

Formas Fokuserar

# Jordbruk som håller i längden



## Jordbruk som håller i längden

Hur ska vi bedriva ett hållbart jordbruk som kan ge mat åt 9 miljarder? Hur ska vi bäst hushålla med mark, vatten, växtnäring, energi och gener? Förslagen till produktions-tekniska lösningar varierar: ekologiskt, konventionellt, perenna grödor och mera genteknik. Men det handlar också om handelspolitik och marknader, om svinn i livsmedelskedjan, och om att få igång det småskaliga jordbruket i utvecklingsländer.

Boken ger många forskares perspektiv.  
Läs den så får du veta!

[www.formasfokuserar.se](http://www.formasfokuserar.se)



Forskningsrådet för miljö, areella näringar  
och samhällsbyggande, Formas

Formas Fokuserar

PRISGRUPP

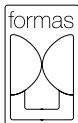
**F**

POCKETSTANDARD

ISBN 978-91-540-6043-6



9789154060436



Forskningsrådet för miljö, areella näringar  
och samhällsbyggande, Formas

Forskningsrådet Formas är en statlig myndighet som stödjer grundforskning och behovsstyrd forskning med höga krav på vetenskaplig kvalitet och relevans för berörda samhällssektorer. Det övergripande syftet är att främja en hållbar utveckling i samhället.

# Jordbruk som håller i längden

## Formas Fokuserar

Pocketboksserien Formas Fokuserar är ett led i Formas arbete med att kommunicera forskningsresultat. Serien är ett debattforum där forskare klargör dagens kunskaps- och debattläge i viktiga samhällsfrågor.

FORMAS FOKUSERAR 17	<i>Jordbruk som håller i längden</i>
COPYRIGHT	Forskningsrådet Formas ( <a href="http://www.formas.se">www.formas.se</a> )
PLANERINGSGRUPP	Maria Dirke, Ekologiska lantbrukarna, Kjell Ivarsson, LRF/SLF, Louise Ungerth, Konsumentföreningen Stockholm, Carl-Johan Lidén, Jordbruksverket; Sara Österman, Lena Strålsjö, Susanne Johansson, Britt Olofsdotter och Jonas Förare, Formas. (Bokens författare ansvarar själva för innehållet i sina texter.)
REDAKTÖR	Birgitta Johansson
OMSLAG OCH ORIGINAL	Lupo Design
ILLUSTRATIONER	Pertti Salonen där inte annat anges
TRYCK	Edita AB
PAPPER	Omslag: 300g Multiart Gloss Inlaga: FSC-certifierat 80g Munken Premium Cream 13
TÝPOGRAFI	Adobe Garamond, Helvetica Neue

ISBN 978-91-540-6043-6

BESTÄLLNINGSDRESS [www.formasfokuserar.se](http://www.formasfokuserar.se) eller [formas.ldi@liber.se](mailto:formas.ldi@liber.se)

STOCKHOLM 2010

**Formas Fokuserar**

## Innehåll

<b>Inledning</b>	<b>9</b>
<b>Ekosystemtjänster i ett hållbart jordbruk</b> Henrik Smith	<b>23</b>
<b>Djurproduktion utan fotfäste</b> Christel Cederberg	<b>35</b>
<b>FAKTA: Jordbruk på gott och ont för miljön</b> Ingrid Rydberg	<b>53</b>
<b>HÅLLBART JORDBRUK – HUR KOMMER VI DIT?</b>	
<b>FAKTA: På väg mot hållbarhet – några olika initiativ</b> Anders Heimer	<b>63</b>
<b>Hur ser framtiden ut för den svenske bonden?</b> Karl-Ivar Kumm	<b>77</b>
<b>Uthållig matproduktion på tre ben – mängd, kvalitet och miljö</b> Holger Kirchmann, Lars Bergström och Rune Andersson	<b>91</b>
<b>Hur löser jordbruket sitt växtnäingsbehov?</b> Ingrid Öborn och Sigrun Dahlin	<b>113</b>
<b>Fosfor – livsviktig resurs och global förorening</b> Tina-Simone S. Neset, Dana Cordell och Lotta Andersson	<b>133</b>

<b>Ogräs, sjukdomar och skadeinsekter – hur ska de bekämpas?</b> Maria Wivstad	<b>147</b>
<b>Goda mikrober räddar grödorna</b> Margareta Hökeberg	<b>159</b>
<b>Biologisk mångfald – vidga vyerna till hela landskapet!</b> Åke Berg	<b>173</b>
<b>Genteknik – en naturlig del av framtidens hållbara jordbruk</b> Jens Sundström	<b>185</b>
<b>Jordbruk utan fossil energi</b> Serina Ahlgren och Per-Anders Hansson	<b>201</b>
<b>Miljömål för mark på önskelistan</b> Lennart Mattsson, Mats Olsson och Kristina Belfrage	<b>211</b>
<b>Jordbruket och de svenska miljömålen</b> Jonas Nilsson	<b>227</b>
<b>Matsvinn – att förlora kamelen efter att ha silat myggen</b> Ingrid Strid	<b>239</b>
<b>Hållbart jordbruk – konsumenten kan inte göra allt</b> Lena Ekelund	<b>247</b>

<b>DJUREN</b>	
<b>Hur mår djuren i ekologisk produktion?</b>	<b>265</b>
Anna Valros	
<b>Hållbar djurhållning kräver effektiv parasitkontroll</b>	<b>281</b>
Johan Höglund	
<b>Säkra livsmedel – vilken roll spelar djuren?</b>	<b>297</b>
Ivar Vågsholm	
<b>LIVSMEDELSKVALITET</b>	
<b>Några aspekter på livsmedelskvalitet</b>	<b>315</b>
<b>Foder och koras avgör mjölkens kvalitet</b>	<b>319</b>
Anders André	
<b>Kött och ägg – plus och minus för båda systemen</b>	<b>327</b>
Viktoria Olsson	
<b>Oklara systemskillnader för vegetabilier</b>	<b>335</b>
Lena Dimberg och Margaretha Jägerstad	
<b>Det finns inga färdiga svar</b>	<b>345</b>
Margaretha Jägerstad, Anders André, Lena Dimberg och Viktoria Olsson	
<b>GLOBALT PERSPEKTIV</b>	
<b>Planetens gränser kräver ny grön revolution</b>	<b>353</b>
Johan Rockström	
<b>Ny grön revolution med perenna GM-grödor</b>	<b>367</b>
Torbjörn Fagerström och Peter Sylwan	

<b>Resurseffektivt jordbruk – hur kan molekylärbiologin bidra?</b>	<b>387</b>
Ivar Virgin	

<b>Ekologiskt jordbruk är inte etiskt hållbart för Afrika</b>	<b>403</b>
Göran Djurfeldt och Agnes Andersson	

<b>Ekologiskt jordbruk kan föda en växande befolkning</b>	<b>419</b>
Karin Höök	

<b>SKILLNADER I SYNSÄTT</b>	
<b>Ekologiskt jordbruk som vetenskaplig kontrovers</b>	<b>441</b>
Erland Mårald	



## Inledning

Hur ska vi bedriva ett hållbart jordbruk som kan ge mat åt nio miljarder människor samtidigt som klimatet förändras? Hur ska vi bäst hushålla med mark, vatten, växtnäring, energi och gener? Förslagen till produktionstekniska lösningar varierar: ekologiskt, konventionellt, perenna grödor och mera genteknik. Men det handlar också om sådant som handelspolitik och marknader, om svinn i livsmedelskedjan, och om att få igång det småskaliga jordbruket i utvecklingsländer.

Boken ger många olika forskares perspektiv. Författarna rör sig mellan olika nivåer – från fältet och gården till den globala nivån. Sverige är i allra högsta grad en del av världen med vår stora import av både livsmedel och insatsvaror till jordbruket.

Boken inleds av Henrik Smith, Lunds universitet, som skriver om ekosystemtjänster i ett hållbart jordbruk. Jordbruket producerar ekosystemtjänster, men är också beroende av sådana för sin egen funktion, till exempel för pollinering, kontroll av skadegörare och cirkulation av växtnäring. Dessa tjänster utförs av vanliga arter i den lokala biologiska mångfalden. Om mångfalden minskar kan vi förlora viktiga ekosystemtjänster.

Christel Cederberg på Institutet för Livsmedel och Bioteknik (SIK) visar hur djurproduktionen har tappat fotfästet. Dagens industrialiserade djurproduktion sker oftast långt borta från marken där fodret odlas. Kväve och fosfor måste hela tiden tillföras foderproduktionen i form av handelsgödsel. För att jordbruket ska bli effektivt måste foderproduktion och djurhållning hänga ihop, och vi behöver hitta sätt att återföra växtnäring från både stallgödsel och ”stadsgödsel”.

Jordbruket påverkar miljön – det ligger i sakens natur, skriver Ingrid Rydberg på Naturvårdsverket. Om vi vill samla in mat så påverkas ekosystemen. Frågan är hur många som ska försörjas och vilken mat de ska äta. För de svenska miljömålen är jordbruket både positivt och negativt.

### **Hållbart jordbruk – hur kommer vi dit?**

Anders Heimer, Morgonhöjdens Eko, presenterar några olika initiativ som arbetar för att styra det svenska jordbruket i hållbar riktning. EU har särskilda regelverk för ekologisk produktion, och den svenska certifieringen sker enligt KRAV. För konventionell produktion har LRF tagit fram standarden Svenskt Sigill. Dessutom finns det två intressanta rådgivningsprojekt: Odling i balans och Greppa Näringen.

Hur ser framtiden ut för den svenske bonden? Vi importerar allt mer av maten vi äter. Men om marken i världen blir en allt knappare resurs kan svensk jordbruksmark bli viktig för den globala försörjningen

av mat och bioenergi. Om istället den tekniska utvecklingen gör att marken mer än väl räcker så får en stor del av svenskt jordbruk svårt att konkurrera med baslivsmedel. I båda scenarierna är rationaliseringsåtgärder viktiga för hållbarheten, skriver Karl-Ivar Kumm på Sveriges lantbruksuniversitet (SLU).

Uthållig livsmedelsproduktion innebär tillräckligt med mat av hög kvalitet, och dessutom god miljö. Ekologisk odling är inte lösningen på jordbrukets miljöproblem och inte heller på den globala livsmedelsförsörjningen, skriver SLU-forskarna Holger Kirchmann, Lars Bergström och Rune Andersson. Lägre skördar per hektar, stort närsaltsläckage från åkrarna och svårigheter att upprätthålla markbördigheten ligger ekoodlingen i fatet. Intensiv odling på befintlig åkermark och större precision i den konventionella odlingen hör till deras framgångsrecept.

Hur löser jordbruket sitt växtnäringsbehov? Vi vill ha hög produktion av bra grödor utan växtnäringsförluster. Ekvationen är svår att lösa, och trots vissa förbättringar är situationen inte hållbar. I svenskt jordbruk utnyttjar grödorna bara 40 procent av det tillförda kvävet och 65 procent av fosfor. Och bara en liten del av näringen i produkterna återförs till jordbruket. Att kombinera produktion och miljö är en utmaning för både ekologiskt och konventionellt jordbruk, skriver Ingrid Öborn och Sigrun Dahlin på SLU. De menar att produktionsintensitet och matvanor kan ha större betydelse än odlingsformen.

Tänk dig en global resurs som vi alla är beroende av för att få mat. Tänk dig att den här resursen beräknas ta slut om 50 till 100 år. Tänk dig också att den idag kontrolleras av fem länder i världen, och att priset häromåret ökade med 800 procent på 18 månader. Så här är dagsläget för fosfor – ett grundämne som inte går att ersätta med något annat i våra kroppar. Idag flyter detta ämne ut från åkrar till vattendrag och hav. Det är hög tid att lära oss mer om fosforflödena och att effektivisera fosforanvändningen, skriver Tina-Simone S. Neset, Dana Cordell och Lotta Andersson, Linköpings universitet.

Kemiska medel för att bekämpa ogräs, sjukdomar och skadeinsekter får inte användas i ekologiskt jordbruk. Icke-kemiska metoder är ibland ineffektiva eller saknas helt. Vi vet idag för lite om hur ett hållbart växtskydd ser ut, skriver Maria Wivstad, SLU. Hon menar att ekologisk produktion kan fungera som katalysator för satsningar på nya bekämpningsmetoder. Och nya metoder behövs för att vi inte ska behöva öka användningen av kemiska medel, särskilt när klimatet förändras och skadegörarna ökar.

Mikrofloran runt grödorna kan styras så att växterna blir bättre på att motstå sjukdomar och annan stress. Idag finns det en del produkter på marknaden för att förstärka naturens egna lösningar för friska och välnärda växter. Men samspelet mellan växter och mikrober är till stor del en outnyttjad resurs

som kommer att behövas för framtidens livsmedelsproduktion, skriver Margareta Hökeberg, MASE-laboratorierna.

Det största hotet mot biologisk mångfald i odlingslandskapet är det intensiva jordbruket i slättbygderna i kombination med att jordbruk upphör i skogs- och mellanbygderna. Ekologiskt jordbruk ger vissa fördelar för den biologiska mångfalden på själva åkermarken. Men det räcker inte, skriver Åke Berg, SLU. Certifieringssystem och miljöersättningar borde kunna göras om så att konsumenten får chans att köpa ekologiskt producerad mat som har bidragit till att bevara biologisk mångfald i hela odlingslandskapet.

Den moderna gentekniken är en naturlig del av det batteri av metoder som växtförädlare har att tillgå för att få fram sorter som passar i framtidens hållbara jordbruk, skriver Jens Sundström, SLU. Genteknik fungerar snabbare och mera precist än traditionell växtförädling. Men EU bedömer genmodifierade organismer med en tuffare måttstock än traditionellt förädlade organismer. GMO-motståndet i Europa är ett indirekt hinder för utveckling av torktåliga grödor i Afrika.

Sveriges jordbruk använder varje år energi som motsvarar 2 procent av landets totala energianvändning. Diesel och kvävegödsel kräver mycket fossil energi. Men diesel kan ersättas av biodrivmedel, och kvävegödsel kan tillverkas med förnybar energi. Om

vi skulle odla vall för att göra biogas till alla landets traktorer så skulle ungefär 6 procent av åkerarealen gå åt. Framtidens uthålliga jordbruk måste inte vara antingen ekologiskt eller konventionellt, skriver Serina Ahlgren och Per-Anders Hansson på SLU. De vill ta det bästa ur olika odlingssystem och anpassa till lokala förhållanden.

Marken är en ändlig och levande resurs. Förändringar i marken är smygande, till skillnad från det som händer i luft och vatten. Sverige har ovanligt dåligt skydd för sin åkermark, enligt Lennart Mattsson, Mats Olsson och Kristina Belfrage, SLU. Samtidigt importerar vi mängder av mat. Vad ska vi använda den svenska åkermarken till? Och hur ser hoten mot den ut? De önskar sig ett sjuttonde miljömål: Fungerande åkermark.

Det svenska jordbruket påverkar fjorton av våra sexton nationella miljömål. Det är bara Säker strålmiljö och Storlagen fjällmiljö som inte har något samband med vårt sätt att bedriva jordbruk, skriver Jonas Nilsson, Miljöinformation AB. Jordbrukets produktionsformer har betydelse för i vilken grad jordbruket kan bidra till att miljömålen nås.

Mer än en fjärdedel av jordbrukets produktion blir svinn i livsmedelskedjan – mellan odlingen och den faktiskt konsumerade maten. Att en stor del försvinner i hushållen är lönsamt för livsmedelsbranschen, men dåligt för miljön. Det är svinet av den färdiga produkten som kostar mest för miljön. Hur skulle det

bli om vi konsumenter blev belönade för att vi köpte även den inte helt perfekta maten, kanske med ett lägre kilopris eller med svinnpoäng? Ingrid Strid på SLU ställer frågan.

Visst har individen ansvar för sitt handlande i olika sammanhang. Men att begära att vi som livsmedelskonsumenter ska lösa jordbrukets hållbarhetsproblem är att göra det alltför lätt för de folkvalda politikerna, skriver Lena Ekelund, SLU. Vi ska lägga vår röst vart fjärde år, och de ska bygga upp lagar och regelverk. Ett problem är att målet ”hållbart jordbruk” är så knepigt att definiera.

### **Djuren – hur mår de?**

Det är bra för djur att gå ute och beta och att ha tillgång till grovfoder. Allt detta får de enligt reglerna för ekologisk produktion. Men det är svårt att veta hur djuren mår i praktiken. Variationen mellan gårdar är ofta större än mellan produktionssystem. Motivation och kunskap hos den som sköter djuren har stor betydelse. De ekologiska djuren skulle kunna må ännu bättre i framtiden om aveln riktades in mer på att ta fram sorter som passar deras livsmiljö, skriver Anna Valros på Helsingfors universitet.

Är det större eller mindre risk för allvarliga parasitangrepp i ekologisk djuruppfödning än i konventionell? När övergången började till ekologisk produktion trodde många att parasiterna skulle öka dramatiskt eftersom ekobönderna inte får avmaska

sina djur i förebyggande syfte. Men skillnaden är inte så stor, och ofta är det viktigare hur djuren lever och bor. Det är bättre att förebygga än att bota, skriver Johan Höglund, SLU. Det gäller särskilt när klimatet blir varmare och fuktigare, och parasiterna frodas ännu mer.

Djurhållning ger säker tillgång på livsmedel, men smittriskerna ökar. En lokalt effektiv livsmedelsproduktion kan vara ett globalt pandemihot – och ett hot mot fjäderfåhållningen i resten av världen, skriver Ivar Vågsholm, SLU. Det gäller att hitta praktiska lösningar utifrån kunskap om djurens väl och ve och hur riskerna ser ut för olika epizootier och zoonoser. Han diskuterar också bäst före-datumets betydelse för livsmedelssäkerheten.

### **Livsmedelskvalitet – är det någon skillnad?**

Finns det några kvalitetsskillnader mellan ekologiska och konventionella livsmedel som kan ha betydelse för folkhälsan? Frågan har diskuterats länge, men det finns ännu inget färdigt svar. Fyra forskare lämnar några delsvaret i boken.

Om mjölk produceras ekologiskt eller konventionellt har ingen betydelse för dess sammansättning, skriver Anders Andrén på SLU. Däremot är det skillnad på mjölk från olika koraser, och det har stor betydelse vilken typ av foder korna får. Det är framförallt mjölkens fetthalt och fettets sammansättning som kan påverkas. Exempelvis ger majsensilage mindre

nyttiga omega-3-fettsyror, medan sommarens betesgräs ger mer av nyttiga fetter i mjölken.

När det gäller köttets kvalitet finns det också många faktorer som inte har att göra med om djuren är uppfödda på ekologiska eller konventionella gårdar. Det handlar om sådant som ras, gener, kön och hur köttet hanteras vid slakt och tillagning. Fodret spelar stor roll även här. Ekologiska djur äter mer grovfoder än konventionella, och deras kött innehåller ofta mer fleromättade fetter. Annars finns det både plus och minus för båda systemen, skriver Viktoria Olsson på Högskolan Kristianstad.

Det finns många oklara samband när det gäller vegetabilier och deras kvalitet i ekologisk och konventionell produktion. Innehåller grödor i ekologisk produktion mer eller mindre av nyttiga och onyttiga fyto kemikalier? Och hur är det egentligen med vitaminer och mineraler? Några saker har forskarna i alla fall hittat. Det naturliga giftet solanin i potatis ligger på samma nivå i de två odlingsformerna, likaså mögelgifter och kadmium. Ekologiska grönsaker innehåller mindre nitrat än konventionella, och de innehåller sällan rester av kemiska bekämpningsmedel. Om det här skriver Lena Dimberg och Margaretha Jägerstad på SLU.

De fyra forskarna landar i en gemensam text där de berättar att de studier som har gjorts om kvalitets skillnader mellan ekologisk mat och annan mat har så stora brister att mer än 99 procent föll bort i en

utvärdering. Ambitionerna måste höjas när det gäller forskningen. Fler studier behöver till exempel göras om hygienisk kvalitet och om bioaktiva ämnen som finns naturligt i växterna.

### **Globalt perspektiv**

Människans tryck på planeten jorden är för stort, skriver Johan Rockström, Stockholms universitet och Stockholm Environment Institute. För tre av nio processer har vi redan passerat den kritiska gräns där det kan inträffa plötsliga förändringar: klimat, biologisk mångfald och kvävecykeln. Utrymmet krymper snabbt även för mark, sötvatten och fosforflöden. Jordbruket står idag för en stor del av miljöproblemen, men det är också nyckeln till en stor del av lösningen och måste därför genomgå en revolution. Plöjningsfria metoder, nya grödor med hjälp av genteknik och innovativ användning av vatten och mark är delar av Johan Rockströms lösning.

Vem blir inte glad vid blotta tanken på perenna grödor som växer på oplöjd mark och som inte behöver gödslas och bekämpas? Kanske blir det verklighet om 25–50 år, skriver Torbjörn Fagerström, SLU, och vetenskapsjournalisten Peter Sylwan. De har en vision: åkrar med vete, korn, havre och majs odlade och skördade som vore de en flerårig vall. Plogen är borta. Marken oförstörd. Rötterna djupa. Resistensen inbyggd. Ogräsen utkonkurrerade. Mångfalden rik. Gödningen onödig – eller i varje fall inte större än

vad som krävs för att precis ersätta det som försvinner med grödan.

Ett jordbruk som utnyttjar mark, vatten och näring mer optimalt än idag, som binder mer koldioxid än det släpper ut, som slutar läcka näring, och som behöver mindre bekämpningsmedel. Det här är en politisk vision som idag inte ligger så långt ifrån biovetenskapens. De spektakulära framstegen inom molekylärbiologin har mycket att bidra med när det gäller att ta fram resurseffektiva grödor, skriver Ivar Virgin, Stockholm Environment Institute. Men det gäller att få igång växtförädling i offentlig regi så att det inte bara blir de kommersiellt intressanta grödorna som utvecklas vidare.

Ekologiskt jordbruk är inte etiskt hållbart för Afrika, skriver Agnes Andersson och Göran Djurfeldt, Lunds universitet. För att minska fattigdomen i Afrika måste det bli fart på det småskaliga jordbruket. Afrika har mycket jord och glest med människor, men många av jordarna hör till de mest urlakade i världen. Handelsgödsel, nya sorter av grödor och bättre vägar till stadens marknader är vad de afrikanska bönderna behöver. Författarna efterlyser en etisk dimension av hållbar utveckling, utöver de ekologiska, sociala och ekonomiska.

Har vi verkligen råd att inte gå över till ett ekologiskt jordbruk om vi vill föda en växande befolkning? Frågan ställs av Karin Höök, Naturskyddsföreningen. Ett ekologiskt jordbruk är baserat på lokala

resurser, kretslopp, biologisk mångfald och ekosystemtjänster istället för på fossil energi och andra ändliga resurser. Det möjliggör att även människor som lever i fattigdom kan äta sig mätta. Hon förespråkar ekologisk intensifiering, och menar att en ny ”grön” revolution inte är någon lösning för Afrika.

### **Ekologiskt jordbruk som vetenskaplig kontrovers**

Låsta positioner har det varit en längre tid bland forskare som förespråkar antingen ekologiskt eller konventionellt jordbruk. Konflikterna beror på vetenskaplig oenighet, men även på individer och sociala sammanhang, skriver Erland Mårald, Umeå universitet.

Jordbruket är också en samhällsfråga, och det är bra att forskare deltar i samhällsdebatten, menar han. Motsättningar driver fram nya forskningsfrågor och gör att de inblandade parterna måste spetsa sina argument. Han vill att jordbruksforskningens mål och värden lyfts upp på bordet bland forskarna själva så att de funderar lite mer över vad de håller på med.

### **Formasanslag till ekologisk produktion**

På regeringens uppdrag avsätter Formas sedan mitten av 1990-talet (före 2001 via SJFR) varje år 23 miljoner kronor för att finansiera forskning inom området ekologisk produktion. Pengarna fördelas via utlysningar vart tredje år till treåriga projekt. Utlysningarna har ägt rum 1996, 2001, 2004, 2007 och 2010. Läs mer på: [www.formas.se](http://www.formas.se)

---

*Birgitta Johansson, redaktör*

*Birgitta Johansson är vetenskapsjournalist och informatör hos Forskningsrådet Formas.*

### **Lästips**

Tidigare utgivna Formas Fokuserar med anknytning till jordbruksfrågan:

- Är eko reko? nr 1, 2003
- Genklippet? Maten, miljön och den nya biologin, nr 3, 2003
- Bevara arter – till vilket pris? nr 6, 2005
- Östersjön – hot och hopp, nr 9, 2006
- Bioenergi – till vad och hur mycket? nr 11, 2007
- Konsumera mera – dyrköpt lycka, nr 12, 2007
- KliMATfrågan på bordet, nr 14, 2008
- Osäkrat klimat – laddad utmaning, nr 15, 2009
- Sverige i nytt klimat – våtvarm utmaning, nr 16, 2010

På [www.formasfokuserar.se](http://www.formasfokuserar.se) finns material för undervisning under rubriken ”För lärare”.

## Ekosystemtjänster i ett hållbart jordbruk

Jordbruket producerar ekosystemtjänster, som mat och ett landskap för oss att uppleva. För sin egen funktion är det beroende av ekosystemtjänster som pollinering, kontroll av skadegörare och cirkulation av växtnäring. Dessa tjänster utförs av vanliga arter i den lokala biologiska mångfalden. Om mångfalden minskar kan vi förlora viktiga ekosystemtjänster, skriver Henrik G. Smith. Vissa tjänster kan ersättas av tekniska lösningar, till exempel insektsgifter. Men när skadeinsekterna blir resistent mot gifterna är det de naturliga fienderna som behövs. Och när tambina minskar i antal måste vi förlita oss på att det finns vilda bin som kan sköta pollineringen.



Foto: Mikael Raschall

*Henrik G. Smith, Centrum för miljö- och klimatforskning, Lunds universitet.*



I slutet av juli när den här artikeln skrivs är utsikten över den skånska slätten magnifik – rapsen ligger strängad och tröskningen av säd har precis börjat. Här bedrivs ett jordbruk som producerar oerhört mycket mer per ytenhet jämfört med för ett sekel sedan. Denna produktivitetshöjning är en av grunderna till den oerhörda ökning i materiell välfärd som vi upplevt. Men den har inte tillkommit utan konsekvenser.

När Wilhelm Mobergs bönder kämpade med sina tegar var dålig dränering, odlingshinder, ogräs och skadedjur ständiga problem. Sedan dess har en intensifiering av jordbruket drivits av teknisk utveckling, marknadskrafter och jordbrukspolitik, som medfört att odlingshinder röjts bort, fälten blivit större, marken täckdikats och lågproduktiva gräsmarker plöjts upp eller planterats med granskog. Genom användning av handelsgödsel och bekämpningsmedel har produktiviteten ökat kraftigt. Samtidigt har den biologiska mångfalden minskat drastiskt. Det finns idag färre fåglar, fjärilar, växter och andra organismer i jordbrukslandskapet än för hundra år sedan. Den svenska rödlistan, som visar vilka organismer som anses hotade i Sverige, innehåller en stor andel arter som är knutna till just jordbrukslandskapet.

Förlusten av biologisk mångfald är betänkelig både ur etisk synvinkel om vi vill bevara mångfalden till kommande generationer, och ur estetisk synvinkel om vi vill uppleva ett rikt och varierat landskap omkring

oss. Men framförallt bidrar den biologiska mångfalden till alla de ekosystemtjänster som jordbruket är beroende av för att kunna producera mat till människor och djur, och som även gynnar både oss som individer och samhället på en lång rad andra sätt.

### **Ekosystemtjänster av fyra slag**

Med stöd av FN utvärderade projektet *Millennium Ecosystem Assessment (MA)* statusen hos jordens ekosystem i början av 2000-talet. Genom den här utvärderingen kom begreppet ekosystemtjänst att bli centralt för att beskriva de resurser och tjänster som ekosystemen förser oss människor med. Dessa tjänster kan vara *försörjande*, som produktionen av raps på en åker. Men de kan också vara *stödjande*, till exempel genom att påverka näringsförhållanden i marken eller bidra till pollinering av rapsen. Utvärderingen särskiljer också *reglerande* ekosystemtjänster, till exempel reglering av klimat genom att kol binds i marken, och *kulturella* tjänster som upplevelsen av ett traditionellt jordbrukslandskap med hög biologisk mångfald.

Vissa ekosystemtjänster är centrala för ett hållbart jordbruk. Det gäller till exempel pollinering av grödor, kontroll av skadegörare och cirkulation av näringsämnen, även om de – ofta med avsevärda kostnader eller miljöproblem som följd – kan ersättas av teknik som till exempel insektsgifter eller handelsgödsel. Andra tjänster används av andra än lantbrukaren,

men det är lantbrukarnas värv som ger förutsättningar för produktionen av dessa tjänster som lantbrukaren ofta utför utan ersättning. Exempel är klimatreglering genom att kol binds i marken och bevarande av sällsynta arter till kommande generationer. Ett multifunktionellt jordbruk innebär att alla dessa tjänster utförs, naturligtvis tillsammans med hög produktion av grödor.

### Några definitioner

*Biologisk mångfald* definieras enligt Konventionen om biologisk mångfald som ”variationsrikedomen bland levande organismer av alla ursprung, inklusive från bland annat landbaserade, marina och andra akvatiska ekosystem och de ekologiska komplex i vilka dessa organismer ingår; detta innefattar mångfald inom arter, mellan arter och av ekosystem”. Men oftast fokuserar man på mångfalden i form av antalet arter.

*En ekosystemtjänst* är enligt Millennium Ecosystem Assessment alla fördelar människor erhåller från ekosystemen, inkluderande försörjande (till exempel grödor), reglerande (reglering av klimat), stödjande (näringsämnes-cirkulation) och kulturella (rekreation) ekosystemtjänster.

*Multifunktionellt jordbruk* är ett jordbruk som inte bara fokuserar på hög produktion av mat och fibrer, utan där man även tar tillvara jordbrukets förmåga att producera andra ekosystemtjänster.

### Ekosystemtjänster gynnas av biologisk mångfald

Alla dessa ekosystemtjänster bygger på ekosystemprocesser och kräver därför organismer för att utföras. Ekosystemtjänsten pollinering kräver pollinatörer, till exempel humlor och bin, medan biologisk kontroll kan utföras av jordlöpare och parasitoider som håller skadeinsekter i schack. Brist på organismer som kan utföra de relevanta tjänsterna får därför negativ inverkan, till exempel på pollineringen av grödor och kontrollen av skadeinsekter.

Vissa tjänster är beroende av specifika organismer, som exempelvis de bakterier och andra markorganismer som förvandlar dött organiskt material till en form av kväve som tas upp av växterna. Men även antalet arter kan vara viktigt. Exempelvis kan pollineringen bli bättre när det finns fler arter av pollinatörer. Mångfald kan gynna ekosystemtjänster. Ju fler arter det finns, desto större chans är det att den eller de arter som har mest positiv effekt finns närvarande och att olika arter kan komplettera varandra och förstärka en funktion.

Ökad mångfald kan också medföra lägre risk för att ekosystemtjänsterna inte utförs. Det har till exempel visat sig att tambin som pollinerar grödor delvis kan ersättas med vilda bin, under förutsättning att landskapet inte har utarmats så att dessa inte finns kvar. Eftersom organismer som utför samma ekosystemtjänst kan påverkas på olika sätt av miljöförändringar innebär ökad mångfald att möjligheten

ökar för att en ekosystemtjänst utförs effektivt trots miljöförändringar. Det här är viktigt särskilt i tider av klimatförändringar.

Forskningen kring sambandet mellan biologisk mångfald och ekosystemtjänster är fortfarande i sin linda, men den bygger på omfattande forskning om sambandet mellan ekosystemfunktioner och biologisk mångfald. Det är knappast någon tvekan om att vi förlorar viktiga ekosystemtjänster när mångfalden hotas, även om olika ekosystemtjänster påverkas i varierande grad av att mångfalden försvinner.

### **Vem ska betala ekosystemtjänster på landskapsnivå?**

Om nu ekosystemtjänster gynnar oss människor – hur kan det komma sig att det moderna jordbruket ibland hotar dessa tjänster? Handlar vi mot vårt eget intresse?

För det första har vi ersatt vissa av de ekosystemtjänster vi tidigare var beroende av med tekniska lösningar. Vilda pollinatörer kan ersättas med tambin eller med grödor som är mindre beroende av pollinering. Naturliga fiender till skadegörare kan ersättas med kemiska bekämpningsmedel. På det här sättet blir naturligtvis lantbruket mindre beroende av att bevara den biologiska mångfalden på gården. Men när tambina hotas, som just nu är fallet, eller när användningen av kemiska bekämpningsmedel gör att

det utvecklas resistens hos skadeinsekterna och medlen därmed blir verkningslösa, då blir det centralt för det uthålliga jordbruket att bevara och återskapa den biologiska mångfalden.

Ett annat problem är att sambandet kan vara svagt mellan vem som står för kostnaderna för att bevara den biologiska mångfalden och vem som utnyttjar ekosystemtjänsterna. Till exempel kräver bevarande av biologisk mångfald ofta åtgärder på landskapsnivå. Åtgärder på en gård räcker inte alltid för att bevara livskraftiga populationer av olika arter, utan det krävs att det finns populationer som hänger ihop med varandra i hela landskapet. Och att samordna många aktörer i ett jordbrukslandskap kan vara svårt och underlättas inte av dagens jordbrukspolitik.

Även om en lantbrukares åtgärder har positiv effekt på den biologiska mångfalden är det inte säkert att det är just den lantbrukaren som gynnas ekonomiskt. Pollinatörer håller sig inte snällt inom gårdens gränser utan pollinerar även grannarnas grödor. Den kulturella tjänsten biologisk mångfald gynnar lantbrukaren, men även alla oss andra som inte bidrar till gårdens skötsel. Kollagring i marken har ett starkt samband med bördigheten för varje lantbrukares gård, men när vi betraktar kollagring som ett led i att minska klimatpåverkan sker det på en på en global skala.

Bristen på rumsligt (och tidsmässigt) samband mellan produktion av ekosystemtjänster och hur vi

utnyttjar dessa gör att det ofta krävs politisk styrning för att bevara ekosystemtjänster i jordbrukslandskapet. Även när åtgärder för bevarande är samhällsekonomiskt lönsamma, är det inte alls säkert att de lönar sig för bonden, markägaren eller förvaltaren. Det är svårt att värdera ekosystemtjänster i pengar, särskilt med tanke på svårigheten att sätta ett pris på framtida effekter på miljön.

### **Ekosystemtjänster kan stärkas på olika sätt**

För att bevara ekosystemtjänster måste vi bevara biologisk mångfald, framförallt de vanliga och allmänt förekommande arterna eftersom det är dessa organismer som ger oss tjänsterna. I Sverige, liksom i övriga EU, investeras stora summor på jordbruksstöd bland annat med syftet att bevara biologisk mångfald, och det kan gynna både lokal biologisk mångfald och sällsynta arter. Men den vetenskapliga utvärderingen av stödets effekt har släpat efter. Därför har jag tillsammans med bland andra Jan Bengtsson, Maj Rundlöf och Erik Öckinger genomfört ett antal utvärderingar inom ramen för gemensamma projekt mellan Lunds universitet och Sveriges lantbruksuniversitet. Vi har inte kunnat utvärdera stöden experimentellt genom att be vissa slumpmässigt valda lantbrukare att använda stöd (och kopplade metoder) och be andra att inte göra det. Ofta har det inte heller varit möjligt att följa utvecklingen av den biologiska mångfalden under en längre

tid hos många lantbrukare. Därför har vi gjort jämförelser mellan fält, gårdar och landskap som skiljer sig åt på kritiska sätt, till exempel om odlingen sker konventionellt eller ekologiskt, men i övrigt är så lika som möjligt. Resultaten av vår forskning visar att miljöstöden ofta ökar den biologiska mångfalden, men inte alltid.

Det finns olika sätt att återskapa eller behålla biologisk mångfald i jordbrukslandskapet. Man kan antingen minska jordbrukets intensitet generellt som vid ekologisk odling, och därmed låta de vilda arterna inkräkta en del på odlingsutrymmet. Eller så kan man bevara naturlika element i både konventionellt och ekologiskt jordbruk, som till exempel naturliga betesmarker eller ohävdade områden som kantzoner runt åkrarna. Vilket som är den mest effektiva metoden kan bland annat bero på om målsättningen är att bevara sällsynta arter eller att bevara lokal biologisk mångfald för att få ökad produktion av ekosystemtjänster.

Ekologisk odling ökar den lokala biologiska mångfalden. Men effekten kan bero på hur jordbrukslandskapet ser ut, och är störst i intensivt odlade landskap där mycket av mångfalden har försvunnit. Effekten är beroende på i vilken skala den ekologiska odlingen genomförs, med större effekt om en större andel av landskapet odlas ekologiskt. Alla studier har inte visat en positiv effekt av ekologiskt jordbruk på biologisk mångfald, men sammanställningar av olika

studier har visat att effekten generellt är positiv, även om den kan variera mellan olika typer av organismer. Ekologisk odling kan också leda till jämnare fördelning mellan arter vilket kan stärka ekosystemtjänsterna när till exempel vädret varierar från år till år. Tveklöst är ekologisk odling en metod för att bevara biologisk mångfald, men det krävs mer forskning kring vad exakt som ger upphov till effekterna.

Bevarande av naturlika eller ohävdade områden i jordbrukslandskapet ökar också den lokala biologiska mångfalden. I Sverige ger vi ett omfattande stöd till skötsel av naturbetesmarker och därmed deras bevarande, och det gynnar naturligtvis många rödlistade arter knutna till dessa miljöer. Men dessutom ökar antalet och artrikedomen av pollinatörer i det omgivande landskapet om det finns naturbetesmarker, och det kan öka pollineringen av både grödor och vilda växter. Biologisk kontroll gynnas av ohävdade områden som kantzoner där naturliga fiender kan övervintra. Enahanda landskap med stora fält och små inslag av naturliga betesmarker eller andra naturlika områden riskerar därför den biologiska mångfalden och därmed många ekosystemtjänster.

### **Utvärdera miljöstöden vetenskapligt**

Stora summor satsas på jordbruksstöd bland annat med syftet att bevara biologisk mångfald. Vi menar att det skulle vara kostnadseffektivt att systematiskt

och strikt vetenskapligt utvärdera vilka effekter stöden har på mångfald och ekosystemtjänster. Det är viktigt att hitta mekanismerna för hur stöden påverkar mångfalden, och att optimera stödets effekter på både den biologiska mångfalden och ekosystemtjänsterna för att nå ett hållbart multifunktionellt jordbruk.

Nyckeln till det hållbara jordbruket är just att lära oss att utforma inte bara fungerande gårdar utan framförallt fungerande landskap som kan fortsätta leverera ekosystemtjänster till jordbruket och hela samhället. Detta måste ske i samarbete mellan natur- och samhällsvetare, eftersom det inte bara handlar om stödets biologiska effekter, utan även om hur stöden ska utformas för att utnyttjas av lantbrukare och skapa de nödvändiga åtgärderna på landskapsnivå.

---

*Henrik G. Smith är professor och föreståndare för Centrum för miljö- och klimatforskning vid Lunds universitet. Han är koordinator för den starka forskningsmiljön SAPES (Sustainable Agriculture for Ecosystem Services) som finansieras av Formas. Han har också projektstöd från Formas för att studera hur landskapsstruktur och odlingsform påverkar biologisk mångfald.*

**Vetenskapliga referenser** till artikeln finns på [www.formasfokuserar.se](http://www.formasfokuserar.se) under boken *Jordbruk som håller i längden*.

## Djurproduktion utan fotfäste

Dagens industrialiserade djurproduktion sker oftast långt borta från marken där fodret odlas. En stor del av näringen i fodret hamnar i stallgödseln, som koncentreras till vissa områden där den ställer till miljöproblem. Hela tiden måste kväve och fosfor tillföras foderproduktionen i form av handelsgödsel. Grisar och fjäderfän är de effektivaste foderomvandlarna, men också de mest industrialiserade. För att jordbruket ska bli effektivt måste foderproduktion och djurhållning hänga ihop, skriver Christel Cederberg. Vi behöver hitta sätt att återföra växtnäring till jordbruket från både stallgödsel och ”stadsgödsel”.

