of Root Binding (IRB) were low and medium, respectively. For the mechanical properties of 5 mm. root diameter, it was reported that root tensile resistance force (T_r) of *XX* and *DA* were 352.93 N and 309.78 N, respectively. The tensile strength (T_s) of *XX* and *DA* were 17.97 MPa and 15.77 MPa, respectively. The Young's modulus (Y) of *XX* and *DA* were 83.96 MPa and 85.99 MPa, respectively.

Keywords: root mechanical properties, root structures, *Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub., *Dipterocarpus alatus* Roxb.

คำนำ

การฟื้นฟูพื้นที่ลาดที่เกิดจากดินถล่มสามารถประยุกต์ใช้พืชพรรณร่วมกับโครงสร้างทางวิศวกรรมได้ ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างงานทางชีวภาพกับงานทางวิศวกรรมที่เรียกว่า ชีววิศวกรรมปฐพี (Soil-bioengineering) โดยพืชพรรณจะถูกมองว่าเป็นโครงสร้างทางวิศวกรรมที่มีชีวิต สมบัติเชิงกลของรากพืชเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการอธิบายว่ารากพืชช่วยยึดดินได้อย่างไรในรูปของแรงดึงราก แรงเฉือนราก และนำไปสู่การวิเคราะห์เสถียรภาพความลาดต่อไป พืชมีบทบาทในการป้องกันการชะล้างพังทลายของผิวหน้าดินและมวลดินถล่มในระดับตื้น (Shallow landslide) โดยรากพืชเป็นตัวเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวดิน และต่อต้านแรงกระทำที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของมวลดิน การใช้พืชเป็นตัวป้องกันดินถล่มนั้น เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและสอดคล้องกลมกลืนกับธรรมชาติ ค่าใช้จ่ายในการสร้างและบำรุงรักษาต่ำ และมีความยั่งยืนมากกว่าการใช้เพียงโครงสร้างทางวิศวกรรมเพียงอย่างเดียว

ในพื้นที่ป่าไม้ การป้องกันและฟื้นฟูพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายจากภัยพิบัติดินถล่ม มีความยากลำบากต่อการใช้โครงสร้างทางวิศวกรรม การเลือกใช้พืชหรือต้นไม้มาปลูกโดยให้รากของพืชเปรียบเสมือนโครงสร้างทางวิศวกรรมจะมีความเหมาะสมกว่า การเลือกชนิดพืชที่ปลูกจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ลักษณะการกระจายของระบบรากและคุณสมบัติเชิงกลของราก ได้แก่ แรงถอนดึงหรือความต้านทานการดึง แรงเฉือนหรือความต้านทานการเลื่อนไถลในบริเวณที่เป็นระนาบพิบัติ และแรงดึงรากซึ่งเป็นแรงต้านทานการดึงขาดของรากเดี่ยว (อภินิติ, 2556) พืชแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติเชิงกลของรากที่แตกต่างกัน การปลูกแบบผสมผสานกับต้นไม้ชนิดอื่น และหญ้าอื่นๆ อาจเพิ่ม

ความเสถียรของความลาดได้ดีขึ้น โดยให้พืชพรรณมีรูปแบบแตกต่างกันไปตามความลึกของรากจะช่วยป้องกันดินได้ดี และเพิ่มเสถียรภาพของลาดได้ (Hairiah *et al*., 2006) เมื่อพืชพรรณมีการเจริญเติบโต รากพืชสามารถหยั่งลึกลงไปได้เรื่อยๆ ส่งผลให้คุณสมบัติเชิงกลของรากพืชเพิ่มมากขึ้นไปด้วย จากข้อมูลในอดีตพบว่า การศึกษาเรื่องสมบัติเชิงกลและการเสริมแรงของรากพืชไม้ป่ามีเพียง 15 ชนิดเท่านั้น ดังนั้น การพิจารณาเลือกชนิดพันธุ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่จึงยังมีอุปสรรคอยู่เนื่องจากขาดข้อมูลทางด้านชีววิศวกรรมในอีกหลายชนิดพันธุ์ งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะการกระจายของระบบรากและคุณสมบัติเชิงกลของต้นแดง เนื่องจากเป็นไม้ป่าที่มีระบบรากลึกและรากแผ่กระจายได้ดี ทำให้ชะลอการพังทลายของหน้าดินได้ และต้นยางนาซึ่งเป็นไม้ที่มีลักษณะสูงใหญ่ ลำต้นเปลาตรง มีระบบรากหยั่งลึก มีคุณสมบัติความแข็งแรงสูง (Nilaweera and Nutalaya, 1999) พื้นที่ศึกษาคือ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เนื่องจากมีแปลงทดลองระบบรากพืชไม้ป่าของภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้อยู่แล้ว โดยศึกษาเฉพาะแรงต้านทานแรงดึงราก กำลังรับแรงดึงราก และค่ามอดูลัสของยัง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของระบบรากพืชที่ใช้เป็นทางเลือกในการเสริมแรงในดิน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่องานชีววิศวกรรมปฐพีการป้องกันและฟื้นฟูพื้นที่ที่เกิดปัญหาดินถล่มหรือมีการชะล้างพังทลายของดินต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วางแผนและรวมรวมข้อมูลเบื้องต้น

รวมรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับต้นแดง และต้นยางนา อายุ เส้นผ่านศูนย์กลางระดับตอ วิธีปลูก ระยะปลูก สภาพพื้นที่ สำรวจจำนวนต้นไม้ภายในแปลงที่ศึกษา วางแผนคัดเลือกต้นไม้ตัวอย่างเพื่อนำไปทดสอบค่าแรงต่างๆ

2. เก็บข้อมูลในพื้นที่ศึกษา

2.1 เก็บข้อมูลของรากไม้ โดยทำการศึกษาการกระจายของรากด้วยการขุดรากให้มีการกระทบกระเทือนน้อยที่สุด และทำหน้าตัดดิน (Profile wall) ร่างภาพหรือถ่ายรูปเพื่อให้เห็นถึงทิศทางการกระจายของราก วัดความยาวรากในแนวนอนสูงสุด ความยาวรากในแนวดิ่งสูงสุด และจำนวนราก นำมาเทียบกับรูปแบบลักษณะการแผ่ขยายของระบบรากพืชตามนิยามของ Yen (1987) และหาค่าดัชนีความสามารถของรากโดยใช้สมการของ Hairiah *et al*. (2006) นำรากมาทำการตัดแบ่งให้ยาวประมาณ 10 – 15 เซนติเมตร แล้วเก็บรักษาโดยการแช่รากในสารละลายแอลกอฮอล์เจือจาง 15% ตามวิธีการของ Bischetti *et al*. (2009)

2.2 การทดสอบกำลังรับแรงดึงของรากไม้ นำรากที่เก็บรักษาไว้มาทดสอบกับเครื่องทดสอบแรงดึงรากที่ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีป่าไม้ ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ ติดตั้งเครื่องวัดระยะการเคลื่อนตัว (LVDT) และอุปกรณ์วัดค่าแรงดึง (load cell) ผ่านเครื่องบันทึกข้อมูล (data logger) ดัง Figure 1 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากที่ขาดเทียบกับค่าแรงต้านทานแรงดึงรากสูงสุด (root tensile resistance force ; T_r) หาค่ากำลังรับแรงดึงราก (Tensile strength; T_s) โดยนำค่าแรงต้านทานแรงดึงของรากหารด้วยพื้นที่หน้าตัดบริเวณที่รากขาด และคำนวณค่าความยืดหยุ่นของราก (Young's modulus : Y) จากค่ากำลังรับแรงดึงรากหารด้วยค่าระยะที่เปลี่ยนไปของรากก่อนและหลังวัดแรงดึง (Strain)

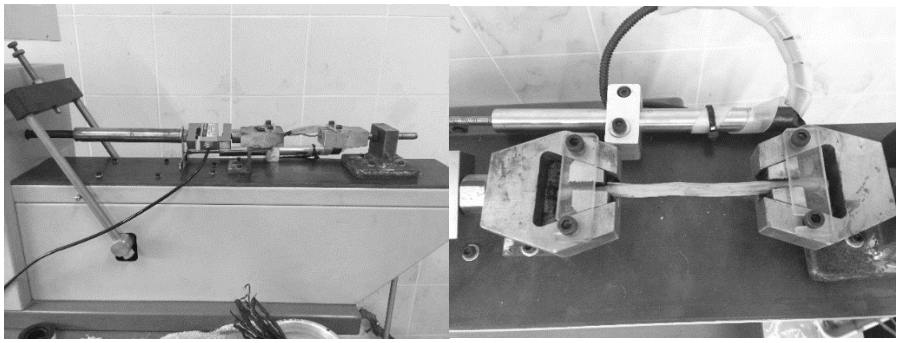


Figure 1 Root tensile resistance testing apparatus

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ลักษณะการกระจายของราก จากการขุดรากในสนาม บันทึกข้อมูลรูปร่างการกระจายรากเทียบกับนิยามระบบรากพืชของ Yen (1987) โดยพิจารณาจากการแตกแขนง ทิศทาง มุมที่รากเอียงไปจากลำต้น จำนวนราก และคำนวณค่าดัชนีความสามารถของรากในการยึดดินมิให้เคลื่อนตัว (Index of root anchorage : IRA) และค่าดัชนีความสามารถของรากในการช่วยลดการกัดเซาะหน้าดิน (Index of root binding : IRB) โดยใช้สมการของ Hairiah et al. (2006) บันทึกภาพและวัดพื้นที่หน้าตัดส่วนที่เป็นรากทุกระยะลึก 10 เซนติเมตร เพื่อนำไปพล็อตกราฟการกระจายของพื้นที่หน้าตัดรากตามระดับความลึก

