THAI JOURNAL OF BOTANY 4 (1): 1-13. 2012.
วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 4 (1): 1-13. 2555.

บทความวิชาการ

ไลเคนกับการใช้เป็นยารักษาโรค

Lichen for Traditional Medicine

ขวัญเรือน พาป้อง*
KHWANRUAN PAPONG*

ภาควิชาชีววิทยาและพิพิธภัณฑ์เห็ดที่มีฤทธิ์ทางยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จ.มหาสารคาม 44150
Department of Biology and Medicinal Mushroom Museum, Faculty of Science, Mahasarakham University, Maha Sarakham 44150, Thailand

บทคัดย่อ. ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรเห็ดรามีรูปแบบการเจริญเติบโตที่เป็นเอกลักษณ์ คือ การเจริญเติบโตอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยระหว่างสาหร่ายและรา จากรายงานการใช้ไลเคนเป็นยาพบในรายงานของภูมิปัญญาของชาวอินเดีย (traditional Indian medicine) ภูมิปัญญาของชาวจีน (traditional Chinese medicine) และภูมิปัญญาของชาวยุโรป (homeopathic and western medical herbals) โดยพบว่าหลายโรคที่มีการใช้ไลเคนในการรักษา เช่น โรคไขข้ออักเสบ โรคผมร่วง โรคท้องผูก โรคไต โรคเรื้อน โรคคอหอยอักเสบ โรคพิษสุนัขบ้า โรคติดเชื้อ โรคพยาธิและการติดเชื้อหนอนพยาธิ มีรายงานการนำสารธรรมชาติที่ไลเคนสร้างขึ้นไปใช้เป็นยาในภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างกว้างขวาง เช่น กรดอุสนิค (usnic acid) และสารแอทราโนริน (atranorin) นอกจากนี้มีการทดสอบสารธรรมชาติของไลเคนในสัตว์ทดลอง เช่น เพื่อยับยั้งจุลชีพก่อโรค ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง และเพิ่มประสิทธิภาพให้กับภูมิคุ้มกัน ดังนั้นสารธรรมชาติที่ไลเคนสร้างขึ้นมามีรายงานถึงศักยภาพการนำไปใช้ประโยชน์เป็นยารักษาโรคอย่างกว้างขวาง

ABSTRACT. Lichens are a unique life style in the Kingdom Fungi. They are a symbiosis between algae or cyanobacteria and fungi. They have been used in traditional medicine; including traditional Indian medicine, traditional Chinese medicine, homeopathy and western medical herbals. The diverse diseases for which lichens have been used include arthritis, alopecia, constipation, kidney diseases, leprosy, pharyngitis, rabies, infections, worms and infestation. The secondary metabolites, such as usnic acid and atranorin have been reported

* Corresponding author: khwanruan.p@msu.ac.th

Received: 24 February 2012
Accepted: 15 June 2012

to be bioactive in traditional medicine. Animal investigations on secondary metabolites of lichens have demonstrated antimicrobial, antitumor and immunomodulatory activity. Therefore, the secondary compounds in lichens have high potential of medical use.

คำสำคัญ: ไลเคน, ภูมิปัญญา
Keywords: Lichen, traditional medicine

บทนำ

สิ่งมีชีวิตที่เรียกว่า ไลเคน จัดอยู่ในอาณาจักรเห็ดรา (Kingdom Fungi) ส่วนใหญ่อยู่ในดิวิชั่นแอสโคไมโคตา (Division Ascomycota) รายงานว่ามากถึงร้อยละ 98 (ประมาณ 13,500 ชนิด) และอยู่ดิวิชั่นเบสิดิโอไมโคตา (Division Basidiomycota) พบเพียงร้อยละ 0.3 (ประมาณ 50 ชนิด) นอกจากนี้เป็นราในกลุ่มแอนามอฟิก (Anamorphic fungi) อีกร้อยละ 1.5 (ประมาณ 200 ชนิด) (Hawksworth, 1988; Honegger, 1992; Hawksworth & Honegger, 1994; Kirk *et al.*, 2001) จากไลเคนเกือบ 20,000 ชนิด พบว่าไลเคนหลายชนิดมีศักยภาพในการใช้เป็นยารักษาโรคได้และไลเคนบางชนิดสามารถรับประทานได้ (Chevallier, 1996) เนื่องจากไลเคนบางชนิดผลิตสารธรรมชาติที่เป็นพิษ (toxic substance) ดังนั้นการนำไลเคนไปรับประทานหรือใช้รักษาโรคต้องพึงระวังและหลีกเลี่ยงชนิดที่สร้างสารธรรมชาติที่เป็นพิษด้วยเช่นกัน (Agelet & Vallës, 2003)

หลักฐานภูมิปัญญาการใช้ไลเคนเป็นยา

จากรายงานพบหลักฐานการใช้ประโยชน์จากไลเคนตั้งแต่ศตวรรษที่ 15 จากบันทึกของภูมิปัญญาของชาวอินเดีย (traditional Indian medicine) หรือเรียกว่า อายุรเวช (ayurveda) จากภูมิปัญญาของชาวจีน (traditional Chinese medicine) และภูมิปัญญาของชาวยุโรป (homeopathic and western medical herbals) (Agelet & Vallës, 2003) คำว่า “ไลเคน” ในการรักษาโรคซึ่งตรงกับภาษากรีกในคำว่า “ลีโพรัส (leprous)” ซึ่งอ้างถึงการรักษาโรคผิวหนังโดยวิธีการทำให้ผิวกำพร้าหลุดลอกออกซึ่งใช้ประโยชน์ในเรื่องทำให้ผิวสวยอ่อนเยาว์ได้เช่นกัน นอกจากนี้มีรายงานการใช้ไลเคน *Lobaria pulmonaria* รักษาโรคปอดและโรคที่เกี่ยวกับสมองโดยใช้ไลเคน *Parmelia sulcata* (Rizzini, 1952) และมีรายงานการรักษาโรคดีซ่านจากไลเคน *Xanthoria parietina* (Bown, 2001)

หลังจากนั้นพบรายงานในศตวรรษที่ 18 ใช้ไลเคน *Evernia furfuracea* เป็นยาครั้งแรก (Launert, 1981) นอกจากนี้มีไลเคนอีกหลายชนิดที่มีหลักฐานอ้างอิงว่าใช้รักษาอาการไอ รักษาอาการโรคตัวเหลือง รักษาอาการโรคกลัวน้ำ และรักษาอาการโรคผมร่วง (Pereira, 1853) และจากบันทึกการใช้สมุนไพรเป็นยารักษาโรคพบการใช้ไลเคนอีกหลายชนิดในสกุล *Cladonia, Evernia, Lobaria, Parmelia, Peltigera, Pertusaria, Physia, Rocella, Usnea* และ *Xanthoria* (Perez-Llano, 1944b)

จากหลักฐานภูมิปัญญาการใช้ไลเคนเป็นยารักษาโรค พบว่ามีการใช้ไลเคนหลายชนิดในสกุล *Peltigera* คนท้องถิ่นในประเทศไอร์แลนด์ ใช้ *P. aphthosa* เป็นยาถ่ายพยาธิ (vermifuge) และ *P. canina* เป็นยาระบายอย่างอ่อน (laxative) (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ยังพบสูตรการใช้ไลเคนเป็นยารักษาโรคพิษสุนัขบ้าหรือโรคกลัวน้ำ โดยใช้ไลเคน *Peltigera* sp. หมักกับพริกไทยดำไว้เป็นเวลา 4 วัน หลังจากนั้นนำมาผสมกับนมอุ่น ½ ไพน์ (pint) ใช้ดื่มเพื่อรักษาอาการของโรคดังกล่าว

หลักฐานการใช้สารธรรมชาติจากไลเคนเป็นยา

สารธรรมชาติจากไลเคนหรือสารทุติยภูมิ (lichen metabolites) มีการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในการยับยั้งจุลชีพต่างๆ เช่น ยับยั้งแบคทีเรียก่อให้เกิดโรค (anti-mycobacterial) ต้านไวรัส (antiviral) ยับยั้งอาการอักเสบหรือใช้เป็นยาต้านการอักเสบ (anti-inflammatory) ยาระงับปวด (analgesic) ยาลดไข้ (antipyretic) ยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์ (anti-proliferative) และยับยั้งความเป็นพิษต่อเซลล์สิ่งมีชีวิตที่มีผลจากการใช้ยาหรือสารเคมี (cytotoxic effects) เห็นได้ว่าปัจจุบันมีการนำสารธรรมชาติจากไลเคนมาใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้นมากมาย แต่อย่างไรก็ตามยังไม่พบการตรวจสอบและรายงานมากนักเกี่ยวกับการนำสารธรรมชาติจากไลเคนไปใช้เป็นยารักษาอาการของโรคต่างๆ จนหายขาด (Müller, 2002) การนำสารจากไลเคนไปใช้ประโยชน์มีข้อจำกัดอาจเนื่องมาจากกลุ่มของสารทุติยภูมิที่ไลเคนแต่ละชนิดสร้างขึ้นมา (Boustie & Grube, 2005)

การใช้สารธรรมชาติจากไลเคนยับยั้งแบคทีเรียก่อให้เกิดโรค

ความพิเศษของสารธรรมชาติจากไลเคนที่สามารถนำไปใช้เป็นยาปฏิชีวนะ (antibiotic) สร้างความตื่นเต้นให้กับนักวิทยาศาสตร์ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 15 (Lawrey, 1986) ในปี ค.ศ. 1944 Burkholder และคณะ ได้ริเริ่มค้นคว้าเกี่ยวกับการนำสารธรรมชาติจากไลเคนไปใช้ยับยั้งแบคทีเรียก่อให้เกิดโรค จากผลการทดสอบความสามารถในการนำไปใช้เป็นยาปฏิชีวนะ จากไลเคน 42 ชนิด พบว่า 27 ชนิด มีความสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ (Burkholder *et al.*, 1944; Bylicka, 1952; Vartia, 1973)

สารธรรมชาติจากไลเคนที่มีรายงานการนำไปใช้เป็นยาปฏิชีวนะมากที่สุดสารหนึ่งคือ กรดอุสนิค (Mordraksi, 1956; Shibamoto & Wei, 1984; Rowe *et al.*, 1991; Dobrescu *et al.*, 1993; Abo-Khatwa *et al.*, 1996; Rowe *et al.*, 1999; Cocchietto, *et al.*, 2002) นอกจากนี้ยังพบว่ามีสารธรรมชาติอีกหลายชนิดที่มีรายงานการใช้เป็นยาปฏิชีวนะ เช่น กรดวูลพินิค (vulpinic acid) และแอทราโนริน (atranorin) แต่พบรายงานการใช้สารแอทราโนรินน้อยกว่า (Lawrey, 1986; Lauterwein *et al.*, 1995) สารธรรมชาติจากไลเคนในกลุ่มที่เป็นกรด เช่น กรดอุสนิค กรดอีเวอมิค (evermic acid) และ กรดวูลพินิค พบรายงานการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดี เช่น *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* และ *B. megaterium* แต่พบว่าสารในกลุ่มที่เป็นกรดนี้ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมลบได้ เช่น *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* (Lawrey, 1986)

นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากไลเคนที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน เช่น อะซิโตน (acetone) แอลกอฮอล์ (alcohol) คลอโรฟอร์ม (chloroform) ไดเอทิลอีเทอร์ (diethyl ether) เอทานอล (ethanol) เมทานอล (methanol) และปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) จากไลเคนหลายชนิดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้หลายชนิด (ตารางที่ 2)

การใช้สารธรรมชาติจากไลเคนยับยั้งเชื้อราก่อให้เกิดโรค

สารธรรมชาติจากไลเคนหลายชนิดมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราก่อให้เกิดโรคได้ เช่น สารพาไรติน (parietin) สารแอนทราควิโนน (anthraquinone) โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Manojlovic *et al*., 2005) นอกจากนี้ยังมีรายงานการนำสารธรรมชาติจากไลเคนไปยับยั้งเชื้อราก่อโรคพืชบางชนิด ได้แก่ *Microsporum gypseum, Trichophyton mentagrophytes* และ *T. rubrum* โดยใช้สารสกัดจากไลเคน *Protousnea poeppigii* และ *Usnea florida* var. *rigida* ซึ่งประกอบด้วยสารธรรมชาติ เช่น กรดไอโซไดวาริคาติค (iso-divaricatic acid) 5-โพรพลิเรสออคินอล (5-propylresorcinol) กรดไดวาริคาติค (divaricatic acid) และกรดอุสนิค

การใช้สารธรรมชาติจากไลเคนยับยั้งเชื้อไวรัส

รายงานการใช้สารธรรมชาติจากไลเคนยับยั้งเชื้อไวรัสมีค่อนข้างน้อย สารธรรมชาติชนิดที่นำไปทดสอบ คือ กรดอุสนิคสกัดจากไลเคน *Teloschistes chrysophthalmus* และสารพาไรตินสกัดจากไลเคน *Ramalina celastri* (Fazio *et al*., 2007)

การใช้สารธรรมชาติจากไลเคนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

สารธรรมชาติจากไลเคนหลายชนิดมีรายงานการนำไปใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารฟีโนลิค (phenolic) สารเมทิลออเซนิลเลต (methyl orsenillate) กรดออเซนิลลิค (orsenillic acid) สารแอทราโนริน กรดเลคาโนริค (lecanoric acid) และกรดสติกติก (stictic acid) โดยสารธรรมชาติดังกล่าวพบในไลเคน *Cetraria islandica* (Gülcin *et al*., 2002) *Parmotrema stuppeum* (Jayapraksha & Rao, 2000) และ *Usnea articulata* (Lohèzic-Le Dèvèhat *et al*., 2007)

การใช้สารธรรมชาติจากไลเคนต้านเซลล์มะเร็ง

การศึกษาการใช้สารธรรมชาติจากไลเคนต่อต้านเซลล์มะเร็งในระดับห้องปฏิบัติการพบว่ามีสารหลายชนิดมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งได้ เช่น สารแพนนาริน (pannarin) สารออซินอล (orcinol) สารเทนนูออริน (tenuiorin) และสารเมทิลออเซลลิเนต (methyl orsellinate) จากไลเคน *Peltigera leucophlebia* นอกจากนี้พบว่าสารเทนนูออรินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งเต้านม (breast cancer) เซลล์มะเร็งตับอ่อน (pancreatic cancer) และเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ (colon cancer) ในเซลล์ไลน์ (cell lines) (Ingolfsdottir *et al*., 2002) สารสกัดไบแอนทราควิโนน ไกลโคไซด์ (bianthraquinone glycosides) และสารคอเลเฟลคซิโนไซด์ (colleflaccinosides) จากไลเคน *Collema flaccidum* มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งได้เช่นกัน (Rezanka & Dembitsky, 2006)

การใช้สารธรรมชาติจากไลเคนเป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพภูมิคุ้มกัน

ปัจจุบันมีการใช้สารจากธรรมชาติหลากหลายชนิด เพื่อเป็นสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกาย ซึ่งนักวิทยาศาสตร์และคนทั่วไปให้ความสนใจมากขึ้น สารธรรมชาติจากไลเคนมีการทดสอบการนำไปใช้เป็นสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เช่น สารเฮเทอโรไกลแคน (heteroglycan) และสารเบต้ากลูแคน (beta-glucan) สกัดได้จากไลเคน *Thamnolia vermicularis* var. *subuliformis* มีรายงานการนำไปทดสอบเป็นสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน แต่ผลการทดสอบไม่เป็นที่แน่ชัดนัก อาจเนื่องมาจากมีหลายปัจจัยเกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันในสิ่งมีชีวิต (Omarsdottir *et al*., 2007)

การใช้สารธรรมชาติจากไลเคนยับยั้งการสร้างสารไทโรซิเนส

สารธรรมชาติจากไลเคนในวงศ์กราฟิดาซิอิ (family Graphidaceae) หลายชนิดมีรายงานการนำไปยับยั้งการสารสร้างไทโรซิเนส (tyrosinase) โดยสกัดด้วยเมทานอล เช่น *Graphina glaucorufa*, *G. multistriata*, *G. salacinilabiata*, *Graphis assamensis*, *G. nakanishiana*, *Phaeographopsis indica* (Behera *et al*., 2006) พบไลเคนที่สามารถรับประทานได้ คือ *Umbilicaria esculenta* และ *Usnea longissima* (Kim & Cho, 2007) สามารถยับยั้งการสารสร้างไทโรซิเนสได้เช่นกัน

สารธรรมชาติที่พบในไลเคนกับการใช้ประโยชน์

ไลเคนเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งที่สร้างสารธรรมชาติหรือสารทุติยภูมิที่แตกต่างจากพืชชั้นสูง ในปัจจุบันมีรายงานการค้นพบสารธรรมชาติจากไลเคนมากกว่า 10,000 ชนิด (Huneck & Yoshimura, 1996; Mathey *et al*., 2002; Papadopoulou *et al*., 2007) แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีการรายงานการพบสารธรรมชาติชนิดใหม่ๆ เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับไลเคนได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบันและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการนำสารธรรมชาติจากไลเคนไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มีเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมาทำให้เราทราบถึงประโยชน์ของไลเคนในอีกทางหนึ่งนอกเหนือจากการใช้ไลเคนเป็นดัชนีบ่งชี้ทางคุณภาพอากาศของสิ่งแวดล้อมที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นสารธรรมชาติจากสิ่งมีชีวิตสองชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการศึกษาวิจัยต่อยอดเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในทางการแพทย์และการเกษตรต่อไป

บทสรุป

จากหลักฐานงานวิจัยเกี่ยวกับการนำไลเคนไปใช้ประโยชน์เพื่อการรักษาโรคต่างๆ มีมานานแล้ว เริ่มตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 15 พบว่าสารธรรมชาติหรือสารทุติยภูมิจากไลเคนมีศักยภาพค่อนข้างสูง ปรากฏหลักฐานในอายุรเวชซึ่งเป็นภูมิปัญญาของชาวอินเดีย ในภูมิปัญญาของชาวจีน และภูมิปัญญาของชาวยุโรป นอกจากนี้ยังมีการใช้ไลเคนเป็นยารักษาโรคในประเทศอื่นๆ แต่ไม่พบรายงานเป็นลายลักษณ์อักษร เช่น สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวมีการใช้ไลเคน *Usnea* spp. ซึ่งมีกรดอุสนิคในการรักษาโรคกระเพาะอาหารโดยวิธีชงเป็นชาดื่ม ส่วนในประเทศไทยพบการใช้ไลเคนหลายชนิดในสกุลดังกล่าวชงเป็นชาดื่มแก้อาการปวดท้องเช่นกัน โดยพบในชาวบ้านแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนที่มีชายแดนติดต่อกับประเทศลาว เช่น

จังหวัดเลย จากข้อมูลดังกล่าวสารธรรมชาติจากไลเคน *Usnea* spp. น่าจะมีศักยภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อให้เกิดโรคในกระเพาะอาหารหรือลำไส้ของคนได้หากได้รับการวิจัยต่อยอดในเรื่องดังกล่าว นอกจากรายงานการใช้สารธรรมชาติจากไลเคนเป็นยารักษาโรคแล้วยังพบว่ามีรายงานการใช้สารสกัดจากไลเคนยับยั้งจุลชีพก่อโรคอื่นๆ ได้อีก ด้วยเหตุนี้สารธรรมชาติจากไลเคนจึงน่าจะมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ต่อไป นอกเหนือจากการใช้ไลเคนเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เรียบเรียงขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.วลัยพร ทองเจริญบัวงาม สำหรับคำแนะนำและตรวจสอบรายชื่อโรคต่างๆ ที่ปรากฏในบทความวิชาการเรื่องนี้ ขอขอบพระคุณคำแนะนำและการตรวจทานต้นฉบับจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

Abo-Khatwa, A.N., Al-Robia, A.A. & Jawhari, D.A. 1996. Isolation and identification of usnic acid and atranorin from some Saudi Arabian lichens. **Arab Gulf Journal of Scientific Research** 15: 15-28.

Agelet, A. & Vallës, J. 2003. Studies on pharmaceutical ethnobotany in the region of Pallars (Pyrenees, Catalonia, Iberian Peninsula). Part III. Medicinal uses of non-vascular plants. **Journal of Ethnopharmarcology** 84(2-3): 229-234.

Bastien, J.W. 1983. Pharmacopoeia of the Qollahuaya Andeans. **Journal of Ethnopharmacology** 8: 97-111.

Behera, B.C., Adawadkar, B. & Makhija, U. 2006. Tyrosinase-inhibitory activity in some species of the lichen family Graphidaceae. **Journal of Herbal Pharmacotherapy** 6(1): 55-69.

Boustie, J. & Grube, M. 2005. Lichens-a promising source of bioactive secondary metabolites. **Plant Genetic Resources** 3: 273-278.

Bown, D. 2001. **Encyclopedia of Herbs and their Uses**. Dorling Kindersley, London.

Burkholder, P.R., Evans, A.W., McVeigh, I., & Thornton, H.K. 1944. Antibiotic activity of lichens. **Proceeding of the National Academy of Science of the U.S.A.** 30(9): 250-255.

Bylicka, H. 1952. Antibiotics of lichens. **Acta Microbiologica Polonica** 1: 185.

Candan, M., Yilmaz, M., Tay, T. & Kivanc, M. 2006. Antimicrobial activity of extracts of the lichen *Xanthoparmelia pokornyi* and its gyrophoric and stenosporic acid constituents. **Zeitschrift für Naturforschung** 61(5-6): 319-323.

Candan, M., Yilmaz, M., Tay, T., Erdem, M. & Türk A.Ö. 2007. Antimicrobial activity of extracts of the lichen *Parmelia sulcata* and its salazinic acid constituent. **Zeitschrift für Naturforschung** 62(7-8): 619-621.

Chandra, S. & Singh, A. 1971. A lichen crude drug (chharila) from India. **Journal of Research in India Medicine** 6: 209-215.

Chevallier, A. 1996. **The Encyclopedia of Medicinal Plant.** Dorling Kingdersley. London.

Cocchietto, M., Skert, N., & Nimis, P.L. 2002. A review on usnic acid, an interesting natural compound. **Naturwissenschaften** 89: 137-146.

Crockett, M., Kageyama, S., Homen, D., Lewis, C., Osborn, J. & Sander, L. 2003. Antibacterial properties of four Pacific Northwest Lichens. **Botany 465 Lichenology**, Oregon State

University. (Date: 10 November 2011) URL: http://lichens.science.oregonstate.edu/antibiotics/lichen_antibiotics.htm

Davis, E.W. & Yost, J.A. 1983. Novel hallucinogens from Eastern Ecuador. **Botanical Museum Leaflets, Harvard University** 29(3): 291-295.

Dobrescu, D., Tanasescu, M., Mezdrea, A., Ivan, C., Ordosch, E., Neagoe, F., Rizeanu, A., Trifu, L. & Enescu, V. 1993. Contributions to the complex study of some lichens-*Usnea* genus. Pharmacological studies on *Usnea barbata* and *Usnea hirta* species. **Romanian Journal of Physiology** 30(1-2): 101-107.

Fazio, A.T., Adler, M.T., Bertoni, M.D., Sepulveda, C.S., Damonte, E.B. & Maier, M.S. 2007. Lichen secondary metabolites from the cultured lichen mycobionts of *Teloschistes chrysophthamus* and *Ramalina celastri* and their antiviral activities. **Zeitschrift für Naturforschung** 62(7-8): 543-549.

Gollapudi, S.R., Telikepalli, H., Jampani, H.B., Mirhom, Y.W., Drake, S.D., Bhattiprolu, K.R., Velde, D.V. & Mitscher, L.A. 1994. Alectosarmentin, a new antimicrobial dibenzofuranoid lactol from the lichen, *Alectoria sarmentosa*. **Journal of Natural Product** 57(7): 934-938.

González-Tejero, M.R., Martínez-Lirola, M.J., Casares-Porcel, M. & Molero-Mesa, J. 1995. Three Lichens Used in Popular Medicine in Eastern Andalucia (Spain). **Economic Botany** 49(1): 96-98.

Gülcin, I., Oktay, M., Küfrevioğlu, O.I. & Aslan, A. 2002. Determination of antioxidant activity of lichen *Cetraria islandica* (L.) Ach. **Journal of Ethnopharmacology** 79(3): 325-329.

Hawksworth, D.L. 1988. The fungal partner. In: **CRC Handbook of Lichenology**. M. Galun (ed.), Vol. 1, pp. 35-38. Boca Raton: CRC Press.

Hawksworth, D.L. & Honegger, R. 1994. The lichen thallus: a symbiotic phenotype of nutritionally specialized fungi and its response to gall producers. In: **Plant Galls: Organisms, Interactions, Populations**. M.A.J. Williams (ed.), pp. 77-98. Oxford: Clarendon Press.

Honegger, R. 1992**.** Lichens: mycobiont-photobiont relationships. In: **Algae and Symbioses, Plants, Animals, Fungi, Viruses, Interaction Explored**. W. Reisser (ed.), pp. 255-275. Bristol: Biopress.

Huneck, S. & Yoshimura, I. 1996. **Identification of Lichen Substances.** Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 493 pp.

Ingolfsdottir K., Gudmundsdottir, G.F., Ogmundsdottir H.M., Paulus, K., Haraldsdottir S., Kristinsson H. & Bauer, R. 2002. Effects of tenuiorin and methyl orsellinate from the lichen *Peltigera leucophlebia* on 5-/15-lipoxygenases and proliferation of malignant cell lines in vitro. **Phytomedicine** 9(7): 654-658.

Jayapraksha, G.K. & Rao, L.J. 2000. Phenolic constituents from the lichen *Parmotrema stuppeum* (Nyl.) Hale and their antioxidant activity. **Zeitschrift für Naturforschung** 55(11-12): 1018-1022.

Kim, M.S. & Cho, H.B. 2007. Melanogenesis Inhibitory Effects of Methanolic Extracts of *Umbilicaria esculenta and Usnea longissima*. **Journal of Microbiology** 45(6): 578-582.

Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C. & Stalpers, J.A. 2001. **Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi**, 9th ed. Wallingford, UK: CAB International.

Kumar, K. & Upreti, D.K. 2001. *Parmelia* sp. (lichens) in ancient medicinal plant lore of India. **Economic Botany** 55(3): 458-459.

Kumar, S., Banskota, A.H. & Manandhar, M.D. 1996. Isolation and identification of some chemical constituents of *Parmelia nepalensis*. **Planta Medica** 62: 93-94.

Lal, B.M. & Upreti, D.K. 1995. Ethno botanical note on three Indian lichens. **Lichenologist** 27(1): 77-99.

Launert, E. 1981. **Edible and Medicinal Plants**. Hamlyn.

Lauterwein, M., Oethinger, M., Belsner, K., Peters, T. & Marre, R. 1995. In vitro activities of the lichen secondary metabolites vulpinic acid, (+)-usnic acid, and (-)-usnic acid against aerobic and anaerobic microorganisms. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy** 39(11): 2541-2543.

Lawrey, J.D. 1986. Biological role of lichen substance. **The Bryologist** 89: 111-122.

Lohèzic-Le Dèvèhat, F., Tomasi, S., Elix, J.A., Bernard, A., Rouaud, I., Uriac, P. & Boustie, J. 2007. Stictic acid derivatives from the lichen *Usnea articulata* and their antioxidant activities. **Journal of Natural Product** 70(7): 1218-1280.

Malhotra, S., Subban, R. & Singh, A. 2008. Lichens- Role in Traditional Medicine and Drug Discovery. **The Internet Journal of Alternative Medicine** 5(2): 1-5.

Manojlovic, N.T., Solujic S., Sukdolak S. & Milosev, M. 2005. Antifungal activity of *Rubia tinctorum, Rhamnus frangula* and *Caloplaca cerina*. **Fitoterapia** 76(2): 244-246.

Mathey, A., Spiteller, P. & Steglich, W. 2002. Draculone, a new anthraquinone pigment from the tropical lichen *Melanotheca cruenta*. **Zeitschrift für Naturforschung** 57(7-8): 565-567.

Mordraksi, M. 1956. Antibiotics from lichens of *Parmelia physodes* species. **Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis Immunology (Warsz)** 4: 299-334.

Müller, K. 2002. Pharmaceutically relevant metabolites from lichens. **Applied Microbiology and Biotechnology** 56(1/2): 9-16.

Negi, H.R. & Kareem, A. 1996. Lichens: the unsung heroes. **Amruth** 1: 3-6.

Omarsdottir, S., Freysdottir, J. & Olafsdottir, E.S. 2007. Immunomodulating polysaccharides from the lichen *Thamnolia vermicularis* var. *subuliformis*. **Phytomedicine** 14(2-3): 179-184.

Papadopoulou, P., Tzakou, O., Vagias, C., Kefalas, P. & Roussis, V. 2007. Beta-orcinol metabolites from the lichen *Hypotrachyna revolut*a. **Molecules** 12(5): 997-1005.

Pereira, J. 1853. **The Elements of Material Medica and Therapeutics**, Vol. 2, 3rd American ed.

Perez-Llano, G.A. 1944a. Lichens. Their biological and economic significance. **The Botanical Review** 10(1): 1-65.

_____. 1944b. Economic uses of lichens. **Economic Botany** 2: 15-45.

Rankovic, B., Misic, M. & Sukdolak, S. 2007. Evaluation of antimicrobial activity of the lichens *Lasallia pustulata, Parmelia sulcata, Umbilicaria crustulosa* and *Umbilicaria cylindrica*. **Mikrobiologiia** 76(6): 817-821.

Rezanka, T. & Dembitsky, V.M. 2006. The colleflaccinosides, two chiral bianthraquinone glycosides with antitumor activity from the lichen *Collema flaccidum* collected in Israel and Russia. **Natural Product Research** 20(10): 969-980.

Rezanka T. & Sigler, K. 2007. Hirtusneanoside, an unsymmetrical dimeric tetrahydroxanthone from the lichen *Usnea hirta*. **Journal of Natural Product** 70(9):1487-1491.

Rizzini, C.T. 1952. The uses of lichens in medicine. **Bras Med.** 66(38-39): 589-596.

Rowe, J.G., Saenz, M.T., García, M.D. & Gil, A.M. 1991. Additional contribution to the study of the antimicrobial activity and identification of lichenic substances in some lichens from Southern Spain. **Annales Pharmaceutiques Francaises** 49(5): 278-285.

Rowe, J.G., Gimenez, M.D.G. & Rodriguez, M.T.S. 1999. Some lichen products have antimicrobial activity. **Zeitschrift für Naturforschung** 54(7-8): 605-609.

Saklani, A. & Upreti, D.K. 1992. Folk uses of some lichens of Sikkim. **Journal of Ethnopharmacology** 37: 229-233.

Santiago, K.A.A., Borricano, J.N.C., Canal, J.N., Marcelo, D.M.A., Perez, M.C.P., & dela Cruz, T.E.E. 2010. Antibacterial activities of fruticose lichens collected from selected sites in Luzon Island, Philippines. **Philippine Science Letters** 3(2): 18-29.

Shibamoto, T. & Wei, C.I. 1984. Mutagenicity of lichen constituents. **Environmental Mutagenesis** 6: 757-762.

Türk, A.Ö., Yilmaz, M., Kivanç, M. & Türk, H. 2003. The antimicrobial activity of extracts of the lichen *Cetraria aculeata* and its protolichesterinic acid constituent. **Zeitschrift für Naturforschung** 58(11-12): 850-854.

Türk, H., Yilmaz, M., Tay, T., Türk, A.Ö. & Kivanç, M. 2006. Antimicrobial activity of extracts of chemical races of the lichen *Pseudevernia furfuracea* and their physodic acid, chloroatranorin, atranorin, and olivetoric acid constituents. **Zeitschrift für Naturforschung** 61(7-8): 499-507.

Vartia, K.O. 1973. Antibiotics in lichens. In: **The Lichens.** V. Ahmadjian & M.E. Hale (eds.). pp. 547-561. Academic Press, New York.

Wang, Li-S., Narui, T., Harada, H., Culberson, C.F. & Culberson, W.L. 2001. Ethnic Uses of Lichens in Yunnan, China. **The Lichenologist** 104(3): 345-349.

Yilmaz, M., Tay, T., Kivanç, M., Türk, H. & Türk, A.Ö. 2005. The antimicrobial activity of extracts of the lichen *Hypogymnia tubulosa* and its 3-hydroxyphysodic acid constituent. **Zeitschrift für Naturforschung** 60(1-2): 35-38.

ตารางที่ 1 ไลเคนที่มีรายงานการนำไปใช้ประโยชน์

ชนิดของไลเคน	วงศ์	การใช้ประโยชน์	ประเทศ	เอกสารอ้างอิง
Cetraria islandica	Parmeliaceae	รักษาโรคปอด โรคไต กระเพาะปัสสาวะอักเสบ รักษาอาการติดเชื้อในช่องปากและคอหอย รักษาอาการอาหารไม่ย่อยและอาการเบื่ออาหาร	Ireland, Europe	Chevallier, 1996; Bown, 2001
Cladonia pyxidata	Cladoniaceae	รักษาโรคไอกรน	Northern Europe	Chevallier, 1996
C. rangiferina	Cladoniaceae	ใช้ชงเป็นชาดื่มแก้ไข้และเป็นยารักษาโรคข้ออักเสบ ใช้เป็นยาพอกบรรเทาอาการปวดตามข้อต่อ รักษาอาการชัก อาการไอ และวัณโรค	Northern Europe	Perez-Llano, 1944a; Bown, 2001
Dictyonema sp.	Atheliaceae	ยาหลอนประสาทหรือใช้เป็นสารก่อประสาทหลอน	USA, California	Davis & Yost, 1983
Flavocetraria nivalis	Parmeliaceae	ใช้ชงเป็นชาดื่มรักษาอาการเวียนศีรษะเมื่อมีการเปลี่ยนท่า (โรคบ้านหมุน) และป้องกันโรคภาวะหัวใจล้มเหลว	Poland	Bastien, 1983
Heterodermia diademata	Physciaceae	ใช้ยาสมานแผล	Nepal	Saklani & Upreti, 1992
Letharia vulpina	Parmeliaceae	รักษาอาการปวดท้อง	USA, California	Davis & Yost, 1983
Lethariella cashmeriana	Parmeliaceae	ใช้เป็นชาชงดื่ม	China	Wang *et al*., 2001
L. sernanderi	Parmeliaceae	ใช้เป็นชาชงดื่ม	China	Wang *et al*., 2001
L. sinensis	Parmeliaceae	ใช้เป็นชาชงดื่ม	China	Wang *et al*., 2001
Parmelia chainense	Parmeliaceae	ใช้เป็นยาเร้ากำหนัดหรือยากระตุ้นอารมณ์ทางเพศ ใช้เป็นยาบรรเทาอาการปวดหัว ใช้เป็นยาสมานแผล	India	Chandra & Singh, 1971; Lal & Upreti, 1995; Kumar & Upreti, 2001
P. nepalense	Parmeliaceae	ใช้รักษาอาการปวดเท้าและปวดเมื่อยนิ้วเท้า	Nepal	Kumar *et al*., 1996

ตารางที่ 1 ไลเคนที่มีรายงานการนำไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ชนิดของไลเคน	วงศ์	การใช้ประโยชน์	ประเทศ	เอกสารอ้างอิง
P. perforatum	Parmeliaceae	ใช้เป็นยาเร้ากำหนัดหรือยากระตุ้นอารมณ์ทางเพศ	India, Afghanistan	Chandra & Singh, 1971; Lal & Upreti, 1995; Kumar & Upreti, 2001
P. sancti-angeli	Parmeliaceae	ใช้เป็นยาเร้ากำหนัดหรือยากระตุ้นอารมณ์ทางเพศ ใช้เป็นยารักษาโรคผิวหนังที่เกิดจากเชื้อราหรือขี้กลาก	India	Chandra & Singh, 1971; Lal & Upreti, 1995; Kumar & Upreti, 2001
P. saxatilis	Parmeliaceae	รักษาหูด	Sweden	Wang *et al*., 2001
Peltigera aphthosa	Peltigeraceae	ยาถ่ายพยาธิ	Ireland	Malhotra *et al*., 2008
P. canina	Peltigeraceae	ยาระบาย	Ireland	Malhotra *et al*., 2008
Pseudoevernia furfuracea		รักษาอาการของโรคทางเดินหายใจ	Spain	González-Tejero, 1995
Ramalina bourgeana	Ramalinaceae	ใช้เป็นยาขับปัสสาวะ ใช้เป็นยาสลายนิ่วในกระเพาะปัสสาวะและนิ่วในไต	Spain	González-Tejero, 1995
Thamnolia vermicularis	Icmadophilaceae	ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อ ใช้เป็นชาชงดื่ม	China, Western Himalayas	Negi & Kareem, 1996; Wang *et al*., 2001
Usnea barbata	Parmeliaceae	รักษาอาการปวดมดลูก	China	Wang *et al*., 2001
U. filipendula	Parmeliaceae	ใช้ยาสมานแผล	Soviet Union	Chevallier, 2001
Usnea sp.	Parmeliaceae	รักษาอาการติดเชื้อในช่องปากและคออักเสบ	Pacific Islands, New Zealand	Chevallier, 2001
Xanthoparmelia scabrosa	Parmeliaceae	ใช้เป็นยาเร้ากำหนัดหรือยากระตุ้นอารมณ์ทางเพศ	Spain	Bastien, 1983

ตารางที่ 2 ไลเคนและสารธรรมชาติที่มีศักยภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

ชนิดของไลเคน	สารธรรมชาติจากไลเคน	ตัวทำละลาย	ชนิดของแบคทีเรีย	เอกสารอ้างอิง
Alectoria sarmentosa	alectosarmentin, usnic acid, physodic acid, 8'-O-ethyl-beta-alectoronic acid	alcohol	Antimicrobial (ไม่ระบุชนิด)	Gollapudi *et al*., 1994
Cetraria aculeata	protolichesterinic acid	acetone, diethyl ether, ethanol	*Aeromonas hydrophila, Bacillus cereus, B. subtilis, Escherichia coli, Listeria monocytogenes, Proteus vulgaris, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus, aureus, Streptococcus faecalis*	Türk *et al*., 2003
Cladonia gracilis	atranorin, fumarprotocetraric acid	acetone	*B. subtilis, Stap. aureus*	Santiago *et al*., 2010
Hypogemnia apinnata	atranorin	acetone	*Micrococcus luteus, Salmonella gallinarum, Serratia marcescens, Stap. aureus*	Crockett *et al*., 2003
H. tubulosa	3-hydroxyphysodic acid	acetone	*Aer. hydrophila, B.cereus, B. subtilis, Candida albicans, E. coli, Klebsiella pneumonia, L. monocytogenes, P. vulgaria, Sal. typhimurium, Stap. aureus, Stre. faecalis*	Yilmaz *et al*., 2005
Lasallia pustulata	lecanoric acid	acetone, methanol	Antimicrobial, Antifungal (ไม่ระบุชนิด)	Rankovic, *et al*., 2007
Letharia columbiana	vulpinic acid	acetone	*M. luteus, Sal. gallinarum, Ser. marcescens, Stap. aureus*	Crockett *et al*., 2003

ตารางที่ 2 ไลเคนและสารธรรมชาติที่มีศักยภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (ต่อ)

ชนิดของไลเคน	สารธรรมชาติจากไลเคน	ตัวทำละลาย	ชนิดของแบคทีเรีย	เอกสารอ้างอิง
Lobaria pulmonaria	stictic acid, constictic acid, norstictic acid	acetone	*M. luteus, Sal. gallinarum, Ser. marcescens, Stap. aureus*	Crockett *et al*., 2003
Parmelia sulcata	salazinic acid	acetone, diethyl ether, methanol, petroleum ether	*Aer. hydrophila, Asp. funigatus, Asp. niger, B. cereus, B. subtilis, C. albicans, C. glabrata, L. monocytogenes, Penicillum notatum, Pro. vulgaris, Stap. aureus, Stre. faecalis, Yersinia enterocolitica*	Candan *et al*., 2007; Rankovic *et al*., 2007
Pseudevernia furfuracea	physodic acid, atranorin, chloroatranorin, olivetoric acid	acetone	Antimicrobial (ไม่ระบุชนิด)	Türk *et al*., 2006
Ramalina dendriscoides	barbatic acid, diffractaic acid, galbinic acid protocetraric acid, salazinic acid, stictic acid, norstictic acid, usnic acid	acetone	*B. subtilis, Stap. aureus*	Santiago *et al*., 2010
Umbilicaria crustulosa	crustinic acid	acetone, methanol	Antimicrobial, Antifungal (ไม่ระบุชนิด)	Rankovic *et al.,* 2007
Usnea baileyi	diffractaic acid, salazinic acid, norstictic acid, usnic acid	acetone	*B. subtilis, Stap. aureus*	
U. filipendula	usnic acid, salazinic acid	acetone	*M. luteus, Sal. gallinarum, Ser. marcescens, Stap. aureus*	Crockett *et al*., 2003
U. hirta	hirtusneanoside	acetone	Gram-positive bacteria	Rezanka & Sigler, 2007
Xanthoparmelia pokornyi	gyrophoric acid, stenosporic acid	acetone	Antimicrobial (ไม่ระบุชนิด)	Candan *et al*., 2006

THAI JOURNAL OF BOTANY 4 (1): 15-24. 2012.
วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 4 (1): 15-24. 2555.

พืชในสภาวะเครียดเกลือ

Plant Salt Stress

สุมาลี ชูกำแพง*
SUMALEE CHOOKHAMPAENG*

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จ.มหาสารคาม 44150
Department of Biology, Faculty of Science, Mahasarakham University, Maha Sarakham 44150, Thailand

บทคัดย่อ. ดินเค็มเป็นดินที่มีปริมาณเกลือสูงเกินไป ดินเค็มเป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อพืช ก่อให้เกิดปัญหาทางการเกษตร ซึ่งนับวันปัญหานี้ยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น พืชที่ปลูกในพื้นที่ดินเค็มจะเกิดสภาวะเครียดเกลือ 3 อย่าง คือ 1) ความเครียดออสโมติก อันเนื่องมาจากเกลือในดินทำให้ค่าชลศักย์ของดินต่ำลงกว่าปกติ ทำให้พืชดูดน้ำได้ยากขึ้น 2) ความเครียดจากการสะสมไอออนที่เป็นพิษ และ 3) ความเครียดที่เกิดจากการสร้างและสะสมสารอนุมูลอิสระ ดังนั้นเมื่อพืชได้รับเกลือ พืชจึงมีกลไกเพื่อที่จะปกป้องให้เซลล์ได้รับอันตรายจากสภาวะเครียดเกลือน้อยที่สุด เช่น มีการขับเกลือ Na^+ ออกจากไซโทพลาสซึมของเซลล์ไปเก็บไว้ในแวคิวโอลเพื่อรักษาสมดุลไอออน หรือสร้างสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น หรือสร้างสาร compatible solute สะสมในเซลล์เพื่อรักษาสมดุลของน้ำ การศึกษากลไกของพืชในสภาวะเครียดเกลือจะเป็นแนวทางสู่การวิจัยเพื่อพัฒนาปรับปรุงพันธุ์พืชในสภาวะเครียดเกลือได้

ABSTRACT. Salinity is a kind of soil including too much salt. It is a major factor affecting plant which leads to agricultural problem around the world. In the present, the problem is increasing its seriousness. The crops grown in salinity would obtain three types of plant salt stress as: 1) Osmotic stress caused by salt in the soil which would make the water potential to be decreased in lower level than normal. Consequently, the plant would have more difficulty in sucking the water, 2) Stress from accumulation of toxic ion, and 3) Stress caused by construction and accumulation of anti-oxidants against the free radical substance. Therefore, when the plant received salt, it would have mechanism in preventing the cell from receiving danger

* Corresponding author: s_choo@windowslive.com

Received: 24 February 2012
Accepted: 14 June 2012

from stress condition in the lowest level, for instance, the Na^+ salt would be dismissed from cytoplasm to be stored in vacuole for keeping the ion balance, or constructing more free radical substance or compatible solute substance, to be accumulated in the cell for keeping the water balance. The study of plant mechanism in salt stress would be guidelines for conducting research study in developing the plant species to be endure with Salt Stress situation. As a result, both of quantity, and quality of product would be increased especially in major economic plants of global people.