*Christel Cederberg, SIK – Institutet för  
Livsmedel och Bioteknik.*



Det misshushållas med näringsämnen i matproduktionen idag. Utsläpp av kväve och fosfor orsakar flera miljöproblem, och naturresurser som inte är förnybara används i snabb takt. Ny forskning tyder på att ”peak fosfor” kan nås inom en snar framtid, att den globala fosforproduktionen kan börja minska inom 25–30 år som en följd av allt högre brytningskostnader. Fosfor är nödvändigt för matproduktion. Mer än 90 procent av fosfor som bryts i världen används i jordbruket, men endast 20 procent hamnar slutligen i maten. Fossila bränslen, framförallt naturgas, är energikälla i industriell kvävegödselproduktion. Produktionen kräver mycket energi, men mindre än en femtedel av det producerade kvävet återfinns i maten. Trenden visar inte på en förbättring av situationen, tvärtom så har kväveutnyttjandet i världens spannmålsproduktion minskat från runt 80 procent på 1960-talet till cirka 30 procent idag.

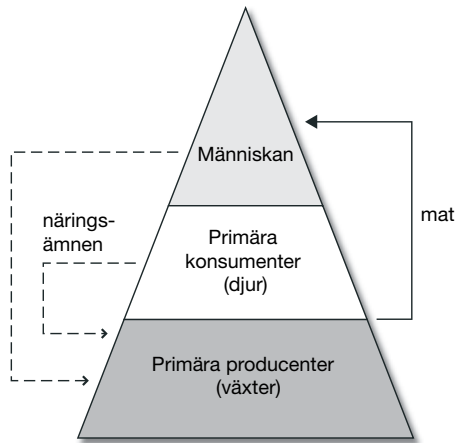
### **Historisk förklaring**

Bristen på kretsloppstänkande i hur vi organiserar jordbruk (produktion) och samhälle (konsumtion) är roten till problemen. Näringsämnen som följer maten till städer och tätorter och som sedan finns i avlopp och matavfall återförs inte till jordbruket utan ersätts med nya ändliga resurser via handelsgödselproduktionen. Denna misshushållning inleddes under första halvan av 1900-talet när urbani-

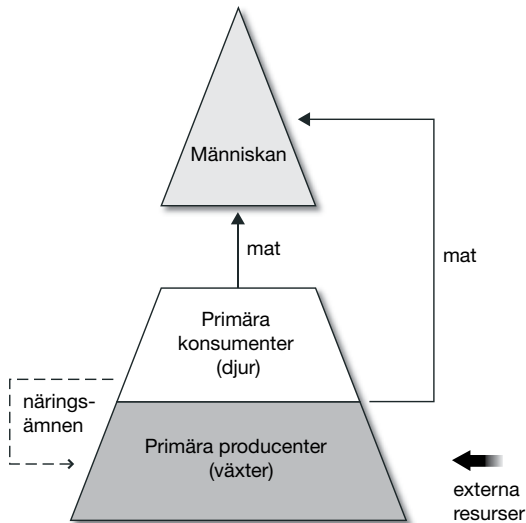
seringen startade på allvar i Europa och USA. Under efterkrigstiden startade nästa stora steg mot minskat kretsloppstänkande – separationen mellan djurhållning och foderproduktion – och detta pågår med full kraft i stora delar av världens jordbruk.

I det här kapitlet har jag ett globalt perspektiv när jag beskriver utvecklingen av dagens animalieproduktion, en utveckling som leder till många konsekvenser för miljön runtom i världen. Problemen finns också i Sverige, men i långt mindre omfattning eftersom vi har strängare lagstiftning och en relativt liten produktion av kött och mjölk. Det är viktigt att förstå den internationella utvecklingen eftersom den bidrar till ökad press på att producera kött och mjölk allt billigare, liksom det faktum att det importeras allt mer kött till Sverige.

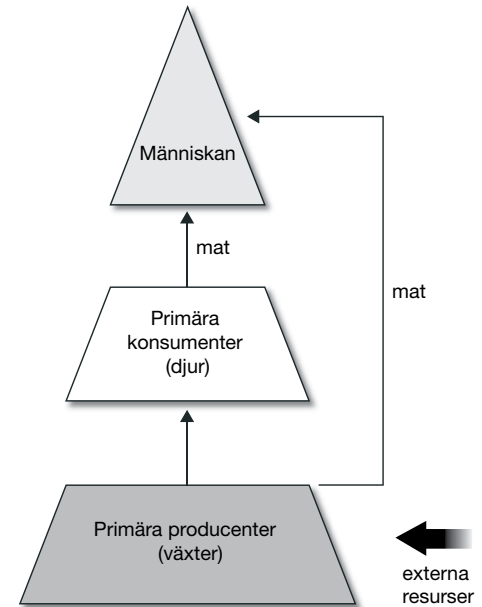
Under efterkrigstiden har animalieproduktionen förändrats fundamentalt, och detta är en förutsättning för dagens massproduktion av billigt kött, billig mjölk och billiga ägg. Fram till mitten av 1900-talet var djurhållningen anpassad till de lokala foderresurserna, och det förekom väldigt liten handel med fodermedel (figur 1b). Den storskaliga introduktionen av handelsgödsel under 1950-talet gjorde det möjligt att förse odlingen med växtnäring utan tillförsel av stallgödsel. Grunden för den geografiska separationen av animalieproduktion och växtodling var ett faktum (figur 1c).



a) tidigt jordbruk före cirka 1850



b) urbaniserat jordbruk från cirka 1900



c) industrialiserat jordbruk från cirka 1950

Figur 1 visar hur flöden av näringsämnen och behov av nya näringsresurser för människans matförsörjning har förändrats över tiden. I det tidiga jordbruket fördes gödsel från både människor och djur tillbaka till växterna (a). Urbaniseringen startade på allvar i slutet av 1800-talet i Europa och USA. Koncentrationen av människor i städer och tätorter innebär att matens näringsämnen i minskande omfattning kom tillbaka till jordbruket (b). Under andra halvan av 1900-talet påbörjades industrialiseringen av världens animalieproduktion, och växtodlingen skildes geografiskt från djuren (c). Det här försvårade en effektiv användning av näringsämnena i djurens stallgödsel. De här storskaliga och globala processerna är grunden till att det behövs mer och mer ändliga resurser för att producera växtnäring till världens jordbruk.



## Tre system för animalieproduktion

Samspelet mellan växtodling (produktion av foder) och djurhållning (konsumtion av foder och produktion av växtnäring i form av stallgödsel) är så viktigt att det är grunden för hur FN:s livsmedelsorgan FAO beskriver och karakteriserar de system som finns för produktionen av kött, mjölk och ägg.

FAO delar in världens animalieproduktionssystem i tre huvudgrupper: gräsbaserade, blandade och industriella system. *Gräsbaserade system* innebär att djuren får mer än 90 procent av foderintaget från grovfoder, ofta bete från naturliga betesmarker – det vill säga foderproduktionen sker i stort sett på den lokal där djuren finns.

I *blandade system* kommer en stor del av djurens foder från grödor som odlas på eller nära gården där djuren finns, och stallgödseln återförs till marken som producerar djurens foder. En del foder köps dock in till gården för att möta djurens näringsbehov.

*Industriella system* definieras som produktions-system där mer än 90 procent av djurens foderintag importeras till gården där djuren finns. Ibland kallas dessa system ”land-less” (marklösa) system, men det är ett bedrägligt epitet. Naturligtvis har fodret ett ursprung i en markresurs någonstans, men djuren är helt separerade från den odlingsytan som ibland kan finnas så långt bort som på en annan kontinent. Tillväxten av köttproduktion sker nu framförallt i dessa industrialiserade system.

I tabell 1 beskrivs de tre systemen närmare. Där visas varifrån fodret kommer, omfattningen av de olika produktionsformerna för olika djurslag och produkter, samt var i världen produktionsformerna finns.

**Tabell 1. Världens animalieproduktion kan delas in i tre olika produktionsformer där samverkan är olika stor mellan djur och grödor på gårdens egen mark. (Källa: Livestock's Long Shadow, FAO 2006)**

	<b>Industriell animalieproduktion</b>	<b>Blandad animalieproduktion</b>	<b>Betesbaserad animalieproduktion</b>
<b>Foderförsörjning</b>	>90 % av foder köps in från andra gårdar	Från gården i relativt stor omfattning	>90 % gräsbaserad, mest bete
<b>Samverkan mellan djur och grödor på gårdens egen mark</b>	Liten	Medel-stor	Stor
<b>Procent av världens animalieproduktion</b>			
<b>Mjölk</b>		~90	~10
<b>Nötkött</b>	~5	70	~25
<b>Griskött</b>	~55	~45	
<b>Kyckling</b>	70–75	25–30	
<b>Ägg</b>	~60	~40	
<b>Dominerande områden</b>	Kustnära områden Nordamerika, Europa och östra Asien	Europa, Nordamerika, nordöstra Asien	Sydamerika, Nya Zeeland, östra Australien, östra Afrika

## Animalieproduktion utan fotfäste

Utvecklingen mot industriella system har beskrivits av forskare i tidskriften Science som att ”*the industrial*

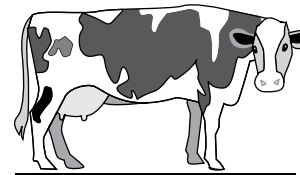
*livestock has become foot-loose*". På svenska kan man lite tillspetsat säga att vi har fått en animalieproduktion utan fotfäste.

Det är framförallt fjäderfä och grisar som hålls i industriella system. Från dessa "marklösa" system kommer cirka 75 procent av världens kycklingkött och cirka 65 procent av världens ägg. För griskött är siffran något lägre; cirka 50 procent av världsproduktionen sker i system där mer än 90 procent av foderproduktionen har skett på en annan plats än där djuren finns.

Nötkreatur hålls mera sällan i "marklösa" system eftersom de till stor del äter grovfoder (bete, hö, ensilage) som är dyrt att transportera över långa avstånd eftersom det är skrymmande och har hög vattenhalt. Billiga fodertransporter är alltså en viktig förutsättning för industriell animalieproduktion.

### För mycket gödsel på fel ställe

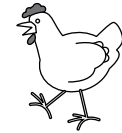
Vilka är då de miljömässiga problemen med den industrialiserade djurhållningen? Direkt är det nog många som tänker att denna typ av produktion måste kräva fodertransporter som leder till koldioxidutsläpp. Så är det, men faktum är att detta är det lilla problemet. Det är anhopningen av stallgödsel till vissa platser där djuren finns och det ständiga behovet av nya handelsgödselresurser där foderodlingen sker som är den tunga miljömässiga haken.



10 – 20 %



20 – 30 %



30 – 40 %

Andel av kväve i foderintag som finns i produkterna från nötkreatur, grisar och fjäderfä.

Figur 2. Större delen av det kväve som finns i djurens foder hamnar i gödseln. Det är bara en mindre del som faktiskt finns i kött, mjölk och ägg. Grisar och fjäderfän utnyttjar näringen bättre än nötkreatur och får.

Kväveutnyttjandet hos djuren (inräknat hela produktionen med uppfödning av rekryteringsdjur) ligger normalt mellan 10 och 35 procent (figur 2). Det innebär att merparten av det kväve (proteinerna) som djuren äter hamnar i gödseln (exkrementer och urin) medan endast en mindre del hamnar i köttet, mjölken och äggen som människan slutligen konsumerar. Generellt har grisar och fjäderfä bättre näringsutnyttjande än kor och får eftersom foderaktiviteten är högre för de enkelmagade djuren (det krävs mindre foder för att producera 1 kg kött). För fosfor varierar utnyttjandet i fodret mellan olika djurslag och olika sätt att utfodra djuren, men normalt utnyttjas bara mellan 15 och 40 procent.

Mer än hälften av det kväve och den fosfor som finns i fodret hamnar alltså slutligen i stallgödseln, och om denna inte används förnuftigt så kan förlusterna av miljökadliga kväveföreningar (nitrat, ammoniak, lustgas) och fosfor bli omfattande.

### **Kväve ger miljöproblem lokalt och globalt**

Stora givor av stallgödsel på små ytor innebär risk för att grundvattnet förorenas med nitratkväve, något som kan leda till att dricksvatten blir otjänligt. Nitratkväve läcker också till åar och vattendrag, och transporteras vidare ut i havet där det kan bidra till övergödning och ohämmad alg- och planktontillväxt.

Kväve i form av ammoniak avdunstar från stallgödseln i stallar och gödsellager. Vål förlorat till luften avsätts en del av detta kväve på vegetation nära stallar, och vid riktigt hög koncentration kan en del växter få direkta skador. Men merparten av den förlorade ammoniakerna förs iväg med luftströmmar för att sedan deponeras med nederbörd längre bort från utsläppplatsen. Detta ammoniumkväve är direkt gödande i ekosystemen där det ramlar ner. Vare sig det är på land- eller vattenytor så gynnas kväveälskande växtlighet som kan konkurrera ut andra arter. På så vis gör övergödningseffekten att vi förlorar biologisk mångfald.

Ytterligare en kväveförening förloras från animalieproduktion, nämligen växthusgasen lustgas som bildas

i gödsellager och när stallgödsel omsätts i marken. Men här spelar inte den platsbundna koncentrationen av djuren så stor roll som för nitrat och ammoniak. När lustgas väl har förlorats till luften så blandas den nämligen ut i hela atmosfären och är sedan mycket stabil; det tar mer än hundra år innan den bryts ned. Oavsett var utsläppet sker orsakar det att koncentrationen av växthusgasen lustgas ökar i atmosfären. Medan förlusterna av nitrat och ammoniak leder till lokala och regionala problem så är alltså avgången av lustgas ett globalt problem.

### **Fosfor har ackumulerats i marken**

Fosfor avgår inte i gasform till atmosfären som kväve gör, utan förloras istället genom markerosion, ytavrinning och läckage. Även förlorad fosfor bidrar till gödslingseffekter i vatten, särskilt insjövattnen. Normalt kan en odlingsjord binda ganska stora mängder fosfor, så den direkta risken för läckage kopplat till stallgödselspridning är inte alls så uppenbar som för nitratkväve. Fosfor binds oftast hårt i marken, men nyare forskningsrön visar att det finns en mättnadsgrad även för detta näringsämne och att ackumulering av fosfor i åkermark bör undvikas långsiktigt. Danmark är ett land med lång tradition av stor animalieproduktion i jordbruket. Här uppgick fosforackumuleringen i åkermarken i medeltal till 1 400 kg per hektar under 1900-talet. Det innebär att under

förra seklet tillfördes det i medeltal runt 14 kg fosfor per hektar och år mera än vad som fördes bort med skördarna.

### **Grisar och fjäderfä mest industrialiserade**

Gris- och framförallt kycklingproduktion beskrivs ofta som fodereffektiv och "klimatsmart" köttproduktion. Men om detta ska stå sig i praktiken krävs det att djurens stallgödsel används väl i växtodlingen. I de "marklösa" industriella systemen är det mycket troligt att fördelarna med de enkelmagade djurens högre kväve- och fosforutnyttjande inte tas tillvara. Om nyttan med fjäderfäns och grisarnas högre foderutnyttjande gentemot idisslarna ska bli verklig så ska stallgödseln lagras med minimala förluster och sedan spridas i lagom mängder till grödor som kan utnyttja dess innehåll av kväve, fosfor och andra näringsämnen.

Och här ligger den industrialiserade animalieproduktionens black om foten! Stora mängder näring köps in med fodret till den animalieproducerande gården, en del bortförs i produkterna kött och ägg, medan merparten ansamlas i stallgödseln. Små marktytor eller i värsta fall ingen mark alls gör att stallgödseln koncentreras och att väldigt liten andel av näringen kommer i cirkulation och blir effektiv gödsel till nya grödor.

Så den relativt höga effektiviteten i grisens och kycklingens foderomvandling är till liten nytta ur ett

kretsloppsperspektiv eftersom odlingen av foder har separerats geografiskt från djuren. Grisar och fjäderfä är de mest industrialiserade av alla djurslagen. Ett sätt att rätta till det här är att transportera stallgödseln till andra jordbruksområden där det finns färre djur och där stallgödseln kan användas i växtodlingen. Men beroende på avstånd kan detta bli kostsamt och dessutom energikrävande. Varierande lagstiftning i olika delar av världen gör att sådana transporter sker i olika omfattning.

Det är alltså många miljöproblem förknippade med dagens industriella animalieproduktion. Enligt FAO är det detta system som växer mest när produktionen av kött och ägg nu ökar för att tillgodose den växande globala efterfrågan på animaliska livsmedel. Där djuren finns produceras stallgödsel som leder till anrikning av näringsämnen och näringsutsläpp, och detta orsakar övergödning och förorening av grundvatten, ackumulering av fosfor i åkermarken samt obehagliga lukter från stora gödselmängder. På åkermarken där fodret odlas, ofta långt borta från djuren, krävs en kontinuerlig tillförsel av nytt kväve och fosfor i form av handelsgödsel. Dessutom minskar det viktiga kolinnehållet i åkermark långsiktigt om man odlar med enbart handelsgödsel och inte tillför någon näring med organiska gödselmedel. Markens kolinnehåll (humusen) är viktig för jordens bördighet och vattenhållande förmåga.

## **Miljöeffekter runtom i världen**

Sambandet mellan vattenföroreningar och hög koncentration av animalieproduktion är idag uppenbart. I Europa kan särskilt nämnas Nederländerna, Belgien, Danmark och västra Frankrike där det är vanligt med förhöjda kvävehalter i yt- och grundvatten. I Bretagne finns en stor del av den franska svinproduktionen och drygt 5 procent av landets jordbruksmark. Följaktligen måste stora mängder foder importeras till regionen. Kraftiga algbloomingar i havet utanför Bretagne är ett återkommande problem, och i åkermarken har fosfor och tungmetaller ackumulerats.

I USA koncentreras animalieproduktion alltmer till några enstaka delstater, till exempel grisarna till Iowa och North Carolina. Koncentrationen av stallgödsel är en avgörande förklaring till hög näringsbelastning, syrebrist och efterföljande fiskdöd som har påträffats i vattenområden i dessa stater samt i Chesapeake Bay vid amerikanska östkusten.

I utvecklingsländerna växer animalieproduktionen nu mycket snabbt, och de industriella systemen växer mest. I delar av Brasilien och Kina sker en koncentration av gris- och kycklingproduktion som överträffar tidigare utveckling i Europa och Nordamerika. Under 1990-talet fördubblades produktionen av gris och kyckling i Kina, Thailand och Vietnam. I dessa länder produceras nu mer än hälften av världens grisar och en tredjedel av kycklingarna. Asien är idag den största

importerande regionen av sojaprodukter från Syd- och Nordamerika, och näringen i denna soja hamnar till stor del i stallgödseln. Och de negativa miljöeffekterna ökar mycket snabbt. I kustnära vatten utanför södra Kina förekommer massiva algbloomingar, och 1998 dödades mer än 80 procent av fisken i ett 100 kvadratkilometer stort område längs kusten utanför Hongkong och södra Kina. Grisproduktion bedöms vara källa till drygt 40 procent av kvävebelastningen och 90 procent av fosforbelastningen i Sydkinesiska havet.

## **Svensk djurtäthet lägre än i andra länder**

Hur ser det då ut i Sverige? Ja, det är inte perfekt men faktiskt bättre än på väldigt många håll i världen. Den svenska lagstiftningen sätter en övre gräns för hur mycket fosfor som får tillföras åkermarken med stallgödsel, och detta har bidragit till att djurtätheten (och därmed koncentrationen av stallgödsel) ligger lägre än i andra länder. I praktiken betyder den här lagstiftningen att gårdar med många djur i förhållande till sin areal måste skriva avtal med andra gårdar om arealer för spridning av stallgödseln. Därmed fördelas stallgödseln på större arealer och kan utnyttjas mera effektivt.

Eftersom det svenska lantbruket inte är så inriktat på animalieproduktion som i exempelvis Danmark och Nederländerna finns det förhållandevis god

tillgång på åkermark inom inte alltför långa avstånd där man kan utnyttja stallgödsel istället för att använda handelsgödsel. Värre är det för Nederländerna som har världens mest intensiva animalieproduktion per areaenhet. Här bedöms att det produceras 15 miljoner ton stallgödsel mera än vad som kan avsättas på ett miljö- och resursmässigt bra sätt inom landets gränser.

Den största bristen i näringscirkulation mellan foderproduktion, djur och stallgödsel i Sverige är det stora behovet av importerat protein, främst soja. Det innebär att stora mängder kväve och fosfor importeras från andra sidan Atlanten till svenska djurgårdar. Ökad odling av inhemska proteingrödor, som oljeväxter och ärter, skulle förbättra möjligheten att odla proteinfoder utan att ständigt ta nya handelsgödselresurser i användning.

### **Vad borde kött, mjölk och ägg egentligen kosta?**

Det finns vissa möjligheter att förbättra den industrialiserade animalieproduktionen, till exempel genom enzymtillsatser i fodret och så kallad fasutfodring så att djuren tillgodogör sig större andel av näringen i fodret. Stallgödseln skulle gå att behandla genom separering och/eller torkning så att fosfor koncentreras i en torr del och kan transporteras iväg till andra odlingsområden. Dessa åtgärder kan karakteriseras som ”fine-tuning” av befintliga produktionssystem och förespråkas av många forskare.

Själv är jag tveksam till detta synsätt på förbättringsmöjligheter. Jag anser att alla vi konsumenter borde diskutera förutsättningarna för produktion och konsumtion av kött, mjölk och ägg från grunden. Många konsumenter har en bristfällig och nästan naiv uppfattning om hur produktionskedjan ser ut innan det billiga köttet hamnar i affärens kyldisk. Jag anser inte att det är långsiktigt hållbart med en ”animalieproduktion utan fotfäste” där man tillämpar en industriell modernitet i form av ”outsourcing” av foderproduktionen och flyttar den långt bort från djuren, ibland så långt som till andra kontinenter.

Industriell animalieproduktion strider mot min syn på effektiv biologisk produktion, där jag med effektiv menar låga utsläpp och små resursinflöden. Istället måste foderproduktion och djurhållning hänga ihop, det vill säga vi behöver hitta tillbaka till en organisation av animalieproduktionen liknande den som dominerade fram till mitten av 1900-talet – men naturligtvis anpassad och uppdaterad efter dagens förhållanden och kunskap. Detsamma gäller naturligtvis också för återföring av näringsämnen till jordbruket från konsumtionen i städer och tätorter – nuvarande enkelriktade näringsflöden måste bli cirkulerande i en framtid med begränsade resurser för gödselproduktion. ”Stadsgödseln” måste bli så ren att den duger för användning på åkermark.

Industrialiserad animalieproduktion är en förutsättning för massproduktion av billigt kött och

billiga ägg. Medaljens baksida är miljökostnader förknippade med övergödning, fiskdöd, förlust av biologisk mångfald, utsläpp från internationella (skattefria) fodertransporter och ett snabbt uttömmande av ändliga resurser, framförallt fosfor. Men man kan ju inte få allt när man betalar några tior för en snabbmatslunch.

---

*Christel Cederberg är agronom och har disputerat i tillämpad miljövetenskap vid Göteborgs universitet. Hon forskar om matens miljöpåverkan, och i hennes nuvarande arbetsuppgifter vid SIK i Göteborg ligger fokus på miljöpåverkan från animalieproduktionen.*

## Jordbruk på gott och ont för miljön

Jordbruket påverkar miljön – det ligger i sakens natur. Om vi vill samla in mat så påverkas ekosystemen. Frågan är hur många som ska försörjas och vilken mat de ska äta. För de svenska miljö kvalitetsmålen är jordbruket både positivt och negativt.

Syftet med jordbruk är produktion av bioenergi, i den speciella form som människor behöver och som vi kallar mat. Bioenergi är idag ett mycket positivt laddat ord. Naturligtvis kan jordbruket producera bioenergi även för andra syften än människoföda. Och jordbruket har inget problem med att stå för sin egen energiförsörjning. Frågan är mer hur många utanför jordbruket som också ska försörjas och vad det får kosta. Så vad ska vi då lägga in i begreppet hållbart jordbruk?

### Varför har vi jordbruk?

En drivkraft för det ”moderna” samhället har varit att alla människor inte ska behöva delta i insamlingen av mat utan istället kunna ägna sig åt annat, som att försörja sig som verkstadsarbetare eller centralbyråkrat. Ju effektivare insamling av mat, desto fler människor kan syssla med annat.

Vid 1900-talets början producerade och förädlade en vuxen person mat åt sig själv och ytterligare en

person. Dessutom deltog barn och ungdomar i matproduktionen. Idag försörjer en förvärvsarbetande inom jordbruk och industri cirka tjugo andra personer med livsmedel. Det innebär i praktiken att till exempel mjölkning och slåtter numera utförs med maskiner och alltså annan energi än kroppsenergi. Människors dagliga energibehov kan däremot inte tillgodoses av något annat än livsmedel, det vill säga bioenergi i form av mat.

### **Bara jord- och skogsbruk kan bli hållbara**

Förr var det en självklarhet att en viss del av gårdens areal användes till att odla energi till hästar eller oxar som var dåtidens hjälpkraft. Innebär ett hållbart jordbruk att det ska producera även sin egen hjälpenergi?

Om definitionen på hållbarhet innebär att bara använda förnybara energikällor och insatsmedel så är jord- och skogsbruk med växternas fotosyntes som grundbult de enda producerande näringarna som har förutsättningar att bli hållbara. Jordbruket har inget problem att producera till den egna sektorn, både hjälpenergi och mat till lantarbetarna. Men när produktionen även ska räcka till en befolkning utanför själva sektorn utsätts hållbarhetsbegreppet för större utmaningar. Jordbruk kan alltså vara hållbart i sig, men i ett samhällsperspektiv krävs också försörjning av städerna.

Jordbruk innebär alltid påverkan på miljön. Det är ju själva idén, eftersom det inte räcker att samla in mat som naturen själv producerar utan människans brukande. Hur stor påverkan blir styrs av hur många jordbruket ska försörja och med vilken mat, eftersom olika livsmedel ger olika stor påverkan. Generellt påverkar jordbruket mer när det producerar animaliska livsmedel, men många marker är inte möjliga att bruka utan djur.

### **Sveriges sexton miljömål**

1. Begränsad klimatpåverkan
2. Frisk luft
3. Bara naturlig försurning
4. Giftfri miljö
5. Skyddande ozonskikt
6. Säker strålmiljö
7. Ingen övergödning
8. Levande sjöar och vattendrag
9. Grundvatten av god kvalitet
10. Hav i balans samt levande kust och skärgård
11. Myllrande våtmarker
12. Levande skogar
13. Ett rikt odlingslandskap
14. Storslagen fjällmiljö
15. God bebyggd miljö
16. Ett rikt växt- och djurliv



### Plus och minus för miljömålen

Jordbrukets påverkan ger avtryck i miljön och i våra sexton svenska miljömål (se ruta på förra sidan). Påverkan kan vara både en belastning och en förutsättning för att nå miljömålen. För två mål (*Ett rikt odlingslandskap* och *Ett rikt växt- och djurliv*) är den påverkan som jordbruk ger en förutsättning för att vi ska nå målen. Utan jordbruket skulle markerna växa igen och naturen återgå till skog.

För målet *Ingen övergödning* är förhållandet det motsatta. Här har delmålet sagt att påverkan från antropogena (människoskapade) källor ska minska, och jordbruk är just antropogent. Även ett jordbruk som tillämpar bästa möjliga teknik (BAT) förlorar näringsämnen. I målet finns ingen belastning ”reserverad” för en basförsörjning med mat till befolkningen. Det som räknas som bakgrundsbelastning från jordbruk inkluderar ingen matproduktion alls. Det innebär att varje hektar nedlagd åker gör att målet lättare nås.

### Miljöbelastning har flyttat utomlands

Ett annat delmål har gällt ammoniak, där jordbruk också är en stor källa. Detta mål har uppnåtts i förtid. En viktig anledning är att produktionen och de djur som ger upphov till belastningen försvinner från Sverige. Men köttkonsumtionen har ökat under motsvarande period. Belastningen av vår konsumtion

har alltså ökat, men den ligger numera i andra länder. Att importera mat är alltså ett sätt att avlasta Sveriges miljö och gynna de vatten vi vill värna i Sverige – förutsatt att produktionen inte flyttar till ett grannland som påverkar de vatten vi har närmast oss.

När det gäller biologisk mångfald, där jordbruk ofta är en förutsättning, är läget annorlunda. Den påverkan som behövs för det målet är platsbunden, och kan inte ersättas med gynnsam påverkan i ett annat land. För att belysa den komplexa och komplicerade mixen av påverkan som uppstår och som kan vara platsspecifik, regional eller global har Naturvårdsverket publicerat rapporten ”Import av kött – export av miljöpåverkan”.

I propositionen ”Svenska miljömål – för ett effektivare miljöarbete (2009/10:155)” är det övergripande målet att vi inte ska lösa miljöproblemen i Sverige genom att orsaka ökade miljöproblem utanför Sveriges gränser. Uppföljningen av Sveriges miljömål ”de Facto 2010” fokuserar också på hur svensk konsumtion påverkar miljön i andra länder.

### Hållbart jordbruk kräver hållbar växtnäring

Även växterna behöver näring för att kunna producera mat till människor och djur. Kväve kan jordbrukaren fånga ur luften, till exempel med hjälp av baljväxter, men andra ämnen som fosfor och kalium

måste tillföras marken i takt med att skörden och erosionen för bort näringsämnen.

Förr löste man frågan om markens utarmning genom att bränna av en ny bit av skogen för att odla upp, eller genom att föra in näring från landskapet runt omkring via foder. Även idag kräver ett hållbart och producerande jordbruk återföring av den näring som exporteras till staden med maten.

### Vem betalar hållbarheten?

Kanske är det staden mer än jordbruket som har ett problem? Ett hållbart jordbruk kräver ett hållbart samhälle som kan och vill betala för jordbrukets produkter och andra tjänster. Ett jordbruk med ingen eller liten produktion kan vara hållbart med gammaldags mått, men knappast idag då världsbefolkningen ökar.

Ett hållbart jordbruk borde inte behöva stöd av skattebetalarna via skattsedeln för att kunna producera bra mat. Vill samhället ha annat än mat, såsom öppna landskap i skogsbygder eller marker som undantas från produktion, så måste detta kanske betalas på annat sätt än via maten. När vissa områden undantas från produktion ökar samtidigt trycket på den kvarvarande arealen. Att jordbruket ska bli helt hållbart är kanske inte rimligt idag, men det kan bli mer miljöanpassat.

---

*Texten är skriven av Ingrid Rydberg som arbetar på Naturvårdsverket med frågor kring jordbruk och miljö.*

### Lästips

- *Import av kött – export av miljöpåverkan*, Naturvårdsverkets rapport 5671 ([www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)).
- *Hållbarhet i svenskt jordbruk*, SCB 2007.
- *Kväveförsörjning i en uthållig växtodling – hur påverkas avkastningsnivå, växtnäringsläckage, energihushållning och utsläpp av växthusgaser?*, Naturvårdsverkets rapport 5871.
- *Växtskydd i en uthållig växtodling – effekter på avkastningsnivå, energiförbrukning och miljö*, Naturvårdsverkets rapport 5921.
- *Miljömålen – svensk konsumtion och global påverkan*, Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål, de Facto 2010 ([www.miljomal.nu](http://www.miljomal.nu)).

# HÅLLBART JORDBRUK – HUR KOMMER VI DIT?

## **På väg mot hållbarhet – några olika initiativ**

Det finns ett antal initiativ som arbetar för att styra det svenska jordbruket i riktning mot en mer hållbar utveckling. För ekologisk produktion finns det särskilda regelverk där standarden på EU-nivå kallas EU-ekologiskt, och den svenska certifieringen sker enligt KRAV. För konventionell produktion har LRF tagit fram standarden Svenskt Sigill med regelverk och certifiering. Dessutom finns det två intressanta rådgivningsprojekt som har bäring på hållbar utveckling: Odling i balans och Greppa Näringen.

I juni 2007 enades EU:s jordbruksministrar om en ny radsförordning som innehåller mål, principer och allmänna regler för ekologisk produktion, och den 1 januari 2009 började nya EU-förordningar gälla för produktion, kontroll och märkning av ekologiska produkter. Målen på EU-nivån är allmänna och handlar om att förbättra informationen om ekologiskt jordbruk, öka offentligt stöd genom landsbygdsutveckling, förbättra produktionsregler och förstärka forskningen.

### **Ekologisk produktion enligt EU**

Målet för EU är att ge det ekologiska jordbrukets fortsatta utveckling en ny inriktning. Syftet är hållbara

odlingssystem och en mångfald produkter av hög kvalitet. Under den här processens gång kommer ännu större tyngd att läggas på miljöskydd, biologisk mångfald och djurskyddsstandard. Hållbar produktion ska om möjligt åstadkommas med hjälp av biologiska och mekaniska produktionsmetoder, genom produktion anpassad till varje land och utan användning av genetiskt modifierade organismer (GMO).

Vid ekologisk odling föredrar man ett slutet kretslopp där en levande åkermark används, framför ett öppet kretslopp med tillförsel utifrån. Idealet är att gödselmedel utifrån begränsas till ekologiska produkter från andra ekologiska gårdar, naturliga eller naturligt härledda ämnen och mineralgödsel med låg löslighet.

Livsmedel får märkas ”ekologisk” bara om minst 95 procent av ingredienserna som kommer från jordbruket är ekologiska. Ekologiska ingredienser i icke-ekologiska livsmedel får anges som ekologiska i ingrediensförteckningen i den mån som livsmedlet har producerats i överensstämmelse med den ekologiska lagstiftningen.

Producenter av färdigförpackade ekologiska livsmedel måste använda EU-logotypen för ekologiska livsmedel. Parallellt med EU-logotypen kan till exempel KRAV:s logotyp användas. Produktionens lokalisering måste anges när EU-logotypen används på jordbruksprodukter.



*EU:s logotyp får användas på livsmedel om minst 95 procent av ingredienserna från jordbruket är ekologiskt producerade. Logotypen garanterar också att produkten följer reglerna i den officiella kontrollen, och kommer direkt från producenten eller förädlaren i en förseglad förpackning.*

### **KRAV-gårdarna blir allt större**

KRAV bildades 1985. De första åren var det huvudsakligen små lantbruksföretag med grönsaker och potatis som anslöt sig till kontroll och certifiering. Under senare år har utvecklingen gått snabbt mot större arealer och större företag inom KRAV, och medelarealen per företag var år 2009 i genomsnitt 81 hektar. Medelarealen per företag för hela det svenska lantbruket var år 2007 36 hektar att jämföra med 70 hektar för de ekologiska gårdarna. År 2009 var drygt 11 procent av den svenska åkerarealen certifierad enligt KRAV:s regler om arealen med karensår räknas in. Karensår är de två övergångsår då produktionen ska följa regelverket men utan att produkterna får säljas som ekologiska. Grödornas fördelning på ekologiska gårdar har utvecklats enligt figur 1.

KRAV:s regler säger bland annat att syntetisk handelsgödsel inte får användas. Det är viktigt att hushålla med växtnäringen, och grüngödsling eller baljrik vall som fixerar luftkväve ska ingå i växtföljden.

**Tabell 1. Antal registrerade företag med ekologisk produktion i Sverige år 2009 enligt KRAV:s statistik.**

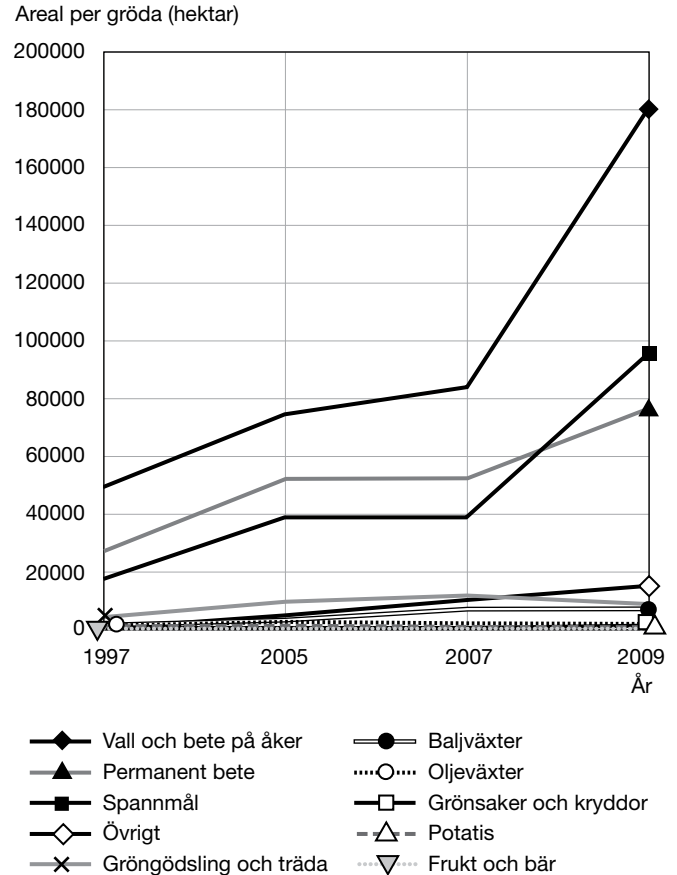
Typ av företag	Registrerat antal
Lantbruk	4 816
Förädlare	710
Importörer	213

Stallgödsel och vissa andra organiska gödselmedel är tillåtna. Minst en gång per år kommer en kontrollant och undersöker att produktionen sker enligt KRAV:s regler. Alla led kontrolleras från lantbruket, via förädling och distribution till dess att KRAV-märket sätts på produkten.

Kemiska växtskyddsmedel är också förbjudna. Förebyggande odlingstekniska åtgärder mot ogräs och skadegörare ska användas så mycket som möjligt, exempelvis noggrant planerad växtföljd och samodling av olika växtarter i samma gröda. Mekanisk ogräsbekämpning är en viktig direkt åtgärd i de flesta ekologiska grödor. Att täcka med insektsnät är ett sätt att hindra angrepp av insekter i vissa trädgårdskulturer. Biologiska metoder med hjälp av mikroorganismer har utvecklats och fungerar bra mot utsädesburna sjukdomar på bland annat stråsäd. Utsäde och plantor får inte härstamma från genetiskt modifierade organismer.

Djuren i jordbruksproduktionen ska kunna få utlopp för sina naturliga behov och beteendemönster. Exempelvis ska grisar kunna böka och kycklingar

**Fördelning av grödor på ekologiska gårdar**



Figur 1 visar hur odlingen av olika grödor har utvecklats på ekologiska gårdar, enligt KRAV:s statistik kompletterad med statistik från Jordbruksverket.



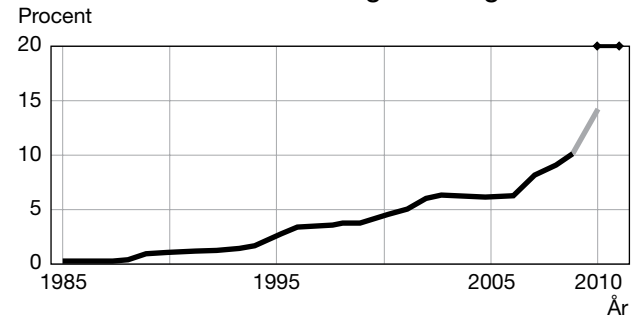
*KRAV-märkta ekologiska produkter är kontrollerade och certifierade i en obruten kedja från jord till bord. KRAV-logotypen får användas av företag som har ett avtal om certifiering med ett godkänt certifieringsorgan.*

sprätta. Djuren ska kunna vistas ute. De ska ha fri tillgång till grovfoder som gräs och klöver. För kor och får finns det regler om hur mycket kraftfoder som högst får ingå i foderstaten. Det får inte förekomma rutinmässig förebyggande behandling med läkemedel.