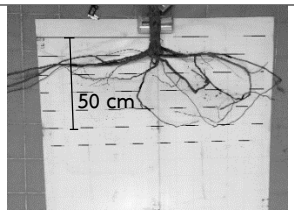
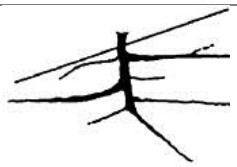
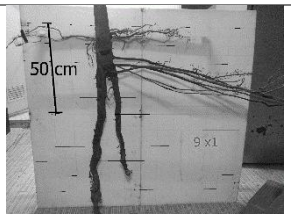
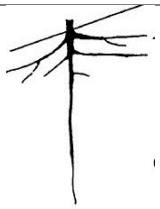
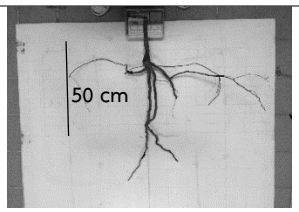
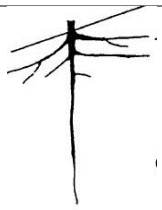
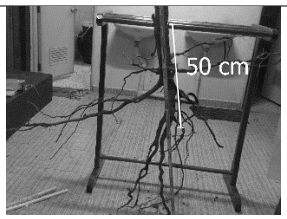
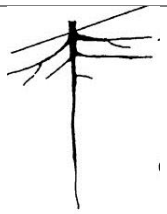
3.2 วิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณที่รากขาดกับค่าแรงดึงต่าง ๆ ได้แก่ ค่าแรงต้านทานแรงดึงราก (Root tensile resistance : T_r) ค่ากำลังรับแรงดึงราก (Root tensile strength : T_s) และ ค่ามอดูลัสของยัง (Y) ด้วยสมการถดถอยแบบกำลัง (power regression) ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยค่าทดสอบ F จากตาราง ANOVA

ผลและวิจารณ์

1. การกระจายของระบบราก

จากลักษณะภูมิประเทศของแปลงทดลองที่เป็นเนินเขา ชั้นดินมีความลึกประมาณ 1-2 เมตร ที่ระยะลึก 0.8 เมตรขึ้นไป มีเศษหินปะปนในชั้นดินมาก การขุดรากเป็นไปด้วยความยากลำบาก จำนวนต้นแดงและต้นยางนาที่ใช้ศึกษามีเพียง 9 และ 6 ต้น ตามลำดับ ไม้ที่ปลูกมีอายุเฉลี่ย 4 ปี ความสูงเฉลี่ยของต้นแดงและต้นยางนาคือ 0.8 และ 1.1 เมตร ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าการกระจายของรากต้นแดงส่วนใหญ่มีรูปแบบการกระจายแบบ H-Type เนื่องจากต้นแดงที่นำมาศึกษามีรากแนวนอนกระจายตัวมากที่ระดับความลึก 10 - 30 เซนติเมตร และมีสัดส่วนมากกว่ารากที่หยั่งลึกลงไปในดิน แต่บางต้นก็มีการกระจายแบบ VH-Type ด้วยเช่นกัน สำหรับการกระจายของรากยางนา มีรูปแบบการกระจายแบบ VH-Type เนื่องจากยางนามีอัตราส่วนรากแนวดิ่งที่หยั่งลึกในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกับรากที่แผ่ขยายในแนวนอน (Table 1) ความแตกต่างของรูปแบบการกระจายรากอาจมีผลมาจากลักษณะพื้นที่ สภาพภูมิประเทศ บริเวณที่ทำการศึกษามีดินไม่ลึกมาก มีชั้นหินหนาและมีหินแทรกอยู่ใต้ดินที่กระจายทั่วพื้นที่

Table 1 Root pattern analysis of *Xylia xylocarpa* And *Dipterocarpus alatus* (according Yen 1987)

Xylia xylocarpa (XX)		*Dipterocarpus alatus (DA)*	
Root pattern	**Root type**	**Root pattern**	**Root type**
			
1	H-Type	1	VH-Type
			
2	VH-Type	2	VH-Type

2. พื้นที่หน้าตัดรากตามระดับความลึกของดิน

ต้นแดงและต้นยางนามีพื้นที่หน้าตัดรากส่วนมากอยู่ในระดับความลึก 10 - 20 เซนติเมตร และพื้นที่หน้าตัดรากจะค่อยๆ ลดลงตามระดับความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น ต้นแดงมีรากกระจายมากในช่วงระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร และลดลงน้อยไปถึงระดับความลึก 70 - 80 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบ H-Type ต้นยางนามีรากกระจายมากในช่วงระดับความลึก 10 - 20 เซนติเมตร เช่นเดียวกับต้นแดง และรากลดลงจนถึงระดับความลึกที่ 110 - 120 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบ VH-Type รากต้นยางนามีขนาดใหญ่และให้ค่า SD มากกว่าต้นแดง (Figure 2) พื้นที่หน้าตัดรากที่มีจำนวนลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากพืชต้องใช้ระยะเวลาอย่างต่อเนื่องในการชอนไชและหยั่งรากลึกลงไปในดิน ที่ระดับความลึก 1.0 เมตรขึ้นไป จะมีแผ่นหินแข็งกระจายตัวอยู่ ดินมีความหนาแน่นมากขึ้น รากจึงมีปริมาณน้อยลง

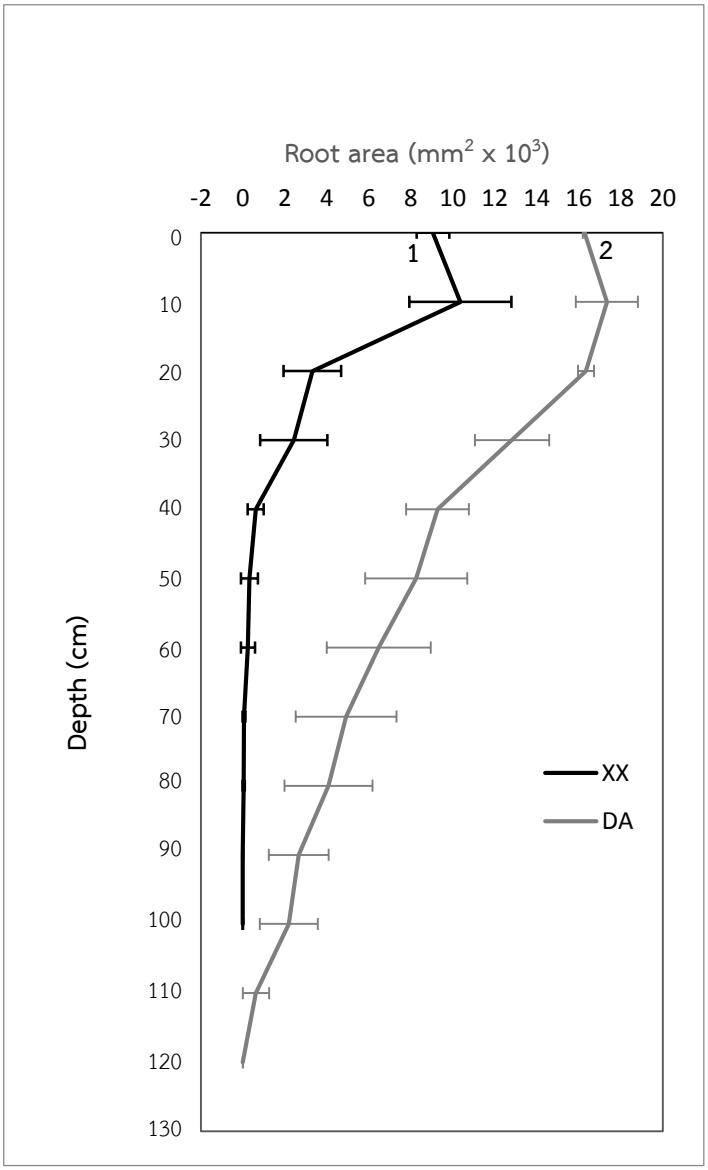


Figure 2 root cross-sectional area by depth,
1: *Xylia xylocarpa* (*XX)* 2: *Dipterocarpus alatus (DA)*

3. ดัชนีความสามารถของราก

การศึกษาดัชนีความสามารถของราก (Index of root) ใช้ต้นแดงและต้นยางนาทั้งหมด 4 ต้น และ 2 ต้น ตามลำดับ (Table 2) ผลการศึกษาพบว่า ต้นแดงมีค่าดัชนีความสามารถของรากในการยึดดินมิให้เคลื่อนตัว (IRA) สูงสุดคือ 0.32 จัดอยู่ในระดับปานกลาง และค่าดัชนีความสามารถของรากในการช่วยลดการกัดเซาะหน้าดิน (IRB) สูงสุดคือ 0.12 จัดอยู่ในระดับต่ำ ต้นยางนาที่ขุดรากมีจำนวน 6 ต้น แต่นำมาจัดกลุ่มค่าดัชนีได้เพียง 2 ต้น เนื่องจากอีก 4 ต้นมีขนาดเล็ก รากยาวไม่ถึง 50 เซนติเมตร พบว่าค่า IRA สูงสุดคือ 3.09 จัดอยู่ในระดับสูง และค่า IRB สูงสุดคือ 0.90 จัดอยู่ในระดับปานกลาง

จากดัชนีความสามารถของรากแสดงว่า ต้นแดงและต้นยางนาเป็นไม้ป่าที่มีระบบรากที่แข็งแรง หยั่งลึกลงในดินได้ดี แม้จะมีรากที่ขยายออกในแนวด้านข้างมาก แต่ก็มีขนาดเล็กกว่ารากที่หยั่งลึกลงดิน ทำให้ค่า IRA สูงกว่า IRB ระบบรากของไม้ทั้งสองชนิดนี้จึงเหมาะสมที่จะใช้ปลูกยึดดินเสมือนเป็นเสาเข็มมากกว่าปลูกคลุมดิน

Table 2 Grouping Index of root of *Xylia xylocarpa* and *Dipterocarpus alatus*

Species	Sample number	Stump diameter (mm.)	IRA	IRA Grouping	IRB	IRB Grouping
Xylia xylocarpa (XX)	1	14.59	0.00	LOW	0.07	LOW
	2	26.62	0.00		0.12	
	3	17.76	0.32	MEDIUM	0.10	
	4	19.26	0.29		0.04	
Dipterocarpus alatus (DA)	1	71.78	3.09	HIGH	0.43	MEDIUM
	2	72.12	2.22		0.90	