คำสำคัญ: ดินเค็ม, สมดุลไอออน
Keywords: salinity, ion balance, compatible solutes

บทนำ

ดินเค็มคือดินบริเวณที่มีสารละลายเกลือสะสมอยู่เป็นจำนวนมากและส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะเกลือในรูปของ NaCl โครงการสิ่งแวดล้อมของสหประชาชาติระบุว่าพื้นที่ดินเค็มมีประมาณ 20% ของพื้นที่ทางการเกษตร และประมาณ 50% ของพื้นที่เพาะปลูกทั่วโลก (Flowers & Yeo, 1995) และพื้นที่ดินเค็มมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นทุกปี (Yokoi *et al*, 2002; Parida & Das, 2005) ในประเทศไทยพบพื้นที่ดินเค็มประมาณ 21.7 ล้านไร่ โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ซึ่งมีพื้นที่ดินเค็ม 17.8 ล้านไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2535) พืชที่ปลูกในดินเค็มจะมีสภาวะเครียดรุนแรงถึงสองเท่าเมื่อเทียบกับพืชที่ปลูกในสภาพแห้งแล้ง เนื่องจากสภาวะเครียดเกลือนอกจากจะเครียดเนื่องจากค่าศักย์ออสโมซิสของดินที่ลดลงทำให้พืชดูดน้ำได้น้อยลงหรือขาดน้ำคล้ายพืชที่ปลูกในสภาพแห้งแล้งแล้วยังเกิดเครียดที่เกิดจากไอออนที่เป็นพิษอีกด้วย โดยเฉพาะไอออนของ Na^+ (Zhu, 2007) ดังนั้นเมื่อพืชได้รับเกลือ พืชจึงหาวิธีการที่จะกำจัดไอออนที่เป็นพิษและหาวิธีการที่จะดูดน้ำในดินไปใช้ให้ได้มากที่สุด

การจำแนกดินเค็ม

ดินเค็มที่ได้รับผลกระทบจากเกลือที่ละลายน้ำได้ เช่น เกลือแกงหรือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ยิปซัมหรือแคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$) ดีเกลือฝรั่งหรือแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) และเบกกิ้งโซดาหรือโซเดียมไบคาบอเนต ($NaHCO_3$) (Grattan, 2002) สามารถจำแนกเป็น 3 ประเภท (ตารางที่ 1) ได้แก่ ดินเค็ม (saline soils) คือดินที่มีเกลือที่ละลายได้ในสารละลายดินมาก ดินโซดิก (sodic soils) เป็นดินที่ไม่เค็มแต่มีความเป็นด่างสูงและค่าโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากเกินไป และดินเค็มโซดิก (saline sodic soils) หมายถึง ดินที่มีทั้งเกลือที่ละลายได้และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ปริมาณมากจนเป็นอันตรายต่อพืช (El-Zanaty *et al.,* 2006) โดยพิจารณาจาก ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายดิน และค่าร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ การจำแนกระดับความเค็มที่มีผลกระทบต่อพืช สามารถจำแนกได้เป็น 4 ระดับ (FAO, 1976) คือ ดินไม่เค็ม มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่า 2 เดซิซิเมนต่อเมตร ดินเค็มน้อยมีค่าการนำไฟฟ้า 2-4 เดซิซิเมนต่อเมตร ดินเค็ม

ปานกลาง มีค่าการนำไฟฟ้า 4-8 เดซิซิเมนต่อเมตร ดินเค็มมาก มีค่าการนำไฟฟ้า 8-15 เดซิซิเมนต่อเมตร และดินเค็มจัด มีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 15 เดซิซิเมนต่อเมตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 การจำแนกประเภทของดินเค็ม

ประเภทดินเค็ม	ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity) (mmhos/cm)	ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (Soil pH)	ค่าการแลกเปลี่ยนโซเดียมของดิน (Exchangeable Sodium) (%)
ดินเค็ม	> 4.0	< 8.5	< 15
ดินโซดิก	< 4.0	> 8.5	> 15
ดินเค็มโซดิก	> 4.0	< 8.5	> 15

แหล่งที่มา: Cardon & Mortvedt, 2001

ตารางที่ 2 การจำแนกระดับความเค็มที่มีผลกระทบต่อพืช (FAO, 1976)

ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	ระดับความเค็ม	การตอบสนองของพืช
น้อยกว่า 2	ไม่เค็ม	ไม่มีผลกระทบต่อพืช
2 – 4	เค็มน้อย	มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่ทนเค็ม
4 – 8	เค็มปานกลาง	มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด
8 – 15	เค็มมาก	พืชทนเค็มเท่านั้นจึงจะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้
มากกว่า 15	เค็มจัด	พืชทนเค็มสูงจึงจะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้

การจำแนกพืชทนเค็ม

พืชส่วนมากจะไม่ชอบเกลือ เรียกว่า พืชดินกร่อย (glycophytes) ซึ่งไม่สามารถที่จะทนต่อสภาวะดินเค็มได้ และได้รับผลกระทบจากเกลือรุนแรง พืชในกลุ่มนี้แม้จะได้รับ NaCl ความเข้มข้นต่ำ (ในสารละลาย 100-200 mmol L^{-1} NaCl) ก็จะส่งผลให้พืชหยุดการเจริญเติบโตและตายในที่สุด (Zhu, 2007) โดยเฉพาะในต้น chickpea พบว่าที่ความเข้มข้น 25 mmol L^{-1} NaCl จะทำให้การเจริญเติบโตลดลง (Flowers *et al*., 2010)

พืชดินเค็ม (halophytes) ส่วนมากเป็นพืชที่ตามธรรมชาติมีถิ่นอาศัยในดินเค็ม มีลักษณะทางกายภาพที่พิเศษและมีการปรับตัวทางสัณฐานวิทยาหรือกลไกการหลีกเลี่ยงเกลือจึงทนเค็มได้สูง (Flowers *et al*., 1986) เช่น จะมีเซลล์พิเศษ (ต่อมเกลือ) ที่บริเวณใบและลำต้นเพื่อที่จะขับเกลือออกจากต้นพืช โดยดึงเกลือจากเซลล์ข้างเคียงมาเก็บไว้ที่ต่อมเกลือแล้วขับออกโดยอาศัยฝนหรือลม (Zhu, 2007) นอกจากนี้พืชดินเค็มจะมีกลไกทางสรีรวิทยาที่จะควบคุมปริมาณเกลือในไซเลม ราก และใบพืช และมีการปรับสมดุลออสโมติกเพื่อให้พืชสามารถดูดน้ำไปใช้ได้ (Shabala & Mackay, 2011) พืชจำพวกนี้สามารถปรับตัวเจริญเติบโตได้ในความเค็มระดับสูง เช่น ในสารละลาย NaCl ที่ระดับความเข้มข้น

500-1000 mmol L^{-1} (Colmer & Voesenek, 2009) พืชบางชนิดทนเค็มได้สูงมาก เช่น *Atriplex vesicaria* สามารถให้ผลผลิตสูงแม้ปลูกในเกลือ (NaCl) ความเข้มข้น 700 mmol L^{-1} หรือ *Salicornia europaea* สามารถเจริญเติบโตได้ในเกลือ (NaCl) ความเข้มข้นสูงถึง 1,020 mmol L^{-1}

ผลกระทบของความเครียดเกลือต่อสรีรวิทยาพืช

เมื่อพืชเกิดสภาวะเครียดเกลือจะส่งผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการเข้าทำลายของโรคพืช พืชได้รับเกลือ Na^+ จะเกิดการแข่งขันกับ K^+ ในการเข้าสู่รากพืช ทำให้พืชได้รับ K^+ ลดลง ซึ่งส่งผลให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง เนื่องจาก K^+ มีผลต่อแรงดันเต่งในเซลล์พืชและการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด (Zhu, 2007) ดังนั้นเมื่อพืชเครียดเกลือพืชจึงพยายามรักษาระดับของ K^+ ให้สูง และควบคุมปริมาณ Na^+ ให้ต่ำในไซโทพลาสซึม (Zhu, 2003) นอกจากนี้ดินเค็มยังส่งผลให้ค่าชลศักย์ในดินลดลง และทำให้ค่าความดันออสโมซิสเพิ่มขึ้นจากการที่มีไอออนในดินสูง ทำให้พืชดูดน้ำได้น้อยลงและลดแรงดันเต่งของเซลล์พืช การเจริญเติบโตของพืชจึงลดลง ผลผลิตของพืชก็ลดลงด้วย เช่น ข้าว ซึ่งเป็นธัญพืชหลักของประเทศไทย พบว่าข้าวที่เจริญภายใต้สภาวะความเค็มระดับปานกลางมีผลผลิตต่ำกว่าข้าวที่ปลูกในพื้นที่ดินไม่เค็มมากกว่า 2 เท่า จนถึงไม่ติดผลผลิต (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2554) ลดการแตกกอ จำนวนและความยาวของรวงข้าว (Ali *et al.,* 2004; Shereen *et al*., 2005) นอกจากนี้ยังมีผลต่อพืชอื่นๆ เช่น จำนวนและน้ำหนักของสมอฝ้ายลดลง (Zhang *et al*., 2012) จำนวนและขนาดของผลมะเขือเทศ (Chookhampaeng *et al*., 2008) น้ำหนักสดของผลพริก (Rubio *et al*., 2011) เป็นต้น ดังนั้นพืชจึงปรับตัวเพื่อที่จะลดค่าศักย์ออสโมซิสโดยการสะสมสาร compatible osmolytes และสาร osmoprotectants (Bohnert *et al*., 1995) หรือนำไอออนที่เป็นพิษไปเก็บไว้ในแวคิวโอล (Niu *et al*., 1995) พืชบางชนิด เช่น *Mesembryanthemum crystallinum* จะปรับเปลี่ยนกระบวนการเมแทบอลิซึมจากแบบพืช C3 ให้กลายเป็นแบบพืช CAM (Crassulacean Acid Metabolism) เนื่องจากพืช CAM มีประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงกว่าพืช C3 และจะเปิดปากใบเฉพาะตอนกลางคืนเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ในสภาวะเครียดเกลือ พืชจะสร้าง PEP (phospho-enolpyruvate carboxylase) อย่างรวดเร็ว (Zhu, 2007) และพบกิจกรรมของ PEPCase (phosphoenolpyruvate) สูง (Ostrem *et al*., 1987) พืชเมื่อเครียดมักจะสร้างสารอนุมูลอิสระ (Asada, 2006) ซึ่งสารอนุมูลอิสระ เมื่อมีปริมาณมากจะทำลายระบบต่างๆ ในเซลล์รวมถึงรบกวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในคลอโรพลาสต์ด้วย (Smirnoff, 1993) พืชจึงพยายามที่จะควบคุมปริมาณของสารอนุมูลอิสระ เพื่อความอยู่รอด (Khan *et al*., 2011)

นอกจากนี้ความเครียดเกลือยังส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ด พบว่าเมล็ดพืชหลายชนิดมีอัตราการงอกลดลง เช่น เมล็ด *Pteroceltis tatarinowii* มีอัตราการงอกลดลงเมื่อได้รับเกลือ NaCl 17 mM L^{-1} และการงอกจะถูกยับยั้งเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของเกลือ (Sheng-zuo *et al*., 2006) ในเมล็ด *Kochia scoparia* (Borzouei, 2012) และเมล็ดข้าวโพด (*Zea mays* L.) (Khodarahmpour *et al*., 2012) ก็ได้รับผลกระทบเช่นกัน

สมดุลไอออน

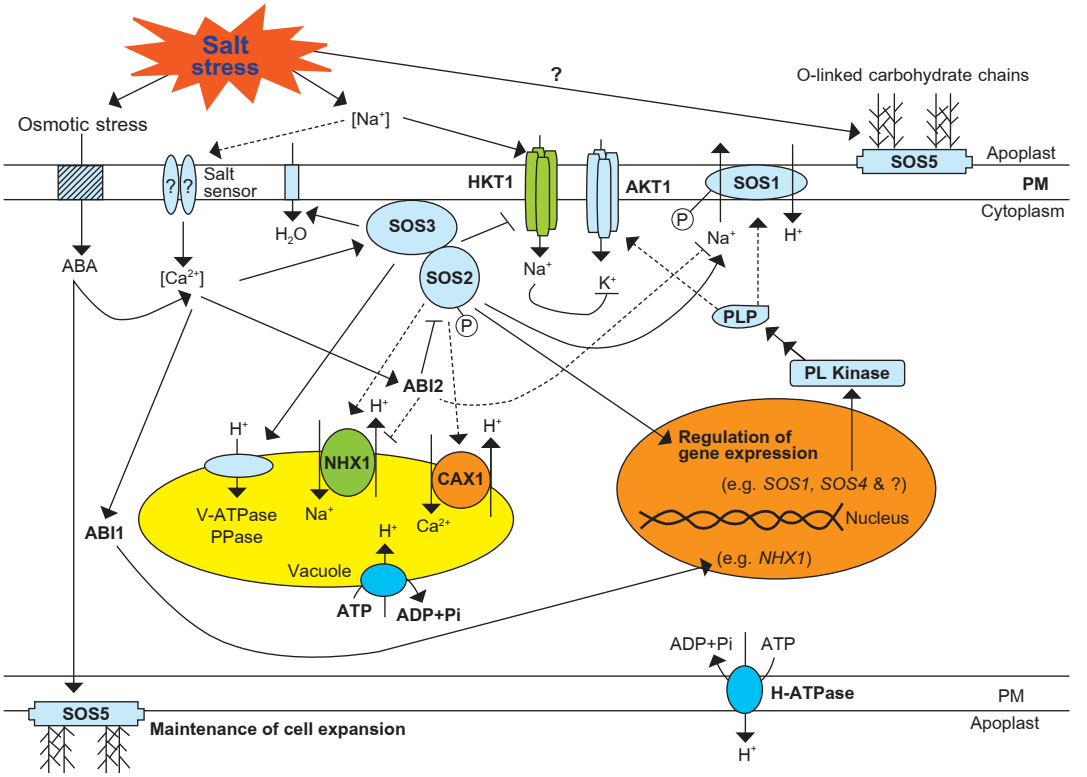
พืชจำเป็นต้องรักษาสมดุลไอออน โดยเซลล์จะสะสมไอออนที่จำเป็นและกำจัดไอออนที่เป็นพิษเพื่อป้องกันไม่ให้เซลล์ได้รับอันตราย (Zhu, 2003) ในสภาวะเครียดเกลือสัดส่วนระหว่าง K^+/Na^+ ในไซโทพลาสซึมยิ่งมีความสำคัญมาก ปกติในเซลล์พืชจะมีปริมาณ K^+ สูง (100-200 mM) ปริมาณ Na^+ ต่ำ (1-10 mM) (Apse & Blumwald, 2007) ดังนั้นพืชจึงพยายามกำจัด Na^+ ที่มากเกินไปออกจากไซโทพลาสซึม เพื่อทำให้ K^+/Na^+ สูงขึ้น (Glenn *et al*., 1999) ในเซลล์พืชไม่เหมือนกับเซลล์สัตว์ เซลล์สัตว์เมื่อมี Na^+ สะสมอยู่มากภายในเซลล์จะมี Na^+-ATPases หรือ Na^+/K^+-ATPases ไว้ช่วยในการปรับสมดุลไอออน โดยสามารถที่จะขับ Na^+ ออกได้โดยตรง (Zhu, 2003) แต่ในเซลล์พืช Na^+ จะเข้าสู่ไซโทพลาสซึมโดย Na^+ transporter และ K^+/Na^+ transporter ทำให้ Na^+ ในไซโทพลาสซึมมีมาก พืชจะขับ Na^+ ไปเก็บไว้ที่แวคิวโอลเพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อเซลล์ โดยอาศัยแรงขับจากความต่างศักย์ของโปรตอน H^+-ATPases และ H^+-PPiase จะขับ H^+ ออกจากไซโทพลาสซึมไปสะสมไว้ที่แวคิวโอ จากนั้น Na^+/H^+ antiporter จะขับ Na^+ ออกจากไซโทพลาสซึมแลกกับ H^+ ในแวคิวโอล (Apse & Blumwald, 2007; Blumwald *et al*., 2000)

เมื่อพืชได้รับเกลือ พืชจะมีกลไกการส่งสัญญาณผ่าน SOS (Salt-Overly-Sensitive) เพื่อปกป้องเซลล์ (Turkan & Demiral, 2009) ระบบการส่งสัญญาณผ่าน SOS เป็นการทำงานร่วมกันของ SOS1 SOS2 SOS3 SOS4 และ SOS5 โดย SOS1 เป็นโปรตีนที่แทรกอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์ มีกรดอะมิโนเรียงตัวต่อกันมากกว่า 700 หน่วย มีหน้าที่ในการขับ Na^+ ออกจากเซลล์แลกกับไอออนของ H^+ ในเซลล์ (Zhu, 2003) SOS2 มีคุณสมบัติเป็นโปรตีนไคเนส (serine/threonine protein kinase) ซึ่งมีบริเวณที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยา (catalytic domain) อยู่ใกล้ปลายด้านอะมิโน และส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุม (regulatory domain) อยู่ใกล้ปลายด้านคาร์บอกซี คล้ายกับโปรตีน SNF1 ในยีสต์ (Liu & Zhu, 1998) SOS3 เป็นโปรตีนที่ดัดแปลงโดยการเติมหมู่ myristoyl (myristoylated protein) ที่จับแคลเซียม ซึ่งเป็นตัวรับสัญญาณในไซโทพลาสซึม (Liu *et al*., 2000) SOS4 เป็นยีนที่กระตุ้นการสร้าง pyridoxal (PL) kinase ในไซโทพลาสซึม ส่วน SOS5 จะอยู่บริเวณผิวด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์ มีแรงยึดกับเซลล์ข้างเคียง ทำให้เซลล์เกิดการยืดขยายตัวได้ (Shi *et al*., 2003)

ดินเค็มมีเกลือละลายน้ำในดินมาก เกลือจะทำให้สารละลายในดินมีความเข้มข้นสูงขึ้นและทำให้เกิดการแตกตัวของไอออน ไอออนของ Na^+ (ภาพที่ 1) จะถูกส่งเข้าสู่เซลล์โดย HKT1 (high-affinity K+ transporter-1) ซึ่งจะขัดขวางการทำงานของ AKT1 (Arabidopsis K+ transporter 1) ในการนำ K^+ เข้าสู่เซลล์ (Zhu, 2003; Türkan & Demiral, 2009) พืชมีตัวรับสัญญาณ Na^+ ที่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ กลไกของการรับรู้ Na^+ ของเซลล์ยังไม่ทราบแน่ชัด สันนิษฐานว่าอาจจะรับรู้ก่อนหรือ/และหลังจาก Na^+ เข้าสู่เซลล์ โดยตัวรับสัญญาณที่เยื่อหุ้มเซลล์อาจจะเป็นโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์หรือเอนไซม์ที่ตอบสนองต่อ Na^+ ในไซโทพลาสซึม หรือ SOS1 (Zhu, 2003) สัญญาณนี้จะถูกส่งไปยัง Ca^{2+} ซึ่งจะเป็นตัวส่งสัญญาณต่อไปยัง SOS3 SOS2 และ SOS1 ตามลำดับ SOS1 จะเป็นตัวขับไอออนของ Na^+ ออกสู่นอกเซลล์โดยทำหน้าที่เป็น Na^+/H^+ antiporter ขณะเดียวกัน Ca^{2+} จะไปกระตุ้น

ให้สร้าง ABI1 (Arabidopsis abscisic acid-insensitive1) ซึ่งชักนำให้เกิดการแสดงออกของยีน NHX1 (endosomal Na^+ (K^+)/H^+ exchanger) และในขณะเดียวกัน SOS3 เมื่อได้รับสัญญาณจะกระตุ้นการนำ H^+ เข้าสู่แวคิวโอล เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนกับ Na^+ หรือ Ca^+ ส่วน SOS2 ก็จะไปกระตุ้นการทำงานของ NHX1 และ CAX1 (cation exchanger 1) ที่แวคิวโอลให้เกิดการแลกเปลี่ยนไอออนของ Na^+/H^+ และ Ca^{2+}/H^+ เพื่อจะนำ Na^+ หรือ Ca^{2+} ที่มีมากเกินไปในไซโทพลาสซึมไปเก็บไว้ที่แวคิวโอล ส่วน SOS4 กระตุ้นให้เกิดการสร้าง PL kinase ชักนำให้สร้าง PL-5-phosphate (PLP) ซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของ SOS1 และ AKT1 เพิ่มการขับ Na^+ ออกนอกเซลล์และนำ K^+ เข้าสู่ภายในเซลล์ และเมื่อสารละลายในดินมีความเข้มข้นสูงขึ้นจะทำให้เกิดสภาวะเครียดออสโมติก และชักนำให้สร้างฮอร์โมน ABA (abscisic acid) ซึ่งฮอร์โมนชนิดนี้จะกระตุ้นการทำงานของ Ca^{2+} และ SOS5 เช่นเดียวกัน (Türkan & Demiral, 2009)

ในทางตรงกันข้าม หากเซลล์เข้าสู่สภาวะสมดุลไม่มีความจำเป็นที่จะต้องขับ Na^+ ออกจากไซโทพลาสซึม Ca^+ จะกระตุ้นให้เกิดการสร้าง ABI2 จะยับยั้งการทำงานของ SOS1 ในการนำ Na^+ ออกสู่นอกเซลล์ และยับยั้งการทำงานของ SOS2 และ NHX1 ในการนำ Na^+ ไปเก็บไว้ที่แวคิวโอล (Türkan & Demiral, 2009)



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงกลไกการรับส่งสัญญาณและการตอบสนองต่อความเครียดเกลือโดยระบบของโปรตีน SOS (Salt-Overly-Sensitive) (ที่มา: Türkan & Demiral, 2009 ดัดแปลงมาจาก Shi *et al.*, 2002; Zhu, 2003; Zhang *et al.*, 2004; Chinnusamy *et al.*, 2005; Mahajan *et al.,* 2008; Türkan & Demiral, 2008.)

การสะสมสาร compatible solutes

ในสภาวะปกติ รากพืชจะมีค่าชลศักย์ของน้ำ (water potential) ต่ำกว่าในดิน พืชจึงจะสามารถดูดน้ำจากดินเข้าไปยังรากได้ และค่าชลศักย์ของน้ำจะลดลงเรื่อยๆ จากราก ไปสู่ลำต้น และใบ แต่เมื่อพืชได้รับเกลือ สารละลายเกลือจะมีผลทำให้ค่าชลศักย์ของน้ำในดินลดลง หากลดลงต่ำมาก รากพืชก็จะไม่สามารถดูดน้ำจากดินไปใช้ได้ ดังนั้น พืชจึงปรับตัวโดยการสะสมสาร compatible solutes ในรากเพื่อลดค่าชลศักย์ของน้ำในราก และทำให้พืชดูดน้ำไปใช้ได้ นอกจากจะสะสมที่รากแล้วพืชยังสะสมในส่วนอื่นๆ เช่น ลำต้น หรือใบด้วย เพื่อทำให้น้ำมีการลำเลียงไปใช้ได้อย่างต่อเนื่อง ในกระบวนการต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ก็สามารถจะสังเคราะห์สาร compatible solutes ขึ้นได้ (Hussain *et al*., 2008) สารชนิดนี้แม้จะสะสมในปริมาณที่สูงในเซลล์ก็จะไม่ส่งผลรบกวนต่อกระบวนการทำงานของเซลล์และเอนไซม์ต่างๆ และไม่ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในเซลล์ เกิดการเปลี่ยนแปลง (Yokoi *et al*., 2002) สารในกลุ่มนี้อาจจะอยู่ในรูปน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น ฟรุกโตส (fructose) และกลูโคส (glucose) น้ำตาลเชิงซ้อน เช่น ทรีฮาโลส (trehalose) ราฟีโนส (raffinose) และฟรุกแทน (fructans) แอลกอฮอล์ เช่น ซอบิทอล (Sorbitol) แมนนิทอล (Mannitol) กลีเซอรอล (glycerol) และเมททิลเลท อินโนซิทอล (methylated inositols) กรดอะมิโน ได้แก่ โพรลีน (proline) ไกลซีน เบทาอีน (glycine betaine) และโพรลีน เบทาอีน (proline betaine) เป็นต้น พบว่าพืชดินเค็มหลายชนิดจะสะสมไกลซีน เบทาอีน และโพรลีน ส่วนน้ำตาลอินโนซิทอลพบในพืชวงศ์ Aizoaceae, Apiaceae, Cyperaceae, Iridaceae, Juncaceae, Juncaginaceae, Poaceae, Primulaceae และ Zosteraceae ซอบิทอลพบในพืชวงศ์ Plantaginaceae และแมนนิทอลพบใน *Laguncularia racemosa* เป็นพืชวงศ์ Combretaceae เป็นต้น (Flowers & Colmer, 2008)

สารต้านอนุมูลอิสระ

เมื่อพืชเครียดจะชักนำให้เกิดการสร้างสารอนุมูลอิสระ เช่น superoxide radicals, hydrogen peroxide (H_2O_2) และ hydroxyl radicals (OH^-) ซึ่งจะทำลายส่วนต่างๆ ของเซลล์ เช่น โปรตีน กรดนิวคลีอิก ไขมันบริเวณต่างๆ เช่น เยื่อหุ้มเซลล์ พืชจึงสร้างสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในรูปเอนไซม์ (enzymatic antioxidants) เช่น superoxide dismutases (SOD), catalase (CAT), ascorbase peroxidase (APX), glutathione-S-transferases (GST), monodehydroascorbate reductase (MDHAR), dehydroascorbate reductase (DHAR), glutathione reductase (GR) และ glutathione peroxidases (GPX) หรือสร้างสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ได้อยู่ในรูปเอนไซม์ (non-enzymatic antioxidants) เช่น glutathione (GSH), ascorbic acid (AA), tocopherols (TOCs), carotenoids (CARs) และ flavonoids เพื่อกำจัดสารอนุมูลอิสระ (Hussain *et al*., 2008; Karuppanapandian *et al*., 2011) สารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้จะเปลี่ยนสารอนุมูลอิสระให้อยู่ในรูปสารที่ไม่เป็นอันตรายแก่พืช เช่น SOD จะเปลี่ยน singlet oxygen (O_2^-) ให้กลายเป็น H_2O_2 ส่วน CAT, APX และ GPX จะเปลี่ยน H_2O_2 ให้กลายเป็นน้ำ MDHAR และ DHAR จะเปลี่ยน MDHA (monodehydroascorbate) และ DHA (dehydroascorbate) ให้กลายเป็น AA และ GR จะเปลี่ยน GSSG (oxidized

glutathione) ให้กลายเป็น GSH เป็นต้น (Karuppanapandian *et al.*, 2011)

บทสรุป

ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าพื้นที่ทางการเกษตรประสบปัญหาจากดินเค็มมากขึ้น และส่งผลกระทบทางด้านต่างๆ ต่อต้นพืช เช่น ในสภาวะที่มีเกลือสะสมอยู่ในดินทำให้รากพืชดูดน้ำไปใช้ได้ยากขึ้น ดังนั้นพืชจึงสะสมสารบางชนิด เช่น compatible solute ทำให้พืชสามารถดูดน้ำไปใช้ได้ และพบว่าดินเค็มทำให้พืชมีการสะสม Na^+ ในไซโพลาสซึมของเซลล์มากขึ้นและเป็นอันตรายต่อเซลล์ ดังนั้นพืชจึงต้องขับ Na^+ ออกจากเซลล์ นอกจากนี้ดินเค็มก่อให้พืชมีสารอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น ทำให้พืชมีกลไกที่จะสร้างสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อปกป้องเซลล์ ด้วยสภาวะเครียดรูปแบบต่างๆ ที่เกิดขึ้นนี้ ทำให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับการศึกษากลไกการตอบสนองของพืชเมื่ออยู่ในสภาวะเครียดเกลือ ซึ่งพืชแต่ละชนิดก็มีกลไกและความสามารถในการปรับตัวเพื่อความอยู่รอดที่แตกต่างกัน ซึ่งแนวทางในการศึกษากลไกการปรับตัวของพืชเมื่ออยู่ในสภาวะเครียดจากเกลือนี้จะนำไปสู่การคัดเลือกสายพันธุ์พืชทนเค็มหรือปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อให้ได้สายพันธุ์พืชที่ทนต่อสภาวะเครียด ทำให้ได้พันธุ์พืชที่สามารถเพาะปลูกได้ในสภาพดินเค็มและให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น โดยเฉพาะพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าว พริก มะเขือเทศ เป็นต้น นอกจากนี้ด้านพันธุวิศวกรรมก็มีการตัดต่อยีนทนเค็มเพื่อกระตุ้นให้พืชมีความต้านทานต่อสภาวะเครียดได้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2535. **แผนที่การแพร่กระจายดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มาตราส่วน 1: 500,000.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 2554. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเตรียมพร้อมรับมือภัยพิบัติ "พลิกฟื้นดินเค็มด้วยพลังชุมชน".** การประชุมวิชาการประจำปี 24-26 มีนาคม 2554.

Ali, Y., Aslam, Z., Ashraf, M.Y. & Tahir, G.R. 2004. Effect of salinity on chlorophyll concentration, leaf area, yield and yield components of rice genotypes grown under saline environment. **International Journal of Environmental Science & Technology** 1(3): 221-225.

Apse, M.P. & Blumwald, E. 2007. Na^+ transport in plants. **FEBS Letters** 581: 2247-2254.

Asada, K. 2006. Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions. **Plant Physiology** 141: 391-396.

Blumwald, E., Aharon, G.S. & Apse, M.P. 2000. Sodium transport in plant cells. **Biochimica et Biophysica Acta** 1465: 140-151.

Bohnert, H.J., Nelson, D.E. & Jensen, R.G. 1995. Adaptations to environmental stresses. **Plant Cell** 7: 1099-1111.

Borzouei, A. 2012. Water potential and salt effects on seed germination of *Kochia scoparia***. Indian Journal of Science and Technology** 5(1): 1907-1909.

Cardon, G.E. & Mortvedt, J.J. 2001. **Salt affected soils "Quite Facts". Cooperative Extension Web Manager.** http//www.ext.colostat.edu.

Chinnusamy, V., Jagendorf, A. & Zhu, J.K. 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. **Crop Science** 45: 437-448.

Chookhampaeng, S., Pattanagul, W. & Theerakulpisut, P. 2008. Effects of Salinity on Growth, Activity of Antioxidant Enzymes and Sucrose Content in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) at the Reproductive Stage. **ScienceAsia** 34(1): 69-75.

Colmer, T.D. & Voesenek, L. 2009. Flooding tolerance: suites of plant traits in variable environments. **Functional Plant Biology** 36: 665-681.

El-Zanaty, A.A. El-Nour, A. & El-Fouly, M.M. 2006. **Modern methods for counteracting salinity stress: A review.** The 2nd International Conf. on Water Resources & Arid Environment.

FAO. 1976. Prognosis of salinity and alkalinity. **FAO Soil Bulletin** 31. FAO, Rome.

Flowers, T.J. & Colmer, T.D. 2008. Salinity tolerance in halophytes. **New Phytologist** 179: 945-963.

Flowers, T.J., Gaur, P.M., Laxmipathi Gowda, C.L., Krishnamurthy, L., Samineni, S., Siddique, K.H.M., Turner, N.C., Vadez, V., Varshney, R.K. & Colmer, T.D. 2010. Salt sensitivity in chickpea. **Plant Cell & Environment** 33: 490-509.

Flowers, T.J., Hajibagheri, M.A. & Clipson, N.J.W. 1986. Halophytes. **The Quarterly Review of Biology** 61: 313-337.

Flowers, T.J. & Yeo, A.R. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: where next? **Australian Journal of Plant Physiology** 22: 875-884.

Glenn, E.P., Brown, J.J. & Blumwald, E. 1999. Salt tolerance and crop potential of halophytes. **Critical Reviews in Plant Science** 18: 227-255.

Grattan, S.R. 2002. **Irrigation Water Salinity and Crop Production**. Plant-Water Relation Specialist, University of California, Davis.

Hussain, T.M., Chandrasekhar, T., Hazara, M., Sultan, Z., Saleh, B.K. & Gopal, GR. 2008. Recent advances in salt stress biology – a review. **Biotechnology and Molecular Biology Review** 3(1): 008-013.

Karuppanapandian, T., Moon, J.C., Kim, C., Manoharan, K. & Kim, W. 2011. Reactive oxygen species in plants: their generation, signal transduction, and scavenging mechanisms. **Australian Journal of Crop Science** 5(6): 709-725.

Khan, T.A., Mazid, M. & Mohammad, F. 2011. Status of secondary plant products under abiotic stress: an overview. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry** 7(2): 75-98.

Khodarahmpour, Z., Ifar, M. & Motamedi, M. 2012. Effects of NaCl salinity on maize (*Zea mays* L.) at germination and early seedling stage. **African Journal of Biotechnology** 11(2): 298-304.

Liu, J. & Zhu, J.K. 1998. A calcium sensor homolog required for plant salt tolerance. **Science** 280: 1943-1945.

Liu, J., Ishitani, M., Halfter, U., Kim, C.S. & Zhu, J.K. 2000. The Arabidopsis thaliana SOS2 gene encodes a protein kinase that is required for salt tolerance. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 97: 3730-3734.

Mahajan, S., Pandey, G.K. & Tuteja, N. 2008. Calcium- and salt-stress signaling in plants: Shedding light on SOS pathway. **Archives of Biochemistry and Biophysics** 471: 146–158.

Niu, X., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M. & Pardo, J.M. 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environments. **Plant Physiology** 109: 735-742.

Ostrem, J.A., Olson, S.W., Schmitt, J.M. & Bohnert, H.J. 1987. Salt stress increases the level of translatable mRNA for phosphoenolpyruvate carboxylase in *Mesembryanthemum crystallinum*. **Plant Physiology** 84(4): 1270-1275.

Parida, A.K. & Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 60: 324-349.

Rubio, J.S., Pereira, W.E., Garcia-sanchez, F., Murillo, L., Garcia, A.L. & Martinez, V. 2011. Sweet pepper production in substrate in response to salinity, nutrient solution management and training system. **Horticultura Brasileira** 29(3): 275-281.

Shabala, S. & Mackay, A. 2011. Ion transport in halophytes. **Advances in Botanical Research** 57: 151-199.

Sheng-zuo, F., Li-yi, S. & Xiang-xiang, F.U. 2006. Effects of NaCl stress on seed germination, leaf gas exchange and seedling growth of *Pteroceltis tatarinowii*. **Journal of Forestry Research** 17(3): 185-188.

Shereen, A., Mumtaz, S., Raza, S., Khan, M.A. & Solangi, S. 2005. Salinity effects on seedling growth and yield components of different inbred rice. **Pakistan Journal of Botany** 37(1): 131-139.

Shi, H., Kim, Y.S., Guo, Y., Stevenson, B. & Zhu, J.K. 2003. The Arabidopsis SOS5 locus encodes a putative cell surface adhesion protein and is required for normal cell expansion. **Plant Cell** 15: 19-32.

Shi, H., Xiong, L., Stevenson, B., Lu, T. & Zhu, J.K. 2002. The Arabidopsis salt overly sensitive 4 mutants uncover a critical role for vitamin B6 in plant salt tolerance. **Plant Cell** 14: 575-588.

Smirnoff, N. 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. **New Phytologist** 125(1): 27-58.

Türkan, I. & Demiral, T., 2008. Salinity tolerance mechanisms of higher plants. In: **Abiotic Stress and Plant Responses.** N.A. Khan & S. Singh (eds.), pp. 106-123, I.K. International, New Delhi.

Türkan, I. & Demiral, T. 2009. Recent developments in understanding salinity tolerance. **Environmental and Experimental Botany** 67: 2-9.

Yokoi, S., Bressan, R.A. & Hasegawa, P.M. 2002. **Salt stress tolerance of plants.** JIRCAS Working Report. 25-33.

Zhang, H.J., Dong, H.Z., Li, W.J. & Zhang, D.M. 2012. Effects of soil salinity and plant density on yield and leaf senescence of field-grown cotton. **Agronomy & Crop Science** 198: 27-37.

Zhang, J.Z., Creelman, R.A. & Zhu, J.K. 2004. From laboratory to field. Using information from Arabidopsis to engineer salt, cold, and drought tolerance in crops. **Plant Physiology** 135: 615-621.

Zhu, J.K. 2003. Regulation of ion homeostasis under salt stress. **Current Opinion in Plant Biology** 6: 441-445.

_____. 2007. **Plant Salt Stress.** In: eLS. John Wiley & Sons Ltd., Chichester. http://www.els.net [doi: 10.1002/9780470015902.a0001300.pub2]

THAI JOURNAL OF BOTANY 4 (1): 25-46. 2012.
วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 4 (1): 25-46. 2555.

บทความวิชาการ

พืชวงศ์ทานตะวันในประเทศไทยกับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

The Sunflower Family (Asteraceae) in Thailand and Biodiversity Conservation

พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง*
Pimwadee Pornpongrungrueng*

ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002
Applied Taxonomic Research Center, Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

บทคัดย่อ. พืชวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีสมาชิกมากที่สุดในโลก มีการกระจายพันธุ์ทั่วโลก โดยมีความหลากชนิดมากที่สุดในเขตอบอุ่น พบได้ในเกือบทุกสภาพแวดล้อม แต่จะพบมากในพื้นที่เปิดโล่ง อากาศอบอุ่น ในประเทศไทยมีพืชวงศ์นี้ประมาณ 260 ชนิด หลายชนิดมีความสำคัญทางเศรษฐกิจหรือทางด้านสมุนไพร และหลายชนิดที่อยู่ในทะเบียนรายชื่อพืชที่เป็นพืชต่างถิ่นรุกราน ซึ่งการรุกรานของพืชต่างถิ่นนี้เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะการสูญเสียชนิดพันธุ์ท้องถิ่น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาความหลากหลายและศึกษาทบทวนทางอนุกรมวิธานของพืชวงศ์นี้ในประเทศไทย เพื่อทราบว่าพืชชนิดใดเป็นพืชท้องถิ่น ชนิดใดเป็นพืชต่างถิ่น และสถานภาพของพืชแต่ละชนิดเป็นอย่างไร ซึ่งทั้งพืชต่างถิ่นรุกรานและพืชเฉพาะถิ่นล้วนมีความสำคัญต่อการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและการอนุรักษ์ นอกจากนี้เพื่อการวางแผนป้องกันและจัดการชนิดพันธุ์ต่างถิ่นและอนุรักษ์พืชเฉพาะถิ่นยังต้องศึกษารวบรวมข้อมูลทางด้านชีววิทยาของพืช เช่น สรีรวิทยา กลไกการงอกและการพักตัวของเมล็ด รูปแบบการกระจายพันธุ์ กลไกและกระบวนการรุกราน เป็นต้น

Abstract. The sunflower family, Asteraceae is one of the largest families of flowering plants in the world. It is widely distributed throughout the world with the most diverse in the temperate regions. The members of the family grow in a broad range of habitats but mainly found in the open area. There are approximately 260 species in Thailand. Many species are of economic and medicinal values, while some species are listed in the checklist of invasive alien species.

* Corresponding author: ppimwa@kku.ac.th

Received: 20 April 2012
Accepted: 19 June 2012

The invasion by alien species is one of the most leading causes of the biodiversity lost, especially for native species. Therefore, the study on diversity and taxonomic revision of the family in Thailand are needed in order to define the native and alien species and also their conservation status. Both alien and endemic species are important for the biodiversity and conservation approaches. Besides that, biological information for these plants, e.g. physiology, seed dormancy and germination, distribution pattern, invasion mechanism, are required for controlling and management of the alien species as well as conservation of the endemic species.

คำสำคัญ: วงศ์ทานตะวัน, การอนุรักษ์, ความหลากหลายทางชีวภาพ, ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น, ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกราน

Keywords: Compositae, Asteraceae, conservation, biodiversity, alien species, invasive alien species

บทนำ

ประเทศไทยอยู่ในพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงแห่งหนึ่งของโลก ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่วิกฤติทางความหลากหลายทางชีวภาพอินโด-พม่า (Indo-Burma Biodiversity hotspot) ซึ่งเป็น 1 ใน 34 พื้นที่วิกฤติทางความหลากหลายทางชีวภาพของโลก ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพเช่นเดียวกับหลายประเทศในภูมิภาคต่างๆ ของโลก ซึ่งมีสาเหตุเกิดจากปัจจัยที่แตกต่างกัน ทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพ ได้แก่ กิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การบุกรุกพื้นที่ป่า การทำกสิกรรมเชิงเดี่ยว และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของโลกหรือภาวะโลกร้อน (Malcolm *et al.,* 2004) รวมถึงการรุกรานของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น (alien species) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพหรือก่อให้เกิดการสูญเสียของแหล่งอาศัยตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้อาจจะทำให้เกิดการแก่งแย่งแข่งขันระหว่างสิ่งมีชีวิต อันจะนำไปสู่การลดจำนวนลงและการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในที่สุด โดยปัจจัยต่างๆ เหล่านี้อาจจะแสดงผลกระทบร่วมกัน หรือแสดงผลกระทบเชิงเดี่ยว เช่น การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพหรือชีวภาพของระบบนิเวศ ส่งผลต่อการแพร่กระจายของชนิดพันธุ์ หรือการกระทำบางอย่างที่มีผลทำลายสิ่งมีชีวิตโดยตรง เช่น การล่าหรือการนำสิ่งมีชีวิตนั้นไปใช้ประโยชน์มากเกินไป อย่างไรก็ดีปัจจุบันการแพร่กระจายของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นนั้นนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งที่ก่อให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพที่เกิดขึ้นทั่วโลก (Richardson, 2012) จากปัญหาการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพดังกล่าว อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ (Convention on Biological Diversity) จึงได้ให้ความสำคัญกับการดำเนินการจัดการชนิดพันธุ์ต่างถิ่น และกระตุ้นให้ทุกๆ ประเทศร่วมกันป้องกัน และกำจัดชนิดพันธุ์ต่างถิ่น สำหรับประเทศไทยมีการนำเข้าชนิดพันธุ์ต่างถิ่นมาเป็นเวลานานแล้วทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม เช่น การนำเข้าเพื่อประโยชน์ทางด้านการเกษตร ด้านเศรษฐกิจ หรืออาจจะติดเข้ามากับพืชผลทางการเกษตร หรือการขนส่ง

สินค้าต่างๆ โดยบังเอิญ เมื่อกล่าวถึงการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพก็จะต้องคำนึงถึงทั้งการอนุรักษ์แหล่งที่อยู่และการอนุรักษ์ชนิดพันธุ์ด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งการที่จะทราบได้ว่าควรจะอนุรักษ์อะไร ควรจะอนุรักษ์อย่างไร หรือจะวางแผนการอนุรักษ์อย่างไรนั้นจำเป็นต้องมีการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของฐานทรัพยากร และจะต้องระบุให้ได้ว่าทรัพยากรใดเป็นทรัพยากรท้องถิ่น หรือมีการนำเข้ามาจากแหล่งอื่น สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดแต่ละกลุ่มนั้นมีรูปแบบการกระจายพันธุ์อย่างไร และยังมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาศักยภาพในการเป็นสิ่งมีชีวิตที่รุกรานของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด และควรมีความเข้าใจในกลไกและกระบวนการเกิดการรุกราน (invasion) รวมถึงผลกระทบของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ต่อระบบนิเวศอีกด้วย (Richardson & Rejmánek, 2011) ดังนั้นสิ่งหนึ่งที่สำคัญเป็นอันดับแรกในการศึกษากลไกการรุกรานของพืชและการวางมาตรการในการป้องกัน คือ การศึกษารวบรวมข้อมูลความหลากหลายและการกระจายพันธุ์ของพืชในพื้นที่เป้าหมาย และข้อมูลทางชีววิทยาของพืชนั้น (Wu *et al*., 2004a)

ในบทความนี้จะกล่าวถึงการศึกษาความหลากชนิด และลักษณะทางชีววิทยาบางประการของพืชวงศ์ทานตะวันในประเทศไทย ซึ่งพืชวงศ์นี้เป็นพืชกลุ่มหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและการอนุรักษ์ เนื่องจากมีหลายชนิดที่เป็นพืชต่างถิ่นรุกรานในพื้นที่ต่างๆ ของโลก อีกทั้งยังมีบางชนิดที่เป็นพืชเฉพาะถิ่น พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ของบางพื้นที่ซึ่งจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์อีกด้วย

1. นิยามของ พืชท้องถิ่น พืชต่างถิ่น และพืชต่างถิ่นที่รุกราน

พืชท้องถิ่น (native plants) หมายถึง พืชที่ปรากฏอยู่ในเขตชีวภูมิศาสตร์หนึ่งๆ โดยมิได้มีการนำเข้ามาจากแหล่งอื่น อาจจะเป็นพืชที่กระจายพันธุ์ทั่วไป หรืออาจจะเป็นพืชถิ่นเดียว (endemic plant) ซึ่งสามารถพบได้ในเขตชีวภูมิศาสตร์เขตใดเขตหนึ่งเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และความสามารถในการปรับตัวของพืชนั้น ซึ่งสามารถจำแนกสถานภาพของพืชเหล่านี้ออกเป็นกลุ่มต่างๆ โดยพิจารณาจากการปรากฏ จำนวน เขตการกระจายพันธุ์ และความเสี่ยงต่อการถูกคุกคามทั้งทางด้านที่อาศัย และปัจจัยอื่นๆ ตามเกณฑ์ของ IUCN (International Union for Conservation of Nature) (IUCN, 2001)

พืชต่างถิ่น (alien plants) หมายถึง พืชที่ไม่เคยปรากฏในเขตชีวภูมิศาสตร์หนึ่งมาก่อน แต่ถูกนำเข้ามาจากถิ่นอื่น โดยวิธีการใดๆ ก็ตาม ซึ่งชนิดพันธุ์ที่เข้ามาอยู่ในถิ่นอาศัยใหม่ที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดเดิมของตนนี้ สามารถดำรงชีวิตและเพิ่มจำนวนประชากรได้แต่ไม่ได้ก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศและชนิดพันธุ์ในท้องถิ่นนั้น ซึ่งในบางครั้งเมื่อพืชต่างถิ่นที่เข้ามาในแหล่งอาศัยใหม่นี้สามารถสืบพันธุ์ และคงประชากรตามธรรมชาติได้หลายชั่วรุ่นโดยไม่เกี่ยวข้องกับการกระทำของมนุษย์ รวมถึงไม่รุกรานไปในธรรมชาติ อาจจะเรียกว่า พืชที่มีการแพร่กระจายในธรรมชาติ (naturalized plants) (Richardson *et al*., 2000)

พืชต่างถิ่นที่รุกราน (invasive alien plants) หมายถึง พืชที่เข้ามาอยู่ในถิ่นอาศัยใหม่ที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดเดิมของตน และมีความสามารถในการเพิ่มจำนวนและแพร่การกระจายสู่แหล่งอาศัยตามธรรมชาติ และครอบครองพื้นที่และเป็นอันตรายต่อพืชท้องถิ่น โดยอาจจะแก่งแย่งพื้นที่อาศัย แสงแดด หรือมีผลเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมดั้งเดิม ทำให้พืชท้องถิ่นลดจำนวนลงและอาจจะสูญพันธุ์ในที่สุด

ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นบางชนิดอาจจะกลายเป็นชนิดพันธุ์ที่รุกรานได้ในอนาคต ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศของแหล่งอาศัยใหม่ ในความเป็นจริงแล้วพืชรุกรานไม่จำเป็นต้องเป็นพืชต่างถิ่นเสมอไป เพราะพืชในท้องถิ่นบางชนิดก็มีคุณสมบัติและมีความสามารถในการรุกรานได้เช่นกัน แต่ตามปกติแล้วในท้องถิ่นนั้นมักจะมีผู้ล่าและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่มีความสามารถในการแก่งแย่งแข่งขัน เพื่อเป็นการควบคุมประชากรให้อยู่ในสภาวะสมดุล ซึ่งคุณลักษณะที่สำคัญของพืชที่เป็นพืชรุกราน คือ เจริญเติบโตเร็ว ประสิทธิภาพในการสืบพันธุ์และการกระจายพันธุ์สูง มีความสามารถในการแก่งแย่งแข่งขันสูง มีความสามารถในการอยู่รอดสูง ปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันได้หลากหลาย (Simberloff, 2010) ดังนั้นในการป้องกันและกำจัดพืชรุกราน ก็จะต้องพิจารณาทั้งชนิดพันธุ์ต่างถิ่นและชนิดพันธุ์ในท้องถิ่นด้วย โดยเฉพาะพืชที่เป็นวัชพืชในพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่รกร้างว่างเปล่า และพื้นที่ธรรมชาติ ซึ่งในแง่การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพแล้วจะต้องพิจารณาให้ความสำคัญกับกลุ่มที่เป็นวัชพืชในพื้นที่ธรรมชาติมากที่สุด เพราะอาจส่งผลถึงประชากรพืชพรรณในธรรมชาติและอาจจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ และการสูญเสียชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติได้

2. การศึกษาพืชวงศ์ทานตะวันในประเทศไทย

พืชวงศ์ทานตะวันเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีจำนวนสมาชิกมากที่สุดในโลก มีประมาณ 23,000 ชนิด ใน 1,500 สกุล (Jeffrey, 2007) มีการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วโลก โดยมีความหลากชนิดมากที่สุดในเขตอบอุ่น และกึ่งอบอุ่นของอเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ แอฟริกาใต้ และในเขตเมดิเตอร์เรเนียน เอเชียกลาง และทางตะวันตกเฉียงใต้ของจีน พบได้ในเกือบทุกสภาพแวดล้อม แต่จะพบมากในพื้นที่เปิดโล่งอากาศอบอุ่น (Funk *et al*., 2005) มีการนำมาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น พืชสมุนไพร พืชอาหาร พืชให้น้ำมัน พืชที่ใช้เป็นยาฆ่าแมลง และไม้ประดับ เช่น ผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) แก่นตะวันหรือทานตะวันหัว (*Helianthus tuberosus* L.) ไพรีรัม (*Chrysanthemum cinerariaefolium* (Trev.) Bocc.) (Funk *et al.,* 2009) และเนื่องจากบางชนิดมีช่อดอกที่มีลักษณะสวยงามพืชวงศ์นี้จึงนำมาใช้เป็นไม้ประดับอย่างแพร่หลาย และเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งของการแพร่กระจายเข้าสู่ถิ่นฐานใหม่ และอาจจะกลายเป็นพืชรุกรานได้

2.1 ลักษณะสัณฐานวิทยาของพืชวงศ์ทานตะวัน

พืชวงศ์นี้ส่วนใหญ่เป็นไม้ล้มลุก มีบางชนิดเป็นไม้พุ่ม พบน้อยที่เป็นไม้ต้น หรือไม้เลื้อย ช่อดอกเป็นแบบช่อกระจุกแน่น (head หรือ capitula) มีใบประดับรองรับช่อดอก (involucral bracts) โดยอาจจะมี 1 ชั้น หรือหลายชั้น ฐานรองดอกมีรูปร่างแบน (flat) รูปพาเทลลิฟอร์ม (patelliform) เว้าเป็นแอ่ง (basin-shape) รูปกรวย (convex) รูปโคน (conical) หรือเป็นแท่ง (columnar) เรียบหรือมีขน มีใบประดับดอก (scarious bracts, paleate) หรือไม่มี (epaleate)