### Ekologiska livsmedel i Sverige

Regeringen satte år 2005 upp mål för att utveckla den ekologiska produktionen och konsumtionen. I dessa mål anges att den certifierade ekologiska odlingen vid utgången av 2010 minst bör uppgå till 20 procent av landets jordbruksmark (figur 2). Ett annat mål är att 25 procent av den offentliga konsumtionen av livsmedel bör vara ekologiska livsmedel år 2010. Den certifierade ekologiska produktionen av mjölk, ägg och kött från idisslare bör öka markant. Den certifierade produktionen av griskött och matfågel bör öka kraftigt. Under 2010 har en strategi för utveckling av den ekologiska konsumtionen och produktionen under åren 2011–2013 med delvis nya mål utarbetats

### Andel åkermark i Sverige med certifierad ekologisk odling



*Figur 2. År 2009 var drygt 11 procent av den svenska åkerarealen certifierad enligt KRAV:s regler. Prognosen för 2010 är att andelen ökar till 14 procent om den areal som har karensår fullföljs. Det återstår då ca 150 000 hektar till den politiska målsättningen på 20 procent. (Källor: Jordbruksverket och KRAV)*

av livsmedelskedjans aktörer under ledning av Ekologiskt Forum.

Försäljningsvärdet på den svenska ekologiska livsmedelsmarknaden omfattade år 2009 7,2 miljarder kronor; det är 1,1 miljard mer än året före. Det innebär en ökning med 18 procent av volymen, och det utgör 3,1 procent av den totala konsumtionen enligt en marknadsundersökning som företaget Ekoweb har gjort. I SCB:s redovisning av den officiella statistiken för år 2008 anges att 3,4 procent av den totala livsmedelsmarknaden bestod av ekologiska varor. Skillnaden mellan SCB och Ekoweb förklaras av att SCB har ett något annorlunda urval av produktgrupper.

Ungefär hälften av den totala volymen ekologiska livsmedel utgörs av importerade varor eller råvaror. Samma förhållande gäller för konventionella livsmedel.

Svensk export av ekologiska livsmedel uppgick 2009 till cirka 0,6 miljarder kronor. Det ska läggas till ovan nämnda 7,2 miljarder kronor för att ge den totala handeln med ekologiska livsmedel. Ekologiska produkter som har en relativt stor andel av den totala försäljningen är mejeriprodukter, frukt och grönsaker samt kaffe och te. Ekologisk dryckesmjölk står för knappt 10 procent av mjölkförsäljningen, och ekobananer utgör 3 procent av hela den ekologiska livsmedelsförsäljningen.

Ekologiska livsmedel såldes 2009 till drygt 80 procent inom detaljhandeln. Storhushåll stod för knappt 20 procent av de totala inköpen. Till storhushåll räknas offentlig sektor, restauranger samt direktleveranser från större förädlare till köpare. Marknaden för ekologiska livsmedel inom storhushåll ökade med cirka 15 procent och värdet var ungefär 1,5 miljarder år 2009. Hälften av försäljningen gick till kommuner och landsting och den andra hälften levererades till privata restauranger. Under 2009 nådde knappt 10 kommuner 25-procentmålet. Lund och Uppsala var de kommuner som nådde målet först. Försäljningen av ekologiska livsmedel ökade till 10,2 procent av de totala livsmedelsinköpen till landets kommuner och landsting år 2009.

### **Ekologiska livsmedel i världen**

Ungefär hälften av den ekologiska världsmarknaden finns i USA, den andra hälften i Europa. Marknaden har ökat kraftigt de senaste åren, men under 2009 kunde man se en dämpad ökningstakt eller en viss nedgång i några länder. Den ekologiskt odlade marken fortsätter att öka. År 2007 odlades 32,2 miljoner hektar ekologiskt, en ökning med 6 procent från året innan. Ungefär lika mycket mark användes till vildväxande produktion. Vildväxande produktion är växtproduktion som skördas eller insamlas utan att i nämnvärd utsträckning vara föremål för odlingsåtgärder. Vildväxande produktion innefattar alla vilda växter, enligt EU:s regler.

Den största andelen av ekologiskt odlad mark finns i Oceanien, där Australien är det land som helt dominerar bland producentländerna. Under 2007 minskade Oceaniens andel av världens ekologiska produktion, och Latinamerika blev upp som en mer betydande världsdel när man ökade den ekologiska produktionen med 20 procent. Här är det främst Brasilien som ökar sin odlingsareal. Andra länder med stor ekologisk produktion är Argentina, Brasilien, USA och Kina. Indien finns också bland de tio länder som har störst ekologisk areal, bland annat tack vare regeringsstöd och en stark utveckling av ekologiskt odlad bomull. I de allra flesta länder är andelen ekologiskt odlad mark liten, under 1 procent. Totalt 66 länder hade 2008 en andel större än 1 procent.



I Europa ökade andelen ekologiskt odlad mark med 3 procent mellan 2006 och 2007. Nyare statistik visar på en snabbare ökningstakt under 2008 (6 procent), där Spanien ökade med hela 33 procent och därmed är det europeiska land som har mest ekologiskt odlad mark. Även Polen, Tjeckien och Danmark ökade kraftigt. Europa är den världsdel som har störst andel ekologiskt odlad mark efter Oceanien.

### Svenskt Sigill

Svenskt Sigill är ett kvalitetsmärke på mat och blom-  
mor som garanterar att råvarorna och blommorna  
har producerats på svenska gårdar. Produktionen  
sker enligt ett regelverk som innebär att de lagar som  
reglerar djuromsorg, miljöansvar och livsmedelssäker-  
het ska följas. Standarden innehåller en grundcerti-  
fiering och särskilda tillvalsregler för klimatåtgärder  
inom olika produktionsgrenar som mjölk, span-  
nmål, frukt och grönsaker. Systemet innebär att en  
fristående kontroll lägger grunden för en tredjeparts-  
certifiering som garanterar att processen är opartisk.  
Certifikaten utfärdas alltså inte av Svenskt Sigill utan  
av särskilda certifieringsorgan. Svenskt Sigill är ett  
dotterbolag till LRF.

Målsättningen med Svenskt Sigill är att driva  
utvecklingen av det svenska lantbruket mot ökad  
hållbarhet. Det finns i nuläget ingen statistik om  
anslutna arealer eller produktionsvolym. Antalet

Tabell 2. Antal producenter anslutna till Svenskt Sigill år 2010.

Produktionsgren	Antal producenter
Mjölk	2 300
Nötkött	50
Kyckling	10
Gris	5
Spannmål	300
Frukt och grönt	1 100
Livsmedelsförädling	250



*Svenskt Sigill är ett kontrollmärke som garanterar att råvarorna har producerats på svenska kontrollerade gårdar och odlingar. Höga krav ställs på säkra livsmedel, miljöhänsyn, god djuromsorg och öppna svenska landskap.*

anslutna producenter är flest inom mjölkproduktion samt inom frukt och grönt.

### Odling i balans

Odling i balans är ett projekt som drivs i förenings-  
form och i samarbete med sju ton pilotgårdar i  
Sverige, varav tolv har djurhållning. Målsättningen  
är att minska odlingens inverkan på miljön, produ-  
cera varor med hög kvalitet och hitta en framkomlig  
väg till ett resurssnålt jordbruk med god ekonomi.  
Projektet strävar efter att kombinera ekonomi och

ekologi för att ge möjlighet till en uthållig produktion. God ekonomi är en förutsättning för att enskilda företag ska kunna utvecklas.

Odling i balans arbetar med *integrerad odling*. Metoden kan ses som ett konventionellt odlings-system med en tydlig viljeinriktning att bedriva produktionen i balans mellan ekonomiska och miljömässiga utgångspunkter. Genom att kombinera en varierad växtföljd och lämpliga sorter med noggrant planerad och energieffektiv jordbearbetning och måttliga insatser av handelsgödsel och kemiska bekämpningsmedel är strävan att uppnå ett resurshushållande och miljövänligt odlingsystem.

Miljönyckeltal är ett intressant verktyg för att dokumentera intensiteten i gårdarnas användning av bekämpningsmedel. Man gör också växtnäring- och energibalanser för att få grepp om och minimera användningen av gödselmedel och energi.

Cirka tjugo intressenter ger anslag till verksamheten. Bland intressenterna finns företrädare för lantbrukshandel, förnödenhetsindustri, livsmedelsindustri och rådgivningsföretag. Även om Odling i balans är ett litet projekt röner det stort intresse genom det förtroendeingivande arbete som bedrivs för att utveckla jordbrukets metoder och minimera miljöpåverkan.

### **Greppa näringen**

Greppa Näringen är ett rådgivningsprojekt med omfattande dokumentation av data som rör växtnäring-

hushållning på ett stort antal gårdar i Götaland och Svealand. Syftet är att använda tillgänglig växtnäring så effektivt som möjligt och att minimera läckage av näringsämnen till vattensystem och omgivande hav. År 2008 hade projektet cirka 7 500 rådgivningsmedlemmar. En del av dessa medlemmar efterfrågar rådgivning om våtmarker som metod för att samla upp utlakad växtnäring.

Viktiga verktyg som används i rådgivningen är beräkning av växtnäring-balanser och utformning av gödslingsplaner med hänsyn tagen till gårdens egna resurser i form av stallgödsel och naturlig kvävefixering.

Projektet drivs av Jordbruksverket tillsammans med rådgivningsorganisationer som Hushållningssällskapen och LRF-Konsult. Nära samverkan sker med forskare när det gäller dokumentationen och analys av de resultat som uppnås.



*Anders Heimer, Karlstad, är mark- och växtagronom. Han har arbetat som växtodlingsrådgivare och vd för Hushållningssällskapet i Värmland. Nu arbetar han med uppdrag inom jordbruk och miljö i sin egen firma Morgonhöjdens Eko, och dessutom i biståndsprojekt i regionen Huila i Colombia.*

**Lästips**

Mer information finns på:

- [www.organic-world.net/graphs-2009.html](http://www.organic-world.net/graphs-2009.html)
- [ec.europa.eu/agriculture/organic/home\\_sv](http://ec.europa.eu/agriculture/organic/home_sv)
- [www.krav.se](http://www.krav.se)
- [www.ekoweb.nu](http://www.ekoweb.nu)
- [www.svensktsigill.se](http://www.svensktsigill.se)
- [www.odlingibalans.com](http://www.odlingibalans.com)
- [www.greppa.nu](http://www.greppa.nu)
- [www.ksla.se](http://www.ksla.se) (se Ekologiskt forum)
- [www.sjv.se](http://www.sjv.se)
- [www.epok.slu.se](http://www.epok.slu.se)

**Hur ser framtiden ut för den svenske bonden?**

Vi importerar allt mer av maten vi äter. Men om marken i världen blir en allt knappare resurs kan svensk jordbruksmark bli viktig för den globala försörjningen av mat och bioenergi. Om istället den tekniska utvecklingen gör att marken mer än väl räcker så får en stor del av svenskt jordbruk svårt att konkurrera med baslivsmedel, och får inrikta sig på produktion av nischgrödor till köpstarka konsumentgrupper samt kollektiva varor som öppna landskap och biologisk mångfald. I båda scenarierna är rationaliseringsåtgärder som minskar produktionskostnaderna viktiga för hållbarheten skriver Karl-Ivar Kumm.



*Karl-Ivar Kumm, Institutionen för  
husdjurens miljö och hälsa, SLU.*

Svenskt jordbruk ligger miljömässigt långt framme men har förlorat marknadsandelar till importerade livsmedel. År 2009 importerade vi bland annat 20 procent av grisköttet och 40 procent av det nötkött vi konsumerade. En orsak är höga kostnader för att öka den inhemska produktionen i takt med konsumtionsökningen. Att utveckla ett miljömässigt allt bättre svenskt jordbruk är inte till så stor nytta om det konkurreras ut av mindre miljöanpassade importprodukter. Det svenska jordbrukets akilleshäla är svag ekonomisk hållbarhet snarare än bristande miljömässig hållbarhet. Vi bör därför försöka utveckla ett jordbruk som är hållbart både miljömässigt och ekonomiskt. Med ekonomisk hållbarhet menas att lönsamheten är sådan att man kan investera i nya maskiner och byggnader när de gamla är utslitna, och att nya generationer lantbrukare kan ta över när de gamla slutar. På så sätt kan produktionen bibehållas och kanske öka i takt med konsumtionen.

### **Vision och verklighet åt olika håll**

På 1990-talet gjordes framtidsstudien ”Det svenska jordbruket 2021” av Naturvårdsverket och Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). Där står det att det svenska jordbruket kan bidra till stabilare klimat genom att producera stora mängder bioenergi, främst i form av energiskog som ersätter fossila bränslen. Vårt jordbruk kan dessutom öka produktionen av spannmål, mjölk och kött, och därmed återvinna

marknadsandelar från importerad mat. Det går att förena ökad produktion med minskade kväveutsläpp till miljön och minskat behov av kemiska växtskyddsmedel. Och jordbrukets lönsamhet kan förbättras. Så bra skulle det kunna bli på 2020-talet enligt framtidsstudien. Men hur har det blivit i verkligheten? Går utvecklingen åt rätt håll?

Jordbrukets kväveutsläpp har minskat betydligt. Också när det gäller att bevara öppet landskap och betade hagmarker är måluppfyllelsen god, även om arealen betesmark har minskat de allra senaste åren. Däremot är produktionen av bioenergi mycket mindre än vad studien förutsade, och det är en stor nackdel nu när farhågorna om klimatförändring tycks besannas.

En orsak till minskade kväveutsläpp är att den svenska produktionen av kött, mjölk och spannmål har minskat. Enligt framtidsstudien skulle det gå att förena ökad produktion med minskade föroreningar genom precisionsutfodring av djuren och precisionsanvändning av handelsgödsel och kemiska växtskyddsmedel på marker med lämpliga odlingsförutsättningar. Andra marker skulle överföras till energigräs och energiskog, som ger minimal förorening. Men arealen av dessa fleråriga energigrödor är lika liten idag som på 1990-talet.

Framtidsstudien antydde också att behovet av kemiska växtskyddsmedel kan minska drastiskt bland annat genom bra växtföljder där spannmål, vall och

andra grödor odlas efter varandra på ett sätt som minskar spridningen av ogräs och växtsjukdomar. Istället har antalet hektardoser ökat sedan 1990-talet. Ensidig spannmålsodling på många gårdar är en orsak. Långsammare ökning än förväntat av den ekologiska produktionen är en annan orsak. Enligt framtidsstudien skulle över hälften av mjölken, nötköttet och lammköttet produceras ekologiskt år 2021. I verkligheten ligger andelen fortfarande under 10 procent.

En orsak till avvikelserna mellan visioner och verklig utveckling är att priserna på jordbrukets produkter har fallit i förhållande till priserna på produktionsmedel (till exempel arbetskraft och traktorbränsle). Denna prisutveckling i kombination med att lantbrukarna har fått EU-bidrag per hektar åker har mera stimulerat till låg produktion på stora arealer än till högavkastande precisionsjordbruk och biologiskt bra växtföljder. Den ogynnsamma prisutvecklingen har också bidragit till att skördeökande markvårdsåtgärder som dränering och kalkning har eftersatts.

Lönsamhetsmålen har inte uppnåtts. Den negativa prisutvecklingen är en orsak. Långsammare rationalisering än vad framtidsstudien förutsatte är en annan orsak, det vill säga man har inte minskat sina produktionskostnader tillräckligt mycket. När lönenivån ökar i snabb takt i övriga samhället måste arbetsproduktiviteten och därmed arbetsersättningen

per timme öka snabbt även i jordbruket för att lantbruksnäringen ska kunna rekrytera alla de duktiga lantbrukare som krävs för ett hållbart framtidsjordbruk.

### **Högre priser vid matbrist**

Den för lantbrukarna ogynnsamma prisutvecklingen beror på prispressande överproduktion av jordbruksprodukter i världen. Men kommer denna marknadsituation att råda även i framtiden? Eller kommer ökande köpkraft i bland annat befolkningsrika länder med snabb ekonomisk tillväxt, som Kina och Indien, förr eller senare att göra att det blir producenternas marknad med stigande priser?

Redan för 200 år sedan förutsåg den brittiske nationalekonomen Robert Malthus att livsmedelsproduktionen inte kunde öka lika snabbt som befolkningen. Han ansåg sig kunna bevisa att snabb befolkningsökning i kombination med begränsad tillgång på odlingsbar mark och begränsade möjligheter att öka skördarna per hektar skulle leda till svält och befolkningsminskning som skulle återställa balansen mellan produktionsmöjligheter och matbehov.

Alltsedan Malthus dagar har profetsior om förestående världssvält framförts. Under 1950-talet började den svenske växtfysiologen och livsmedelsforskaren Georg Borgström varna för kommande

global livsmedelsbrist. Han menade bland annat att övergång från animaliska till vegetabiliska livsmedel är nödvändig för att undvika svält. 1972 kom Romklubbens rapport "Tillväxtens gränser" där man med den då nya datorbaserade systemsimuleringstekniken räknade fram att en kombinerad brist på energi, mineraler och livsmedel inte var avlägsen.

Trots dessa dystra förutsägelser har världsbefolkningen ökat från en miljard på Malthus tid till tre miljarder i mitten av 1900-talet och sju miljarder nu, samtidigt som matförsörjningen för de flesta människor har förbättrats. Orsaken är en enorm ökning av livsmedelsproduktionen tack vare högre skördar per hektar, djur som utnyttjar fodret bättre, ökade fiskfångster och ökad jordbruksareal. På Malthus tid var 10 procent av jordens landareal åker och betesmark. Nu är andelen 40 procent.

Fram till år 2050 beräknas den globala efterfrågan på livsmedel öka minst 70 procent. En stor del av den förväntade ökningen beror på ökad efterfrågan på kött, särskilt i befolkningsrika länder med snabb ekonomisk tillväxt. För att producera 1 kg kyckling- och griskött krävs 2,5–4 kg kraftfoder, det vill säga spannmål och proteinfoder som skulle kunna användas som människoföda. För att producera 1 kg nötkött krävs 10–20 kg foder (mest gräs men också en del kraftfoder). Skillnaden beror på att man måste utfodra en biffko ett helt år för att producera en kalv, medan en sugga får 20 smågrisar per år och en höna

140 kycklingar på ett halvår. En kyckling är bara drygt en månad vid slakt, en gris ett halvt år och ett nötkreatur över ett år. Längre uppfödningstid ökar behovet av underhållsfoder.

### **Kostnader för att öka matproduktionen**

För att tillgodose den ökade globala efterfrågan på vegetabilier för människors direkta konsumtion och i ännu högre grad för foder till den ökande animalieproduktionen krävs det att skördarna per hektar ökar snabbt och/eller att stora arealer skog och savanner odlas upp. Men det här kan leda till höga miljökostnader och dessutom kräva högre matpriser för att vara företagsekonomiskt lönsamt.

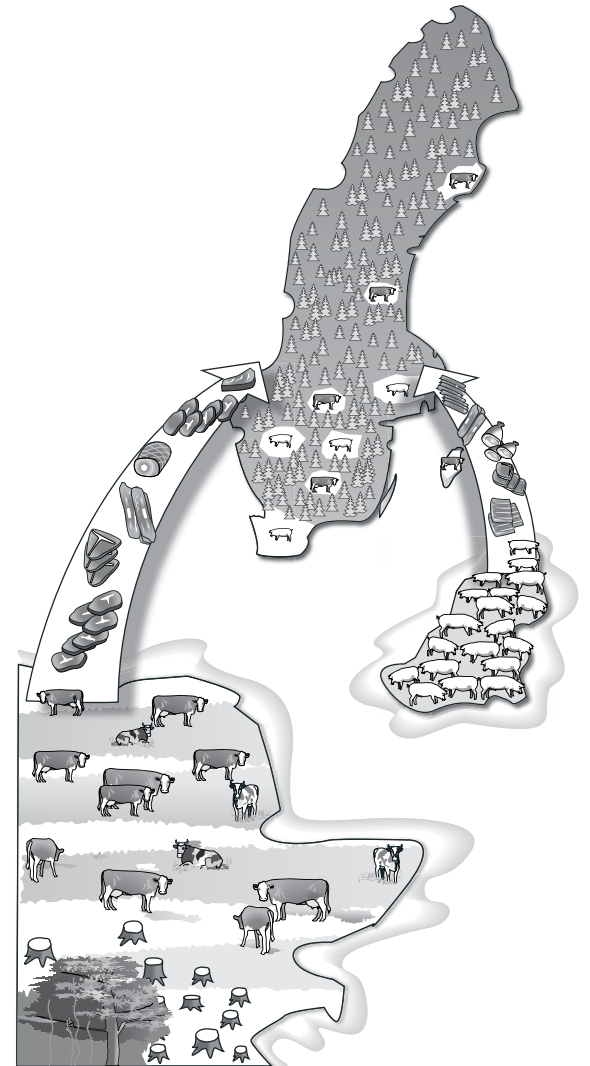
Högre hektarskördar kräver genetiskt förbättrat växtmaterial, ökande insatser av bland annat handelsgödsel och förbättrad markvård. Genmodifiering skulle kunna påskynda framstegen när det gäller olika egenskaper hos växterna. Till exempel skulle effektiviteten hos fotosyntesen kunna förbättras, och grödor skulle kunna tas fram som tål torka bättre och som har högre näringsvärde. Men gentekniken ifrågasätts ur miljösynpunkt.

Ökade insatser av handelsgödsel kan leda till ökade kväve- och fosforförluster, och därmed övergödning i vattendrag, sjöar och hav. Skördeökningen avtar per kilogram tillförd växtnäring vid ökade handelsgödselgivor, och det gör att det också kan vara företagsekonomiskt dyrt att pressa fram mycket höga skördar

genom höga gödselgivor. Markvårdsåtgärder som grundgödning, bra växtföljder och dränering förutsätter tillräckligt höga produktpriser i framtiden för att vara lönsamma.

Om den globala livsmedelsproduktionen ökar genom uppodling av regnskogar och savanner så skadas den biologiska mångfalden samtidigt som växthusgasen koldioxid släpps ut från marken. Om den hotande klimatförändringen leder till generella avgifter på koldioxidutsläpp i framtiden kan uppodling bli dyr och därför fordra höga matpriser för att vara lönsam. En kombination av avgifter på utsläpp och ersättning för upplagring av koldioxid kommer också att göra det lönsamt att beskoga jordbruksmark på många ställen i världen. Skog innehåller nämligen mera kol än jordbruksgrödor. Efter avverkning kan virket dessutom ersätta fossila bränslen och material vars tillverkning släpper ut mycket koldioxid, till exempel betong och stål i byggnader.

*Sverige importerar allt större del av det kött som konsumeras i landet. En viktig orsak är höga kostnader för att öka den inhemska produktionen i takt med konsumtionsökningen. Importköttet är billigare. År 2009 var importandelen 20 procent för griskött, 40 procent för nötkött och 65 procent för lamm- och fårkött. Vår import innebär att vi exporterar miljöpåverkan, till exempel övergödning i redan mycket djurtäta länder, och avskogning i länder där regnskog omvandlas till betesmark.*



## Mark till energigrödor och skogsplantager

Jordbruksmark kommer troligen att efterfrågas inte bara för produktion av vegetabilier för humankonsumtion och djurfoder. Även produktion av bioenergi (för att ersätta fossila bränslen och minska utsläppen av växthusgaser) kommer sannolikt att kräva stora arealer jordbruksmark. Samma sak gäller skogsplantager. Deras virke kan ersätta energikrävande material och virke från regnskogar som man vill bevara som kolsänkor och artrika biotoper.

Men är det hållbart att använda potentiell människoföda som spannmål, sockerrör och oljeväxter för produktion av etanol och andra drivmedel i en värld där knappheten på mark ökar? Den frågan diskuteras intensivt. Produktion av dessa stärkelse-, socker- och fettrika växtprodukter kräver bördig åkermark och dessutom kemiska bekämpningsmedel med tillhörande miljöproblem. Cellulosarika växter som gräs och träd kan däremot odlas med lägre kemikalieinsats på mark som inte duger till åker, och via bland annat förbränning eller förgasning omvandlas till el, värme och drivmedel. Odling av cellulosarikt växtmaterial för energiändamål kan enligt modellberäkningar vid Massachusetts Institute of Technology (MIT) komma att kräva mycket stora arealer inom några årtionden.

## Nötköttsproduktion – fördel Sverige

Enligt MIT:s beräkningar är det i första hand betesmark som kommer att omvandlas till odling av

cellulosarika energigrödor. Ökad global efterfrågan på både bioenergi och nötkött kan därför göra att det blir hård konkurrens om den betesmark som finns idag.

Det är i det här sammanhanget intressant att konstatera att gräs- och vedproduktionen per hektar är 3–5 gånger större i tropiska plantager än i Sverige, medan nötköttsproduktionen per hektar är större i Sverige än i tropikerna. Markkostnaden för att producera nötkött uttryckt i förlorade möjligheter att producera bioenergi är därför mer än 3–5 gånger högre i till exempel Brasilien än i Sverige.

Om det blir stor global knapphet på mark verkar det alltså som om Sverige har konkurrensfördelar inom den arealkrävande nötköttsproduktionen medan tropikerna har bättre förutsättningar för biobränsleproduktion. Fortsatt betesdrift är dessutom bra ur landskapssynpunkt i Sverige, medan återbeskogning av betesmarker har en rad miljömässiga fördelar i tropikerna.

## Scenario 1: Sverige i global knapphet

Förr eller senare kan det bli stor global knapphet på mark för att producera mat till en växande och köpstarkare världsbefolkning samtidigt som det måste produceras stora mängder bioenergi för att ersätta sinande oljetillgångar och hejda klimatförändringen. I ett sådant knapphetsscenario blir svensk jordbruksmark viktig för den globala försörjningen. Detta



kommer troligen att gälla inte bara spannmålsodling på bördig slättbygdsåker utan också bland annat nötköttsproduktion på skogsbygdsåkrar och naturbetesmarker. Svenska betesmarker får bättre konkurrenskraft om betesmarker i tropikerna överförs till energi-odlingar samtidigt som återstående regnskogar bevaras som kolsänkor och utnyttjas för hållbar virkesproduktion.

Men större knapphet på mark och därmed högre priser på jordbruksprodukter är troligen inte tillräckligt för att göra det svenska jordbruket ekonomiskt hållbart. Även rationaliseringsåtgärder för att fortlöpande minska arbets-, maskin- och byggnadskostnaderna per producerad enhet är nödvändiga. För att ökad produktion ska bli miljömässigt hållbar fordras också ett precisionsjordbruk där grödorna inte tillförs mer handelsgödsel och växtskyddsmedel än de behöver.

## **Scenario 2: Sverige i globalt överflöd**

Ett annat framtidsscenario kan vara att teknisk utveckling gör att jordens resurser kommer att räcka för både livsmedels- och energiförsörjning även i framtiden på samma sätt som de hittills har räckt till, trots förutsägelser om förestående världssvält ända sedan Malthus dagar. Energisparande, solceller i världens öknar och kärnkraft kanske klarar energiförsörjningen och en stor del av klimatproblemen. Separering och underjordslagring av koldioxid kanske klarar resten

av klimatproblemen. Livsmedelsförsörjningen kanske klaras med hjälp av genmodifierade grödor, mera handelsgödsel i länder där det nu råder växtnärbist samt animalieproduktion inriktad på svin och fjäderfän som kräver lite foder per kilogram produkt.

I ett sådant överflödsscenario kan stora gårdar i de bördigaste slättbygderna överleva på marknaderna för baslivsmedel, däremot inte svenska skogsbygdsåkrar och naturbetesmarker. För en stor del av vårt jordbruk blir då framtiden troligen produktion av kollektiva varor som öppet landskap och biologisk mångfald, samt högprisproduktion av särskilt smakliga, hälsosamma och miljövänliga produkter till köpkraftiga konsumentgrupper. För baslivsmedlen kommer importen troligen att fortsätta öka. Det gör att miljöpåverkan från jordbruket minskar i Sverige men ökar i de länder som exporterar mat till oss. En sådan utveckling vore en fortsättning av trenderna sedan 1990-talet.

## **Kostnadsjakt och miljövård**

På kort sikt, kanske tio år, är det inte troligt att global knapphet på livsmedel och bioenergi enligt scenario 1 eller efterfrågan på högprisprodukter enligt scenario 2 väsentligt kommer att förbättra det svenska jordbrukets ekonomiska hållbarhet. Det är kanske inte heller troligt att samhället är berett att betala väsentligt mera än nu för de kollektiva varor jordbruket producerar.

Om man vill bevara jordbruk i hela landet med minst nuvarande omfattning är det därför viktigt att så snabbt som möjligt minska produktionskostnaderna bland annat genom större gårdar och samarbete mellan gårdar för att minska arbets-, maskin- och byggnadskostnaderna per producerad enhet. Det är också viktigt med god markvård, biologiskt bra växtföljder och precisionsanvändning av gödsel, växtskyddsmedel och olika fodermedel för att förena stor produktion med låga kostnader och bra miljö.

Kostnadsjakt i kombination med miljöåtgärder kan göra att svenskt jordbruk återvinner förlorade marknadsandelar från import och blir väl förberett för en framtid då vårt jordbruk kan få ökad betydelse för en hållbar global utveckling. Den framtidsstudie som nämndes i början antyder att en sådan utveckling är möjlig om företagsutveckling får en mer framträdande roll i jordbrukspolitiken.

---

*Karl-Ivar Kumm är docent i lantbruksekonomi vid Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Sveriges lantbruksuniversitet i Skara. Han forskar om vägar till ekonomiskt och miljömässigt hållbar animalieproduktion.*

## **Uthållig matproduktion på tre ben – mängd, kvalitet och miljö**

Uthållig livsmedelsproduktion innebär tillräckligt med mat av hög kvalitet, och dessutom god miljö. Ekologisk odling är inte lösningen på jordbrukets miljöproblem och inte heller på den globala livsmedelsförsörjningen, skriver Holger Kirchmann, Lars Bergström och Rune Andersson. Lägre skördar per hektar, stort närsaltsläckage från åkrarna och svårigheter att upprätthålla markbördigheten ligger ekoodlingen i fatet. Intensiv odling på befintlig åkermark och större precision i den konventionella odlingen hör till deras framgångsrecept.



*Holger Kirchmann,  
Institutionen för mark  
och miljö, SLU.*



*Lars Bergström,  
Institutionen för mark  
och miljö, SLU.*



*Rune Andersson,  
Institutionen för  
livsmedelsvetenskap,  
SLU.*

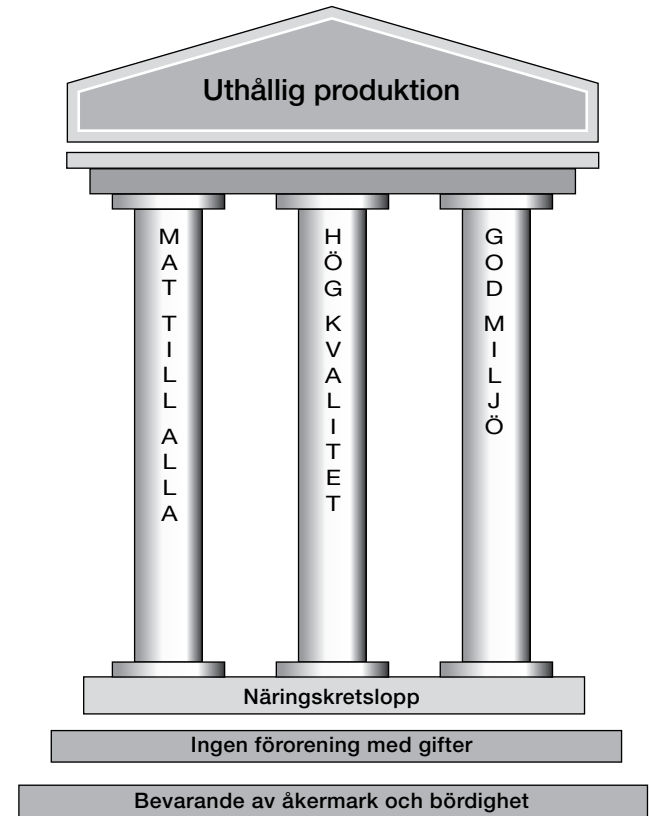
Jordbrukets uppgift är att producera tillräckligt med mat av god kvalitet med minsta möjliga negativa miljöpåverkan (figur 1). Detta förutsätter att åkermarken skyddas mot näringsutarmning, förorening med organiska och oorganiska gifter, packning samt okontrollerad bebyggelse.

System som uthålligt producerar låga skördar behöver inte vara uthålliga om matbehovet inte kan tillgodoses. Samtidigt är livsmedelsproduktion inte heller uthållig om den bidrar till att miljön försämras samt att råvaror och energi förbrukas på ett okontrollerat sätt.

### Utmaningar i växtodlingen

Befolkningstillväxten är större än skördeökningarna i flera regioner i världen. Förlusterna av näringsämnen från marken är ofta för höga och leder till övergödning av vattendrag, sjöar och hav. Förluster av växthusgaser från jordbruket utgör cirka 25 procent av alla utsläpp som människan är orsak till (antropogena utsläpp). Recirkulationen av tätortsavfallens växtnäring är mycket ofullständig och är samtidigt problematisk eftersom jordbrukets nuvarande användning av avloppsslam inte bara återför önskvärda näringsämnen utan även oönskade substanser.

Råfosfat som används vid framställning av handelsgödsel är en begränsad resurs och är i regel förorenad med kadmium, uran eller arsenik. Kadmiumintaget



Figur 1. Fundamenten i en uthållig växtodling.

via livsmedel är ett tilltagande hälsoproblem som alltmer uppmärksammas inte bara i Sverige utan också internationellt. Rester av bekämpningsmedel hittas i yt- och grundvatten och har blivit ett stort orosmoln

för många. Till detta ska läggas att två tredjedelar av landets hotade arter tillhör odlingslandskapet, de flesta knutna till våra gamla naturbetesmarker.

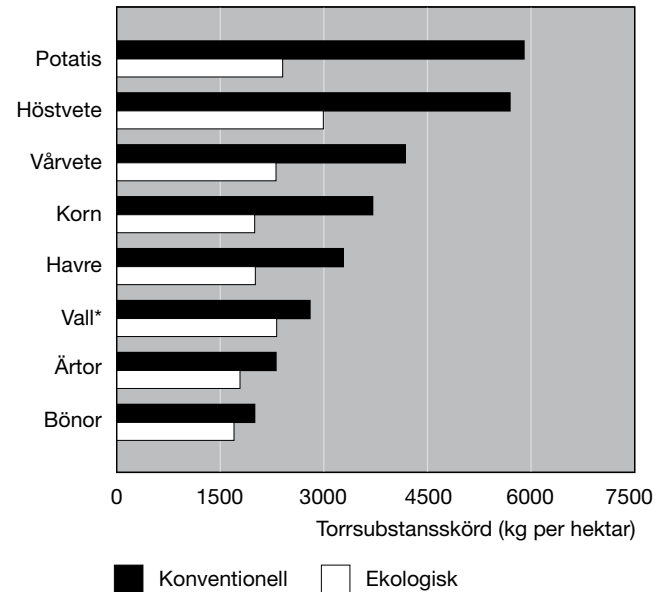
### Mat till en växande befolkning

Enligt statistik från FN:s livsmedelsorganisation FAO har nästan 1 miljard av idag totalt 6,9 miljarder människor inte tillräckligt med mat för en fullvärdig livsmedelsförsörjning. Jordens befolkning förväntas öka till 8–9 miljarder under nästa tjugooårsperiod. Tveklöst behövs en kraftigt ökande livsmedelsproduktion framöver. Eftersom tillgången till jordbruksmark är begränsad måste ökningen ske på befintlig åkermark genom högre skördar.

Mycket talar också för att en stor del av denna ökade livsmedelsproduktion måste ske i utvecklingsländer där avkastningsnivåerna av flera skäl är en bråkdel av vad industriländernas åkrar avkastar. Vilka odlingssystem möjliggör en sådan ökning? Kan det uppnås med ekologisk produktion? Enligt officiell skördestatistik sänks skörden i medeltal med 40 procent vid övergång till ekologisk produktion (figur 2). För vissa grödor, till exempel vallar, blir det bara 20 procent minskning, medan för andra som exempelvis potatis blir minskningen hela 60 procent.

Företrädare för ekologisk odling hävdar att en övergång till mer vegetarisk kost skulle lösa matbristen. Det är i och för sig sant att framställning av

Skördens storlek



Figur 2. Officiell skördestatistik från Sveriges statistiska centralbyrå (SCB) visar att den ekologiska odlingen sänker skörden med ungefär 40 procent (\*vallmängden refererar bara till första skörd).

vegetabilisk mat är betydligt resurssnålare och skapar mindre miljöbelastning än animalisk, men om vi vill övergå till mer vegetabilisk kosthållning är miljöanpassad konventionell odling det klart effektivaste alternativet. Då kan eventuell överskottsmark användas till annan produktion, exempelvis till biobränslen. Man kan också konstatera att djurhållning

och framförallt nötkreatur är mer eller mindre ett måste i ekologisk produktion på grund av att växtnäring måste återcirkuleras med stallgödsel till åkermarken, samt att vallen (som används som djurfoder) behövs för att sanera ogräs.

Hur ska vi då utforma odlingssystemen för att tillgodose människors behov av livsmedel? Viktigast är att effektiviteten i grödans utnyttjande av vatten och växtnäring kontinuerligt förbättras genom mer precision i odlingen. Därmed måste också nya sorter introduceras. Skadegörare måste bekämpas på ett miljövänligt sätt. Ogräs får inte konkurrera med nytto- grödan om växtnäring, vatten och ljus. Ännu bättre brukningsmetoder måste fortlöpande utvecklas. En utveckling av det moderna konventionella jordbruket har alla förutsättningar att tillgodose matbehovet i framtiden och är därmed lösningen på en trygg livsmedelsförsörjning i världen.

För att öka skördarna i utvecklingsländerna krävs först och främst mer kunskap om hur man på utarmade jordar bedriver ett resurseffektivt jordbruk genom insats av mineralgödsel (handelsgödsel) i kombination med resurser på platsen. Om man även kan åstadkomma en effektiv bevattning så kan avkastningen ofta femfaldigas. Men för att undvika negativa miljökonsekvenser måste dessa lantbrukare ha bra yrkeskunskap, precis som våra egna.

### **Större läckage av närsalter från ekologisk odling**

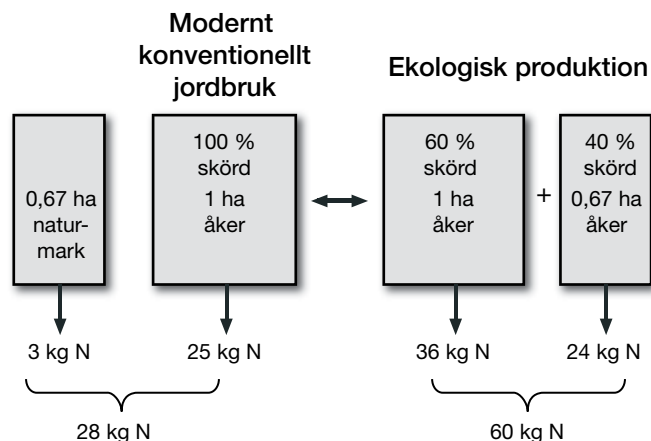
Jordbrukets växtnärläckage har under flera decennier uppmärksammats som en viktig källa till förorening av både yt- och grundvatten. De senaste tio åren har mycket av diskussionen kretsat kring Östersjöns eutrofiering. Av både fosfor- och kväveläckage beräknas cirka 50 procent av alla antropogena utsläpp komma från jordbruket. Vi måste med andra ord påtagligt sänka växtnärlöslusterna från jordbruket för att rädda våra vatten, trots att det redan har gjorts stora insatser på det området.

När det gäller kväve finns det idag ett flertal motåtgärder som tillämpas, exempelvis fånggrödor på sandjordar i södra Sverige, förbättrad stallgödsel- användning och anläggning av våtmarker i jordbruks- landskapet. När det gäller fosfor är situationen betydligt sämre, och ett intensivt forskningsarbete pågår för närvarande för att finna effektiva metoder att sänka fosforlöslusterna från åkermark. Det finns därmed goda förutsättningar för att nya motåtgärder kommer att lösa fosforproblematiken framöver.