4. คุณสมบัติเชิงกลของราก

ในการทดสอบการดึงรากได้แบ่งกลุ่มรากออกเป็น 3 กลุ่มตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคือ 0-2.5 2.5-5.0 และ 5.0-10.0 มิลลิเมตร จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบรากของต้นแดงเท่ากับ 10 5 และ 6 รวมเป็น 21 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างของรากต้นยางนาเท่ากับ 9 7 และ 8 รวมเป็น 24 ตัวอย่าง เนื่องจากพืชทดลองมีอายุ 4 ปี รากที่กระจายออกทางด้านข้างซึ่งเป็นรากขนาดเล็กและมีปริมาณมากกว่ารากขนาดใหญ่ที่หยั่งลึกลงดิน นอกจากนี้ รากที่มีรูปร่างคดงอเป็นอุปสรรคต่อการยึดจับตัวรากเพราะอาจจะขาดหรือหักได้ง่าย ทำให้จำนวนรากที่ใช้ทดสอบมีน้อย

ความต้านทานแรงดึงราก (T_r) ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของรากที่ขาด (D) กับค่าแรงต้านทานแรงดึงรากสูงสุด (T_r) แสดงใน Figure 3A พบว่าค่าแรงต้านทานแรงดึงรากมีความแปรผันโดยตรงกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากในรูปของสมการถดถอยแบบกำลัง ต้นแดงมีสมการ $Tr_{xx} = 16.135D^{1.917}$ ค่า $R^2 = 0.930$ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($F_{(1, 19)} = 253.158$, $P = 0.000$) สำหรับต้นยางนามีสมการ $Tr_{da} = 20.699D^{1.681}$ ค่า $R^2 = 0.916$ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($F_{(1, 22)} = 240.48$, $P = 0.000$) เช่นเดียวกับต้นแดง (Table 3) เมื่อกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากที่ 5 มิลลิเมตร รากต้นแดงและรากต้นยางนามีค่าความต้านทานแรงดึงรากเป็น 352.93 N และ 309.78 N ตามลำดับ โดยทั่วไป ความต้านทานแรงดึงของรากพืชจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nilaweera and Nutalaya (1999) ที่ใช้ต้นยางนาและต้นตะเคียนทอง ดัง Figure 3 รากต้นแดงมีค่าความต้านทานแรงดึงรากมากกว่ายางนาที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากที่เท่ากัน

Table 3 Summary of regression equations between root diameter and testing force of *Xylia xylocarpa* (*XX*) and *Dipterocarpus alatus* (*DA*)

Testing force	Tree species	Model Equation	R square	P - value	Remark
Root tensile resistance (Tr)	XX	$Tr_{xx} = 16.135D^{1.917}$	0.930	0.000^{**}	n = 21
	DA	$Tr_{da} = 20.699D^{1.681}$	0.916	0.000^{**}	n = 24
Root tensile strength (Ts)	XX	$Ts_{xx} = 20.535D^{-0.083}$	0.024	0.499^{ns}	n = 21
	DA	$Ts_{da} = 26.344D^{-0.319}$	0.282	0.008^{**}	n = 24
Young's modulus (Y)	XX	$Y_{xx} = 412.368D^{-0.989}$	0.555	0.000^{**}	n = 24
	DA	$Y_{da} = 457.913D^{-1.047}$	0.591	0.000^{**}	n = 24

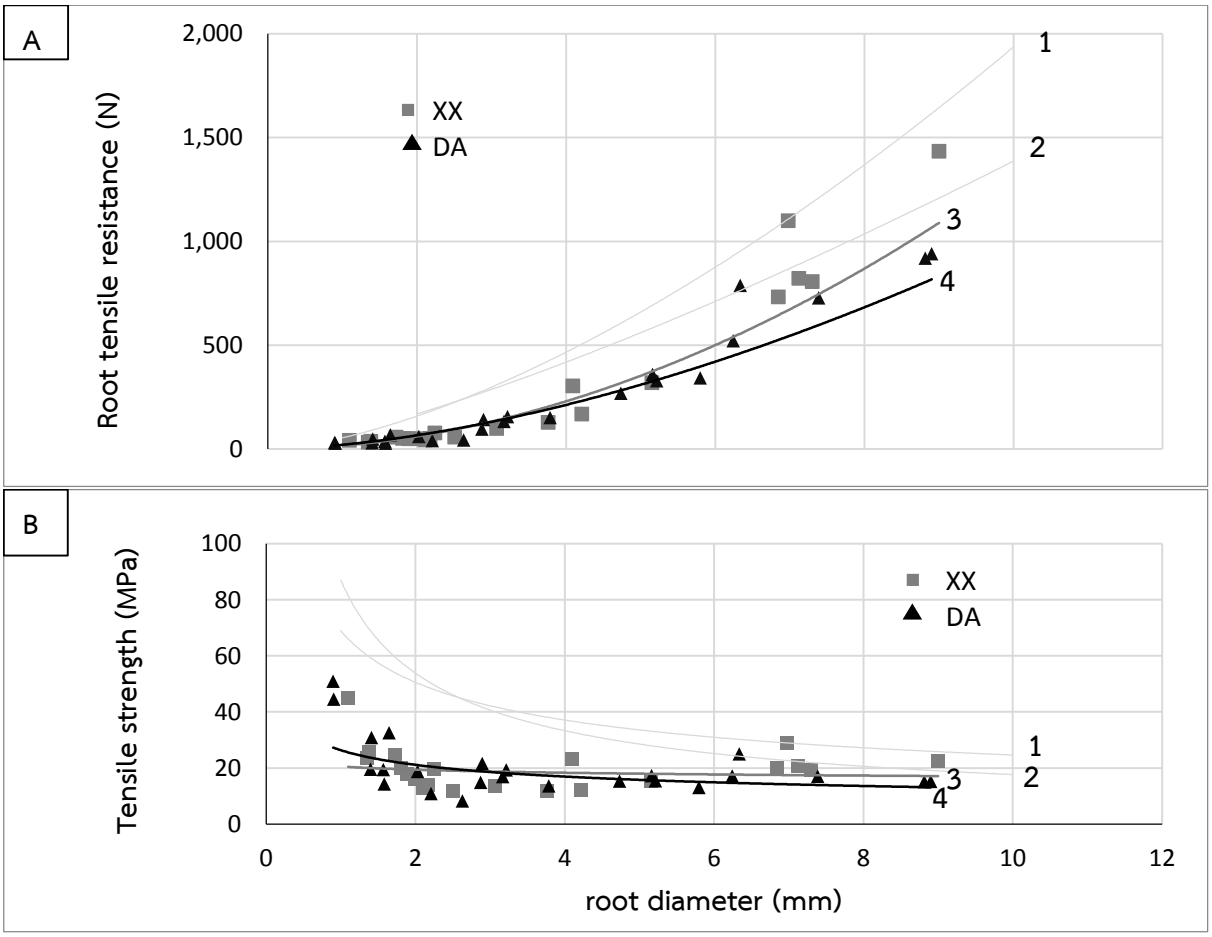
** - significant difference at 0.01 level

^{ns} - no significant difference at 0.01 level

กำลังรับแรงดึงราก (Root tensile strength: T_s) ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของรากที่ขาด (D) กับค่ากำลังรับแรงดึงรากสูงสุด (T_s) แสดงใน Figure 3B พบว่าค่ากำลังรับแรงดึงรากมีความแปรผกผันกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากในรูปของสมการถดถอยแบบกำลัง ต้นแดงมีสมการ $Ts_{xx} = 20.535D^{-0.083}$ ค่า $R^2 = 0.024$ และมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($F_{(1, 19)} = 0.474$, P=0.499) ต้นยางนามีสมการ $Ts_{da} = 26.344D^{-0.319}$ ค่า $R^2 = 0.916$ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($F_{(1, 22)} = 8.646$, P = 0.008) (Table 3) เมื่อกำหนดที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราก 5 มิลลิเมตร ต้นแดงและต้นยางนามีค่ากำลังรับแรงดึงรากเป็น 17.97 MPa และ 15.77 MPa ตามลำดับ แสดงว่ารากขนาดเล็กมีกำลังรับแรงดึงรากมากกว่ารากขนาดใหญ่เมื่อมีขนาดพื้นที่หน้าตัดรากเท่ากัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nilaweera and Nutalaya (1999) และ Osman (2011) แต่แนวโน้มค่ากำลังรับแรงดึงรากของต้นยางนาที่ได้จากผลการศึกษานี้ มีค่าน้อยกว่าค่ากำลังรับแรงดึงของต้นยางนาที่ได้จากการศึกษาของ Nilaweera and Nutalaya (1999) ดัง Figure 3B ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจาก อายุของพืช สภาพพื้นที่ ลักษณะดินหิน ปัจจัยเกี่ยวกับภูมิอากาศ ฤดูกาล ความชื้นในดิน และทิศทางการวางตัวของราก

ในกรณีที่ค่ากำลังรับแรงดึงรากของต้นแดงมีค่า R^2 ต่ำ และมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิตินั้น โดยทั่วไป ค่ากำลังรับแรงดึงรากพืชมีค่าลดลงเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเพิ่มขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามกับค่าแรงต้านทานแรงดึงราก (T_r) เนื่องจากค่ากำลังรับแรงดึงรากคำนวณได้จากค่าแรงต้านทานแรงดึงรากหารด้วยพื้นที่หน้าตัดราก การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังแรงดึงรากกับค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากจึงอาจเป็นไปได้ที่จะ

เกิดความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติได้ Yang et.al. (2016) ได้อธิบายว่าอัตราส่วนของสารลิกนิน-เซลลูโลสในเนื้อไม้มีอิทธิพลต่อกำลังรับแรงดึงรากอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าค่าเส้นผ่านศูนย์กลางราก และส่งผลให้ค่ากำลังรับแรงดึงรากลดลงเมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางรากเพิ่มขึ้น อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากที่มีต่อค่ากำลังรับแรงดึงรากอาจไม่ได้มีผลที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเสมอไป อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยจะนำประเด็นนี้ไปศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