กลีบเลี้ยงลดรูปเปลี่ยนแปลงไปเป็นแพปพัส (pappus) ซึ่งอาจจะมีลักษณะเป็นขนแข็ง (bristle) เกล็ด (scale) รยางค์แข็ง (awn) กะบังรอบ (crown) ต่อม (gland) หรือบางชนิดไม่มีแพปพัส กลีบดอกเชื่อมกัน มี 3 รูปแบบใหญ่ๆ คือ รูปเส้นด้าย (filiform floret) รูปลิ้น (ligulate floret) รูปหลอด (tubular floret) ซึ่งการเรียงตัวของดอกที่ต่างกันนี้ทำให้เกิดช่อดอกแบบต่างๆ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญในการระบุพืชวงศ์นี้ ใช้ในการจำแนกพืชออกเป็นวงศ์ย่อยหรือระดับเผ่า ช่อดอกมีเพศเดียว (homogamous) หรือมีต่างเพศ (heterogamous) ช่อดอกของพืชวงศ์นี้มี 4 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่ ช่อแบบเรดิเอท (radiate capitulum) ซึ่งมีดอกวงนอกเป็นดอกเพศเมีย หรือไม่มีเพศ รูปลิ้น ดอกวงในเป็นดอกสมบูรณ์เพศ รูปหลอด ช่อดอกแบบดิสคอยด์ (discoid capitulum) มีดอกชนิดเดียวในช่อดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศรูปหลอด ช่อดอกแบบดิสซิฟอร์ม (disciform capitulum) ประกอบด้วยดอกวงนอกเป็นดอกเพศเมียรูปเส้นด้าย และดอกวงในเป็นดอกสมบูรณ์เพศรูปหลอด และช่อดอกแบบลิกูเลท (ligulate capitulum) ซึ่งในช่อดอกมีเพียงดอกสมบูรณ์เพศรูปลิ้นเพียงอย่างเดียว ลักษณะสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ เกสรเพศผู้มี 5 อัน โดยมีอับเรณูเชื่อมกันเป็นหลอดล้อมรอบก้านเกสรเพศเมียไว้ ก้านชูอับเรณูแยกกันติดกับหลอดกลีบดอก เกสรเพศเมียมี 2 แฉก รังไข่เป็นแบบอยู่ใต้วงกลีบ (inferior ovary) มี 2 คาร์เพลเชื่อมกัน 1 ช่อง และมี 1 ออวุล มีพลาเซนตาที่ฐาน (basal placentation) ผลเป็นแบบผลแห้งเมล็ดเดียวล่อน (achene) หรือผลแห้งเมล็ดเดียวล่อนปลายมีขน (cypsela)

2.2 ความหลากชนิดและการกระจายพันธุ์ของพืชวงศ์ทานตะวันในประเทศไทย

เนื่องจากพืชวงศ์นี้เป็นพืชที่มีสมาชิกมาก ระบบการจำแนกนั้นมีพัฒนาการจากอดีตถึงปัจจุบันเป็นระยะ จากเดิมที่เป็นการจำแนกโดยใช้เพียงสัณฐานวิทยาเป็นหลัก ณ ปัจจุบันมีการศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพืชวงศ์นี้โดยใช้ข้อมูลทางชีวโมเลกุลร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาและข้อมูลทางด้านอื่นๆ ผลการศึกษาสรุปได้ว่าพืชวงศ์ทานตะวันมีต้นกำเนิดจากบริเวณตอนใต้สุดของอเมริกาใต้ และแพร่กระจายพันธุ์มายังแอฟริกาและเอเชีย ตั้งแต่ตอนกลางของยุคครีเทเชียส พืชวงศ์นี้มีความหลากหลายทางด้านสัณฐานวิทยามาก และมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างหลากหลายทำให้มีจำนวนชนิดมาก และพบกระจายพันธุ์ได้ทั่วโลก จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ พืชวงศ์นี้ประกอบด้วย 37 วงศ์ย่อย ซึ่งยังมีบางวงศ์ย่อยที่รูปแบบความสัมพันธ์ภายในวงศ์ย่อยยังไม่ชัดเจน ดังนั้นการจำแนกอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคตเมื่อมีการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มขึ้น (Funk *et al.,* 2005, 2009)

สำหรับในประเทศไทยการศึกษาทบทวนทางอนุกรมวิธาน และรายงานจำนวนชนิดที่แน่นอนของพืชวงศ์นี้ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ จึงไม่สามารถระบุจำนวนชนิดที่แน่นอนได้ แต่คาดว่าน่าจะมีประมาณ 260 ชนิด ใน 65 สกุล (ธวัชชัย สันติสุข, 2532) สำหรับการกระจายพันธุ์ในประเทศมักจะพบพืชวงศ์นี้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางชนิดพบทั่วทุกภาคของประเทศ ชนิดที่พบทุกภาคนั้นมักจะเป็นชนิดที่เป็นพืชต่างถิ่นที่เข้ามาในประเทศเป็นระยะเวลานานและ

กลายเป็นชนิดที่แพร่กระจายในธรรมชาติโดยที่ไม่ได้รุกรานและทำให้พืชท้องถิ่นสูญหายไป และมีพืชเฉพาะถิ่นอีกหลายชนิด ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะพบในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันตก พืชวงศ์นี้พบได้ตั้งแต่ในพื้นที่ระดับน้ำทะเลปานกลางจนถึงสูงกว่า 2,500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มักพบบริเวณชายป่าที่แสงแดดส่องถึง พื้นที่เปิดโล่ง ในป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และบางชนิดพบในป่าดิบแล้ง ส่วนในป่าดิบชื้นนั้นไม่ค่อยพบ

การศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานของพืชวงศ์นี้ ซึ่งเป็นการศึกษาทั้งทางด้านการสำรวจความหลากชนิด การระบุชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง รูปแบบการกระจายพันธุ์ และศึกษาความสัมพันธ์ของชนิดที่พบจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น สำหรับความหลากหลายของพืชวงศ์นี้ซึ่งเป็นการศึกษาทบทวนในระดับประเทศนั้น ประกอบด้วยการศึกษาของ Koyama (1981 - 2005) ซึ่งศึกษารวบรวมและบันทึกข้อมูลรายชื่อและการกระจายพันธุ์ของพืชวงศ์ทานตะวันในประเทศไทย โดยมีการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการต่างๆ แยกแต่ละเผ่า แต่จะมีการยกเว้นบางสกุลซึ่งเป็นสกุลที่มีสมาชิกมากและมีปัญหาในการระบุชนิดหรือมีปัญหาในการกำหนดขอบเขตสกุล เช่น *Blumea* DC. และ *Laggera* Sch. Bip. ex Benth. เป็นต้น ซึ่งจากรายงานนี้ทำให้ทราบว่าพืชวงศ์ทานตะวันที่พบในประเทศไทยจำนวนมากเป็นพืชที่นำเข้าจากถิ่นอื่นเป็นเวลานานจนเกิดการแพร่กระจายในธรรมชาติ แต่ไม่ได้เป็นพืชรุกรานร้ายแรง

นอกจากนี้มีการศึกษาอนุกรมวิธานของพืชบางกลุ่ม ได้แก่ พืชเผ่า Inuleae (พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง และคณะ, 2545), พืชสกุล *Blumea* (Pornpongrungrung *et al*., in prep) ซึ่งมีการรวมสกุล *Blumeopsis* Gagnep. ซึ่งเป็นสกุลที่ประกอบด้วยพืชเพียงชนิดเดียว คือ *Bl. flava* (DC.) Gagnep. เข้าไว้ด้วยกัน เนื่องจากพบว่าลักษณะสัณฐานวิทยาที่ใช้แยกสกุล *Blumeopsis* จากสกุล *Blumea* นั้นเป็นลักษณะที่พบได้ในพืชบางชนิดในสกุล *Blumea* เช่นเดียวกัน และนอกจากนี้ยังมีผลการศึกษาสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการโดยใช้ข้อมูลทางชีวโมเลกุล ซึ่งสนับสนุนการรวมกันของ 2 สกุลนี้อีกด้วย (Pornpongrungrueng *et al*., 2007) การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชบางสกุลในเผ่า Senecioneae ได้แก่ สกุล *Cissampelopsis* Miq. (Vanijajiva & Kadereit, 2008) *Crassocephalum* Moench (Vanijajiva & Kadereit, 2009) และ *Gynura* (Vanijajiva, 2009; Vanijajiva & Kadereit, 2011) การศึกษาพืชเผ่า Vernonieae (Bunwong, 2010) ซึ่งเป็นเผ่าที่มีปัญหาทางด้านอนุกรมวิธานและความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการอย่างมาก แต่จากข้อมูลทางชีวโมเลกุลร่วมกับลักษณะของเรณูวิทยา และสัณฐานวิทยาบางประการ ทำให้พืชในเผ่านี้มีการเปลี่ยนสถานะทางอนุกรมวิธาน เช่น การย้ายสกุลโดยการตั้งสกุลใหม่ หรือการนำชื่อสกุลเดิมกลับมาใช้ใหม่ เช่น *Iodocephalopsis* S. Bunwong & H. Rob. ซึ่งเป็นพืชสกุลใหม่ที่ได้จากการย้ายพืชบางชนิดในสกุล *Camchaya* Gagnep. และ *Iodocephalus* Thorel ex Gagnep. มาเป็นสมาชิกในสกุลนี้ เช่น *Iodocephalopsis eberhardtii* (Gagnep.) S. Bunwong & H. Rob. (Bunwong *et al.,* 2009) และ พืชสกุล *Vernonia* Schreb. ที่พบในประเทศไทยก็ถูกจำแนกใหม่โดยมีการย้ายไปอยู่ในหลายสกุล ทั้งโดยการตั้งสกุลใหม่ ได้แก่ *Decaneuropsis* H. Rob. & Skvarla (Robinson & Skvarla, 2007), *Koyamasia* H. Rob. (Robinson, 1999),

Kurziella H. Rob. & S. Bunwong (Robinson *et al*., 2010), *Tarlmounia* H. Rob., S.C. Keeley, Skvarla & R. Chan. (Robinson *et al*., 2008) และการนำชื่อสกุลเดิมกลับมาใช้ใหม่ ได้แก่ สกุล *Acilepis* D.Don (Robinson & Skvarla, 2009), *Cyanthillium* Blume (Robinson, 1990), *Strobocalyx* Spach (Robinson *et al*., 2008), *Gymnanthemum* Cass. (Robinson, 1999), และ *Monosis* DC. (Robinson & Skvarla, 2006) นอกจากนี้ Bunwong & Chantaranothai (2010) ได้รายงานว่า *Pseudelephantopus spicatus* (Juss. ex Aubl.) C.F. Baker เป็นพืชที่มีรายงานการพบครั้งแรกของประเทศไทย เนื่องจากไม่มีการรายงานพืชนี้ในบทความของ Koyama (1981-2005) แต่อย่างไรก็ตามพืชชนิดนี้เป็นพืชต่างถิ่นที่เข้ามาในประเทศไทยไม่นานนี้ ถิ่นกำเนิดของพืชชนิดนี้อยู่ในประเทศแถบอเมริกากลาง และอเมริกาใต้ ดังนั้นการปรากฏในประเทศไทยนี้อาจจะจัดอยู่ในระยะที่เริ่มมีการแพร่กระจายสู่ธรรมชาติ ในอนาคตอาจจะกลายเป็นพืชที่รุกรานก็ได้ เนื่องจากพืชชนิดนี้ถูกรายงานว่าเป็นพืชต่างถิ่นรุกรานในหลายๆ ประเทศ เช่น จีนและไต้หวัน (Wu *et al*., 2004a, 2004b; Wu & Wang, 2005)

นอกจากการศึกษาทบทวนทางอนุกรมวิธานแล้วก็มีการศึกษาในเชิงสำรวจความหลากหลายในแต่ละพื้นที่ โดยมีรายงานการศึกษาความหลากหลายที่ดำเนินการศึกษาพืชวงศ์ทานตะวันโดยเฉพาะในพื้นที่ต่างๆ ดังนี้ ในอุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย พบ 30 สกุล 47 ชนิด (Koyama, 1986a) อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบ 33 สกุล 58 ชนิด (Koyama, 1986b) และการสำรวจในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบ 34 สกุล 62 ชนิด (พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง และประนอม จันทรโณทัย, 2543) ในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ พบ 30 สกุล 47 ชนิด (ผุสดี พรหมประสิทธิ์ และคณะ, 2552) และอีกหลายพื้นที่ที่กำลังอยู่ระหว่างการศึกษารวบรวมข้อมูล

2.3 การศึกษาด้านซิสเทมาติกส์ และชีววิทยาบางประการของพืชวงศ์ทานตะวัน

นอกจากการศึกษาทบทวนทางอนุกรมวิธานและความหลากหลายของพืชวงศ์นี้ในประเทศไทยแล้ว ยังมีการศึกษาซิสเทมาติกส์ของพืชกลุ่มต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการจำแนกและระบุชนิด รวมถึงสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพืชวงศ์ทานตะวันที่พบในประเทศไทย ได้แก่ การศึกษาสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพืชสกุล *Blumea* (Pornpongrungrueng *et al*. 2007, 2009) การศึกษาสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพืชในเผ่า Vernonieae (Bunwong, 2010)

การศึกษาข้อมูลด้านชีววิทยาอื่นๆ ของพืชวงศ์นี้จะเป็นประโยชน์ทั้งต่อการศึกษาอนุกรมวิธานและความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ และเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์พืชวงศ์นี้อีกด้วย เช่น ข้อมูลทางด้านเรณูวิทยาสามารถนำมาใช้ประกอบการจำแนก หรือระบุพืชได้ ในระดับต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับสกุล หรือ section สำหรับในประเทศไทยมีการศึกษาสัณฐานวิทยาเรณูเพื่อการศึกษาอนุกรมวิธานของพืชบางกลุ่ม ได้แก่ เรณูของพืชในเผ่า Inuleae (Pornpongrungrueng & Chantaranothai, 2002), เผ่า Vernonieae (Bunwong & Chantaranothai, 2008) และเรณูของพืชวงศ์ทานตะวันที่พบในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวโดยผุสดี พรหมประสิทธิ์ และคณะ (2553) ซึ่งลักษณะทั่วไปของเรณูในพืชวงศ์ทานตะวันที่นำมาใช้ในการระบุพืชได้ คือ ขนาดและรูปร่างของเรณู จำนวนและชนิด

ของช่องเปิด ความหนาของผนังชั้นนอก และลวดลายที่ผนังชั้นนอก ทั้งนี้ศักยภาพในการจำแนกในระดับอนุกรมวิธานที่ต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับพืชในแต่ละกลุ่มด้วยเช่นกัน ซึ่งลักษณะสัณฐานวิทยาของเรณูบางประการอาจมีผลต่อคุณสมบัติในการเป็นพืชรุกราน เช่น ลวดลายที่ผนังชั้นนอกเรณูเป็นหนามอาจทำให้เรณูของพืชเกาะกลุ่มกัน ซึ่งมีผลต่อรูปแบบการถ่ายละอองเรณูและส่งผลต่อการติดเมล็ดของพืชก่อนจะแพร่กระจายต่อไป นอกจากนี้ข้อมูลทางด้านสัณฐานวิทยาเรณูนี้เป็นข้อมูลสำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยในการตรวจสอบและติดตามการรุกรานของพืชต่างถิ่นได้โดยการเปรียบเทียบการปรากฏของเรณูพืชชนิดนั้นๆ ในอดีตและปัจจุบัน (van Leeuwen *et al.*, 2005)

ในปัจจุบันประเทศไทยยังขาดการศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญหลายๆ ด้านของพืชวงศ์ทานตะวัน ซึ่งน่าจะช่วยในการตอบคำถามและอธิบายถึงกลไกที่ทำให้พืชวงศ์นี้มีศักยภาพในการเป็นพืชรุกรานที่ค่อนข้างสูง ซึ่งการศึกษาข้อมูลทางชีววิทยาต่างๆ รวมถึงวิวัฒนาการของพืชสามารถนำมาใช้อธิบายหรือสนับสนุนความสามารถและการคาดคะเนความสามารถในการเป็นวัชพืชรุกรานในพื้นที่ต่างๆ และนำมาประยุกต์ใช้ในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพได้ เช่น

การศึกษาลักษณะทางเอ็มบริโอวิทยา (embryology) สามารถใช้ประกอบการจำแนกพืชวงศ์ทานตะวันได้ และเป็นการศึกษาที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้เข้าใจถึงศักยภาพในการสืบพันธุ์ การกระจายพันธุ์ และการเจริญ (Pullaiah, 1979) ซึ่งอาจจะช่วยในการคาดคะเนศักยภาพหรือโอกาสในการเป็นพืชรุกรานของพืชวงศ์นี้ได้ แต่ยังไม่มีรายงานการศึกษาด้านนี้ในประเทศไทย

การศึกษาการเกิด apomixis ซึ่งเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เป็นการพัฒนาของเมล็ดโดยไม่ได้ผ่านการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และไม่เกิดการผสมพันธุ์ (Koltunow & Grossniklaus, 2003) เป็นปรากฏการณ์ที่พบมากในพืชวงศ์ทานตะวันหลายสกุล (Noyes, 2007) แต่ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิด apomixis ในพืชวงศ์นี้ยังจัดว่าน้อยมาก ยังมีคำถามที่จะต้องศึกษาหาข้อมูลเพื่อหาคำตอบอีกมาก ซึ่งพืชที่เกิดจากกระบวนการ apomixis นี้จะมีลักษณะเหมือนกับต้นแม่แต่อาจจะมีการปรับลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางอย่างให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งการเกิด apomixis นี้อาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณสมบัติ หรือช่วยสนับสนุนความสามารถในการรุกรานของพืชได้ ดังนั้นการทราบถึงกลไกและกระบวนการรวมถึงทราบข้อมูลการเกิด apomixis ในพืชแต่ละสกุล หรือแต่ละชนิดอาจจะช่วยในการตอบคำถามนี้ได้ (Noyes, 2007)

การศึกษาข้อมูลทางด้านจำนวนโครโมโซมของพืช ซึ่งเป็นข้อมูลอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ประกอบการจำแนกพืชได้ และยังช่วยในการคาดคะเนความเป็นไปได้ของการรุกรานของพืชได้ ตามที่มีรายงานว่าพืชที่มีคุณสมบัติในการรุกราน หรือกลุ่มวัชพืชที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่มีความแตกต่างหลากหลายได้ดีนั้นมักจะมีจำนวนชุดโครโมโซมเป็นดิพลอยด์หรือโพลีพลอยด์ (Gupta & Gill, 1983) ซึ่งตามข้อมูลงานวิจัยที่ดำเนินการศึกษาจำนวนโครโมโซมของพืชวงศ์ทานตะวัน พบว่าพืชวงศ์นี้ มีจำนวนโครโมโซมตั้งแต่ n = 2 ถึง n = 120 (Solbrig, 1977) แม้จะมีรายงานว่าพืชวงศ์ทานตะวันนี้มีโอกาสเกิดโพลีพลอยด์ที่ค่อนข้างสูง แต่ในประเทศไทยมีการศึกษาจำนวนโครโมโซมของพืชวงศ์นี้เพื่อ

การศึกษาอนุกรมวิธานไม่มากนัก ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากว่าชนิดที่พบในประเทศไทยนั้น มาจากหลายสกุลซึ่งมีลักษณะที่ค่อนข้างแตกต่างกันชัดเจน เมื่อใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาก็สามารถระบุ หรือแยกพืชออกจากกันได้แล้ว จึงไม่เป็นที่น่าสนใจในการศึกษา หรือบางครั้งพืชสกุลเดียวกันมักจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน ไม่สามารถจำแนกชนิดโดยใช้จำนวนโครโมโซมได้ เช่น ในพืชสกุล *Gynura* ซึ่ง Eksomtramage *et al.* (2010) ได้ศึกษาพืชสกุลนี้จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *G. pseudochina, G. procumbens, G. calciphila* และ *G.* sp. พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 20 จึงไม่สามารถใช้จำนวนโครโมโซมในการจำแนกพืชได้ แต่เมื่อศึกษาเปรียบเทียบคารีโอไทป์ของพืชทั้ง 4 ชนิด พบว่าพืชทั้ง 4 ชนิดมีรูปแบบการจัดเรียงคารีโอไทป์ที่ต่างกันจึงนำมาใช้ในการจำแนกพืชได้ ซึ่งข้อมูลทางด้านโครโมโซมนี้เป็นข้อมูลที่สำคัญที่จำเป็นต้องศึกษารวบรวมไว้ แม้ว่าจะมีการรายงานจำนวนโครโมโซมของพืชวงศ์นี้ไว้ในฐานข้อมูลหรืองานวิจัยจากประเทศอื่นแล้วก็ตาม เพราะในปัจจุบันปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของข้อมูลที่มีคือ ไม่สามารถทราบว่าจำนวนโครโมโซมที่รายงานไว้ในฐานข้อมูลมีความถูกต้องเพียงใด เนื่องจากอาจจะมีการรายงานจำนวนที่ต่างกันแม้ว่าจะแสดงชื่อวิทยาศาสตร์เดียวกันก็ตาม ซึ่งหากตอบไม่ได้ว่าความแตกต่างนั้นเกิดจากการระบุชนิดที่ไม่ถูกต้อง หรือเป็นธรรมชาติของพืชนั้นจริงๆ ก็จะไม่สามารถนำข้อมูลนั้นมาอธิบายหรือสรุปอะไรได้ ดังนั้นการศึกษารวบรวมข้อมูลจำนวนโครโมโซมของพืชวงศ์นี้ในประเทศไทย โดยเฉพาะชนิดที่มีแนวโน้มรุกราน โดยการตรวจสอบความถูกต้องของชื่อวิทยาศาสตร์และมีการเก็บตัวแทนตัวอย่าง (voucher specimen) เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องได้ จึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างหนึ่ง

นอกจากนี้ในการคาดคะเนความสามารถในการรุกรานเพื่อการวางแผนป้องกันชนิดใหม่ที่เข้ามาจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ตัวอย่างแห้งในหอพรรณไม้ และรายงานหรือเอกสารอ้างอิงต่างๆ เพื่อนำมาศึกษาและสรุปกระบวนการในการกระจายและรุกรานของพืชแต่ละชนิดซึ่งอาจจะต่างกัน อย่างไรก็ตามการที่จะศึกษาพืชทุกชนิดอาจจะสิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ ดังนั้นการศึกษาอาจจะเลือกพืชบางชนิดเป็นต้นแบบ เพื่อการวางแผนป้องกัน และกำจัด ซึ่งในกระบวนการกำจัดพืชรุกรานนั้นมีหลายขั้นตอน ได้แก่ การป้องกันการนำเข้า การกำจัดออกจากพื้นที่ การป้องกันการแพร่กระจายในพื้นที่เพิ่มเติม เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนที่ดีที่สุดคือการป้องกันการเข้ามาเพราะการกำจัดออกจากพื้นที่หลังจากพืชนั้นได้รุกรานแพร่กระจายไปแล้วนั้นเป็นเรื่องที่ยากมาก เหมือนที่หลายๆ ประเทศได้พยายามใช้วิธีการกำจัด เช่น กรณีของสาบหมา (*Ageratina adenophora* (Spreng.) King & H.E. Robins) ซึ่งเป็นวัชพืชรุกรานร้ายแรงในประเทศจีน จึงได้พยายามกำจัดด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การควบคุมโดยสารเคมี และโดยชีววิธี แต่ก็ไม่ประสบผลสำเร็จ การออกแบบจำลองการรุกรานของพืช โดยใช้ข้อมูลความต้องการทางด้านนิเวศวิทยาของพืช (ecological niche model) โดยการจับคู่พารามิเตอร์ทางนิเวศวิทยาที่เหมาะสมต่อการเจริญในพื้นที่ที่ถูกรุกราน จะช่วยให้สรุปได้ว่าในพื้นที่ไหนของประเทศที่มีโอกาสเสี่ยงที่พืชชนิดนั้นจะแพร่กระจายรุกรานได้ในอนาคต เพื่อที่จะได้วางแผนป้องกันการเข้ามาตั้งแต่แรก เพราะในการเข้ามาของชนิดเหล่านั้นมีช่วงระยะเวลาในกระบวนการแตกต่างกันไป เช่น อาจจะเป็น 10 ปี หรือนานกว่านั้น ดังนั้นหากควบคุมได้ตั้งแต่ระยะแรกก่อนที่จะกระจายพันธุ์และครอบครองพื้นที่ได้อย่าง

สมบูรณ์และทำลายสภาพแวดล้อมดั้งเดิมไป จะสามารถรักษาความหลากหลายทางชีวภาพไว้ได้ (Wang & Wang, 2006)

การกระจายพันธุ์ของเมล็ดเป็นหัวใจสำคัญของการอยู่รอดและการกระจายพันธุ์ของพืช ดังนั้นการเข้าใจถึงกระบวนการและความสามารถในการกระจายพันธุ์ของเมล็ดจึงมีความสำคัญต่อการอธิบายกลไกในการรุกรานของพืช รวมถึงรูปแบบการเกิดการรุกรานอีกด้วย (Monty *et al*., 2008) ซึ่งรูปแบบการกระจายพันธุ์ของพืชวงศ์ทานตะวันมีหลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผล ซึ่งผลมักจะเป็นผลแห้งเมล็ดล่อนปลายมีขนหรือมีแพปพัสที่มีรูปร่างแตกต่างกันในแต่ละชนิด และผลมีขนาดเล็ก ทำให้กระจายพันธุ์โดยอาศัยลมเป็นหลัก แต่บางชนิดแพบพัสอาจจะลดรูปหายไป รูปร่างและโครงสร้างของผลเปลี่ยนไปทำให้สามารถกระจายพันธุ์ด้วยวิธีการอื่นๆ ได้ เช่น การมี elaiosomes ทำให้กระจายพันธุ์ได้โดยมีมดเป็นพาหะ การมีสันของผลที่มีลักษณะเป็นคอร์ก (corky rib) ทำให้เมล็ดมีลักษณะเบา เหมือนทุ่นลอยน้ำ จึงสามารถกระจายพันธุ์โดยทางน้ำได้ หรือการเกิดผลที่มีลักษณะมีเนื้อ (drupaceous fruit) หรือการที่ผิวของผลมีตะขอ (hook, barb) หรือปุ่มที่ปลายมีเมือกเหนียว (sticky knob) หรือมีต่อม (gland) สามารถช่วยกระจายโดยสัตว์มีกระดูกสันหลัง นอกจากนี้ลักษณะของแพปพัสก็มีส่วนช่วยในการกระจายพันธุ์เช่นเดียวกัน โดยการมีแพปพัสร่วงง่ายบ้าง ไม่ร่วงบ้าง อาจจะทำให้พืชนั้นมีบางผลไม่สามารถกระจายไปได้ไกล และบางผลกระจายได้ไกลทำให้พืชนั้นกระจายพันธุ์ได้ครอบคลุมพื้นที่กว้าง (Funk *et al*., 2009) มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของผลเพื่อการกระจายพันธุ์โดยอาศัยลมกับความสามารถในการเป็นพืชรุกรานในพืชวงศ์ทานตะวันที่เป็นพืชรุกราน 10 ชนิดในไต้หวัน พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มของพืชรุกรานเหล่านี้เป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีความสามารถในการกระจายพันธุ์โดยลมสูง ปานกลาง และน้อย โดยแบ่งตามสัณฐานวิทยาของผล ซึ่งความยาวของแพปพัส และจำนวนหนามบนแพปพัส มีผลต่อความเร็วในการตั้งถิ่นฐาน (settle velocity) และน้ำหนักของเมล็ด และความยาวของแพปพัสมีผลต่อการกระจายพันธุ์ได้ไกล ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการรุกรานของพืชเหล่านี้ (Hao *et al*., 2010) นอกจากนี้การศึกษาทางด้านสรีรวิทยาเกี่ยวกับการงอกของเมล็ด รวมถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด และอายุของเมล็ดอาจจะมีผลต่อการเป็นพืชรุกรานได้เช่นเดียวกัน

พืชวงศ์ทานตะวันหลายชนิดมีการสร้างผลที่มี 2 รูปแบบภายในช่อดอกเดียวกัน โดยอาจจะต่างกันที่ขนาด รูปร่าง น้ำหนัก อายุการพักตัว ความสามารถในการกระจายพันธุ์ และการงอก ซึ่งทำให้พืชชนิดนั้นสามารถทนอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันได้หลายแบบ หรือผลบางส่วนสามารถอยู่รอดได้ในช่วงระยะเวลาที่ไม่เหมาะสม รอคอยจนถึงเวลาที่เหมาะสมในการงอกได้ เป็นเหตุให้พืชสามารถกระจายพันธุ์ได้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และมีโอกาสที่จะอยู่รอดและเอาชนะพืชชนิดอื่นๆ ได้ เช่น กรณีศึกษาใน *Galinsoga ciliata* (Rafin) S.F. Blake (Kucewicz *et al*., 2010) เป็นต้น

ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่เกื้อหนุนความสามารถในการปรับตัว และแพร่กระจายพันธุ์ของพืชวงศ์นี้คือ การเกิดการผสมข้ามทั้งการผสมข้ามในชนิดเดียวกัน (intraspecific hybridization) และการผสมข้ามระหว่างต่างชนิดกัน (interspecific hybridization) นอกจากนี้มีรายงานว่าการผสม

ข้ามระหว่างพืชต่างถิ่นและพืชในท้องถิ่น อาจจะมีผลกระทบทางด้านลบต่อชนิดพันธุ์ท้องถิ่น มีโอกาสที่จะทำให้ชนิดพันธุ์ท้องถิ่นสูญพันธุ์ไปได้ในที่สุด (Bleeker *et al*., 2007) ในประเทศไทยก็มีรายงานการผสมข้ามของพืชหลายชนิด และพบว่าลูกผสมที่ได้มีโอกาสอยู่รอดได้ในสภาพธรรมชาติ แต่ความสามารถในการสืบพันธุ์ของลูกผสมนี้ยังจำกัดอยู่ เช่น ลูกผสมที่เกิดจากพืชท้องถิ่นของไทย 2 ชนิด คือ *Duhaldea wissmanniana* (Hand.-Mazz.) Anderb. และ *D. cappa* (Buch.-Ham. ex D. Don) Pruski & Anderb. ซึ่งลูกผสมนี้เกิดทางภาคเหนือของไทย (Koyama, 1984b) และลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างชนิดของพืชวงศ์ทานตะวันที่เป็นพืชต่างถิ่น 2 ชนิด ได้แก่ ผักคออ่อน หรือผักเผ็ดแม้ว *(Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore) และ *C. rubens* (Juss.) S. Moore (ภาพที่ 1จ-ช) ซึ่งชนิดแรกนั้นเป็นชนิดต่างถิ่นที่เข้ามาแพร่กระจายและอยู่ในประเทศไทยนานแล้ว ส่วนชนิดหลังนั้นเป็นวัชพืชที่เพิ่งมีรายงานเข้ามาในประเทศไทย แต่จากการศึกษาพบว่าเมล็ดของลูกผสมของทั้งสองชนิดนี้มีความสามารถในการงอกต่ำ และเรณูมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตต่ำเช่นเดียวกัน (Vanijajiva & Karadrite, 2009) แต่ในอนาคตพืชนี้อาจจะมีการปรับตัวจากรุ่นสู่รุ่นและอาจจะเจริญเติบโตได้ดีส่งผลต่อประชากรของพืชท้องถิ่นก็เป็นได้ ซึ่งจริงๆ แล้วอาจจะมีลูกผสมที่เกิดขึ้นอีกหลายชนิดในประเทศไทยแต่ยังไม่มีผู้ทำการศึกษาเรื่องนี้มากนัก

3. พืชวงศ์ทานตะวันกับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

หากจะกล่าวถึงพืชวงศ์ทานตะวันในแง่ของการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพแล้ว ผลกระทบของพืชวงศ์นี้ต่อความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญอย่างแรกคือการเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกรานในพื้นที่ต่างๆ โดยเมื่อพิจารณาถึงรายชื่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกรานร้ายแรง 100 อันดับแรกของโลกนั้น ประกอบด้วยพืชบกจำนวน 32 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นพืชในวงศ์ทานตะวัน 3 ชนิด ได้แก่ ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha* (L.) Kunth), สาบเสือ (*Chromolaena odorata* (L.) King & Rob.) และกระดุมทองเลื้อย (*Sphagneticola trilobata* (L.C. Rich.) Pruski) (Lowe *et al*., 2000) นอกจากนี้ผลกระทบอีกด้านหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือการอนุรักษ์พืชเฉพาะถิ่นหรือพืชหายากหรือใกล้สูญพันธุ์

3.1 พืชวงศ์ทานตะวันที่เป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่น และชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานในประเทศไทย

จากรายชื่อของพืชต่างถิ่นรุกรานในพื้นที่ต่างๆ ทั่วโลก พบว่ามีพืชวงศ์ทานตะวันจำนวน 60 ชนิด ซึ่งในจำนวนนี้มีอยู่ 8 ชนิด ที่มีรายงานพบในประเทศไทย ได้แก่ ปืนนกไส้ (*Bidens pilosa* L.), *Elephantopus mollis* Kunth, สาบเสือ, ขลู่ (*Pluchea indica* (L.) Less.), *Sonchus oleraceus* L., กระดุมทองเลื้อย, บัวตอง (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray) และ *Xanthium spinosum* L. (Global Invasive Species Database, 2012)

สำหรับประเทศไทยมีการรวบรวมรายชื่อพืชต่างถิ่นที่พบว่ามีการแพร่กระจายเข้ามาในประเทศ โดยจัดทำบัญชีรายชื่อ และทะเบียนพืชต่างถิ่นที่ควรป้องกัน ควบคุม และกำจัดของประเทศไทย โดยแบ่งเป็น 4 รายการ ตามลักษณะการกระจายและความรุนแรงหรือสถานภาพ ณ ปัจจุบันของพืชชนิดนั้นๆ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551) ดังนี้

- ทะเบียนรายการที่ 1 ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานแล้ว หมายถึง ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เข้ามาในประเทศไทยแล้ว และสามารถตั้งถิ่นฐานและมีการแพร่กระจายได้ในธรรมชาติ เป็นชนิดพันธุ์เด่นในสิ่งแวดล้อมใหม่ (dominant species) และเป็นชนิดพันธุ์ที่อาจทำให้ชนิดพันธุ์ท้องถิ่นหรือชนิดพันธุ์พื้นเมืองสูญพันธุ์ รวมไปถึงส่งผลคุกคามต่อความหลากหลายทางชีวภาพและก่อให้เกิดความสูญเสียทางสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสุขอนามัยของมนุษย์ ได้แก่ สาบหมา, ปืนนกไส้, สาบเสือ, ผักคออ่อนหรือผักเผ็ดแม้ว, ขี้ไก่ย่าน (ภาพที่ 1ก, ค-จ, ซ-ฌ), ทหารกล้า *(Galinsoga parviflora* Cav.) และบัวตอง

- ทะเบียนรายการที่ 2 ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่มีแนวโน้มรุกราน ซึ่งรวมถึงชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่มีหลักฐานว่ามีการรุกรานในถิ่นอื่น ที่เข้ามาในประเทศไทยแล้ว และสามารถตั้งถิ่นฐานและมีการแพร่กระจายได้ในธรรมชาติ จากการสำรวจและเฝ้าสังเกตพบว่าอาจแพร่ระบาดหากมีปัจจัยเกื้อหนุนหรือสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เคยรุกรานในอดีต ซึ่งสามารถควบคุมดูแลได้แล้ว ประกอบด้วยพืชวงศ์ทานตะวัน จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ดาวกระจายไต้หวัน (*Bidens alba* DC. var. *radiata* (Sch.Bip.) R. Ballard) และกระดุมทองเลื้อย

- ทะเบียนรายการที่ 3 ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่มีประวัติว่ารุกรานแล้วในประเทศอื่นแต่ยังไม่รุกรานในประเทศไทย ซึ่งไม่มีพืชวงศ์ทานตะวันที่อยู่ในรายการนี้

- ทะเบียนรายการที่ 4 ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานที่ยังไม่เข้ามาในประเทศไทย หมายถึง ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่มีข้อมูลหรือหลักฐานว่าเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานในประเทศอื่น ได้แก่ ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นตามทะเบียน 100 ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานรุนแรงของโลก ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ห้ามนำเข้าตามกฎหมาย และชนิดพันธุ์ที่มีข้อมูลจากผลการศึกษาวิจัยว่าเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกรานในพื้นที่อื่นๆ ฯลฯ

นอกจากนี้มีพืชบางชนิดที่พบกระจายเข้ามาในประเทศไทย แต่ยังไม่จัดอยู่ในทะเบียนรายชื่อดังกล่าว เช่น สาบแมวหรือสาบม่วง (*Praxeris clematidea* R.M. King & Robinson) (ภาพที่ 1ญ) ซึ่งพืชชนิดนี้จัดอยู่ในรายชื่อของวัชพืชที่รุกราน 100 อันดับแรกของโลก ดังนั้นควรจัดอยู่ในทะเบียนรายการที่ 1 ด้วย หรือ *Crassocephalum rubens* (ภาพที่ 1ฉ) เป็นวัชพืชที่มีถิ่นกำเนิดจากทวีปแอฟริกา พบได้ทางภาคเหนือของไทย และปัจจุบันมีรายงานการเกิดการผสมข้ามระหว่างพืชชนิดนี้ และผักเผ็ดแม้วหรือผักคออ่อน (ภาพที่ 1ช) (Vanijajiva & Kadereit, 2009) ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดปัญหาต่อการเกษตรต่อไปในอนาคต

3.2 พืชวงศ์ทานตะวันที่เป็นพืชเฉพาะถิ่นและพืชหายากหรือใกล้สูญพันธุ์ของประเทศไทย

แม้ว่าความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ของพืชวงศ์ทานตะวันในประเทศไทยจะไม่สูงเมื่อเทียบกับพืชวงศ์อื่นๆ เช่น วงศ์เข็ม (Rubiaceae) หรือวงศ์ยางพารา (Euphorbiaceae) ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมของประเทศไทยอาจจะไม่เหมาะสมต่อการเจริญของพืชวงศ์นี้เท่าที่ควร จากการที่พืชกลุ่มนี้มักจะกระจายพันธุ์อยู่ในเขตอบอุ่น แต่อย่างไรก็ดีในประเทศไทยก็มีรายงานพบพืชหลายชนิดที่เป็นพืชเฉพาะถิ่นของไทยหรือพืชหายากในประเทศไทย โดยข้อมูลนี้รวบรวมจากเอกสารต่างๆ และจากการศึกษาข้อมูลภาคสนามโดยผู้เขียนเองดังแสดงในตารางที่ 1 (ภาพที่ 2ก–ช)

ตารางที่ 1 รายชื่อพืชวงศ์ทานตะวันที่จัดเป็นพืชเฉพาะถิ่นของประเทศไทยจำแนกตามเขตการกระจายพันธุ์

ชื่อพืช	เอกสารอ้างอิง
พืชเฉพาะถิ่นทางภาคเหนือ	
1. *Blumea hossei* Craib ex Hosseus	Pornpongrungrueng *et al.*, *in prep*
2. *Cicerbita chiangdaoensis* H. Koyama	Koyama, 2001
3. *Eupatorium doichangensis* H. Koyama	Koyama, 2002
4. *Gynura hmopaengensis* H. Koyama	Koyama, 1988
5. *Saussurea venosa* Kerr	Koyama, 1981
6. *Senecio boluangensis* H. Koyama	Koyama, 1988
7. *Senecio craibianus* Hosseus	Koyama, 1988
8. *Vernonia calcarea* (Kitam.) H. Koyama (= *Koyamasia calcarea* (Kitam.) H. Rob.)	Koyama, 2003
9. *Vernonia chiangdaoensis* H. Koyama (= *Acilepis chiangdaoensis* (H. Koyama) H. Rob. & Skvarla)	Koyama, 2005
10. *Vernonia doichangensis* H. Koyama (= *Acilepis doichangensis* (H. Koyama) H. Rob. & Skvarla)	Koyama, 2004
11. *Vernonia pseudosutepensis* H. Koyama (= *Acilepis pseudosutepensis* (H. Koyama) H. Rob. & Skvarla)	Koyama, 2005
12. *Vernonia sutepensis* Kerr (= *Acilepis sutepensis* (Kerr) H. Rob. & Skvarla)	Koyama, 2005
พืชเฉพาะถิ่นทางภาคตะวันตก และภาคเหนือ	
1. *Vernonia pseudo-birmanica* H. Koyama	Koyama, 2003
พืชเฉพาะถิ่นทางภาคตะวันออก	
1. *Camchaya pentagona* H. Koyama	Koyama, 1984a
พืชเฉพาะถิ่นทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
1. *Camchaya spinulifera* H. Koyama	Koyama, 1984a
2. *Camchaya tenuifolia* Kerr	Koyama, 1984a
3. *Senecio namnaoensis* H. Koyama	Koyama, 1988
4. *Synotis phupeakensis* H. Koyama	Koyama, 1988
5. *Vernonia namnaoensis* H. Koyama (= *Acilepis namnaoensis* (H. Koyama) H.Rob. & Skvarla)	Koyama, 2004

ตารางที่ 1 รายชื่อพืชวงศ์ทานตะวันที่จัดเป็นพืชเฉพาะถิ่นของประเทศไทยจำแนกตามเขตการกระจายพันธุ์ (ต่อ)

ชื่อพืช	เอกสารอ้างอิง
พืชเฉพาะถิ่นทางภาคกลาง	
1. *Camchaya loloana* Kerr var. *pseudotenuiflora* H. Koyama	Koyama, 1984a
2. *Gynura dissecta* (F.G. Davies) Vanijajiva & Kadereit	Vanijajiva & Kadereit, 2011
พืชเฉพาะถิ่นทางภาคใต้	
1. *Gynura calciphila* Kerr	Vanijajiva & Kadereit, 2011
2. *Vernonia ngaoensis* H. Koyama (= *Acilepis ngaoensis* (H. Koyama) H. Rob. & Skvarla)	Koyama, 2004
พืชเฉพาะถิ่นของประเทศไทย	
1. *Cicerbita garrettii* (Kerr) H. Koyama	Koyama, 2001
2. *Cicerbita putii* (Kerr) H. Koyama	Koyama, 2001
3. *Gynura siamensis* Vanijajiva & Kadereit	Vanijajiva & Kadereit, 2011
4. *Ixeris siamensis* (Kerr) H. Koyama	Koyama, 2001
5. *Vernonia principis* Gagnep. (= *Acilepis principis* (Gagnep.) H. Rob. & Skvarla)	Koyama, 2005
6. *Wedelia thailandica* H. Koyama	Koyama, 1985b

สำหรับพืชวงศ์ทานตะวันที่เป็นพืชหายากในประเทศไทยตามรายงานของสำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2551) มีจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ยาแก้ (*Gochnatia decora* (Kurz) Cabrera) (ภาพที่ 2ซ) และกะพวมพร้าว (*Vernonia arborea* Buch.-Ham.) แต่จากการศึกษาภาคสนามของผู้เขียนพบว่าน่าจะยังมีพืชวงศ์นี้อีกหลายชนิดที่ควรจะพิจารณาสถานภาพอาจจะจัดเป็นพืชหายากเพราะในการสำรวจของผู้เขียนพบเพียงไม่กี่กลุ่มประชากรและมักจะพบในถิ่นอาศัยที่ค่อนข้างจำกัด หรือเสี่ยงต่อการถูกคุกคาม เช่น *Aster ageratoides* Turcz. ซึ่งพบเฉพาะที่ดอยเชียงดาว จ.เชียงใหม่ หรือ *Blumea hossei* มีรายงานพบเฉพาะภาคเหนือของไทยที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ จ.เชียงใหม่ และน่าจะจัดเป็นพืชหายากเพราะจากการศึกษาของผู้เขียนพบว่ามีตัวอย่างอ้างอิงในพิพิธภัณฑ์พืชเพียงไม่กี่ชิ้นและปัจจุบันไม่พบประชากรในธรรมชาติ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีพืชในสกุล *Kleinia* Juss. และ สกุล *Leontopodium* R.Br. ex Cass. ซึ่งเป็นพืชที่มีการกระจายพันธุ์ในเขตอบอุ่น แต่ก็มีการสำรวจพบในภาคเหนือของประเทศไทยแต่ขณะนี้ยังอยู่ระหว่างการศึกษารวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้อง ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการศึกษาพืชกลุ่มนี้คือการที่จะระบุว่าพืชที่สำรวจพบนั้นเป็นพืชท้องถิ่นที่ขาดการสำรวจมาก่อนหน้านั้น หรือเป็นพืชต่างถิ่นที่เพิ่งมีการกระจายเข้ามาในประเทศไทย เป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากแม้จะพบพืชนั้นกระจายพันธุ์

ในแหล่งอาศัยตามธรรมชาติก็ตาม เช่น กรณีของ *Crassocephalum rubens* และ *Pseudelephantopus spicatus* เป็นต้น

บทสรุป

พืชวงศ์ทานตะวันที่มีการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยมีทั้งกลุ่มที่เป็นพืชท้องถิ่น พืชเฉพาะถิ่น และพืชที่นำเข้ามาจากต่างถิ่น โดยพืชเฉพาะถิ่นนั้นส่วนมากมักจะพบที่ภาคเหนือและพบในพื้นที่ๆ ค่อนข้างจำกัด อีกทั้งการกระจายพันธุ์ค่อนข้างแคบ และสถานภาพของแหล่งอาศัยก็อยู่ในสภาวะที่เสี่ยงต่อการถูกคุกคาม ส่วนพืชท้องถิ่นที่มีการกระจายทั่วไป และพืชต่างถิ่นนั้นมีทั้งชนิดที่มีการกระจายและเกิดการแพร่กระจายสู่ธรรมชาติแล้ว แต่บางชนิดเพิ่งเข้ามาใหม่และอาจจะแพร่กระจายต่อไปในอนาคต ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องวางแผนป้องกัน จัดการ และกำจัด และระบุให้ได้ว่าพืชที่พบเป็นชนิดใด เพราะปัญหาประการหนึ่งคือการระบุชนิดที่ไม่ถูกต้อง ในบางครั้งพืชที่เข้ามาอาจจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับพืชที่มีอยู่เดิมในท้องถิ่นทำให้ไม่ทราบว่าเป็นพืชต่างถิ่น ดังนั้นการป้องกันและกำจัดแต่เนิ่นๆ จึงไม่เกิดขึ้นทำให้พืชนั้นแพร่กระจายไปมากเกินกว่าจะควบคุมได้ เช่น ในกรณีของสาบม่วงหรือสาบแมวซึ่งมีลักษณะคล้ายกับสาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides* L.) ซึ่งเป็นวัชพืชรุกรานที่ไม่รุนแรงและมีการกระจายสู่ธรรมชาตินานแล้ว เป็นต้น

ดังนั้นหากจะพูดถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพแล้วจะต้องมองทั้ง 2 ด้าน คือการอนุรักษ์ชนิดพันธุ์ท้องถิ่น ชนิดพันธุ์เฉพาะถิ่น และการป้องกันและกำจัดชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ได้เข้ามาแพร่กระจายในประเทศ และมีแนวโน้มที่จะเข้ามาแพร่กระจายก่อให้เกิดปัญหาต่อไปในอนาคต ทั้งต่อระบบนิเวศหรือการเกษตรกรรมก็ตาม ซึ่งการอนุรักษ์ที่ว่านี้ใช่เพียงแต่การอนุรักษ์ที่ตัวชนิดพันธุ์พืชนั้นๆ แต่ต้องคำนึงถึงการอนุรักษ์พื้นที่อาศัยของพืชนั้นด้วยเช่นเดียวกัน

การตรวจสอบความถูกต้องของชื่อวิทยาศาสตร์และการระบุชนิดที่ถูกต้องก็มีความจำเป็นเช่นกัน ดังนั้นในการศึกษาทบทวนพืชวงศ์ทานตะวันจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้การศึกษาข้อมูลทางด้านชีววิทยาต่างๆ ของพืช เช่น สรีรวิทยา กลไกการงอกและการพักตัวของเมล็ด รูปแบบและขอบเขตการกระจายพันธุ์ การพัฒนาความรู้ความเข้าใจกระบวนการรุกราน รวมถึงการนำข้อมูลทางด้านภูมิสารสนเทศมาใช้ศึกษาอธิบายติดตามการกระจายพันธุ์ เพื่อการคาดคะเนพื้นที่ซึ่งเสี่ยงต่อการถูกคุกคาม และสมควรแก่การอนุรักษ์ในระดับต่างๆ กัน และช่วยในการระบุพื้นที่ที่มีการรุกรานแล้ว หรือมีแนวโน้มที่จะถูกรุกรานโดยพืชต่างถิ่นเพื่อการวางแผนป้องกันและจัดการชนิดพันธุ์ต่างถิ่นอย่างเหมาะสม ซึ่งจริงๆ แล้วการป้องกันการนำเข้าของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการป้องกัน แต่บางครั้งก็ไม่สามารถป้องกันการเข้ามาของพืชเหล่านั้นได้ ดังนั้นการเรียนรู้และเข้าใจถึงกลไกทางชีวภาพของพืชเหล่านั้นอาจจะช่วยให้สามารถวางแผนและดำเนินการป้องกัน และกำจัดพืชเหล่านั้นได้ทันท่วงทีก่อนที่จะกระจายออกสู่ธรรมชาติจนก่อให้เกิดปัญหาที่ยากจะแก้ไขได้ อย่างไรก็ดีการสร้างจิตสำนึกและให้ความรู้ความเข้าใจกับประชากรอาจจะเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการวางแผนจัดการและการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพที่ยั่งยืนและได้ประสิทธิภาพสูงสุดก็เป็นได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ประนอม จันทรโณทัย และศาสตราจารย์ทวีศักดิ์ บุญเกิด สำหรับข้อเสนอแนะและคำแนะนำต่างๆ ในการเขียนบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

ธวัชชัย สันติสุข. 2532. พรรณพฤกษชาติของประเทศไทย: อดีต ปัจจุบัน และอนาคต. ใน: **ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย.** สิริวัฒน์ วงศ์สิริ และ ศุภชัย หล่อโลหการ (บรรณาธิการ). หน้า 81-90. สำนักพิมพ์ประชาชน, เชียงใหม่.