Under många år har man satt stort hopp till att ekologisk odling skulle vara lösningen på problemet med växtnärläckage. När det gäller kväve har flera forskningsprojekt under senare tid, både i Sverige och utomlands, emellertid visat att utlakningen av kväve blir högre från ekologiska system än konventionella vid liknande förhållanden. Användningen av

organiska kvävegödselmedel (stallgödsel) och kvävefixerande grödor (gröngödslingsgrödor som rödklöver och lusern) istället för mineralgödselmedel ger upphov till större kväveläckage. Det beror på att kväve i organiska gödselmedel utnyttjas sämre av grödan än mineralgödselkväve. Medan mineralgödselkväve tas upp av grödan och mikroorganismerna under växtsäsongen och lämnar små restmängder kväve kvar i marken som kan lakas ut, bildas det mycket utlakningsbart kväve från organiska gödselmedel även efter skörd. Detta kväve löper stor risk att försvinna från åkermarken under hösten och vintern då nederbörden är hög. Det betyder att användningen av organiska kvävegödselmedel sänker skörden och ökar utlakningen. Uttrycker man utlakat kväve per producerad enhet blir skillnaden mellan ekologisk och konventionell odling ännu större, till fördel för konventionell odling (figur 3).

När det gäller fosfor finns inga klara och entydiga skillnader i utlakningsrisk mellan ekologisk och konventionell odling. Men en faktor som bör påpekas är att användningen av gröngödslingsgrödor i ekologiska system bidrar till att öka risken för fosforförluster. På vintern är det stor risk för att gröngödslingsgrödans växtceller fryser sönder, och då frigörs löst fosfor som kan öka fosforförlusterna. Liksom för kväve blir också förlusterna av fosfor per producerad enhet betydligt högre i ekologisk än i konventionell odling.



Figur 3. Utlakning av kväve (N) från ekologisk jämfört med konventionell odling i Mellby (Halland) mellan 1997 och 2002. Observera att utlakningen är dubbelt så stor från ekologisk odling vid produktion av samma mängd mat. Mängden utlakat kväve på 24 kg tillkommer från den extra åkerareal som behövs för att producera samma mängd mat vid ekologisk odling som i modernt konventionellt jordbruk.

### Intensiv produktion ger mindre växthusgaser

En förväntad ändring av klimatet har diskuterats livligt i olika medier under ett antal år. För Sverige handlar det om högre temperaturer och ökad nederbörd. Oavsett hur förändringen kommer att bli kan påverkan på växtodlingen bli påtaglig. Samtidigt som jordbruket förväntas påverkas av ett ändrat klimat är jordbruket också en starkt bidragande källa till emissioner av växthusgaser. Jordbruket står för ungefär 25 procent av alla växthusgasutsläpp.

När kol binds som mull i marken tas det bort från atmosfären och bidrar inte till växthuseffekten. I ekologisk odling är andelen vall större än i den konventionella produktionen. Det leder till att mer kol binds i marken eftersom vallen ökar mängden organiskt material. Å andra sidan, eftersom skördarna är betydligt högre i konventionella system binds mycket mer kol in i växtbiomassa och mer kol fastläggs i marken genom andra grödor än vall. Totalt sett blir det därför inga större skillnader i mullförrådet på befintlig odlingsareal mellan de två systemen.

Ekologisk odling innebär inte bara mindre skördar. En storskalig övergång skulle också kräva att en betydligt större areal måste användas för att odla jordbruksgrödor. Att omvandla naturmark till åkermark är inte smart med tanke på klimatet. Skog som binder stora mängder kol måste huggas ner eller annan naturmark måste omvandlas. Det leder till att kolförråden i marken sjunker och mycket koldioxid frigörs. Flera studier har visat att en intensifiering av växtproduktionen på befintlig mark bidrar till mindre totala växthusgasutsläpp, och att låga skördar i ekoodling går i motsatt riktning.

Det påstås ofta också att den energikrävande tillverkningen av kvävegödselmedel är en starkt bidragande orsak till att konventionell odling inte är klimatsmart. Faktum är att mängden kol i form av naturgas eller olja som går åt för att tillverka kvävegödselmedel bara är en bråkdel av det kol som finns i

den merskörd som skapas genom gödselinsatsen på grund av ökad fotosyntes. En del av merskörderna kan till exempel användas till produktion av biobränslen som i sin tur kan användas för framställning av kvävegödselmedel. Till dessa klimatfördelar kan sedan läggas industrins pågående investeringar i rökgasrening som nu även eliminerar tillverkningens lustgasemissioner. Insats av kväve i form av mineralgödselmedel är därför synnerligen smart för klimatet.

### **Åkermarkens långsiktiga bördighet**

Bördiga jordar kännetecknas av ett gott närings-tillstånd, god vattenhållande förmåga och struktur, lämpligt pH-värde och ett uppbyggt förråd av organiskt material i marken. Långliggande försök runt om i världen har visat att en anpassad gödsling med både mineralgödsel och stallgödsel samt lämpliga brukningsåtgärder förbättrar markens bördighet.

En väsentlig skillnad mellan ekologiska och konventionella system är att ekologiska huvudsakligen använder organiska gödselmedel medan konventionella använder både organiska och mineralgödselmedel. Markbördigheten kan inte upprätthållas genom användning av enbart organiska gödselmedel och obehandlade mineral, som exempelvis råfosfat, som används i ekologisk odling. Problemet med råfosfat är att det är så svårslösligt att gödseffekten blir minimal. Därför måste mycket stora mängder

råfosfat tillföras, vilket är ett enormt slöseri med en ändlig resurs!

I ekologiska system tillförs oftast inte växtnäring i så stora mängder att det motsvarar grödans behov. Det bidrar till att skördarna blir betydligt lägre än i konventionella system. Långsiktigt töms därmed jordarna på fosfor, kalium, mikronäringsämnen och organiskt material, och bördigheten avtar. Kväve är sannolikt det näringsämne som mest påtagligt begränsar skördarna i ekologiska system. Detta har visats i försök som pågått under flera växtföljder i Bjärröd och i Apelsvoll i Norge.

Förändringar i markens bördighet tar lång tid och sträcker sig ofta över flera växtföljder. Detta gör det omöjligt att dra slutsatser om bördighetsförändringar och långsiktiga avkastningseffekter efter bara några års studier. I fallet Apelsvoll såg man skörde-sänkningar i ekologisk odling först efter tio år. Om man hade avbrutit experimentet innan dess hade fel slutsatser dragits. Vid försökets början hade man mycket höga halter i jorden av organiskt material som efter nedbrytning levererade näring som räckte till att försörja grödan mer än ett decennium.

### **Pesticidlika ämnen även i ekologisk odling**

Rester av bekämpningsmedel (pesticider) i livsmedel är självklart inte önskvärt, och bekämpningsmedelsrester i miljön vill vi heller inte ha. Därför finns det

i Sverige myndigheter som Kemikalieinspektionen som reglerar vilka bekämpningsmedel som får användas och hur. De som är mycket giftiga eller skadliga för miljön har tagits bort. Det kan se väldigt annorlunda ut i länder med mycket dålig kontroll och kunskap hos odlarna. Man vet att halterna i livsmedel av de bekämpningsmedel som används i Sverige är ytterst låga och utan några som helst akuta effekter. Men effekterna av långtidsexponering av så låga halter är mer eller mindre omöjliga att bedöma. Därför tillämpas försiktighetsprincipen av myndigheter vid bedömning av risker med bekämpningsmedel.

Det är också viktigt att påpeka att substanser med pesticidegenskaper även används inom ekologisk odling. Hit hör till exempel pyretrum, kopparsulfat och mineralolja. Regler för deras användning varierar mellan länderna. Dessa substanser har en giftighet av samma storleksordning som de bekämpningsmedel som används inom konventionellt jordbruk. De används dock ofta i betydligt högre doser, och ekologiska produkter är alltså inte nödvändigtvis fria från bekämpningsmedelsrester.

Den största risken för att få negativa effekter av bekämpningsmedel på miljön uppstår vid själva spridningstillfället. Genom vindavdrift kan bekämpningsmedel spridas utanför åkern och hamna i ytvatten eller på angränsande naturmarker. På så sätt skulle



till exempel fåltvilt och fåglar kunna påverkas genom att viktiga födoväxter och insekter försvinner, men nya studier av vindavdrift i samband med spridning tyder på att detta är ett litet problem. Trots den rigorösa kontrollverksamheten för att undvika miljöstörningar går det att hitta små mängder av bekämpningsmedel i såväl mark som i yt- och grundvatten. Men de halter vi hittar i svenska yt- och grundvatten är så låga att det är svårt att fastställa negativa effekter på vattenlevande organismer.

### Höga dagliga doser av naturliga gifter

Vi måste också beakta att både ekologiska och konventionella vegetabilier innehåller naturliga gifter som ofta förekommer i avsevärt högre halter än syntetiska bekämpningsmedel. Det gäller till exempel solanin i potatis och svampgifter i nötter och spannmålsprodukter. Giftigheten hos dessa naturliga gifter varierar kraftigt men är av samma storleksordning som hos bekämpningsmedel. Man får ofta i sig betydligt större kvantiteter av naturliga gifter med maten än av bekämpningsmedelsrester (tabell 1). Tre koppar kaffe, som är en normal daglig konsumtion, innehåller exempelvis 130 mg naturliga ämnen som är giftiga, varav koffein utgör 70 mg. Intaget via födan av de tre bekämpningsmedlen som visas i tabell 1 är bara 0,11 mg om dagen, vilket motsvarar ungefär 40 mg under ett helt år. Vi får följaktligen i oss mindre av

**Tabell 1. Genomsnittligt intag av bekämpningsmedelsrester och naturliga gifter med mat, samt deras giftighet. LD<sub>50</sub>-värdet är den mängd av en viss substans som dödar hälften av de använda testorganismerna. Det innebär: ju lägre siffra, desto högre giftighet. Giftighetsgränsvärde anger lägsta dosen vid vilken ingen negativ effekt kan observeras (NOAEL = no observed adverse effect level).**

Substans	Livsmedel	Intag med mat (mg per person och dag)	Akut giftighet, LD <sub>50</sub> (mg per kg kroppsvikt)	Giftighetsgränsvärde NOAEL (mg per kg kroppsvikt och dag)
<b>Bekämpningsmedel</b>				
Glyfosat	Spannmål	0,05	3850 (låg)	500
Bentazon	Spannmål	0,05	1150 (medel)	3,2
Dimetoat	Spannmål	0,01	30 (hög)	0,25
<b>Naturliga gifter</b>				
Solanin	Potatis	12	590 (medel)	1
Koffein	Kaffe	70	190 (hög)	40
Mykotoxin (dioxynivalenol)	Spannmål	0,15	78 (hög)	1
<b>Referenssubstans</b>				
Alkohol	Alkoholhaltiga drycker	7 400	7 000 (låg)	340

dessa bekämpningsmedel under ett helt år än den mängd giftiga ämnen vi får i oss med kaffet varje dag.

Eftersom giftigheten är ungefär av samma storleksordning för naturliga gifter och bekämpningsmedel blir giftexponeringen blygsam för de bekämpningsmedel vi har exemplifierat i tabell 1 genom att vi får i

oss så otroligt små mängder. Om vi hade tagit hänsyn till alla tänkbara bekämpningsmedel som kan förekomma i livsmedel hade situationen ändå blivit likartad. Som jämförelse har vi också valt alkohol. Genom konsumtion av alkoholhaltiga drycker utsätter vi oss för en mycket hög giftexponering. Den är ungefär 170 000 gånger större än för bekämpningsmedlet glyfosat, som är den aktiva substansen i produkten Round-up. Vi vill med dessa jämförelser inte förringa de risker som kan vara förknippade med användningen av bekämpningsmedel, men ovanstående exempel visar ändå att det är lätt att sila mygg och svälja kameler när man talar om gifter i mat.

### **Övertro och subventioner**

I Sverige finns en stark tro på att en övergång till ekologiska produktionsformer kan lösa jordbrukets miljöproblem. En del tror till och med att världens kommande behov av mat kan tillgodoses om all världens odling skulle ske med ekologiska odlingsmetoder. Samhället har satsat stora resurser i forskning och rådgivning under de senaste 20 åren för att utveckla och främja det ekologiska jordbruket. Det finns ett riksdagsbeslut som säger att 20 procent av Sveriges åkerareal ska odlas ekologiskt år 2010. Det finns också riktlinjer för att ekologisk mat ska serveras på sjukhus och äldreboenden, i skolor och andra offentliga sammanhang. Idag subventioneras

ekologisk odling med nästan en miljard kronor om året av skattemedel, om alla stöd räknas med.

Budskapet att ekologiska produkter är bättre är lätt att ta till sig eftersom principen faktiskt är tilltalande när den kommuniceras med påståenden som att naturenlig odling utan kemiska gifter och konstgödsel är bättre för miljön (mindre läckage, mindre växthusgasavgång), ger överlägsen livsmedelskvalitet (inga giftiga rests substanser) och är mer resurshushållande (konstgödsel framställning kräver ju gas eller olja). Det finns följaktligen många människor som gärna handlar ekologiska produkter i övertygelsen att man stödjer en miljövänligare form av produktion och att man får välsmakande och hälsosamma produkter. Denna vilja att åstadkomma något gott har vi djup respekt för. Men är det verkligen så?

Tron på att odling på naturens villkor är bäst för miljön, ger hälsosammare produkter och förbrukar mindre fossila bränslen har faktiskt inte kunnat bekräftas i de många jämförande forskningsprojekt som har gjorts de senaste tjugofem åren. Istället har det blivit en allvarlig konflikt mellan tron på att naturen vet bäst och vetenskapens landvinningar. Det manar till eftertanke att storskalig ekologisk odling inte kan producera tillräckligt med mat för den befintliga och än mindre för en växande befolkning, och därmed kan leda till en mänsklig katastrof.

## Ekologisk odling är inte lösningen

Sammanfattningsvis konstaterar vi att läckaget av närsalter från åkermarken till vattendragen är högre vid ekologisk odling. Användningen av kvävegödselmedel ger en mycket positiv energibalans i den konventionella odlingen. Risker med naturliga gifter i skördeprodukter är minst lika stora som med rester av bekämpningsmedel. Markbördigheten kan inte upprätthållas genom användning av enbart organiska gödselmedel och obehandlade mineraler som råfosfat. Dessa grundläggande fakta manar till att ompröva tron på ekodling som lösningen på problemen i dagens jordbruk och som möjlig väg till en framtida mer hållbar livsmedelsförsörjning.

Jordbruket under de senaste femtio åren har haft en positiv utveckling i form av högre skördar, till exempel en fördubbling av produktionen av vete och mjölk i svenskt jordbruk. Det har också skapat en del nya miljöproblem, men problemen har kunnat minimeras genom ett målmedvetet miljöarbete. Vi är övertygade om att om villkoren för ett uthålligt jordbruk (se rutan på nästa sida) uppfylls så kommer det att leda till ytterligare förbättring av jordbruksproduktionen framöver och ytterst till en ännu mer hållbar livsmedelsproduktion som kan generera tillräckligt med mat.

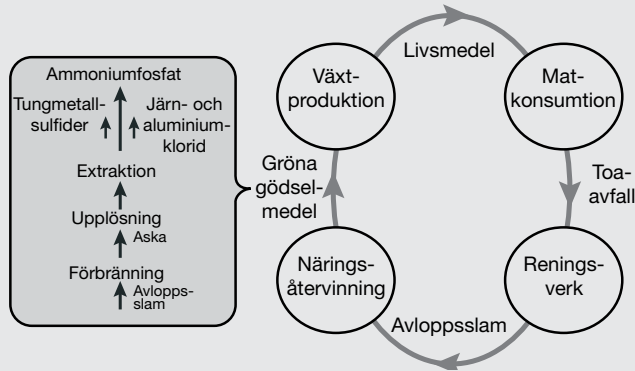
Det moderna jordbruket har inte bara medfört ökade skördar utan också lett till ökad odlings säkerhet

med små variationer i avkastning mellan åren. Allt effektivare växtnäringss försörjning och bekämpning av ogräs och skadegörare har starkt bidragit till detta. Den uppnådda odlings säkerheten är särskilt viktig att slå vakt om i perspektivet av att den årliga världsproduktionen av mat kan förväntas komma att pendla kraftigare framöver till följd av klimatförändringar.

### Villkor för ett verkligt uthålligt jordbruk

- För att minimera jordbrukets miljöbelastning måste vi använda riktade motåtgärder som är anpassade till lokala förutsättningar och problemets art. Hit hör bruket av fånggrödor för att minska kväveläckage i sandjordsområden med stora kväveöverskott, samt kantzoner i områden med stor ytavrinning och därmed risk för stora fosforförluster. Stallgödselns näringsinnehåll ska användas effektivt i växtodlingen. Hit hör också en strikt behovsanpassad användning av moderna, selektiva bekämpningsmedel som är harmlösa för hälsan och miljön.
- Näringskretsloppet i alla odlingsystem måste slutas så långt som möjligt. Förluster och uttag med skörd måste på något sätt ersättas om skördenivån ska kunna bibehållas. En fungerande näringsåtervinning från samhällets avfall och en säker återföring av växtnäringssämnen i form av rena

mineralgödselmedel är en viktig förutsättning. Man kan exempelvis idag extrahera ”gröna” fosforgödselmedel utan kadmium och andra tungmetaller från avloppsslam (figur 4).



Figur 4. Växtnäringskretsloppet i sambandet kan slutas genom förbränning, upplösning och extraktion av näringsämnen från avloppsslam.

- Att tära så lite som möjligt på ändliga råvaror är en grundförutsättning för att kontinuerligt kunna producera tillräckligt med mat. Detta gäller i synnerhet för råfosfat vars förekomst är begränsad. Grödornas fosforupptag måste bli effektivare.
- Att som idag använda fossil energi för produktion av mineralgödsel är både energieffektivt och klimatsmart. Den energimängd som finns i skördeprodukter är cirka sju gånger större än den mängd

energi som krävs för att framställa dessa produkter med hjälp av gödselmedel. Men i framtiden finns det många möjligheter att använda förnybar energi i gödselmedelsproduktionen, till exempel vattenkraft eller skörderester från åker och skog. En del av den merskörd man får vid användning av kvävegödsel kan också användas för gödselmedelsframställning.

*Holger Kirchmann är professor i växtnäringslära och markvård vid SLU, särskilt med avseende på växtnäringscirkulation, kretslopp och åkermarkens långsiktiga bördighet.*

*Lars Bergström är professor i vattenvårdslära vid SLU. Han forskar på jordbrukets inverkan på mark- och vattenkvalitet, framförallt läckage av kväve, fosfor och bekämpningsmedel till yt- och grundvatten.*

*Rune Andersson är programchef för Mistras tvärvetenskapliga forskningsprogram MAT 21. Han har under lång tid arbetat med frågor rörande jordbrukets miljöpåverkan och långsiktiga hållbarhet.*

## Hur löser jordbruket sitt växtnäringsbehov?

Vi vill ha hög produktion av bra grödor utan växtnäringsförluster till vatten och luft. Ekvationen är svår att lösa, och trots vissa förbättringar är situationen inte hållbar. I svenskt jordbruk utnyttjar grödorna bara 40 procent av det tillförda kvävet och 65 procent av fosfor, och bara en liten del av näringen i produkterna återförs till jordbruket. Att kombinera produktion och miljö är en utmaning för både ekologiskt och konventionellt jordbruk, skriver Ingrid Öborn och Sigrun Dahlin. De forskar på vad som håller i längden, och menar att produktionsintensitet och matvanor kan ha större betydelse än odlingsformen.

*Ingrid Öborn, Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU.*



*Sigrun Dahlin, Institutionen för mark och miljö, SLU.*



**V**i forskar inte om konventionellt eller ekologiskt lantbruk – utan med sikte på vad som håller i längden. Som forskare vill vi söka ny kunskap och bidra till att minska problem och hitta lösningar. Detta gör vi i lite olika tidsperspektiv, men ofta med längre tidshorisont än vad politiker och näringsliv har. Det finns olika märknings- och certifierings-system för produktion och produkter som kan vara användbara för marknad och konsumenter, men forskningen bör inte styras eller begränsas av olika regelverks utformning. Vi forskar därför inte specifikt inom konventionell eller ekologisk produktion utan vill att forskningen ska vara mer framåsyftande, drivas av kritiskt tänkande och syfta till att hitta långsiktigt hållbara lösningar i olika skalor: på gården, i landskapet, i samspelet mellan stad och land och i handeln mellan länder.

*Ingen övergödning* är ett av de nationella miljömål som är svårast att uppnå, och här spelar jordbruket stor roll. Det kan vara lättare sagt än gjort att förse grödorna med växtnäring i lämpliga mängder vid rätt tidpunkter. Dessutom handlar det om vilken tillgång det finns till olika växtnäringsämnen och i vilken form de finns. Det här kapitlet kommer att ta upp problem och konflikter kring användningen av växtnäring och ge en bild av hur näringen flödar inom jordbruket och mellan land och stad. Frågan är hur kretsloppen ska kunna slutas bättre än idag, och hur jordbruket effektivare ska kunna använda växt-

näringen i produktionen, det vill säga få en större andel av näringen tillgänglig vid rätt tidpunkt så den hamnar i produkter och inte som oönskat överskott som kan förloras till miljön.

Det konventionella jordbruket använder mineralnäring (handelsgödsel) ensamt eller i kombination med stallgödsel. Det ekologiska jordbruket använder stallgödsel och olika restprodukter i odlingsystem med mycket baljväxter som fångar in kväve från luften. Jordbrukets utmaningar beror bara till en del på vilken sorts gödsel som används. Minst lika stor betydelse har produktionsintensiteten, det vill säga hur mycket näring som tillförs och hur väl den utnyttjas av grödorna – oavsett om produktionen klassas som konventionell eller ekologisk.

### **Växtnäring för tillväxt och bra kvalitet**

När växter med hjälp av solenergi binder kol, syre och väte från vatten och luft genom fotosyntesen bildar de olika föreningar som bygger upp celler och biomassa. Samtidigt krävs även andra grundämnen som byggstenar för växters normala tillväxt och utveckling. En del behövs i stora mängder (makronäringsämnen), och det är främst kväve, fosfor, kalium, svavel, kalcium samt magnesium som räknas dit. Av andra ämnen räcker det med mycket små mängder (mikronäringsämnen), exempelvis bor, kobolt, koppar, mangan och zink.

Vid alltför låg tillgång på de nödvändiga ämnena begränsas tillväxten, kvaliteten försämras, och bristsjukdomar kan uppträda. Å andra sidan kan alltför hög tillgång till vissa näringsämnen leda till obalanserad tillväxt och ökad mottaglighet för sjukdomar och skadedjursangrepp – eller rentav förgiftning av växten. Vi vet väl hur mycket olika växter behöver av de olika näringsämnena för att ge bra skörd av god kvalitet, och hur behoven av de enskilda näringsämnena varierar beroende på vilka växtdelar (blad, rötter, frön/kärnor, frukter) vi skördar. Trots det uppstår olika svårigheter och målkonflikter när odling och gödsling sker i stor skala i jordbrukslandskapet där faktorer som väder och vind inte kan styras eller förutsägas.

### **Risk för förluster till vatten och luft**

Även om vi har goda kunskaper om hur mycket växtnäring som behövs till olika grödor och på olika jordar är det mycket svårt att under fältförhållanden helt balansera tillförsel och bortförsel, det vill säga undvika över- eller underskott. Eftersom odling kräver att det tillförs näringsämnena innebär det att större mängder växtnäringsämnena är i omlopp än vad som förekommer i de flesta naturliga ekosystem. Problemen uppstår när överskott av växtnäring, särskilt kväve och fosfor, förloras från marken till vattendrag, sjöar och hav, eller när kväve rinner ner i grundvattnet eller försvinner till luften.

Varför är det då så svårt att gödsla rätt? Det är svårt att förutsäga hur odlingsförutsättningarna kommer att bli under säsongen. Man vill tillföra tillräckligt med näring för att få stor skörd av god kvalitet, men vad grödorna verkligen kan ta upp och tillgodogöra sig i form av ökad tillväxt kan vara svårt att beräkna. Det beror på hur varmt det blir, hur mycket det regnar, vilken konkurrens det finns från ogräs, och om det blir några angrepp av skadegörare och växtsjukdomar. Om grödan inte utvecklas som man förväntade sig vid gödslingen blir det näring över, ett överskott som lagras i marken med risk för förluster till vatten och luft. Dessutom innehåller rötter och skörderester näring som kommer att frigöras genom nedbrytning efter det att grödan skördats. Det gäller då att marken är bevuxen så att den näringen kan tas upp, eftersom den annars riskerar att förloras.

Näringsämnena tillförs jordbruket inte bara genom gödsling utan också genom inköp av foder. Fodret till djuren är rikt på näring som till viss del tas upp av djuren när de växer för att så småningom bli kött, eller när de producerar mjölk och ägg. Men det mesta kommer ut i gödsel och urin som lagras och sedan återförs i växtodlingen. Här finns också risker för förluster, och många åtgärder vidtas av jordbrukare och myndigheter (bland annat lagstiftning och olika miljöstöd) för att minska dessa. Det sker också en stor bortförsel av växtnäring från jordbruket i form av

olika jordbruksprodukter som förädlas och konsumeras i städer och tätorter.

### **Ändliga resurser**

En annan aspekt att ha med i diskussionen om hållbara system för växtnäring är resursfrågan, det vill säga tillgången på näringsämnen och på energi för att framställa mineralgödsel. Kväve finns i luften som kvävgas. Övriga växtnäringämnen finns anrikade i olika mineral och bergarter i jordskorpan, och där dessa finns relativt lättillgängligt och i höga koncentrationer sker gruvbrytning för framställning av handelsgödsel. Det är framförallt fosfor som är en ändlig resurs, men förekomsten av kalium är mycket ojämnt spridd mellan kontinenterna och är inte heller obegränsad.

Forskarna har olika bedömningar av hur svårt eller lätt det är att lösa frågan om tillgång till växtnäring, och hur lång tid vi har på oss för att hitta nya mer resurssnåla system som bygger på förnybar energi och återcirkulation av växtnäring från djurhållningen och från stad till land. Nya tekniska lösningar för att utvinna fosfor ur restprodukter som rötslam håller på att utvecklas. Dessutom ökas källsorteringen av organiska restprodukter tidigt i kedjan för att undvika att det blandas med annat avfall som kan innehålla föroreningar av olika slag. Biogasproduktion är ett exempel på en teknisk lösning där organiskt avfall rötas för att producera biogas och som dessutom ger

en rötrest som kan användas som gödsel i jordbruket. Det går också att förbättra resursanvändningen på gården genom att utveckla odlingsystem som 1) inkluderar kvävefixerande grödor (växter som genom bakterier i rotknölar kan binda kväve från luften), 2) är bevuxna med grödor så stor del av året som möjligt för att minimera risken för näringsförluster, 3) innehåller en del djuprotade växter som tar upp näring från markens mineral från större djup.

### **Brutna flöden leder till ansamling av växtnäring**

En av jordbrukets främsta uppgifter är att producera livsmedel, men också andra produkter och tjänster efterfrågas av konsumenter och samhälle. Med flödet av produkter från landet/jordbruksbygderna till städerna följer också stora flöden av växtnäringämnen. Även inom jordbruket sker stora transporter av näringsämnen eftersom olika lantbruksföretag (gårdar) ofta är specialiserade på någon produktionsgren, såsom att producera mjölk, kött eller spannmål (till bröd, öl eller foder). De gårdar som har djur köper ofta in foder antingen från svenska växtodlingsgårdar eller importerat foder.

För att förstå storleken på flödena av kväve och fosfor i jordbruket ska vi titta närmare på växtnäringens balans för Sverige, för att sedan gå vidare och följa flödet av livsmedel från jordbruket till städerna och se var flödena stannar upp och näringen ansamlas.

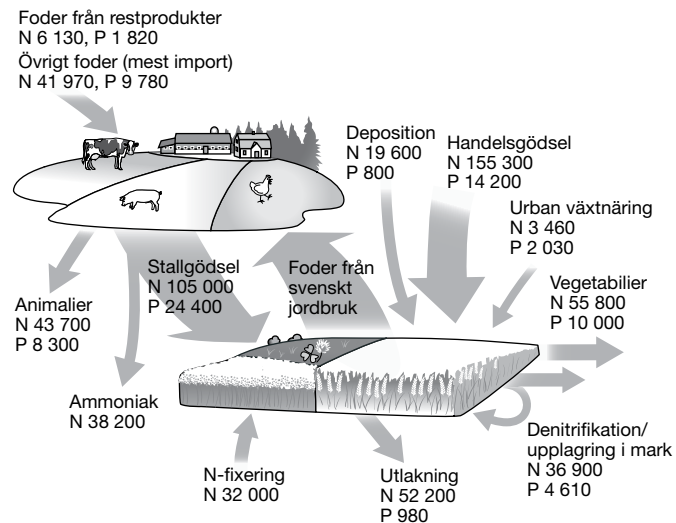


## Växtnäringsflöden inom jordbruket i Sverige

I figur 1 illustreras de totala flödena av kväve och fosfor till, från och inom svenskt jordbruk uppdelat på växtodling och animalieproduktion (kött, mjölk och ägg). De produkter (animalier och vegetabilier) som levereras från jordbruket innehåller tillsammans ungefär 100 000 ton kväve och 18 000 ton fosfor per år. Samtidigt sker en årlig tillförsel av näring där inköp/import av handelsgödsel (155 000 ton kväve, 14 000 ton fosfor) och foder (42 000 ton kväve, 10 000 ton fosfor) är de största källorna. Det finns också andra inflöden av näring, framförallt genom biologisk kvävefixering via baljväxter (50 000 ton) och nedfall av föroreningar från bland annat förbränningsanläggningar och fordon (deposition). En mindre mängd kväve och fosfor som tagits ut i sålda produkter återförs som växtnäring eller foder, främst restprodukter från livsmedelsindustrin.

Hur väl används då den tillförda näringen? Kvoten mellan mängden kväve och fosfor som bortförs i form av produkter och de totala mängderna som tillförs ger ett grovt mått på det genomsnittliga näringsutnyttjandet i svensk jordbruksproduktion. Baserat på siffror från SCB (figur 1) blir näringsutnyttjandet knappt 40 procent för kväve och 65 procent för fosfor. Vart tar då resten av näringen vägen?

Många forskare jobbar med att beräkna vad som händer med "överskottsnäringen". En stor del av



Figur 1. Växtnäringsflöden av kväve (N) och fosfor (P) (i ton per år) till och från svenskt jordbruk. Det finns även stora näringsflöden inom jordbruket i Sverige i form av djurfoder som produceras på åkrarna och stallgödsel från djuren som används som gödning i växtodlingen. Gödseln återförs dock inte alltid till de ställen där foderproduktionen sker. Det saknas uppgifter om näringen i foder från svensk jordbruksmark. (Siffror från SCB 2007; bilden modifierad efter Wivstad med flera, 2009).

kvävet försvinner till luften antingen som ammoniak vid lagring och hantering av gödsel från djuren, eller som kvävgas från växtodlingen genom denitrifikation. En mindre del förloras som lustgas som är en kraftig växthusgas. Det sker också en utlakning av kväve till yt- och grundvatten (52 000 ton), och även en mindre mängd fosfor (1 000 ton) förloras.

Mängderna har skattats utifrån försök och modellberäkningar och är osäkra vilket man kan se om man försöker göra en balansräkning (figur 1) mellan tillfört kväve och fosfor och det som förs bort, förloras eller lagras i marken. Då är det cirka 15 procent av näringen man inte hittar igen, det vill säga det är osäkert vart den har tagit vägen.

Av den svenska jordbruksarealen brukas idag 90 procent enligt konventionella metoder, och drygt 10 procent är omställd till ekologisk produktion. Hur skulle då flödena av växtnäringsämnen förändras om proportionerna mellan dessa båda brukningsformer förändrades så att en större andel odlades ekologiskt? Säkert skulle mer av kvävet komma från biologisk kvävefixering och mindre från mineralgödsel. En viss ökning av fosfor från restprodukter och urban växtnäring kan förväntas ersätta en del av mineralgödseln. Men fosforflödena kan komma att minska mer än kväveflödena, och eventuellt leder det till att markens fosforförråd minskar på vissa gårdar.

Man kan inte enkelt beräkna hur storleken på flödena i det svenska jordbruket skulle förändras om den ekologiska produktionen ökade markant. Det beror inte minst på hur det går med arealen jordbruksmark. Många grödor har lägre avkastning per arealenhet i ekologisk odling, så för att producera lika mycket som i konventionell odling behövs det större areal. Mycket grovt räknat kan man säga att

den lägre intensiteten med lägre näringstillförsel och mindre överskott per arealenhet som finns i den ekologiska produktionen idag skulle motverkas av den större areal som skulle behövas för att producera samma mängd livsmedel. Om däremot jordbruksarealen blir oförändrad eller minskar så minskar också näringsflödena, men då måste vi antingen importera mer foder och/eller livsmedel, eller ändra våra konsumtionsvanor och till exempel äta mer vegetabilier och betesbaserat kött.

### **Växtnäringsflöden mellan land och stad**

Det är bara en liten del av den näring som finns i sålda produkter som idag återförs till jordbruket som foder eller gödsel, medan en stor del av den näring som finns i slam, avfall och andra restprodukter från bland annat hushåll, butiker och samhälle inte utnyttjas. Det här beror bland annat på att restprodukterna kan innehålla hälsovådliga ämnen, till exempel tungmetaller och medicinrester som riskerar att hamna i livsmedelskedjan eller naturen. Dessutom är restprodukterna ofta skrymmande så att det blir dyrt och opraktiskt att transportera dem tillbaka till jordbrukmark som ofta ligger långt bort från de stora städerna.

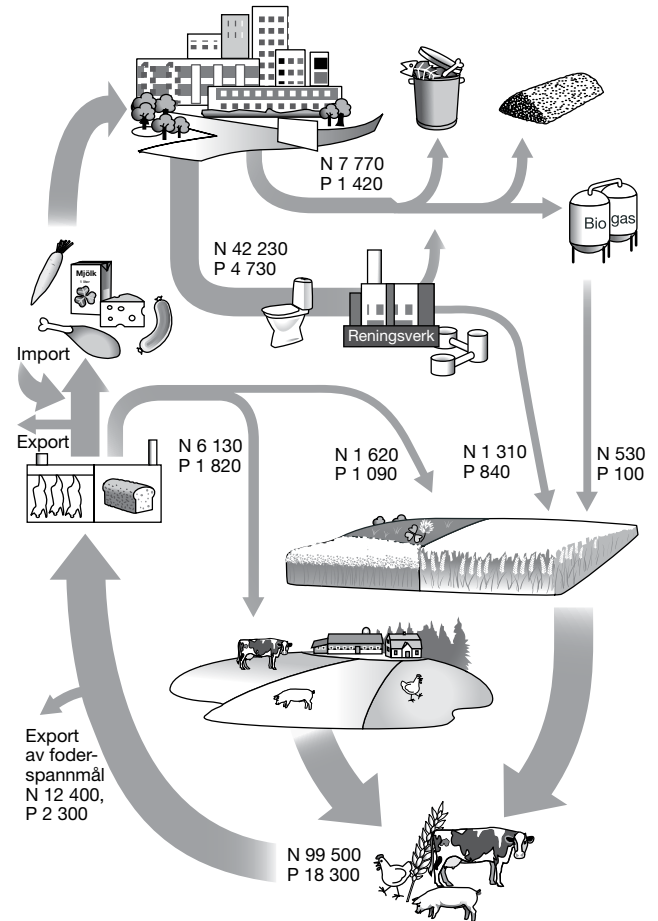
Några forskare har försökt beräkna hur mycket växtnäring som finns i olika restprodukter och som efter viss rening skulle kunna användas som gödsel

inom jordbruket (figur 2). Redan idag används en relativt stor del av restprodukterna från livsmedelsindustrin som foder eller gödsel. Däremot är det sämre ställt när det gäller hushålls- och toalettavfall där 4 procent av kvävet och 15 procent av fosfor återcirkuleras. Här finns stor potential till bättre näringsutnyttjande, och mycket forskning och teknisk utveckling pågår. Men potentialen är mycket olika för fosfor och kväve. En stor del av fosfor återfinns i avloppsverkens slam, medan en stor del av kvävet återförs till luften som kvävgas i reningsverken eller följer med vattenflödet ut ur reningsverken och alltså inte kan återföras till jordbruket.

De obalanser som finns i näringsflödena i svenskt jordbruk och mellan land och stad är ofta regionala och strukturella och behöver åtgärdas på olika sätt, till exempel genom närmare koppling och samarbete mellan växt- och djurproduktion, mellan industri/handel och jordbruk, och mellan stad och land. Detta kan ske genom samarbetsavtal, ökad källsortering och olika tekniska lösningar för återcirkulering av växtnäring.

### Kvävet rör sig mellan olika former

Vi har gett den stora bilden av näringsflödena i svenskt jordbruk och mellan land och stad. Men det är på gården och fältet som odlingen sker, och många åtgärder och förbättringar kan även göras där. En av



Figur 2. Växtnäringsflöden av animalier och vegetabilier från jordbruket till samhället och tillbaka till jordbruket via restprodukter. Det sker en nettoimport eftersom importen av livsmedelsråvaror till Sverige är större än exporten. Det saknas siffror på en del flöden som är svåra att beräkna. (Bilden är modifierad efter Wivstad med flera, 2009).

de största utmaningarna med att använda organiska gödselmedel som stallgödsel och kretsloppsprodukter är att styra spridning och bearbetning så att framförallt kvävet blir tillgängligt för grödorna vid rätt tidpunkt på året. För att förstå argumentet att det blir bättre precision och näringseffektivitet med mineralgödsel än med organisk gödsel måste man veta vad som sker med kvävet i marken.

Kväve rör sig i ett kretslopp där det omväxlande byggs in i olika organiska och oorganiska molekyler och föreningar. Kretsloppet drivs främst av mikroorganismernas aktivitet och påverkas därför av de faktorer som styr denna, till exempel hur varmt och fuktigt det är i marken. Trots att det finns stora mängder kväve i luften, i markens mull, i skörderester och i organiska gödselmedel är det allra mesta otillgängligt för grödorna. Dessa tar istället upp kväve främst som ammonium- och nitratjoner som är två former av oorganiskt kväve eller mineralkväve. Detta kan ske efter det att kvävet frigjorts (mineraliserats) vid mikroorganismernas nedbrytning av det organiska materialet.

En orsak till att (ogödslade) grödor ofta drabbas av kvävebrist är att mineraliseringen och behovet av växttillgängligt kväve inte är synkroniserade. De flesta grödorna har störst behov av kväve under våren och försommaren, medan mineraliseringen sker framförallt under sensommaren och hösten. En annan

orsak är att kväve lätt kan förloras från marken, främst genom nitratutlakning under vinterhalvåret, men även genom gasavgång. Vi vet i princip hur vi genom odlingsåtgärder kan förbättra synkroniseringen och minska förlusterna, men eftersom vädret har så stor inverkan och inte kan styras är det svårt att nå hela vägen i praktiken. Att använda mineralgödsel gör det lättare att möta grödans kvävebehov under vår och försommar. Utnyttjandet av gödselkvävet kan bli högt vid rätt gödselgiva, men löser inte frågan om hur vi kan öka utnyttjandet av organiskt bunden kväve i skörderester och restprodukter.

### **Fördelar och nackdelar med både oorganisk och organisk gödsel**

För att överbrygga det glapp som uppstår mellan näringsbehov och markens förmåga att leverera näring krävs gödsling för att nå en ekonomiskt hållbar växtproduktion. Åsikterna går isär dels om organiska eller oorganiska gödselmedel (mineralgödsel) ska användas, dels om vilka gödselmängder och skördar vi bör sikta på per arealenhet.

Medan näringen i mineralgödsel till stor del är direkt tillgänglig för växterna kan den i organiska gödselmedel behöva frigöras på mikrobiell eller kemisk väg innan växterna kan utnyttja den. Det gör att vi inte har samma kontroll över tillgången på tillgänglig näring och då kan riskera att få större

näringsförluster om vi använder organiska gödselmedel än om vi använder oorganiska. Å andra sidan ger användning av organiska gödselmedel ett antal andra fördelar eftersom de bidrar till att öka mullhalten (vid jämförbar tillväxt hos grödan) och tillför fler växtnäringsämnen än enkla mineralgödselmedel. Detta kan vara värdefullt på generellt näringsfattiga marker och kan leda till en höjning av markbördigheten. Dessutom utgörs de av restprodukter som annars skulle ansamlas eller spridas på andra ställen i landskapet och där orsaka näringsförluster. En fördel med mineralgödseln är att man kan skräddarsy blandningar av näringsämnen som är anpassade för olika grödor och jordar.