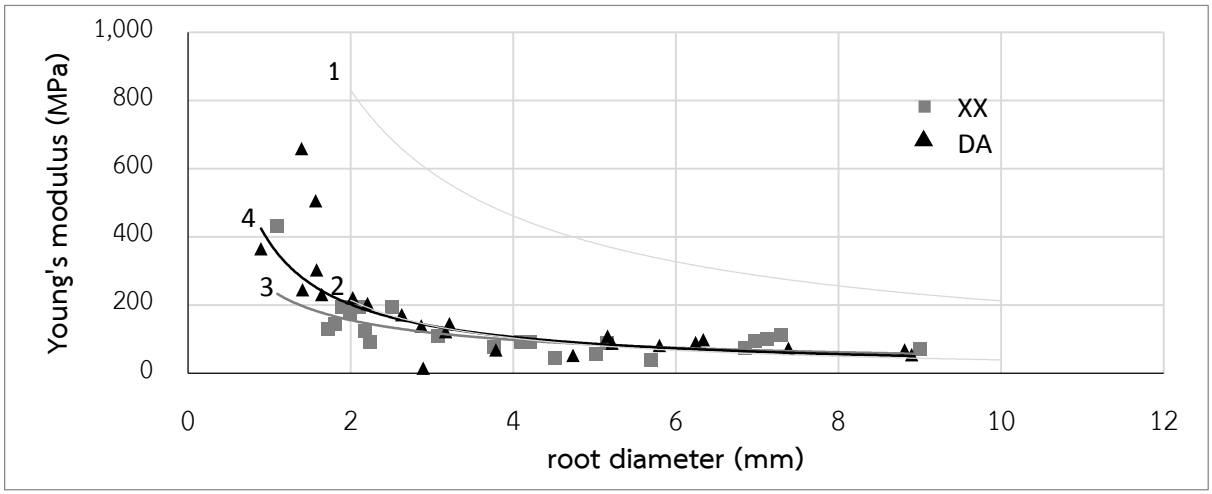


Remarks: 1. *Dipterocarpus alatus* (Nilaweera and Nutalaya, 1999) 2. *Hopea odorata* (Nilaweera and Nutalaya, 1999)
3. *Xylia xylocarpa* (this study) 4. *Dipterocarpus alatus* (this study)

Figure 3 Relationships between A) root tensile resistance force and B) root tensile strength on root diameter of *Xylia xylocarpa* (*XX*) and *Dipterocarpus alatus* (*DA*) related with other references

ค่ามอดูลัสของยัง (Young's modulus: Y) ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของรากที่ขาด (D) กับค่ามอดูลัสของยัง แสดงใน Figure 4 พบว่าค่า Y มีความแปรผกผันกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากในรูปของสมการถดถอยแบบกำลัง ต้นแดงมีสมการ $Y_{xx} = 412.368D^{-0.989}$ ค่า $R^2 = 0.555$ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

($F_{(1, 22)}$ = 27.455, P = 0.000) สำหรับต้นยางนามีสมการ $Y_{da} = 457.913D^{-1.047}$ ค่า R^2 = 0.591 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($F_{(1, 22)}$ = 31.739, P = 0.000) เช่นเดียวกับต้นแดง (Table 3) เมื่อกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากที่ 5 มิลลิเมตร ต้นแดงและต้นยางนา มีค่ามอดูลัสของยัง 83.96 MPa และ 85.99 MPa ตามลำดับ (Figure 4) ค่ามอดูลัสของยังจะมีค่าลงลงเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเพิ่มขึ้น แสดงว่าเส้นผ่านศูนย์กลางรากขนาดเล็กจะมีความยืดหยุ่นมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางรากขนาดใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Fan and Tsai (2016) และ Tosi (2007) นอกจากนี้ ค่า Y ที่ได้จากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับต้นกระถินไต้หวันที่ศึกษาโดย Fan and Tsai (2016) อีกด้วย



Remarks: 1. White popinac (Fan and Tsai, 2016) 2. Formosa acacia (Fan and Tsai, 2016)

3. *Xylia xylocarpa* (this study) 4. *Dipterocarpus alatus* (this study)

Figure 4 Relationship between Young's modulus and root diameter of *Xylia xylocarpa* (*XX*) and *Dipterocarpus alatus* (*DA*) related with other references

สรุป

การศึกษาสมบัติเชิงกลและโครงสร้างของรากต้นแดงและรากต้นยางนาในครั้งนี้ พบว่ารูปแบบลักษณะการกระจายของระบบรากต้นแดงเป็นแบบ H-Type และ VH-Type ต้นยางนาเป็นแบบ VH-Type แสดงว่าพืชทั้งสองชนิดนี้มีระบบรากที่หยั่งลึกลงดิน ค่าดัชนีความสามารถของรากต้นแดงและต้นยางนามีค่า IRA จัดอยู่ในกลุ่มปานกลางและสูง ตามลำดับ และมีค่า IRB จัดอยู่ในกลุ่มต่ำและปานกลาง ตามลำดับ แสดงถึงรากพืชทั้งสองชนิดเหมาะสมที่ใช้ปลูกเพื่อยึดดินมิให้เคลื่อนตัวมากกว่าที่จะปลูกเพื่อการคลุมดิน ปริมาณรากเทียบกับความลึก พบว่าต้นแดงและต้นยางนามีพื้นที่หน้าตัดรากส่วนใหญ่อยู่ในระดับความลึก 10 - 20 เซนติเมตร และพื้นที่หน้าตัดรากจะค่อยๆ ลดลงตามระดับความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น รากต้นยางนาจะหยั่งลึกลงดินมากกว่าและมีขนาดใหญ่กว่ารากต้นแดง

การทดสอบสมบัติเชิงกลของรากพืช พบว่ารากต้นแดงมีแรงต้านทานแรงดึงรากมากกว่ารากต้นยางนาที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราก 5 มิลลิเมตร รากต้นแดงและรากต้นยางนามีค่าแรงต้านทานแรงดึง (T_r) เป็น

352.93 N และ309.78 N ตามลำดับ ค่ากำลังรับแรงดึงราก (T_s) ของรากต้นแดงและรากต้นยางนา มีค่าเป็น 17.97 MPa และ 15.77 MPa ตามลำดับ ค่ามอดูลัสของยังของรากต้นแดงและรากต้นยางนา มีค่า 83.96 MPa และ 85.99 MPa ตามลำดับ ความสัมพันธ์ของทุกค่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 ยกเว้นค่ากำลังรับแรงดึงราก (T_s) ของรากต้นแดง

แนวทางในการคัดเลือกพืชเพื่อนำไปปลูกฟื้นฟูพื้นที่เกิดดินถล่มนั้น ข้อมูลจากการศึกษานี้ สามารถอธิบายได้ว่า ต้นแดงมีความเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีระนาบการพิบัติที่ลึกไม่เกิน 0.8 เมตร เนื่องจากรากแดงส่วนมากเป็นรูปแบบ H-type รากส่วนใหญ่ขยายออกในแนวราบ มีขอบเขตด้านข้างมาก และมีค่าความต้านทานแรงดึงรากสูง ช่วยให้ดินจับตัวกันได้ดี ลดการพิบัติระดับตื้นได้ ส่วนต้นยางนาเหมาะกับพื้นที่ที่มีระนาบการพิบัติที่ลึกไม่เกิน 2 เมตร เนื่องจากรากแดงส่วนมากเป็นรูปแบบ VH-type มีรากแก้วที่หยั่งลึก ช่วยรักษาเสถียรภาพของดินระดับตื้นได้ อย่างไรก็ตาม การปลูกพืชควรพิจารณาถึงลักษณะพื้นที่ ความลึกของชั้นดิน สภาพภูมิอากาศ และรวมถึงการผสมผสานกับชนิดพันธุ์อื่น ๆ เนื่องจากรากพืชที่มีรูปแบบแตกต่างกันอาจจะช่วยส่งเสริมและสร้างเสถียรภาพให้กับพื้นที่ลาดดินได้มากกว่าการปลูกพืชชนิดพันธุ์เดียว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายดุริยะ สถาพร หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการเก็บข้อมูล และขอขอบคุณ นายศักดิ์นิรันดร์ พิมพ์หอม นายสุริยา เพียรสูงเนิน นายประสิทธิ์ จ้อยชู และเจ้าหน้าที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราชทุกท่าน ที่ช่วยในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

อภินิติ โชติสังกาศ. 2556. **ชีววิศวกรรมปฐพีเพื่อควบคุมการชะล้างพังทลายของลาดและดินถล่ม**. หจก. พรี-วัน. กรุงเทพฯ.

Bischetti, G.B., E.A. Chiaradia, T. Epis and E. Morlotti. 2009. Root cohesion of forest species in the Italian Alps**. Plant and Soil.** 324: 71–89

Fan, C.C. and M.H. Tsai. 2016. Spatial distribution of plant root forces in root-permeated soils subject to shear. **Soil & Tillage Research**. 156: 1–15

Hairiah, K., Widianto, D. Suprayogo, N.D. Lestari, V. Kurniasari, A. Santosa, B. Vesbist and M.V. Noordwijk. 2006. Root effect on slope stability in Sumberjaya, Lampung (Indonesia), *In* **International symposium towards sustainable livelihoods and ecosystem in mountainous regions**. Chiang Mai, Thailand.

Nilaweera, N.S. and Nutalaya, P. 1999. Role of tree roots in slope stabilisation. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**. 57: 337-342.

Osman, N., M.M. Abdullah and C.H. Abdullah. 2011. Pull-Out and Tensile Strength Properties of Two Selected Tropical Trees**. Saints Malaysiana.** 40(6): 577–585.

Tosi, M. 2007. Root tensile strength relationships and their slope stability implications of three shrub species in the Northern Apennines (Italy). **Geomorphology.** 87 (4): 268–283.