ผุสดี พรหมประสิทธิ์ อมรรัตน์ ประจักษ์สูตร์ และ พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง. 2552. ความหลากหลายของพืชวงศ์ทานตะวันในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์. **วารสารวิทยาศาสตร์ มข.** 37: 426-434.

ผุสดี พรหมประสิทธิ์ อมรรัตน์ ประจักษ์สูตร์ และ พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง. 2553. สัณฐานวิทยาเรณูของพืชวงศ์ทานตะวันในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. ใน: **รายงานการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11.** บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 806-815.

พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง ประนอม จันทรโณทัย และ อัจฉรา ธรรมถาวร. 2545. อนุกรมวิธานของพืชเผ่า Inuleae (Asteraceae) ในประเทศไทย. **วารสารวิจัย มข. ฉบับบัณฑิตศึกษา** 2 (ฉบับพิเศษ): 50-58.

พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง และ ประนอม จันทรโณทัย. 2543. **พืชวงศ์ Asteraceae ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย.** การศึกษาพิเศษทางชีววิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2551. **ความหลากหลายทางชีวภาพและการจัดการชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกราน.** กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2551. **พืชหายากของประเทศไทย.** โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.

Bleeker, W., Schmitz, U. & Ristow, M. 2007. Interspecific hybridisation between alien and native plant species in Germany and its consequences for native biodiversity. **Biological Conservation** 137: 248-253.

Bunwong, S. 2010. **Morphological and molecular systematics of Vernonieae (Asteraceae) in Thailand.** Ph.D. Thesis. Khon Kaen University, Thailand.

Bunwong, S. & Chantaranothai, P. 2008. Pollen morphology of the Tribe Vernonieae (Compositae) in Thailand. **The Natural History Journal of Chulalongkorn University** 8: 45-55.

Bunwong, S. & Chantaranothai, P. 2010. A new record of *Pseudelephantopus spicatus* (Juss. ex Aubl.) C.F.Baker (Asteraceae) from Thailand. **Thai Forest Bulletin (Botany)** 38: 124-127.

Bunwong, S., Robinson, H. & Chantaranothai, P. 2009. Taxonomic notes on *Camchaya* and *Iodocephalus* (Vernonieae: Asteraceae), and a new genus *Iodocephalopsis*. **Proceedings of the Biological Society of Washington** 122: 357-363.

Eksomtramage, L., Jornead, S., Kaewnam, W. & Mama, W. 2010. Karyotypic studies in four species of Gynura in tribe Senecioneae (Asteraceae). **Thai Forest Bulletin (Botany)** 38: 90-94.

Funk, V.A., Bayer, R.J., Keeley, S., Chan, R., Watson, L., Gemeinholzer, B., Schilling, E., Panero, J.L., Baldwin, B.G., Garcia-Jacas, N., Susanna, A. & Jansen, R.K. 2005. Everywhere, but Antarctica: Using a supertree to understand the diversity and distribution of the Compositae. In: **The Royal Danish Academy of Sciences and Letters. Biologiske Skrifter 55.** I. Friis & H. Balslev (eds.) pp. 343-374. Copenhagen.

Funk, V.A., Susanna, A., Stuessy, T.F. & Bayer, R.J. 2009. **Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae.** IAPT, Vienna, Austria.

Global Invasive Species Database. 2012. **The Global Invasive Species Database (GISD).** Available Source: http://www.issg.org/database/species/search.asp?sts=tss&st=tss&fr=1&Image2.x=22&Image2.y=2&li=5&tn=Asteraceae&lang=EN. 16 February 2012

Gupta, R.C. & Grill, B.S. 1983. Natural triploidy in *Blumea fistulosa* Kurz (Compositae). **Current Science** 52: 431.

Hao, J.-H., Qiang, S., Du, K.N. & Gao, Y.-X. 2010. Wind-dispersed traits of cypselas in ten Asteraceae alien invasive species. **Chinese Journal of Plant Ecology** 34: 957-965.

IUCN. 2001. **IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1.** IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 30 pp.

Jeffrey, C. 2007. Compositae: Introduction with Key to Tribes. In: **Families and Genera of Vascular Plants, vol. VIII, Flowering Plants, Eudicots, Asterales.** J.W. Kadereit & C. Jeffrey (eds.) pp. 61-87. Springer-Verlag, Berlin.

Koltunow, A.W. & Grossniklaus, U. 2003. Apomixis: A Developmental Perspective. **Annual Review of Plant Biology** 54: 547-574.

Koyama, H. 1981. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 1. **Acta Phytotaxonomica et Geobotanica** 32: 56-67.

_____.1983. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 2. **Acta Phytotaxonomica et Geobotanica** 34: 1-9.

_____. 1984a. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 3. **Acta Phytotaxonomica et Geobotanica** 35: 49-58.

_____. 1984b. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 4. **Acta Phytotaxonomica et Geobotanica** 35: 113-126.

_____. 1985a. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 5. **Acta Phytotaxonomica et Geobotanica** 36: 59-68.

_____. 1985b. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 6. **Acta Phytotaxonomica et Geobotanica** 36: 167-172.

_____. 1986a. **A Preliminary Check List of the Pteridophytes and Dicotyledons of Phu Kradung in Thailand.** Department of Science, Kyoto University, Kyoto.

_____. 1986b. **A Preliminary Check List of the Pteridophytes and Dicotyledons of Doi Inthanon in Thailand.** Department of Science, Kyoto University, Kyoto.

_____. 1986c. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 7. **Acta Phytotaxonomica et Geobotanica** 37: 111-116.

_____. 1988. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 8. **Acta Phytotaxonomica et Geobotanica** 39: 151-163.

_____. 1989. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 9. **Bulletin of the National Science Museum Series B (Botany)** 15: 105-110.

_____. 1993. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 10. *Vernonia* Schreb. Sect. *Decaneurum* (DC.) Oliver. **Acta Phytotaxonomica et Geobotanica** 44: 29-34.

_____. 1997. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 11. *Vernonia* Schreb. Sect. *Strobocalyx* Bl. **Bulletin of the National Science Museum Series B (Botany)** 23: 159-166.

_____. 1998. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 12. *Vernonia* Schreb. Sect. *Tephrodes* DC. and Sect. *Cyanopis* Bl. **Bulletin of the National Science Museum Series B (Botany)** 24: 109-115.

_____. 2001. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 13. Tribe Lactuceae. **Bulletin of the National Science Museum Series B (Botany)** 27: 133-148.

_____. 2002. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 14. Tribe Eupatorieae. **Bulletin of the National Science Museum Series B (Botany)** 2: 49-60.

_____. 2003. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 15. *Vernonia* Sect. *Calcarea* comb. nov. **Bulletin of the National Science Museum Series B (Botany)** 29: 15-22.

_____. 2004. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 16. *Vernonia* Sects. *Xipholepis* and *Claotrachelus*. Bl. **Bulletin of the National Science Museum Series B (Botany)** 30: 21-34.

_____. 2005. Taxonomic Studies in the Compositae of Thailand 17. *Vernonia* Sect. *Lepidaploa* Subsect. *Paniculatae*. **Bulletin of the National Science Museum Series B (Botany)** 31: 67-78.

Kucewicz, M., Gojło, E. & Kowalska, A. 2010. The effect of achene heteromorphism on progeny traits in the shaggy soldier (*Galinsoga ciliata* (Rafin) S.F. Blake). **Acta Agrobotanica** 63: 51-56.

Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M. 2000. **100 of the world's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database.** The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12 pp. New Zealand.

Malcolm, J.R., Liu, C., Neilson, R., Hansen, L. & Hannah, L. 2004. Global warming and extinctions of endemic species from Biodiversity hotspots. **Conservation Biology** 20(2): 538-548.

Monty, A., Stainier, C., Lebeau, F., Pieret, N. & Mahy, G. 2008. Seed Rain Pattern of the Invasive Weed *Senecio inaequidens* (Asteraceae). **Belgium Journal of Botany** 141: 51-63.

Noyes, R.D. 2007. Apomixis in Asteraceae: Diamonds in the rough. **Functional Plant Science and Biotechnology** 1: 207-222.

Pornpongrungrueng, P. & Chantaranothai, P. 2002. Pollen morphology of the tribe Inuleae (Compositae) in Thailand. **Thai Forest Bulletin (Botany)** 30: 116-123.

Pornpongrungrueng, P., Borchsenius, F., Englund, M., Anderberg A.A. & Gustafsson, M.H.G. 2007. Phylogenetic relationships in *Blumea* (Asteraceae: Inuleae) as evidenced by molecular and morphological data. **Plant Systematics and Evolution** 269: 223-243.

Pornpongrungrueng, P., Borchsenius, F. & Gustafsson, M.H.G. 2009. Interrelationships within *Blumea* (Inuleae, Asteraceae) and the utility of the 5S-NTS in species-level phylogeny reconstruction. **Taxon** 58: 1181-1193.

Pornpongrungrueng, P., Borchsenius, F., Koyama, H., Chantaranothai, P. & Gustafsson, M.H.G. *in prep*. ***Blumea* (Asteraceae: Inuleae) in continental Southeast Asia.**

Pullaiah, T. 1979. Studies in the embryology of Compositae. IV. The tribe Inuleae. **American Journal of Botany** 66: 1119-1127.

Richardson, D.M. 2012. Conservation biogeography: what's hot and what's not. **Diversity and Distributions** 18: 319-322.

Richardson, D.M. & Rejmánek, M. 2011. Trees and shrubs as invasive alien species – a global review. **Diversity and Distributions** 17: 788-890.

Richardson, D.M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D. & West, C.J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distribtutions** 6: 93-107.

Robinson, H. 1990. Six new combinations in *Baccharoides* Moench and *Cyanthillium* Blume. **Proceedings of the Biological Society of Washington** 103: 248-253.

Robinson, H. 1999. Revisions in Paleotropical Vernonieae (Asteraceae). **Proceedings of the Biological Society of Washington** 112: 220-247.

Robinson, H., Bunwong, S. & Chantaranothai, P. 2010. A new genus, *Kurziella* from Thailand (Vernonieae: Asteraceae). **Proceedings of the Biological Society of Washington** 123: 174-178.

Robinson, H., Keeley, S.C., Skvarla, J.J. & Chan, R. 2008. Studies on the Gymnantheminae (Vernonieae: Asteraceae) III: Restoration of the genus *Strobocalyx* and the new genus *Tarlmounia.* **Proceedings of the Biological Society of Washington** 121: 19–33.

Robinson, H. & Skvarla, J. 2006. Studies on the Gymnantheminae (Asteraceae: Vernonieae): restoration of the genus *Monosis.* **Proceedings of the Biological Society of Washington** 119: 600-607.

Robinson, H. & Skvarla, J. 2007. Studies on the Gymnantheminae (Asteraceae: Vernonieae). II: a new genus, *Decaneuropis*, from China, India, Southeast Asia, and Malaysia. **Proceedings of the Biological Society of Washington** 120: 359-366.

Robinson, H. & Skvarla, J. 2009. Studies on the Paleotropical Vernonieae (Asteraceae): additions to the genus *Acilepis* from southern Asia. **Proceedings of the Biological Society of Washington** 122: 131-145.

Simberloff, D. 2010. Invasive species. In: **Conservation Biology for All.** N.S. Sodhi & P.R. Ehrlich (eds.), pp. 131-152. Oxford University Press, New York.

Solbrig, O.T. 1977. Chromosomal Cytology and evolution in the family Asteraceae. In: **The biology and chemistry of the Compositae.** V.H. Heywood, J.B. Harborne & B.L. Turner (eds.). Vol. 1 pp. 267-281. Academic Press, London.

Vanijajiva, O. 2009. The genus *Gynura* (Asteraceae: Senecioneae) in Thailand. **Thai Journal of Botany** 1: 25-36.

Vanijajiva, O. & Kadereit, J.W. 2008. A revision of *Cissampelopsis* (Asteraceae: Senecioneae) **Kew Bulletin** 63: 213-226.

Vanijajiva, O. & Kadereit, J.W. 2009. Morphological and molecular evidence for interspecific hybridization in the introduced African genus *Crassocephalum* (Asteraceae: Senecioneae) in Asia. **Systematics and Biodiversity** 7: 269-276.

Vanijajiva, O. & Kadereit, J.W. 2011. A Revision of *Gynura* (Asteraceae: Senecioneae). **Journal of Systematics and Evolution** 49: 285-314.

van Leeuwen, J.F.N., Schäer, H., van der Knaap, W.O., Rittenour, T., Björck, S. & Ammann, B. 2005. Native or introduced? Fossil pollen and spores may say. An example from the Azores Islands. In: **Biological Invasions – From Ecology to Control. NEOBIOTA 6.** W. Nentwig, S. Bacher, M. Cock, H.J. Dietz, A. Gigon & R. Wittenberg (eds), pp. 27-34. Berlin.

Wang, R. & Wang, Y.-Z. 2006. Invasion dynamics and potential spread of the invasive alien plant species *Ageratina adenophora* (Asteraceae) in China. **Diversity and Distributions** 12: 397-408.

Wu, S.–H., Hsieh, C.–F., Chaw, S.–M. & Rejmánek, M. 2004a. Plant invasions in Taiwan: Insights from the flora of casual and naturalized alien species. **Diversity and Distributions** 10: 349-362.

Wu, S.–H., Hsieh, C.–F. & Rejmánek, M. 2004b. Catalogue of the Naturalized Flora of Taiwan. **Taiwania** 49: 16-31.

Wu, S.–H. & Wang, H.–H. 2005. Potential Asteraceae invaders in Taiwan: insights from the flora and herbarium records of casual and naturalized alien species. **Taiwania** 50: 62-70.

ภาพที่ 1 ตัวอย่างพืชวงศ์ทานตะวันที่เป็นพืชต่างถิ่นในประเทศไทย ก. สาบหมา (*Ageratina adenophora*) ข. สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*) ค. ปืนนกไส้ (*Bidens pilosa*) ง. สาบเสือ (*Chromolaena odorata*) จ. ผักเผ็ดแม้ว (*Crassocephalum crepidioides*) ฉ. *Crassocephalum rubens* ช. *Crassocephalum rubens x C. crepidioides* ซ.- ฌ. ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha*) ญ. สาบม่วงหรือสาบแมว (*Praxeris clematidea*)

ภาพที่ 2 พืชวงศ์ทานตะวันที่เป็นพืชเฉพาะถิ่นของประเทศไทย (ก.-ช.) ก. *Camchaya spinulifera* ข. *Gynura calciphila* var. *calciphila* ค.-ง. *Gynura siamensis* จ. *Senecio crabianus* ฉ.-ช. *Senecio namnaoensis* ซ. พืชหายากของไทย *Gochnatia decora* (ภาพ ก และ ซ โดย สุคนธ์ทิพย์ วงศ์เมือง, ภาพ ข โดย โองการ วณิชาชีวะ)

THAI JOURNAL OF BOTANY 4 (1): 47-57. 2012.

วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 4 (1): 47-57. 2555.

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของพุทธรักษาวิเคราะห์โดยเครื่องหมายอาร์เอพีดี

Genetic diversity of canna lilies (*Canna* L.) analyzed by RAPD markers

โองการ วณิชาชีวะ*

Ongkarn Vanijajiva*

สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ, 10220

Biology Program, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220, Thailand

บทคัดย่อ. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชในสกุลพุทธรักษาจำนวน 15 ตัวอย่างโดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี คัดเลือกไพรเมอร์แบบสุ่มขนาด 10 นิวคลีโอไทด์จำนวน 9 ไพรเมอร์ในการศึกษาครั้งนี้ คือ OPAM-01, OPAM-03, OPAM-12, OPB-01, OPB-14, OPC-01, OPC-05, OPK-05 และ OPZ-03 จากไพรเมอร์ที่ทำการทดสอบให้แถบดีเอ็นเอชัดเจนทั้งหมด 102 แถบ ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 100 ถึง 3,000 คู่เบส เป็นแถบดีเอ็นเอที่มีแตกต่าง (polymorphic band) จำนวน 40 แถบ (39.21%) วิเคราะห์ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมด้วยวิธีของ Nei & Li (1979) มีค่าระหว่าง 0.316-0.968 และเมื่อสร้างเดนโดรแกรมโดยวิธี UPGMA ด้วยโปรแกรม SPSS (version 18) สามารถแบ่งกลุ่มพุทธรักษาทั้ง 15 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้เป็น 2 กลุ่ม

Abstract. Genetic diversity among 15 accessions of the genus *Canna* was investigated using Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) technique. Nine decamer RAPD primers (OPAM-01, OPAM-03, OPAM-12, OPB-01, OPB-14, OPC-01, OPC-05, OPK-05, and OPZ-03) were chosen in this study. A total of 102 DNA fragments, varying from 100-3000 bp, were amplified, of which 40 (39.21%) were polymorphic. The value of Nei & Li (1979) similarity coefficient ranged from 0.316 to 0.968. A dendrogram constructed by UPGMA clustering method using the SPSS program (version 18) revealed two major clusters of 15 *Canna* samples in this study.

* Corresponding author: vanijajiva@yahoo.com

Received: 19 June 2011

Accepted: 4 January 2012

คำสำคัญ: พุทธรักษา, พืชวงศ์พุทธรักษา, เทคนิคอาร์เอพีดี, ความหลากหลายทางพันธุกรรม
Keywords: *Canna*, Cannaceae, RAPD, Genetic diversity

บทนำ

พุทธรักษา (*Canna* L.) ดอกไม้สัญลักษณ์ตัวแทนของวันพ่อ จัดเป็นพืชเพียงสกุลเดียวที่อยู่ในวงศ์พุทธรักษา (Cannaceae) เชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดศูนย์กลางของการกระจายพันธุ์อยู่ในทวีปอเมริกาใต้ ประกอบด้วยสมาชิก 10-20 ชนิด (Maas-van de Kamer & Maas 2008; Tanaka, 2008) จากการศึกษาของ Larsen (2008) พบว่าในประเทศไทยมีพืชในสกุลนี้เพียง 1 ชนิด (*Canna indica* L.) และ 1 สายพันธุ์ลูกผสม (*C.* x *generalis* L.H. Bailey) ลักษณะโดยทั่วไปเป็นพืชล้มลุกอายุหลายฤดู ใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นเป็นเหง้าอยู่ใต้ดิน ส่งก้านใบและใบขึ้นมาเหนือพื้นดิน ใบเป็นใบเดี่ยว สีเขียวเข้มขนาดใหญ่ ออกสลับ รูปหอก ปลายใบแหลม เส้นใบขนานกันแบบใบกล้วย ดอกออกเป็นช่อตั้งตรงที่ปลายยอด มีเกสรเพศผู้ซึ่งเปลี่ยนรูปร่างไปเหมือนกลีบดอก (petaloid staminode) มีขนาดใหญ่ โดยขนาดและสีสันแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์ รวมทั้งความแปรผันทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นได้ง่ายของพุทธรักษา (ภาพที่ 1) ผลกลมผิวขรุขระภายในมีเมล็ดกลมสีดำ (Maas-van de Kamer & Maas, 2008)

จากข้อมูลวิจัยที่ผ่านมาพบว่าพุทธรักษามีศักยภาพที่จะพัฒนาไปเป็นพืชเศรษฐกิจได้สูง เนื่องจากเหง้าโดยส่วนใหญ่ของพืชในกลุ่มนี้สามารถนำมาผลิตแป้งซึ่งนำไปพัฒนาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้ เช่น การผลิตวุ้นเส้น และแป้งสาคู เป็นต้น (Tanaka 2004; Tanaka *et al*., 2006) นอกจากนี้ปัจจุบันยังพบว่าสารสกัดที่ได้จากส่วนต่างๆ ของพุทธรักษามีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาหลากหลาย เช่น สารสกัดจากเหง้าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของไวรัส HIV ที่เป็นสาเหตุของโรคเอดส์ เป็นต้น (Woradulayapinij *et al*., 2005) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากพืชในกลุ่มนี้จัดว่ามีความแปรผันทางสัณฐานวิทยาสูงมาก (Maas-van de Kamer & Maas, 2008) รวมทั้งยังไม่เคยมีการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชในกลุ่มนี้มาก่อนในประเทศไทย ซึ่งการศึกษาข้อมูลพันธุกรรมที่ได้อาจเป็นประโยชน์ในการช่วยการจำแนกสายพันธุ์ รวมทั้งเป็นฐานข้อมูลสำหรับการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ รวมถึงการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต

การศึกษาการจำแนกกลุ่มสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปอาศัยความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาเข้ามาจัดจำแนก แต่บางครั้งการอาศัยลักษณะสัณฐานมีข้อจำกัดหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ดังนั้นการใช้เทคนิคทางด้านชีวโมเลกุลนับว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพที่จะช่วยสนับสนุนการจำแนกอีกทางหนึ่ง โดยเทคนิคอาร์เอพีดี (RAPD: Random Amplified Polymorphism DNA) เป็นหนึ่งในเทคนิคทางชีวโมเลกุลที่นักวิจัยนิยมนำมาใช้ศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตกันอย่างแพร่หลาย เทคนิคนี้พัฒนาขึ้นโดย William *et al.* (1990) ซึ่งอาศัยหลักการสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์ (PCR: Polymerase Chain Reaction) จากการใช้ไพรเมอร์แบบสุ่ม (random primer) ที่มีขนาด 10 นิวคลีโอไทด์ ที่ไม่ได้จำเพาะกับยีนใด เข้าไปสุ่มจับกับดีเอ็นเอเป้าหมาย เมื่อไพรเมอร์แบบสุ่มสามารถเข้าไปจับกับดีเอ็นเอเป้าหมายในทิศทางที่เหมาะสมจะทำให้เกิดผลผลิตพีซีอาร์ขึ้นมาได้

ดังนั้นข้อดีของเทคนิคนี้คือผู้วิจัยจึงไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับลำดับเบสของดีเอ็นเอเป้าหมายมาก่อน การตรวจสอบผลผลิตพีซีอาร์สามารถทำได้ง่าย โดยการทำอิเล็กโทรโฟริซีสบนอะกาโรสเจล ย้อมแถบดีเอ็นเอที่ได้ด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ เทคนิคอาร์เอพีดีทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน ให้ข้อมูลมาก ค่าใช้จ่ายไม่สูง ใช้ปริมาณดีเอ็นเอน้อย 25-100 นาโนกรัมต่อปฏิกิริยา อย่างไรก็ตามพบว่าเทคนิคอาร์เอพีดีก็ยังมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ความคงตัวของรูปแบบดีเอ็นเอที่ได้ ดังนั้นจึงควรมีการทดลองซ้ำเพื่อให้ผลการทดลองที่น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น (Vanijajiva *et al*., 2005) เทคนิคอาร์เอพีดีถูกนำไปใช้ในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชหลากหลายชนิด (Nybom & Bartish, 2000; Vanijajiva, 2011) รวมถึงพืชสกุลพุทธรักษา Piyachomkwan *et al.* (2002) ได้นำเอาเทคนิคอาร์เอพีดีมาใช้จำแนกพุทธรักษาพบว่า ให้ผลที่แตกต่างระหว่างสายพันธุ์ที่นำมาใช้ในการผลิตแป้งเพื่ออุตสาหกรรมได้ นอกจากนี้ Patra *et al.* (2008) ได้นำเอาเทคนิคอาร์เอพีดีร่วมกับเทคนิค ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) มาช่วยในการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของพุทธรักษา 10 สายพันธุ์ เพื่อเป็นข้อมูลใช้ในการผสมพันธุ์ของพืชกลุ่มนี้ในประเทศอินเดียได้

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพุทธรักษาที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน รวมทั้งตรวจสอบความใกล้ชิดของพุทธรักษาลักษณะต่างๆ โดยเทคนิคอาร์เอพีดี ซึ่งผลการวิจัยจะช่วยสนับสนุนการจำแนกสายพันธุ์ให้ถูกต้องและรวดเร็ว รวมทั้งเพื่อประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในด้านต่างๆ ต่อไป

วิธีดำเนินการศึกษา

การเก็บตัวอย่างพืช

สำรวจและเก็บตัวอย่างพุทธรักษาจำนวน 15 ตัวอย่าง ระหว่างเวลา 9.00-10.00 น. เพื่อนำใบอ่อนมาสกัดดีเอ็นเอพร้อมทำการบันทึกลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการ (ตารางที่ 1) รวมถึงลักษณะของดอก (ภาพที่ 1) สำหรับตัวอย่างของพืชเก็บรักษาไว้ที่เรือนเพาะชำ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

การสกัดดีเอ็นเอ และการทำพีซีอาร์

นำใบอ่อนของพุทธรักษาจำนวน 100-150 กรัม มาทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำมาบดโดยไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) โดยใช้สารละลาย CTAB ดัดแปลงตามวิธีของ Vanijajiva *et al*. (2005) ตรวจสอบคุณภาพของดีเอ็นเอโดยที่สกัดได้โดยใช้เทคนิคการดูดกลืนของแสง (UV spectrophotometer) ที่ 260 นาโนเมตร และที่ 280 นาโนเมตร รวมทั้งเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซีสบนอะกาโรสเจลเทคนิค เข้มข้น 0.8% นำดีเอ็นเอที่ได้มาทดสอบเพื่อคัดเลือกไพรเมอร์เบื้องต้น จำนวนทั้งสิ้น 10 ไพรเมอร์ (ตารางที่ 2) ได้แก่ OPAM-01, OPAM-03, OPAM-12, OPAM18, OPB-01, OPB-14, OPC-01, OPC-05, OPK-05 และ OPZ-03 (Operon Technologies, California, USA) โดยปริมาตรสารทั้งหมดที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเท่ากับ 25 µl ประกอบด้วย 10x Promega reaction buffer (100 mM Tris–HCl pH 9, 500 mM KCl, 1% Triton X-100), 0.4 mM dNTP, 0.6 mM primer, 0.5 unit *Taq* polymerase (Promega), $MgCl_2$ ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน คือ 3, 4, 5 mM และใช้ 25, 50, 100 ng ของ

ดีเอ็นเอต้นแบบ นำใส่เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม Thermohybaid PX2 ที่มีอุณหภูมิในขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ initiation denaturation อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที จำนวน 1 รอบ ตามด้วยอุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที 30 วินาที อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที และอุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที จำนวน 45 รอบ และตามด้วย final extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที จำนวน 1 รอบ ตรวจผลการทำปฏิกิริยาโดยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซีสบนอะกาโรสเจลเข้มข้น 1.8 % จากนั้นย้อมด้วยเอธิเดียมโบรไมด์เปรียบเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน (100 bp plus) (Fermentas) ตรวจดูแถบดีเอ็นเอภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตด้วยเครื่อง Gene Genius Bio Imaging System (Syngene, Cambridge, UK) โดยใช้โปรแกรม Gene Snap (Syngene, Cambridge, UK) คัดเลือกไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณ และให้แถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง

ตารางที่ 1 ตัวอย่างพืชที่ใช้ในการศึกษา

รหัส	ลักษณะทั่วไป	แหล่งที่เก็บ	หมายเลขตัวอย่าง
C1	สูง 50-120; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน	กรุงเทพฯ	OVC10/4/10
C2	สูง 120-250; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน/ม่วง	กรุงเทพฯ	OVC12/4/10
C3	สูง 100-200; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน/ม่วง	กรุงเทพฯ	OVC15/4/10
C4	สูง 110-230; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน	กรุงเทพฯ	OVC16/4/10
C5	สูง 120-250; ลำต้นเขียวอมม่วง; เหง้าสีเหลืองอ่อน	นนทบุรี	OVC19/5/10
C6	สูง 100-250; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน	กรุงเทพฯ	OVC25/5/10
C7	สูง 45-85; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน	ปทุมธานี	OVC26/5/10
C8	สูง 50-80; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน	กรุงเทพฯ	OVC10/6/10
C9	สูง 50-110; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน	ปทุมธานี	OVC12/7/10
C10	สูง 60-80; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน	กรุงเทพฯ	OVC13/7/10
C11	สูง 65-95; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน	นนทบุรี	OVC15/7/10
C12	สูง 55-85; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน	นนทบุรี	OVC09/8/10
C13	สูง 60-90; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน	กรุงเทพฯ	OVC13/2/11
C14	สูง 45-80; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน	ปทุมธานี	OVC15/2/11
C15	สูง 50-95; ลำต้นเขียว; เหง้าสีเหลืองอ่อน	กรุงเทพฯ	OVC16/2/11

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษารูปแบบของแถบดีเอ็นเอที่มีความคงตัวจากการตรวจซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง จากไพรเมอร์ที่คัดเลือกจำนวน 9 ไพรเมอร์ บันทึกข้อมูลรูปแบบแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นของพุทธรักษาในลักษณะการเกิดและไม่เกิดแถบดีเอ็นเอบนเจลที่ตำแหน่งเดียวกัน โดยกำหนดสัญลักษณ์ “1” เมื่อเกิดแถบดีเอ็นเอ และ “0” เมื่อไม่เกิดแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่งเดียวกัน แล้วนำข้อมูลการเกิดและไม่เกิดแถบที่บันทึกมาหาค่าเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างภายในและระหว่างประชากรของพุทธรักษาโดยคำนวณระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) และสร้างเดนโดรแกรม (dendrogram) โดยนำค่าระยะห่างทางพันธุกรรมที่ได้มาสร้างแผนภูมิความใกล้ชิดทางพันธุกรรมด้วยวิธี UPGMA cluster analysis และ principal component analysis (PCA) ตามวิธีการของ Nei & Li (1979) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้คือโปรแกรม SPSS version 18 (Norusis, 2010)

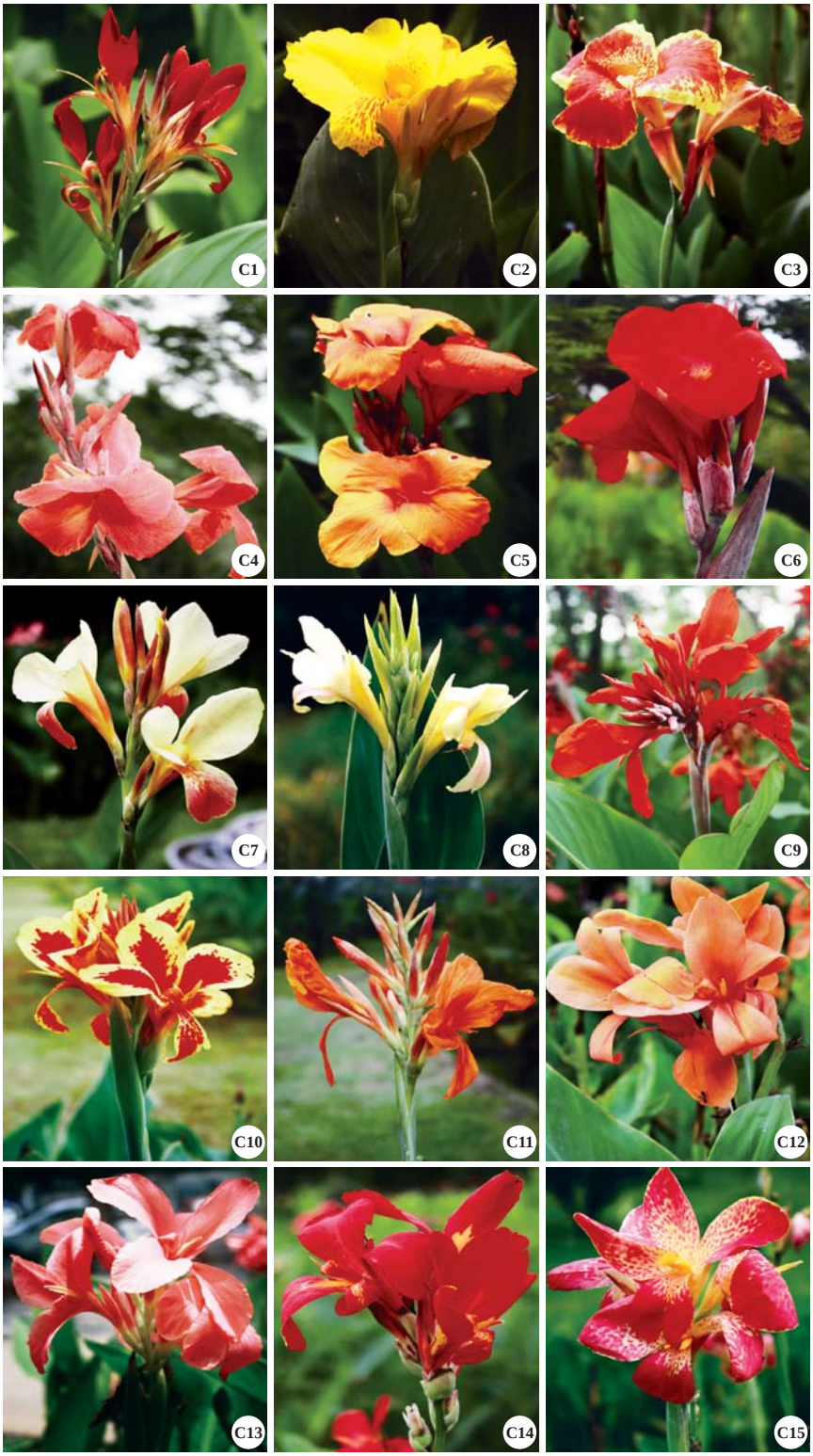
ตารางที่ 2 ลำดับนิวคลีโอไทด์ 10 ไพรเมอร์ที่ใช้ในการศึกษา

Primer number	Nucleotide sequence (5′ to 3′)	% GC
OPAM-01	TCACGTACGG	60
OPAM-03	CTTCCCTGTG	60
OPAM-12	TCTCACCGTC	60
OPAM-18	ACGGGACTCT	60
OPB-01	GTTTCGCTCC	60
OPB-14	TCCGCTCTGG	70
OPC-01	TTCGAGCCAT	60
OPC-05	GATGACCGCC	70
OPK-05	TCTGTCGAGG	60
OPZ-03	CAGCACCGCA	70

ผลและวิจารณ์

การคัดเลือกไพรเมอร์และการวิเคราะห์แถบดีเอ็นเอ

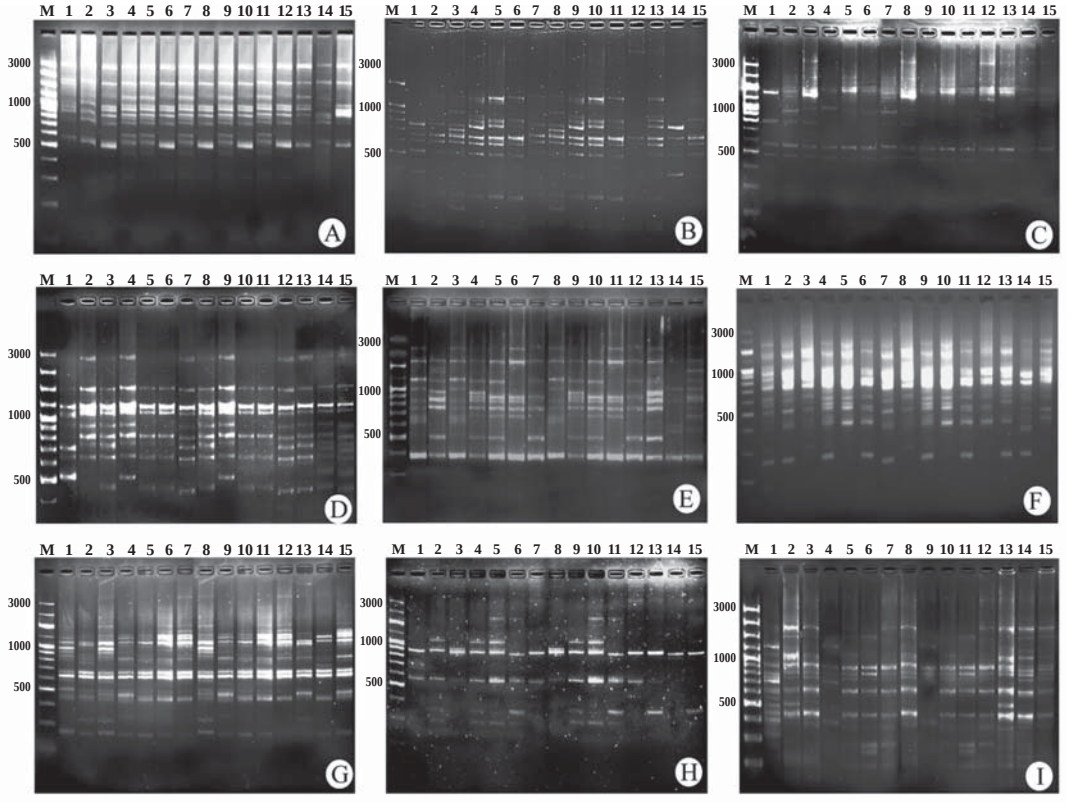
จากการสกัดดีเอ็นเอจากใบพุทธรักษาโดยบดตัวอย่างร่วมกับสารละลาย CTAB พบว่าสามารถสกัดดีเอ็นเอได้ที่มีคุณภาพดีสำหรับการทำพีซีอาร์ โดยจากการหาอัตราส่วนของการดูดกลืนแสงที่ 260/280 นาโนเมตร พบว่าอยู่ในช่วง 1.7-1.8 แสดงให้เห็นว่าสกัดดีเอ็นเอได้ที่มีคุณภาพดีและเมื่อทำการทดสอบกับไพรเมอร์จำนวน 10 ไพรเมอร์ พบไพรเมอร์ที่ให้ความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอในเบื้องต้น จำนวน 9 ไพรเมอร์ คือ OPAM-01, OPAM-03, OPAM-12, OPB-01, OPB-14, OPC-01, OPC-05, OPK-05 และ OPZ-03 (ภาพที่ 2) การปรับปริมาณสารเคมีในการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ พบว่าที่ความเข้มข้นของดีเอ็นเอต้นแบบ 100 ng ให้ผลผลิตอาร์เอพีดีที่มีแถบดีเอ็นเอที่มีความคมชัดสูงเหมาะสมต่อการนำไปใช้วิเคราะห์อาร์เอพีดีในขั้นตอนต่อไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสกุลกระชายด้วยเทคนิคอาร์เอพีดีของ Vanijajiva *et al*. (2005) ที่พบว่าสามารถใช้ดีเอ็นเอต้นแบบที่มีความเข้มข้น 100 ng ในปฏิกิริยาพีซีอาร์รวม 25 µl แล้วให้ผลผลิตอาร์เอพีดีที่ชัดเจน ดังนั้นจึงเลือกใช้ดีเอ็นเอต้นแบบที่ความเข้มข้น 100 ng สำหรับนำไปเตรียมปฏิกิริยาพีซีอาร์เพื่อการศึกษาในครั้งนี้ นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของ $MgCl_2$ ที่ระดับ 5 mM ให้แถบดีเอ็นเอที่ชัดเจนที่สุด เหมาะสำหรับใช้เตรียมปฏิกิริยาพีซีอาร์เพื่อการศึกษารูปแบบอาร์เอพีดีของพุทธรักษา โดยปริมาณความเข้มข้นของ $MgCl_2$ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จัดอยู่ในช่วงความเข้มข้นมาตรฐาน



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะสีและดอกของพุทธรักษา 15 ตัวอย่าง

สำหรับการให้ผลผลิตแถบดีเอ็นเอเพื่อการวิเคราะห์อาร์เอพีดี (William *et al*., 1990)

เนื่องจากเทคนิคอาร์เอพีดีมีข้อด้อยคือเมื่อทำซ้ำมักจะให้ผลไม่เหมือนเดิม ดังนั้น ในขั้นตอนการเปรียบเทียบแบบแผนลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพุทธรักษาทั้ง 15 ตัวอย่าง จึงได้ทำการทดสอบซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อเป็นการยืนยันผลการศึกษา ผลการวิเคราะห์อาร์เอพีดีจากการใช้ไพรเมอร์แบบสุ่มที่คัดเลือกมาทั้งหมด 9 ชนิด ในพุทธรักษาจำนวน 15 ตัวอย่าง พบว่ามีแถบดีเอ็นเอเกิดขึ้นทั้งหมด 102 แถบ (มีขนาดตั้งแต่ 100-3,000 คู่เบส) คิดเป็นค่าเฉลี่ย 11.33 แถบต่อไพรเมอร์ ในจำนวนนี้มีแถบดีเอ็นเอที่มีขนาดแตกต่างกันจำนวน 40 แถบ คิดเป็น 39.21% ไพรเมอร์ที่ให้จำนวนแถบดีเอ็นเอมากที่สุด คือ ไพรเมอร์ OPB-01 คิดเป็น 14.71% และไพรเมอร์ชนิดนี้ยังให้แถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกันสูงสุดด้วย ส่วนไพรเมอร์ OPAM-12 เป็นไพรเมอร์ที่ให้จำนวนแถบดีเอ็นเอน้อยที่สุด คิดเป็น 3.8% เมื่อทำการวิเคราะห์แถบดีเอ็นเอทั้งหมด พบว่าแถบดีเอ็นเอส่วนใหญ่ที่ให้ความแตกต่างกันจะอยู่ในช่วง 0.1-3.0 kb



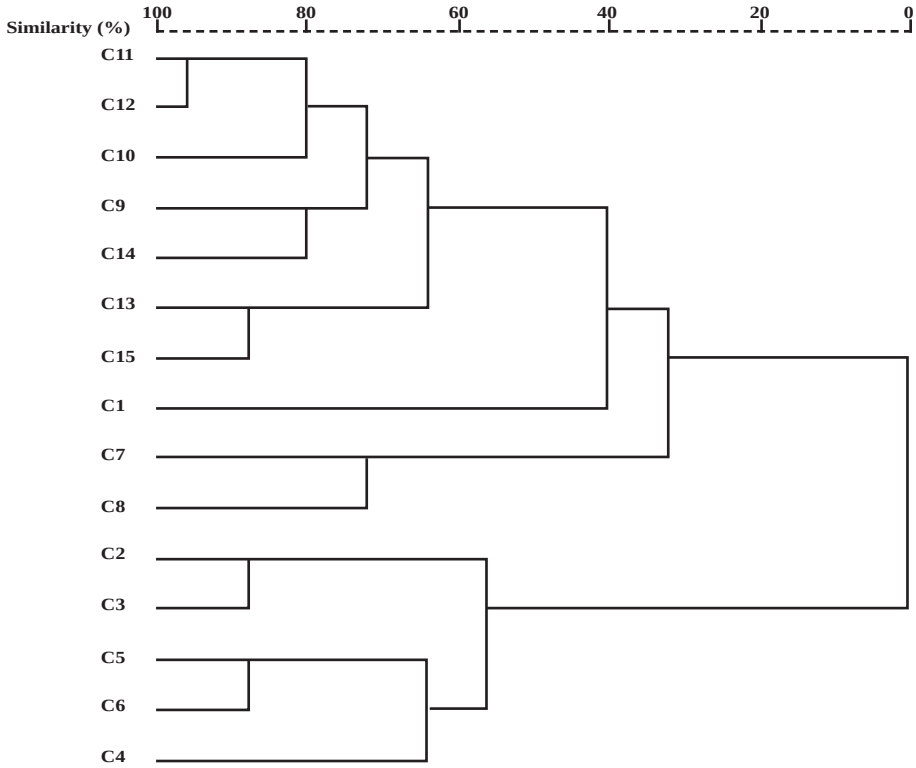
ภาพที่ 2 รูปแบบแถบดีเอ็นเอของพุทธรักษา 15 ตัวอย่าง จากการทำ PCR-RAPD; A=OPAM-01,B=OPAM-03, C=OPAM-12, D=OPB-01, E=OPB-14, F=OPC-01, G=OPC-05, H=OPK-05 และ I=OPZ-03 (M= 100 bp DNA marker)

การศึกษาความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรม

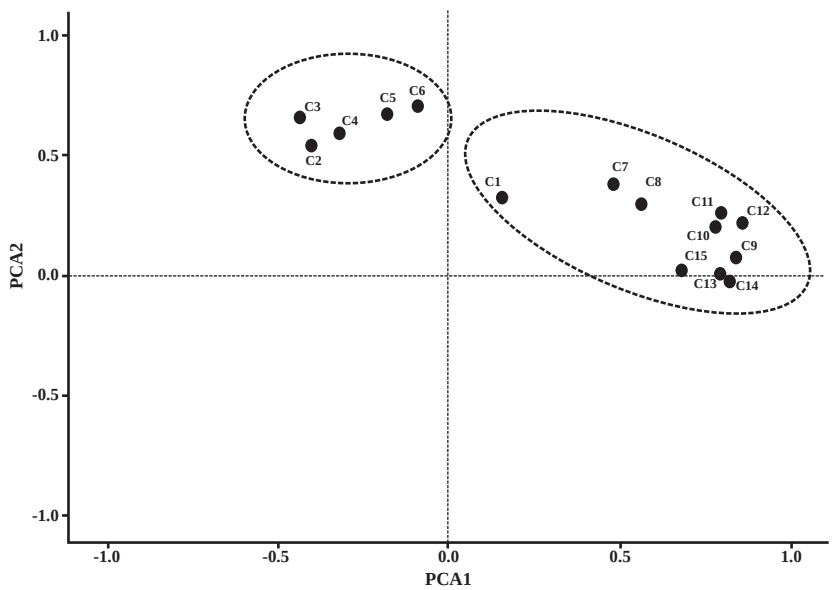
ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยวิธี UPGMA cluster analysis และหาค่า similarity coefficient ของ Dice (Nei & Li, 1979) ด้วยโปรแกรม SPSS version 18 (Norusis, 2010) พบว่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมีค่าอยู่ในช่วง 0.316-0.968 โดยตัวอย่างพุทธรักษา C11 มีค่าความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกับตัวอย่างพุทธรักษา C12 มากที่สุด คือ 0.968 (96.8%) ส่วนตัวอย่างพุทธรักษา C3 มีค่าความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกับตัวอย่างพุทธรักษา C13 น้อยที่สุด คือ 0.316 (31.6%) (ตารางที่ 3 และภาพที่ 3) จากข้อมูลการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ทำให้แบ่งกลุ่มพุทธรักษาที่ศึกษาเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยตัวอย่างพุทธรักษา C1 และตัวอย่าง C7-C15 และกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยตัวอย่างพุทธรักษา C2-C6 (ภาพที่ 4) โดยพบว่าตัวอย่างพุทธรักษากลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาดังนี้ มีความสูง 45-120 เซนติเมตร เกสรเพศผู้ที่เป็นหมันรูปร่างคล้ายกลีบดอก มีลักษณะแคบขนาดเล็ก กว้าง 1-3 เซนติเมตร ส่วนพุทธรักษากลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีความสูง 100-250 เซนติเมตร เกสรเพศผู้ที่เป็นหมันรูปร่างคล้ายกลีบดอก กว้าง 6-15 เซนติเมตร

ตารางที่ 3 ดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของพุทธรักษา 15 ตัวอย่าง ตามวิธีของ Nei & Li (1979)

Taxa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
C1	1.000														
C2	.720	1.000													
C3	.609	.933	1.000												
C4	.545	.815	.815	1.000											
C5	.476	.769	.769	.897	1.000										
C6	.609	.769	.769	.815	.933	1.000									
C7	.545	.720	.815	.769	.815	.815	1.000								
C8	.667	.720	.815	.667	.609	.720	.857	1.000							
C9	.667	.609	.476	.667	.609	.609	.667	.769	1.000						
C10	.720	.545	.545	.609	.667	.769	.609	.815	.897	1.000					
C11	.720	.667	.667	.476	.545	.667	.720	.897	.897	.933	1.000				
C12	.667	.609	.609	.545	.609	.609	.769	.857	.933	.897	.968	1.000			
C13	.667	.476	.316	.667	.720	.720	.667	.667	.933	.897	.815	.857	1.000		
C14	.609	.545	.545	.476	.667	.667	.720	.720	.897	.857	.857	.897	.897	1.000	
C15	.667	.476	.476	.667	.609	.609	.769	.769	.857	.815	.815	.857	.933	.815	1.000



ภาพที่ 3 เดนโดรแกรมแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพุทธรักษา 15 ตัวอย่าง ที่สร้างโดยวิธี UPGMA cluster analysis ตามวิธีการของ Nei & Li (1979)



ภาพที่ 4 การจัดกลุ่มพุทธรักษา 15 ตัวอย่าง ด้วยวิธีการจัดกลุ่มแบบ PCA ตามวิธีการของ Nei & Li (1979)

จากการเปรียบเทียบลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพุทธรักษากลุ่มที่ 1 พบว่ามีลักษณะสัณฐานวิทยาสอดคล้องกับพุทธรักษาชนิด *C. indica* ที่ได้มีรายงานไว้ก่อนหน้านี้ (Larsen, 2008) ส่วนพุทธรักษากลุ่มที่ 2 พบว่ามีลักษณะสัณฐานวิทยาที่สอดคล้องกับลักษณะสัณฐานวิทยาของพุทธรักษาลูกผสม *C.* x *generalis* ที่ Larsen (2008) ได้บรรยายลักษณะไว้ อย่างไรก็ดี Maas-van de Kamer & Maas (2008) ได้เสนอให้ *C.* x *generalis* เป็นชื่อพ้อง (synonym) ของ *C. indica* เท่านั้น และยังได้พิจารณาว่า *C. indica* เป็นชนิดที่มีความแปรผันทางสัณฐานวิทยาสูงมาก ทำให้จำแนกออกจากกันได้ยาก จึงได้เสนอให้เป็นชนิดที่มีความซับซ้อนหรือเรียกว่า *C. indica*-complex สาเหตุหลักของการเกิดความผันแปรทางสัณฐานวิทยาดังกล่าว อาจเนื่องมาจากการปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์เพื่อใช้ในการเป็นไม้ประดับ ดังนั้นจากข้อมูลนี้จึงอาจพิจารณาได้ว่าพุทธรักษาทั้งสองกลุ่มในการศึกษานี้ควรมีชื่อเป็นชนิดเดียวกัน นั่นคือ *C. indica* อย่างไรก็ดีหากพิจารณาตามข้อมูลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอาร์เอพีดี พบว่าพุทธรักษาทั้ง 2 กลุ่มนั้น แยกออกจากกันด้วยค่าความเหมือนกันทางพันธุกรรมอย่างชัดเจน (ภาพที่ 3 และ 4) ดังนั้น จึงเป็นไปได้ว่าพืชทั้ง 2 กลุ่มนี้มีฐานพันธุกรรมที่แยกห่างจากกันระดับหนึ่ง และสอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่พืชทั้ง 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย C1 และ C7-C15 เป็นกลุ่มของพุทธรักษาที่มีความสูง 45-120 เซนติเมตร เกสรเพศผู้ที่เป็นหมันรูปร่างคล้ายกลีบดอกมีลักษณะแคบขนาดเล็ก กว้าง 1-3 เซนติเมตร กลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มของพุทธรักษาที่มีความสูง 100-250 เซนติเมตร เกสรเพศผู้ที่เป็นหมันรูปร่างคล้ายกลีบดอกกว้าง 6-15 เซนติเมตร ดังนั้นในอนาคตหากมีการศึกษาเพิ่มเติมอาจโดยใช้จำนวนไพรเมอร์ที่มากขึ้นก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้สนับสนุนการจำแนกสายพันธุ์ของพุทธรักษาได้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้เทคนิคอาร์เอพีดีนั้น ควรมีการทดสอบซ้ำเพื่อความแม่นยำในการอ่านแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้น จึงจะทำให้ผลการศึกษาที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำสูงสุด รวมทั้งหากนำเอาเครื่องหมายทางชีวโมเลกุลอื่นๆ เข้ามาร่วมในการศึกษา เช่น เทคนิค AFLP, SSR และ ISSR ก็จะทำให้ผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นและให้ผลการทดลองที่ชัดเจนมากขึ้นทั้งในการนำมาสนับสนุนการจำแนกชนิด และหาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการในสกุลพุทธรักษา

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ นายพงศ์ธร หมายมั่น สำหรับภาพถ่ายและข้อมูลที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิที่ไม่ทราบนามเป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการแก้ไขปรับปรุงบทความนี้ให้มีเนื้อหาสมบูรณ์ขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Larsen, K. 2008. Cannaceae: In: **Flora of Thailand**. T. Santisuk & K. Larsen (eds.). Vol. 9. Bangkok.