Vid all gödsling gäller det att ha stora kvalitetskrav så att inte gödselmedlet innehåller potentiellt giftiga ämnen. Det gäller föroreningar som kan finnas både i mineralgödsel, till exempel kadmium i fosforgödsel, och i olika restprodukter som kan innehålla tungmetaller och organiska miljögifter.

### **Svår ekvation**

En stor del av den näring som tillförs jordbruket återfinns inte i det som produceras, även om siffrorna sakta förbättras. Stora avstånd mellan växt- och djurproduktion gör att en effektiv användning av stallgödsel kan vara svår att genomföra. Det sker ett flöde av näring från jordbruket in i livsmedelskedjan, men

bara en mycket liten del återförs som gödsel. Vi vill ha hög produktion av grödor till mat, fibrer och bränsle men inga växtnäringsförluster till vatten och luft. Det senare är en ekvation som är svår att lösa och en av de absolut största utmaningarna för att utveckla ett jordbruk som håller i längden.

Vad blir då vår strategi? Jo, att skapa odlingsystem som består av olika grödor som växer och tar upp näring under en så stor del av året som möjligt, att utveckla teknik för att öka återcirkulationen av näring i jordbruket (utan att få med oönskade ämnen) och att gödsla rätt för bästa effekt (med precision i tid och rum) och minsta möjliga sidoeffekter. Mindre mängder mineralgödselmedel kan användas för att komplettera näringstillgången under för växten kritiska perioder. Långsiktigt hållbara produktionsystem behöver varken vara renodlat konventionella eller ekologiska.

Det behövs samverkan mellan forskare från olika ämnesområden och mellan forskning, näringsliv och samhälle för att lösa jordbrukets växtnäringsbehov, minska övergödningen och uppnå miljömålet *Ingen övergödning*. Men de snabbaste och mest drastiska förändringarna i växtnäringsflödena skulle vi få om konsumtionsmönstren och efterfrågan på produkter förändrades. Det är de som avgör förhållandet mellan djur- och växtproduktion och hur mycket foder respektive livsmedel som ska produceras på våra åkrar.

---

*Ingrid Öborn är professor i jordbrukets odlingssystem vid Institutionen för växtproduktionsökologi på SLU. Hon är programchef för forskningsprogrammet Framtidens lantbruk och projektledare för två pågående Formasprojekt. Det ena handlar om mikronäringshushållning i ekologiska system och hur man kan använda lokala förutsättningar för hållbar växt- och djurproduktion. Det andra handlar om metoder för att analysera mångfunktionalitet i jordbrukssystem i västra Kenya med tanke på klimatförändringar.*

*Sigrun Dahlin är agronomie doktor och arbetar vid Institutionen för mark och miljö på SLU. Hon forskar om markbördighetsfrågor och om frågor som gäller hur vi genom brukningsåtgärder kan förbättra växtnäringshushållningen i jordbruket. Hon har för närvarande anslag från Sida och Formas för ett samarbetsprojekt kring markbördighet i Moçambique.*

### **Lästips**

- R. Andersson, M. Bång, G. Frid och R. Paulsson, *Minskade växtnäring förluster och växthusgasutsläpp till 2016 – förslag till handlingsprogram för jordbruket*, Jordbruksverket Rapport 2010:10 ([www.sjv.se](http://www.sjv.se)).
- J. Eriksson, A.S. Dahlin, I. Nilsson och M. Simonsson, *Marklära*, Studentlitteratur, Lund 2010.

- Statistiska Centralbyrån, *Kväve- och fosforbalanser för jordbruksmark och jordbrukssektor 2005*. Serien Miljövård och naturresurshushållning, Statistiska meddelanden 0702, 2007 ([www.scb.se](http://www.scb.se)).
- M. Wivstad, E. Salomon, J. Spångberg och H. Jönsson, *Ekologisk produktion – möjligheter att minska övergödning*, Centrum för Uthålligt Lantbruk, SLU 2009 ([www.epok.slu.se](http://www.epok.slu.se)).

## Fosfor – livsviktig resurs och global förorening

Tänk dig en global resurs som vi alla är beroende av för att få mat. Tänk dig att den här resursen beräknas ta slut om 50 till 100 år. Tänk dig också att den idag kontrolleras av fem länder i världen, och att priset häromåret ökade med 800 procent på 18 månader. Så här är dagsläget för fosfor – ett grundämne som inte går att ersätta med något annat i våra kroppar. Idag flyter detta ämne ut från åkrar till vattendrag och hav. Det är hög tid att lära oss mer om fosforflödena och att effektivisera fosforanvändningen, skriver Tina-Simone S. Neset, Dana Cordell och Lotta Andersson.



*Tina-Simone S. Neset,  
Linköpings universitet.*



*Dana Cordell,  
University of Technology  
Sydney och Linköpings  
universitet.*



*Lotta Andersson,  
SMHI och Linköpings  
universitet.*

Foto: Peter Modin

Fosfor är en resurs som vi är helt beroende av för vår matproduktion. Grödor behöver fosfor för att växa, och även om fosfor finns naturligt i marken så behöver vi tillföra en hel del för att säkerställa den höga avkastning som dagens moderna jordbruk ger. Under de senaste 150 åren har vi därför i jordbruket gått över från att använda endast stallgödsel och vissa andra biologiska näringskällor (som avföring och urin) till att använda oss av en mer koncentrerad gödsel som är framställd i kemiska fabriker. Den här gödseln är för det mesta en blandning av kväve, kalium – och just fosfor. Denna kemiskt framställda gödsel kallar vi för konstgödsel, handelsgödsel eller mineralgödsel.

### En ändlig resurs

Fosfor i handelsgödseln bryts i gruvor. Den har lagrats där i miljoner år, det vill säga den är en fossil och i viss mening en ändlig resurs. Fosfor är visserligen ett grundämne, det vill säga ett ämne i det periodiska systemet som inte försvinner efter användning. Men den är ändlig i den bemärkelsen att den fosfor som har brutits i gruvor och gödslat åkermark sedan sprids ut i våra sjöar och hav. Den hamnar på botten i sedimenten och blir inte tillgänglig igen för mänskligheten under överskådlig tid framåt.

Jordbruket är i många delar av världen den största källan till höga fosforhalter i vatten, men även avloppsvatten är en stor källa i områden där det bor mycket

människor och där avloppsvattenrening saknas eller fungerar dåligt. Den fosfor vi får i oss med maten lämnar oss nästan helt och hållet via urin och avföring, och för hushåll som är anslutna förs den till avloppsreningsverk. Där hamnar en stor del av fosfor i avloppsslammet, och slammet är ofta för förorenat av samhällets alla kemiska ämnen för att kunna läggas som gödsel på åkermark.

### Fosfor kan inte ersättas

Fosfor är ett livsviktigt näringsämne för alla växter och djur. Vi människor får vår fosfor genom maten vi äter. Utan fosfor skulle cellerna i våra kroppar inte fungera. Moderna jordbrukssystem är beroende av kontinuerlig tillförsel av fosforgödsel som har framställts av fosfatmineral. Men fosfater i berget är precis som olja en ändlig resurs som inte förnyas. Fosforsituationen har många likheter med oljesituationen. Men det finns en viktig skillnad: det finns ingen ersättning att ta till istället för fosfor i matproduktionen. Fosfor kan inte nyttillverkas, bara återvinnas och återanvändas.

### Fem länder kontrollerar fosforbrytning

Vi vet sedan länge hur viktig fosfor är för den globala matproduktionen. Men att fosfor är en ändlig resurs har ännu inte uppmärksamats särskilt mycket. Den centrala frågan är: Kommer fosfor att vara tillgänglig



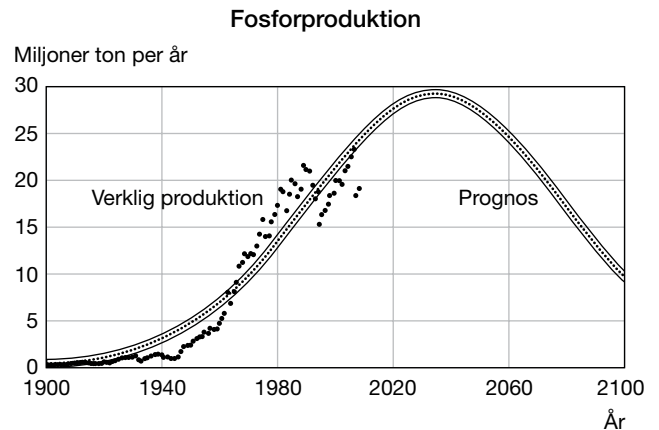
för jordbrukare i olika delar av världen i framtiden så att världens växande befolkning kan försörjas med mat?

Världens främsta fosforkälla är fosfatmalm. Fem länder i världen kontrollerar idag 90 procent av fosfatmalmen. Den största andelen finns i Marocko/Väst-sahara, tätt följt av Kina, samt i Sydafrika, Jordanien och USA.

Precis som oljan kommer den ändliga resursen fosfatmalm att sina förr eller senare. Många forskare, men även industrin, bedömer att den högkoncetrerade malmen kommer att sina inom 50 till 100 år. Ännu tidigare kommer uttagstoppen att inträffa, det vill säga den tidpunkt då kurvan över mängden utvunnen fosfatmalm per år vänder neråt. När detta kommer att ske är omdebatterat. Vissa beräkningar visar att vändningen skedde redan i slutet på 1980-talet, medan andra hävdar att den kommer att inträffa först om 50 till 60 år. Våra egna studier tyder på att toppen inträffar omkring år 2033 (figur 1).

### Fosforpriset chockhöjdes

Men det viktigaste är inte att kunna förutsäga exakt när tillgången på fosfatmalm kommer att avta, utan att redan nu hitta vägar för en hållbar framtida fosforanvändning. Det kräver att vi har strategier för hantering av fosfor som sträcker sig genom hela produktions- och konsumtionskedjan, det vill säga från



Figur 1. Toppen i fosforproduktionen närmar sig. Artikelförfattarnas studier tyder på att den inträffar omkring år 2033.

åkern till tallriken och tillbaka till åkern igen. Eftersom 90 procent av fosfatmalmen används inom jordbruket så styrs prognoser av vad som sker med denna resurs i framtiden till stor del av hur mycket och vilken mat vi konsumerar. En stor utmaning är att hitta alternativ som skulle kunna ersätta fosfortillförseln från gruvor till jordbruksmark.

För lantbrukare styrs tillgängligheten inte bara av hur mycket fosfatmalm som finns att tillgå, utan även av priset. År 2008 ökade priset på fosfatmalm med hela 800 procent jämfört med året innan. Till stora delar var det här en effekt av en tillfällig obalans mellan tillgång och efterfrågan. Men det

kraftigt ökade priset kan också ha påverkats av det ökade behovet av mat till en växande befolkning som har förändrat sina matvanor i riktning mot livsmedel som kräver mer fosfor för att produceras, det vill säga mot mera animalieprodukter. Dessutom kan ökad efterfrågan och produktion av biomassa som används till biobränsle ytterligare ha förstärkt den här utvecklingen. Men även om prisökningen var tillfällig måste vi räkna med trender mot ökade råvarupriser i takt med att tillgången på fosfor minskar samtidigt som efterfrågan ökar.

Produktion av fosfor för att försörja framtidens jordbruk kommer att kräva mer och mer tillförsel av energi och råmaterial, och det ökar kostnaden för utvinningen. Mängden fosfor som utvinns per kilo malm kommer att minska, medan mängden restprodukter som inte kan återanvändas kommer att öka, bland annat därför att de är radioaktiva. Framtida fosforbrytning står således inför stora utmaningar.

### **Ineffektiv fosforanvändning**

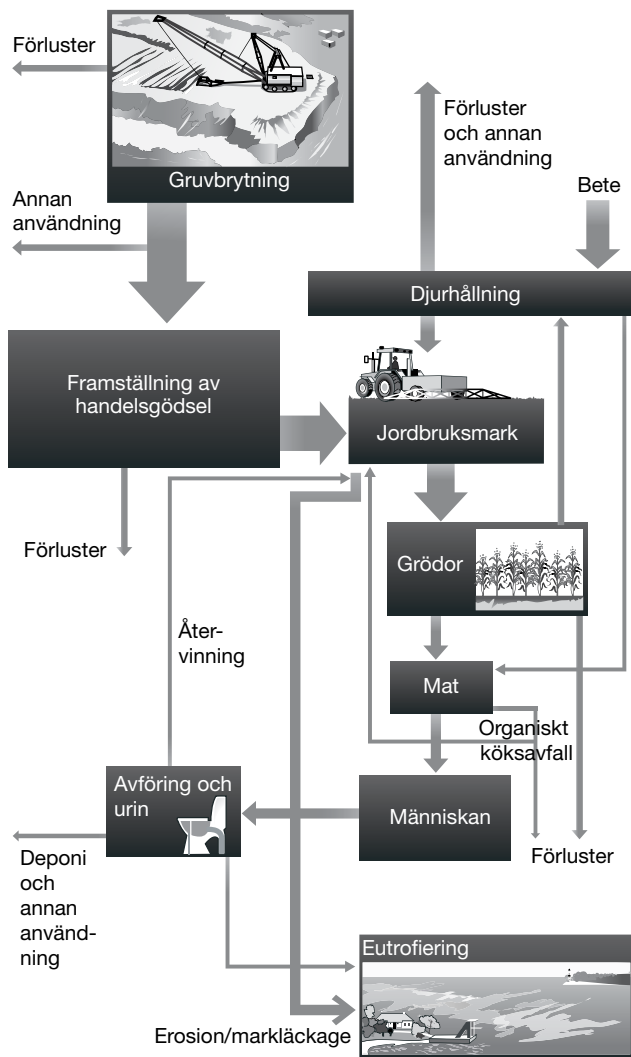
En annan stor utmaning är den enorma ineffektiviteten i dagens fosforanvändning genom hela matkedjan. Av de över 17 miljoner ton fosfor som bryts varje år används cirka 15 miljoner ton till mineralgödsel som sedan främst används inom matproduktion (en del förloras dels i brytningsprocessen, dels i gödselproduktionen).

Efter ytterligare förluster från jordbruksmarken tillförs cirka 12 miljoner ton till matproduktionen, men av dessa 12 miljoner ton hittar vi bara 3 miljoner ton på våra tallrikar. Det beror bland annat på förluster längs hela produktionskedjan – på fältet, vid lagring och transporter, vid förädling och distribution. Ett annat mycket belysande exempel är den stora skillnaden mellan hur mycket fosfor som tillförs i foder till djuren och fosforhalten i den ätbara köttprodukten.

### **Fosfor som förorening**

Eutrofiering (övergödning) av sjöar och hav beror på att mycket näringsämnen tillförs, främst från jordbruk och avlopp. Vattnet blir grumligt, och det kan bli algblomningar, syrebrist och ändrad sammansättning av växter och fiskfauna. För sjöar är det oftast överskott på fosfor som leder till eutrofiering. Även för kustvatten bidrar ofta fosfor till övergödning. Östersjön innehåller åtta gånger så mycket fosfor idag som för hundra år sedan. Både nationella och internationella åtgärder krävs för att minska tillförseln av fosfor till havet.

I nordvästra och södra Europa har förbättrade reningsmetoder lett till att fosfortransporten från punktkällor (avloppsverk och industrier) har minskat under de senaste årtiondena. Fosforinnehållet i jordbruksmarken har däremot gradvis ökat som en effekt



Figur 2. Fosfor flödar i natur och samhälle – med stora förluster på vägen.

av tillförsel av mineralgödsel. Ökad tillgång på fosfor i marken ger större skördar, men det ökar också risken för förluster av fosfor från mark till vatten. Tillskottet av fosfor från åkermark till vattendrag är ett stort problem, speciellt där transporten gynnas av att marken lutar och är relativt ogenomtränglig så att vattnet rinner av på markytan, eller där marken är full av sprickor som vatten kan rinna genom direkt ner i dräneringsrör.

I november 2007 beslutade miljöministrarna runt Östersjön att tillsammans lösa övergödningproblemet genom att enas om "Baltic Sea Action Plan" (BSAP). Sverige har förbundit sig att minska det mänskligt orsakade utsläppet av fosfor till Östersjön med 63 procent. Eftersom 45 procent av utsläppet av fosfor kommer från jordbruket innebär detta att en stor del av de åtgärder som krävs berör jordbruket. En annan stor källa är enskilda avlopp som uppskattas stå för 20 procent av utsläppet. Trots att de flesta i Sverige är anslutna till avloppsreningsverk kommer bara cirka 16 procent av fosforutsläppet från reningsverk. Det beror på att vi i Sverige har mycket stränga krav på reningsverken när det gäller att ta bort fosfor från avloppsvattnet (runt 95 procent tas bort). Därför bör fosforstrategier som berör reningsverk inte i första hand vara inriktade på att ytterligare förbättra reningen, utan istället på att förbättra möjligheterna att återanvända den fosfor som finns i avloppsslammet.

## **Virtuell fosfor i importerad mat**

I Sverige kommer en del av den minskade fosfortransporten till havet i framtiden att vara en följd av att jordbruksarealen minskar; det leder till minskad användning av mineralgödsel. I andra länder som Polen, Estland, Lettland och Litauen räknar man med att matproduktionen intensifieras, i linje med den produktion per areal som redan finns i de ”gamla” EU-länderna. Det kan leda till ökade förluster av näringsämnen till Östersjön.

Men ökad produktion måste inte nödvändigtvis betyda ökade förluster av kväve och fosfor. Vissa forskare menar att risken för förlust av fosfor nästan kan elimineras om man undviker att för vissa större gårdar eller geografiska områden specialisera sig på antingen animalieproduktion eller växtproduktion. Vid en mer blandad produktion skulle växtgårdar bli mindre beroende av mineralfosfor eftersom de har låga transportkostnader för lokal stallgödsel och kan använda den istället. Djurgårdarna minskar därmed sina problem med att bli av med ett överskott av stallgödsel, och även det är troligen gynnsamt för vattendragen. Orsaken till att man allt mer sällan ser denna blandade produktion är att den inte är ekonomiskt det mest effektiva.

Det krävs politiska styrmedel för att säkerställa att lokal matproduktion inte leder höga miljökostnader. Men att enbart lagstifta på ett sätt som leder till högre kostnader för jordbruket är troligen inte en

väg till minskade fosforförluster, åtminstone inte ur ett globalt perspektiv. Billig importerad mat är nämligen ett sätt att exportera miljöproblem, inklusive övergödning av sjöar och vattendrag. Inom matproduktion används ibland begreppet ”virtuellt vatten”. Med det menar man den mängd vatten som har använts för att odla, förädla och transportera en produkt från ett annat land. Kanske även ”virtuell fosfor” och ”virtuell övergödning” är något vi måste räkna med när vi tar miljöhänsyn i dagens globaliserade värld.

Ett hållbart jordbruk måste bygga på samarbete mellan konsumenter, myndigheter, jordbrukare, rådgivare och forskarsamhället. Det ställer krav på oss konsumenter, eftersom vi måste vara beredda på att maten kan bli dyrare.

## **Vägen framåt**

Fosfor är både en resurs och en föroreningskälla. Hur vi använder fosfor har en direkt koppling till global matsäkerhet, eutrofiering, jordbrukets klimatpåverkan och energianvändning. Att effektivisera fosforanvändningen och minska förlusterna längs hela matkedjan är en central problemställning som måste belysas från många olika perspektiv för att vi ska kunna hitta hållbara lösningar.

Många av dessa åtgärder medför en del synergier med andra utmaningar för det hållbara framtida jordbruket. Vi skulle exempelvis kunna minska

konsumtionen av vissa resursintensiva matvaror. Ett resursintensivt exempel är köttproduktion som är beroende av en stor mängd foder och kräver mycket areal, vatten och näringsämnen. Om vi dessutom försöker minska förlusterna under skörd, lagring och transport från åker till tallrik så minskar vi även energianvändningen och utsläppen av växthusgaser. En annan ganska enkel åtgärd är att äta upp maten vi köper hem och får på tallriken istället för att slänga upp till en tredjedel, som vi gör idag. Det skulle ha en tydlig effekt på all resursanvändning och förorening från matproduktionen – och det helt gratis.

---

*Tina-Simone S. Neset är forskarassistent vid Centrum för klimatpolitisk forskning och Tema Vatten på Linköpings Universitet. Hon forskar kring nya sätt att visualisera scenarier med fokus på resursfrågor och matsäkerhet för analys och beslutsfattande. Hon är också en av grundarna av GPRI ([www.phosphorusfutures.net](http://www.phosphorusfutures.net)).*

*Dana Cordell har disputerat med avhandlingen "The Story of Phosphorus – sustainability implications of global phosphorus scarcity for food security" vid Institute for Sustainable Futures på University of Technology Sydney, Australien, och vid Tema Vatten på Linköpings universitet. Hon är en av grundarna av GPRI – the Global Phosphorus Research Initiative.*

*Lotta Andersson är forskare vid SMHI:s hydrologiska forskningsenhet och adjungerad professor vid Tema Vatten och Centrum för klimatpolitisk forskning vid Linköpings Universitet. Hon leder projekt som syftar till att hitta metoder för att hitta olika källor och flödesvägar för fosfor till vattendrag.*

## Ogräs, sjukdomar och skadeinsekter – hur ska de bekämpas?

Kemiska bekämpningsmedel har nackdelar för hälsa och miljö, och användningen ska minska. Men miljövänlig bekämpning inom jordbruket är svårt. Icke-kemiska metoder är ibland ineffektiva eller saknas helt. Vi vet idag för lite om hur ett hållbart växtskydd ser ut, skriver Maria Wivstad. Hon menar att ekologisk produktion kan fungera som katalysator för satsningar på nya bekämpningsmetoder. Och nya metoder behövs för att vi inte ska behöva öka användningen av kemiska medel, särskilt när klimatet förändras.



*Maria Wivstad, Centrum för ekologisk  
produktion och konsumtion (EPOK), SLU.*

I jordbruket vill vi ha höga och säkra skördar, och samtidigt ska produktionen vara miljövänlig och förbruka så lite resurser som möjligt. För att få en bra produktion behöver ogräs, sjukdomar och skadeinsekter kontrolleras genom det vi kallar växtskydd, och bekämpningen behöver vara effektiv och miljövänlig. Problemet är att miljövänlig bekämpning är svårt.

- Kemisk bekämpning har negativa bieffekter för miljö, konsumenter och lantbrukare.
- Flera icke-kemiska metoder brister i effektivitet.
- Icke-kemiska metoder saknas idag för vissa sjukdomar och skadeinsekter.

### **Kemisk bekämpning dominerar**

Kemisk bekämpning av ogräs, sjukdomar och skadeinsekter med växtskyddsmedel är den bekämpningsmetod som dominerar idag i det konventionella jordbruket.

I ekologisk produktion, som idag (2010) bedrivs på knappt 15 procent av Sveriges åkermark, används inte kemiska växtskyddsmedel. Istället används i stort sett uteslutande en rad icke-kemiska metoder. Men det finns några kemiska växtskyddsmedel som är tillåtna att använda även i ekologisk produktion, till exempel mineraloljor och rent svavel, men i praktiken är användningen av dessa preparat mycket begränsad.

### **Växtskyddsmedel i olika grödor**

I de flesta grödor som odlas konventionellt sprutas mellan 80 och 95 procent av arealen någon gång under säsongen. Men i en av grödorna används kemisk bekämpning nästan inte alls, nämligen i flerårig klövergräsvall som odlas som foder till nötkreatur (mjölkkor, köttdjur) och får. I intensiva jordbruksområden i slättbyggena i Mellansverige och i södra Sverige finns inte så många gårdar med djur, och där är vallodlingen liten. Det medför att huvuddelen av åkermarken där behandlas med växtskyddsmedel. I dessa områden är dessutom ekologisk produktion inte så vanlig.

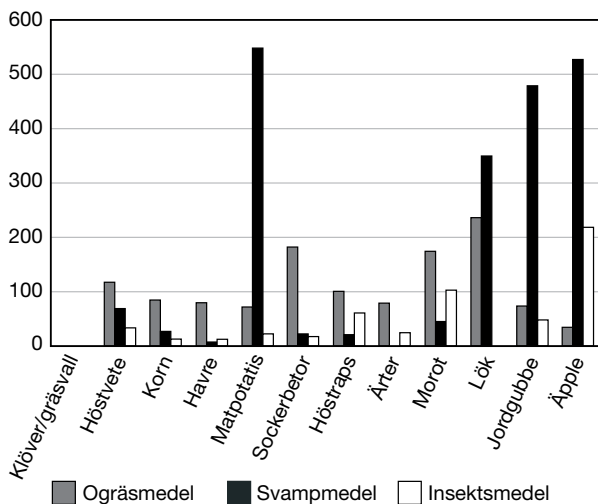
För att mäta intensiteten i jordbrukets användning av växtskyddsmedel tar man också hänsyn till om en gröda sprutas en eller flera gånger under växtsäsongen. Om man multiplicerar andelen behandlad areal i procent av total areal av en gröda med antalet bekämpningar så framträder det mönster som visas i figur 1. Där ser man att användningen av svampmedel är stor vid odling av potatis och olika trädgårdsgrödor. De kemiska ogräsmedlen används mest intensivt i sockerbetor, höstvetete och en del trädgårdsgrödor. Problemen med insekter är störst i oljeväxten raps och i några trädgårdsgrödor.

Men den totala användningen av växtskyddsmedel påverkas mest av hur stora arealer som odlas av olika grödor. De mest bekämpningsintensiva grödorna potatis och trädgårdsgrödor odlas på mycket små

arealer, nämligen en procent respektive mindre än en tiondel procent av den totala åkerarealen. Bekämpningen i exempelvis höstvetete och korn påverkar däremot i hög grad den totala användningen eftersom dessa grödor odlas på 30 procent av åkermarken. Höstvetete är den spannmålsgröda där den kemiska bekämpningen är som mest intensiv, medan havre har ett betydligt lägre bekämpningsbehov.

### Växtskyddsmedel i svenskt jordbruk

Procent behandlad areal av total areal av grödan gånger antal behandlingar



Figur 1. Intensitet i användning av växtskyddsmedel mot ogräs, sjukdomar och skadeinsekter i olika grödor i svenskt jordbruk år 2006. (Källa: M. Wivstad, Klimatförändringarna – en utmaning för jordbruket och Giftfri miljö, PM 2/10, Kemikalieinspektionen 2010)

### Mera växtskyddsmedel i ett förändrat klimat

Sverige förväntas få ett varmare och fuktigare klimat. Med mildare vintrar kan både ogräs och skadegörare övervintra längre norrut, med förvärrade tidiga angrepp som följd. Högre temperaturer gör också att vissa insekter, som till exempel bladlöss, förökar sig snabbare under säsongen. Enligt nyligen gjorda bedömningar riskerar användningen av växtskyddsmedel att öka kraftigt i ett varmare klimat. Det kan bli exempelvis en 50-procentig ökning av användningen av insektsmedel, om man inte utvecklar nya odlingssystem med lägre behov av bekämpning eller kraftigt ökar och utvecklar växtskyddsmedel i den ekologiska produktionen.

En viktig iakttagelse är också att en förändrad odling med annorlunda grödfördelning kan påverka användningen av växtskyddsmedel lika starkt som ett förändrat klimat. Det finns exempelvis prognoser om att höstveteteodlingen kommer att öka kraftigt i ett varmare Sverige på bekostnad av vårsäd, och att andelen fodervall kommer att minska medan majsodlingen ökar. På grund av en större kemisk bekämpning i höstvetete och majs än i vårsäd och vall medför denna odlingsförändring en ökad användning av växtskyddsmedel.

På motsvarande sätt skulle ökad användning av växtskyddsmedel kunna hindras genom att vi ökar odlingen av grödor med litet behov av bekämpning,



till exempel havre på bekostnad av höstvet. Det förutsätter förstås att både vi och våra husdjur lägger om kosten!

### **Försiktighetsprincip för kemiska medel**

Samtidigt som bekämpningsmedlen används för att bekämpa ogräs, svampar och insekter som vi inte vill ha i våra odlade grödor får användningen oönskade effekter för både människa och miljö. Rester av bekämpningsmedel påträffas i livsmedel och ibland också i dricksvatten. Resthalterna är låga men rester av akutgiftiga bekämpningsmedel kan innebära en risk om man äter mycket av ett livsmedel under kort tid. Kunskapsluckorna är också stora när det gäller effekten av den cocktail av kemiska växtskyddsmedel som vi utsätts för. Därför tillämpar vi i Sverige försiktighetsprincipen som innebär att vi strävar efter att minska användningen av kemiska växtskyddsmedel i jordbruket.

Bekämpningsmedlen finns också spridda i vår miljö, till exempel i vattendragen, och kan där orsaka negativa ekologiska effekter. Regelbundet påvisas i vattendrag halter av växtskyddsmedel som i experiment visat skadliga effekter på vattenlevande organismer. Vi vet inte idag hur allvarliga de skadliga effekterna är.

### **Resistens och hot mot biologisk mångfald**

En produktion som är anpassad till omfattande användning av växtskyddsmedel medför ett beroende som ger sårbarhet om exempelvis växtskyddsmedel med god effekt inte kommer att finnas för alla skadegörare och ogräs i framtiden. Om medlen används intensivt finns det också risk för att ogräsen, svamparna och insekterna blir motståndskraftiga och i värsta fall helt resistenta mot sprutmedlen. Det finns en rad exempel på resistens eller motståndskraft när det gäller såväl ogräs som svampsjukdomar och skadeinsekter. Problem med resistens har konstaterats i Sverige hos flera vanliga ogräsarter, till exempel renkavle, åkerven och våtarv. Omfattande resistens mot en vanlig typ av insektsmedel har också utvecklats hos rapsbaggar i oljeväxter. En fortsatt intensiv och eventuellt också ökad användning av växtskyddsmedel förvärrar resistensriskerna. För ett långsiktigt mer hållbart växtskydd behöver därför användningen av andra icke-kemiska metoder öka.

Den biologiska mångfalden i odlingslandskapet påverkas generellt av en omfattande kemisk bekämpning, något som kan slå tillbaka på jordbrukaren själv genom sämre pollinering av frukt och oljeväxter och genom att naturliga fiender till skadeinsekter också skadas av insektsmedlen. Den biologiska kontrollen av exempelvis bladlöss försämras, och därmed ökar behovet av kemisk bekämpning ytterligare. Vi kan hamna i en ond cirkel.

## **Odlingssystem och gröda avgör hur bra det går utan kemiska medel**

Hur fungerar det att odla utan kemiska växtskyddsmedel? Det spännande svaret på frågan är – det beror på. I viss typ av ekologisk produktion fungerar växtskyddet bra, och problemen med ogräs och skadegörare är små. Det gäller till exempel i ekologisk mjölkproduktion där man har en varierad växtföljd med stor andel flerårig fodervall. I ekologisk växtproduktion av spannmål, baljväxter, potatis och grönsaker är utmaningarna större. Det krävs stor biologisk kunskap för att förebygga ogräsproblem och angrepp av svamp och insekter. Det finns också skadegörare där de icke-kemiska bekämpningsmöjligheterna är små eller saknas. I potatis finns exempelvis få effektiva metoder att bekämpa den svåra svampsjukdomen bladmögel. Det medför att potatisskördarna ofta är låga i ekologisk produktion.

Sammanfattningsvis kan man säga att en rad icke-kemiska metoder har förbättrats betydligt under de senaste decennierna i den ekologiska produktionen, bland annat gäller det den mekaniska ogräsbekämpningen. Även i den konventionella produktionen har man utvecklat så kallade integrerade metoder, det vill säga ett växtskydd där man kombinerar kemisk bekämpning med icke-kemiska metoder. Men för att nå ett långsiktigt hållbart växtskydd utan eller med begränsad användning av kemiska växtskyddsmedel

behöver utbudet av icke-kemiska alternativ utökas och förbättras.

## **Icke-kemiska växtskyddsmetoder**

En av hörnstenarna för att minska användningen av växtskyddsmedel är att använda mer  *varierade växtföljder*  än idag, att växla ofta mellan olika växtarter. Odlas samma gröda ofta på samma åker blir problemen med ogräs, sjukdomar och skadeinsekter större än om du växlar mellan olika grödor. Skadegörarna som angriper den gröda som odlas ofta får chansen att föröka sig och angreppen förvärras. Växtföljden är också en grundbult i ekologisk produktion för att förebygga växtskyddsproblem.

*Mekanisk ogräsbekämpning*  kan vara mycket effektiv. En stark utveckling av bland annat maskiner för radhackning har skett under det senaste decenniet vilket medfört effektivare bekämpning. Men det ställs större krav på biologisk kunskap och precision, och kostnaderna är idag i genomsnitt högre än för kemisk bekämpning.

Användning av  *resistent och konkurrenskraftiga sorter*  är en mycket viktig del av ett icke-kemiskt växtskydd. Resistent sorter används i både ekologisk och konventionell produktion, men ofta prioriteras andra egenskaper högre än sjukdomsresistens, till exempel hög avkastning. Ett ny spännande möjlighet är att kunna utnyttja  *inducerad resistens*  mot

bladlusangrepp i stråsäd. I experiment har resistens kunnat byggas upp hos vissa kornsorter genom kommunikation mellan stråsädesplantor via flyktiga kemiska föreningar, så kallad *allelobios*.

Forskning har visat att det finns sortskillnader hos spannmål när det gäller förmågan att konkurrera mot ogräs. Skillnaderna kan bero dels på växtsättet, dels på utsöndring av ogräshämmande kemiska substanser från spannmålets rötter, så kallad *allelopati*. Kunskapen är än så länge begränsad, men sådana egenskaper kan få betydelse i framtidens växtproduktion.

*Biologisk kontroll* i jordbruket är ett stort relativt utforskat forskningsområde. Det finns idag några exempel på fungerande metoder: rovinsekter i växt- och husodling av gurka och tomat, bakterien *Bacillus thuringiensis* mot fjärilslarver i kålväxter och biologisk betning med bakterier i spannmål. Sannolikt finns det en utvecklingspotential, men det är svårare med biologisk kontroll i jordbruksgrödor som odlas mer extensivt på stora arealer än i trädgårdsgrödor.

Ett område där intensiv forskning pågår är att man gynnar naturliga fiender såsom jordlöpare och spindlar för att kontrollera skadegörare i odlingen, så kallad bevarande-biologisk kontroll. Man vet exempelvis att naturliga fiender är betydelsefulla för att hålla nere förekomsten av bladlöss i vårsäd, och att de är viktiga för hur stora angreppen blir av rapsbaggar i oljeväxter. Men kunskapsbristen är fortfarande stor

hur man bäst ska gynna de naturliga fienderna och även hur effektiv kontroll man kan uppnå.

### **Ekologisk produktion som katalysator**

Det första man kan konstatera är att vi idag inte vet hur ett hållbart växtskydd ser ut, och att det inte finns en enda väg att gå för att finna lösningar. Jag menar att den ekologiska produktionen är viktig som modell för att utveckla odlingssystem som inte är beroende av kemiska växtskyddsmedel. Den ekologiska produktionen fungerar också som katalysator för satsningar på att utveckla nya bekämpningsmetoder. Och nya metoder behövs för att vi inte ska hamna i en återvändsgränd med ökad kemikalieanvändning, större resistensproblem och risk för allvarliga miljö- och hälsoeffekter.

Dagens ekologiska produktion är dock inte en färdig modell som har alla lösningar. Både den ekologiska och den konventionella produktionen utvecklas ständigt. Ett ömsesidigt lärande och stora satsningar på forskning och utveckling är nödvändigt för att utveckla hållbara lösningar inom växtskyddsområdet och på detta sätt bidra till ett jordbruk som håller i längden.

---

*Maria Wivstad är agronomie doktor och har en bakgrund som forskare i växtproduktion och odlingssystem. Hon har bland annat studerat hur både ekologisk och*

*konventionell produktion påverkar miljön. Under 2010 gjorde hon en utredning åt Kemikalieinspektionen om hur klimatförändringarna förutses påverka användningen av kemiska växtskyddsmedel i jordbruket och vilka möjligheter som finns att minska användningen.*

### **Lästips**

- Maria Wivstad, *Klimatförändringarna – en utmaning för jordbruket och Giftfri miljö*, PM 2/10, Kemikalieinspektionen 2010.
- Faktablad om växtskydd, till exempel nr 119 och 120 ([www2.ekol.slu.se/faktablad/faktajordbruk.php](http://www2.ekol.slu.se/faktablad/faktajordbruk.php)).
- Anneli Lundkvist och Håkan Fogelfors, *Ogräsreglering på åkermark*, Rapport 1, Institutionen för växtodlingslära, SLU, och Jordbruksverket 1999.

## **Goda mikrober räddar grödorna**

Mikroorganismer kan vara både skadliga och nyttiga för växter, och det pågår en ständig kamp i marken runt växternas rötter. De skadliga mikroberna gör grödorna sjuka. De goda bekämpar sjukdomsframkallarna och hjälper växten att ta upp näring. Mikrofloran kan styras så att växterna blir bättre på att motstå sjukdomar och annan stress. Idag finns det en del produkter på marknaden för att förstärka naturens egna lösningar för friska och välnärda växter. Men samspelet mellan växter och mikrober är till stor del en outnyttjad resurs som kommer att behövas för framtidens livsmedelsproduktion, skriver Margareta Hökeberg.



*Margareta Hökeberg,  
MASE-laboratorierna AB.*

**H**ur ska vi kunna möta framtidens ökade behov av livsmedel utan att bedriva rovdrift på våra naturtillgångar och utan att använda insatsvaror som kan ge allvarliga biverkningar på miljö och hälsa? God hjälp finns att få från de minsta livsformerna på vår planet – mikroorganismerna.

Redan i början av 1900-talet kände man till fenomenet *antagonism* – förmågan hos en mikroorganism att döda, skada eller hämma tillväxten av en annan mikroorganism. Man insåg tidigt möjligheten att utnyttja antagonismen för att bekämpa mikroorganismer som orsakar växtsjukdomar. Men den snabba utvecklingen och genomslaget av syntetiska, kemiska bekämpningsmedel efter andra världskriget hämmade länge utvecklingen av biologiska produkter inom jordbruket. När det kom rapporter om negativa effekter av många kemiska bekämpningsmedel på människor, djur och miljö tog forskning och utveckling kring biologisk bekämpning fart.

### **Mikrolivet kring växterna**

I en tesked åkerjord finns upp emot tio miljarder mikroorganismer – bakterier och mikrosvampar. Dessa mikroorganismer (mikrober) befinner sig under större delen av sitt liv i dvala, i en näringsmässig öken. När en rot kommer växande förbi finns plötsligt en mängd föda, och mikrolivet kan blomma upp och frodas. Mikroberna förökar sig då kring växtrötterna och lever på den näring som roten utsöndrar. En del

mikroorganismer kan till och med känna av att en växtrot finns i närheten och aktivt simma till den.

Samtidigt påverkar mikroberna växten på olika sätt. Ett fåtal av alla de mikroorganismer som finns i jorden kan orsaka sjukdomar hos växter. Dessa sjukdomsalstrare är oftast mikrosvampar, men det finns också bakterier och virus som kan orsaka växtsjukdomar. Andra mikrober kan göda växten genom att förse plantan med olika närsalter och andra ämnen som är viktiga för växten. I utbyte får mikroberna näring från växten, främst kolhydrater. Exempel på ett sådant samarbete mellan svampar och växter är mykorrhiza nere i jorden.