Yang, Y., L. Chen., N. Li and Q. Zhang. 2016. Effect of root moisture content and diameter on root tensile properties. **PLoS ONE** 11 (3) : 1-17. doi:10.1371/journal.pone.0151791

Yen, C.P. (1987) Tree root pattern and erosion control, in Proceedings of the international Workshop on Soil Erosion and its Countermeasures (S. Jantawat, ed.) **Soil and Water Conservation Society of Thailand**, Bangkok, pp 92-111.

การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในพื้นที่ป่าด้วยวิธีการ LiDAR จากอากาศยานและภาพถ่ายทางอากาศ กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

Estimation of Forest Aboveground Biomass using Airborne LiDAR and Aerial Photography: A Case Study in Kaoyai National Park

ตรีชาย อนุวงศ์เจริญ[1*] กาญจนา นาคะภากร[1] สุระ พัฒนเกียรติ[1] สุกิจ วิเศษสินธุ์[1] และ จรัญธร บุญานุภาพ[1]

Treechai Anuwongjareon[1*], Kanchana Nakhapakorn[1], Sura Pattanakiat[1], Sukit Viseshsin[1] and Charuntorn Boonyanuphap[1]

[1]เทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อมคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล นครปฐม 73170

[1]Technology of Environmental Management, Faculty of Environment and Resource Studies, MahidolUniversity ,Nakornpathom 73170

* Corresponding Author; E-mail: **treechai.a@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแผนที่แสดงปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่มีความละเอียดและถูกต้องสูงโดยใช้แบบจำลองออโลเมทรี และ สมการถดถอย ในการคำนวณค่ามวลชีภาพจากข้อมูลความสูงของต้นไม้ที่สำรวจด้วยระบบไลดาร์และใช้ภาพถ่ายอากาศรายละเอียดสูงสำหรับสนับสนุนการเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา 22.5 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ตำบลหินตั้ง อำเภอเมืองนครนายก ผลการศึกษาพบว่า จากการใช้ข้อมูลไลดาร์สร้างความสูงต้นไม้ และคำนวณหาขนาดลำต้นที่ตำแหน่งหน้าอกด้วยสมการถดถอย และนำค่าความสูงต้นไม้ กับขนาดลำต้นดังกล่าวมาคำนวณหามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ด้วยสมการออโลเมทรีสำหรับป่าดิบแล้ง สามารถนำผลลัพธ์มาสร้างเป็นแผนที่มวลชีภาพเหนือพื้นดินโดยจำแนกระดับออกเป็น 3 ประเภท คือ 1. ระดับสูง คือค่ามวลชีวภาพของต้นไม้มากกว่า 1,000 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 36.8 ของพื้นที่ศึกษา 2. ระดับปานกลาง คือค่ามวลชีวภาพของต้นไม้อยู่ระหว่าง 500 – 1,000 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 23.4 ของพื้นที่ศึกษา และ 3. ระดับต่ำ คือค่ามวลชีวภาพของต้นไม้ต่ำกว่า 500 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 29.8 ของพื้นที่ศึกษา จากผลงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าข้อมูลไลดาร์และข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยให้ผลลัพธ์ของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ และมีรายละเอียดของจำนวนและทรงพุ่มต้นไม้ที่ใกล้เคียงกับพื้นที่จริงสำหรับนำมาสร้างแผนที่มวลชีวภาพเหนือพื้นดินเพื่อใช้ในการจัดการด้านทรัพยากร หรือใช้ในการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในอนาคต

คำสำคัญ: ป่าไม้ ป่าดิบแล้ง มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ไลดาร์ สมการออลโลเมทริก ภาพถ่ายทางอากาศเชิงเลขรายละเอียดสูง การจัดการสิ่งแวดล้อม

ABSTRACT

The objective of this study was toprecisely and accurately map aboveground biomass in 22.5 $km^2$of Kaoyai Natioanal Park, Hintang Sub-District, Meung Nakornnayok District, Nakornnayok Province. Allometric model and regression model were used to estimate aboveground biomass based on data from LiDAR and high resolution aerial photography. LiDAR generated tree height while regression model calculated diameter at breast height (DBH). The tree height and DBH were then applied in an allometric equation to estimate aboveground biomass of dry evergreen forest. The outputs were used to create aboveground biomass map. Tree levels of aboveground biomass was categorized from this study: high level (more than 1,000 kg of aboveground biomass), moderate level (500 – 1,000 kg of aboveground biomass) and low level (under 500 kg of aboveground biomass). 36.8% of the study area had high level of aboveground biomass, while 23.4% of the area had moderate level and 29.8%of the area was at low level. . Thus, this research indicated that data from LiDAR and high resolution aerial photography provided reliable estimated aboveground biomass, and details of abundance and crown cover similar to reality. These information could be used for aboveground biomass mapping for resources management, or carbon stock estimation in the future.

Keywords: forestry, dry evergreen forest, aboveground biomass, allometric model, LiDAR, high resolution aerial photography, environmental management.

ภาพรวมค่าการปลดปล่อยคาร์บอนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากไฟที่ตรวจพบโดยเซ็นเซอร์โมดิส ช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปีพ.ศ. 2546-2561 บริเวณภูมิภาคอาเซียนตอนบน โดยเฉพาะประเทศไทยโดย CAMS-ECMWF

Carbon and CO_2Emissions from Active Fire Detected by MODIS during January-April from 2003-2018 in Upper ASEAN Region and Thailand Estimated by CAMS-ECMWF

วีรชัย ตันพิพัฒน์[1]* มาร์ค พาริ่งตัน[2] กอบศักดิ์ วันธงไชย[1] และ ประยูรยงค์ หนูไชยา[1]

Veerachai Tanpipat[1], Mark Parrington[2], KobsakWanthongchai[1] and Prayoonyong Nuchaiya[1]

[1]หน่วยวิจัยเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านไฟป่าภูมิภาคอาเซียนตอนบน ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพฯ10900

[1]Upper ASEAN Wildfire Research Center, Forestry Research Center, Faculty of Forestry, Kasetsart University Bangkok 10900

[2]หน่วยตรวจติดตามชั้นบรรยากาศคอเปอร์นิคัส ศูนย์พยากรณ์ภูมิอากาศระยะปานกลางแห่งยุโรป สหราชอาณาจักร

[2]Copernicus Atmosphere Monitoring Service, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, United Kingdom

* Corresponding Author; E-mail: **veerachai.tanpipat@gmail.com**

บทคัดย่อ

เซ็นเซอร์โมดิสที่ตรวจจับไฟที่กำลังไหม้อยู่มีข้อมูล Fire Radiative Power (FRP) ที่สามารถนำมาหาค่าการปลดปล่อยคาร์บอนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเกิดการเผาไหม้นั้นได้โดยสามารถนำมาคำนวณร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยของแต่ละพืชพันธุ์ (Emission Factor, EF) ตามชนิดของพืชพันธุ์ (Land Cover) ที่ได้ถูกไฟไหม้ โดยค่าเหล่านั้นได้จากการทบทวนเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ และค่าสัมประสิทธิ์จากการศึกษาร่วมกับค่า Aerosol Optical Depth (AOD) และ Global Fire Emission Database (GFED) ระบบดังกล่าวดำเนินการอยู่ที่หน่วยตรวจติดตามชั้นบรรยากาศคอเปอร์นิคัส (Copernicus Atmosphere Monitoring Service, CAMS) ศูนย์พยากรณ์ภูมิอากาศระยะปานกลางแห่งยุโรป (European Centre for Medium-Range Weather Forecast, ECMWF) โดยในรอบ 16 ปี นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 ถึงปัจจุบัน ค่าการปลดปล่อยรวมของทั้งภูมิภาคอาเซียนตอนบนของปีพ.ศ. 2561 มีค่าน้อยที่สุด โดยมีประเทศกัมพูชาและเวียดนามที่มีค่าการปลดปล่อยรวมสูงขึ้นเล็กน้อย และประเทศลาว พม่า และไทย มีค่าการปลดปล่อยรวมน้อยลงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา สำหรับประเทศไทยสาเหตุอาจจะเนื่องมาจากมาตรการและการเอาจริงเอาจังทั้งในการป้องกันและปราบปรามรวมไปถึงความร่วมมือจากภาคประชาชนที่ดีขึ้น เสริมด้วยการที่มีฝนตกลงมามากกว่าปรกติในช่วงฤดูไฟ (มกราคม - เมษายน) ส่งผลให้ค่าการปลดปล่อยของประเทศลดลง แต่ทั้งนี้ประเทศลาวและพม่าที่มีลักษณะภูมิอากาศและภูมิประเทศใกล้เคียงกับประเทศไทยแต่ไม่มีมาตรการอันใดก็มีค่าการปลดปล่อยโดยรวมลดลงเช่นกัน โดยระบบเฝ้าติดตามค่าการปลดปล่อยได้รับการอนุเคราะห์ดำเนินการให้โดย CAMS-ECMWF มา 3 ปี แล้วคาดว่าในฤดูไฟปี พ.ศ. 2562 จะมีความสารถในการเฝ้าติดตามสถานการณ์รายวันได้

คำสำคัญ: โมดิสคาร์บอน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ CAMS อาเซียนตอนบน

ABSTRACT

Carbon and carbon dioxide (CO_2) released from active fires in wildland and agriculture areas can be detected by Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on board Terra and Aqua Satellite which produced MODIS Fire Radiative Power (FRP) data necessary for calculating carbon and CO_2 emission. This data are daily creating by the Global Fire Assimilation System (GFAS). FRP together with Emission Factor (EF) of each Land Cover (LC) type derived from extensive literature review are used for carbon and CO_2 emission. The system is operating under Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) and European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) (Kaiser, J.W. *et al.,* 2012)

Based on data in the past 16 years (2003-2018) recorded during the fire season (January to April), it was found that the Upper ASEAN region released the least carbon and CO_2 from fire in the past couple years with the peak emission in late March until early April. This latest fire season (2018), the lowest emission from fire was detected by MODIS. Cambodia and Vietnam released carbon and CO_2 slightly higher, while Thailand, Myanmar and Lao PDR released slightly lower than the previous year. Lower emission in Thailand could be due to more strict regulations for fire control especially in the northern part of Thailand where main fires occur. Some of these regulations were 60-days no burning period rule, registration before entering forest, enforcement of laws and regulations, and intensive public relation and campaign. Moreover, in latest past fire season, the north received unusual higher amount of rainfall (40% higher than the average of the past 30 years). The fire emissions monitoring efforts have been carried out in the past 3 fire seasons with generous support of CAMS-ECMWF. By next fire season (2019), it is expected that a daily monitoring system by province will be operated to enhance fire, smoke and haze management, and control releasecapability in Lower Mekong Region.