Maas-van de Kamer, H. & Maas, P.J.M. 2008. The Cannaceae of the world. **Blumea** 53: 247-318.

Marouelli, L.P., Inglis, P.W., Ferreira, M.A. & Buso, G.S.C. 2010. Genetic relationships among *Heliconia* (Heliconiaceae) species based on

RAPD markers. **Genetics and Molecular Research** 9: 1377-1387.

Nei, M. & Li, W.H. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. **The Proceedings of the National Academy of Sciences USA** 76: 5269-5273.

Norusis, M.J. 2010. **SPSS Base System User's Guide.** Spss Inc., Chicago.

Nybom, H. & Bartish, I.V. 2000. Effects of life history traits and sampling strategies on genetic diversity estimates obtained with RAPD markers in plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics** 3: 93-114.

Patra, B., Acharya, L., Mukherjee, A.K., Panda, M.K. & Panda, P.C. 2008. Molecular characterization of ten cultivars of Canna lilies (*Canna* Linn.) using PCR based molecular markers (RAPDs and ISSRs). **International Journal of Integrative Biology** 2: 129-137.

Piyachomkwan, K., Chotineeranat, S., Kijkhunasattian, C., Tonwitowat, R., Prammanee, S., Oates, C.G. & Sriroth, K. 2002. Edible canna (*Canna edulis*) as a complementary starch source to cassava for the starch industry. **Industrial Crops and Products** 16: 11-21.

Tanaka, N. 2001. Taxonomic revision of the Family Cannaceae in the New World and Asia. **Makinoa** 1: 1-74.

_____. 2004. The utilization of edible Canna plants in southeastern Asia and southern China. **Economic Botany** 58: 112-114.

_____. 2008. A new species of the genus *Canna* (Cannaceae) from Eastern Honduras. **Journal of Japanese Botany** 88: 7-10.

Tanaka, N., Inouch, N. & Koyama, T. 2006. Edible canna and its starch: an underexploited starch-producing plant resource. **Food & Food Ingredients Journal of Japan** 211: 319-325.

Vanijajiva, O. 2011. Genetic variability among durian (*Durio zibethinus* Murr.) cultivars in the Nonthaburi province, Thailand detected by RAPD analysis. **Journal of Agriculture and Technology** 7: 1105-1114.

Vanijajiva, O., Sirirugsa, P. & Suvachittanont, W. 2005. Confirmation of relationships among *Boesenbergia* (Zingiberaceae) and related genera by RAPD. **Biochemical Systematics and Ecology** 33: 159-170.

Williams, J.G.K., Kubelik, A.R., Livak, K.J. & Tingey, S.V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. **Journal of Nucleic Acids Research** 18: 6531-6535.

Woradulayapinij, W., Soonthornchareonnon, N. & Wiwat, C. 2005. In Vitro HIV type 1 reverse transcriptase inhibitory activities of Thai medicinal plants and *Canna indica* L. rhizomes. **Journal of Ethnopharmacology** 101: 84-89.

THAI JOURNAL OF BOTANY 4 (1): 59-72. 2012.

วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 4 (1): 59-72. 2555.

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรงควัตถุ สารประกอบฟีนอล และคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิด

The relationships among pigments level, phenolic compound content and antioxidant activity of extracts from some medicinal plants

พงศธร กล่อมสกุล[1*] ดวงพร พุ่มจำปา[1] สิรีธร คุณประทุม[1] และ พรชนก ชโลปกรณ์[2]
Pongsathorn Klomsakul[1*], Duangporn Pumjumpa[1], Sireethon Khunpratum[1] & Pornchanok Chalopagorn[2]

[1] สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220

[1] Biology Program, Faculty of Science and Technology, Phranakorn Rajabhat University, Bangkok 10220, Thailand

[2] ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2] Department of Biochemistry, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

บทคัดย่อ. เมื่อทำการสกัดสารจากพืชสมุนไพร 7 ชนิด ซึ่งประกอบไปด้วย เถาวัลย์เปรียง (*Derris scandens* (Roxb.) Benth.) ชุมเห็ดเทศ (*Senna alata* (L.) Roxb.) หนุมานประสานกาย (*Scheffera leucantha* R. Vig.) หม่อน (*Morus alba* L.) คำฝอย (*Carthamus tinctorius* L.) มะระขี้นก (*Momordica charantia* L.) และชาเขียวญี่ปุ่น (*Camellia sinensis* Ktze.) ด้วยเมทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์พบว่า ชาเขียวญี่ปุ่นมีปริมาณรงควัตถุรวม ซึ่งประกอบด้วย คลอโรฟิลล์ เอ, บี และแคโรทีนอยด์ ในปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ ชุมเห็ดเทศ และหนุมานประสานกาย ในขณะที่สารสกัดจากหม่อนมีปริมาณรงควัตถุรวมน้อยที่สุด นอกจากนั้นยังพบว่า ชาเขียวญี่ปุ่นมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมากที่สุด รองลงมาคือ หม่อน เถาวัลย์เปรียง และชุมเห็ดเทศ ส่วนสารสกัดจากคำฝอย และมะระขี้นก มีปริมาณสารประกอบฟีนอลน้อยที่สุด จากการตรวจสอบด้วยวิธี DPPH พบว่า ชาเขียวญี่ปุ่น มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด เมื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลมีความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์โพเนนเชียลกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9523 แต่กลับไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรงควัตถุกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

* Corresponding author: kpongsathorn_bot@hotmail.com

Received: 7 December 2011
Accepted: 25 April 2012

ABSTRACT. The extracs from seven medicinal plants including *Derris scandens* (Roxb.) Benth., *Senna alata* (L.) Roxb., *Scheffera leucantha* R. Vig., *Morus alba* L., *Carthamus tinctorius* L., *Momordica charantia* L. and *Camellia sinensis* Ktze. were prepared using 95% methanol as analysis solvent. It was found that *C. sinensis* extract had the highest level of total pigments (chlorophyll a, b and carotenoids), followed by *Se. alata* and *Sc. leucantha* extracts whereas the methanolic extract of *M. alba* contain the lowest amount of total pigments. Moreover, the methanolic extract from *Cam. sinensis* showed the highest level of total phenolic content, followed by methanolic extract from *M. alba*, *D. scandens* and *Se. alata*. Both methanolic extract from *Car. tinctorius* and *M. charantia* showed the lowest total phenolic compound content. The highest antioxidant capacity was found in the methanolic extract of *Cam. sinensis* by DPPH assay. There was an exponential relationship between total phenolic compound content and antioxidant property with R^2 = 0.9523. In contrast, there was no relationship between pigment level and antioxidant activity.

คำสำคัญ: รงควัตถุ, สารประกอบฟีนอล, ต้านอนุมูลอิสระ, พืชสมุนไพร
KEYWORDS: pigment, phenolic compound, antioxidant, medicinal plant

บทนำ

รูปแบบของการใช้ชีวิตในสภาพแวดล้อมปัจจุบันส่งผลให้มีการสะสมของสารพิษและสารก่อมะเร็งต่างๆ มากมาย นอกจากนี้การใช้ยารักษาโรคแผนปัจจุบัน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นยาที่เป็นสารเคมีซึ่งสังเคราะห์ขึ้น ทำให้เกิดมีความวิตกกังวลถึงความเป็นพิษรุนแรงที่อาจเกิดขึ้นจากยาและสารตกค้างจากกระบวนการสังเคราะห์ดังกล่าว การนำเอาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติมาใช้ในรูปแบบของธรรมชาติบำบัดและการใช้พืชสมุนไพรเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีการให้ความสนใจเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากพืชสมุนไพรมีคุณสมบัติในการรักษาโรคต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย และมีความเชื่อว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติย่อมจะมีความปลอดภัยมากกว่าสารเคมีอย่างแน่นอน

ความเป็นพิษประการหนึ่งที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งผลกระทบตามมาอีกหลายประการคือ ความเป็นพิษที่เกิดจากอนุมูลอิสระที่มีในร่างกาย ซึ่งจะส่งผลให้มีการทำลายเซลล์ และก่อให้เกิดอันตรายหรือสร้างความเสียหายแก่อวัยวะต่างๆ ได้ โดยปกติในธรรมชาติร่างกายคนเราจะมีวิธีการในการกำจัดสารอนุมูลอิสระได้บางส่วน แต่ก็ยังคงต้องการสารต้านอนุมูลอิสระจากภายนอก ซึ่งโดยทั่วไปจะได้จากการรับประทานอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นจึงมีผู้ให้ความสนใจทำการศึกษาเกี่ยวกับสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ซึ่งล้วนแล้วแต่มีสารที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย

Ursula *et al*. (2005) พบว่า คลอโรฟิลล์และสารกลุ่มใกล้เคียงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ในขณะที่มีการพบสารคลอโรฟิลินในพืชเกือบทุกชนิด เป็นสารที่ละลายน้ำได้ อยู่ใน

กลุ่มของคลอโรฟิลล์ มีคุณสมบัติต่อต้านการกลายพันธุ์และยับยั้งการเกิดเนื้องอกได้ (Negishi *et al*., 1997; Dashwood *et al*., 1998) นอกจากนั้นยังมีสารเบตาแคโรทีนซึ่งเป็นรงควัตถุในกลุ่มแคโรทีนอยด์ ก็มีคุณสมบัติในการต่อต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพ (Chen & Chan, 1996) และมีการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่างๆ อย่างหลากหลาย โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด โดยสารดังกล่าวมีคุณสมบัติในการป้องกันการเกิดมะเร็งผิวหนังได้ (Raab, 1998) นอกจากนั้นรงควัตถุชนิดอื่นๆ เช่น แอนโทไซยานิน (anthocyanins) ที่พบได้ในผลองุ่นแดง ดอกอัญชัน เป็นรงควัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงสีได้ตามสภาพของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตั้งแต่สีแดงจนถึงสีน้ำเงิน (Kinsella *et al*., 1993) ก็มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Azevedo *et al*., 2010) และมีคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับสุขอนามัยของมนุษย์ เช่น ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ ลดการเกิดอัมพาต ยับยั้งการทำงานของสารก่อมะเร็ง ยับยั้งการติดเชื้อ และช่วยในการจดจำสิ่งต่างๆ ได้ดีขึ้น (Cao *et al*., 1997; Clifford, 2000; Scalbert & Williamson, 2000; Wang *et al*., 1997)

นอกจากสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในผัก ผลไม้ และสมุนไพร ในกลุ่มของรงควัตถุแล้วยังมีสารประกอบอีกกลุ่มหนึ่งที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในธรรมชาติ ซึ่งมีความสำคัญอย่างมาก ที่พบในพืชคือ สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) ซึ่งมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น สารประกอบฟีนอลอย่างง่าย (simple phenolics) กรดฟีนอลิก (phenolic acids) แอนโทไซยานิน สารในกลุ่มอนุพันธ์ของกรดไฮดรอกซีซินนามิก (hydroxycinnamic acid derivatives) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ฟลาโวน (flavones) กรดแกลลิก (gallic acid) กรดอีลลาจิก (ellagic acid) และอนุพันธ์ของกรดซินนามิก (cinnamic acid derivatives) เป็นต้น (Halliwell & Gutteridge, 1989; Cowan, 1999) สารประกอบฟีนอลทุกกลุ่มมีโครงสร้างที่จำเป็นต่อการกำจัดอนุมูลอิสระได้ (Bandoniene & Murkovic, 2002) โดยสารประกอบฟีนอลมีความสามารถในการป้องกันการเกิดเนื้องอกและมะเร็ง เนื่องจากคุณสมบัติต่อต้านการเกิดออกซิเดชัน นอกจากนั้นยังช่วยป้องกันโรคหัวใจและเส้นโลหิตในสมองแตก เนื่องจากสามารถช่วยลดระดับ LDL คลอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ เมื่อรับประทานผัก ผลไม้ สมุนไพรที่มีสารต้านอนุมูลอิสระมากก็จะส่งผลให้ร่างกายมีโอกาสได้รับสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากการทำลายของอนุมูลอิสระได้ (Kinsella *et al*., 1993; Chen & Chan, 1996) จากคุณสมบัตินี้ส่งผลทำให้เชื่อว่าสารประกอบฟีนอลมีส่วนช่วยในการลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคมะเร็ง และชะลอความชรา เป็นต้น เนื่องจากสาเหตุเบื้องต้นของการเกิดโรคต่างๆ เหล่านั้น เกี่ยวข้องกับความสมดุลของร่างกายในการรับและกำจัดสารอนุมูลอิสระ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณรงควัตถุ สารประกอบฟีนอล และสารต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากพืชสมุนไพร ซึ่งประกอบด้วย เถาวัลย์เปรียง (*Derris scandens* (Roxb.) Benth.) ชุมเห็ดเทศ (*Senna alata* (L.) Roxb.) หนุมานประสานกาย (*Scheffera leucantha* R. Vig.) หม่อน (*Morus alba* L.) คำฝอย (*Carthamus tinctorius* L.) มะระขี้นก (*Momordica charantia* L.) และชาเขียวญี่ปุ่น (*Camellia*

sinensis Ktze.) รวม 7 ชนิด เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเลือกรับประทานและเลือกใช้สมุนไพรชนิดต่างๆ เพื่อให้ได้รับสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสูงสุด อันจะนำไปสู่การพัฒนาสมุนไพรไทยให้เป็นผลิตภัณฑ์ด้านสุขภาพในชุมชนต่อไป

วิธีการศึกษา

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) โดยทำการสกัดตัวอย่างของพืชแต่ละชนิด จำนวน 3 ตัวอย่าง (3 ซ้ำ) ซึ่งการสกัดจะทำโดยการสุ่มเลือกพืชมาใช้ในการสกัดโดยไม่เรียงลำดับ และทำการทดลองทุกขั้นตอนโดยใช้วิธีการสุ่มกับทุกตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเช่นเดียวกัน

การเตรียมตัวอย่างพืชทดลอง

นำชิ้นส่วนของพืชทั้ง 7 ชนิด ซึ่งประกอบไปด้วย เถาวัลย์เปรียง ใช้ส่วนเหนือดินทั้งหมด ชุมเห็ดเทศ และหนุมานประสานกาย ใช้ส่วนของใบและกิ่งอ่อน หม่อน และชาเขียวญี่ปุ่น ใช้ส่วนของใบ คำฝอย ใช้ส่วนของดอก ส่วนมะระขี้นก ใช้ส่วนของผล มาทำความสะอาด แล้วผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อนแบบแห้ง (hot-air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน เพื่อไล่ความชื้นออกจากตัวอย่างให้ตัวอย่างแห้งสนิท แล้วจึงนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงทำการบดชิ้นส่วนของพืช เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนของการสกัด

การสกัดสารจากพืชทดลอง

ชั่งตัวอย่างแห้งของพืชแต่ละชนิดตัวอย่างละ 5 กรัม แล้วนำมาผสมกับสารละลายเมทานอล 95% ปริมาตร 200 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารผสมดังกล่าวไปเขย่าเพื่อทำให้เซลล์แตก โดยใช้เครื่อง ultrasonicator เป็นเวลา 30 นาที แล้วเก็บสารละลายใสแยกออกไว้ และทำซ้ำขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นอีก 2 ครั้ง นำสารละลายที่ได้มาทำการระเหยตัวทำละลายออก โดยใช้เครื่องควบแน่นสุญญากาศ (evaporator) บันทึกน้ำหนักของสารที่ได้และเก็บสารที่ได้ในขั้นตอนสุดท้ายไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณรงควัตถุ

เตรียมสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้เมทานอล 95% เป็นตัวทำละลาย แล้วนำสารดังกล่าวมาทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารผสมดังกล่าวข้างต้นด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 470, 653 และ 666 นาโนเมตร แล้วบันทึกค่าที่ได้ นำค่าดังกล่าวมาคำนวณปริมาณรงควัตถุ โดยใช้สมการที่อ้างอิงจาก Lichtenthaler & Wellburn (1985)

$C_a = 15.65A_{666} - 7.340A_{653}$

$C_b = 27.05A_{653} - 11.21\ A_{666}$

$C_{x+c} = (1000A_{470} - 2.860C_a - 129.2\ C_b)/245$

ในสมการนี้

C_a คือ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

C_b คือ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี

C_{x+c} คือ ปริมาณแคโรทีนอยด์

A_{470} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างเมื่อวัดที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร

A_{653} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างเมื่อวัดที่ความยาวคลื่น 653 นาโนเมตร

A_{666} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างเมื่อวัดที่ความยาวคลื่น 666 นาโนเมตร

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอล

เตรียมสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้เมทานอล 95 % เป็นตัวทำละลาย แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการ Folin-Ciocaltue (Velioglu *et al*., 1998) ซึ่งมีขั้นตอนคือ นำสารสกัดจากพืช 1 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำขจัดไอออนแล้ว (deionized water) 1.5 มิลลิลิตร และ 0.1 M Folin-Ciocaltue reagent 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน โดยใช้เครื่อง vortex แล้วตั้งทิ้งไว้ 1 นาที จากนั้นเติมสารละลาย 20% sodium carbonate ลงไป 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงนำมาทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารผสมดังกล่าวข้างต้นด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร บันทึกค่าที่ได้

ในการทดลองนี้ใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐานเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงในการคำนวณหาปริมาณของสารประกอบฟีนอลทั้งหมด โดยใช้กรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 1, 10, 100 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มาทำการทดสอบด้วยวิธี Folin-Ciocaltue แล้วสร้างกราฟมาตรฐานเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลในสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ดังนั้นปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ได้จากการทดลองนี้ จึงเป็นค่าที่เทียบเคียงมาจากปริมาณของกรดแกลลิก (gallic acid equivalence, GE)

การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

เตรียมสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 1, 10, 100 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และทำการทดสอบตามวิธีการซึ่งดัดแปลงมาจาก Duan *et al.* (2006) โดยนำสารสกัดข้างต้นที่ละลายอยู่ในเมทานอล 2 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ที่ละลายด้วยเมทานอล ความเข้มข้น 0.10 ไมโครโมลาร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้เข้ากัน เป็นเวลา 1 นาที แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของสารข้างต้นด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร บันทึกค่าที่ได้ และคำนวณประสิทธิภาพในการทำลายอนุมูลอิสระ โดยคิดเป็นร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ (% scavenging effect) (Yen & Chen, 1995) โดยอาศัยสมการในการคำนวณ ดังนี้

Scavenging effect (%) =

$[1-(A_{sample}-A_{sample\ blank})/ A_{control}] \times 100$

$A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากสารละลาย DPPH ที่ไม่ผสมสารสกัดจากพืช

$A_{sample\ blank}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากสารผสมระหว่างสารละลาย DPPH และสารสกัดจากพืช

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากสารสกัดจากพืชเพียงอย่างเดียว

ในการทดลองนี้ใช้ กรดแอสคอร์บิก, butylated hydroxytoluene (BHT) และกรดแกลลิก ที่ความเข้มข้น 1, 10, 100 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เพื่อเป็น positive control เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระกับสารสกัดจากพืชทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองข้างต้นมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติได้แก่ วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of varience, ANOVA), least significant

difference (LSD), Duncan multiple range test (DMRT) และหาความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการศึกษา

ปริมาณสารสกัดจากพืชสมุนไพร

เมื่อทำการสกัดตัวอย่างพืชทั้ง 7 ชนิด โดยใช้เมทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย พบว่า สารสกัดที่ได้จากชาเขียวญี่ปุ่นมีปริมาณมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีน้ำหนัก 307.07 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม รองลงมาคือ คำฝอย ชุมเห็ดเทศ มะระขี้นก เถาวัลย์เปรียง และหนุมานประสานกาย ซึ่งได้ปริมาณของสารสกัด 215.03, 113.03, 76.64, 45.77 และ 41.86 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ในขณะที่สารสกัดที่ได้จากหม่อนมีปริมาณน้อยที่สุดเพียง 28.15 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม

ปริมาณของสารประกอบฟีนอล

ผลจากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลจากสารสกัดของพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ พบว่า สารสกัดที่ได้จากชาเขียวญี่ปุ่นมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (total phenolic content) อยู่มากกว่าสารสกัดจากพืชชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 62.46 มิลลิกรัมเทียบเท่ากรดแกลลิก (mg gallic acid equivalence) ต่อน้ำหนักแห้งของสารสกัด 1 กรัม ในขณะที่สารสกัดจากหม่อน เถาวัลย์เปรียง ชุมเห็ดเทศ หนุมานประสานกาย และคำฝอย มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลทั้งหมดลดลงตามลำดับ คือ 41.10, 33.04, 25.40, 11.10 และ 7.22 มิลลิกรัมเทียบเท่ากรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้งของสารสกัด 1 กรัม และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 1) ส่วนสารสกัดที่ได้จากมะระขี้นกมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลทั้งหมดน้อยที่สุดคือ 6.16 มิลลิกรัมเทียบเท่ากรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้งของสารสกัด 1 กรัม แต่ไม่แตกต่างจากปริมาณของสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของสารสกัดที่ได้จากคำฝอย

ปริมาณรงควัตถุ

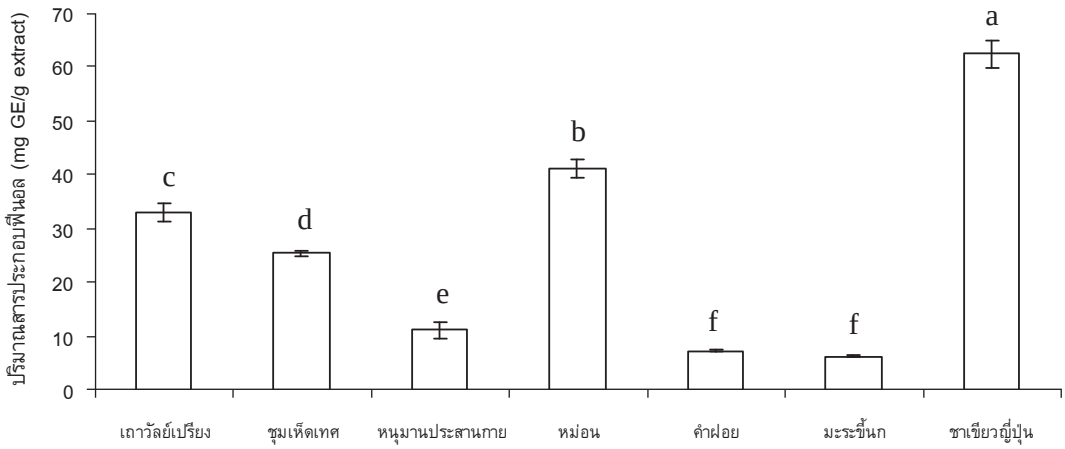
สารสกัดที่ได้จากชาเขียวญี่ปุ่น มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มากถึง 586.51 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ชุมเห็ดเทศมีปริมาณของคลอโรฟิลล์ บี 318.84 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 2) แต่สำหรับแคโรทีนอยด์ กลับตรวจพบได้ในสารสกัดจากพืชเพียง 3 ชนิด จากทั้งหมด 7 ชนิด โดยสารสกัดจากคำฝอย ชาเขียวญี่ปุ่น และ หม่อน มีปริมาณของแคโรทีนอยด์ 59.85, 9.73 และ 9.08 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ ส่วนสารสกัดที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และ บี น้อยที่สุดคือ หม่อน ซึ่งตรวจพบคลอโรฟิลล์ เอ และ บี เพียง 21.02 และ 12.63 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาปริมาณรวมของรงควัตถุทั้งหมดจะพบว่า สารสกัดจากพืชแต่ละชนิดมีปริมาณรวมของรงควัตถุ จากมาก

ไปน้อยดังนี้ คือ ชาเขียวญี่ปุ่น ชุมเห็ดเทศ คำฝอย มะระขี้นก หนุมานประสานกาย เถาวัลย์เปรียง และหม่อน โดยมีปริมาณเท่ากับ 900.53, 486.19, 298.32, 223.31, 193.49, 101.51 และ 42.73 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ปริมาณของสารสกัดที่ได้จากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ เมื่อสกัดด้วยเมทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ชนิดของสมุนไพร	ปริมาณของสารสกัดที่ได้ (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม)
เถาวัลย์เปรียง	45.77 ± 02.38^{e}
ชุมเห็ดเทศ	113.03 ± 09.65^{c}
หนุมานประสานกาย	41.86 ± 11.01^{ef}
หม่อน	28.15 ± 01.37^{fg}
คำฝอย	215.03 ± 04.25^{b}
มะระขี้นก	76.64 ± 01.87^{d}
ชาเขียวญี่ปุ่น	307.07 ± 15.82^{a}

$^{a...}$ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 1 ปริมาณของสารประกอบฟีนอลทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัด เมื่อเปรียบเทียบกับกรดแกลลิกมาตรฐาน (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

$^{a...}$ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ปริมาณของรงควัตถุชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากสารสกัดของพืชสมุนไพร (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ชนิดของสมุนไพร	ปริมาณของรงควัตถุ (µg/g DW)		
	คลอโรฟิลล์ เอ	คลอโรฟิลล์ บี	แคโรทีนอยด์
เถาวัลย์เปรียง	34.80 ± 1.64^{de}	66.71 ± 5.68^{ef}	-
ชุมเห็ดเทศ	104.26 ± 18.05^{b}	381.84 ± 32.44^{a}	-
หนุมานประสานกาย	101.81 ± 5.98^{bc}	91.68 ± 19.10^{de}	-
หม่อน	21.02 ± 1.29^{e}	12.63 ± 3.02^{f}	9.08 ± 1.26^{b}
คำฝอย	81.56 ± 1.69^{c}	156.91 ± 4.54^{c}	59.85 ± 5.93^{a}
มะระขี้นก	82.60 ± 6.87^{c}	140.71 ± 7.69^{cd}	-
ชาเขียวญี่ปุ่น	586.51 ± 22.93^{a}	304.29 ± 22.01^{b}	9.73 ± 2.33^{b}

$^{a...}$ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

จากการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นซึ่งทำปฏิกิริยาเท่ากับ 0.05, 0.5, 5, 50 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า หากเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดให้มากขึ้น จะส่งผลให้สารสกัดจากพืชทุกชนิด รวมทั้งสารมาตรฐานมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้มากขึ้น โดยที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดจากชาเขียวญี่ปุ่น หม่อน เถาวัลย์เปรียง กรดแกลลิก กรดแอสคอร์บิก ชุมเห็ดเทศ หนุมานประสานกาย BHT คำฝอย และมะระขี้นก มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเรียงจากมากไปหาน้อย โดยมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระคิดเป็นร้อยละ 99.58, 98.72, 98.65, 98.03, 97.02, 96.30, 95.62, 93.56, 79.73 และ 72.48 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากข้อมูลข้างต้นพบว่าสารสกัดจากพืชบางชนิดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารมาตรฐาน แต่อย่างไรก็ตาม หากทำการลดความเข้มข้นให้ต่ำลง กลับพบว่าสารละลายมาตรฐานก็มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าพืชบางชนิด ดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเลือกใช้ความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมนั้นมีความจำเป็น เพราะหากใช้มากเกินไปจะทำให้สิ้นเปลือง แต่ถ้าใช้น้อยเกินไปก็จะไม่สามารถตรวจวัดประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดนั้นได้

ตารางที่ 3 ร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นของสารสกัดในปฏิกิริยาเท่ากับ 0.05, 0.5, 5, 50 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ชนิดของสมุนไพรและสารเคมี	ร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ ความเข้มข้นของสารสกัด (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)				
	0.05	**0.5**	**5**	**50**	**500**
กรดแอสคอร์บิก	1.43 ± 1.25^{cdefE}	8.05 ± 1.07^{cD}	57.13 ± 0.99^{cC}	89.98 ± 0.72^{cdB}	97.02 ± 0.45^{abcdA}
BHT	0.95 ± 1.05^{cdefD}	2.56 ± 1.35^{deD}	47.88 ± 1.22^{dC}	71.97 ± 1.09^{eB}	93.56 ± 0.54^{dA}
กรดแกลลิก	7.93 ± 0.72^{bE}	30.11 ± 0.99^{bD}	82.05 ± 0.99^{bC}	93.98 ± 0.55^{abcdB}	98.03 ± 0.47^{abA}
เถาวัลย์เปรียง	3.23 ± 0.93^{cdD}	8.75 ± 3.11^{cD}	28.82 ± 7.00^{eC}	89.63 ± 4.50^{dB}	98.65 ± 0.58^{abA}
ชุมเห็ดเทศ	0.67 ± 0.12^{defD}	2.83 ± 0.81^{deD}	11.31 ± 2.29^{fC}	56.90 ± 5.90^{fB}	96.30 ± 2.10^{bcdA}
หนุมานประสานกาย	1.21 ± 0.44^{cdefD}	2.98 ± 0.79^{deD}	9.33 ± 0.83^{fC}	37.71 ± 2.93^{gB}	95.62 ± 2.06^{cdA}
หม่อน	1.75 ± 0.93^{cdefE}	9.02 ± 1.63^{cD}	29.09 ± 1.12^{eC}	95.08 ± 3.36^{abcB}	98.72 ± 0.62^{abA}
คำฝอย	1.00 ± 0.17^{cdefD}	2.66 ± 0.17^{deC}	3.38 ± 0.51^{gC}	13.90 ± 1.34^{hB}	79.73 ± 0.33^{eA}
มะระขี้นก	0.16 ± 0.07^{fC}	0.86 ± 0.18^{eC}	1.25 ± 0.18^{gC}	9.21 ± 1.06^{iB}	72.48 ± 6.27^{fA}
ชาเขียวญี่ปุ่น	19.50 ± 3.90^{aC}	70.84 ± 4.74^{aB}	97.32 ± 1.07^{aA}	99.22 ± 0.37^{aA}	99.58 ± 0.58^{aA}

$^{a...}$ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

$^{A...}$ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

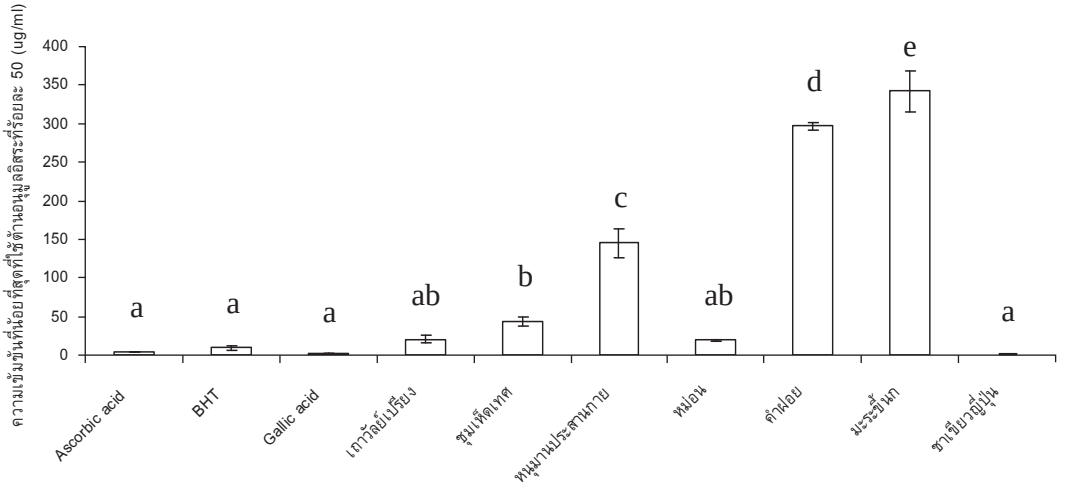
ค่าความเข้มข้นที่น้อยที่สุดซึ่งใช้ต้านอนุมูลอิสระที่ร้อยละ 50 (IC_{50})

สารสกัดที่ได้จากชาเขียวญี่ปุ่นมีค่า IC_{50} น้อยที่สุดคือ 0.32 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่า IC_{50} ของกรดแกลลิก กรดแอสคอร์บิก และ BHT ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการสามารถต้านอนุมูลอิสระที่ดี รวมถึงสารสกัดจากหม่อนและเถาวัลย์เปรียงด้วย โดยสารดังกล่าวมีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.22, 4.35, 8.94, 19.27 และ 20.52 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ (ภาพที่ 2) ในขณะที่ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากชุมเห็ดเทศ หนุมานประสานกาย คำฝอย และมะระขี้นก มีค่าเท่ากับ 43.74, 144.95, 296.71 และ 341.90 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

IC_{50} ที่มีค่าน้อยแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ดีในการต้านอนุมูลอิสระของสารทดสอบ ดังนั้นสารสกัดที่ได้จากชาเขียวญี่ปุ่นจึงมีประสิทธิภาพดีเทียบเท่าได้กับสารมาตรฐานที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี นอกจากนี้หากพิจารณาสารสกัดจากหม่อนและเถาวัลย์เปรียงถึงแม้จะพบว่าสารสกัดจากพืชทั้งสองชนิดดังกล่าวจะมีค่า IC_{50} สูงกว่าสารมาตรฐาน แต่เมื่อทำการทดสอบทางสถิติแล้วไม่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรงควัตถุ ปริมาณของสารประกอบฟีนอล และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรงควัตถุ สารประกอบฟีนอล และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในรูปแบบของค่า IC_{50} พบว่าปริมาณรงควัตถุและปริมาณสารประกอบฟีนอลไม่มีความสัมพันธ์กัน และปริมาณรงควัตถุไม่มีความสัมพันธ์กับค่า IC_{50} แต่ปริมาณของสารประกอบฟีนอลจากพืชชนิดต่างๆ ที่ได้ทำการทดสอบ มีความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์โพเนนเชียล



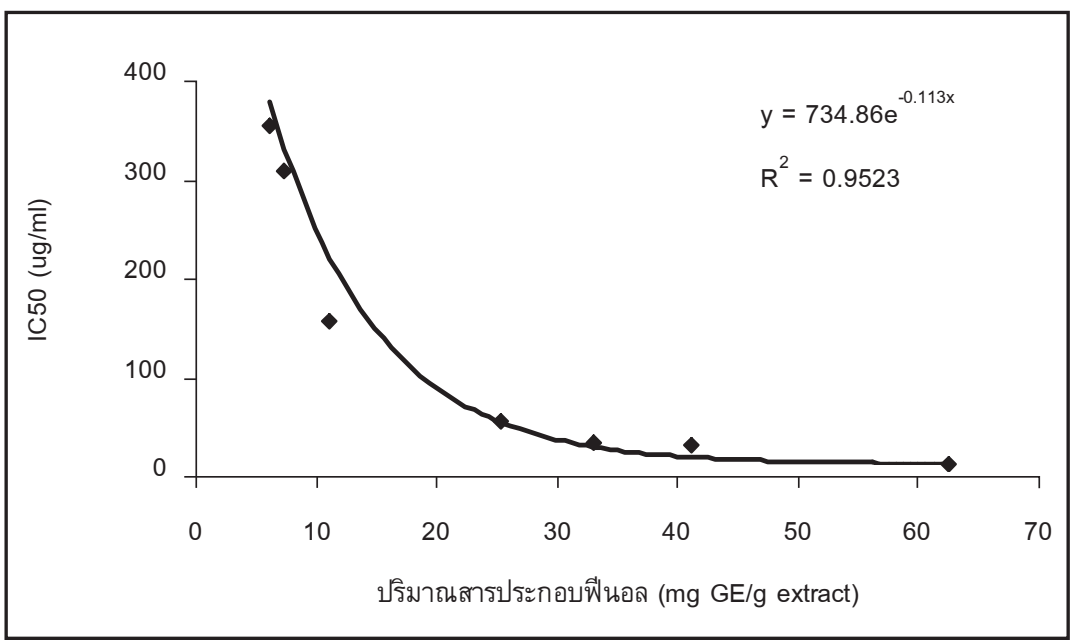
ภาพที่ 2 ค่าความเข้มข้นที่น้อยที่สุดซึ่งใช้ในการต้านอนุมูลอิสระที่ร้อยละ 50 (IC_{50}) ของสารสกัดที่ได้จากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

[a...] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

กับค่า IC_{50} โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9523 (ภาพที่ 3) ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณของสารประกอบฟีนอลของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้พืชชนิดนั้นมีค่า IC_{50} ลดต่ำลง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเป็นผลเนื่องมาจากสารประกอบในกลุ่มของฟีนอลิกมากกว่ารงควัตถุ โดยสารประกอบฟีนอลที่พบในพืชมีบทบาทสำคัญในการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายพันธุ์ของพืช โดยปกป้องพืชจากแบคทีเรียก่อโรคและรังสีอัลตราไวโอเลต (Nagendran *et al.,* 2006; Rebeca *et al*., 2011)

จากผลการทดลองจะสังเกตได้ว่าพืชบางชนิดให้ปริมาณสารสกัดรวมออกมาน้อย แต่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี ในขณะที่พืชบางชนิดให้ปริมาณของสารสกัดรวมออกมามากแต่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้น้อย ดังนั้นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงนอกเหนือจากปริมาณของสารสกัดที่ได้แล้ว ยังต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของสารสกัดที่ส่งผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในสารสกัดที่ได้ออกมาด้วย

มีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของสารประกอบฟีนอล และคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชอยู่หลายงานวิจัย แต่เนื่องจากมีการแสดงปริมาณของสารประกอบฟีนอลอยู่ในหน่วยที่แตกต่างกันออกไปจึงไม่สามารถที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบในการทดลองนี้ได้ แต่ Hajar *et al*. (2010) ได้ศึกษาปริมาณของสารประกอบฟีนอลในส่วนต่างๆ ของแคนตาลูป ได้แก่ เมล็ด เนื้อผล ใบ เปลือกผล และลำต้น พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอล 2.58, 1.68, 26.40, 4.70 และ 10.25 โดยมีค่า IC_{50} ในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 25.44, 11.9, 9.58 และ 2.16 ตามลำดับ



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด กับค่าความเข้มข้นที่น้อยที่สุดซึ่งใช้ในการต้านอนุมูลอิสระที่ร้อยละ 50 ของพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ

ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของสารสกัดที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สารสกัดจากชาเขียว หม่อน และเถาวัลย์เปรียง มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลมากกว่าสารประกอบฟีนอลที่พบในใบของแคนตาลูป ในขณะที่สารสกัดจากชุมเห็ดเทศ หนุมานประสานกาย และคำฝอย มีปริมาณสารประกอบฟีนอลน้อยกว่าสารสกัดจากใบแคนตาลูป และเมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของปริมาณของสารประกอบฟีนอลกับค่า IC_{50} ของแคนตาลูป และงานวิจัยอื่นๆ ก็ได้ผลออกมาในแนวทางที่คล้ายคลึงกัน คือ เมื่อมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลเพิ่มมากขึ้น ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน

ปริมาณของสารสกัดที่ได้ รวมถึงปริมาณของรงควัตถุ และปริมาณของสารประกอบฟีนอล ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของพืชแต่ละชนิด หรือแม้แต่ในพืชชนิดเดียวกันก็อาจมีความแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้อาจเกิดจากความแตกต่างของอายุพืช ความสมบูรณ์ของพืช และปัจจัยจากสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ พีเอชของดิน ธาตุอาหาร ฤดูกาล เป็นต้น (Bryan *et a*l., 1983) การใช้พืชที่มาจากต่างสถานที่อาจมีผลต่อการศึกษาวิจัย เนื่องจากปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ธาตุอาหารที่พืชได้รับจากดินในแต่ละบริเวณ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการในด้านต่างๆ ของพืช (Andrew *et al*., 1999; Arvidsson, 1999; Gremigni *et al*., 2001)

การออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากพืชในบางกรณี อาจเกิดจากปฏิสัมพันธ์ของสารออกฤทธิ์หลายชนิดในพืช ดังนั้นผลที่เกิดขึ้นในการรักษาหรือบรรเทาอาการความผิดปกติของร่างกาย อาจไม่ได้มาจากสารออกฤทธิ์เพียงชนิดเดียว ความพยายามในการสกัดแยกสารบริสุทธิ์เพื่อที่จะนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในทางอาหารและยาจากสารเพียงชนิดเดียวอาจไม่มีประสิทธิภาพเสมอไป

Piccaglia *et al*. (1993) พบว่าอุณหภูมิต่ำมีผลทำให้การเจริญเติบโตของเปปเปอร์มินต์ลดลง ซึ่งส่งผลให้การผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพลดลงด้วย ในขณะค่าความเป็นกรด-ด่างของดินที่ 5.5 ส่งเสริมการดูดธาตุอาหารทำให้เปปเปอร์มินต์มีการเจริญเติบโตได้ดี (Marschner *et al*., 1986) นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของพืชในสภาวะปกติด้วย (Hanh *et al*., 2003)

สรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอล รงควัตถุ และศึกษาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจากพืชสมุนไพรจำนวน 7 ชนิด พบว่าสารสกัดที่ได้จากชาเขียวญี่ปุ่น ซึ่งรวมถึงปริมาณของสารประกอบฟีนอล และรงควัตถุ มีปริมาณมากที่สุด ส่งผลให้ชาเขียวญี่ปุ่นมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด ในขณะที่สารสกัดที่ได้จากหม่อนมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลรองลงมา แต่มีปริมาณรงควัตถุรวมต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามสารสกัดจากหม่อนก็ยังคงมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีรองจากชาเขียวญี่ปุ่น และเมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่า ปริมาณของสารประกอบฟีนอลมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารประกอบฟีนอลกับปริมาณรงควัตถุ และปริมาณรงควัตถุกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

เอกสารอ้างอิง

Andrews, M., Sprent, J.I., Raven J.A. & Eady, P.E. 1999. Relationships between shoot-root ratio, growth and leaf soluble protein concentration of *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris* and *Triticum aestivum* under different nutrient deficiencies. **Plant Cell Environment** 22: 949-958.

Arvidsson, J. 1999. Nutrient uptake and growth of barley as affected by soil compaction. **Plant and Soil** 208: 9-19.

Azevedo, J., Fernandes, I., Faria, A., Oliveira, J., Fernandes, A., Freitas, V. & Mateus, N. 2010. Antioxidant properties of anthocyanidins, anthocyanidin-3-glucosides and respective portisins. **Food Chemistry** 119: 518-523.

Bandoniene, D. & Murkovic, M. 2002. On-line HPLC-DPPH screening method for evaluation of radical scavenging phenols extracted from apples (*Malus domestica* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 50: 2482-2487.

Bryan, J.P., Chapin, F.S. III. & Klein, D.R. 1983. Carbon nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. **Okios** 40: 357-368.

Cao, G., Sofic, E. & Prior, R.L. 1997. Antioxidant and prooxidant behaviour of flavonoids: Structure - activity relationships. **Free Radical Biology and Medicine** 22(5): 749-76.

Chen, Z.Y. & Chan, P.T. 1996. Antioxidation activity of green tea catechins in canola oil. **Chemistry and Physics of Lipids** 82: 163-172.

Clifford, M.N. 2000. Anthocyanins - nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 80(7): 1063-1072.

Cowan, M.M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. **Clinical Microbiology** 12: 564-582.

Dashwood, R., Negishi, T., Hayatsu H., Breinholt, V., Hendricks, J. & Bailey, G. 1998. Chemopreventive properties of chlorophylls towards aflatoxin B_1: a review of the antimutagenicity and anticarcinogenicity data in rainbow trout. **Mutation Research** 399: 245-253.

Duan, X.J., Zhang, W.W., Li, X.M. & Wang, B.G. 2006. Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red algae, *Polysiphonia urceolata*. **Food Chemistry** 95: 37-43.

Gremigni, P., Wong, M.T.F., Edwards, N.K., Harris, D.J. & Hamblin J. 2001. Potassium nutrition effects on seed alkaloid concentrations, yield and mineral concentration of lupins (*Lupinus angustifolius*). **Plant and Soil** 237: 131-142.