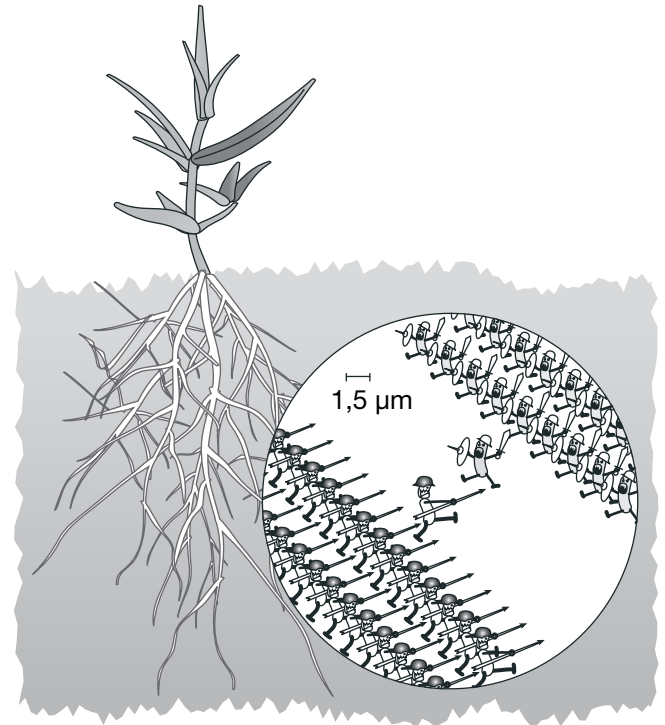
Även på ytan av växtens ovanjordiska delar och inuti växtens kärllvävnad finns en mängd mikrober, även om antalet är lägre än på rötterna. De mikroorganismer som finns på bladytan utsätts för extra tuffa förhållanden och måste klara snabba skiften i temperatur, fuktighet och solens ultravioletta strålning.

### **Mikrober som medel mot mikrober**

De olika mikroberna runt växten konkurrerar intensivt om näring och utrymme (figur 1). Mikroberna har en bred vapenarsenal för att bekämpa varandra, det vill säga många medel för att utöva antagonism. De kan till exempel svälta ut grannen på vissa nödvändiga ämnen, såsom järn. De kan förändra pH så att livsmiljön blir ogynnsam för andra organismer,

och de kan producera en mängd olika hämmande och giftiga substanser. De kan också påverka växten att bli motståndskraftig mot invasionsförsök från sjukdomsframkallande mikrober, så kallad inducerad resistens.

Ibland kan en och samma mikroorganism ha många olika vapen att ta till i kampen om livsutrymme. Vapnen kan vara särskilt verksamma mot vissa speciella grupper av mikroorganismer, till exempel mot mikrosvampar som orsakar växtsjukdomar. Den här naturliga antagonismen utnyttjas vid biologisk bekämpning. Med olika åtgärder kan man utnyttja och förstärka den naturliga antagonismen runt växterna, men ofta är detta inte tillräckligt för att få en effektiv sjukdomsbekämpning. Det vanligaste är därför att man använder produkter baserade på de antagonistiska organismerna. Kraftfulla antagonister mot sjukdomsalstrande organismer sällas fram med olika metoder och förökas i renkultur. Antagonisten stabiliseras med hjälp av olika processer och tillsatser så att den kan överleva en distributions- och lagringskedja och vara vid god vigör när den ska användas. Självklart måste alla biologiska bekämpningsorganismer genomgå en rigorös säkerhetsvärdering innan de får släppas ut på marknaden, så att de inte har negativa effekter på miljö och hälsa.



*Figur 1. Mikroberna kämpar på liv och död om den näring som finns runt växrötterna och har utvecklat många vapen för att hindra och förgöra varandra. Forskarna vill stärka de mikrober som är nyttiga för växten och få bort de skadliga. (μm betyder mikrometer = en tusendels millimeter)*

### **Vilda mikrober har blivit tama**

Användningen av biologiska bekämpningsmedel mot växtsjukdomar har ökat starkt de senaste decennierna, även om den fortfarande är blygsam inom många

områden jämfört med de kemiska medlen. Många av de svårigheter som har funnits på vägen mot att få "vilda" mikroorganismer att inordnas i lagringsstabila produkter med hög och jämn kvalitet har nu kunnat lösas. De organismgrupper som hittills oftast har förekommit i biologiska bekämpningsprodukter mot växtsjukdomar är svampsläktet *Trichoderma* och bakteriesläktet *Bacillus*, men flera andra grupper förekommer i enstaka produkter. I takt med att kunskapen om markens och växternas mikrobiologi ökar och metodiken för produktframställning förbättras kommer med stor sannolikhet många fler organismgrupper att användas i framtiden.

Svensk forskning och produktutveckling ligger bakom en biologisk bekämpningsprodukt som används på en stor del av kornutsädet i vårt land sedan drygt ett decennium, och också på korn och havre i ett flertal andra europeiska länder. Produkten Cedomon är baserad på en *Pseudomonas*-bakterie som hämtats från växtrötter. Bakterien har en mångfacetterad antagonistisk vapenarsenal mot flera viktiga sjukdomsalstrande svampar. En annan produkt med samma bakterie, Cerall, används mot sjukdomar i vete och råg. Dessa båda biologiska fröbehandlingsprodukter hade fram till år 2009 ersatt över en miljon liter kemiska bekämpningsmedel i stråsåd.

Till skillnad från kemiska bekämpningsmedel lämnar inte de mikrobiologiska bekämpningsmedel

som hittills undersökts några rester i skördade växter. Därför behövs det heller inga karenstider, det vill säga väntetider mellan behandling med bekämpningsmedel och skörd för att medlet ska hinna brytas ner. Detta innebär klara fördelar vid planering av skördearbetet och större säkerhet både för odlare och konsumenter.

### **Biologisk bekämpning mot insekter, rundmaskar och ogräs**

Bekämpning av insekter är det område där biologisk bekämpning har använts längst och där det finns flest produkter. Man har lärt sig att använda många olika typer av livsformer för att bekämpa insekter. Här finns produkter som är baserade på rovinsekter, olika typer av insektsparasiter, bakterier, svampar och virus som orsakar sjukdom och död hos skadeinsekterna. Särskilt inom växthusodling är det vanligt med biologisk insektsbekämpning. Men det finns också lyckade exempel på användning i fältgrödor.

Flera arter av nematoder (rundmaskar) kan orsaka skador på växter. Olika jordlevande mikrosvampar är specialiserade på att fånga, infektera och döda nematoder, och utnyttjas för biologisk nematodbekämpning.

Biologisk bekämpning av ogräs förekommer också på olika håll i världen. Man sprider till exempel ut skadeinsekter som lever på ogräset men inte angriper

grödan. På vissa håll används olika sjukdomsalstrande svampar som bara infekterar vissa ogräsarter. Det forskas också kring möjligheten att spruta fälten med speciella bakterier som lever runt växtrötter och som kan hämma tillväxten av en del ogräs utan att den odlade grödan påverkas negativt.

### **Jordbakterier hjälper till med näringsförsörjning**

Vissa jordbakterier kan binda (fixera) kväve från luften och göra detta näringsämne tillgängligt för växterna. Det här är en mycket viktig process som delvis kan ersätta kvävegödning på våra åkrar. En del kvävefixerande bakterier lever i ett mycket nära samspel (symbios) med ärt- och bönväxter. Det finns också frilevande kvävefixerande bakterier som inte är anknutna till något visst växtslag, utan kan bidra med kväveförsörjning för många växtarter. Även andra viktiga näringsämnen, som fosfor och svavel, kan bakterier och svampar hjälpa till att frigöra från en hårt bunden form i jorden och göra tillgängliga för växterna. Vissa jordbakterier producerar också växthormoner som påverkar växtens utveckling, till exempel genom att förbättra groningen och göra så att den unga plantan snabbare får ett stort rotsystem.

Ett stort rotsystem som tidigt genomväver en stor jordvolym gör att växten kan ta upp näring effektivare, och att utlakningen av växtnäring till vatten dragen kan minska. Det medför också att växten har

större möjligheter att motstå vattenstress vid torra eftersom rötterna kan ta upp markfukt från en större jordvolym. Fältförsök har också visat att behandling med en tillväxtstimulerande bakterie gör att grödan snabbare sluter sig och täcker marken. Ogräset blir därmed undertryckt av grödan som får ett försprång i konkurrensen om solljus.

### **Tillväxtstimulerande mikrober**

Olika produkter med kvävefixerande *Rhizobium*-bakterier eller dess nära släktingar finns sedan många decennier tillgängliga för odlare av ärt- och bönväxter. Produkter baserade på mykorrhizasvampar finns också på marknaden i vissa länder. För övrigt finns det än så länge få seriösa produkter med mikrobiell tillväxtstimulering. Produkterna har i Europa en något oklar position i regelverk för produktgodkännande. De mikroorganismer som har en tillväxtstimulerande effekt som bygger på att de förser växterna med näring omfattas inte av något utarbetat regelverk. Däremot behandlas de tillväxtstimulerande organismer som har andra verkningssätt än näringsförsörjning inom samma regelverk som kemiska och biologiska bekämpningsmedel.

Forskningsprogrammet MASE har gjort runt hundra fältförsök under fem år i ett tjugotal olika jordbruks- och grönsaksgrödor med en tillväxtstimulerande bakterie. Frön eller växter har behandlats



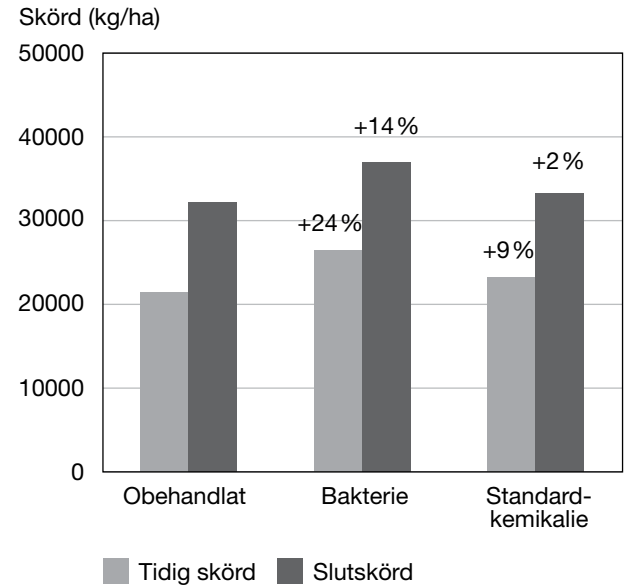
med bakterien, och det har gett skördeökningar på mellan fem och sextio procent, med ett medeltal på fjorton procent (figur 2). Bakterien har en komplex verkningsmekanism. Den frigör växtnäring till växten, men däremot skadar den inte andra mikrober genom antagonism. Det verkar som om den skördehöjande effekten av bakterien ökar om växterna är stressade, som vid torka och kyla. Bakterien har då troligen ett större utrymme att hjälpa växten att komma närmare sin optimala potential för avkastning.

### Perspektiv för framtiden

En balanserad växtföljd, friskt utsäde och andra odlingstekniska åtgärder för att minimera sjukdomsangrepp måste också i fortsättningen vara basen i åtgärderna mot växtsjukdomar. Men det finns mycket att vinna om miljöbelastande syntetiska bekämpningsmedel mot olika sjukdomar kan ersättas helt eller delvis med biologiska produkter. Vinsterna gäller minskad risk för resthalter i skörden, minskat läckage till yt- och grundvatten och bättre arbetsmiljö för odlarna.

Verkningsmekanismen hos de mikrobiologiska bekämpningsorganismerna är ofta mångfacetterad, och det gör att risken är liten att sjukdomsalstrarna ska kunna utveckla motståndskraft (resistens) mot de biologiska medlen. Flera biologiska bekämpningsprodukter på marknaden med en sammantagen effekt mot ett större sjukdomsspektrum kommer att öka

### Skördeökning i spenat efter bakteriebehandling



Figur 2. Skördeökningar i fältförsök med spenat efter behandling med en tillväxtstimulerande bakterie. Spenatfrön behandlades antingen med bakterien eller med en standardkemikalie mot sjukdomar, eller lämnades obehandlade. Skördeökningar anges i procent, jämfört med obehandlad kontroll.

förutsättningarna för både ekologisk odling och integrerat växtskydd, med reducerad kemikalieanvändning som resultat. Integrerat växtskydd innebär att olika icke-kemiska metoder används tillsammans mot växtskadegörare för att minimera användningen av kemiska bekämpningsmedel.

Med undantag för de kvävefixerande bakterierna används ännu väldigt få tillväxtstimulerande mikrober på ett medvetet sätt i odlingen. Både tillväxtstimulerande och sjukdomshämmande mikrober samarbetar i naturen oftast med andra mikroorganismer. För att ta fram riktigt högeffektiva produkter med stabila effekter i olika miljöer bör man troligen använda sig av en blandning av mikrober som arbetar tillsammans. Idag är tyvärr inte lagstiftningen mogen för sådana produkter eftersom regelverken bygger på att man för godkännande utvärderar enstaka, väldefinierade kemiska substanser eller enskilda mikroorganismer.

På senare tid har det lagts fram teorier om att nästa språng inom växtförädling blir en samförädling av växten och den mikroflora som växten har inne i sig och alldeles intill, och det ger ett spännande framtidsperspektiv. Hittills har man i växtförädlingen inte tagit hänsyn till växtens förmåga att styra sammansättningen av sin egen mikroflora genom de ämnen som växten utsöndrar och som är föda för mikroberna. Man spekulerar i att våra kulturväxters förfäder hade en gynnsam mikroflora som har förädlats bort. Om denna mikroflora helt eller delvis kan återställas kommer kulturväxterna att få bättre förutsättningar att klara olika typer av stress. De molekylärbiologiska redskap som nu finns tillgängliga gör att detta kan undersökas och testas, något som var svårt för bara tio år sedan.

Att på olika sätt medvetet styra mikrofloran runt våra odlade växter kan hjälpa växterna att motstå sjukdomar och annan stress som torra och näringsbrist, så att de ger högre skördar av god kvalitet. De mikrobiologiska bekämpningsmedlen och tillväxtstimulerande produkterna är en god början på vägen att medvetet använda och förstärka naturens egna lösningar för att få friska och välnärda växter. Men mycket återstår ännu för forskningen att upptäcka och utreda för att förstå de komplexa samspelen mellan växter och mikroorganismer. Det här samspellet är en till stora delar outnyttjad resurs som kommer att behövas för att klara livsmedelsproduktionen i framtiden.

---

*Margareta Hökeberg är agronomie doktor och har i många år arbetat med forskning och produktutveckling kring växtpåverkande mikroorganismer både inom universitetsvärlden och vid företag. För närvarande är hon vice programchef inom det Mistrasfinansierade forskningsprogrammet MASE (Mikrobiell aktivitet för en sund miljö).*

## **Biologisk mångfald – vidga vyerna till hela landskapet!**

Det största hotet mot biologisk mångfald i odlingslandskapet är det intensiva jordbruket i slättbygderna i kombination med att jordbruk upphör i skogs- och mellanbygderna. Ekologiskt jordbruk ger vissa fördelar för mångfalden på själva åkermarken, men det räcker inte. Mark utanför åkern är minst lika viktig, till exempel betesmarker, våtmarker och gårdsmiljöer. Certifieringssystem och miljöersättningar borde kunna göras om så att konsumenten får chans att köpa ekologiskt producerad mat som har bidragit till att bevara biologisk mångfald i hela odlingslandskapet, skriver Åke Berg.



*Åke Berg, Centrum för  
biologisk mångfald, SLU.*

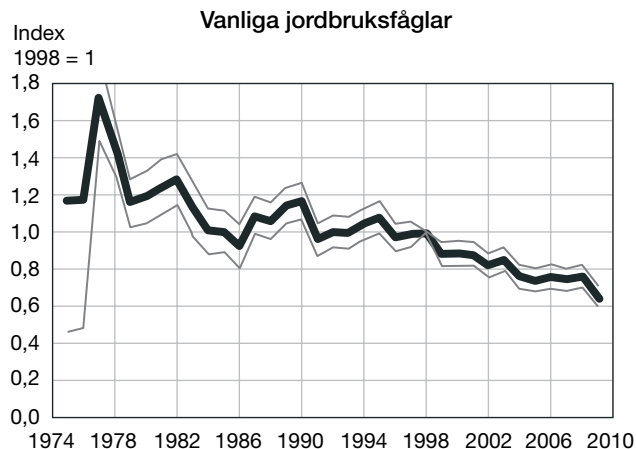
Den stora artrikedomen och de stora naturvärden som finns i jordbrukslandskapet är ett resultat av det traditionella jordbruk som har format vårt landskap under århundraden. Vidsträckta betesmarker, slåtterängar, våtmarker, småbiotoper och kantzoner har varit viktiga för den biologiska mångfalden. Även det småskaliga och extensivt brukade åkerlandskapet med en mångfald av grödor, åkerholmar, diken, stenmurar och buskridåer hade stora biologiska värden.

Under moderniseringen av jordbruket har dessa värdefulla miljöer till stor del försvunnit. Slätterängar finns knappast längre, betesmarkerna är idag små spridda öar i landskapet, de flesta våtmarker har dikats ut, och jordbrukslandskapet domineras av vidsträckta intensivt brukade åkrar. Specialiseringen på gårdsnivå har ökat, och mångfalden av miljöer i landskapet har försvunnit. I mindre produktiva bygder (skogs- och mellanbygder) upphör jordbruket på vissa gårdar, och arealen jordbruksmark i landet har minskat de senaste decennierna.

Intensifiering och upphört jordbruk är de två huvudorsakerna till att den biologiska mångfalden i jordbrukslandskapet har minskat drastiskt under senare tid.

### Drastiska minskningar för många arter

Många arter som förr var vanliga i jordbrukslandskapet för idag en tynande tillvaro. Fåglar är en artgrupp som vi har god kunskap om. Nationella inventeringar



Figur 1. Förekomst av fjorton vanliga jordbruksfåglar i Sverige 1975–2009. Förekomsten 1998 är satt till 1 som bas för beräkningar av det relativa indexet. Följande arter ingår i indexet: buskskvätta, gulsparv, gulärla, hämpling, ladusvala, ortolansparv, pilfink, råka, stare, sånglärka, tofsvipa, törnskata, törnsångare och ängsfiolärka. De flesta av arterna har minskat genom åren. (Data från Svensk häckfågeltaxering)

som pågått sedan 1975 visar att jordbruksarter som var vanliga förr har minskat kraftigt (figur 1). Det gäller till exempel storspov som har minskat 3,7 procent per år, och hämpling som har minskat 4,7 procent per år. Sånglärkan, en av de vanligaste fåglarna i jordbrukslandskapet, har minskat med 2,3 procent per år, och finns i mycket lägre antal nu än för några decennier sedan.

Dessa fåglar och många andra jordbruksarter inom vitt skilda grupper (växter, lavar, mossor, svampar, insekter) är upptagna på den svenska rödlistan över

minskande och hotade arter. Det moderna jordbruket är den hotfaktor som tillsammans med skogsbruket har orsakat populationsminskningar hos flest arter i landet. Liknande mönster finns i övriga Europa och i Nordamerika.

2010 var det år då förlusten av biologisk mångfald skulle vara stoppad enligt internationella och svenska miljömål, men miljömålet *Ett rikt odlingslandskap* är långt ifrån uppnått. Det traditionella jordbruket var grunden till jordbrukslandskapets stora biologiska mångfald, men det moderna intensiva jordbruket i kombination med att jordbruk upphör i vissa bygder är det största hotet mot samma mångfald.

### **Ekologisk odling positiv för mångfalden**

En fortsatt intensifiering av jordbruket kan få katastrofala följder för den biologiska mångfalden i jordbrukslandskapet – en ny ”tyst vår” utan fåglar väntar. Områdesskydd är ett traditionellt sätt att bevara områden med stora naturvärden, till exempel urskogar. Men i jordbrukslandskapet är skötsel och fortsatt jordbruk en förutsättning för att bevara mångfalden. Alla arter är anpassade till att markerna brukas på ett eller annat sätt.

Ekologisk odling anses vara mindre intensiv än konventionell odling och borde kunna bidra till att rädda den biologiska mångfalden i jordbrukslandskapet. Och forskning visar att ekologisk odling

generellt sett är positiv för biologisk mångfald, åtminstone på den åkermark där de flesta studierna har genomförts. Sammanställningar av europeiska studier visar att artrikedomen i genomsnitt är 30 procent högre på ekologiska fält än på konventionellt odlade fält. Enskilda arter är i genomsnitt 50 procent vanligare, till exempel ogräs, fåglar och markorganismer. Rovinsekter som kan vara viktiga för att bekämpa skadeinsekter är vanligare i ekologisk odling. Potentialen för biologisk bekämpning (istället för kemisk) är alltså bättre i ekologisk odling än i konventionell.

Undersökningar av fjärilar i Sverige tyder på att förutom stora effekter på enskilda fält finns det positiva effekter av ekologisk odling också i en större skala – på landskapsnivån. Exempelvis finns det fler fjärilsarter på fält i landskap med hög andel ekologisk odling, oavsett om fälten odlas ekologiskt eller konventionellt. Men mönstret är inte alltid detsamma. Det finns stora skillnader mellan olika studier, och ibland är artrikedomen och antalet individer av enskilda arter högre i konventionell odling.

Orsaken till den positiva effekten av ekologisk odling på biologisk mångfald är främst att kemiska bekämpningsmedel (pesticider) inte används. En storskalig europeisk studie av växter, jordlöpare och fåglar har visat att användning av pesticider var den faktor som hade störst negativ effekt på biologisk mångfald.

Andra mått som landskapets sammansättning och jordbrukets intensitet hade inte lika stor effekt som användning av insekticider och fungicider mot insekter mot svampar.

Det finns också andra faktorer i ekologisk odling som har positiv effekt på biologisk mångfald, bland annat den stora variationen av grödor på gårdsnivå. Glesare grödor jämfört med konventionell odling gynnar till exempel fåglar. Användning av stallgödsel anses vara positivt för markorganismer. Många ekologiska gårdar har också relativt små fält och mycket kantzoner, och det gynnar biologisk mångfald eftersom många vilda arter sprider sig ut i fältet från kantzonerna.

### **Fällor för häckande fåglar**

Det finns även vissa negativa aspekter av ekologisk odling på biologisk mångfald. Ett exempel är de ekologiska trädorna som används för gröngödsling (med insädd av klöver). På de här trädorna häckar många fåglar, främst sånglärkor. Trädorna slås tidigt (i slutet av maj) för att förhindra spridning av ogräs och för att gynna tillväxten genom gröngödsling (den avslagna grödan lämnas på marken). Detta har stora negativa effekter på de häckande sånglärkorna; deras bon förstörs och ungarna dödas.

Dessutom sker återkommande slåtter på trädorna, som får anses vara ekologiska fällor för de häckande fåglarna – de lockas till en bra miljö men har minimal

chans att lyckas med häckningen. Generellt är ofta återkommande markbearbetning negativt för många arter, och dessa effekter är troligen större i ekologisk än i konventionell odling.

### **Faktorer i landskapet viktigare än odlingsformen**

Är då de övervägande positiva effekterna av ekologisk odling tillräckliga för att bevara den biologiska mångfalden i jordbrukslandskapet? Mycket tyder på att så inte är fallet. I flera studier som jämför ekologisk och konventionell odling hittar man ingen skillnad mellan de båda odlingsformerna. Det beror på att det ofta finns stora effekter av det omgivande landskapet på den biologiska mångfalden på ett fält. I en finsk studie av fåglar fanns till exempel inga skillnader i artrikedom eller individantal av fåglar mellan landskap med olika mängd ekologisk odling. Mängden gräsmarker och landskapets öppenhet hade större effekt på fågelfaunan.

Mångformiga landskap med betesmarker, kantzoner, våtmarker och gårdsmiljöer har hög biologisk mångfald. Effekten av dessa miljöer överskuggar den som finns av odlingsformen (ekologisk eller konventionell). Det betyder att effekten av ekologisk odling kan vara stor i intensivt odlade slättbygder som domineras av stora homogena fält, eftersom fälten i stort sett är de enda tillgängliga livsmiljöerna. I skogs- och mellanbygder, med många andra attraktiva miljöer, kan effekterna av ekologisk odling vara

obefintliga. Många arter utnyttjar andra tillgängliga miljöer, och artrikedomen är oftast mycket högre i dessa miljöer än på åkermark.

De flesta studier som jämför ekologisk odling med konventionell har genomförts på åkermark. Oftast är artrikedomen låg och oftast domineras åkrarna av vanliga och välspridda arter. Många andra miljöer är mycket artrikare och hyser också fler ovanliga och sällsynta arter. Många arter finns både i icke brukade miljöer och i åkermarken, men förekommer inte i stora åkermarksområden som saknar icke brukade miljöer. Många fåglar häckar till exempel i kantzoner och söker föda på åkermarken.

### **Skötsel viktig i båda odlingsformerna**

Viktiga miljöer för biologisk mångfald i jordbrukslandskapet är till exempel slåtterängar, naturbetesmarker, våtmarker, områden med gamla grova lövträd och gårdsmiljöer. För att bevara de höga naturvärdena i dessa miljöer behövs slåtter och bete i de naturliga gräsmarkerna, vilket inte är kopplat till ekologisk odling. KRAV-märkt kött och mjölk kan till exempel komma från åkermarksbeten och inte från mer värdefulla naturbetesmarker där betet kan ha stora positiva effekter på den biologiska mångfalden.

Våtmarker kan också vara beroende av skötsel för att inte växa igen. Övergödning och läckage av näringsämnen kan ha stora negativa effekter på de biologiska

värdena i våtmarkerna. Många forskare anser att näringsläckaget är större från ekologisk odling än från konventionell odling, på grund av grüngödsling och omfattande markbearbetning. Andra anser att detta kan diskuteras beroende på om man gör beräkningarna per kilo skörd eller per ytenhet odlad gröda. Oförsiktig hantering av gödsel och avsaknad av skyddszoner runt vattendrag kan orsaka stora näringsläckage även i konventionell odling.

Den enskilde brukarens skötsel av marken har stor betydelse i båda odlingsformerna. I gårdsmiljöer har den enskilda brukarens attityd och åtgärder också stor effekt på den biologiska mångfalden, men det är okänt om det finns skillnader mellan ekologiska och konventionella brukare. Däremot är den biologiska mångfalden ofta större på gårdar med djur än på gårdar som är specialiserade på växtproduktion.

### **Vad vet vi och vad vet vi inte?**

Ekologisk odling har alltså vissa positiva effekter på biologisk mångfald. De studier som har genomförts har främst skett på åkermark, där artantalet är ganska lågt och vanliga arter dominerar. Effekten av ekologisk odling i andra och för biologisk mångfald viktigare miljöer är mer okänd. Finns det skillnader mellan naturbetesmarker på konventionella och ekologiska gårdar? Påverkas biologisk mångfald i våtmarker och i skogsbyn med grova lövträd av om

odlingen är ekologisk eller konventionell? Finns det skillnader när det gäller biologisk mångfald i gårdsmiljöer mellan de båda odlingsformerna? Fler studier behövs inom dessa områden.

Ett annat område där kunskapen är bristfällig är ifall det finns långsiktigt positiva effekter av ekologisk odling på biologisk mångfald. Det är möjligt att det dröjer att antal år efter omställningen innan de positiva effekterna blir synliga. Det kan till exempel bero på invandring av arter eller att rester av pesticider försvinner. Men detta har inte studerats hittills. Kan de positiva effekterna vara större än vad vi vet idag?

### **Ekologisk odling kan bli bättre**

Ekologiska odlare får del av EU:s miljöstöd. Men med tanke på den biologiska mångfalden är det osäkert hur stora effekter omställningen från konventionell till ekologisk odling har, eftersom många jordbrukare som ställer om till ekologisk odling redan före omställningen bedrev ett mindre intensivt jordbruk. Få brukare som bedriver intensiv växtodling i slättbygder har ställt om till ekologisk odling. Det är i dessa landskap vi kan förvänta oss de största positiva effekterna av ekologisk odling. Vad får vi egentligen per krona som betalas ut i miljöstöd till ekologisk odling? Kanske bedrev vissa lantbrukare ”ekologisk odling” redan före omställningen?

Om man vill vidga begreppet ekologisk odling till ekologiskt jordbruk i dess rätta bemärkelse så skulle även andra miljöer än åkermark ingå i begreppet. För att göra ekologisk odling ännu mer ”ekologisk” skulle det vara lämpligt med ökade ansträngningar för att sköta och bevara artrika miljöer som betesmarker, marker med grova lövträd och våtmarker, och även med skötsel för att gynna biologisk mångfald i gårdsmiljöer. Förändringar i certifieringssystem och miljöersättningar skulle kunna bidra till att göra ekologisk odling mer positiv för den biologiska mångfalden. Ekologiskt producerad mat som bidragit till ett bevara den biologiska mångfalden i *hela* jordbrukslandskapet borde vara attraktivt för både konsumenter och producenter.

---

*Ake Berg är forskningsledare och docent vid Centrum för biologisk mångfald, SLU. Han bedriver naturvårdsinriktad forskning i jordbrukslandskapet, främst kring fågelfaunan. Hans forskning har också inkluderat studier av rödlistade och sällsynta arter i Sverige.*



## **Genteknik – en naturlig del av framtidens hållbara jordbruk**

Den moderna gentekniken är en naturlig del av det batteri av metoder som växtförädlare har att tillgå för att få fram sorter som passar kraven i framtidens hållbara jordbruk, skriver Jens Sundström. Med traditionella metoder kan växtförädlaren göra en hel del, men det tar tid och man får med sig många andra egenskaper än den man vill ha. Genteknik fungerar snabbare och mera precist. Men EU bedömer genmodifierade organismer med en tuffare måttstock än traditionellt förädlade organismer. GMO-motståndet i Europa är ett indirekt hinder för utveckling av torktåliga grödor i Afrika.



*Jens Sundström, Institutionen för  
växtbiologi och skogsgenetik, SLU.*

Enligt FN-organet FAO finns ett behov att fördubbla matproduktionen fram till år 2050 eftersom jordens befolkning då beräknas uppgå till 9 miljarder människor. Konststycket vi nu står inför är att genom tekniköverföring möjliggöra ett lokalt hållbart lantbruk med väsentligt höjd produktion i världens utvecklingsländer, samtidigt som vi måste öka produktiviteten (mängd producerad vara per insatt resursenhet) här i Sverige och i Europa utan att för den skull öka jordbrukets miljöpåverkan.

Jag ser den moderna biotekniken som en naturlig del av en pågående och framtida växtförädling som ger oss nya möjligheter att ta fram grödor som mer specifikt möter de krav vi har på ett hållbart jordbruk med hög kvalitet och god avkastning. För att kunna förstå varför gentekniken har en plats i ett framtida hållbart jordbruk behöver man förstå vad växtförädling egentligen är och vilken roll växtförädlingen har haft för lantbrukets utveckling under 1900-talet.

Om vi gör en tillbakablick och ser på Sveriges situation drygt hundra år tillbaka i tiden finner vi ett lantbruk med små enheter och låg teknisk utveckling av både utsäde och maskinpark. I Sverige skedde sedan under 1900-talet en teknikutveckling i lantbruket med ökad mekanisering, användning av handelsgödsel och växtskyddsmedel samt medveten växtförädling. Tillsammans gav de här åtgärderna en betydande produktionsökning. För vissa grödor

har skördarna ökat med mellan 200 och 300 procent per hektar odlad mark under 1900-talet.

Växtförädling framstår som en nyckelkomponent när vi nu diskuterar framtida lösningar för lantbruket som innebär ett hållbart nyttjande av våra gemensamma naturresurser, kombinerat med minskad miljöpåverkan och ökad avkastning (kilogram skörd per hektar odlad mark). En genomgång av omloppstiden för våra vanliga jordbruksgrödor under tidsperioden 1970–1990 visade att en vetesort i genomsnitt odlas i sju år innan den fasas ut. Efter sju år ökar ofta grödans känslighet mot olika patogener (sjukdomsframkallare), och om inte nya resistent sorter finns att tillgå så måste odlingen därefter kombineras med ökad mängd växtskyddsmedel. Kontinuerlig växtförädling och framtagning av nya sjukdomsresistent grödor är därför en förutsättning för ett hållbart och miljövänligt jordbruk med bibehållen avkastning.

Den svenska växtförädlingen tog sin början i slutet av 1800-talet och leddes till stor del av förgrundsgestalter som Hjalmar Nilsson och Herman Nilsson-Ehle, som båda var föreståndare för Sveriges Utsädesförening under perioden 1890–1939.

### **Lantsorter – en källa till variation**

Innan Hjalmar Nilsson och Herman Nilsson-Ehle påbörjade sitt arbete odlade man runt om i Sverige olika lantsorter av våra vanligaste grödor. Dessa lantsorter bestod av blandningar av många olika typer,

till skillnad från dagens sorter av vete, korn och havre som är enhetliga och konstanta. Lantsorterna hade därmed ett begränsat odlingsvärde eftersom de gav låg avkastning och mognaden varierade över tiden. Deras egentliga värde bestod i att de utgjorde en källa till variation att tillgå för växtförädlarna, och det är de även idag.

Nilsson och Nilsson-Ehles arbete präglades av Darwins teorier och återupptäckandet av Mendels ärftlighetslära. Genom selektion (urval av exemplar med vissa egenskaper) istället för massförökning fick man rena linjer, och genom riktade korsningar kombinerades egenskaper för ökad produktivitet, hårdighet och motståndskraft mot olika växtsjukdomar. Under hela 1900-talet har just resistensegenskaper mot växtsjukdomar varit ett prioriterat förädlingsmål, dels därför att sjukdomsangrepp kan orsaka stora skördebortfall, dels därför att sjukdomsresistenta grödor minskar behovet av växtskyddsmedel.

Även om växtförädlarna vid 1900-talets början insåg värdet av lantsorterna har alltför få av dessa bevarats i våra genbanker. Som komplement använder sig därför dagens växtförädlare ofta av vilda släktingar till våra odlade grödor för att introducera nya egenskaper.

### **Knep inom traditionell växtförädling**

I växtriket förekommer ibland korsningar mellan olika närstående arter, men ofta blir hybridavkomman från

sådana korsningar steril. Ett vilt förekommande exempel på detta är hybriden mellan Humleblomster (*Geum rivale*) och Nejlikrot (*Geum urbanum*) som ofta bär på humleblomsterns rödbruna foderblad men nejlikrotens klargula kronblad. På grund av att humleblomster och nejlikrot har olika antal kromosomer (olika kromosomtall) är hybriden steril. I normala fall delar kromosomerna på sig i två likadana delar under utvecklingen av blommans könsceller: pollen och fruktämne. Hybridens kromosomer kan däremot inte dela upp sig i två lika delar, och därför blir hybriden steril.

Inom den traditionella växtförädlingen utnyttjar man möjligheten att korsa närstående arter. För att komma runt problemet med olika kromosomtall använder man sig av något som kallas kromosomtalsfördubbling. Genom att behandla hybridplantorna med colchicin förhindrar man kromosomerna att dela på sig under utvecklingen av pollen och fruktämne. Hälften av de resulterande könscellerna kommer därmed att sakna kromosomer medan den andra hälften har en dubbel uppsättning kromosomer och ger upphov till en, i sin tur, fertil planta.

Inom den traditionella växtförädlingen finns det även metoder för att korsa avlägsna släktingar genom så kallad somatisk hybridisering. Genom att behandla växtceller med enzymer kan man ta bort cellernas cellväggar och odla växtcellerna i flytande media.

Om man blandar media med växtceller från två olika arter kan man få cellerna att gå ihop och bilda en hybridcell som det går att generera livskraftiga plantor ifrån, även om föräldraarterna bara är avlägset släkt med varandra. De resulterande plantorna kommer då att innehålla hela eller delar av genuppsättningen från bägge föräldraarterna. Ett exempel på en gröda där man, som ett led i framställningen av utsäde, har använt sig av en sort som framställts med hjälp av somatisk hybridisering är den så kallade Ogura-rapsen som årligen odlas på stora arealer runt om i Europa. Ogura-rapsen bär på spår av rädisa i sin genuppsättning som ett resultat av en somatisk hybridisering.

Under första halvan av 1900-talet ökade insikten om hur man kunde påverka grödornas egenskaper (till exempel axttätheten) genom att ta tillvara naturligt förekommande mutationer eller genom att behandla växterna med radioaktivitet och på så sätt framkalla nya mutationer. Idag vet vi att joniserande strålning påverkar DNA-kedjan både genom att framkalla slumpvisa förändringar i enskilda baser i kedjan och via större omflyttningar av hela DNA-segment. Inom växtförädlingen, av framförallt korn, har mutationsförädlingen använts som ett sätt att öka diversiteten i förädlingsmaterialet, och de flesta kornsorter som introducerats sedan 1960-talet innehåller en eller flera mutationsförädlade egenskaper.

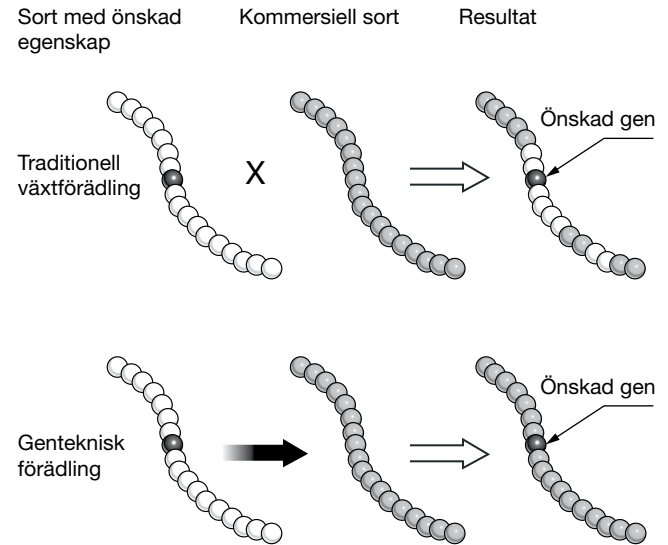
## **EU bedömer GMO efter tekniken**

Hybridisering av närstående arter, kromosomtalsför-dubbling, somatisk hybridisering och mutationsför-ädling är alla exempel på metoder som man under 1900-talet använt sig av inom den konventionella växtförädlingen. Gemensamt för samtliga är att de använts för att öka den genetiska variationen i för-ädlingsmaterialet och för att uppnå förädlingsmål som till exempel resistens mot växtsjukdomar, höjd avkastning eller förbättrad kvalitet, allt beroende på vad växtförädlaren velat ha. En konsekvens av att man använt sig av dessa metoder är att dagens kon-ventionella grödor har storskaliga och ofta drama-tiska förändringar i genuppsättningen jämfört med de lantsorter växtförädlarna utgick från vid slutet av 1800-talet. Men ingen av dessa grödor är i lagens mening genetiskt modifierade.

Under 1980-talet utvecklades en molekylärbio-logisk metod att föra in enskilda gener i en växt, nämligen med hjälp av en naturligt förekommande jordbakterie (*Agrobacterium tumefaciens*). Metoden gör det möjligt att (som i den traditionella växtföräd-lingen) överföra egenskaper mellan individer inom en art eller mellan närbesläktade arter, men efter-som alla organismer bär sin genetiska kod i form av DNA utgör artbarriärer inget egentligt hinder i det här fallet. *Agrobacterium* flyttar naturligt gener från sig själv in växten. Det växtförädlarna gör med så kallad rekombinant DNA-teknik (genteknik) är att

de själva bestämmer vilka gener som *Agrobacterium* ska föra över till växten. En finess med metoden är därmed att man bara för över den gen man vill ha och inte samtidigt en massa andra egenskaper, som man gör vid traditionell växtförädling (figur 1).

Just det faktum att växtförädlaren använt sig av genteknik gör att växten räknas som en genetiskt modifierad organism, en GMO. Inom EU finns en uppfattning att produkter som framställs med hjälp av genteknik innebär en potentiell risk på grund av valet av förädlingsmetod. I andra länder som USA och Kanada gör man en bedömning av den färdiga produkten och inte efter metodvalet. EU:s förhållningssätt till gentekniken gör att samtliga grödor som förädlats med hjälp av genteknik omfattas av ett reglemente som bland annat innebär att de genomgår en omfattande riskbedömning innan de godkänns för odling eller konsumtion. Bland annat genomförs djurstudier för att kontrollera att den introducerade egenskapen inte ger upphov till förändringar i växten som är skadliga för människors och djurs hälsa. Egenskapen får exempelvis inte ge upphov till allergiska reaktioner. Dessutom görs en bedömning av risken för en eventuell spridning av den överförda egenskapen till den omgivande miljön och vilka konsekvenser det skulle få. Motsvarande riskbedömning görs inte av konventionellt förädlade grödor även om slutprodukten skulle vara densamma som en GM-gröda.