Keywords: Upper ASEAN, carbon, carbon dioxide, MODIS Fire Radiative Power, CAMS-ECMWF

การปรับแต่งโปรแกรมพฤติกรรมไฟ Prometheus ประเทศแคนาดา สำหรับป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี

Calibration of Canadian Fire Growth Software-Prometheus for Deciduous and Dry Dipterocarp Forest of Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Uthai Thani Province

วีรชัย ตันพิพัฒน์[1*] เจอนอต ลักเกอร์[2] โจคิม เทียนแมน[2] กอบศักดิ์ วันธงไชย[1] และ ประยูรยงค์ หนูไชยา[1]

Veerachai Tanpipat[1], GernotRücker[2], Joachim Tiemann[2], KobsakWanthongchai[1] and Prayoonyong Nuchaiya[1]

[1]หน่วยวิจัยเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านไฟป่าภูมิภาคอาเซียนตอนบน ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[1]Upper ASEAN Wildfire Research Center, Forestry Research Center, Faculty of Forestry, Kasetsart University

[2]บริษัท เซอร์ริสเจอร์เจน เบรนเดล และ เจอนอต ลักเกอร์ประเทศเยอรมัน

[2]ZEBRIS Jürgen Brendel und GernotRückerGbR, Germany

* Corresponding Author; E-mail: **veerachai.tanpipat@gmail.com**

บทคัดย่อ

การควบคุมไฟป่าที่จะมีประสิทธิภาพได้นั้นการทำความเข้าใจพฤติกรรมไฟเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญของผู้ที่จะเข้าทำการควบคุมหรือบริหารการจัดการไฟในบทบาทต่าง ๆ โดยเฉพาะความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่ผู้ที่ต้องเผชิญกับไฟโดยตรง ร่วมไปถึงผู้ที่เกี่ยวข้องในหน้าที่อื่น ๆจากการศึกษาร่วมกันระหว่างนักวิจัยไทยและเยอรมันโปรแกรมพฤติกรรมไฟ Prometheus เป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์การลุกลามขยายตัวขอไฟที่สลับซับซ้อน สามารถใช้ร่วมกับโปรแกรมทางสารสนเทศต่างๆได้ เป็นแบบจำลองบนพื้นฐานการขยายตัวแบบวงรี ที่ได้รับการพัฒนาโดยหน่วยบริการป่าไม้แคนาดาซึ่งภูมิภาคอาเซียนได้ปรับใช้ระบบจัดชั้นอันตรายไฟจากแคนาดามา 10 กว่าปีเช่นกัน เหมาะสมกับประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียนมากที่สุด จึงได้ทำการปรับแต่งโปรแกรมดังกล่าวให้เหมาะสม โดยใช้ข้อมูลการทดลองไฟภาคสนามในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังที่ความลาดชันไม่เกิน 10 องศา จากศูนย์วิจัยไฟป่าห้วยขาแข้ง จำนวน 9 ปี ข้อมูลดาวเทียม ข้อมูลการขยายตัวของไฟข้อมูลค่าความยากง่ายในการจุดไฟ ข้อมูลกริดความลาดชันข้อมูลชนิดพืชปกคลุมดิน และข้อมูลภูมิอากาศ มาทำการปรับแต่งเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์คงตัวของนิพจน์ของป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังที่เหมาะสม โดยค่าที่เหมาะสมคือ a เท่ากับ 5 b เท่ากับ 0.00001 และ c เท่ากับ 0.2 ทั้งนี้ยังคงต้องดำเนินการศึกษาปรับแต่งเพิ่มเติม เช่น หาค่าสัมประสิทธิ์คงตัวของนิพจน์ของป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังที่เหมาะสมจากค่าความลาดชันที่เหลือ คือ ที่ 20, 30 และ 40 องศา และค่าความรุนแรงของไฟเป็นต้น เพื่อให้โปรแกรม Prometheus สามารถเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารจัดการไฟป่าของประเทศไทย ให้มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การควบคุมไฟป่า Prometheus พฤติกรรมไฟ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง

Abstract

In order to havesafe and efficient forest fire control and management, an understanding of fire behavior through reliable and high quality fire behavior program is needed. A collaborative study between Thai and German researchers suggested that Prometheus fire behavior soft ware which is a mathematical model for predicting complex fire behavior developed by Canadian Forest Services based on the Canadian Fire Behavior Prediction System is suitable for fire behavior prediction in Thailand and ASEAN Region. The ASEAN Region is also adopted the Fire Severe Level Rating System from Canada for over 10 years.

In this study, the program was adapted to the local context using 9 years data from fire field experiments in deciduous and dry dipterocarp forest of Huai Kha Khaeng. In addition, remote sensing imageries and derived products, Initial Spread Index, Digital Elevation Model, land cover information, and meteorological data were also incorporated to calibrate the program in order to find suitable coefficients of this program for deciduous and dry dipterocarp forest of Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary. By using Nonlinear Least Squares Regression and real situation simulations,a set of suitable coefficient values was derived and tested. These coefficients were a = 5, b = 0.00001, and c = 0.2.Nonetheless, further study and more calibration are still needed such as finding suitable coefficients at 20^{O}, 30^{O} and 40^{O} slopes, and values of fire intensity in order to safely and efficiently apply Prometheus program in Thailand’s fire management.

Keywords: Forest Fire Control and Management, Prometheus, Fire Behavior, Deciduous Forest, Dry dipterocarp Forest

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำยางของต้นรักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou)

A Study of Factors Affecting Lacqure Production of RakYai (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou)

แก้วนภา กิตติบรรพชา[1,2*] อนุวัตร สูงติวงศ์[2] และ อัจฉราพร มะณีชัย[2]

Kaewnapa Kittibanpacha[1,2*], Anuwat Sungtiwong[2] and Autcharapon Maneechai[2]

[1]สำนักวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[2]โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมและส่งเสริมพัฒนาไม้รักใหญ่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สำนักโครงการงานพระราชดำริและกิจการพิเศษ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[1]Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900

[2]Rak Yai Gene Conservation and Development Program under the Royal Initiative Projects, Royal Initiative Projects and Special Programs Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900

* corresponding Author; E-mail: Kaew4547@yahoo.co.th

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำยางของต้นรักใหญ่ (*Glutausitata* (Wall.) Ding Hou) ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติแม่งาวฝั่งซ้าย อำเภองาว จังหวัดลำปาง พื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติแม่มอก อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง และพื้นที่ป่าในความดูแลของศูนย์ศิลปาชีพพิเศษ บ้านห้วยเดื่อ จังหวัดแม่ฮ่องสอนในพระราชินูปถัมภ์ อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งในการศึกษาได้ครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่อาจมีผลทำให้ได้ปริมาณน้ำยางรักเพิ่มขึ้น จำนวน 5 ปัจจัย ได้แก่ 1) การใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ 2)รูปแบบการกรีด 3)ระดับความสูงของรอยแผล4) ความทนทานต่อจำนวนรอยแผล และ 5) การกรีดกระตุ้นน้ำยางพบว่าทั้ง 5 ปัจจัยดังกล่าว มีผลทำให้ได้ปริมาณน้ำยางมากขึ้น โดยมีผลการทดสอบ ดังนี้ จากการใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ต้นรักใหญ่ที่ให้น้ำยางและไม่ให้น้ำยาง เมื่อทำการทดสอบทางสถิติ พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยต้นรักใหญ่ที่ให้น้ำยางและใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ มีปริมาณน้ำยางเพิ่มขึ้น และในต้นที่ไม่ให้ยางอาจมีความสมบูรณ์ของต้นกลับมาให้ยางด้วย รูปแบบในการกรีดทั้งแบบตรงและแบบสลับ เมื่อทำการทดสอบทางสถิติพบว่าปริมาณน้ำยางจากการกรีดทั้งสองแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยรูปแบบการกรีดแบบสลับให้ปริมาณน้ำยางที่มากกว่า ระดับความสูงของรอยแผลปริมาณน้ำยางในระดับความสูงต่างๆ แบ่งเป็น 7 ชั้น คือ ตั้งแต่ 50 เซนติเมตร จนถึง 260 เซนติเมตร เมื่อทำการทดสอบทางสถิติพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยระดับความสูงที่ให้ปริมาณน้ำยางมากที่สุด คือ 200-260 เซนติเมตร เมื่อทดสอบทางสถิติกับปริมาณน้ำยางที่ได้จากความความทนทานของจำนวนรอยแผลในการกรีด 12 16 และ 30 รอย พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($p<0.01$) โดยการทดสอบที่ 30 รอยแผลให้ปริมาณน้ำยางมากที่สุด การกรีดกระตุ้นทดสอบปริมาณน้ำยางจากการกรีดจำนวน 3 ครั้ง พบว่าในการกรีดครั้งที่ 2 และ 3 มีปริมาณน้ำยางเพิ่มขึ้น การกรีดกระตุ้นมีผลและทำให้ปริมาณน้ำยางเพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาดังกล่าวทำให้ทราบถึงเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ในการกรีดต้นรักใหญ่เพื่อให้ได้น้ำยางเพิ่มมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการกรีดยางของกลุ่มเครือข่ายผู้กรีดยาง และการกรีดยางในแปลงรวบรวมพันธุกรรมแม่ไม้รักใหญ่ (Selected trees) และสวนป่าไม้รักใหญ่สายพันธุ์ดี ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