Hahn, E.J., Kim, Y.S., Yu, K.W., Jeong, C.S. & Paek, K.Y. 2003. Adventitious root cultures of *Panax ginseng* cv. Meyer and ginsenoside production through large-scale bioreactor system. **Journal of Plant Biotechnology** 5: 1-6.

Hajar, I.I., Kim, W.C., Abdalbasit, A.M. & Maznah, I. 2010. Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*Cucumis melo*) methanolic extracts. **Food Chemistry** 119: 643-647.

Halliwel, B. & Gutteridge, J.M.C. 1989. **Free radicals in biology and medicine.** 2nd edition. Clarendon Press, Oxford.

Kinsella, J.E., Frankel, E., German, B. & Kanner, J. 1993. Possible mechanism for the protection role of antioxidants in wine and plant food. **Food Technology** 4: 85-93.

Lichtenthaler, H.K. & Wellburn, A.R. 1985. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. **Biochemical Society Transactions** 11: 591-592.

Marschner, H., Horst, P., Martin, P. & Romheld, V. 1986. Root induced changes in the rhizosphere: Importance for the mineral nutrition of plants. **Zeitschrift für Pflanzenernaehung und Bodenkunde** 149: 441-456.

Nagendran, B., Kalyana, S. & Samir, S. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by products: Antioxidant activity, occurrence and potential uses. **Food Chemistry** 99: 191-203.

Negishi, T., Rai, H. & Hayatsu, H. 1997. Antigenotoxic activity of natural chlorophylls. **Mutation Research** 376: 97-100.

Piccaglia, R., Dellacecca, V., Marotti, M. & Giovanelli. 1993. Agronomic factors affecting the yield and the essential oil composition of peppermint (*Mentha piperita* L.). **Acta Horticulture** 344: 29-40.

Raab, W. 1998. Betacarotene in the prevention of skin cancer. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology** 11(S2): S300.

Rebeca, F.O., Maria, R. Beatriz, G.R. & Lourdes, G.G. 2011. DPPH-scavenging capacity of chloroplastic pigments and phenolic compounds of olive fruits (cv. Arbequina) during ripening. **Journal of Food Composition and Analysis** 24(6): 858-864.

Scalbert, A. & Williamson, G. 2000. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. Supplement: Chocolate: Modern science investigates an ancient medicine. **Journal of Nutrition** 130: 2073-2085.

Ursula, M.L.-M., Barros, R.M.C. & Sinnecker, P. 2005. Antioxidant activity of chlorophylls and their derivatives. **Food Research International** 38(8-9): 885-891.

Velioglu, Y.S., Mazza, G., Gao, L. & Oomah, B.D. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 46: 4113-4117.

Wang, H., Cao, G. & Prior, R. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry** 45(2): 304-309.

Yen, G.C. & Chen, H.Y. 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 43: 27-37.

THAI JOURNAL OF BOTANY 4 (1): 73-82. 2012.

วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 4 (1): 73-82. 2555.

การเก็บรักษาพันธุ์กล้วยไม้เขาแพะ (*Cleisostoma arietinum* (Rchb.f.) Garay) ในพื้นที่โคกภูตากาด้วยวิธี encapsulation dehydration

Genetic Conservation of *Cleisostoma arietinum* (Rchb.f.) Garay in the Region of Khok Phu Taka by Encapsulation-Dehydration

สุมนทิพย์ บุนนาค* ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์ จตุพร หงส์ทองคำ และ แสงเทียน แสงขาว
Sumontip Bunnag*, Piyada Theerakulpisut, Jatuporn Hongthongkham & Sangtien Sankhao

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

บทคัดย่อ. กล้วยไม้เขาแพะ (*Cleisostoma arietinum* (Rchb.f.) Garay) เป็นกล้วยไม้อีกชนิดหนึ่งที่หายาก การเก็บรักษาพันธุ์กล้วยไม้ จึงมีความจำเป็นเนื่องจากประชากรกล้วยไม้ลดลงอย่างรวดเร็ว การเก็บรักษาพันธุ์พืชโดยวิธี encapsulation-dehydration จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการเก็บรักษาพันธุ์พืชในระยะยาว โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้คือ เพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเมล็ดของกล้วยไม้เขาแพะ การชักนำเมล็ดให้เจริญเป็นโปรโตคอร์ม การเพิ่มจำนวนโปรโตคอร์ม และการหาสภาพที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาโปรโตคอร์ม ทำการเพาะเมล็ดกล้วยไม้เขาแพะในอาหารดัดแปลงสูตร MS (1962), VW (1949) และสูตร NDM (1993) เป็นเวลา 30 วัน พบว่าเมล็ดกล้วยไม้เขาแพะสามารถงอกและเจริญเป็นโปรโตคอร์มได้ดีที่สุดในอาหารสูตร NDM จากนั้นนำโปรโตคอร์มขนาด 0.5-1 มม. อายุประมาณ 45 วัน มาหุ้มด้วยสารละลาย Ca-alginate เพื่อให้ได้เมล็ดเทียม นำเมล็ดเทียมมาปรับสภาพเซลล์และเนื้อเยื่อโดยเพาะเลี้ยงในอาหารวุ้นสูตร NDM ที่เติมน้ำตาลซูโครส 0.25 โมลาร์ เก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 7 วัน แล้วย้ายลงในอาหารเหลวสูตร NDM ที่เติมน้ำตาลซูโครส 0.75 โมลาร์ เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำเมล็ดเทียมมาดึงน้ำออก โดยผึ่งบนซิลิกาเจลเป็นเวลา 0-120 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 และ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 7 วัน และนำเมล็ดเทียมมาทดสอบความมีชีวิตด้วยสารละลาย 2, 3, 5-Triphenyl Tetrazolium Chloride (TTC) ผลการศึกษาพบว่า เวลาในการดึงน้ำออกที่เหมาะสมที่สุดที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และ -80 องศาเซลเซียส คือ 90 และ 120 นาที ตามลำดับ โดยมีอัตราการรอดชีวิตร้อยละ 40 และ 60 ตามลำดับ

* Corresponding author: sumbun@kku.ac.th

Received: 16 October 2011
Accepted: 15 May 2012

ABSTRACT. *Cleisostoma arietinum* (Rchb.f.) Garay is a Thai orchid which is considered rare. The preservation of them is needed due to number of orchid population decreased rapidly. Encapsulation-dehydration is an alternative method for long-term preservation. This study was aimed to examine the suitable media for seed germination, protocorm induction and proliferation and also to establish the optimal condition for protocorm preservation. The seeds were germinated on modified MS (1962), VW (1949) and NDM (1993) media for 30 days. It was found that NDM medium greatly promoted seed germination and protocorm proliferation. The protocorms reaching a diameter of 0.5-1.0 mm, aged approximately 45 days, were encapsulated with Ca-alginate for artificial seed production. They were then precultured on NDM medium supplemented with 0.25 M sucrose for 7 days in the dark. After that, they were further precultured in NDM liquid medium supplemented with 0.75 M sucrose for 2 days. The precultured beads were subsequently dehydrated in a laminar air-flow cabinet using silica gel for 0-120 min. The dehydrated beads were then preserved under -20 and -80˚C for 3 and 7 days. Viability test by 2,3,5-Triphenyl Tetrazolium Chloride (TTC) indicated that the best dehydration time at -20˚C and -80˚C were 90 min. and 120 min., respectively. The survival rates at -20˚C and -80˚C were 40 and 60 %, respectively.

คำสำคัญ: เมล็ดเทียม, การดึงน้ำออก, กล้วยไม้เขาแพะ
KEYWORDS: artificial seed, dehydration, *Cleisostoma arietinum*

บทนำ

เทคนิคการทำเมล็ดเทียม (Artificial Seed Technique) เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่ช่วยในการเก็บรักษาพันธุ์กล้วยไม้ โดยใช้สารโซเดียมอัลจิเนตเป็นสารเคลือบโปรโตคอร์มให้มีลักษณะคล้ายกับเมล็ดจริงที่ได้จากธรรมชาติ ซึ่งก่อนที่จะนำโปรโตคอร์มมาหุ้มด้วยสารโซเดียมอัลจิเนตจะต้องมีการเพิ่มจำนวนโปรโตคอร์ม โดยจะเลี้ยงโปรโตคอร์มในอาหารเหลวแล้วนำไปวางบนเครื่องเขย่า ซึ่งมีความเร็วรอบประมาณ 80-120 รอบต่อนาที หากใช้ความเร็วมากเกินไปอาจทำให้เนื้อเยื่อได้รับอันตรายและตายได้ในที่สุด การผลิตเมล็ดเทียมจึงถือเป็นการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ ซึ่งสารเคลือบนี้จะทำหน้าที่เป็นเปลือกหุ้มเมล็ดที่สามารถต้านทานต่อการสูญเสียน้ำและสามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิที่ต่ำได้ โดยภายในเมล็ดเทียมจะมีอาหารสะสมอยู่ด้วย การทำเมล็ดเทียมจึงสามารถผลิตต้นพืชได้จำนวนมากภายในระยะเวลาอันสั้น ต้นพืชที่เกิดจากเมล็ดเทียมจะมีสารพันธุกรรมเหมือนกับต้นแม่ โดยสามารถนำมาใช้ทดแทนเมล็ดจริงหรือเมล็ดที่หาได้ยากและใกล้ที่จะสูญพันธุ์ เมล็ดที่มีอัตราการงอกตามธรรมชาติต่ำ รวมถึงเมล็ดที่มีการติดเชื้อโรคได้ง่าย

ดังนั้นการผลิตเมล็ดเทียมจึงเป็นวิธีการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการขยายพันธุ์พืชที่มีการดัดแปลงพันธุ์ และพืชที่มีปัญหาในเรื่องการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด

โดยที่ไม่ต้องรบกวนเมล็ดจริงจากธรรมชาติ และนอกจากจะใช้โปรโตคอร์มมาหุ้มด้วยสารเคลือบในการผลิตเมล็ดเทียมแล้วยังสามารถนำเนื้อเยื่อหรืออวัยวะส่วนต่างๆ ของพืช มาผลิตเป็นเมล็ดเทียมได้ เช่น เมล็ด โปรโตคอร์มไลค์บอดี้ ปลายยอด และปลายราก เป็นต้น (Nagananda *et al*., 2011)

ดังนั้นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเก็บรักษาพันธุ์กล้วยไม้เขาแพะในพื้นที่โคกภูตากา อ.เวียงเก่า จ.ขอนแก่น โดยเทคนิคการผลิตเมล็ดเทียม จึงถือเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเก็บรักษาพันธุ์กล้วยไม้หายาก เพื่อประโยชน์ทางการค้า และถือเป็นความรู้พื้นฐานที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเก็บรักษาพันธุ์กล้วยไม้อื่นต่อไป เพราะกล้วยไม้เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย และมีการส่งออกไปยังต่างประเทศ ซึ่งสร้างรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้แล้วความรู้จากการทำวิจัยยังเป็นความรู้พื้นฐานที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงและขยายพันธุ์กล้วยไม้ชนิดอื่นต่อไปได้ในอนาคต

วิธีดำเนินงาน

การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเมล็ดกล้วยไม้เขาแพะ

นำฝักกล้วยไม้เขาแพะอายุประมาณ 4 เดือน มาผ่านกระบวนการฟอกฆ่าเชื้อ โดยนำฝักกล้วยไม้มาล้างทำความสะอาด แล้วนำมาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวของฝัก โดยแช่ลงในเอทิลแอลกอฮอล์ 70% เขย่าประมาณ 5 นาที จากนั้นย้ายมาแช่ในสารละลายแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 1% ที่เติม Tween-20 เขย่าเป็นเวลาประมาณ 30 นาที ล้างออกด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 3 ครั้งๆ ละ 5 นาที จากนั้นนำฝักกล้วยไม้เขาแพะที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวแล้วมาตัดส่วนหัวและปลายออกเล็กน้อยแล้วผ่าตามแนวยาวของฝัก จากนั้นค่อยๆ เขี่ยเอาเมล็ดกล้วยไม้ลงในอาหารแข็ง 3 สูตรๆ ละ 5 ขวด ได้แก่ อาหารสูตร MS (Murashige & Skoog, 1962) ดัดแปลงที่เติมน้ำมะพร้าว 30% (v/v) อาหารสูตร VW (Vacin & Went, 1949) ดัดแปลงที่เติมน้ำมะพร้าว 30% (v/v) และอาหารสูตร NDM (Tokuhara & Mii, 1993) ดัดแปลงที่เติมน้ำต้มมันฝรั่ง 1% (w/v) โดยทำการเพาะเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำการเพาะเลี้ยงจนกระทั่งเมล็ดเจริญไปเป็นโปรโตคอร์ม

การศึกษาขั้นตอนการผลิตเมล็ดเทียมจากโปรโตคอร์มของกล้วยไม้เขาแพะ

คัดเลือกโปรโตคอร์มกล้วยไม้เขาแพะที่มีขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร อายุประมาณ 45 วัน มาแยกโปรโตคอร์มออกเป็นเดี่ยวๆ แล้วนำมาแช่ในสารละลายโซเดียมอัลจิเนต ความเข้มข้น 3% จากนั้นนำมาหยดลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 100 mM เขย่าเบาๆ ประมาณ 20 นาที นำเมล็ดเทียมที่ได้มาล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 2 ครั้งๆ ละ 5 นาที และซับให้แห้งด้วยกระดาษที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว

การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดึงน้ำออกและการเก็บรักษาเมล็ดเทียมไว้ที่อุณหภูมิ -20 และ -80 องศาเซลเซียส

นำเมล็ดเทียมที่เลี้ยงในอาหารแข็งสูตร NDM ที่มีน้ำตาลซูโครส 0.25 โมลาร์ ไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในที่มืดเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นจึงย้ายมาเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร NDM ที่เติมน้ำตาลซูโครส 0.75 โมลาร์ ให้ได้รับแสง 400 ไมโครโมลต่อโมล เป็นเวลา 2 วัน

แล้วนำเมล็ดเทียมมาดึงน้ำออก โดยผึ่งเมล็ดเทียมไว้บนซิลิกาเจล (ใช้ซิลิกาเจล 20 กรัม ต่อ เมล็ดเทียม 30 เมล็ด) เป็นระยะเวลา 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที ตามลำดับ จากนั้นนำเมล็ดเทียมที่ผ่านการดึงน้ำออกมาชั่งหาน้ำหนักสด แล้วนำไปอบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้งเพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณน้ำภายในเซลล์ จากนั้นนำเมล็ดเทียมที่ผ่านการดึงน้ำออกแล้วมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 และ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 7 วัน เมื่อครบกำหนดนำมาละลายน้ำแข็งโดยแช่ในอ่างน้ำที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที และนำเมล็ดเทียมไปแช่ในสารละลาย TTC (2, 3, 5-Triphenyl Tetrazolium Chloride) เพื่อทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดเทียมหลังจากที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ

ผลการวิจัย

การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเมล็ดกล้วยไม้เขาแพะ

จากการเพาะเลี้ยงเมล็ดกล้วยไม้เขาแพะบนอาหารสังเคราะห์ 3 สูตร คือ อาหารดัดแปลงสูตร MS, อาหารดัดแปลงสูตร VW และ อาหารดัดแปลงสูตร NDM เป็นเวลา 30 วัน เพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดกล้วยไม้ พบว่าเมล็ดกล้วยไม้เขาแพะสามารถงอก และเจริญเป็นโปรโตคอร์มได้ดีบนอาหารสูตร NDM ซึ่งจากการทดลองพบการเจริญได้ทั้งหมด 5 ขวด คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมา เป็นอาหาร MS พบการเจริญทั้งหมด 3 ขวด คิดเป็นร้อยละ 60 ส่วนในอาหารสูตร VW พบว่าเมล็ดสามารถเจริญเป็นโปรโตคอร์มได้น้อยที่สุด โดยพบการเจริญเพียง 2 ขวด คิดเป็นร้อยละ 40 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อัตราการเจริญของโปรโตคอร์มในอาหารดัดแปลงสูตร NDM, MS และ VM

สูตรอาหาร	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5	ร้อยละการเจริญของโปรโตคอร์ม
NDM	1	1	1	1	1	100
MS	1	0	0	1	1	60
VW	1	0	1	0	0	40

หมายเหตุ: 1 หมายถึง มีการเจริญของโปรโตคอร์ม, 0 หมายถึง ไม่มีการเจริญของโปรโตคอร์ม

นอกจากนี้ยังพบว่าโปรโตคอร์มที่เจริญบนอาหารสูตร NDM มีลักษณะกลม และมีสีเขียวเข้มกว่าโปรโตคอร์มที่เจริญบนอาหารสูตร MS และสูตร VW ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ดีของโปรโตคอร์มและเหมาะสมที่นำไปใช้ในการผลิตเมล็ดเทียม (ภาพที่ 1)

การศึกษาขั้นตอนการผลิตเมล็ดเทียมจากโปรโตคอร์มของกล้วยไม้เขาแพะ

หลังจากเพาะเลี้ยงเมล็ดของกล้วยไม้เขาแพะให้เจริญเป็นโปรโตคอร์ม แล้วเพาะเลี้ยงต่อไปจนได้ขนาดและอายุของโปรโตคอร์มที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการผลิตเมล็ดเทียมคือมีขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (อายุประมาณ 45 วัน) นำโปรโตคอร์มที่ได้ไปหุ้มด้วยสารอัลจิเนตให้เกิดเป็นเมล็ดเทียม จากการทดลองพบว่าเมล็ดเทียมที่ได้มีลักษณะกลม ใส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3±0.5 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2 และ 3)

การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดึงน้ำออกและการเก็บรักษาเมล็ดเทียมไว้ที่อุณหภูมิ -20 และ -80 องศาเซลเซียส

ศึกษาการดึงน้ำออกจากเมล็ดเทียมโดยผึ่งเมล็ดเทียมบนซิลิกาเจลในตู้ปลอดเชื้อ เป็นเวลา 0-120 นาที จากนั้นนำเมล็ดเทียมไปชั่งหาน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพื่อหาปริมาณน้ำภายในเซลล์ ส่วนที่เหลือนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 และ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 7 วัน และนำมาทดสอบความมีชีวิตด้วยสารละลาย TTC จากการทดลองพบว่าน้ำหนักของเมล็ดเทียมจะลดลงตามระยะเวลาในการดึงน้ำออก โดยพบว่าเมล็ดเทียมของกล้วยไม้เขาแพะสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 และ -80 องศาเซลเซียส ได้นานถึง 7 วัน ระยะเวลาที่เหมาะสมในการดึงน้ำคือ 90 และ 120 นาที อัตราการรอดชีวิตสูงสุดเท่ากับร้อยละ 40 และ 60 ตามลำดับ (ภาพที่ 4 และ 5) และพบว่าลักษณะของโปรโตคอร์มที่มีชีวิตจะติดสีแดง แต่เมล็ดเทียมที่ไม่มีชีวิตจะไม่ปรากฏสีแดงที่โปรโตคอร์ม (ภาพที่ 6) ปริมาณน้ำภายในเซลล์ที่ผ่านกระบวนการดึงน้ำออกที่เวลา 0, 30, 60 90 และ 120 นาที เมื่อนำผลไปวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนทางสถิติโดยโปรแกรม SPSS 16 ด้วยวิธี One-Way ANOVA พบว่าปริมาณน้ำภายในเซลล์ที่ลดลงในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ -20 และ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 7 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาพที่ 7 และ 8)

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเมล็ดกล้วยไม้เขาแพะ โดยเพาะเลี้ยงในอาหาร 3 สูตร ได้แก่ อาหารดัดแปลงสูตร MS อาหารดัดแปลงสูตร VW และอาหารดัดแปลงสูตร NDM สูตรละ 5 ขวด เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลาประมาณ 1 เดือน พบว่าเมล็ดกล้วยไม้เขาแพะสามารถเจริญไปเป็นโปรโตคอร์มได้ดีในอาหารสูตรดัดแปลง NDM ซึ่งพบการเจริญได้ทั้งหมด 5 ขวด คิดเป็นร้อยละ 100 รองลงมาเป็นอาหารสูตรดัดแปลง MS พบการเจริญทั้งหมด 3 ขวด คิดเป็นร้อยละ 60 ส่วนในอาหารสูตรดัดแปลง VW พบว่าเมล็ดสามารถเจริญเป็นโปรโตคอร์มได้น้อยที่สุด โดยพบการเจริญเพียง 2 ขวด คิดเป็นร้อยละ 40 ดังนั้นสรุปได้ว่าเมล็ดกล้วยไม้เขาแพะสามารถเจริญเป็นโปรโตคอร์มได้ดีที่สุดในอาหารสูตรดัดแปลง NDM ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ สุฑารัตน์ คนขยัน (2549) ที่พบว่า

เมล็ดของกล้วยไม้เอื้องคำสามารถเจริญเป็นโปรโตคอร์มได้ดีในอาหารแข็งสูตรดัดแปลง NDM เช่นเดียวกัน และพบว่าโปรโตคอร์มของกล้วยไม้เขาแพะที่เจริญในอาหารสูตรดัดแปลง NDM ยังมีลักษณะสีเขียวกว่าโปรโตคอร์มที่เจริญในอาหารสูตรดัดแปลง MS และสูตรดัดแปลง VW อาจเป็นเพราะว่าในอาหารแต่ละสูตรมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และสารในกลุ่มวิตามินที่แตกต่างกัน ซึ่งพืชแต่ละชนิดก็มีความต้องการปริมาณสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของอวัยวะส่วนต่างๆ ที่ไม่เท่ากัน (Akter *et al*., 2007) โดยจากการทดลองในครั้งนี้พบการเจริญของโปรโตคอร์มในอาหารสูตรดัดแปลง NDM มากที่สุด

จากการศึกษาขั้นตอนการผลิตเมล็ดเทียมโดยนำโปรโตคอร์มกล้วยไม้เขาแพะที่มีขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร อายุประมาณ 45 วัน มาหุ้มด้วยสารอัลจิเนตให้เกิดเป็นเมล็ดเทียม จากการทดลองพบว่าเมล็ดเทียมที่ได้มีลักษณะกลม ใส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3±0.5 มิลลิเมตร และพบว่าสารอัลจิเนตที่นำมาผลิตเมล็ดเทียมมีคุณสมบัติที่ดีเพราะทำให้ได้เมล็ดเทียมที่มีความยืดหยุ่น และมีการระบายอากาศดี สอดคล้องกับการรายงานของ Patel *et al*. (2000) ที่พบว่าสารอัลจิเนตมีคุณสมบัติที่ดีคือ ช่วยป้องกันอันตรายให้กับชิ้นส่วนพืช และที่สำคัญไม่ต้องใช้ความร้อนในการสร้างเจลให้เกิดเป็นแคปซูล แต่เกิดจากการแลกเปลี่ยนของไอออนระหว่าง Na^+ กับ Ca^+ ทำให้เกิดการสร้างเจลหรือทำให้เกิดแคปซูลได้สารละลายแคลเซียมถูกใช้เป็น complexing matrix เนื่องจากสามารถทำให้หยดของสารละลายอัลจิเนตที่เคลือบชิ้นส่วนอยู่เปลี่ยนเป็นแคปซูลที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าการใช้ ion solution ชนิดอื่นๆ โดยแคปซูลที่ได้จะมีความยืดหยุ่น มีลักษณะกลม และมีความทนทาน นอกจากนี้ยังพบว่าขนาดและอายุของชิ้นส่วนพืชถือได้ว่ามีความสำคัญต่ออัตราการรอดชีวิตของเมล็ดเทียมหลังจากนำไปเพาะเลี้ยง (Engelman, 2004) เนื่องจากถ้าชิ้นส่วนพืชมีขนาดใหญ่เกินไปอาหารที่สะสมอยู่ภายในเมล็ดเทียมอาจจะไม่เพียงพอสำหรับการเจริญ แต่ถ้าชิ้นส่วนพืชมีขนาดเล็กเกินไปก็อาจทำให้เกิดการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็ว ชิ้นส่วนพืชอาจแห้งตายได้

จากการนำเมล็ดเทียมมาผ่านขั้นตอน Preculture ถือเป็นการปรับสภาพเซลล์และเนื้อเยื่อให้พร้อมก่อนที่จะนำไปดึงน้ำออกจากเมล็ดเทียมซึ่งเนื้อเยื่อพืชอาจเกิดภาวะเครียดได้จากการสูญเสียน้ำ ซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการรอดชีวิตของเมล็ดเทียม โดยมีการรายงานจาก Maneerattanarungroj (2008) กล่าวว่าในขั้นตอน Preculture ที่นำเมล็ดเทียมมาเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร NDM ที่เติมน้ำตาลซูโครส 0.25 โมลาร์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในที่มืดเป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นย้ายมาเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร NDM ที่เติมน้ำตาลซูโครส 0.75 โมลาร์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ก่อนนำไปดึงน้ำออก เป็นขั้นตอนที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับชิ้นส่วนพืชให้สามารถปรับตัวได้เมื่อนำไปดึงน้ำออก และช่วยส่งเสริมอัตราการรอดชีวิตให้เพิ่มสูงขึ้น หลังจากที่นำเมล็ดเทียมมาผ่านขั้นตอน Preculture แล้วจึงนำเมล็ดเทียมไปดึงน้ำออกโดยผึ่งบนซิลิกาเจลในตู้ปลอดเชื้อ ซึ่งพบว่าการดึงน้ำออกโดยใช้วิธีผึ่งบนซิลิกาเจลจะช่วยประหยัดเวลาในการดึงน้ำออกจากเมล็ดเทียมได้ดีกว่าการผึ่งลมในตู้ปลอดเชื้อซึ่งจะใช้เวลานานกว่า (Maneerattanarungroj *et al*., 2007) การเก็บรักษาเมล็ดเทียมของกล้วยไม้เขาแพะที่อุณหภูมิ

-20 และ -80 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นานถึง 7 วัน ระยะเวลาในการดึงน้ำออกที่เหมาะสม คือ 90 และ 120 นาที ซึ่งทำให้เมล็ดเทียมมีอัตราการรอดชีวิตสูงสุดเท่ากับร้อยละ 40 และ 60 ตามลำดับ จากการทดลองเมล็ดเทียมที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่าเมล็ดเทียมที่เก็บในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส โดยลักษณะของเมล็ดเทียมที่มีชีวิตโปรโตคอร์มจะติดสีแดง แต่เมล็ดเทียมที่ไม่มีชีวิตจะไม่ปรากฏสีแดงที่ส่วนของโปรโตคอร์ม ส่วนปริมาณน้ำภายในเซลล์ที่ผ่านกระบวนการดึงน้ำออกที่เวลา 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที เมื่อนำผลปริมาณน้ำภายในเซลล์ไปวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS 16 ด้วยวิธี One-Way ANOVA พบว่าปริมาณน้ำภายในเซลล์ที่ลดลงในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแต่ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ -20 และ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 7 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สอดคล้องกับงานวิจัยของสุฑารัตน์ คนขยัน (2550) พบว่าปริมาณน้ำภายในเซลล์ที่ผ่านการดึงน้ำออกที่เวลา 0, 15, 30, 45 และ 60 นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ส่วนอัตราการรอดชีวิตของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันทำให้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการดึงน้ำออกต่างกัน โดยมีการรายงานว่าถ้ามีการกำจัดน้ำออกมากเกินไปจะทำให้แรงดันออสโมติกของเซลล์เปลี่ยนแปลงมากจนเกิดผลทางลบกับความมีชีวิตรอดของเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียหาย เมล็ดเทียมจึงมีอัตราการรอดชีวิตลดลง (Timbert *et al*., 1996) หรืออาจเป็นผลมาจากการที่โปรโตคอร์มเหลือน้ำภายในเซลล์น้อยเกินไป จึงต้องอาศัยเวลาในการดึงน้ำกลับคืนสู่เซลล์ ทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีภายในเซลล์เกิดขึ้นได้ช้ากว่าปกติ (Saranga *et al*., 1992)

จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่าการเก็บรักษาพันธุ์กล้วยไม้เขาแพะโดยการใช้เทคนิคการทำเมล็ดเทียม จะสามารถนำไปใช้เป็นความรู้พื้นฐานในการเก็บรักษาพันธุ์พืชที่หายากและอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ในระยะยาว และอาจเป็นประโยชน์ในด้านการทำเป็นธุรกิจการค้าต่อไปในอนาคต เนื่องจากการเก็บรักษาพันธุ์พืชด้วยวิธีดังกล่าวจะสามารถเก็บรักษาได้นาน ประหยัดพื้นที่ในการเก็บรักษา และสามารถขนส่งได้สะดวก สำหรับงานวิจัยขั้นตอนต่อไปคือการนำเมล็ดเทียมไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจเก็บรักษาเมล็ดเทียมได้นานขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทอุดหนุนทั่วไป งบประมาณเพื่อการวิจัยประจำปี 2552 และขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา ที่ให้ความสะดวกเกี่ยวกับสถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สุฑารัตน์ คนขยัน. 2549. การอนุรักษ์กล้วยไม้เอื้องคำ **(*Dendrobium chrysotoxum* Lindl.)** โดยใช้เทคนิคเมล็ดเทียม. โครงงานวิจัย สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

_____. 2550. การเก็บรักษากล้วยไม้เอื้องเงิน **(*Dendrobium draconis* Rchb.f.)** โดยใช้เทคนิคเมล็ดเทียม. การศึกษาพิเศษทางชีววิทยา สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Akter, S., Nasiruddin, K.M. & Khaldum, A.B.M. 2007. Organogenesis of *Dendrobium* orchid using traditional media and organic extracts. **Journal of Agriculture and Rural Development** 5(1-2): 30-35.

Engelman, F. 2004. Plant cryopreservation: progress and prospects. ***In vitro* Cellular and Developmental Biology - Plant** 40: 427-433.

Maneerattanarungroj, P. 2008. **Cryopreservation of some rare species of Thai orchid using encapsulation-dehydration method.** Ph.D. Thesis, Khon Kaen University.

Maneerattanarungroj, P., Bunnag, S. & Monthatong, M. 2007. *In vitro* conservation of *Cleisostoma arietinum* (Rchb.f.) Garay, rare Thai orchid species by an encapsulation-dehydration method. **Asian Journal of Plant Science** 6(8): 1235-1240.

Murashige, T. & Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum** 15: 473-497.

Nagananda, G.S., Satishchandra, N & Rajath, S. 2011. Regeneration of encapsulated protocorm like bodies of medicinally important vulnerable orchid *Flickingeria nodosa* (Dalz.) Seidenf. **International Journal of Botany** 7(4): 310-313.

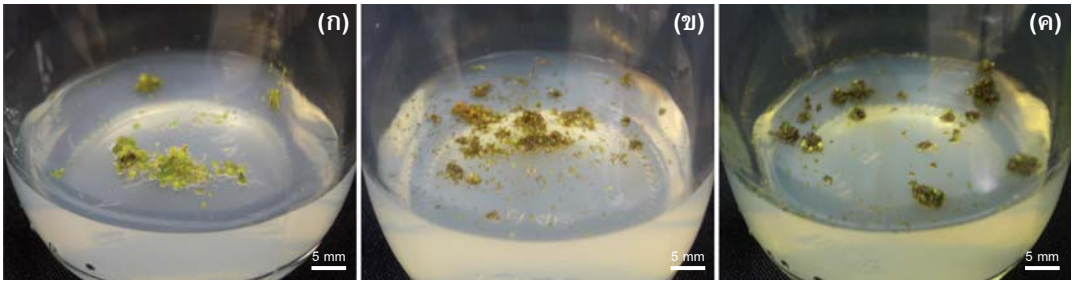
Patel, A.V., Pusch, I., Mix-Wagner, G. & Vorlop, K.D. 2000. A novel encapsulation technique for the production of artificial seeds. **Plant Cell Reports** 19: 868-874.

Saranga, Y., Kim, Y.-H. & Janick, J. 1992. Changes in tolerance to partial desiccation and in metabolite content of celery somatic embryos induced by reduced osmotic potential. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 117(2): 342-345.

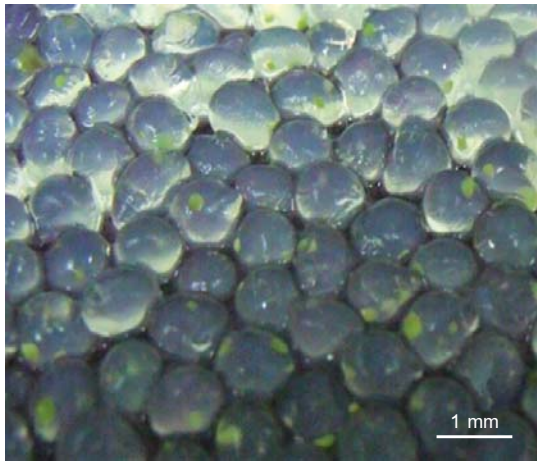
Timbert, R., Barbotin, J.N. & Thomas, D. 1996. Effect of sole and combined pre-treatments on reserve accumulation, survival and germination of encapsulated and dehydrated carrot somatic embryos. **Plant Science** 120: 223-231.

Tokuhara, K & Mii, M. 1993. Micropropagation of *Phalaenopsis* and *Doritaenopsis* by culturing shoot tips of flower stalk buds. **Plant Cell Reports** 13: 7-11.

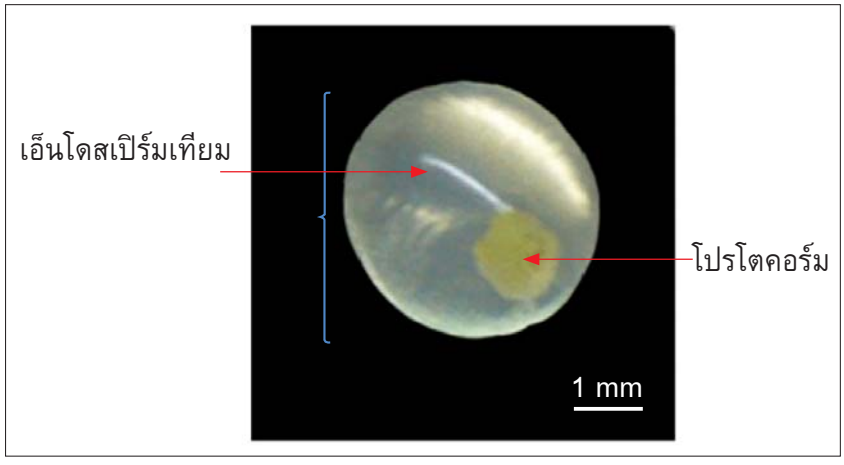
Vacin, E. & Went, F. 1949. Some pH changes in nutrient solutions. **Botanical Gazette** 110: 605-613.



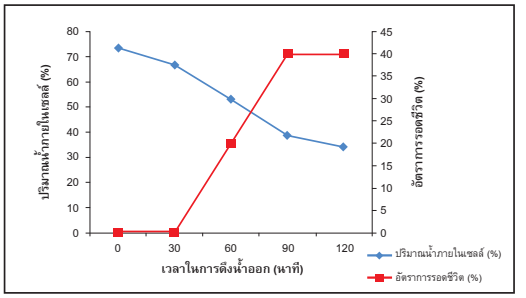
ภาพที่ 1 การเจริญของเมล็ดกล้วยไม้เขาแพะที่เพาะเลี้ยงบนอาหารดัดแปลงสูตร (ก) NDM, (ข) MS และ (ค) VM



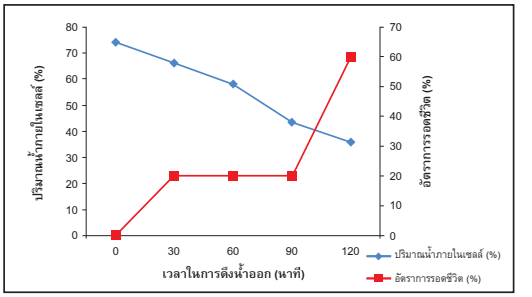
ภาพที่ 2 ลักษณะเมล็ดเทียมที่ได้จากการทดลอง



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของเมล็ดเทียม

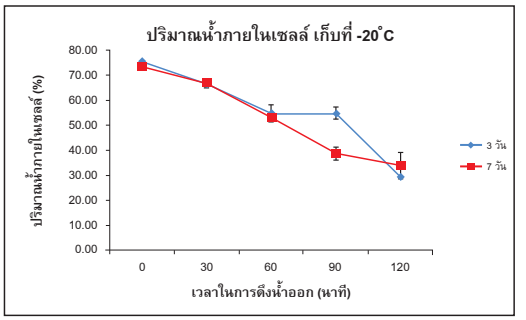


ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำภายในเซลล์และอัตราการรอดชีวิตของเมล็ดเทียมที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

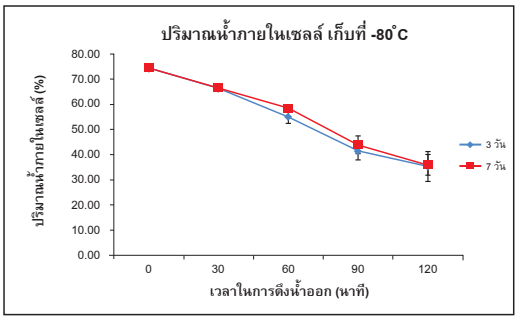


ภาพที่ 5 ปริมาณน้ำภายในเซลล์และอัตราการรอดชีวิตของเมล็ดเทียมที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

ภาพที่ 6 การตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดเทียมโดยใช้สารละลายTTC (ซ้าย) โปรโตคอร์มไม่มีชีวิต, (ขวา) โปรโตคอร์มที่มีชีวิต



ภาพที่ 7 ปริมาณน้ำภายในเซลล์ของเมล็ดเทียมที่เก็บในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 7 วัน



ภาพที่ 8 ปริมาณน้ำภายในเซลล์ของเมล็ดเทียมที่เก็บในอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 7 วัน

THAI JOURNAL OF BOTANY 4 (1): 83-94. 2012.

วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 4 (1): 83-94. 2555.

The effects of distance from the urban center on plant diversity and composition in homegardens of Shan communities in Thailand

Prateep Panyadee*, Natcha Sutjaritjai & Angkhana Inta

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 52000, Thailand

Abstract. Homegardens are traditional farming systems which located within homesteads, continuously cultivated by and for households to ensure comprehensive household's nutrient requirements as their main function. In this study, we investigated plant diversity, homegarden composition and the effects of distance from urban centers on plant diversity and composition in homegardens. Field surveys were conducted between October 2010 and October 2011 in three villages; Tham Lod, Mae La Na and Poong Yam, in Pang Mapha District, Mae Hong Son Province. In each village, at least 10 households were randomly selected. The owner of each homegarden was interviewed by a semi–structure method including vernacular name, used parts and method. A total of 243 plants species were recorded in this study. Most of them were used as foods (36.5%) and ornaments (24.9%). Additionally, the study has showed slightly negative effects of distance from urban center on plant diversity but showed more effects on plant similarities, particularly medicinal plants.

Keywords: agrobiodiversity, edible plants, ethnobotany, Pang Mapha, Mae Hong Son

Introduction

Homegardens are a traditional farming system in which diverse plant species, mostly including fruits, vegetables, ornamental and shade plants, are continuously cultivated by and for households to ensure comprehensive household nutrient requirements as its main function (Fernandes & Nair, 1986). Homegardens are usually locates within no more than 10 minutes walked from homestead (Fernandes & Nair, 1986; Sunwar *et al.*, 2006). These cultivated plants provide household immediate needs and guarantee food supply during unfavorable times or disruptive events (Galluzzi *et al.*, 2010). Besides plant cultivation, homegardens also serve other household activities such as households' leisure places and as small-scale experimental sites for new plants (Hoogerbrugge & Fresco, 1993). Not only providing benefits to households,

* Corresponding author: joke.bio@gmail.com

Received: 4 January 2012
Accepted: 17 May 2012

homegardens also serve as biodiversity reservoirs at all three levels: genetic, species and ecological.

Plant diversity is often used as a biological health indicator (Naeem, 2002) and homegardens are one of the systems that have high diversity. The diversity in homegardens is affected by several factors which are classified into four categories: agro-ecological factors, homegarden's characteristics, social-economic factors and gardener's characteristics (Wiersum, 2006). Among these factors, social-economic factors, especially urbanization, seem to play important roles in changing function from subsistence to ornaments (Kehlenbeck *et al.*, 2007) and reducing homegarden size, leading to decrease in plant richness (Galluzzi *et al*., 2010). However, urban and suburban homegardens still serve multiple functions for households: food, breeding and experimental sites for both livestock and plants, and also modifying microclimate (Smith *et al.*, 2006).These functions of homegardens are mostly maintained and determined by their biodiversity.

Pang Mapha district is located in Mae Hong Son province, in the northwest of Thailand. Most of the area is covered with mountains with few plains between hills. The populations in Pang Mapha are composed of several hill tribes with major groups including Shan, Karen, Lisu, Lahu and Hmong. Due to the high mountains that separate this district from other regions, life styles of people still rely on nature, so homegardens still play important roles in their subsistence. Shan, called 'Tai Yai' (Fig. 1) by Thai people is an ethnic group which prefers permanent settlement to migration for shifting cultivation. This results in complex homegardens which accumulate both plant species and ethnobotanical knowledge through many generations, however there has been little homegarden research in Thailand (e.g. Moreno-Black *et al.*, 1996; Gajaseni and Gajaseni, 1999) and no such research focuses on Shan communities. This study aims at surveying and analyzing plant diversity and function in these homegardens. We also investigate the effect of distance from urban centers on plant components and diversity of homegardens.

MATERIALS AND METHOD

Data surveys were conducted during October 2010 to October 2011 in Pang Mapha District, Mae Hong Son Province, northwestern Thailand. Three Shan villages were selected and at least 10 homegardens in each village were surveyed. In each homegarden, the owner was interviewed by the semi-structure method. Main questions included plant's vernacular names and use methods. Plant materials were collected for identification. To complete our objectives, the criteria for village selection were developed, included:

- The selected villages should be composed most of Shan people with small numbers of other tribes.
- At least one village should be located near an urban center and another located far from urban centers.

From these criteria we chose two villages located near an urban center: Tham Lod village and Mae Lana village, and one village located far from urban centers: Poong Yam village, as study sites (Fig. 2).

Plants in homegardens were grouped into eight categories including food, food additive, medicine, ornament, animal food, material, social uses and other uses (Cook, 1995). Except for weeds, all plants both cultivated and non-cultivated were recorded.

The average number of plants per village was calculated by the program PASW statistics 18 which was also used for calculating mean percentages of plants species in each groups. The Shannon diversity index and Jacquard's similar index were calculated by PAST version 2.12.

Results and Discussion

Plant species richness in Shan homegardens

Homegardens in this study were all located in homesteads with clear boundaries of fences or walls. Most household leaders were farmers who owned their farms outside the villages. Homesteads in all villages were located near hill sides and some homegardens were located on high slopes. There were not clear boundaries between house areas and homegardens. Therefore it was difficult to measure the size of both homesteads and homegardens. To avoid the effect of homegarden size we chose homegardens which had size approximately 50-60 m^2 which were the most common homegarden sizes. A total of 243 plant species were identified, which were grouped into eight categories. The table shows the average number and range of plant species and plant diversity in each village (Tables 1-4). These high numbers of plant species were also mentioned in many studies (Fernandes & Nair, 1986; Kumar & Nair, 2004; Peyre *et al.*, 2006; Sunwar *et al*., 2006; Tiyakoat *et al.*, 2010). The greatest advantage of high diversity in a homegarden for a household is serving all of the household's needs, especially food.

Dominant plant species in Shan homegardens

Crop plants were the dominant species in most homegardens because the homegardens were important household nutrient sources (Hoogerbrugge & Fresco, 1993; Mendez *et al.*, 2001; Trinh *et al.*, 2003; Yongneng *et al.*, 2006). Among many types of crop plants vegetables were the predominant crops in the homegardens. Most of them were annual or perennial herbs. These plants were suited to homegarden because they did not need large spaces. This was one of the factors that determined choice of plant species in homegardens (Hodel *et al.*, 1999; Abdoellah *et al.*, 2001; Quiroz *et al.*, 2001; Kehlenbeck *et al.*, 2007). In their study, the six most common vegetables were *Acacia pennata* (L.) Willd. subsp. *insuavis* (Lace) I.C. Nielsen, *Solanum xanthocarpum* Schrad., *Moringa oleifera* Lam., *Bauhinia purpurea* L., *Cucurbita moschata* Duchesne and *Trevesia palmata* (Roxb. ex Lindl.) Vis. Herb and shrub vegetables were suited to

homegardens because they needed small spaces for growing or could be planted in pots. Four of six most common vegetables were shrubs. Beside small space needs, they were easy to cultivate, needed less cares and also produced sufficient products all year round.

However, it should be noted that the five most common species in this study were lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf), chili pepper (*Capsicum frutescens* L.), mango (*Mangifera indica* L.), galangal (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) and ribbon dracaena (*Dracaena sanderiana* Mast.) (Table 1, Fig. 3). Among these plants, three of them (lemongrass, chili pepper and galangal) were grouped in the food additive category. Compare with the food group, this group had lesser species richness but they were very important spices in many kinds of foods. Plants in this group were mostly small plants (herbs or small shrubs), therefore they needed small spaces or could be planted in pots. From these reasons they were commonly present in each homegarden. Trees were one of the most important components in homegardens. Most trees cultivated in home gardens were fruit trees. They also provided shade for both homestead and lower plants. Moreover they also provided soil nutrients from their litter (Gajaseni & Gajaseni, 1999). Mango trees were cultivated easily and they also provided, besides delicious fruit, young leaves which were consumable as a vegetable by some households. From these reasons mango was the most popular tree among trees cultivated in Shan homegardens.

Ornamental and social use plant species

Ornamental plants were the next largest group found in this study, second only to edible groups. This group had both high species richness and proportion in all homegardens. The five ornamental plants most commonly found in different homegardens were *Euphorbia milii* Des Moul., *Rosa* spp., *Zephyranthes rosea* Lindl., *Cuphea hyssopifolia* Humb., Bonpl. & Kunth, and *Hibiscus rosa-sinensis* L. As with ornamental plants, most socially used plants species also had showy leaves or flowers, particularly plants which were placed daily in the shrines. Although, these plants also used as household decoration, they are grouped in a separate category due to their main function. Among these plants, ribbon dracaena (*Dracaena sanderiana* Mast.), palm lily (*Cordyline fruticosa* Gopp.) and *Belamcanda chinensis* (L.) DC. were the most common species. The first two, ribbon dracaena and palm lily, were commonly placed daily on the shrines and the third was popular for cultivation because it was believed to have supernatural power which can prevent misfortune and evil.

Medicinal plant diversity

Although edible and ornamental plant richness was very high, medicinal plants were rarely found in homegardens. Among all the homegardens in all three villages, only 16 species were found. Among these, only two species: *Sida acuta* Burm.f. and *Plantago major* L. were found in all villages. Both of these plants grew spontaneously in homegardens.

Sometimes they were considered as weeds by gardeners.

According to the interviews, we found that Shan people did not prefer to cultivate medicinal plants in their homegardens. Most medicinal plants were gathered from forests outside the villages by herbalists in each village. These herbalists believe that medicinal plants which grow spontaneously in natural forests possess more powerful medicinal effect than medicinal plants cultivated in homegardens.

The effects of distance from urban center on plant diversity and components

In this study we found that Tham Lod village had highest number of both total plant species per village and average number of plant species per homegarden while Poong Yam village had lowest of these numbers (Table 2).

Tham Lod village had highest plant diversity, using the Shannon index, however it differed slightly from other two villages (Table 2). Poong Yam village, the farthest village from an urban center, had the lowest diversity. These results might be due to the negative effect of distance from urban center. The percentages of number of plant species in each group is presented in Table 3. In all three villages, food plants and ornamental plants, respectively, have the highest percentages. The high proportion of both edible plants (food and food additive plants) and ornamental plants with low proportion of other plant groups found in this study were rather different from other homegardens surveys in different parts of the world (Blanckaert *et al.*, 2004; Albuquerque *et al*., 2005; Thompson *et al.*, 2010). The differences between these proportions of plant groups resulted mainly from the preferences of homegarden owners (Gajaseni & Gajaseni, 1999; Kumar & Nair, 2004).