Figur 1. Vid traditionell växtförädling korsas en individ som har en önskad gen med den sort som ska modifieras (övre bilden). Då överförs fler gener än den man vill ha, och därmed också fler egenskaper. Med genteknik gör man ingen korsning utan en direkt överföring av den gen man vill ha – och inget annat.

### Belysande potatisexempel

EU:s överlastade reglemente är därmed ett hinder för genteknik i förädlingsprogrammen, och i förlängningen försvårar reglementet utvecklingen av ett hållbart och miljöanpassat lantbruk. Jag ska illustrera detta påståande med ett exempel.

I den genomgång av omloppstider för vete som nämndes tidigare finns även en kolumn för potatis. Den genomsnittliga omloppstiden för potatis är 27 år,

och den höga siffran härrör från att en av potatis-sorterna (King Edward) odlats under mycket lång tid (mer än 80 år). Potatisodling är en del av det svenska lantbruket som kräver stora insatser i form av kemiska växtskyddsmedel. Vid odling av King Edward måste lantbrukaren ofta behandla med växtskyddsmedel åtminstone en gång i veckan under odlingssäsongen. Orsaken är att potatisen angrips av patogenen *Phytophthora infestans* som orsakar potatisbladmögel och brunröta. Det har varit mycket svårt att ta fram potatis-sorter som är hållbart resistent mot en infektion av *Phytophthora*. Problemen med potatisbladmögel omöjliggör i princip också så kallad ekologisk odling av potatis i våra södra landsändar och kan förväntas bli värre om klimatförändringarna ger oss ett varmare och fuktigare klimat även i norr.

Det finns en vild släkting (*Solanum bulbocastanum*) till vår vanliga odlade potatis (*Solanum tuberosum*) som bär på resistensgener som ger ett mer grundläggande skydd mot potatisbladmögel, som patogenen ännu inte har kunnat bryta igenom. Om vi skulle kunna flytta dessa resistensgener från *S. bulbocastanum* till *S. tuberosum* finns det en möjlighet att vi skulle kunna få en mer bestående resistens mot *Phytophthora* än vad som är möjligt med den befintliga genpoolen i potatis.

Det pågår idag fältförsök med potatis i Sverige där man flyttat två gener som ger resistens mot *Phytophthora* från *S. bulbocastanum* till *S. tuberosum*

med hjälp av *Agrobacterium*. Problemet är att en sådan potatis omfattas av EU:s GMO-lagstiftning. Det är därmed svårt att säga om och när den kan förväntas bli godkänd inom EU. Dessutom är det så att även om en *Phytophthora*-resistent potatissort skulle kunna möjliggöra ekologisk odling av potatis finns ett principiellt motstånd mot GM-grödor bland företrädare för det ekologiska lantbruket. Så länge det motståndet består kommer en *Phytophthora*-resistent potatis, som bygger på genteknik, inte att kunna odlas inom ramen för ett ekologiskt lantbruk.

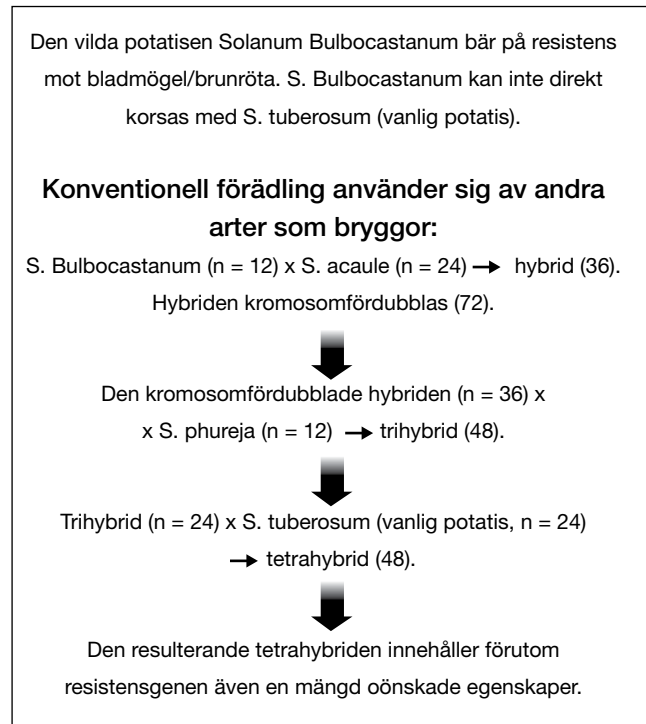
Resistensgenerna mot *Phytophthora* kan även föras över från *S. bulbocastanum* till *S. tuberosum* med hjälp av traditionella förädlingsmetoder (figur 2 på nästa uppslag). Det går inte att göra en direkt korsning, men genom att använda sig av två andra potatisarter som genetiska bryggor kan man indirekt göra korsningen. Fertilt avkomma kan man få från en korsning mellan *S. bulbocastanum* och *Solanum acaule* om plantorna colchicinbehandlas så att det blir en kromosomtalsfördubbling. Avkomman från dessa plantor kan i sin tur korsas med *Solanum phureja* och man får då en trihybrid. Trihybriden kan i sin tur korsas med vår vanliga potatis. Den resulterande avkomman är då en traditionellt förädlad tetrahybrid mellan *S. bulbocastanum*, *S. acaule*, *S. phureja* och vår vanliga potatis *S. tuberosum*. I den går det att selektera för överföring av *Phytophthora*-resistensgenerna. Nackdelen med den här metoden är att man förutom de

två resistensgenerna får med sig ett okänt antal gener som påverkar både utbytet och kvaliteten på potatisen negativt, och som dessutom är svåra att korsas bort.

### Skadlig fokusering på tekniken

I teorin går det alltså att producera två potatisar där man flyttat resistensgener från en vild potatis-släkting till vår vanliga odlade potatis. I det ena fallet har man använt sig av korsningar och kromosomtals-fördubblingar och har med sig ett antal okända gener, förutom de önskade resistensgenerna. Med den andra metoden har man endast flyttat de gener som ger Phytophthora-resistens, men använt sig av en metod som gör att potatisen betecknas som en GM-potatis. Därmed kommer endast den senare av dessa två potatissorter att genomgå EU:s riskbedömning och måste odlas avskilt från övriga grödor. Den andra kan efter en enkel sortprövning odlas fritt.

Som forskare vid Sveriges lantbruksuniversitet anser jag att en förändring och modernisering av jordbruket ska vila på en solid vetenskaplig grund. Jag stödjer därför den värdering av GM-grödor som görs inom EU, men anser även att den fokusering som finns på tekniken istället för på den färdiga produkten i den nuvarande lagstiftningen är skadlig, inte bara för utvecklingen av jordbruket utan också för EU och för Sverige som forskningsnation.



Figur 2. Resistensgener mot potatisbladmögel kan föras över från en vild potatisläkting till vår odlade potatis med hjälp av både traditionella förädlingsmetoder (som på bilden) och med genteknik. Med traditionella metoder får man med sig även många andra gener än den man vill ha, och det ger både sämre avkastning och kvalitet på potatisen. Nackdelen med GM-potatis är att den inte accepteras av ekologiska odlare.

### Hinder för torktåliga grödor i Afrika

Förutom mitt exempel med Phytophthora-resistent potatis pågår runt om i världen utvecklingen av

GM-grödor som skulle kunna vara till nytta, både för utvecklingen av ett hållbart jordbruk här i Sverige och för utvecklingen av jordbruket i världens utvecklingsländer. Det finns till exempel GM-majssorter som tål torka och som skulle kunna bidra till säkrare skördar i Afrikas länder söder om Sahara. Europas ensidiga fokusering på vilken förädlingsteknik som använts istället för att se grödans potentiella nytta försenar godkännandet och är indirekt ett hinder för de afrikanska stater som behöver torktåliga grödor. De afrikanska staterna avvaktar nämligen Europas beslut eftersom de litar på vår värdering av GM-grödorna och dessutom vill kunna exportera jordbruksprodukter till Europa.

Min bedömning är att om gentekniken tillåts integreras med de traditionella förädlingsmetoderna kommer den att på ett avgörande sätt kunna påskynda förädlingsprogrammen och påverka våra möjligheter att utveckla växtsorter som kan producera tillräckligt med mat, bygga upp en ekonomi som bygger på förnybara råvaror och samtidigt skydda ekosystemen.

---

*Jens Sundström är docent i växtfysiologi vid Institutionen för växtbiologi och skogsgenetik, SLU i Uppsala. Han studerar genetiska och epigenetiska mekanismer som reglerar reproduktiv utveckling i blommande växter och barrträd.*

### Lästips

- G. Olsson (redaktör), *Den svenska växtförädlingens historia, Jordbruksväxternas utveckling sedan 1880-talet*. Skogs- och lantbrukshistoriska meddelanden, Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien 1997 ([www.ksla.se](http://www.ksla.se)).
- *Genklippet? Maten, miljön och den nya biologin*, Formas Fokuserar nr 3, Formas 2003.
- *Mat och klimat – ett växtgenetiskt perspektiv*. Artikel av Christina Dixelius i KliMATfrågan på bordet, Formas Fokuserar nr 14, Formas 2008.



## Jordbruk utan fossil energi

Sveriges jordbruk använder varje år energi som motsvarar 2 procent av landets totala energianvändning. Diesel och kvävegödsel kräver mycket fossil energi. Men diesel kan ersättas av biodrivmedel, och kvävegödsel kan tillverkas med förnybar energi. Om vi skulle odla vall för att göra biogas till alla landets traktorer så skulle ungefär 6 procent av åkerarealen gå åt. Framtidens uthålliga jordbruk måste inte vara antingen ekologiskt eller konventionellt, skriver Serina Ahlgren och Per-Anders Hansson. Ta det bästa ur olika odlingsystem och anpassa till lokala förhållanden!

*Serina Ahlgren, Institutionen för energi och teknik, SLU.*



*Per-Anders Hansson, Institutionen för energi och teknik, SLU.*

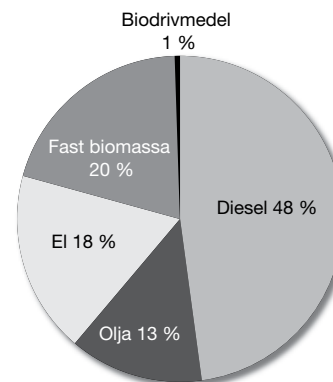


Foto Jenny Svens-Gillner

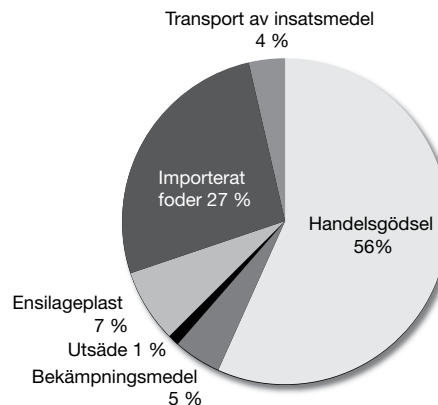
Det svenska jordbruket använder ungefär 9 terawattimmar (TWh) energi varje år. Det motsvarar ungefär 2 procent av den totala energianvändningen i Sverige. Samtidigt levererar den svenska åkermarken cirka 80 Twh varje år – i form av mat och energi till samhället. En mycket stor del av lantbrukets energianvändning baseras på fossil energi. Om lantbruket även i fortsättningen ska kunna leverera mat och energi måste beroendet av fossil energi brytas. Att använda fossil energi är riskabelt inte bara ur miljösynpunkt. Den fossila energin kommer ofta från regioner som är politiskt instabila, och ingen vet riktigt hur länge det dröjer innan den tar slut eller blir för dyr. En trygg och effektiv energiförsörjning till jordbruket är absolut nödvändig för att säkra tillgången på mat.

Energianvändningen kan delas in i två kategorier, direkt och indirekt användning (figur 1). Den direkta energianvändningen är den som sker på gården, i till exempel traktorer. Den indirekta energianvändningen ligger utanför gården. Det är den energi som krävs för att producera och transportera insatsvaror som till exempel handelsgödsel och bekämpningsmedel. Den största direkta energianvändningen är diesel till arbetsmaskiner, medan den största indirekta posten är tillverkning av handelsgödsel, främst kvävegödselmedel. Vi har här räknat med modern europeisk tillverkning av kvävegödsel.

#### Direkt energianvändning 5,9 TWh



#### Indirekt energianvändning 3,3 TWh



Figur 1. Energianvändningen i svenskt jordbruk kan delas in i två poster: direkt och indirekt användning. Direkt användning sker på gården, medan indirekt användning är energi för att framställa och transportera insatsvaror.

Eftersom ekologisk odling inte använder handelsgödsel eller syntetiska bekämpningsmedel så blir den indirekta energianvändningen mycket lägre. Men den direkta energianvändningen blir något högre eftersom mer diesel behövs för mekanisk ogräsbekämpning. Räknat per hektar är energianvändningen totalt sett mindre i ekologisk odling. Men eftersom de ekologiska skördarna i genomsnitt är lägre än i konventionell odling blir det ingen större skillnad i energianvändning mellan ekologiskt och konventionellt om man räknar per kilo produkt.

### **Hur kan en traktor drivas?**

De allra flesta av dagens lantbruksmaskiner drivs av fossil diesel. Om den ska ersättas med biodrivmedel finns det flera alternativ; man brukar prata om tre olika generationer. I första generationens biodrivmedel ingår 1) etanol från spannmål, betor och socker-rör, 2) biodiesel baserad på växtolja (till exempel RME) samt 3) biogas. Kommersiell teknik för produktion och användning av första generationens drivmedel finns redan idag.

I andra generationens drivmedel ingår bland annat 1) etanol från cellulosa och 2) biodrivmedel baserade på termisk förgasning av biomassa, till exempel dimetyleter (DME), metanol och Fischer-Tropsch diesel (FTD). I denna kategori finns produktionsteknik på pilotanläggningsstadiet, men tekniken är ännu inte mogen för storskalig produktion. Flera av drivmedlen

i den andra generationen har visat mycket lovande egenskaper när det gäller produktionseffektivitet. Här kan även biprodukter som halm användas som råvara. I tredje generationen brukar inkluderas vätgas för användning i bränsleceller och annan teknik som fortfarande kräver omfattande utvecklingsarbete innan det blir möjligt med kommersiell användning.

### **Tillbaka till hästar?**

Före traktorns intåg användes djur som dragkraft. På 1920-talet var vi cirka 6 miljoner invånare i Sverige och odlade ungefär 3,4 miljoner ha åkermark. Hästen var det viktigaste arbetsredskapet. Det fanns vid den tiden cirka 700 000 hästar i Sverige. Om vi antar att en häst behöver 1 hektar för foder och bete så användes 20 procent av åkerarealen till att förse hästarna med ”bränsle”, en ganska ansevärd areal. Arbetet med hästar var också långsamt och mödosamt.

Idag är vi ungefär 9 miljoner invånare och odlar 2,6 miljoner hektar åkermark. För att driva våra traktorer behövs cirka 2,7 Twh drivmedel varje år. Om vi skulle odla vall för att göra biogas och använda biogasen i alla traktorer så skulle cirka 6 procent av åkerarealen tas i anspråk. Det går även att använda gödsel och matavfall från samhället som råvara till biogas, vilket skulle kunna dra ner siffran betydligt. Räknar man med andra eller tredje generationens biodrivmedel kan andelen minska ännu mer.

## Kvävegödsel – en energislukare

Det var först på 1800-talet som Justus von Liebig klar gjorde att kväve är en av de begränsande faktorerna för grödors tillväxt. Efter det började jakten på kvävegödselmedel. I början av 1900-talet utvecklade Haber och Bosch en process för att sätta ihop kväve och vätgas till ammoniak, och Haber-Boschmetoden är fortfarande den vanligaste metoden att tillverka kvävegödsel.

Ammoniak är basen i de flesta av dagens kvävegödselmedel. För att tillverka ammoniak behövs det dels kvävgas som kan fås från vanlig luft, dels vätgas. Men att framställa vätgas kostar energi, idag oftast i form av naturgas, kol eller olja. Utvecklingen har gått raskt; idag använder de bästa anläggningarna cirka 9 kwh för tillverkning av 1 kg kvävegödsel (räknat i form av rent kväve). Men det finns ganska många gamla anläggningar kvar; det globala medelvärdet är ungefär 14 kwh per kilogram kväve. Användningen av fossilt bränsle i processen leder till utsläpp av koldioxid, men även den starka växthusgasen lustgas bildas vid tillverkning av kvävegödselmedel.



Figur 2. För att tillverka kvävegödselmedel som till exempel kalkammonsalpeter, ammoniumnitrat och urea behövs det vätgas och kvävgas. Kvävgas kan tas från vanlig luft, men vätgasen måste framställas, och det kräver energi.

Vätgasen som behövs till kvävegödselframställning kan även produceras med hjälp av förnybara energikällor. Precis som med biodrivmedel finns det flera alternativ. En teknik som skulle fungera redan idag är att ersätta naturgasen med biogas. Ett annat alternativ är att använda grön el för att dela vattenmolekyler till vätgas och syrgas, så kallad elektrolys. Ett mer avancerat alternativ är att framställa vätgasen via för-gasning av biomassa. Produktionen skulle kunna ske på gården eller i större industriell skala. Tillverkning av ammoniak baserad på elektrolys förkommer idag bara i mycket begränsad utsträckning i vissa utvecklingsländer. I Minnesota i USA byggs för tillfället en pilotanläggning där man ska producera ammoniak med hjälp av vindkraft i liten skala.

## Kan jordbruket bli självförsörjande?

De två största fossila energibärarna i svenskt jordbruk, diesel och kvävegödsel, kan alltså ersättas av respektive produceras med hjälp av förnybara alternativ. I runda slängar behövs mellan 150 000 och 300 000 hektar för odling av energiråvaror till drivmedel och kväve, beroende på vilken råvara och vilken teknik man räknar på. Siffran är även beroende av hur man bokför biprodukterna. När man till exempel producerar etanol blir djurfoder en av biprodukterna. En del av arealen bör då bokföras på djur och inte på drivmedel. I våra beräkningar har vi använt en metod där arealen fördelas mellan drivmedel och

biprodukter baserat på deras respektive ekonomiska värde. I verkligheten måste uppemot 445 000 hektar odlas, men en stor del av detta bokförs alltså på bi-produkterna.

För tillfället (2009) ligger ungefär 6 procent (153 000 hektar) av åkermarken i träda som skulle kunna tas i anspråk för odling av energiråvaror. För tillfället finns också ett överskott av vallareal att utnyttja. Ytterligare areal kan fås om nerlagd åkermark tas i bruk. Halm och andra restprodukter från jordbruket är en annan energikälla som idag underutnyttjas och som inte kräver att arealer tas i anspråk. I en framtid kan man också tänka sig att förbättrade produktionsmetoder kan leda till att det friställs mark för bioenergiändamål. Möjligheterna finns alltså för ett jordbruk som försörjer sig självt med energi, men Sveriges åkerareal måste även räcka till det ökande behovet av mat och förnybar energi till resten av samhället.

Frågan om självförsörjning kompliceras också av att vi lever i ett internationellt handelssamhälle. Enligt handelsstatistik från Jordbruksverket importeras närmare 7 miljoner ton livsmedel och jordbruksvaror årligen till Sverige. Samtidigt exporterar vi bara ungefär 4 miljon ton livsmedel och jordbruksvaror per år till andra länder.

Ett jordbruk som är självförsörjande med energi skulle leda till mindre klimatpåverkan och minskat

beroende av fossila resurser i livsmedelsproduktionen. Men eftersom fossil energi fortfarande är relativt billig kan ett självförsörjande jordbruk kortsiktigt leda till högre matpriser. Högre produktionskostnader kan vara en nackdel för svenska bönder, men å andra sidan kan det vara ett fantastiskt bra säljargument att producera mat med låga utsläpp. I ett längre perspektiv kan man dock räkna med att den fossila energin blir dyrare. Då kan ett system byggt på bioenergi, frikopplat från oljepriset, bli stabilt och konkurrenskraftigt.

### **Lokala förutsättningar istället för regelsystem**

För att lösa de stora komplexa frågorna som vi brottas med i samhället måste vi tänka nytt. Hur ska vi få maten att räcka till alla? Hur ska vi minska användningen av fossil energi och samtidigt minska påverkan på klimatet och naturen? Idag råder en skarp gräns mellan ekologiskt och konventionellt jordbruk, en uppdelning som är hämmande för utvecklingen. Det skulle vara bättre med ett framtida jordbruk där man använder det bästa ur alla system och tillämpar det som i forskning och fältförsök visat sig vara bra lösningar. Vi skulle då skapa produktionssystem anpassade till lokala förutsättningar, utan att styras av regler för olika certifikat. Det behövs forskning för att peka ut de optimala sätten att producera livsmedel och energi under olika förutsättningar. Många saker

måste då vägas in: klimatpåverkan, övergödning, energieffektivitet, användning av naturliga resurser som till exempel vatten, påverkan på flora och fauna och människors hälsa.

---

*Serina Ahlgren är agronomie doktor och arbetar med energifrågor inom lantbruket på Institutionen för energi och teknik vid SLU, bland annat med livscykelanalys som verktyg för att beräkna miljöpåverkan för förnybara bränslen. Hon har Formasanslag för sin forskning kring odling av råvaror till biodrivmedel.*

*Per-Anders Hansson är professor och prefekt på Institutionen för energi och teknik vid SLU. Viktiga forskningsområden är teknik och system för lantbrukets möjligheter att försörja sig självt och det omgivande samhället med energi. Han leder och har lett ett flertal Formasprojekt inom området, några av dem med fokus på det ekologiska lantbrukets uthålliga energiförsörjning.*

## Miljömål för mark på önskelistan

Ett tydligt miljömål för mark saknas i Sverige idag. Förändringarna i marken är smygande, till skillnad från det som händer i luft och vatten. Men långsiktigt bäddar det för katastrof om vi inte tänker till när det gäller marken, som är en ändlig och levande resurs. Sverige har ovanligt dåligt skydd för sin åkermark, enligt Lennart Mattsson, Mats Olsson och Kristina Belfrage. Samtidigt importerar vi mängder av mat. Vad ska vi använda den svenska åkermarken till? Och hur ser hoten mot den ut?



*Lennart Mattsson,  
Institutionen för mark  
och miljö, SLU.*

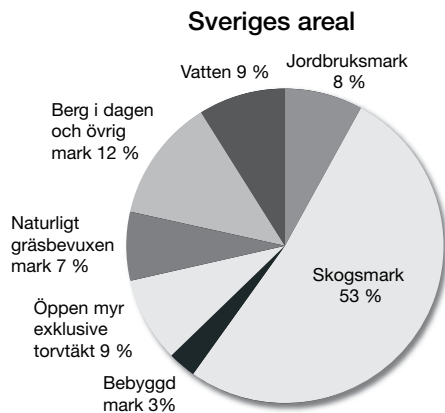


*Mats Olsson,  
Institutionen för mark  
och miljö, SLU.*



*Kristina Belfrage,  
Institutionen för stad  
och land, SLU.*

Mark för livsmedelsproduktion är en begränsad resurs, både nationellt och globalt. Beräkningar visar att matkonsumtionen i Sverige kräver en jordbruksareal på 0,4 hektar per person, men till buds står bara 0,3 hektar. Vi har alltså ett underskott som vi kompenserar genom import av livsmedel från en ansträngd internationell marknad. På global nivå finns för närvarande endast 0,22 hektar odlad jord per person, och detta är en halvering jämfört med läget 1960. Gång på gång pekas det på den stora utmaningen att behålla och helst öka denna lilla andel när jordens befolkning ökar i rask takt. Lyckas inte detta kommer livsmedelssituationen att bli än mer ansträngd än idag, för att inte säga katastrofal.



Figur 1. Åtta procent av Sveriges areal är jordbruksmark. Mer än hälften är skogsmark. Trenden är att jordbruksmarken minskar medan bebyggd mark ökar. (Källa: SCB, Markanvändningen i Sverige, femte upplagan.)

Beräkningar visar att 2050 kommer jordens befolkning att uppgå till närmare 9 miljarder, vilket är en ökning med 50 procent. FAO har poängterat att livsmedelsproduktionen måste öka med 70 procent under samma period. Detta måste ske samtidigt som förutsättningarna försämras genom klimatförändringar och ökad miljöbelastning. Sverige måste ta sitt ansvar för att säkra tillgången till mat utan att öka miljöbelastningen i andra länder.

Hur väl rimmar dagens politik med de framtida behoven? Vi måste ta ställning till vad den svenska åkermarken ska användas till – livsmedel, energi, bostäder eller infrastruktur? En växande befolkning behöver inte bara mark för livsmedelsproduktion. Mark behövs också för bostäder, vägar och industrier, och konkurrensen hårdnar. Hur och till vad ska marken användas? Vad är acceptabelt och vad gäller?

### Svagt skydd för åkermark i Sverige

EU arbetar med ett ramdirektiv för mark, men det är ännu inte färdigt. Sverige har ett svagt skydd för åkermark. Enligt miljöbalken får brukningsvärd jordbruksmark tas i anspråk för bebyggelse och liknande bara om det är nödvändigt, och om markbehovet inte kan tillgodoses på annat sätt. Detta är inte ett tillräckligt skydd och väger lätt när ekonomin kommer med i diskussionen. Ett rikt odlingslandskap, ett av våra sexton nationella miljömål, har

också liten relevans. Det berör till största delen ängs- och betesmarker, vägrenar, åkerholmar och andra småbiotoper. De är viktiga för den biologiska mångfalden, men har liten betydelse för livsmedelsproduktionen. Det behövs även ett miljömål med inriktning på odlingsmarken som produktionsresurs!

Vilka är hoten mot den svenska livsmedelsproduktionen i det här perspektivet? Vi anser att bebyggelse, vägar och asfalt, föroreningar, markpackning, förlust av organiskt material och försurning är de mest aktuella. Förutom dessa betraktas också erosion, översvämningar och försaltning som potentiella hot i EU:s arbete med markdirektivet. Dessa senare hot är mer relevanta för länderna i mellersta och södra Europa än i Sverige, även om skador av erosion och översvämning kan vara besvärande även här.

Hoten är många gånger konkreta och omedelbara. Odlingsmark som tas i anspråk för bostäder, vägar och rekreation minskar den redan begränsade odlade arealen. Det är svårt att föreställa sig att sådan mark på nytt skulle kunna återtas i odling, även om det tekniskt skulle vara möjligt. Bortfallet av odlad mark är definitivt.

Ett annat reellt hot mot åkermark för livsmedelsproduktion är ändrad markanvändning med syfte att odla biobränslen eller industriråvaror. Detta leder också direkt till en inskränkning i arealen åkermark för matförsörjning, men konsekvenserna på längre

sikt är inte lika drastiska som för bebyggelse. En återgång till livsmedelsproduktion är möjlig.

För närvarande (2009) trädas ungefär 153 000 hektar åkermark i Sverige, det vill säga marken tas ur bruk. Det innebär att nästan sex procent av den svenska åkermarken ligger i träda varje år. För bara några år sedan var trädesarealen dubbelt så stor. Att lägga mark i träda är att utnyttja åkermarken ineffektivt. Under trädesåret får man ingen avkastning. Att gynna trädesbruket är ett politiskt verktyg för att dämpa en överproduktion men rimmar naturligtvis illa i scenarier där brist på livsmedel befaras. Trädan kan också användas som ett verktyg för ogräsbekämpning men med samma konsekvenser – ingen avkastning under trädesåret.

Vid sidan av de direkta och omedelbara hoten finns det hotbilder av kemisk, fysikalisk och biologisk art. Många gånger har de koppling till själva brukandet av marken eller brukningsmetoderna. Men hit räknas också klimatförändringar som kan påverka exempelvis vattentillgången.

### **Markföroreningar**

Förorening av mark uppstår i många sammanhang, men ofta som en konsekvens av odlingen. Kemiska bekämpningsmedel används i många odlingsystem för att kontrollera sjukdomar och skadedjur. Felaktig hantering eller okunnighet om preparatens



varaktighet eller om nedbrytningsprodukter innebär föroreningsrisker. Det kan störa den markbiologiska aktiviteten, som har en nyckelroll när det gäller markbördighet. Om detta är mycket känt men mycket är också okänt, inte minst hur långvariga störningar på markmikrofloran påverkar bördigheten. Till detta kommer riskerna för att livsmedel och grundvatten förorenas av preparaten eller av deras nedbrytningsprodukter, och att människors och djurs hälsa påverkas negativt.

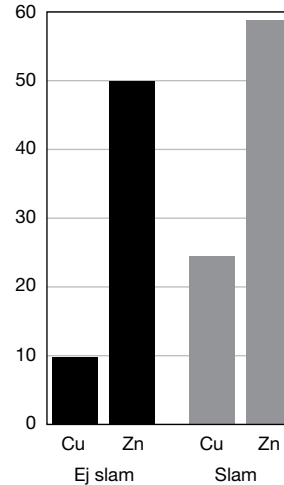
Oönskad metalldeposition på åkermark förekommer och är ibland en följd av att vi måste tillföra näringsämnen för att inte utarma marken och för att främja avkastningen. Men det kan också röra sig om industriella utsläpp. I fallet med gödselmedel finns problemet både med effektiva snabbverkande mineralgödselmedel och med långsamt verkande organiska sådana. Fosforgödselmedel är exempel på det förra, slam och liknande restprodukter på det senare. De innehåller näringsämnen som vi vill komma åt, men de innehåller också biämnena och metaller som inte är växtnärsämnen och som inte är önskvärda på åkern.

Kadmium är ett bra exempel på den här problematiken. Råvaran för framställning av fosforgödselmedel – råfosfat – är kadmiumhaltig. Kadmium följer med genom framställningsprocessen till den färdiga produkten. Det betyder att åkermarken tillförs

kadmium den vägen. Men eftersom kadmium och flera andra oönskade metaller kan tas upp av växterna och komma in i näringskedjan hamnar de förr eller senare också i avloppsslam. Sprids slammet på åkermark finns det ett potentiellt föroreningshot (figur 2). Kadmium tas upp av människor och djur, ackumuleras i njurarna och ger upphov till en rad sjukdomar, bland annat benskörhet.

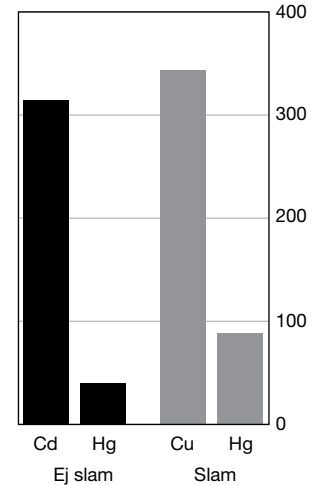
### Koppar och zink

Koncentration i matjord  
(miljondelar, ppm)



### Kadmium och kvicksilver

Koncentration i matjord  
(miljarddelar, ppb)

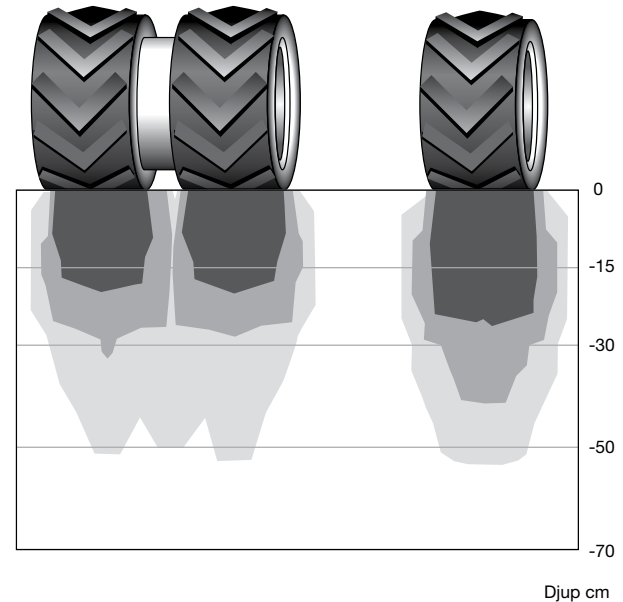


Figur 2. Tillförsel av avloppsslam kan innebära mätbara ökningar av metallhalter i matjorden. Koppar och zink (till vänster) är växtnärsämnen i motsats till kadmium och kvicksilver. Observera att skalorna är olika. (Källa: Per-Göran Andersson, Hushållningsällskapet 2005)

## Markpackning

Markpackning är exempel på ett hot mot markens fysikaliska egenskaper. En god åkerjord har en porositet på cirka 50 procent, det vill säga hälften av en given jordvolym består av hålrum. Det är i dessa luft- och vattenfyllda hålrum och i gränsytorna mot det fasta materialet som rötterna växer, tar upp vatten och näring samt andas. Det är lätt att inse hur viktigt det är att porositeten upprätthålls. Utvecklingen mot allt tyngre maskiner har fört med sig att merparten av jordbruksmarken utsätts för skadlig packning, som gör att mängden hålrum minskar (figur 3). Skadorna bedöms orsaka skördeförluster på 5 till 10 procent. Särskilt allvarlig är packningen på större markdjup, ner mot 60 centimeter. Där tenderar skadorna att bli mer eller mindre permanenta. Frekvensen av sådana skador verkar öka. Om inte packningen kan undvikas kommer markens produktionsförmåga att minska.

Packningsskador motverkas av en god humushalt. Förlust av organiskt material eller humus är ett hot vars effekter har nära koppling till packning och porositet. I en åkerjord bryts organiskt material (växt- och djurrester) ner till humus. Till humus innehållet är många bördighetsfaktorer kopplade. Vi har redan nämnt den mikrobiologiska aktiviteten. Markens förmåga att binda men också leverera näring och vatten i lagom dos hör också dit.



Figur 3. Tunga maskiner orsakar markpackning. Anpassad däckstrukturing är ett sätt att mildra effekterna. Hjulparet till vänster kan bära dubbelt så stor last som det enkla hjulet till höger utan att tryckfördelningen i marken förändras.

Typ av odlingssystem (växtföljd, djurhållning, med mera) sätter sin prägel på humushalten. Det handlar ytterst om balansen mellan tillförsel och nedbrytning av organisk substans. Är tillförseln större än nedbrytningen ökar humushalten, och tvärtom. Skördens storlek, jordbearbetning och typ av grödor har betydelse. Ju större skörden är desto mer skörde-rester som halm, stubb och rötter lämnar den efter

sig. Detta är råmaterial för humusbildningen. Om den stora skörden uppnås i förening med intensiv jordbearbetning som ökar nedbrytningen av humus, och om halmen dessutom förs bort kan resultatet ändå bli minskad humushalt (figur 4). Grödor som inte fordrar intensiv jordbearbetning, till exempel vallodling, innebär minskad nedbrytning av humus och en humushalt som balanserar på en högre nivå.

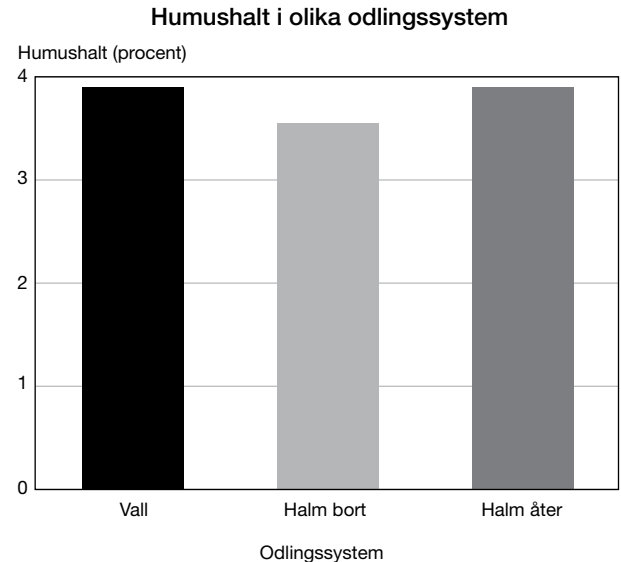
### Markförsurning

Markförsurning i vårt klimat är en oundviklig process och ett hot av kemisk natur. Bortförsl av basiska ämnen med skördeprodukterna är den största försurningskällan, men även nederbördsöverskott, surt nedfall och användning av surgörande gödselmedel bidrar till försurningen.

Nu kan emellertid försurningsprocessen och dess verkningar på åkermark kontrolleras med kalkning, en åtgärd som är viktig för att långsiktigt bevara odlingsmarken. All svensk åkermark är inte lika utsatt. I områden med naturligt gott kalktillstånd är problemen inte akuta. På skogsmark är kalkning mycket mer komplicerat än på åkermark, dels tekniskt, dels för de omstridda verkningarna. Därför är försurningen ett allvarigare hot där.

### Ekologiskt och konventionellt jordbruk

Ekonomiska och politiska faktorer driver hoten. Om odlingsformen är konventionell eller ekologisk har



Figur 4 visar en jämförelse mellan 30-åriga odlingsystem. I ett vallodlings-system med nyanläggning av vallen vart fjärde år är humushalten högre än i system med öppen växtodling där halmen bortförs. Om halm och skörderester återförs blir systemen jämförbara. Högre humushalt gör jorden mera lättbrukad. (Källa: Lennart Mattsson, SLU 2010)

betydelse för hotbilden. I ett ekologiskt odlings-system används kemiska bekämpningsmedel bara i mycket liten omfattning, vilket är positivt för mark- och vattenkvalitet.

Men också intensiteten i odlingsystemet spelar in, och det är en nackdel för det konventionella systemet eftersom det är intensivast i de flesta avseenden. Ju intensivare systemet drivs desto större blir riskerna

för önskade effekter. En tung maskin packar jorden lika mycket på en ekologisk som på en konventionell gård.

Skördarna blir mindre i ekologiska odlingsystem än i konventionella. Det här skapar en konflikt i en situation när markresursen är begränsad. Vidmakthållen totalproduktion och helst en ökning i ett perspektiv med tilltagande efterfrågan på livsmedel kräver ökad effektivitet i växtproduktionen, det vill säga ökad avkastning per hektar, inte minskad. Detta är en stor utmaning för det ekologiska jordbruket.

### **Konkurrens om marken**

Det är varje kommuns önskan att utvecklas. I detta ligger att främja näringslivet i vid bemärkelse, att det finns bostäder, vägar och annan infrastruktur. Det mesta kräver tillgång till mark. Varje tätort är mer eller mindre tätt omgiven av åkermark, och i många fall var det den omkringliggande åkermarken som gjorde att tätorten växte upp. Konflikten är given. Kommunens markbehov ställs mot det övergripande intresset att bevara den viktigaste naturresursen för mänsklig överlevnad – den odlade marken.

Konkurrensen om mark ökar också eftersom behoven att odla energigrödor blir alltmer uttalade. Ska den aktuella arealen användas för livsmedels- eller energiproduktion? Detta är främst en samhällsfråga och inte en markfråga. Energiproduktion utgör inget reellt hot mot markegenskaperna. Men däremot

måste nyttan av detta ställas mot den växande befolkningens behov av tillräckligt med föda.

Samma överväganden kan också göras mellan behov av rekreation och behov av mat. Anläggning av golfbanor på åkermark är vanligt, men naturligtvis bör man ta hänsyn till att detta tränger undan förutsättningar för livsmedelsproduktion.

### **Ramdirektiv för mark på gång**

Åkermarken hotas alltså från många håll. Men hur ska hoten mötas? Verktøygen heter råd, anvisningar, regler och lagstiftning. För närvarande är lagstiftningsverktøyet relativt lite använt. Miljöbalkens skrivning om att utnyttja jordbruksmark för bebyggelse eller liknande bara om annan mark inte finns är i stort sett allt – och knappast tillräckligt.

I EU:s förslag till ramdirektiv för skydd av mark föreslås gemensamma principer, mål och åtgärder. Medlemsländerna ska systematiskt inventera markförstörelse, aktivt vidta åtgärder och integrera skyddet av marken med åtgärder inom andra områden. Gemensamma direktiv måste också tillåta flexibilitet. Medlemsländerna ska själva avgöra ambitionsnivån, eftersom markförstörelse och nödvändiga åtgärder varierar starkt inom de 320 olika marktyper som har identifierats inom EU-området.

När ett sådant ramdirektiv har fastställts, målen har satts och ett svenskt miljökvalitetsmål för mark har slagits fast kommer skyddet av åkermark att

förbättras avsevärt. Ett svenskt miljömål för mark skulle för övrigt kunna formuleras omgående och är egentligen inte beroende av direktiv från annat håll.