คำสำคัญ: ยางรัก รักใหญ่

ABSTRACT

This study investigated factors affecting lacquer production of Rak Yai (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou) in 1) research area of Mae Ngao Fang Sai National Park, Ngao District, Lampang Province; 2) Mae Mok National Park in Theon District, Lampang Province; and 3) forest area under Ban Huay Duea Royal Folk Art and Crafts Center, Muang District, Maehongson Province. Five factors with potentials to increase latex production namely1) addition of animal manure,2)tapping pattern,3) wound position,4) resistance to amount of wounds, and 5) tapping stimulation. The results indicated that all five factors increased lacquer production. Addition of animal manure significantly ($p<0.05$) increased latex production in both lacquer producer tree and non-lacquer producer tree. For tapping patterns, we compared vertically cutting pattern and randomly cutting pattern. The results showed that trees with randomly cuts could significantly produce more latex ($p<0.05$).For wound position, we experiment wound at 7 height levels from 50 – 260 cm from the ground. The results indicated statistical difference ($p<0.05$)with highest lacquer production in trees with wound at 200-260 cm from the ground. For the resistance to the numbers wound, we compared trees with 12, 16 and 30 cuts. It was found that latex production was significant difference ($p<0.01$). Trees with 30 wounds could provide the highest quantity of lacquer. Lastly, in the tapping stimulation, tree times of tapping were done on each tree. We found that the tree produced higher lacquer at the 2^{nd} and 3^{rd} tapping attempt. This study provided data for appropriate techniques and strategies to increase quantity of lacquer from Rak Yai (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou) to be promoted among the tappers' network, and used in tapping at the genetic conservation plantation for selected trees and the high-quality species of Rak Yai forest park in the future.

Key words: Rak's Lacquer, RakYai (*Glutausitata* (Wall.) Ding Hou)

องค์ประกอบชนิด สังคมพืช ในพื้นที่โครงการบ้านป่ารักน้ำ ตำบลโคกสี อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร

Species Composition, Plant Community Structure of Ban Pa Rak Nam Project, Sawang Daen Din District, Sakon Nakhon Province

ประสิทธิ์ วงษ์พรม[1*] อนุสรณ์ กุลวงษ์ วุธิพงศ์ ภักดีกุล [3]

[1] ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2] กองบริหารการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตสกลนคร

[3] คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสกลนคร

***** Corresponding author, e-mail: wongprom1418@gmail.com

บทคัดย่อ

การสำรวจสังคมพืชในพื้นที่ปลูกป่าฟื้นฟูในโครงการป่ารักน้ำอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถในท้องที่บ้านป่ารักน้ำ ต.โคกสี อ. สว่างแดนดิน จ. สกลนคร พบ 97 ชนิด 77 สกุล 34วงศ์ ประกอบด้วยไม้ยืนต้น 71 ชนิด (73.20%) ไม้เลื้อยพบ 10 ชนิด (10.31%) ไม้พุ่ม 5 ชนิด (5.15%) ไม้ล้มลุก 3 ชนิด (3.09%) หญ้า 2 ชนิด (2.06%) และไม้ยืนต้นต่างถิ่น 6 ชนิด (6.19%) วงศ์ที่พบมากสามวงศ์คือวงศ์ Leguminosae (16 ชนิด) Annonaceae (9 ชนิด) และวงศ์ Phyllanthaceae (8 ชนิด) พบไม้ใหญ่ 64 ชนิด ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) สูงสุด 4 อันดับประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 48.50 รองลงมา 3 ชนิดแรกได้แก่ ขี้เหล็กบ้าน (*Senna siamea* (Lam.) Irwin & Barneby) พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre.) และ ทะโล้ (*Schima wallichii* (DC.) Korth) มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 28.03, 26.64 และ23.39 ตามลำดับ ไม้หนุ่มพบ 57 ชนิด กล้าไม้และไม้พื้นล่างพบ 20 ชนิด

คำสำคัญ: สังคมพืช, โครงการป่ารักน้ำ, สกลนคร

ABSTRACT

Pa Rak Nam Project was intialated by Her Majesty Queen Sirikit at Sakhon Nakhon province. This project is reforestation and utilization with people participitation more than 30 years old. The objective of this work was to study the vegetation structure, composition at Ban Pa Rak Nam, Sawang Daen Din District, Sakon Nakhon Province. A total of 48 quadrats were sampled. Results showed that a total of 97 plant species representing 34 families and 77 genera were recorded. These were composed of 73.20 % Trees (71 species), 10.31 % Climbers (10 species), 5.15 % Shrubs (5 species), 3.09% Herbs (3 species), and 2.06 % Grasses(2species). The major families were each represented by Leguminosae species (16), followed by Annonaceae (9 species) and Phyllanthaceae (8 species). Twenty species of seedling, 57 species of sapling, and 64 species of tree were recorded. The first five dominant tree species were *Pterocarpus macrocarpus* Kurz, *Senna siamea* (Lam.) Irwin & Barneby, *Dalbergia cochinchinensis* Pierre., and *Schima wallichii* (DC.) Korth. of which Important Value Index (IVI) were 48.50, 28.03, 26.64, and 23.39 respectively.

ความหนาแน่น ขนาดตัวของปูก้ามดาบชนิด *Ucarosea* (Tweedie, 1937) และลักษณะของดินที่อยู่อาศัย จังหวัดสตูล ประเทศไทย

Density and Body Size of Fiddler Crab (*Ucarosea* (Tweedie, 1937)) and Soil Characteristic of Their Habitat, Satun Province, Thailand

ณรงค์ศักดิ์ สิทธิชัย[1] อารีรัตน์ สุขกาย[1] และ ขนิษฐา กีรติภัทรกาญจน์[1]

Narongsak Sitthichai[1], Areerat Sukkai[1] and Kanitta Keeratipattarakarn[1]

[1]มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 1 ต.ท่างิ้ว อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80280

[1]Nakhon Si Thammarat Rajabhat University 1 Tha-Ngew Sub-district, Maueng district, Nakhon Si Thammarat province, 80280

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหนาแน่นและขนาดของตัวปูก้ามดาบชนิด *Ucarosea* (Tweedie, 1937) จากศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาป่าชายเลน 5 (สตูล) จังหวัดสตูล ภาคใต้ของประเทศไทย ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 ขนาดประชากรประมาณ 220 ตารางเมตรใช้กรอบตัวอย่างขนาด 0.5 X 0.5 ตารางเมตร (n=20) เพื่อรวบรวมปู หลังจากนั้นได้นับจำนวนปูและวัดขนาดลำตัว (ความยาวและความกว้างของกระดอง) นอกจากนี้ยังได้รวบรวมตัวอย่างดินจำนวน 3 ตัวอย่าง (ตัวอย่างละ 100 กรัม) ที่ใกล้โพรงตัวผู้และตัวเมียในกรอบตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในตะกอน (%) และอินทรียวัตถุ (%) ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของประชากร (± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) เท่ากับ 5.96 ± 0.34 ตัวต่อตารางเมตร ความยาวและความกว้างของกระดองตัวผู้เท่ากับ 12.10 ± 0.41 มิลลิเมตรและ 17.39 ± 0.49 มิลลิเมตร ความยาวและความกว้างของกระดองตัวเมียเท่ากับ 12.09 ± 0.43 มิลลิเมตร และ 17.21 ± 0.41 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขนาดของปูไม่แตกต่างกันระหว่างเพศ ปริมาณความชื้นและปริมาณอินทรียวัตถุของดินใกล้โพรงตัวผู้เท่ากับ 48.06 ± 1.73 % และ 3.72 ± 0.23 % ตามลำดับ และใกล้โพรงตัวเมียเท่ากับ 51.58 ± 1.92 % และ 3.35 ± 0.17 % ตามลำดับ มีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างความยาวและความกว้างกระดอง (ตัวผู้และตัวเมีย R= 0.659, N= 51, P= 0.000)

คำสำคัญ: ความหนาแน่น ขนาดตัว ลักษณะดิน ปูก้ามดาบ ชนิด *Ucarosea*

ABSTRACT

This study was conducted to examine density, and body size of fiddler crabs (*Ucarosea* (Tweedie, 1937)) from the Mangrove Extension, Learning and Development Center 5 (Satun), Satun Province, Southern Thailand in October, 2017. The studied population occupied about 220 m^2. 0.5X 0.5 m^2quadrats (n= 20) were used for crab collection. Crabs were counted and their body sizes (carapace length and width) were measured. In addition, three sediment samples (100 g each) near male's and female's burrows from each quadrat were collected for sediment moisture content (%) and organic matter (%)analyses.The results showed that mean (±SE) population density was 5.96 ± 0.34 individuals/m^2. Male's carapace length and width were 12.10 ± 0.41 mm and 17.39 ± 0.49 mm, respectively. Female's carapace length and width were 12.09 ± 0.43mm and 17.21 ± 0.41mm, respectively. Body sizes were not different between sexes. The moisture content and organic matter of soil near male's burrows were 48.06 ± 1.73 % and3.72 ± 0.23 %, respectively; while the values near female's burrows were 51.58 ± 1.92 % and 3.35 ± 0.17 %, espectively. There was a positive relationship between crab carapace length and carapace width (male and female: R= 0.659, N= 51, P= 0.000).