Comparing between each village, there were no significance differences between percentages of food additive, food, medicinal plants, social uses and other uses in all three villages. In other groups, fodder groups had shown a difference of percentage between Tham Lod and Mae Lana villages but there shown no significant differences between these two villages and Poong Yam village. On the other hand, there were significant differences in percentages of ornamentals between Tham Lod and Poong Yam but there was no significant difference between Mae Lana and other villages. The last group, medicinal plants, showed a significant difference between the village near the urban center (Tham Lod and Ma Lana) and village far from the urban center (Poong Yam).

Table 1. Some of the most common plant species grown in homegardens.

Scientific name	Use categories	Sub-use categories	% present	Note
Acacia pennata (L.) Willd. subsp. *insuavis* (Lace) I.C. Nielsen	Food	Vegetable	41.67	
Alpinia galanga (L.) Willd.	Food additive	Essences	64.58	
Artocarpus heterophyllus Lam.	Food	Dessert fruits	45.83	Young fruits are also consumed (soup and spicy salad).
Belamcanda chinensis (L.) DC.	Social use	Religion	45.83	This plant is believed to have supernatural power which protect household's member from misfortune and evil.
Capsicum frutescens L.	Food additive	Spice	70.83	
Carica papaya L.	Food	Dessert fruits	56.25	
Codiaeum variegatum Blume	Social use	Religion	39.58	
Cordyline fruticosa Gopp.	Social use		50.00	This plant is often placed daily on household's shrine.
Cymbopogon citratus Stapf	Food additive	Essences	72.92	
Dracaena sanderiana Mast.	Social use	Religion	64.58	This plant is often placed daily on household's shrine.
Euphorbia milii Des Moul.	Ornament		54.167	Some households believed that this plant has supernatural power which provides good luck to them.
Lycopersicon esculentum Mill.	Food additive	Souring agents	43.75	
Mangifera indica L.	Food	Dessert fruits	66.67	Young leaves are also consumed as vegetable.
Musa sapientum L.	Food	Dessert fruits	45.83	This is a multipurpose plant, all parts are also used but it grouped in this category due to its primary function.
Ocimum tenuiflorum L.	Food additive	Essences	58.33	
Psidium guajava L.	Food	Dessert fruits	43.75	
Rosa spp.	Ornament		45.83	
Solanum xanthocarpum Schrad.	Food	Vegetable	39.58	
Tamarindus indica L.	Food	Dessert fruits	41.67	
Zephyranthes rosea Lindl.	Ornament		37.50	

FIGURE 1. Shan life style. A. House in Poong Yam village; B. Shan temple; C. An old man in selected household wearing headdress, characteristic of Shan culture; D. Potted plants in Shan homegarden; E. Shrine of household god which is always decorated daily with showy flower mostly from homegarden.

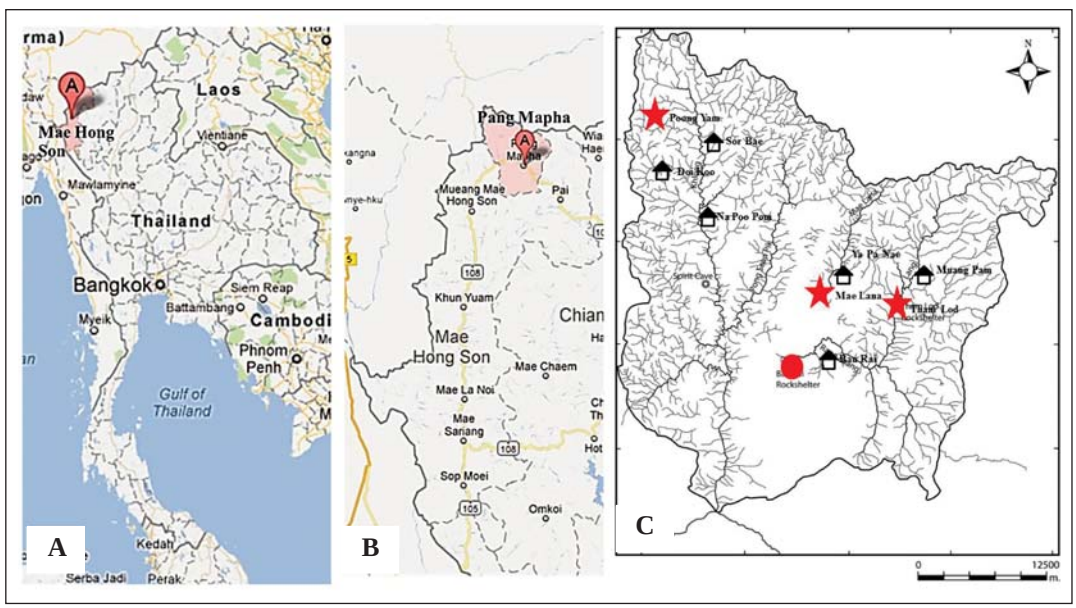


FIGURE 2. A. Letter A indicates the location of Mae Hong Son Province; B. Letter A indicates the location of Pang Mapha District; C. location of some villages in Pang Mapha District. The studied villages are shown as stars and the closed circle shows an urban center. (source of image A. and B. from http://maps.google.com and C. adapted from Rasmi, 2006.)

FIGURE 3. Some of the most common plant species found in Shan homegardens. A. *Cymbopogon citratus* Stapf; B. *Capsicum frutescens* L.; C. *Mangifera indica* L.; D. *Alpinia galanga* (L.) Willd.; E. *Dracaena sanderiana* Mast.; F. *Ocimum tenuiflorum* L.; G. *Carica papaya* L.; H. *Euphorbia milii* Des Moul.; I. *Artocarpus heterophyllus* Lam.

TABLE 2. Information and results of each village.

	Tham Lod	**Mae Lana**	**Poong Yam**
Number of surveyed homegardens	17	13	18
Distance from the urban center	9 km	17 km	55 km
Ethnic groups	Shan	Shan	Shan
Total number of species	196	138	131
Mean number of species	36 a	29 b,c	25 c
Shannon index (H')	4.93	4.66	4.51
Range of plant species per homegarden	23-52	18-43	13-36

Note: Differences between mean numbers of species are analyzed using ANOVA, followed by Tukey HSD's multiple range tests. Means in a row followed by different letters indicate significant differences at $p<0.05$.

Table 3. Average percentages of number of plants species in each use category in each village.

	Tham Lod	Mae Lana	Poong Yam	Mean
Animal Food	1.05 a	3.76 b	1.90 a,b	2.24
Food additive	18.80 a	19.52 a	17.63 a	18.65
Food	35.21 a	35.04 a	39.11 a	36.45
Material	0.73 a	0.35 a	0.00 a	0.36
Medicines	3.84 a	4.45 a	1.13 b	3.14
Ornament	29.12 a	22.55 a,b	22.9 a,b	24.86
Social	10.8 a	14.1 a	17.12 a	14.01
Others	0.44 a	0.23 a	0.21 a	0.29

Note: Differences between mean numbers of species are analyzed using ANOVA, followed by Tukey HSD's multiple range tests. Means in a row followed by different letters indicate significant differences at $p<0.05$.

The effects of distance from urban center on plant species similarity between each village

Table 4, using Jacquard's similarity index, shows the similarity between each village. The results demonstrate the effect of distance from the urban center on plant species in homegardens. Poong Yam, the farthest village from the urban center, had least similarity with both Tham Lod and Mae Lana, compared to the similarity between the latter two. The difference between Poong Yam and other villages appears clearly in medicinal plants. Medicinal plants occurred in small numbers in homegardens of Shan people in this study. Among 16 species found in all three villages, only five species were found in Poon Yam village. *Acanthus ebracteatus* Vahl, one of the five species that occurred in Poong Yam village, was a medicinal plant found only in Poong Yam village. This plant was introduced by a Thai person who married and then lived with his wife in Poong Yam. Other plants in Poong Yam village, except for *Zingiber montanum* (Koenig) Link ex Dietr., were non-cultivated plants which grew spontaneously in homegardens. Therefore, the distance from the urban center showed negative effects on medicinal plant species richness. Christine (2009) assumed that the difficulty to access available medicine and healthcare were the cause of increased numbers of medicinal plants in homegarden. However, in this study, Poong Yam village people who seemed to hardly have access to modern medicine and healthcare, in contrast cultivated fewer numbers of medicinal plants in their homegardens. This resulted from the preference of homegarden owners. According to the interview, Shan people did not need to cultivate many medicinal plants in homegardens because, in all villages, there had their own herbal specialists who prefer to gather medicinal plants from forests around their villages. Poong Yam village was the farthest village from the urban center but located nearest the natural forest therefore there was no need to cultivated medicinal in their homegardens.

TABLE 4. The Jacquard's similarity index between each village.

	Tham Lod	Mae Lana
Tham Lod		
Mae Lana	0.49	
Poong Yam	0.46	0.46

CONCLUSION

A total of 243 plant species were found in this study. Most of them were food or ornamental plants. The preferences of Shan people for medicinal plants grown in natural forests lead to low numbers of medicinal plant species in homegardens. The distance from the urban center showed slightly negative effects on plant diversity. However, this factor affected clearly on plant similarity in Shan homegardens, particularly on medicinal plants.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research is a part of Master Thesis during studying at Chiang Mai University. Many thanks to all the people in the research villages for their cooperation, kindness, and ready help during the field surveys. Mr. Witaya Pongamornkul from Queen Sirikit Botanic Garden (QSBG) for his support and helps. The New Researchers Grant (TRF), DPST and Chiang Mai University Graduate School provided financial support for study. The support provided by members of Ethnobotany and Northern Thai Flora.

REFERENCES

Abdoellah, O., Parikesit Gunawan, B. & Hadikusumah, H. 2001. Home gardens in the upper Citarum watershed, West Java: A challenge for *in situ* conservation of plant genetic resources. In: **Second International Home Gardens Workshop.** J.W. Watson & P.B. Eyzaguirre (eds.), pp. 140-147. IPGRI, Witzenhausen, Germany.

Albuquerque, U.P., Andrade, L.d.H.C. & Caballero, J. 2005. Structure and floristics of homegardens in Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments** 62: 491-506.

Blanckaert, I., Swennen, R.L., Flores, P.M., Lopez, R.I. & Saadde, R.L. 2004. Florisic composition, plant uses and management practices in homegardens of San Rafael Coxcatlán, valley of Tehuacan-Cuicatlan, Mexico. **Journal of Arid Environments** 57: 39-62.

Christine, B. 2009. Cuban home gardens and their role in social-ecological resilience**.** **Human Ecology** 37: 705-721.

Cook, F.E.M. 1995. **Economic botany data collection standard.** Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom.

Fernandes, E.C.M. & Nair, P.K.R. 1986. An evaluation of the structure and function of tropical homegardens**. Agricultural Systems** 21: 279-310.

Gajaseni, J. & Gajaseni, N. 1999. Ecological rationalities of the traditional homegarden system in the Chao Phraya basin, Thailand**.** **Agroforestry Systems** 46: 3-23.

Galluzzi, G., Eyzaguirre, P. & Negri, V. 2010. Home gardens: Neglected hotspots of agro-biodiversity and cultural diversity**.** **Biodiversity and conservation** 19: 3635-3645.

Hodel, U., Gessler, M., Cai, H., Thoan, V.V., Ha, N.V., Thu, N.X. & Ba, T. 1999. ***In situ* conservation of plant genetic resources in home gardens of Southern Vietnam.** IPGRI, Rome, Italy.

Hoogerbrugge, I.D. & Fresco, L.O. 1993. Home garden systems: Agricultural characteristics and challenges. **Gatekeeper Series No. 39.**

Kehlenbeck, K., Arifin, H.S. & Maass, B. 2007. Plant diversity in homegardens in a socio-economic and agro-ecological context. In: **The stability of tropical rainforest margins, linking ecological, economic and social constraints of land use and conservation.** T. Tscharntke, C. Leuschner, M. Zeller, E. Guhardja & A. Bidin (eds.), pp. 297-319. Springer Verlag, Berlin.

Kumar, B.M. & Nair, P.K.R. 2004. The enigma of tropical homegardens. **Agroforestry Systems** 61: 135-154.

Mendez, V.E., Lok, R. & Somarriba, E. 2001. Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: micro-zonation, plant use and socioeconomic importance. **Agroforestry Systems** 51: 85-96.

Moreno-Black, G., Somnasang, P. & Thamathawan, S. 1996. Cultivating continuity and creating change: Women's home garden practices in Northeastern Thailand. **Agriculture and Human** 13: 3-11.

Naeem, S. 2002. Biodiversity: Biodiversity equals instability. **Nature** 416: 23-24.

Peyre, A., Guidal, A. Wiersum, K.F. & Bongers, F. 2006. Dynamics of homegarden structure and function in Kerla, India. **Agroforestry Systems** 66: 101-115.

Quiroz, C., Gutierrez, M., Rodriguez, D., Prerez, D., Ynfante, J., Gamez, J., Perez de Fernandez, T., Marquez, A. & Pacheco, W. 2001. Home gardens and *in situ* conservation of agrobiodiversity-Venezuelan component. In: **Second International Home Gardens Workshop.** J.W. Watson & P.B. Eyzaguirre (eds.), pp. 73-82. IPGRI, Witzenhausen, Germany.

Rasmi, S. 2006. **Archaeological Heritage Management at Ban Rai and Tham Lod Rockshelters in Pang Mapha District, Mae Hong Son Province.** Final Report of the US Ambassador Fund for Cultural Preservation.

Smith, R.M., Thompson, K., Hodgson, J.G., Warren, P.H. & Gaston, K.J. 2006. Urban domestic garden (ix): Composition and richness of the vascular plant flora, and implications for native biodiversity. **Biological Conservation** 129: 312-322.

Sunwar, S., Thornstrom, C.-G., Subedi, A. & Bystrom, M. 2006. Home gardens in Western Nepal: Opportunities and challenges for *on-farm* management of agrobiodiversity**. Biodiversity and Conservation** 15: 4211-4238.

Thompson, J.L., Gebauer, J., Hammer, K. & Buerkert, A. 2010. The structure of urban and peri-urban gardens in Khartoum, Sudan. **Genetic Resources and Crop Evolution** 57: 487-500.

Tiyakoat, W., Chllachakkawat, C., Dhompongsa, G. & Sarobol, S. 2010. **The migration of Tai Yai from Shan state-Myanmar, into Thailand.** The 1st International Conference on Culture, Tourism & Economy in Salween River Basin Region. Graduate School Chiang Mai Rajabhat University, Mae Hong Son, Thailand.

Trinh, L.N., Watson, J.W., Hue, N.N., De, N.N., Minh, N.V., Chu, P., Sthapit, B.R. & Eyzaguirre, P.B. 2003. Agrobiodiversity conservation and development in Vietnamese home gardens. **Agriculture, Ecosystems & Environment** 97: 317-344.

Wiersum, K.F. 2006. Diversity and change in homegarden cultivation in Indonesia. In: **Tropical homegardens: A time-tested example of sustainable agroforestry.** B.M. Kumar & P.K.R. Nair (eds.), pp. 13-24. Springer Verlag, The Netherlands.

Yongneng, F., Huijun, G., Aiguo, C. & Jinyun, C. 2006. Household differentiation and on-farm conservation of biodiversity by indigenous households in Xishuangbanna, China**. Biodiversity and conservation** 15: 2687-2703.

THAI JOURNAL OF BOTANY 4 (1): 95-97. 2012.

วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 4 (1): 95-97. 2555.

Helicia pyrrhobotrya Kurz (Proteaceae), a new record for Thailand

Prachaya Srisanga[1,*] & Chusie Trisonthi[2]

[1] Herbarium, Queen Sirikit Botanic Garden, P.O. Box 7, Mae Rim, Chiang Mai 50180, Thailand

[2] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

Abstract. *Helicia pyrrhobotrya* Kurz, previously known from China (Yunnan) and Myanmar, is reported from northern Thailand. The species is described and illustrated.

Keywords: *Helicia pyrrhobotrya*, Proteaceae, new record, Thailand

The genus *Helicia* Lour. (Proteaceae) comprises about 100 species (Weston, 2007). The distribution is in South India, Sri Lanka, South China, Taiwan, South Japan throughout Southeast Asia extending to Melanesia and East Australia, with centre of diversity in New Guinea (Sleumer, 1955; Na Songkhla, 1987; Weston, 2007). In the account of Proteaceae for the Flora of Thailand, seven indigenous species in the genus *Helicia* are recorded (Na Songkhla, 1987). During the expeditions to Doi Phu Kha National Park, Nan province, specimens belonging to this genus were collected and later identified as *H. pyrrhobotrya*, a new record for Thailand. The description and illustration are based on Thai specimens cited below.

Helicia pyrrhobotrya Kurz, J. Asiat. Soc. Bengal, Pt. 2, Nat. Hist. 42(2): 103. 1873; Forest Fl. Burma 2: 312. 1877; Hook.f. in Fl. Brit. Ind. 5: 191. 1886; Sleumer, Blumea 8(1): 65. 1955; Qiu & Weston in Fl. China 5: 194, fig. 173, 1-4. 2003. Type: Myanmar, Martaban, *Brandis* 1408 (holotype K). Fig. 1.

Tree up to 15 m high; branchlets densely rufous tomentose, glabrescent; terminal buds densely blackish rufous tomentose. *Leaves* simple, alternate, chartaceous to subcoriaceous, oblanceolate to narrowly obovate, (20-)30-40(-45) cm long, (5.5-)7-12 cm wide, rufous tomentose on both surfaces, glabrescent, base cuneate, apex acute, margin serrate; midrib crested above, raised or strong crested and prominent below; primary veins 10-14 pairs, raised and prominent below; petioles (1-)2-3 cm long, rufous tomentose, glabrescent. *Inflorescence* axillary or cauliflorous racemes, 20-35 cm long; axis 3-5 mm wide, densely rufous tomentose.

* Corresponding author: p_srisanga@yahoo.com

Received: 30 March 2012

Accepted: 25 May 2012

Flowers in pairs; pedicels 3-6(-8) mm long, densely rufous tomentose, connate at base; bracteoles linear, lanceolate, subulate, ca. 2 mm long, densely rufous tomentose. *Perianth* 4, white or yellowish, free, (2-) 2.5-3.3 cm long, glabrous inside, densely rufous tomentose outside. *Stamens* 4, sessile; anthers arising at the base of flower bud head, 4-5 mm long, glabrous. *Ovary* ellipsoid, 2-3 mm long, glabrous; disc ca. 1 mm high, connate, truncate; style excentric, 18-22 mm long, glabrous; stigma 2-3 mm long. *Fruit* subglobose or broadly ellipsoid, brown, 2-3 cm long and wide. *Seed* 1, violet, 2.2-2.5 cm long and wide.

Thailand.— Northern: Nan [Doi Phu Kha National Park, 19˚ 10´ - 19˚ 13´ N 101˚ 05´ - 101º 07´ E, *Srisanga* 939 (QBG), 1294 (QBG), 1300 (QBG), 1448 (QBG); *Srisanga & Watthana* 637 (QBG)].

Distribution.— Myanmar (type), China (Yunnan).

Ecology.— Lower montane forest, 1,400-1,700 m altitude. Flowering: March-July. Fruiting: December-February.

Note.— *Helicia pyrrhobotrya* is characterized by its densely rufous tomentose of branchlets, leaves, inflorescence and flowers.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank curators and staff of BK, BKF, E, KUN, P and QBG for their kind permission to study specimens, staff of Doi Phu Kha National Park for assistance in the field and Ms Jidapa (Soraya) Raveewan for line drawing. The first author would like to thank Drs Stuart Lindsay and David Middleton for their kind support at E. This work is based upon work supported by the Thailand Research Fund (PHD/00126/2541) and the Botanical Garden Organization, Thailand.

REFERENCES

Na Songkhla, B. 1987. Proteaceae. In: **Flora of Thailand.** T. Smitinand & K. Larsen (Eds.), Vol. 5 part 1, pp. 106-120. The Chutima Press, Bangkok.

Sleumer, H. 1955. Studies in Old World Proteaceae. **Blumea** 8(1): 2-95.

Weston, P.H. 2007. Proteaceae. In: **The Families and Genera of Vascular Plants.** K. Kubitzki (Ed.), Vol. 9: Flowering Plants. Eudicots: Berberidopsidales, Buxales, Crossosomatales, Fabales p.p., Geraniales, Gunnerales, Myrtales p.p., Proteales, Saxifragales, Vitales, Zygophyllales, Clusiaceae Alliance, Passifloraceae Alliance, Dilleniaceae, Huaceae, Picramniaceae, Sabiaceae, pp. 364-404. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

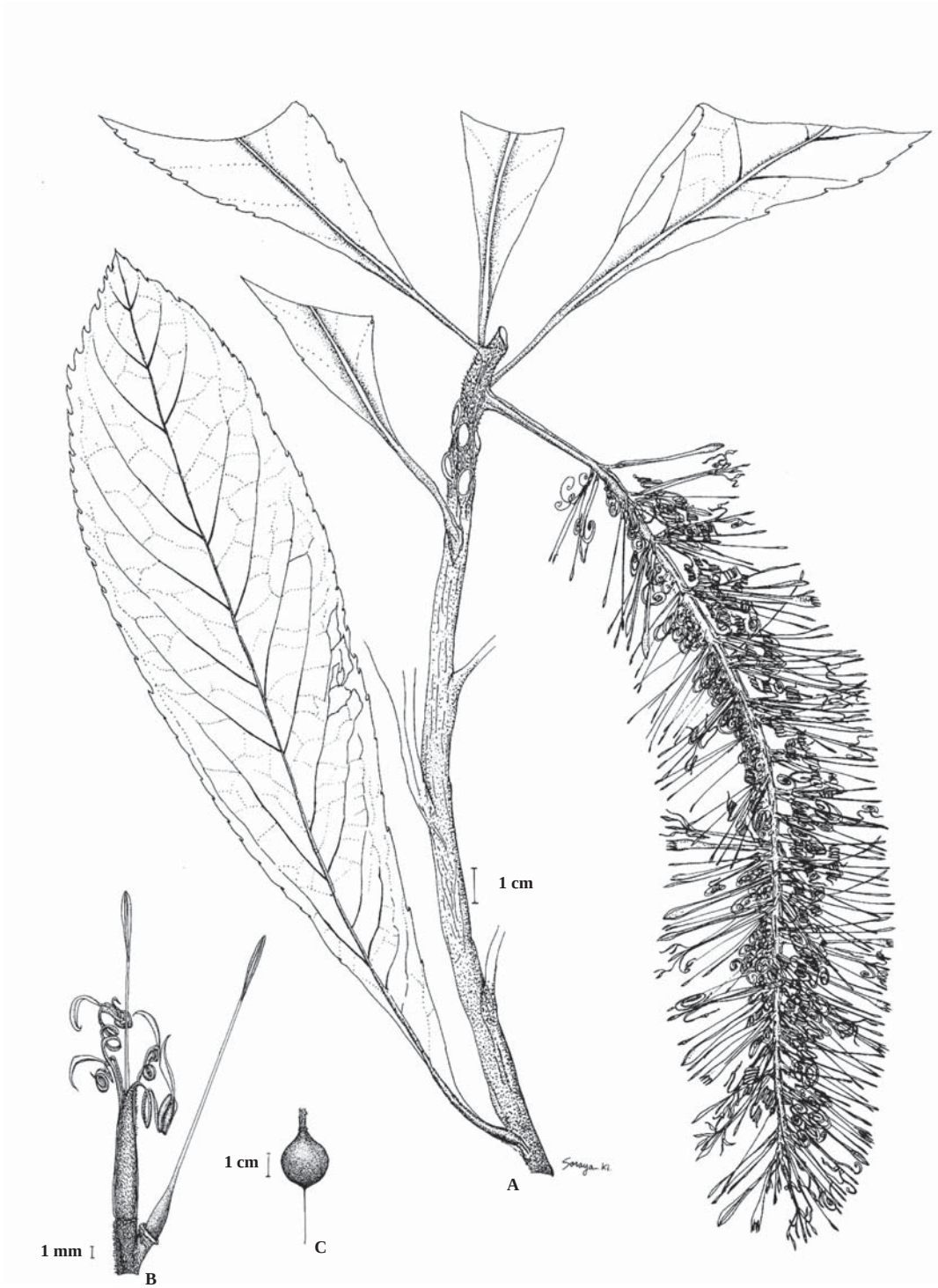


Figure 1. *Helicia pyrrhobotrya* Kurz. A. flowering branch; B. flowers; C. fruit.

THAI JOURNAL OF BOTANY 4 (1): 99-116. 2012.

วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 4 (1): 99-116. 2555.

The genus *Agapetes* D. Don ex G. Don (Ericaceae) in Thailand

SANTI WATTHANA

Queen Sirikit Botanic Garden, The Botanical Garden Organization, Chiang Mai 50180, Thailand

ABSTRACT. A taxonomic revision of the genus *Agapetes* D. Don ex G. Don in Thailand is presented. Twelve species are recognized. A key to the species, descriptions, ecological data and geographical distributions are provided.

KEYWORDS: Taxonomy, Ericaceae, *Agapetes* D. Don ex G. Don, Thailand

INTRODUCTION

Agapetes D. Don ex G. Don is distributed from the Himalayan region to south China and mainland southeastern Asia and comprises *ca.* 80 species. It belongs to the tribe Vaccinieae Rchb. (Stevens *et al.*, 2004) but the generic delimitation has not been solved satisfactorily due to the very closely related polyphyletic genus *Vaccinium* L. (Stevens, 1985; Stevens *et al.*, 2004; Ruizheng & Stevens, 2005). In Thailand, *Agapetes* may be distinguished from *Vaccinium* chiefly because of its larger corollas, usually more than 1 cm long (only *A. inopinata* Airy Shaw is sometimes shorter while *Vaccinium* in Thailand generally has much smaller flowers). Generally there is no difficulty in separating the two genera in Thailand and it is practical to keep them separate. The last revisions of this genus were those of Airy Shaw (1939, 1948, 1959), but he did not himself give a description to all species. Historically the study of *Agapetes* in Thailand was begun by Fletcher (1938). He listed four species of *Agapetes* in the Florae Siamensis Enumeratio, namely *A. hosseana* Diels, *A. loranthiflora* D. Don ex G. Don var. *glabrata* C.B. Clarke, *A. parishii* C.B. Clarke and *A. saxicola* Craib. Sleumer (1966) reported two additonal species: *A. lobbii* C.B. Clarke and *A. bracteata* Hook.f. ex C.B. Clarke. Recently, another new species, *A. thailandica* Watthana, has been described from Doi Suthep, a well known botanical exploration area (Watthana, 2001). This present work is a part of the revision of the Ericaceae for the Flora of Thailand.

* Corresponding author: santiqsbg@gmail.com

Received: 24 February 2012
Accepted: 20 June 2012

MATERIALS AND METHODS

This treatment for the Flora of Thailand is based on the herbarium specimens from AAU, BK, BKF, BM, C, CMU, E, K, L, P and QBG. Abbreviations follow Thiers (2012). Comparative morphology was used to delimit species in all cases.

TAXONOMIC TREATMENT

AGAPETES

D. Don ex G. Don, Gen. Hist. 3: 862. 1834; C.B. Clarke in Hook.f., Fl. Brit. Ind. 3: 443. 1881; Ridl., Fl. Mal. Pen. 2: 204. 1923; Dop in Lecomte, Fl. Indo-Chine 3: 699. 1930; Airy Shaw, Bull. Misc. Inform. Kew 1935: 24. 1935; Sleumer, Bot. Jahrb. Syst. 70: 97. 1939; Airy Shaw, Kew Bull. 1948: 77. 1948; 13: 468. 1959; Sleumer, Fl. Mal. Ser. I. 6(5): 878. 1967; H. Shuhua, Acta Bot. Yunnan. 5(2): 142. 1983; H. Shuhua & F. Ruizheng in W. Zhengi, C. Jie & C. Shunkun, Fl. Yunnan. 5: 287. 1991; Stevens *et al.* in Kubitzki, Fam. & Gen. Vasc. Pl. 6: 184. 2004; F. Ruizheng & P.F. Stevens in W. Zhengyi & P.H. Raven, Fl. China 14: 504. 2005.

Shrub, often epiphytic; roots thickened or with woody tubers. *Leaves* spiral or pseudoverticillate, margin entire or remotely serrate. *Inflorescences* axillary or terminal; (sub-)corymbose, racemose or solitary. *Flowers* usually large, (0.8-)1.5-6 cm long, bright red, pink or white; pedicel gradually thickened towards the apex, rarely slender, articulate or rarely non-articulate; bracts and bracteoles usually small, sometimes foliaceous. *Calyx* tube adnate to the ovary, cup-shaped or globose, limb separated into 5 lobes usually fused at the base. *Corolla* tubular, tubular-urceolate or campanulate, lobes 5. *Stamens* 10, connivent forming a tube but not fused; anthers granular, with or without spurs, extending apically into two long, narrow, free tubules which open by apical pores or slits; filaments short or long. *Ovary* falsely 10-locular, inferior; disk glabrous or hairy; style filiform; stigma capitate or truncate. *Fruits* fleshy berry with persistent calyx. *Seeds* numerous, ellipsoidal, the testa reticulate.

Twelve species and one variety have been recorded from Thailand.

KEY TO THE SPECIES

1. Corolla campanulate or campanulate-tubular with long lobes, more than 1/3 of the corolla length 2
1. Corolla tubular or urceolate-tubular with short lobes, less than 1/3 of the corolla length 4
2. Corolla shorter than 2 cm (including the lobes) 3
2. Corolla longer than 2 cm ..... **4. A. lobbii**
3. Leaves ovate-lanceolate, apex acuminate-caudate; blade 3.5-6 cm long .... **1. A. bracteata**
3. Leaves obovate-oblong, apex obtuse; blade 2-3 cm long ..... **9. A. saxicola**
4. Corolla distinctly curved ..... **6. A. macrostemon**
4. Corolla straight (rarely slightly curved in *A. setigera* var. *verticillata* before opening) 5
5. Filaments longer than the anthers 6
5. Filaments shorter than the anthers 8
6. Corolla less than 1.2 cm long ..... **3. A. inopinata**

6. Corolla more than 1.2 cm long 7
7. Leaves small, up to 3.5 cm long. Flowers tubular, ridged; pedicel articulate with the ovary. Young branches with dense long hairs (rarely shiny and glabrous) ..... **2. A. hosseana**
7. Leaves large more than 4 cm long. Flowers narrowly tubular-urceolate, not ridged; pedicel not articulate with the ovary, Young branches glabrous ..... **11. A. thailandica**
8. Stamens with spurs 9
8. Stamens without spurs 12
9. Calyx lobes oblong-triangular longer than 7 mm ..... **7. A. megacarpa**
9. Calyx lobes triangular shorter than 7 mm 10
10. Corolla less than 2.5 cm long ..... **10. A. setigera** var. **verticillata**
10. Corolla more than 2.5 cm long 11
11. Pedicels with glandular hairs ..... **5.1 A. loranthiflora** var. **loranthiflora**
11. Pedicels glabrous ..... **5.2 A. loranthiflora** var. **glabrata**
12. Corolla tubes less than 3.5 cm long ..... **8. A. parishii**
12. Corolla tubes more than 3.5 cm long ..... **12. A. variegata**

1. Agapetes bracteata Hook.f. ex C.B. Clarke in Hook.f., Fl. Brit. Ind. 3: 448. 1881; Brandis, Indian Trees: 405. 1906; Airy Shaw, Kew Bull. 13: 503. 1959; Sleumer, Dansk Bot. Ark. 23(3): 303. 1966. Type: Burma (Myanmar), Moulmein, Thoung-gyun, 1,500 m, *T. Lobb s.n.* (lectotype K! selected here).

Agapetes subcaudata Merr., J. Arnold. Arbor. 21: 381. 1940. Type: Vietnam, Annam, Dalat, rain forest, 2,000 m, 12 March 1939, *H. Greenway 24* (holotype A, picture at K!).

Epiphytic shrub up to 1 m high, with sub-cylindrical woody tubers, adnate to the tree trunk; branches terete or subterete, with glandular hairs turning glabrous when old. *Leaves* spiral, ovate-lanceolate, 3.5-6 by 1.2-2.5 cm, apex acuminate-caudate, base obtuse to rounded, margin entire and revolute, with 2 glands at the base, glabrous, coriaceous; midrib slightly prominent above; veins 5-6 pairs rather obscure; petiole 2-3 cm long, hairy, flattened and grooved above. *Inflorescence* an axillary or terminal raceme, 4-10 cm long; peduncle rachis and pedicel pubescent with glandular hairs; pedicel 0.7-1.4 cm long, articulate at both ends, apex thick; bracts lanceolate or elliptic, apex acute to acuminate, 6-12 by 1.5-4 mm. *Calyx* tube cup-shape, 1-1.5 by 1.5-2 mm, pubescent with glandular hairs up to 0.5 mm long; calyx lobes 5, separate almost to the base, 1.5-2 by 1 mm with glandular hairs outside, acute, margin with dense short white hairs. *Corolla* campanulate, white, 12-15 by 4-5 mm; tube 4-6 by 4-5 mm, sparsely pubescent especially near the base; lobes narrowly triangular, 7-9 by 2 mm, strongly recurved. *Stamens* 10; filaments *ca.* 3 mm long, hairy; anthers narrowly oblong, 2.5-3 mm long, granulose, apex with tubules, 6-6.5 mm long, with 2 spurs, *ca*. 0.9 mm long, opening by elongate pores. *Style* glabrous, 1-1.2 cm; stigma truncate; disk glabrous. *Fruits*

globose, hairy, *ca.* 0.5 cm in diam. (when young). Fig. 1A.

Thailand.— SOUTH-EASTERN: Prachinburi (Khao Yai).

Distribution.— Myanmar (type), Indochina.

Ecology.— On mossy tree branches, in evergreen forest, alt. 900-1,300 m.

Phenology.— Flowering February-March.

Vernacular.— Sa mek khao (สะเม็กขาว).

Specimens examined.— *B. Hansen et al.* 11367 (BKF, E, K, P); *E. Hennipman* 3945 (BKF, K); *Kasem* 457 (BK); *K. Larsen et al.* 27 (BKF); *M. Poopath et al.* RP 6143 (BKF); *T. Santisuk* 6890 (BKF); *T. Smitinand & H. Sleumer* 8342 (BKF); *S. Watthana* 1104 (QBG).

2. Agapetes hosseana Diels, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 1: 16. 1905; Craib, Bull. Misc. Inform. Kew 1911: 404. 1911; Dop in Lecomte, Fl. Gen. Indo-Chine 3: 700. Fig. 80. 1930; H.R. Fletcher in Craib, Fl. Siam. Enum. 2: 311. 1938; Airy Shaw, Kew Bull. 13: 505. 1959; Sleumer, Dansk Bot. Ark. 23(1): 79. 1963. Type: Siam (Thailand), Doi Suthep, ca 1,500 m to 1,700 m, 12 December 1904, *C.C. Hosseus 219* (holotype M!; isotypes BM!, K!).

Epiphytic or terrestrial shrub up to 1 m high, with woody tubers; branches with dark brown setose hairs, rarely glabrous and shiny. *Leaves* spiral, oblanceolate, obovate, oblanceolate-oblong to elliptic, 1.7-3.5 by 0.6-2 cm, base cuneate, apex retuse, obtuse to mucronate, margin entire and revolute, with 1-2 pairs of glands at the base, glabrous on both surfaces, coriaceous; midrib distinctly prominent above near the base, prominent and thick beneath; veins 6-9 on each side, distinct above, obscure beneath; petiole 1-3 by 1-2 mm, glabrous, flattened above. *Flowers* bright red, orange-red or light green, solitary or fasciculate with 2-4 flowers on axillary leaves or branches; bracts attached at the base of the pedicel, broadly triangular *ca.* 0.5 by *ca.* 0.7 mm, hairy and ciliate; pedicel 1-1.8 cm long, glabrous, thickened at the apex, articulate at both ends. *Calyx* tube 2-2.5 by 2-3 mm (*ca.* 1.5 by 1.5 mm when dry), hairy to subglabrous; calyx limb campanulate, 2.5-3 mm long, divided to 1/3-1/2 of the length; calyx lobes shortly triangular, *ca.* 1 mm long, apex acute, hairy outside, glabrous inside. *Corolla* tubular, 15-23 by 3-5 mm, with 5 longitudinal ridges, glabrous on both surfaces; lobes, triangular *ca.* 1 by 1.5-1.8 mm. *Stamens*: filaments flattened, white, 7-10 by 0.4-0.7 mm, sparsely hairy to almost glabrous; anthers 3-4 mm long, granular, with 2 spurs, 1-2 mm long, dimorphic; tubules 2.5-4 mm long, opening by elongate pores. *Style* 1.4-2.4 cm long, glabrous; stigma truncate; disk glabrous. *Fruits* globose, 0.8-1 cm in diam. *Seeds* numerous, oblong-linear, 1.8-2 by 0.8-0.9 mm. Figs. 1B-D.

Thailand.— NORTHERN: Mae Hong Son (Khun Yuam, Doi Khun Huai Pong), Chiang Mai (Doi Chiang Dao, Doi Suthep-Pui, Doi Inthanon, Doi Mon Chong, Chom Thong); NORTH-EASTERN: Loei (Phu Luang); SOUTH-EASTERN: Prachin Buri (Khao Yai), Chanthaburi (Khao Soi Dao).

Distribution.— South Myanmar and Laos.

Ecology.— Epiphytic shrubs on tree branches in evergreen forest or terrestrial shrubs on rocks on limestone hills, or on the ground in open areas at high elevation, alt. 1,250-2,500 m.

Vernacular.— Sa pao lom (สะเภาลม).

Specimens examined.— *C.F. van Beusekom et al.* 1288 (BKF, K, L, P), 1349 (BKF, K, L, P), 1749 (BKF, L, P), *C.F. van Beusekom & C. Phengklai* 2429 (BKF, L); *N. Fukuoka et al.* T-62289 (BKF), T-34552 (BKF); *Garrett* 333 (K, L); *R. Geesink et al.* 7975 (K, P); *B. Hansen & T. Smitinand* 12781 (AAU, BKF, E, K, L, P); *E. Hennipman* 3298 (L); *C. C. Hosseus* 351 (K), 354 (L, M, P), 359 (E, M), 393 (K); *K. Iwatsuki et al.* T-9684 (L); *A.F.G. Kerr* 5328 (BK, E, K), 5587 (BK, E, K), 9633 (BK, E, K, L); *F. Konta et al.* 3892 (BKF), 4385 (BKF), *F. Konta & C. Phengklai* 3892 (BKF); *H. Koyama et al.* T-32711 (BKF), T-33273 (BKF), *H. Koyama & C. Phengklai* T-40004 (BKF); *T. Koyama* 15633 (BKF); *K. Larsen* 21 (BKF, L, P), *K. Larsen et al.* 2785 (BKF); *J.F. Maxwell* 87-1532 (BKF, L), 90-195 (L), 96-147 (BKF); *D. Middleton et al.* 4491 (BKF); *S. Mitsuta et al.* T-45352 (BKF, L); *G. Murata et al.* T-15313 (BKF, K, L); *C. Niyomdham* 6 (BKF, K), 5227 (BKF), 5319 (BKF), *C. Niyomdham & R. Kubat* 1373 (BKF, K); *E.P. Nooteboom* 831 (BKF, K, L, P); *P. Palee* 116 (BKF, L); *C. Phengklai* 7097 (BKF), *C. Phengklai et al.* 7420 (BKF); *P. Phongsena et al.* 6120 (BKF); *R. Pooma* 337 (BKF), 394 (BKF), 624 (BKF); *Put* 3007 (BK, K), 4508 (BK, E); *T. Santisuk* 219 (BKF), 1026 (BKF); *T. Shimizu et al.* T-10231 (L), T-18117 (BKF), T-20252 (BKF), T-20598 (BKF); *H. Sleumer* 4747 (L), 4752 (K, L); *T. Smitinand* 5475 (BKF, L), 6676 (BKF, K), 7315 (BKF), *T. Smitinand et al.* 10501 (BKF); *H. Takahashi* T-62504 (BKF), T-63675 (BKF); *M. Tagawa et al.* T-2868 (BKF), T-9519 (BKF, L); *N. Tamura* T-60285 (BKF); *S. Tsugaru* T-61861 (BKF); *Umpai* 501 (BK); *S. Watthana* 1229 (QBG), 1230 (QBG); *P. Wilkie et al.* PW 447 (BKF, K); *Winit* 1342 (BK, BKF, E, K).

Notes.— *Agapetes hosseana* is very similar to *A. mannii* Hemsl. but it differs from *A. mannii* by usually having setose hairs on the young branches and red or orange flowers while *A. mannii* is only pubescent on the young branches with mostly green flowers rarely red. Recent field studies reveal that there are green flowered populations of *A. hosseana* from lower northern (Phitsanulok: Phu Hin Rong Kla), northeastern (Loei: Phu Luang) and southeastern (Prachinburi: Khao Yai and Chanthaburi: Khao Soi Dao). They are considered to be just a color form. A few plants in the Khao Soi Dao population have shiny glabrous branches. However, they are still treated as separate from *A. mannii* Hemsl., due to lack of pubescence on the branches and the relatively larger leaves (usually more than 1.5 cm long). Moreover, the specimens of *Watthana* 1229 (QBG) and 1230 (QBG), from Mae Taman, Chiang Mai province, show variation in hairiness with few setose hairs and shiny young branches. These shiny specimens are still considered to be part of the *A. hosseana* entity.

3. Agapetes inopinata Airy Shaw, Kew Bull. 14: 299. 1960; P.F. Stevens, J. Arnold Arbor. 66: 475. 1985; H. Shuhua & F. Ruizheng in W. Zhengi, C. Jie & C. Shunkun, Fl. Yunnan. 5: 298. 1991; S. Watthana & C. Trisonthi, Thai. For. Bull. 27: 19. 1999; F. Ruizheng & P.F. Stevens in W. Zhengyi & P.H. Raven, Fl. China 14: 514. 2005. Type: Burma (Myanmar), S. Shan State, Loimwe, 1,500-1,800 m, 2 April 1929, *Kingdon Ward 8788* (holotype F, picture at K!; isotypes SUNIV, fragm. A).

A. glandulosissima (C.Y. Wu ex W.P. Fang & Z.H. Pan) S.H. Huang, Acta Bot. Yunnan. 5(2): 148. Fig. 1. 1983.—*Vaccinium glandulosissimum* C.Y. Wu ex W.P. Fang & Z.H. Pan, Acta Phytotax. Sin. 19(1): 109. 1981. Type: China, Yunnan, Cangyuan, 1,600 m, April 1936, *C.W. Wang 73251* (holotype HP; isotype A).

Epiphytic shrubs on tree trunks up to 1.5 m tall, with subsphaeroidal gray and glabrous woody tubers; young branches with dense brown glandular-hairs up to 2 mm long often pubescent; twigs glabrous, gray. *Leaves* lanceolate to oblong-lanceolate, 3-6 by 1.3-2.3 cm, acuminate to caudate at apex, rounded at base, margin entire and revolute, coriaceous-chartaceous, dark green above and pale green beneath; midrib prominent on both sides; veins 8-11 on each side, curved and joined at apex, distinct above, glabrous on both surfaces; petiole glabrous, up to 2 mm long. *Inflorescence* shortly racemose, terminal or axillary, up to 2-4 cm long, 2-6 flowered; peduncle 5-10 mm long; rachis up to 10 mm long, greenish, covered with dense glandular-hairs and often pubescent; bracts lanceolate or subulate, 1.5-4 mm long, brown, apex acuminate, covered with glandular hairs, the veins distinct when dry, with 2 bracteoles at the base close to the bract, slightly smaller than bracts; pedicels 6-8 mm long, apex articulate, with dense glandular-hairs up to 1 mm long. *Calyx* tube globose, 1-1.5 by 1.5 mm, densely glandular-hairy with a lax to dense pubescence; calyx lobes triangulate, 1-1.8 by 0.9-1.2 mm, midrib and veins distinct when dry. *Corolla* tubular but slightly swollen at the middle part, bright red, densely glandular-hairy outside with a lax to dense pubescence, glabrous inside, tube 8-10 by 5 mm; lobes triangular green turning red when old, 0.8-1 by 1.5-1.8 mm. *Stamens*: filaments whitish, flattened, 3-5 mm long, sparsely glandular-hairy to glabrous; anthers 1.5-1.8 mm long, brown, with spurs on the back, *ca.* 0.5 mm long; tubules 2-2.8 mm long, opening by elongate pores. *Style* 8-9 mm long, glabrous. *Fruits* white, 0.8-1 mm in diam., glandular-hairy. Fig. 1E.

Thailand.— NORTHERN: Chiang Mai (Doi Pha Hom Pok), Nan (Doi Phuka).

Distribution.— Myanmar (type), China (Yunnan).

Ecology.— On tree branches in hill evergreen forest, alt. 1,600-1,700 m.

Phenology.— Flowering in February and July; fruiting in March.

Specimens examined.— *P. Srisanga et al.* 2430 (QBG); *S. Watthana* 224 (QBG).

Notes.— This species has a relatively short corolla for the genus *Agapetes*, but differs from the genus *Vaccinium* as found in Thailand by having a bright red corolla and relatively large fleshy white fruits (Watthana & Trisonthi, 1999). Airy Shaw

(1960), when describing this species, placed it into his series Longifiles, subseries Racemosae. The fruit is fleshy, and comparable in size to some members of series Longifiles such as *A. saxicola* and *A. hosseana.*

4. Agapetes lobbii C.B. Clarke in Hook.f., Fl. Brit. Ind. 3: 448. 1881; Airy Shaw, Bull. Misc. Inform. Kew: 37. 1935; 13: 476. 1959; Sleumer, Dansk Bot. Ark. 23(3): 303. 1966; H. Shuhua, Acta Bot. Yunnan. 5(2): 144. 1983; H. Shuhua & F. Ruizheng in W. Zhengi, C. Jie & C. Shunkun, Fl. Yunnan. 5: 291. 1991; F. Ruizheng & P.F. Stevens in W. Zhengyi & P.H. Raven, Fl. China 14: 506. 2005. Type: Burma (Myanmar), Moulmein, Thoung-gyne (not gyun), alt. 5,000 ft, 1857, *T. Lobb s.n.* (holotype K!; isotypes BM!, K!).

A. racemosa Watt ex Kanjilal, Fl. Assam 3: 139. 1939. Type: Assam, Manipur State, Naga Hill, hill behind Kohima, 1,800 m, 28 February 1882, *G. Watt 6180* (holotype E; isotype K!).

A. corallina Cowan, Notes Roy. Bot. Gard. Edinb. 18: 36. 1933. Type: Burma (Myanmar), Myitkyina Distric., Htawgaw Hill, alt. 4,600 ft, 30 November 1930, *Sukoe 34* (holotype E!; isotype K!).

A. stenantha Rehd., J. Arnold Arbor. 14: 350. 1933. Type: Burma (Myanmar), between Sadon and Yunnan Chinese border at Chiangtifang and Kambaiti, alt. 7,600 ft, November 1922, *J.F. Rock 7514* (holotype A).

Shrub or epiphytic shrub up to 2.5 m high, with sphaeroidal to elongate woody tubers; young branches glabrous, angular; old branches terete, with scattered lenticels. *Leaves* spiral; elliptic, elliptic-oblong to lanceolate, 4-10 by 1.2-4 cm, base obtuse, cuneate to attenuate, with a pair of glands near the base, apex acuminate to caudate, margin remotely serrate near the apex to entire, glabrous on both surfaces, coriaceous; midrib distinct on both sides; veins 6-10 on each side; petiole 3-5 by 1.5-2 mm, glabrous. *Inflorescence* axillary raceme; peduncle and rachis 3-10 cm long, glabrous to subglabrous; peduncle 0.3-1.5 cm long, glabrous; pedicel 1-2.3 cm long, of unequal lengths, articulate at both ends, thickened at the apex, glabrous; bracts triangular, 0.5-2 mm long, apex acuminate, margin usually fimbriate with glandular hairs, deciduous, with 2 bracteoles at the base slightly smaller than the bracts. *Calyx* tube 1-2.5 by 1.5-2.5 mm, glabrous to subglabrous, smooth or slightly ridged; calyx limb 1.8-3.3 mm divided to 1/4 of its length, with 5 longitudinal ridges which continue along the lobes, glabrous on both surfaces; lobes triangular, 1.2-3 by 0.8-1.5 mm, acute with a terminal gland. *Corolla* bright red to pale pink with dark red streaks, campanulate, 2.2-2.9 cm long; tube 10-14 by 5-7 mm, 5-ridged, glabrous on both sides; lobes linear-triangular, strongly recurved and twisted, 12-15 by 2-3 mm. *Stamens* exserted; filaments flattened, 3-5 mm long, slightly hairy to glabrous; anthers 5-7 mm long, glanular, without spurs; tubules 1.3-1.7 cm long, opening by slits. *Style* 2.6-3 cm long, glabrous; stigma truncate; disk glabrous. *Fruits* globose, 4-5 mm in diam. (when young). Fig. 1F.