Keywords : density, body size, soil character, fiddler crab (*Ucarosea*)

ขนาดตัวและโครงสร้างของรูปูก้ามดาบชนิด *Ucarosea* (Tweedie, 1937) ในจังหวัดสตูล ประเทศไทย

Body Size and Burrow Structure of Fiddler Crabs *Ucarosea* (Tweedie, 1937) in Satun Province, Thailand

ณัฐณิชา โกมัย[1] ปาริชาต คชฉิม[1] และ ขนิษฐา กีรติภัทรกาญจน์[1]

Natnicha Gomai[1], Parichat Khotchim[1] and Kanitta Keeratipattarakarn

[1]มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 1 ต.ท่างิ้ว อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80280

[1]Nakhon Si ThammaratRajabhat University 1 Tha-Ngew Sub-district, Maueng district, Nakhon Si Thammarat province, 80280

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขนาดตัวและโครงสร้างของรูปูก้ามดาบชนิด *Ucarosea* ณ ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 5 (สตูล) จังหวัดสตูล ภาคใต้ของประเทศไทย พื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นดินโคลนขนาด 220 ตารางเมตรการเก็บรวบรวมปูโดยการวางกรอบตัวอย่างขนาด 0.5 X 0.5 ตารางเซนติเมตร (n=20) บันทึกเพศและวัดขนาดของตัวปู (ความยาวและความกว้างของกระดอง) โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์นำขี้ผึ้งพาราฟินมาใช้หล่อโพรงของรูปูในการหาความยาวความลึกและรูปร่างของรูปู ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเพศ ไม่พบความแตกต่างของความกว้างกระดอง (ตัวผู้:17.51±2.47, ตัวเมีย:16.66±1.98) ความยาวกระดอง (ตัวผู้:12.24±1.99, ตัวเมีย:11.61±2.29) ความยาวรูปู (ตัวผู้: 65.68±17.66, ตัวเมีย: 70.76±25.86) และความลึกของรูปู (ตัวผู้: 56.10±13.80, ตัวเมีย: 60.01±25.08) รูปร่างของรูปู พบว่าเป็นแบบ J ร้อยละ 54 และแบบ I ร้อยละ 46 และพบความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่างความยาวกระดองและความกว้างกระดอง (ตัวผู้ R=0.61, N=24, P=0.001; ตัวเมีย R = 0.99, N = 25, P=0.000)

คำสำคัญ : โครงสร้างของรูปู ปูก้ามดาบ *Ucarosea*

ABSTRACT

Body size and burrow structures of *Ucarosea* were studied in Mangrove Extension, Learning and Development Center 5 (Satun), Satun Province, Southern Thailand. The studied area was muddy covering an area of 220 m^2.0.5 X 0.5 m^2 quadrats (n=20) were used for crab collection. Crabs were counted; their sexes were determined; and their body sizes (carapace length and width) were measured using a verniercaliper. Paraffin wax was used to make burrow cast of each crab. Length, depth and shape of the burrow casts were measured and recorded. The results showed no difference between the measured parameters (body size and burrow depth) of male and female. The average carapace widths (±SE) of male and female were 17.51 ± 2.47 mm and 16.66 ± 1.98 mm, respectively; while average carapace lengths (±SE) were 12.24 ± 1.99 mm and 11.61 ± 2.29 mm, respectively. The average male's and female's burrow lengths (±SE) were 65.68 ± 17.66 mm and 70.76 ± 25.86 mm, respectively; and the average burrow depths (±SE) were 56.10 ± 13.80 mm and 60.01 ± 25.08 mm, respectively. We observed 54 % of J-shaped burrows and 46% of I-shaped burrows. There was a strong positive relationship between crab carapace lengths and carapace widths (male: R = 0.61, N = 24, P = 0.001; female: R = 0.99, N = 25, P = 0.000).

Keywords: burrow structures, fiddler crab, *Ucarosea*

โครงการส่งเสริมการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้ระบบนิเวศเป็นฐาน โดยการฟื้นฟูพื้นที่ป่าชายเลนและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ในประเทศไทยและประเทศเวียดนาม

Promoting Ecosystem-based Adaptation [EBA] through Mangrove Restoration and Sustainable Use in Thailand and Viet Nam

สุปราณี กำปงซัน[1] และ สาทิศ คงศิริกำแหง[2]

Supranee Kampongsun[1] and Satit Kongsirikamheng[2]

องค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN) แผนงานประเทศไทย[1]

เกษตรกรในโครงการ[2]

IUCN Thailand program[1]

Mangrove polyculture farmer[2]

บทคัดย่อ

แนวคิดการเพาะเลี้ยงสัตว์หลากหลายชนิดพันธุ์แบบผสมผสานในพื้นที่ป่าชายเลน โดยมีพื้นที่ป่าชายเลนอย่างน้อย 60% และมีพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 40% (integrated mangrove poly-culture) เป็นแนวทางในการทดลองในพื้นที่นำร่องเพื่อแสดงให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของระบบนิเวศป่าชายเลนต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำวัยอ่อน จากผลการดำเนินงานและการเก็บข้อมูลในพื้นที่นำร่อง 235 ไร่ ของนายกิตติ คงศิริกำแหง ม.2 ต.บางชัน อ.ขลุง จ.จันทบุรี ช่วงปีพ.ศ. 2558- 2561 (42 เดือน) ซึ่งมีพื้นที่ป่าชายเลนในบ่อเลี้ยงประมาณ 60% และพื้นที่เพาะเลี้ยงประมาณ 40% พบว่าตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ 2558 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 ชนิดพันธุ์ที่สามารถเก็บเกี่ยวได้จากในพื้นที่เพาะเลี้ยงคือ กุ้งกุลาดำ กุ้งแชบ๊วย กุ้งนา (กุ้งทะเลรวมชนิดพันธุ์) ปูทะเล และปลาทะเลหลากหลายชนิดพันธุ์ ปริมาณสัตว์น้ำทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวได้คือ 7,157 กิโลกรัม หรือเฉลี่ยเดือนละ 170.41 กิโลกรัม โดยมีอัตราการผลิต 8.70 กิโลกรัม/ต่อไร่/ต่อเดือน รวมเป็นรายได้ 1,390,086 บาท โดยมีรายจ่าย 355,237 บาท รายได้คงเหลือ 1,034,849 บาท หรือเฉลี่ยเดือนละ 24,639 บาท จากการเก็บเกี่ยวสัตว์น้ำในบ่อเลี้ยงในระยะเวลา 42 เดือน นอกจากนี้ยังพบว่าสัตว์น้ำที่สามารถเก็บเกี่ยวได้สูงสุดตลอดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลคือ กุ้งนา (กุ้งทะเลรวมหลายชนิดพันธุ์) จำนวน 2,902 กก. โดยปัจจัยที่ทำให้ผลผลิตสัตว์น้ำสม่ำเสมอตลอดทั้งปีคือการจำลองสภาพแวดล้อมในบ่อเลี้ยงให้ใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติของป่าชายเลน ความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าชายเลนในพื้นที่เพาะเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำในช่วงวัยต่างๆ ซึ่งทำให้เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวสัตว์น้ำและมีรายได้จากหลากหลายชนิดพันธุ์ในช่วงเวลาต่างๆ หมุนเวียนกันไปตลอดทั้งปี

ABSTRACT

In theory, Integrated Mangrove Polyculture consists of 60% of mangrove forest and 40% of marine aquaculture area. This pilot project aimed to demonstrate crucial roles of mangrove ecosystem for growth of juvenile marine animals. The research of integrated mangrove culture production was conducted in an area of 235 rai owned by Mr. Kitti Kongsirikamheng in Moo 2,

Bang Chan Sub-district, Klung District, Chanthaburi Province in 2015 - 2018 (42 months). The studied area consisted of approximately 60% mangrove forest and 40% of marine aquaculture. During the study various types of marine animals had been harvested such as black tiger shrimp, banana shrimp, other marine shrimp species (mixed shrimp), mud crab and several species of marine fish. A total weight of the harvested species was 7,157 kg. or approximately 170.41 kg. per month. Yield per rai per month was 8.70 kg in 42 months producing a total gross income of 1,390,086 THB, while total expenses was 355,237 THB. Therefore, net income was 1,034,849 THB in 42 months or 24,639 THB per month. When comparing yield among the groups of harvested marine species, it was found that the mixed marine shrimp species had the highest yield (2,902 kg). This pilot study suggested that one of the most significant factors supporting constant yield volume throughout the years was the imitation of mangrove ecosystem in the aquaculture area which create pond's conditions similar to the natural habitat of the species. Healthy mangrove ecosystem and its services in the aquaculture area enhance the growth and health of marine species which contribute to constant income for farmers throughout the years.

Key words: nature based solution, ecosystem based adaption, mangrove restoration, integrated mangrove polyculture, livelihood, organic certification for marine aquaculture

การปฏิรูปป่าไม้แห่งชาติ

เอกสารประกอบการประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2561

วันที่ 22-24 สิงหาคม 2561 ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

อธิบดีกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

คณบดีคณะวนศาสตร์

อธิบดีกรมป่าไม้

อธิบดีกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

ผู้อำนวยการองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

กองบรรณาธิการ

คณะวนศาสตร์

นายกอบศักดิ์ วันธงไชย
นางสาวนฤมล แก้วจำปา
นายกฤษฎาพันธุ์ ผลากิจ
นายรองลาภ สุขมาสรวง
นางสาวนิสา เหล็กสูงเนิน
นายยุทธพงษ์ คีรีมังคละ
นางสาวแสงสรรค์ ภูมิสถาน
นายไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ
นางวาทินี สวนผกา
นางลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล
นางสาวอุษารดี ภู่มาลี
นางสาวทัศนี กลิ่นหวล
นางสาวชลทร ศรีรอดจันทร์
นางสาวจินตลา กลิ่นหวล
นางสาวศิรภัสสร ชมเชย
นางสาวละอองดาว เถาว์พิมาย

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

นายทนุวงศ์ แสงเทียน
นายชาตรี มากนวล
นางพูลศรี วันธงไชย
นายธมนัย ประวีณวงศ์วุฒิ
นางสาววรัทยา พรมชู
นายวิจารณ์ มีผล
นายสุชาติ แย้มปราสัย
นางดรุณี เจียมจำรัสศิลป
นางประนอม ชุมเรียง
นายนาวิน พรหมสิน
นายอุทัย เดชยศดี

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

นางสิริรัตน์ จันทร์มหเสถียร
นางสาวภานุมาศ ลาดปาละ
นางสาววินันท์ดา หิมะมาน
นางสาวทิพย์ลดา ทองตะเภา

กรมป่าไม้

นายคงศักดิ์ มีแก้ว

องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

นายทรงพล อาทรธุระสุข