Thailand.— NORTHERN: Mae Hong Son (Doi Khun Huai Pong, Doi Pui, Khun Yuam), Chiang Mai (Doi Inthanon), Chiang Rai (Doi Tung, Doi Nang Non), Phayao (Phu Langka), Nan (Doi Phuka), Phitsanulok (Phu Miang, Phu Hin Rong Kla, Phu Soi Dao); NORTH-EASTERN: Loei (Phu Kra Dung, Phu Luang, Phu Ruea, Na Haew)

Distribution.— Myanmar (type).

Ecology.— On large trees in montane forest, on limestone and sandstone rocks in open areas of the forest, alt. 1,200-2,000 m.

Phenology.— Flowering December-March; fruiting April-May.

Vernacular.— Samek (สะเม็ก).

Specimens examined.— *H. Koyama et al.* T-31632 (BKF, QBG); *J.F. Maxwell* 06-117 (CMU, QBG); *W. Nanakorn et al.* 8235 (QBG); *M. Norsaengsri* 6457 (QBG); *P. Srisanga* 2369 (QBG), 2429 (QBG); *P. Suksathan* 1231 (QBG), 1706 (QBG), 2250 (QBG), 2293 (QBG) 3652 (QBG); *S. Watthana & P. Srisanga* 193 (QBG); *S. Watthana & P. Suksathan* 1623 (QBG), 1657 (QBG); *S. Watthana et al.* 226 (QBG); *M. Wongnak* 82 (QBG).

5. Agapetes loranthiflora D. Don ex G. Don, Gen. Hist. 3: 862. 1834; C.B. Clarke in Hook.f., Fl. Brit. Ind. 3: 446. 1881.— *Thibaudia loranthiflora* Wall., nom nud. Type: Burma (Myanmar), Tavoy, orae Tenasserim, *W. Gomez* in *Wallich 754* (holotype K-W!; isotype K!).

Vaccinium verticillatum (D. Don ex G. Don) Kurz var. *elegans* Kurz, J. As. Soc. Beng. 42(2): 84. 1873; 46(2): 214. 1877. —*A. variegata* (Roxb.) D. Don ex G. Don var. *elegans* (Kurz) Airy Shaw, Kew Bull. 1948: 89. 1948. Type: Burma (Myanmar), Pegu Yomah, E and W Slope, Top of kambala Tong, 3,200 ft, 24-26 February 1871, *Kurz 2993* (holotype K!).

5.1 var. **loranthiflora** Epiphytic shrub up to 1.5 m high, with elongate swollen tubers; branches angular when young becoming terete, glabrous and with lenticels. *Leaves* pseudoverticillate, oblong-oblanceolate, rarely elliptic, 4-14 by 1-5 cm, apex (sub-) acute, base obtuse to sub-cordate, margin slightly serrate at the upper part to subentire, revolute, coriaceous; midrib subprominent above, distinctly prominent beneath; veins 10-21 on each side, glabrous; petiole short, 2-4 by *ca.* 1.5 mm, flattened above. *Flowers* 3-8 in an axillary or terminal corymb; peduncle 0.5-1 cm long, rachis 0.5-1.7 cm long, with whitish pubescence and glandular hairs up to 1.7 mm long; floral bracts triangular, 1.5-2 mm long, acuminate, with 2 small bracteoles at the base of the pedicel, ca 0.8 mm long; pedicels 1.5-2.7 cm long, slender, slightly thicker at apex, with white pubescence and with glandular hairs, articulate at both ends. *Calyx* tube subglobose, 1.5-2.5 mm high, 2-3 mm in diam. (when dry), with white pubescence and with glandular hairs; calyx limb 4-7 mm long; calyx lobes triangular 3.5-5.5 by 1.5-2 mm, apex acute with an apical gland, the outer surface with white pubescence, glabrous inside, midrib distinct outside. *Corolla* pink to pale pink with dark pink streaks, tubular but slightly swollen at the distal half, 3.5-4.6 by 0.8-1 cm (up to 1.4 cm broad when flattened); lobes triangular, 6-12 by 3-5 mm, obtuse at apex, 5-ridged, glabrous to scattered with glandular hairs along the ridges.

Stamens: filaments flattened, 3-4.5 mm long; anther 7-11 mm long; tubules 2.3-3.3 cm long, with 2 short spurs up to 0.7 mm long, opening by elongate pores or slits. *Style* 3.5-4.8 cm long, glabrous; stigma capitate, 1.5-2.0 mm in diam.; disk glabrous. *Fruits* white, *ca.* 1.2 mm in diam., hairy. Fig. 1G.

Thailand.— NORTHERN: Tak (Umphang); SOUTH-WESTERN: Kanchanaburi (Tong Pa Poom), Phetchaburi (Kaeng Krachan), Prachuap Khiri Khan (Thap Sakae); PENINSULAR: Phangnga (Mueang).

Distribution.— Myanmar (type).

Ecology.— Epiphyte on mossy tree trunks in evergreen forest, alt. 960-1,000 m.

Phenology.— Flowering December-January.

Specimens examined.— *M. van de Bult* 510 (BKF, CMU); *D.J. Middleton et al.* 3729 (BKF); *S. Watthana* 227 (QBG), 4105 (QBG).

Notes.— This species is close to *A. grandiflora* Hook.f. but its flower is smaller and its leaves are oblanceolate with an obtuse apex, while, *A. grandiflora* has elliptic leaves with an acute to acuminate apex.

5.2 var. **glabrata** C.B. Clarke in Hook.f., Fl. Brit. Ind. 3: 446. 1881.—*A. variegata* (Roxb.) D. Don ex G. Don var. *glabrata* (C.B. Clarke) Airy Shaw, Kew Bull. 1948: 88. 1948. Type: Burma (Myanmar), Moulmein, limestone rock, banks of the Atsan, *T. Lobb s.n.* (lectotype K! selected by Airy Shaw, Kew Bull. 1948: 89. 1948).

Epiphytic shrub up to 2 m tall, with elongate swollen tubers; young branches angular becoming terete. *Leaves* pseudoverticillate, oblanceolate-oblong, 4-11 by 1.5-3.2 cm, apex obtuse, base obtuse to slightly cordate, margin slightly serrate; midrib subprominent above, prominent beneath; veins 10-14 on each side; petiole thick, short, 1.5-2 by *ca*. 2 mm. *Flowers* 3-6 in a terminal or axillary corymb; peduncle and rachis 5-7 mm long, glabrous; peduncle very short; floral bracts shortly triangular *ca.* 0.5 mm long; pedicel 1.5-2.7 cm long, slender, apex thickened articulate at both ends, glabrous. *Calyx* tube 1.5-2 mm high, 2.5-3 mm in diam. (when dry), glabrous; calyx limb 2.5-3 mm long; calyx lobes triangular 2-2.5 by 1.8-2 mm, acute at apex. *Corolla* pink with dark pink streaks, tubular but slightly swollen at the distal half, 4-4.5 by *ca.* 1 cm, glabrous; lobes triangular, each 8-10 by 3-4 mm, apex obtuse, recurved. *Stamens*: filaments flattened, 4-5 mm long; anthers 7-8 mm long; tubules 3-3.3 mm long, with 2 spurs at the upper half, up to 1 mm long, opening by elongate pores or slits. *Style* glabrous, 4.2-4.5 cm long; stigma capitate, *ca*. 1.5 mm in diam.; disk glabrous. *Fruits* not seen.

Thailand.— PENINSULAR: Ranong (Nam Tok Ngao), Surat Thani (Khao Nom Sao), Phangnga (Sri Pangnga; Khao Kata Kum).

Distribution.— Myanmar (type).

Ecology.— In evergreen forest, alt. 700-850 m.

Phenology.— Flowering December-January.

Specimens examined.— *S. Gardner & S. Khumchompoo* ST2096 (BKF); *A.F.G. Kerr* 12046 (BK, BM, K); *S. Watthana* 1719 (QBG).

Notes.— There is some doubt about the variation of hairiness on the calyx and corolla of this species. More specimens are needed to clarify the situation.

6. Agapetes macrostemon (Kurz) C.B. Clarke in Hook.f., Fl. Brit. Ind. 3: 443. 1881; Airy Shaw, Kew Bull. 13: 475. 1959. —*Vaccinium macrostemon* Kurz, J. Asiat. Soc. Bengal, Pt. 2, Nat. Hist. 42(2): 85. 1873; Fl. Brit. Burma 2: 87. 1877. Type: Burma (Myanmar), Martaban, hill east of Tounghoo, alt. 1200-1800 m, March, *Kurz s.n.* (holotype CAL).

Epiphytic shrub up to 1 m high, with elongate swollen tubers; young branches triangular, with spreading hairs to glabrous; old branches terete. *Leaves* pseudoverticillate, narrowly to broadly elliptic, 6.5-11.5 by 1.7-4.5 cm, apex acuminate, base subcordate to cuneate with 2 glands, margin entire and revolute, coriaceous; midrib subprominent above near the base, distinctly prominent beneath; veins 10-13 on each side, anastomosing, glabrous. *Inflorescence* axillary or terminal raceme, 5 to 10-flowered; peduncle 0.5-1 cm long, finely pubescent to glabrous; rachis 1-2 cm long, finely pubescent or glabrous; floral bracts triangular, 1.5-2.5 mm long, acuminate, hairy to glabrous; with 2 bracteoles at the base of the pedicel, slightly smaller than the bract; pedicel hairy to glabrous, 0.6-1.3 cm long, articulate at both ends. *Calyx* glabrous to finely pubescent; calyx tube ovoid to ellipsoid, 2-2.5 by 1-2 mm; calyx limb tubular-campanulate, 4-5 mm long, divided to about half its length; lobes narrowly triangular, 1.5-2.2 by 1 mm, acuminate with an apical gland, with slightly distinct veins. *Corolla* tubular, curved, 25-35 by 5-7 mm, glabrous, slightly 5-ridged; lobes linear-triangular, 5-6 by 1.2-2 mm, strongly recurved. *Stamens*: filaments 1.3-1.7 cm, flattened, glabrous; anthers 6-7 mm long, without spurs; tubules 0.7-1.2 cm long, opening by elongate pores. *Style* 2.5-3.5 cm long; stigma truncate; disk glabrous. *Fruits* ellipsoid or ovoid, hairy to glabrous, 1-1.3 by 0.7-1 cm, with persistent calyx. *Seeds* ellipsoid to ovoid, *ca.* 1 mm long. Fig. 1H.

Thailand.— NORTHERN: Mae Hong Son (Pai, Huai Hee), Chiang Mai (Mae Tang, Wiang Haeng).

Distribution.— Myanmar (type).

Ecology.— On trees in montane forest, alt. 1,400-1,800 m.

Phenology.— Flowering March-April; fruiting June.

Vernacular name.— Maeo nam (แมวน้ำ), Prathat kariang (ประทัดกระเหรี่ยง).

Specimens examined.— *S. Indhamusika* 125 (QBG); *J.F. Maxwell* 95-334 (CMU); *T. Smitinand* s.n., (BKF); *S. Watthana & C. Maknoi* 1059 (QBG).

Notes.— *Agapetes macrostemon* is easily recognized by its distinctly curved corollas, lacking banded markings and having curved stamens. Kurz's specimen from Martaban (Kurz, 1877), *Parish* s.n. (K) from Moulmaei and *W.A. Robertson* 131 (K) from S. Shan State have glabrous calyces. Studies of Thai material showed that there is variation of hairiness on the calyx and corolla from glabrous to pubescent.

7. A. megacarpa W.W. Sm., Notes Roy. Bot. Gard. Edinb. 11: 194. 1919; Airy Shaw, Kew Bull. 1948: 80. 1948; 13: 472. 1959; H. Shuhua, Acta Bot. Yunnan. 5(2): 145. 1983; H. Shuhua & F. Ruizheng in W. Zhengi, C. Jie & C. Shunkun, Fl. Yunnan. 5: 293. 1991; F. Ruizheng & P.F. Stevens in W. Zhengyi & P.H. Raven, Fl. China 14: 507. 2005. Type: China, Yunnan, Shweli-Salwin divide, in open thickets, Lat. 25° 6' N, alt 2,100 m., April 1917, *G. Forrest 13698* (holotype E!; isotype K!).

Epiphytic shrub up to 2-4 m high, with elongate swollen tubers; gray young branches angular, glabrous; basal branches up to 5 mm in diam., with dense lenticels. *Leaves* pseudoverticillate, rarely spiral, elliptic-oblong to oblanceolate-oblong, 9.5-14 by 2.5-5 cm, base obtuse to subcordate, apex acute to acuminate, margin entire to slightly crenate, often slightly undulate, with glands along the margin, coriaceous, glabrous; midrib (sub-) prominent above, distinctly prominent beneath; veins 11-16 on each side; petiole short, *ca.* 2 mm long, glabrous, flattened above. *Inflorescence* terminal or axillary corymb; peduncle up to 5 cm long, glabrous; rachis 4-10 mm long, glabrous; floral bracts triangular, 1-1.5 by 1 mm, margin entire with 2 small bracteoles at the base of the pedicel, *ca.* half size of bracts; pedicels 2.4-4 cm long, articulate at both ends, apex thickened, glabrous. *Calyx* tube glabrous, cup-shaped, 4-5 by 5-8 mm (3-4 by 3-5 mm when dry), glabrous; calyx limb divided to the base into 5 lobes, narrowly triangular or oblong-triangular, 9-14 by 2.5-3 mm, distinctly veined when dry, apex with a terminal gland. *Corolla* tubular but slightly swollen in the distal half, 4.3-6 by 1.2-1.9 cm, glabrous, red to pinkish-red with dark red streaks, 5-ridged; corolla tube 3.5-4.8 cm long; corolla lobes triangular, 8-12 by 6 mm. *Stamens*: filaments flattened, 3-5 by 2 mm, curved, hairy at apex; anthers 8-9 by 1-2 mm, granular; tubules 3.5-4 cm long, with spreading hairs and with 2 spurs, *ca.* 1 mm long, opening by slits up to 2 cm long. *Style* 5-6 cm long, glabrous; stigma subobtuse; disk glabrous. *Fruits* subglobose, 1-1.2 cm in diam., fleshy, with persistent calyx. Fig. 2A.

Thailand.— NORTHERN: Chiang Mai (Doi Angkhang, Doi Pha Hom Pok), Chiang Rai (Doi Tung, Doi Nang Non), Nan (Doi Phuka, Bo Kleua, Sakoen).

Distribution.— China (Yunnan; type).

Ecology.— On limestone hill and in montane forests, alt. 820-1,600 m.

Phenology.— Flowering June-February.

Vernacular.—Pratat angkhang (ประทัดอ่างขาง).

Specimens examined.— *J.F. Maxwell* 09-29 (CMU, QBG); *P. Srisanga* 739 (QBG), 858 (QBG), 1581 (QBG), 1863 (QBG), 2112 (QBG), 2233 (QBG); *P. Suksathan* 1434 (QBG), 1462 (QBG), 1465 (QBG), 2261 (QBG), 2264 (QBG), 3621 (QBG); *S. Watthana* 389 (QBG), 1443 (QBG).

Notes.— The type specimen of *A. megacarpa* was collected by G. Forrest in 1917 from S. China but has only fruits. He noted that the flower was creamy yellow with a question mark and the calyx ruddy. The fruits were nearly ripe. Airy Shaw (1959) provided descriptions from additional material including branches with flowers. These appear to be identical to all Thai specimens.

8. Agapetes parishii C.B. Clarke in Hook. f., Fl. Brit. Ind. 3: 445. 1981; H.R. Fletcher in Craib, Fl. Siam. Enum. 2: 311. 1938; Airy Shaw, Bull. Misc. Inform. Kew 1935: 31. 1935; 1948: 90. 1948. Type: Burma (Myanmar), Nat-toung expedition, 1867, *Parish s.n.* (lectotype K! selected by Airy Shaw, Bull. Misc. Inform. Kew 1935: 31. 1935).

Epiphytic shrub about 1 m high, with elongate swollen tubers; branches angular, glabrous; old branches terete. *Leaves* pseudoverticillate, elliptic-oblong to narrowly elliptic, 8-15 by 2.5-5 cm, base cuneate with a pair of glands, apex acute, margin entire and revolute, glabrous on both surfaces, coriaceous; midrib subprominent above, distinct beneath; veins 11-17 on each side, anastomosing at the apex and with a distinct marginal vein; petiole swollen 3-5 by 2-4 mm, flattened above. *Inflorescence* axillary corymb; bracts small, *ca.* 1 mm long, margin fimbriate, with 2 small bracteoles at the base of the pedicel, slightly smaller than the bract; peduncle up to 1 cm long; rachis up to 2 cm long; pedicel filiform, 1.5-2.5 cm long, thickened at apex, articulate at both ends, glabrous. *Calyx* tube 1.5-3 by 2-4 mm; calyx limb divided almost to the base; lobes triangular, 3-4 by 1.5-2 mm. *Corolla* tubular, 2.5-3 cm long, 5 ridged, glabrous, red with dark red streaks; lobes triangular, 5-6 by 2-2.5 mm. *Stamens*: filaments flattened, 2 mm long, hairy at the apex; anthers 4-5 mm long, without hairs and spurs; tubules 1.8-2 cm long, opening by slits. *Style* 2.5-3 cm long, glabrous; stigma truncate; disk glabrous. *Fruits* globose, 6-7 mm in diam. (immature). Fig. 2B.

Thailand.— NORTHERN: Mae Hong Son (Khun Mae Lan, Khun Yuam, Mae La Noi), Chiang Mai (Om Koi), Tak (Doi Mu Sur, Doi Pae Poe, Umphang), Kamphaeng Phet (Mae Wong); SOUTH-WESTERN: Kanchanaburi (Khao Ri Yai).

Distribution.— Myanmar (type).

Ecology.— On trees in lower montane forest, alt. 1,100-1,600 m.

Phenology.— Flowering November-March.

Vernacular.— Pra tat doi (ประทัดดอย), Khao yen nuea (เขาเย็นเหนือ).

Specimens examined.— *BGO Staff* 8355 (QBG); *W. Pongamornkul* 1606 (QBG); *P. Suksathan* 2064 (QBG), 2968 (QBG); *N. Tanaka et al.* HN8336 (QBG); *S. Watthana* 2322 (QBG), *S. Watthana & P. Srisanga* 194 (QBG).

9. Agapetes saxicola Craib, Bull. Misc. Inform. Kew 1935: 334. 1935; H.R. Fletcher in Fl. Siam. Enum. 2: 311. 1938; Airy Shaw, Kew Bull. 1948: 92. 1948; Sleumer, Dansk Bot. Ark. 23(1): 79. 1963. Type: Siam (Thailand), Loei, Phu Kradung, 1,200 m, on rocks, *Kerr 8696* (holotype K!; isotypes BK!, BM!, E!).

Shrub up to 1.5 m high, with swollen subspheroidal tubers; young branches glandular hairy becoming glabrous, gray. *Leaves* spiral, obovate to oblanceolate, 1-3 by 0.6-1.7 cm, apex obtuse to acute, base cuneate, margin entire and revolute, with 2 glands at base, coriaceous; midrib grooved above, prominent beneath; veins 4-7 on each side, sparsely hairy to glabrous on both surfaces; petiole 1-3 mm long, densely hairy. *Inflorescence* terminal or axillary corymb

up to 4 cm long, 3-4-flowered; bracts lanceolate, elliptic to obovate, 4-8 by 2-3 mm broad, hairy, with 2 small bracteoles at the base of the pedicel up to 1.5 mm long, deciduous; pedicels *ca.* 1 cm long, with dense glandular hairs, up to 1.5 mm long, articulate at both ends, distally thicker. *Calyx* with glandular hairs; calyx tube subglobose, 1.5-2 by 2-2.5 mm, sparsely hairy; calyx limb 2-2.5 mm long, glabrous inside; calyx lobes triangular 1.3-1.8 by 1.5 mm, acute at apex. *Corolla* campanulate, 13-16 mm long; corolla tube 6-8 mm long, glabrous; corolla lobes narrowly triangular, 6-7 by 2 mm, strongly recurved. *Stamens*: filaments 3-5 mm long, flattened, hairy; anthers 3.5-4 mm long, granular, with 2 spurs, 1.5-2 mm long, opening by elongate pores. *Style* 1.4-1.6 cm long; stigma truncate. *Fruit*s fleshy when ripe, globose, dark red to black, *ca.* 1 mm in diam. *Seeds* ellipsoid, flattened, 1.1-1.5 mm long, 0.7-0.8 mm broad. Fig. 2C.

Thailand.— NORTHERN: Phitsanulok (Phu Miang); NORTH-EASTERN: Phetchabun (Phu Hin Rong Kla), Loei (Phu Luang, Phu Kradung).

Distribution.— Endemic.

Ecology.— On open areas of sandstone forest, alt. 1,200-1,500 m.

Phenology.— Flowering December-May; fruiting September-November.

Vernacular.— Ngao nam tip (เหง้าน้ำทิพย์), Yaang khon (ยางขน), Sri thanonchai (ศรีธนนชัย).

Specimens examined.— *M. Norsangsri* 999 (QBG); *P. Suksathan* 1269 (QBG); *S. Watthana* 2200 (QBG); *S. Watthana & P. Suksathan* 1557 (QBG); *M. Wongnak* 98 (QBG).

10. Agapetes setigera D. Don ex G. Don var. **verticillata** Wall. ex C.B. Clarke in Hook.f., Fl. Brit. Ind. 3: 443. 1881; Airy Shaw, Bull. Misc. Inform. Kew 1935: 33. 1935. Type: India, Khasia, E. montibus Pundooa Bengalae Orientalis 1821, *M.R. Smith s.n.* in *Wallich 753* (holotype K-W!).

Epiphytic shrub up to 1 m high, with swollen tubers; young branches angular; old branches terete, glabrous, with lenticels. *Leaves* pseudoverticillate, oblanceolate, rarely elliptic, 6-9 by 1.6-4 cm, apex subacute, base cuneate, rounded or slightly cordate, margin slightly serrate at the upper part, revolute, coriaceous; veins 9-14 on each side; petiole short. *Inflorescence* axillary, corymbose, 3-7-flowered; peduncle, rachis, pedicel and calyx with dense puberulent and glandular hairs; peduncle and rachis 5-8 mm long; pedicel 1.2-1.7 cm long; floral bract small, triangular, *ca.* 0.5 mm long, apex acute, margin ciliate. *Calyx* tube subglobose, 2-2.5 by 2.3-2.5 mm, with dense hairs; calyx limb 2.5-3 mm long; calyx lobes 1.8-2 by 1.5 mm, triangular, with a prominent midrib, acute at apex, often with a terminal gland, glabrous inside, distinctly veined when dry. *Corolla* red-pink with darker red-pink streaks, tubular but slightly swollen at the distal half, 16-18 by 4.5-5 mm, subglabrous, with a few pubescent and glandular hairs along the ridge, 5-ridged; lobes triangular-oblong, 2-3 mm by 1.5 mm, sub-obtuse at apex. *Stamens*: filaments flattened, *ca.* 2 mm long; anthers 4-5 mm long; tubules 1-1.2 cm long, curved with 2 minute spurs, opening by elongate pores. *Style* 1.7-1.9 cm long, curved at the upper part, glabrous; stigma capitate, *ca.* 1.5 mm in diam.; disk glabrous.

Fruits pale green, 5 by 4 mm when young. Fig. 2D.

Thailand.— SOUTH-WESTERN: Phetchaburi (Kaeng Krachan).

Distribution.— India (type).

Ecology.— On tree branch in evergreen forest, alt. 960 m.

Phenology— Flowering and fruiting in March.

Specimens examined.— *D. Middleton et al*. 1799 (BKF, K), *S. Watthana* 2321 (QBG).

11. Agapetes thailandica Watthana, Edinb. J. Bot. 58(3): 423. 2001.—*Agapetes variegata* auct. non (Roxb.) D. Don ex G. Don: J.F. Maxwell, Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 37(2): 183. 1989. Type: Thailand, Chiang Mai, Chom Thong, Doi Song Mea, epiphytic shrub on tree branch in mountain forest, alt. 1,500 m, *S. Watthana, P. Suksathan & G. Argent 587* (holotype QBG!; isotype E!).

Epiphytic shrub to 1 m high, with thickened roots, entirely glabrous. *Leaves* spiral, oblong, oblong-elliptic, oblong–lanceolate to lanceolate, 6-15 by 2.6-6 cm, apex obtuse to retuse, base cuneate, margin revolute; midrib subprominent above, prominent beneath; veins 8-10 on each side, anastomosing near the margin and sometimes forming a weak intramarginal vein; petiole thickened, 2-4 mm long. *Flowers* solitary or fasciculate on old branches; bracts 0.5 mm long, elliptic, ciliate; pedicel filiform, 2-2.8 cm long, not articulated with the calyx. *Calyx* tube 1.5-2 by 1.5-2 mm; calyx limb 1-1.5 mm long; calyx lobes triangular, *ca.* 1 mm long, acute at apex. *Corolla* at first solid bright red with green lobes, the lobes turning red with age, tubular but slightly swollen in the distal half, 20-25 by 4-6 mm; lobes triangular, each 1.0-1.5 mm long. *Stamens*: filaments free, flattened, 1.5-1.7 cm long, white; anthers 4-5 mm long, with 2 recurved spurs, 1-1.2 mm long; tubules 4.0-5.0 mm long, opening by elongate pores or slits. *Style* white, apex greenish, 2.1-2.5 cm long; stigma truncate, green. *Fruits* up to 1.5 cm diam., glaucous. *Seeds* flattened, ellipsoid, *ca.* 2 mm long, 1.0 mm broad. Fig. 2E.

Thailand.— NORTHERN: Mae Hong Son (Khun Yuam, Pai), Chiang Mai (Chom Thong, Doi Inthanon, Doi Suthep, Doi Chiang Dao).

Distribution.— Endemic.

Ecology.— On trees in montane forest, alt. 1,500 m.

Phenology.— Flowering November-February.

Vernacular.— Prathat Suthep (ประทัดสุเทพ).

Specimens examined.— *J.F. Maxwell* 87-1623 (CMU), 95-656 (CMU); *S. Watthana, P. Suksathan* & *G. Argent* 587 (E, QBG).

12. Agapetes variegata (Roxb.) D. Don ex G. Don, Gen. Hist. 3: 862, 1834.—*Ceratostema variegatum* Roxb., Hort. Beng.: 33. 1814 (*nom. nud.*); Fl. Ind. 2: 413. 1832. Type: Bangladesh, *Roxburgh Icones* 2247.

Thibudia macrantha Hook., Curt. Bot. Mag. 77: t 4566. 1851.—*Vaccinium variegatum* Kurz var. *macranthum* (Hook.) Kurz, J. Asiat. Soc. Beng., Pt. 2, Nat. Hist. 42(2): 84. 1873.—*Agapetes macranthum*

(Hook.) Hook.f. in Benth. & Hook.f., Gen. Pl. 2: 571.1876. —*A. variegata* (Roxb.) D. Don ex G. Don var. *macrantha* (Hook.) Airy Shaw, Kew Bull. 1948: 89. 1948. Type: Burma (Myanmar), Moulmain, Curt. Bot. Mag. 77: t 4566. 1851.

Epiphytic shrub up to 2 m high, with elongate woody tubers; branches glabrous. *Leaves* pseudoverticillate, elliptic to elliptic-oblong, 8-15 by 2-5 cm, base obtuse, apex acute to acuminate, margin revolute; midrib prominent near the base above, prominent beneath; veins 10-13 on each side, anastomosing near the margin; petiole thickened, 2-3 mm long, flattened above. *Inflorescence* axillary corymbose or fasciculate; peduncle and rachis very short, glabrous; floral bracts 1-1.5 mm long, triangular, apex acute; pedicel filiform, 1.8-2.3 cm long, articulate at both ends. *Calyx* 5-6 mm long, glabrous; calyx tube *ca.* 4 by 4 mm (2-2.5 by 2-2.5 mm when dried); calyx limb 3-4 mm long; calyx lobes triangular, 2-3.5 by *ca.* 2 mm, subacute with a terminal gland. *Corolla* tubular slightly swollen at the distal part, red with dark streaks, 3.5-5 by 1.0-1.6 cm; lobes triangular, each 8-10 mm long, 4 mm broad. *Stamens* 3.8-4.8 mm long; filaments 5-6 mm long, flattened, curved, hairy on the outer; anthers 5-7 mm long, granular, hairy on the outer side; tubules 3.2-3.8 cm long, without spurs, opening by elongate pores or slits. *Style* 4.2-4.8 cm long; stigma truncate; disk glabrous. Young fruits up to 1 cm in diam. Fig. 2F.

Thailand.— SOUTH-WESTERN: Kanchanaburi (Sangkhla); PENINSULAR: Ranong (Khao Pha Mi), Suratthani (Khao Sok), Phangnga (Sri Phangnga).

Distribution.— Bangladesh (type), Myanmar.

Ecology.— On trees in evergreen forest, alt. 200-900 m.

Phenology.— Flowering in August.

Vernacular.— Prathad yai (ประทัดใหญ่).

Specimens examined.— *C.F. van Beusekom & C. Phengklai* 441 (BKF); *C. Phengklai et al.* 2921 (BKF); *S. Watthana* 717 (QBG).

Notes.— This species is similar to *A. grandiflora* Hook.f. but that species has spurs on the stamens.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Dr. Gorge Argent for language editing and advising for this work. I thank the Directors, Curators and the staff of the herbaria AAU, BK, BKF, BM, C, CMU, E, K and QBG for use of their facilities and Dr. Hajo-Joachim Esser for sending type images. I also thank the Botanical Garden Organization for supporting visiting oversea herbaria.

REFERENCES

Airy Shaw, H.K. 1939. Studies in the Ericales I. New and less-known Species of *Agapetes*. **Bulletin of Miscellaneous Information Kew** 1935: 24-53.

_____. 1948. Studies in the Ericales: V. Further note on *Agapetes*. **Kew Bulletin** 1948: 77-104.

_____. 1959. Studies in the Ericales XI. Further new species and notes on the *Agapetes* of Continental Asia. **Kew Bulletin** 13: 469-512.

Fletcher, H.R. 1938. Ericaceae. In: **Florae Siamensis Enumeratio.** W.G. Craib (Ed.), vol. 2, pp. 311-319. The Siam Society, Bangkok.

Kurz, S. 1877. **Forest Flora of British Burma.** Vol. 2. p. 87. The Superintendent of Government Printing, Calcutta.

Ruizheng, F. & Stevens, P.F. 2005. *Agapetes*. In: **Flora of China.** W. Zhengyi & P.H. Raven (Eds.), Vol. 14, pp. 504-517. Science Press, Beijing & Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

Sleumer, H. 1966. Studies in the Flora of Thailand 38. Ericaceae. **Dansk Botanisk Arkiv** 23(3): 302-305.

Stevens, P.F. 1985. Notes on *Vaccinium* and *Agapetes* (Ericaceae) in Southeast Asia. **Journal of Arnold Arboretum** 66: 471-490.

_____, Luteyn, J., Oliver, E.G.H., Bell, T.L., Brown, E.A., Crowden, R.K., George, A.S., Jordan, G.J., Ladd, P., Lemson, K., McLean, C.B., Menadue, Y., Pate, J.S., Stace, H.M. & Weiller, C.M. 2004. Ericaceae. In: **The Families and Genera of Vascular Plants.** K. Kubitzki (Ed.), Vol. 6, p. 184. Springer-Verlag, Berlin & Heidelberg.

Thiers, B. 2012. Index Herbariorum: A Global directory of public herbaria and associated staff. Available from: http://sweetgum.nybg.org/ih/. Accessed February 22, 2012.

Watthana, S. 2001. A new species of *Agapetes* (Ericaceae) from Thailand. **Edinburgh Journal Botany** 58: 423-427.

Watthana, S. & Trisonthi, C. 1999. *Agapetes inopinata* Airy Shaw, a new record for Thailand. **Thai Forest Bulletin (Botany)** 27: 19-23.

Figure 1. A. *Agapetes bracteata* Hook.f. ex C.B. Clarke (Photo by Henrik Æ. Pedersen); B-D. *A. hosseana* Diels; E. *A. inopinata* Airy Shaw; F. *A. lobbii* C.B. Clarke; G. *A. loranthiflora* D.Don ex G.Don var. *loranthiflora*; H. *A. macrostemon* (Kurz) C.B. Clarke

FIGURE 2. A. *Agapetes megacarpa* W.W. Sm.; B. *A. parishii* C.B. Clarke; C. *A. saxicola* Craib; D. *A. setigera* D. Don ex G. Don var. *verticillata* Wall. ex C.B. Clarke; E. *A. thailandica* Watthana; F. *A. variegata* (Roxb.) D. Don ex G. Don

วารสารพฤกษศาสตร์ไทย

สมาคมพฤกษศาสตร์ ในพระบรมราชินูปถัมภ์ และองค์การสวนพฤกษศาสตร์

ข้อแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารพฤกษศาสตร์ไทยตีพิมพ์ผลงานวิจัย และบทความวิชาการทางด้านพืช สาหร่าย เห็ดรา ไลเคนส์ และหัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง และเป็นงานวิจัยที่ไม่เคยเผยแพร่หรือตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์จะต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ วารสารพฤกษศาสตร์ไทยมีกำหนดจัดพิมพ์ปีละ 2 เล่ม ในเดือนมิถุนายน และธันวาคม สำหรับผู้ที่ส่งบทความวิจัยเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ควรเป็นสมาชิกของสมาคมพฤกษศาสตร์

การส่งต้นฉบับ

บทความสามารถเขียนเป็นภาษาอังกฤษ หรือภาษาไทยที่มีความถูกต้องของการใช้ภาษา บทความภาษาไทยต้องมีบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ผู้เขียนต้องส่งต้นฉบับบทความวิจัย จำนวน 3 ชุด พร้อมซีดีไฟล์ข้อมูล จำนวน 1 แผ่น และจดหมายนำส่งมาที่บรรณาธิการการจัดการตามที่อยู่ข้างล่างนี้

ดร.พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

ผู้เขียนจะได้รับทราบผลการพิจารณาบทความวิจัยว่ายอมรับเพื่อตีพิมพ์ ปฏิเสธ หรือต้องมีการแก้ไขภายใน 2 เดือน กรณีที่มีการแก้ไขทางวารสารจะส่งไปให้ผู้เขียนดำเนินการแก้ไขปรับปรุง หากต้องการทราบข้อมูลเพิ่มเติมสามารถติดต่อบรรณาธิการการจัดการที่ email: ppimwa@kku.ac.th

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับบทความควรมีความยาวไม่เกิน 20 หน้า ต้นฉบับบทความภาษาไทยต้องพิมพ์ด้วยอักษร Browallia New ขนาด 16 pt ส่วนต้นฉบับภาษาอังกฤษพิมพ์ด้วยอักษร Times New Roman ขนาด 12 pt พิมพ์บรรทัดเว้นสองบรรทัด ระยะห่างจากขอบด้านละ 2.5 ซม. บทความประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียน สถาบันที่สังกัด บทคัดย่อ คำสำคัญ บทนำ วิธีการศึกษา ผลการวิจัย อภิปรายผลการศึกษา กิตติกรรมประกาศ และเอกสารอ้างอิง หรืออาจมีภาคผนวก

ชื่อเรื่อง ชื่อเรื่องต้องสั้นกะทัดรัดและมีคำที่แสดงข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัย บทความภาษาไทยพิมพ์ด้วยอักษร Browallia New ขนาด 20 pt ตัวหนา ต้องเขียนทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย บทความภาษาอังกฤษพิมพ์ด้วยอักษร Times New Roman ขนาด 16 pt ตัวหนา

ชื่อผู้เขียน ให้ระบุชื่อผู้เขียน บทความภาษาไทยพิมพ์ด้วยอักษร Browallia New ขนาด 16 pt ตัวหนา ต้องเขียนทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย บทความภาษาอังกฤษพิมพ์ด้วยอักษร Times New Roman ขนาด 12 pt ตัวหนา สถาบันที่สังกัด ที่อยู่ของสถาบัน และอิเลคโทรนิกเมลล์ ของผู้วิจัยที่เป็นผู้ประสานงาน บทความภาษาไทยพิมพ์ด้วยอักษร Browallia New ขนาด 14 pt ตัวหนา ต้องเขียนทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย บทความภาษาอังกฤษพิมพ์ด้วยอักษร Times New Roman ขนาด 10 pt ตัวหนา

บทคัดย่อ ต้องเขียนบทคัดย่อที่สรุปความสำคัญของเนื้อหา มีความยาวไม่เกิน 250 คำ บทความภาษาไทยพิมพ์ด้วยอักษร Browallia New ขนาด 16 pt ต้องเขียนทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย บทความภาษาอังกฤษพิมพ์ด้วยอักษร Times New Roman ขนาด 12 pt

คำสำคัญ ควรมี 3-5 คำ บทความภาษาไทยพิมพ์ด้วยอักษร Browallia New ขนาด 16 pt ต้องเขียนทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย บทความภาษาอังกฤษพิมพ์ด้วยอักษร Times New Roman ขนาด 12 pt

เนื้อหาบทความวิจัย บทความภาษาไทยพิมพ์ด้วยอักษร Browallia New ขนาด 16 pt บทความภาษาอังกฤษพิมพ์ด้วยอักษร Times New Roman ขนาด 12 pt การเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ หรือชื่อละตินเขียนตัวอักษรเอนเท่านั้น ให้ระบุตำแหน่งของภาพประกอบ และ/หรือตาราง ด้วยดินสอตรงขอบของบทความ

การอ้างอิงในเนื้อหาในกรณีอ้างอิงบทความภาษาไทยให้ใช้ ชื่อ นามสกุล และคณะ (ปี) หรือ (ชื่อ นามสกุล และคณะ, ปี) เช่น ประนอม จันทรโณทัย และคณะ (2551) หรือ (ประนอม จันทรโณทัย และคณะ, 2551) กรณีอ้างอิงบทความภาษาอังกฤษ ให้ใช้ นามสกุล (ปี) หรือ (นามสกุล, ปี) เช่น Chantaranothai *et al.* (2008) หรือ (Chantaranothai *et al.*, 2008) หากอ้างอิงจากงานวิจัยมากกว่า 1 เรื่องให้เรียงลำดับตามปีที่พิมพ์ โดยคั่นด้วยเครื่องหมายอัฒภาค (;)

ภาพประกอบ และตาราง ให้เรียงตามลำดับการใช้อักษรตัวเลขอารบิค ภาพและตารางจะต้องมีการอ้างอิงในเนื้อความโดยใช้ว่า ตารางที่ และ ภาพที่ ในการส่งต้นฉบับให้แยกตารางและภาพประกอบออกจากส่วนเนื้อหา โดยจัดไว้หน้าท้ายสุดของต้นฉบับ

การตีพิมพ์ภาพสี เจ้าของบทความจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดพิมพ์ โดยติดต่อสอบถามราคาจากบรรณาธิการการจัดการ

หน่วย หน่วยที่ใช้ตามเกณฑ์ของ Systeme International d'Unités (SI)

เอกสารอ้างอิง บทความภาษาไทยพิมพ์ด้วยอักษร Browallia New ขนาด 14 pt บทความภาษาอังกฤษพิมพ์ด้วยอักษร Times New Roman ขนาด 10 pt การอ้างอิงวารสารให้เขียนชื่อเต็มของวารสาร การเรียบเรียงเอกสารอ้างอิงให้จัดเรียงตามลำดับอักษรภาษาไทยและตามด้วยภาษาอังกฤษ ตัวอย่างรูปแบบการเขียนดังนี้

วารสาร

Norsaengsri, M. & Chantaranothai, P. 2008. A revised taxonomic account of *Paspalum* L. (Poaceae) in Thailand. **The Natural History Journal of Chulalongkorn University** 8: 99-119.

หนังสือ

เชาวน์ ชิโนรักษ์ และ พรรณี ชิโนรักษ์. 2528. **ชีววิทยา 3.** พิมพ์ครั้งที่ 5. บูรพาสาส์น, กรุงเทพฯ

Ma, H. 2006. **A molecular portrait of *Arabidopsis*** meiosis. American Society of Plant Biologists, Rockville, Maryland.

บทความในหนังสือ

ธวัชชัย สันติสุข. 2532. พรรณพฤกษชาติของประเทศไทย: อดีต ปัจจุบันและอนาคต. ใน: **ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย.** สิริวัฒน์ วงศ์สิริ และ ศุภชัย หล่อโลหการ (บรรณาธิการ). หน้า 81-90. สำนักพิมพ์ประชาชน, เชียงใหม่.

D'Arcy, W.G. 1979. The classification of the Solanaceae. In: **The biology and taxonomy of the Solanaceae.** J.G. Hawkes, R.N. Lester & A.D. Skelding (Eds.), pp. 3-48. Academic Press, London.

Renner, S. S., Clausing, G., Cellinese, N. & Meyer, K. 2001. Melastomataceae. In: **Flora of Thailand.** T. Santisuk & K. Larsen (Eds.), Vol. 7 part 3, pp. 412-497. Prachachon, Bangkok.

วิทยานิพนธ์

พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง. 2544. **อนุกรมวิธานของพืชเผ่า Inuleae (Asteraceae) ในประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Thitimetharoch, T. 2004. **Taxonomic studies of the family Commelinaceae in Thailand.** Ph.D. Thesis, Khon Kaen University.

กิตติกรรมประกาศ การเขียนกิตติกรรมประกาศควรเขียนให้สั้นกะทัดรัด

ต้นฉบับบทความที่จัดพิมพ์ ผู้ประสานงานจะได้รับต้นฉบับบทความที่จัดพิมพ์แล้ว จำนวน 5 ชุด พร้อมไฟล์ PDF ของบทความวิจัย จำนวน 1 ชุด

Thai Journal of Botany

The Botanical Society under the Royal Patronage of Her Majesty the Queen and The Botanical Garden Organization

Guide to authors

THAI JOURNAL OF BOTANY publishes original research papers and review article of relevance of all plant groups, algae, fungi and lichens and related subjects. The papers submitted are considered for publication on the understanding that they have not been published or accepted for publication elsewhere. Manuscripts are submitted to referees for evaluation. TJB is published twice a year, in June and December. Authors are encouraged to be member of the Botanical Society.

Submission of manuscripts

Manuscript should be consistently written in English or Thai. The manuscript in Thai have to provide an abstract on both languages. Authors are responsible for submitting their text to linguistic revision prior to submission. Manuscript should be submitted in three printout copies with CD and along with a cover letter to the managing editor at the following address:

Dr. Pimwadee Pornpongrungrueng
Department of Biology, Faculty of Science,
Khon Kaen University
Khon Kaen 40002, Thailand

Authors will generally be notified of acceptance, rejection, or need for revision within two months. In case of extensive editing, the manuscripts will be returned to the author for approval or revision. For further information please contact managing editor at ppimwa@kku.ac.th

Preparation of manuscripts

Length of Manuscripts should not exceed 20 pages. Manuscript in Thai language should be written with 16 pt Browallia New font, whereas English manuscript should be prepared with 12 pt Times New Roman, all with double-space the entire manuscript. All margins should be 2.5 cm. The manuscript includes Title, Author (s), Institutes, Abstract, Keywords, Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References and Appendices, if necessary.

Titles should be short and contain words useful for indexing and information retrieval. The manuscript in Thai should be typed in Browallia New font, 20 pt, bold face, whereas English manuscript should be typed in Times New Roman font, 16 pt, bold face.

Author (s) includes author's name, manuscript in Thai have to provide in English and Thai languages, typing with Browallia New font, 16 pt, whereas English manuscript should be typed in Times New Roman font, 12 pt. Institutes, postal address and corresponding author's e-mail address should be provided in Browallia New font, 14 pt for the manuscript in Thai, and Times New Roman font, 10 pt for the English manuscript.

Abstract should not exceeding 250 words in each language. The results of the work should be briefly presented. The manuscript in Thai should be typed in Browallia New font, 16 pt, whereas English manuscript should be typed in Times New Roman font, 12 pt.

Keywords should be provided with 3-5 words. The manuscript in Thai should be typed in Browallia New font, 16 pt, and provided both Thai and English, whereas English manuscript should be typed in Times New Roman font, 12 pt.

Text should be typed in Browallia New font, 16 pt for Thai manuscript and Times New Roman font, 12 pt for English manuscript. Latin names should be written in Italics. Approximate position of illustrations and/or tables in the text should be indicated with pencil in the margin.

In the text references are given as Chantaranothai *et al.* (2008), or, when appropriate, as (Chantaranothai *et al.*, 2008). If citing more than one reference by the author, cite chronologically and separate by commas. If citing references by different authors, cite chronologically and separate with semicolons between each author(s).

Figure and Table should have consecutive Arabic numerals. They are cited in the text as Table and Fig. They are appended separately at the end of the manuscript. Colour plates may be included at the author's expense. Contact the managing editor for price.

Units should conform to Systeme International d'Unités (SI).

References in Thai manuscript should be provided with Browallia New font, 14 pt whereas in English manuscript should be Times New Roman font, 10 pt. The journal name should be written out in full. List references in alphabetical order. Examples:

Journal:

Norsaengsri, M. & Chataranothai, P. 2008. A revised taxonomic account of *Paspalum* L. (Poaceae) in Thailand. **The Natural History Journal of Chulalongkorn University** 8: 99-119.

Book:

Ma, H. 2006. **A molecular portrait of *Arabidopsis* meiosis.** American Society of Plant Biologists, Rockville, Maryland.

Book Chapter:

D'Arcy, W.G. 1979. The classification of the Solanaceae. In: **The Biology and Taxonomy of the Solanaceae.** J.G. Hawkes, R.N. Lester, & A.D. Skelding (Eds.), pp. 3-48. Academic Press, London.

Thesis:

Pornpongrungrueng, P. 2001. **Taxonomy of tribe Inuleae (Asteraceae) in Thailand.** Master of Science Thesis in Biology, Graduate School, Khon Kaen University. (in Thai)

Thitimetharoch, T. 2004. **Taxonomic studies of the family Commelinaceae in Thailand.** Ph.D. Thesis, Khon Kaen University.

Acknowledgements keep them short.

Offprints. Five offprints are supplied free of charge and one PDF file will be sent to corresponding author.

สมาคมพฤกษศาสตร์ในพระบรมราชินูปถัมภ์

สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180
โทร. 053-841204, e-mail : bots@qsbg.org, www.qsbg.org/bots

ใบสมัครสมาชิก

เลขที่สมาชิก..... **วันที่สมัคร**.....

ชื่อ นาย/นาง/นางสาว.....

Name (Mr./Mrs./Miss).....

วัน/เดือน/ปีเกิด.....

สถานภาพ ☐ โสด ☐ สมรส ☐ อื่นๆ.....

ชื่อคู่สมรส สามี/ภรรยา.....

ที่อยู่.....

โทรศัพท์ (Tel.).....**โทรสาร** (Fax).....**อีเมล์** (E-mail).....

ที่ทำงาน.....

.....

โทรศัพท์.....**โทรสาร**.....

อาชีพ ☐ ข้าราชการ ☐ พนักงานรัฐวิสาหกิจ ☐ เอกชน
☐ นักศึกษา ☐ อื่นๆ.....

ตำแหน่ง.....

การศึกษา ☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

ความสามารถพิเศษ.....

.....

ความสนใจเกี่ยวกับงานทางด้านพฤกษศาสตร์

☐ อนุกรมวิธาน ☐ สรีรวิทยา ☐ สัณฐานวิทยา
☐ นิเวศวิทยา ☐ กายวิภาค ☐ ชีวโมเลกุล
☐ เทคโนโลยีชีวภาพ ☐ อื่นๆ .....

สมัครสมาชิกประเภท

สมาชิกสามัญ (ตลอดชีพ ค่าสมัคร 1,000 บาท) **สมาชิกสมทบ (1 ปี ค่าสมัคร 100 บาท)**

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้สมัคร

สำหรับเจ้าหน้าที่

☐ ชำระเงิน ☐ ใบเสร็จรับเงิน ☐ บัตรสมาชิก
☐ อื่นๆ.....

ลงชื่อ.....
(.....)
...../...../.....