### **Ett sjuttonde miljömål för Sverige**

Idag har Sverige sexton miljökvalitetsmål, bland andra *Frisk luft*, *Begränsad klimatpåverkan*, *Grundvatten av god kvalitet* och *Ingen övergödning*. Men för marken saknar vi ett tydligt sammanhängande och övergripande mål. Ett sjuttonde miljömål skulle kunna vara: *Fungerande mark*. Att vatten och luft är behandlade i egna miljömål kan kanske bero på att försämrade vatten- och luftkvalitet märks direkt genom att vi blir förgiftade eller mår dåligt. Det är inte fallet med marken – förändringar tar lång tid och syns i regel inte lika tydligt. Förändringarna är successiva, irreversibla (går inte att vända) och underminerar på lång sikt vårt välbefinnande.

Hoten mot åkermarken är bara delvis beaktade i nuvarande miljökvalitetsmål. Packning av mark, erosion, förlust av organiskt material, minskande bördighet och åkermarksförlust genom bebyggelse är inte tillräckligt beaktade.

Ett miljökvalitetsmål för mark skulle bli ett viktigt instrument för uppföljning av marktillståndet i Sverige. Förhoppningsvis skulle det bli en garant för att inte markförsämringen fortsätter och för att urbanisering och andra processer inte lägger under sig vår värdefullaste produktionsmark.

Till sist har också ett miljökvalitetsmål stor pedagogisk betydelse. Det skulle betona att åkermarken är en ändlig och levande resurs som måste vårdas och värnas. Där finns förutsättningen inte bara för vår egen utan även för kommande generationers välfärd. Låt oss alla vara rädda om den naturresursen i enlighet med ordspråket ”Vi har inte ärvt jorden av våra föräldrar – vi har lånat den av våra barn”.

---

*Lennart Mattsson är forskningsledare vid Institutionen för mark och miljö på SLU i Uppsala. Hans forskning handlar om hur tillförsel av växtnäring och jordförbättringsmedel i jordbruket ska anpassas för att ge god avkastning av produkter med hög kvalitet, och för att behålla och utveckla markens långsiktiga bördighet och minimera miljöpåverkan.*

*Mats Olsson är professor vid Institutionen för mark och miljö på SLU. Han forskar kring frågor om skogsmarkens egenskaper och användning. Under de senaste åren har fokus varit på hur skogsbruket kan bidra till minskade utsläpp av växthusgaser genom att producera biomassa.*

*Kristina Belfrage är doktorand på SLU och forskningsansvarig på Ekeby forskningsgård. Hon driver också ett lantbruk med ekologisk djur- och växtproduktion.*

## Lästips

- Johan Arvidsson och Thomas Keller, *Teknik för att motverka jordpackning, speciellt i alven*. SLU 2004, Meddelanden från jordbearbetningsavdelningen 46.
- Per-Göran Andersson, *Slamspridning på åkermark*. Hushållningssällskapens rapportserie 13, 2005.
- Lennart Mattsson, *Bearbetning av åtta humusbalansförsök*, Institutionen för mark och miljö. SLU 2010.

## Jordbruket och de svenska miljömålen

Det svenska jordbruket påverkar fjorton av våra sexton nationella miljömål. Det är bara Säker strålmiljö och Storslagen fjällmiljö som inte har något samband med vårt sätt att bedriva jordbruk. Jonas Nilssons artikel bygger på en litteraturgenomgång som han gjorde år 2007 åt Centrum för uthålligt lantbruk på SLU. Han kom fram till att jordbrukets produktionsformer har betydelse för i vilken grad jordbruket kan bidra till att miljömålen nås. Artikeln tar bara upp påverkan i Sverige av den mat som produceras här, inte påverkan i andra länder av den mat vi importerar.



*Jonas Nilsson, Miljöinformation AB.*

”Jamen vadå? Om det nu finns ett miljömål som heter Giftfri miljö, och ekologisk odling visar att det går att odla utan gifter – varför förbjuder man då inte bara alla gifter i jordbruket? Rakt av, liksom?”

Frågan ställdes av en gymnasieelev i årskurs tre på naturvetenskapsprogrammet under en temadag om lokal livsmedelsproduktion på Gotland i april 2010. Jag tycker det är en bra fråga. Den är lika enkelt formulerad som den är svår att besvara. Den ger dessutom en träffsäker bild av hur obegripligt en del miljöarbete måste te sig när man läser om det i skolan. Vi återkommer till frågan, men först lite allmänt om jordbruket och de nationella miljömålen.

### **Sexton mål för hållbara miljötillstånd**

Det har nu hunnit gå drygt tio år sedan riksdagen satte upp målet att de stora miljöproblemen skulle vara lösta inom en generation. För att ett så ambitiöst mål skulle kunna bli verklighet behövde miljöarbetet bli effektivare. Nära 200 mål på miljöområdet slogs ihop till femton (senare sexton) miljö kvalitetsmål, som alla var tydliga, enkla och självklara, och som beskrev ett hållbart tillstånd i miljön.

Varje miljömål försågs med en samling kriterier som måste klaras för att det övergripande målet skulle anses uppfyllt. Till hjälp för det praktiska arbetet hade också varje miljömål ett eller flera avgränsade och mätbara delmål. Det pedagogiska upplägget – med rubriker som *Frisk luft* och *Giftfri miljö* – bidrog

till att miljömålen fick ett brett genomslag. Även kommuner och näringsliv kunde referera till de nationella målen när man undersökte hur den egna verksamheten påverkade miljön.

När miljömålen kom 1999 hade jordbruket redan arbetat länge med miljöfrågor, så kunskaperna om och diskussionen kring jordbrukets miljöpåverkan var inte ny. Eftersom konsumenterna hade vaknat och börjat handla ekologiska varor var det många som ville ha svar på frågan vilken roll produktionsformen spelar. Varje sommar när alblomningarna tog fart i Östersjön dök frågan upp i pressen om det är ekologiskt eller konventionellt jordbruk som läcker mest näring. Intrycket var att inte ens forskarna var ense.

### **Jordbruket påverkar nästan alla miljömålen**

Forskning kring hela jordbrukssystem är ingen lätt vetenskap. Det blir inte lättare om man vill jämföra ekologiskt och konventionellt jordbruk med varandra. Eftersom variationen är stor – ingen gård är den andra lik – är det ibland svårt att veta vad som beror på produktionsformen (ekologiskt/konventionellt) och vad som beror på andra faktorer.

För jordbruket går det att visa samband med nästan alla miljömål. Sambanden kan vara svaga, men de finns och bör inte negligeras. Ofta hittar man en del av jordbrukets miljöpåverkan några led bort från åkern. För att man inte ska gå helt vilse i arbetet är det viktigt att göra vad forskarna kallar en systemavgränsning.

Vissa saker är självklara, som växtodling och djurhållning, det som kallas primärproduktion. Men man bör räkna även med tillverkning, användning och kvittblivning av de insatsvaror (utsäde, mineralgödselmedel, växtskyddskemikalier, plastfilm, med mera) som används på gårdarna. Det är också naturligt att räkna med de jordbruksrelaterade natur- och miljövårdstjänster som de enskilda jordbruksföretagen producerar. Om exempelvis en köttproducent låter djuren beta på naturbetesmarker räknar man in den ”naturvårdsnytta” som djuren gör.

Om man räknar på det här viset går det att hitta samband mellan det svenska jordbruket och fjorton av de sexton miljömålen. Endast *Storslagen fjällmiljö* och *Säker strålmiljö* faller bort.

### **Produktionsformen har betydelse**

För elva av dessa fjorton miljömål finns det studier som antingen påvisar eller antyder att produktionsformen i sig (ekologisk eller konventionell produktion), eller de strukturella skillnader som produktionsformen ger upphov till, har betydelse för hur snabbt eller i vilken grad jordbruket kan bidra till att miljömålen nås. Strukturella skillnader är lite svårt att förklara kortfattat, men man kan säga att ett jordbruk där växtodling och djurhållning oftast sker på en och samma gård leder till en viss sorts struktur på jordbruket och i förlängningen en viss

sorts landskap, medan jordbruk där man antingen är växtodlare eller djuruppfödare leder till en annan sorts struktur.

För de resterande tre miljömålen – *Skyddande ozonskikt*, *Myllrande våtmarker* och *Levande skogar* – hittades 2007 inga studier som antydde att produktionsformen inom jordbruket skulle ha betydelse för miljömålsuppfyllnaden. Produktionsformen är alltså en viktig faktor att ta hänsyn till när man diskuterar jordbrukets miljöarbete. Det här ska inte tolkas som att ekologiskt jordbruk alltid samtidigt gynnar *alla* miljömål. Eller att produktionsformen ”står över” allt annat. För att nå miljömålet *Ett rikt odlingslandskap* måste det först och främst givetvis finnas bönder som driver jordbruk. Om odlingsformen är ekologisk eller konventionell får i det fallet en sekundär roll.

Men på de områden där skillnaderna mellan ekologiskt och konventionellt jordbruk är påvisbara, som till exempel bruket av växtskyddsmedel, gödsling och växtföljder, har det återverkningar på sex miljömål: *Begränsad klimatpåverkan*, *Giftfri miljö*, *Ingen övergödning*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Ett rikt odlingslandskap* och *Ett rikt växt- och djurliv*.

### **Komplexa samband**

Det tydligaste sambandet är att frånvaron av kemiska växtskyddsmedel inom ekologiskt jordbruk har



betydelse för miljömålen *Giffri miljö* och *Grundvatten av god kvalitet*. Ett stort antal studier gav belegg för att en ökad andel ekologiskt jordbruk skulle öka jordbrukets möjligheter att utvecklas i dessa miljömåls riktning.

Att ekologiskt jordbruk inte använder lättlösliga mineralgödselmedel påverkar möjligheterna att nå miljömålet *Ingen övergödning*. Användningen av syntetiskt framställd mineralgödsel har lett till att mängden växtnäring som omsätts i jordbrukssystemen har ökat. Det har medfört att konventionellt drivna djurgårdar i genomsnitt har ett högre kväveöverskott än ekologiska. Det talar till fördel för det ekologiska jordbruket, men sambanden som styr själva utlakningen är mycket komplexa. Storleken på utlakningen, det vill säga hur mycket näring som läcker ut i sjöar och hav, beror på många faktorer. En sådan mycket viktig faktor är tidpunkten för jordbearbetningen.

Det konventionella jordbrukets användning av mineralgödselmedel påverkar möjligheterna att nå miljömålet *Begränsad klimatpåverkan*. Trots att ekologiskt jordbruk ibland har högre energianvändning vid själva åkerbruket på grund av att man kör mer traktor, visar de flesta studier att ekologiskt jordbruk har samma eller i varierande grad lägre totalutsläpp av klimatpåverkande gaser än motsvarande mängd konventionellt producerat. Förklaringen är att utsläppen av klimatpåverkande gaser från tillverkningen

(och till en mindre del transportererna) av mineralgödselmedel påverkar slutresultatet. Det finns också studier som visar motsatsen – exempelvis vid odling av matpotatis och foderspannmål – men de resultaten är i minoritet.

Annorlunda växtföljder med större inslag av vallodling (klöver och gräs till foder) ger förutsättningar som kan bidra till att nå miljömålen *Ett rikt odlingslandskap* och *Ett rikt växt- och djurliv*. Hur stora fördelar detta kan ge beror på hur det omgivande landskapet ser ut. Variationen på landskaps-, region- och gårdsnivå är med stor sannolikhet helt avgörande om miljömålen kring biologisk mångfald ska kunna uppfyllas för jordbrukets del.

För de återstående fem miljömålen (*Frisk luft*, *Bara naturlig försurning*, *Levande sjöar och vattendrag*, *Hav i balans samt levande kust och skärgård* samt *God bebyggd miljö*) hittades också litteratur som styrkte att bruksformen kan påverka jordbrukets möjligheter att nå framgång i miljömålets riktning. Utbudet av studier var generellt sett mycket mer begränsat när det gällde dessa fem miljömål, vilket ledde till lägre grad av säkerhet i sambanden.

Miljömålet *”God bebyggd miljö”* har haft ett delmål där ekologiskt jordbruk har sämre möjligheter än konventionell produktion att bidra till att målet nås. Det gäller en punkt som säger att senast 2015 ska 60 procent av fosforföreningarna i avlopp föras tillbaka

till produktiv mark, och minst hälften av denna bör vara åkermark. Eftersom slam från reningsverk innehåller både tungmetaller och andra miljögifter, som exempelvis läkemedelsrester, tillåter inte reglerna för ekologisk produktion att man tar emot sådant slam. Men tanken är naturligtvis i grunden helt rätt, att sluta kretsloppet mellan producent och konsument. (Delmålen till miljömålen kommer efter 2010 att arbetas om och ska ersättas med etappmål.)

### **Konflikter mellan olika miljömål**

En styrka med miljömålen är att strukturen tydliggör konflikter mellan olika miljömål. Om man vill slippa ifrån kemiska bekämpningsmedel och därför odlar ekologiskt, gynnar det miljömålen *Giftfri miljö* och *Grundvatten av god kvalitet*. Men å andra sidan går det åt mer bränsle eftersom man istället måste bekämpa ogräsen mekaniskt med traktordragna redskap. Det leder till att åtgärden missgynnar andra miljömål, som *Begränsad klimatpåverkan* och *Frisk luft*.

Att på detta sätt värdera olika miljöeffekter när de ställs mot varandra är svårt, i många fall omöjligt. Hur mycket mer klimatpåverkan är en mindre kemikalieanvändning värd? Men det som ser ut som en konflikt behöver inte alltid vara det. Exemplet med slam ovan visar att det inte är principen som är fel, utan att slammet helt enkelt inte är tillräckligt rent. Riktiga miljömålskonflikter kräver noggranna analyser, där

man måste bedöma konsekvenser och risker kanske många generationer framåt.

Kan man då säga att ekologiskt jordbruk har större chans att bidra till att de nationella miljömålen uppfylls än vad andra produktionsformer har? Ja, det mesta talar för det. Mer ekologiskt jordbruk skulle tveklöst göra mycket miljönytta.

### **Hur långt räcker miljömålen?**

En annan fråga som är viktig att komma ihåg – eftersom titeln på boken du läser är ”Jordbruk som håller i längden” – är att det ligger nära till hands att fråga sig om man direkt kan översätta potentialen för miljömålsuppfyllnad med grad av ekologisk hållbarhet. Visst finns det många kopplingar, men ekologisk hållbarhet inom jordbruket är mer än summan av ett antal miljöpåverkande faktorer. Men en av aspekterna berörde faktiskt den gymnasieelev som ställde frågan som fick inleda den här artikeln.

Vad jag inte hade hunnit säga när frågan ställdes var att miljömålet *Giftfri miljö*, liksom många andra miljömål, inte ska tolkas för bokstavigt. Målformuleringen ”Miljön skall vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden” ändrades av riksdagen 2010 till följande lydelse: ”Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte

hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden.” Det ultimata målet, en miljö helt fri från konstgjorda ämnen och utvunna metaller, går inte att åstadkomma idag. Målet får därför begränsas till att få bort de ämnen som kan hota vår hälsa eller den biologiska mångfalden. Kruxet – inser alla – är att vi på förhand aldrig kan veta med hundra procents säkerhet vilka ämnen som är ofarliga, speciellt inte när ämnena och deras nedbrytningsprodukter så småningom blandas i våra och andra djurs kroppar.

Så anledningen till att vi inte ”rakt av” förbjuder alla gifter i jordbruket är att vi gör den bedömningen att ämnena inte hotar vår hälsa eller den biologiska mångfalden (och här gör myndigheterna kontinuerligt utvärderingar). Vi tar en medveten risk. Och vi vet av erfarenhet att den bedömningen vi idag gör kan visa sig felaktig i framtiden. Hållbarhet är – som jag ser det – väldigt mycket en fråga om just risker. Ett hållbart jordbruk minimerar de risker som finns så mycket som möjligt.

Slutligen får man inte heller glömma bort att miljömålen är politiskt satta mål, även om de haft det allra bästa naturvetenskapliga underlaget. Huruvida målen är tillräckligt ambitiösa för att skapa ett långsiktigt ekologiskt hållbart samhälle är en fråga som bara kommer att kunna besvaras i efterhand.

**Tabell 1. Sverige har sexton nationella miljömål. De fjorton miljömål där det går att finna samband med miljöeffekterna av jordbruk har markerats med plustecken.**

Sveriges miljömål	Samband med jordbrukets miljöeffekter
1. Begränsad klimatpåverkan	+
2. Frisk luft	+
3. Bara naturlig försurning	+
4. Giftfri miljö	+
5. Skyddande ozonskikt	+
6. Säker strålmiljö	-
7. Ingen övergödning	+
8. Levande sjöar och vattendrag	+
9. Grundvatten av god kvalitet	+
10. Hav i balans samt levande kust och skärgård	+
11. Myllrande våtmarker	+
12. Levande skogar	+
13. Ett rikt odlingslandskap	+
14. Storslagen fjällmiljö	-
15. God bebyggd miljö	+
16. Ett rikt växt- och djurliv	+

*Jonas Nilsson är biolog och har arbetat med information och utredningar på miljöområdet sedan mitten av 1980-talet. Artikeln bygger på en litteraturgenomgång som han gjorde åt Centrum för hållligt lantbruk, SLU, år 2007.*

## Lästips

- Jonas Nilsson, *Ekologisk produktion och miljö kvalitetsmålen – en litteraturgenomgång*. Centrum för uthålligt lantbruk, Sveriges lantbruksuniversitet 2007.
- *Miljömålen – svensk konsumtion och global påverkan*, Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål, de Facto 2010 ([www.miljomal.nu](http://www.miljomal.nu)).
- *Svenska miljömål – för ett effektivare miljöarbete*, Regeringens proposition 2009/10:155 ([www.regeringen.se](http://www.regeringen.se)).

## Matsvinn – att förlora kamelen efter att ha silat myggen

Mer än en fjärdedel av jordbrukets produktion blir svinn i livmedelskedjan – mellan odlingen och den faktiskt konsumerade maten. Att en stor del försvinner i hushållen är lönsamt för livsmedelsbranschen, men dåligt för miljön. Det är svinnet av den färdiga produkten som kostar mest för miljön eftersom så många delprocesser har varit förgäves. Hur skulle det bli om vi konsumenter blev belönade för att vi köpte även den inte helt perfekta maten, kanske med ett lägre kilopris eller med svinnpöäng? Det är Ingrid Strid som undrar.



Foto: Tiana Månny

*Ingrid Strid, Institutionen för energi och teknik, SLU.*

Efter att ha ägnat mig åt livscykelanalyser av jordbruksprodukter i snart tio år kan jag inte låta bli att bekymra mig över matsvinnet. Vad tjänar det till att jaga effektiviseringar i till exempel ladugårdens ventilationssystem när vi sedan utan att blinka förlorar kanske 10–20 procent av mjölken hos konsumenten i slutändan?

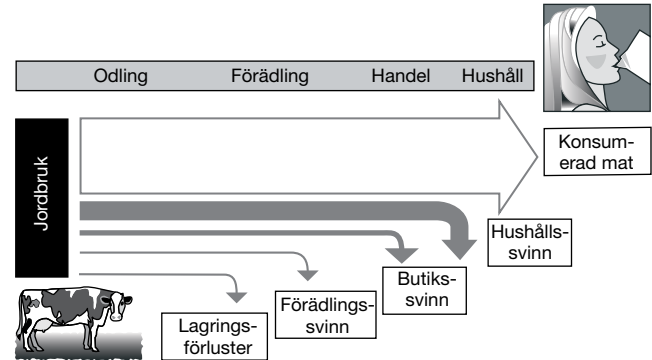
Svinn kan uppkomma i alla led i livsmedelskedjan, från bärgningsförluster av grödor, via hanteringsförluster på gården och inom livsmedelsindustrin, till svinn inom handeln och i hushållen. När produkter förloras i de senare leden, i butiker och hushåll, får det större miljöpåverkan än när de förloras tidigt i livsmedelskedjan, eftersom många fler delprocesser har varit förgäves (figur 1).

### Minska svinnet i slutändan

Att minska på svinnet i butiks- och konsumentleden är alltså ett effektivt sätt att minska miljöbelastningen från en produkt. Hittills har mycket av ansträngningarna inom livsmedelssektorn fokuserat på effektiviseringar av olika delprocesser, som gödslingsmetoder med lägre ammoniakutsläpp, energieffektivare bakugnar och smartare planerade distributionstransporter.

Men varje delprocess kan bara påverka totalresultatet med sin andel. Det innebär att exempelvis en 20-procentig förbättring för en enskild delprocess

## Svinn i livsmedelskedjans olika led



*Svinn kan uppstå i alla led i livsmedelskedjan. Ju senare svinnet uppstår, desto mer miljöbelastning har varit förgäves. Förhållandet mellan pilarna i figuren stämmer ungefär med dagens kunskapsläge – och kan komma att ändras när forskningen har kommit längre. Den vita pilen överst representerar det som faktiskt äts.*

(till exempel vid bakning) aldrig kan få samma genomslag på helhetsresultatet som en 20-procentig minskning av svinnet av den färdiga produkten. Vilken annan metod än minskning av svinnet har potential att på ett bräde sänka all typ av miljöbelastning för ett livsmedel med tvåsiffriga procenttal? Det är dags att se de stora siffrorna i vitögat!

### Branschen tjänar på svinn hos konsumenten

Nu hör det till saken att livsmedelsbranschen ur ett företagsekonomiskt perspektiv tjänar stora pengar

på att vi konsumenter inte kan planera vår mathållning bättre än att det hela tiden blir mat över som vi måste kasta. Vi leker med tanken att Sveriges konsumenter över en natt blir flexibla nog att äta upp allt de tidigare köpt innan de köper nytt. Då skulle omsättningen i livsmedelssektorn minska med i storleksordningen 20 procent, om vi antar att de första preliminära uppskattningarna (från England) av hushållens matsvinn stämmer. Det finns alltså starka ekonomiska incitament hos branschen till ett fortsatt högt svinn i konsumentledet.

Däremot är det i princip ekonomiskt lönsamt för aktörerna inom livsmedelssektorn att minska sitt eget och tidigare leds svinn – så länge det inte påverkar försäljningen negativt eller tar för mycket personal i anspråk. Här behöver den säljande parten göra en avvägning mellan litet svinn och att produkten gör ett attraktivt intryck på köparen, i butiksledet till exempel att köttet inte är för nära sitt bäst föredatum. Att även tidigare leds svinnminskning är positiv för en aktör avspeglas i inköpspriset, som måste sättas så att den föregående aktörens svinn täcks in. Exempelvis blir det billigare för detaljhandeln att köpa varor av en grossist som har litet svinn under lagring och distribution än av en grossist med stort svinn.

### **Lägre kilopris eller svinnpoäng?**

Om vi betraktar matsvinn frågan ur ett globalt perspektiv så finns det i princip två sätt som vinsten från en minskning av världens matförluster skulle kunna räknas hem. Antingen får vår globala mathållning lägre miljöbelastning när vi drar ner på användningen av resurser som fossila bränslen, fosfor, vatten och mark. Eller så används dessa resurser för att bekämpa hunger i den del av världen där resurserna inte räcker till. Här kommer vi in på den etiska dimensionen av matsvinn frågan, men den tänkte jag lämna till läsaren att fundera på själv.

Istället vill jag ta upp en mer konkret tråd: hur det egentligen går till när en matkonsument väljer ut ett livsmedel att lägga i sin korg. Anta att jag står inför valet att för samma kilopris köpa antingen ett perfekt äpple eller ett äpple med ett litet märke på som skulle behöva ansas bort. För mig är det då högst begripligt att jag tar det perfekta äpplet. Jag får sällan någon belöning för att jag offrar mig och tar det något sämre äpplet. Men jag skulle kanske välja annorlunda om jag fick något för detta besvär, till exempel ett lägre kilopris – kanske 16 kronor istället för 18,90? Eller varför inte ”svinnpoäng”? Detta skulle kunna vara ett system där man får poäng när man handlar varor med skavanker till ordinarie pris, poäng som senare går att handla för i den butiken. Ärligt talat tror jag inte vi får något genombrott i butiksvinn frågan utan att

konsumenterna uppmuntras och belönas på något sätt för sin uppoffring, om det är det som krävs.

### **Osynlig miljöinsats**

Möjligen kan man fundera på varför det går att sälja ekologiska matvaror för ett högre pris till de kunder som är motiverade av miljöskäl, men inte att sälja anmärkta grönsaker med miljömotiveringen att de annars slängs. Kanske beror det på att när jag handlar till exempel KRAV-produkter så kan jag ståta med att bidra till statistiken över försålda ekovaror, och jag vet att jag gynnar de producenter som anstränger sig för sin ekologiska produktion. Det ger åtminstone mig en ”feel good”-känsla. Men om jag skulle köpa grönsaker med fläckar eller mjölken med det sämsta datumet i kylhyllan kommer det inte att märkas någonstans. Min miljöinsats blir osynlig även om den är stor.

Som forskare vill jag bidra till 1) att frågeställningen om matsvinn kommer på kartan, 2) att vi skapar oss en bild av hur det ser ut där ute egentligen och vilka mängder vi pratar om, samt 3) kunskaper om hur vi löser problemet effektivast, det vill säga vilka sätt som fungerar i praktiken och vilka som ger störst miljövinster.

Inom Formas satsning ”Hållbar butik” har vi nu tagit tag i frågorna ur ett vetenskapligt perspektiv. I ett treårigt projekt (2010–2012) ska vi undersöka

effekterna på ekonomi och miljö av olika åtgärder för att minska svinnet i ett antal butiker.

---

*Ingrid Strid är filosofie doktor och arbetar med miljöfrågor inom livsmedelskedjan på Institutionen för energi och teknik vid SLU, bland annat med livscykelanalys som verktyg för att beräkna miljöpåverkan för mat och foder. Hon har Formasanslag för sin forskning kring matsvinn i butiker.*

### **Lästips**

- Tristram Stuart, *Waste – Uncovering the global food scandal*, Penguin books, England, 2009 ([www.tristramstuart.co.uk/](http://www.tristramstuart.co.uk/)).
- *Rapport från en slaskhink*, Konsumentföreningen Stockholm, 2009 ([www.konsumentforeningenstockholm.se](http://www.konsumentforeningenstockholm.se)).
- *Maten i soptunnan – vem täljer trögubbar för att elda upp dem?* Artikel av Karin Östergren och Ulf Sonesson i KliMATfrågan på bordet, Formas Fokuserar nr 14, Formas 2008.

## **Hållbart jordbruk – konsumenten kan inte göra allt**

Visst har individen ansvar för sitt handlande i olika sammanhang. Men att begära att vi som livsmedelskonsumenter ska lösa jordbrukets hållbarhetsproblem är att göra det alltför lätt för de folkvalda politikerna, skriver Lena Ekelund. Vi ska lägga vår röst vart fjärde år, och de ska bygga upp lagar och regelverk. Ett problem är att målet "hållbart jordbruk" är så knepigt att definiera. Det är svårt för naturvetarna att bli överens om den ekologiska hållbarheten. Till det kommer mål för ekonomisk och social hållbarhet – och önskan om en levande landsbygd.

*Lena Ekelund, Område Arbetsvetenskap,  
ekonomi och miljöpsykologi, SLU.*





**K**onsumenten – den unga studenten, den jäktade småbarnsföräldern eller den medelålders tjänstemannen mitt i karriären – som traskar in i livsmedelsbutiken för att fylla kundvagnen med vardagsmat, är det makthavaren som styr över jordbrukets hållbarhet? Många krav ställs på inköpen. Maten ska vara nyttig, god, miljövänlig och klimatsmart. Dessutom ska den snabbt förvandlas till en fullvärdig måltid som ska uttrycka den enskildes personlighet och livsstil. Den ska vara etiskt producerad. Och så ska den vara billig.

I ett utvecklat land lägger invånarna allt mindre del av sina inkomster på livsmedel. I Sverige är vi nere på 12 procent, i Storbritannien är matens andel av privatkonsumtionen under 10 procent. Det finns de som vill att maten ska vara dyrare. Som ekonom har man lätt att se det fina i att människor kan köpa mat till lågt pris och lägga pengar på annat. Ekonomer är optimister.

Forskarna i naturvetenskap är inte ense om vad som är hållbart jordbruk, om till exempel ekologiskt är mer hållbart än konventionellt. Eller om närproducerat alltid är bättre än importerat. Under tiden gör konsumenten sina val och behöver också hållbara lösningar. Hur ser konsumentens mål ut i förhållande till jordbrukarens? Konsumenten har sällan direktkontakt med bonden eller trädgårdsodlaren. Det ligger ett komplicerat och högutvecklat

distributionssystem som en länk emellan dem – eller som ett hinder. Både varorna och kommunikationen måste ibland gå över stora avstånd. Vad innebär det för hållbarheten? Hur kommuniceras hållbarhet?

### **Konsumentens val**

Som konsumenter kan vi utöva makt på marknaden. Kanske är den makten större än den makt vi uttrycker när vi går och röstar. Medan valdeltagandet sjunker i utvecklade länder så ökar konsumtionen av produkter som är märkta ekologiskt, Fair Trade eller närproducerat. Genom att köpa dessa lägger vi en röst för en viss typ av produktion. Det kan finnas många olika anledningar till att man köper ekologisk mjölk, rättvisemärkt kaffe eller närodlade grönsaker. Men ett skäl kan vara att man vill visa sitt missnöje med problem som bekämpningsmedelsrester i maten, fattigdom i tredje världen eller med hela livsmedelssystemet. Detta sätt att uttrycka sig kan ses som en politisk handling.

Det kan finnas många olika anledningar till hur vi konsumenter väljer. Undersökningar visar att en del av konsumenterna värderar osjälviska anledningar högt, till exempel miljö, djursorg och rättvisefrågor. Andra föredrar exempelvis ekologiska produkter av mer själviska hälsoskäl. Eller köper närproducerat för att det är färskare och smakar godare. Eller kanske för att man är lokalpatriot? Det är inte

lätt att veta vad som ligger bakom de val som görs. Ett sätt att försöka förstå konsumenten är att se hur folk handlar. Här ger försäljningssiffrorna en ganska tydlig bild. Runt 3 procent av den mat vi själva köper i butikerna i Sverige är ekologiskt producerad. Den mat som köps in för skattepengar till skolor och andra offentliga bespisningar styr politikerna över. Här har riksdagen bestämt att 25 procent av inköpen ska vara ekologiska redan 2010. Målet är nått i 27 kommuner, men i genomsnitt i hela landet är andelen bara drygt 10 procent. Det är ändå betydligt mer än i butiken, och det visar att konsumenten har andra mål än man har i offentlig sektor.

### **Kluvna konsumenter**

Många är intresserade av att få veta vad konsumenten tycker. Opinionsinstitut och undersökningsföretag gör ofta undersökningar om detta. Genom att ställa samma fråga till kanske tusen personer drar man sedan slutsatser om konsumentens åsikter. Sifo ställde i december 2009 frågan: Händer det att du känner dig lurad eller vilseledd när du handlar mat? 31 procent svarade "ibland" och 10 procent "ofta". När Synovate i samma veva frågade om förtroendet för livsmedelsföretagen svarade 80 procent att det var gott. Den undersökningen var beställd av Livsmedelsföretagen (LI) medan Sifoundersökningen var beställd av Livsmedelsverket.

Från Stockholms universitet finns en företagsekonomisk forskningsrapport som talar om konsumentens bristande förtroende och starka oro för maten. Ett problem är att det är svårt att skilja mellan bra och mindre bra livsmedel. Man har inte tid och kunskap att själv tillaga maten, och det skapar ångest att behöva välja mellan alternativ med olika känslobaserade egenskaper, som gott, nyttigt, bekvämt och säkert. Medan världssvälten rasar därute har alltså svensken ångest för att behöva välja mellan olika slags livsmedel, producerade under världens mest rigorösa regelverk och tillhandhållna i ett livsmedelssystem uppbyggt av världens bästa tekniska logistik. Välfärdssamhället skapar sina egna problem.

Men vi lägger ju bara 12 procent av våra inköp på livsmedel, då måste vi väl vara nöjda? Vi kanske inte kan få ett sant svar på frågan om konsumenten är nöjd eller orolig. När man frågar människor om vad som är viktigast med maten svarar de flesta att det är smaken. Maten måste vara god, det är huvudsaken. En stor andel av de tillfrågade brukar också svara att det är viktigt att veta varifrån maten kommer. Sedan är problemet att konsumenter säger ett och gör ett annat. Samma kund som säger sig föredra svenska tomater kan mycket väl komma ut ur butiken med en påse importerade tomater. Våra studier vid SLU har visat att när konsumenter ska rangordna produkter med olika ursprung och pris, ekologiska

eller vanliga, väger priset tyngst. Ett lågt pris har stor betydelse, och bland konsumenter i allmänhet finns det en viss andel prisjägare. Men få erkänner det när de får frågan om hur de väljer mat. Då framställer man sig gärna som en smakmedveten, miljövänlig och klimatsmart etisk konsument.

### **Konsumentmakt och ”buycott”**

Ett exempel på konsumentmakt är bojkott av vissa varor. När Frankrike i mitten av 1990-talet gjorde kärnvapenprovsprängningar i Stilla Havet visade många svenska konsumenter sitt missnöje genom att sluta köpa franska viner. Franska vinodlare förlorade intäkter medan spanska viner fick en skjuts uppåt. På så sätt straffade svenska konsumenter franska producenter. För att de hade valt fel politiker kanske, för en fransk vinbonde hade väl inte något direkt med sprängningarna att göra. I början av 2009 började ett antal stora livsmedelsbutiker i Skåne ta in Arlamjölke istället för Skånemejeriers sortiment. En kampanj spreds som en löpeld över Internet, och konsumenter protesterade och bytte inköpsställe. Butikerna fick ändra sig och börja sälja Skånemjölken igen. Detta fenomen – att rösta med plånboken och välja en viss vara – brukar kallas för ”buycott” istället för bojkott. Att köpa (buy) och stödja det man föredrar.

Ett annat exempel på konsumentmakt är de kampanjer mot tillsatser i livsmedel som inleddes av

”den hemlige kocken”, journalisten Mats-Erik Nilsson. Tillsammans med livsmedelskedjan City Gross lanserade han märkningen Äkta Vara, som anger att maten innehåller färre tillsatser. Forskare och Livsmedelsverket invände mot den ensidiga kritiken mot tillsatser och E-nummer, som i många fall är av godo för konsumenten och inte bara onödiga. Livsmedelsindustrin reagerade snabbt med en anpassning till nya konsumentkrav. Makten hos massmedier och inte minst hos nya sociala medier blir tydlig för alla när information får en snabb spridning. Konsumentens roll gestaltas nu på en ny scen och regisseras skickligt av opinionsbildare.

### **Hållbart jordbruk – som ekonomen ser det**

Konsumenten förväntas lösa jordbrukets hållbarhetsproblem genom att agera på marknaden, men denna marknad fungerar inte helt fritt. På en fri marknad finns det konkurrens mellan många köpare och mellan många säljare. Alla har rätt att börja producera och sälja och köpa. Informationen är fullständig och fritt tillgänglig. Inga regleringar görs i form av pristöd, subventioner eller avgifter.

Men vi kan konstatera att den svenska livsmedelsmarknaden har vissa brister. Det första problemet är antalet säljare och köpare. Ett fåtal stora livsmedelskedjor dominerar marknaden. Även om det finns alternativ så är det svårt att gå in och konkurrera med

ett uppbyggt distributionssystem som har sina avtal, butiksetableringar och marknadsföringsresurser i form av informationskanaler och starka varumärken.

Marknaden kan inte lösa alla valproblem, inte ens om konkurrensen är fri. Miljöproblemen är ett så kallat marknadsmisslyckande. Jordbruksproduktionen är till för att få fram livsmedel, men får en del negativa effekter som inte var meningen (externa effekter). Övergödning, bekämpningsmedelsläckage och förlorad biologisk mångfald är tydliga exempel på det. Till de positiva externa effekterna hör å andra sidan ett tilltalande odlingslandskap och en levande landsbygd. Och dessa vill vi ha mer av, mer än marknaden själv ger oss. Det behövs ett regelverk för att komma tillrätta med detta, men sätten att styra i rätt riktning är många. Ekonomer gillar ekonomiska styrmedel. Med skatter och avgifter minskas användning av miljöfarliga medel, och med subventioner av hållbara produktionssystem (dit det ekologiska jordbruket räknas) får man mer av den varan. Jordbrukarna väljer rationellt och strävar efter ekonomiska mål. Marknaden ställer in sig efter nya priser i produktionen.

Problemet är att målet, ett hållbart jordbruk, är så svårt att definiera. Även om naturvetare och jordbruksexperter blir allt bättre på att tala om hur man löser enskilda miljöproblem så är dessa av flera olika slag och har olika lösningar. Sedan tillkommer de ekonomiska målen. Om produktionen kostar för

mycket så lägger lantbruken ner. Då minskar konsumentens valfrihet, och den sociala hållbarheten och den levande landsbygden offras. Också de som sätter upp politiska mål och de som utformar regelverket måste välja och prioritera.

### **Alla dessa miljömärken**

En förutsättning för kloka val är information. Forskare inom naturvetenskap och teknik har ofta en mycket starkt tilltro till upplysningens kraft: Om man bara talar om för folk vad som är miljömässigt riktigt så kommer de att förstå och göra rätt. Så enkelt är det inte. Det finns ofta flera budskap, och dessutom har individen inte som enda mål i livet att rädda miljön. Man ska överleva på kort sikt. Man ska tillfredsställa behov, ge sig belöningar, man hinner inte. Konsumenten har begränsat med resurser.

Med olika medel försöker bönder, trädgårdsodlare, industri och handel visa sitt miljöengagemang och möta konsumenters intresse för hållbara lösningar. KRAV utgjorde basen för en expansion av den ekologiska produktionen. Från att ha varit en rörelse för minskad användning av kemiska bekämpningsmedel och handelsgödsel har KRAV utvecklats till en organisation för kontroll av många olika aspekter inom produktionen. Regelboken blir tjockare för varje år. Förutom KRAV finns det en EU-märkning med ny logotyp för ekologiskt jordbruk som följer EU-förordningen från 2007. Ursprungsmärken kan

också uppfattas som miljömärken, exempelvis Svenskt Sigill som arbetar för ”säker mat, god djuromsorg och miljöhänsyn”. Miljöledningssystem och miljöcertifieringar är inte avsedda att kommuniceras till konsument men finns ibland på förpackningar. Livsmedelskedjorna har sina egna varumärken med miljöprofil. Nya märkningar tillkommer hela tiden: rättvisemärkning, klimatmärkning, nya varumärken och nya avsändare.

Märkena är till för att skicka budskap och skapa positiva associationer. De är inte bara till för att ge information, de ska också sälja en vara. Vi slipper tänka och sätta oss in i alla detaljer om maten när vi väljer exempelvis KRAV-märkt. Kanske är det det vi betalar för – att slippa lägga ner tid. Med fler märken tvingas vi välja mellan fler alternativ, och valfrihet är bra. Ett annat alternativ är att gå direkt till bonden eller trädgårdsodlaren och handla. Det personliga förtroendet och direktkommunikationen kan ersätta märkningen. Vi kanske litat mer på den enskilde livsmedelsproducenten än på organisationerna, industrin och handeln. Det ökade intresset för närproduktion är ett tecken på det.

### Dagligvaruhandelns dominerande jättar

Även om gårdsbutiker och lokal torgförsäljning, som Bondens Marknad, ökar för varje år är det ändå i den vanliga livsmedelsbutiken som svenskarna köper sin mat. Över tre fjärdedelar av maten köper vi i en



1



2



Ekologiska varor

3



4



5



6



7

*Dagligvaruhandeln har sina egna miljömärken: ICA (1), Coop (2) och Hemköp (3). EU Ekologiskt (4) och KRAV (5) anger att varan är ekologiskt producerad. Svenskt Sigill (6) står för svensk kvalitet och Fairtrade (7) för rättvisemärkt. Inom KRAV och Svenskt Sigill finns också en klimatcertifiering.*

livsmedelsbutik. Resten går genom specialaffärer, bensinmackar och direktförsäljning.

Svensk livsmedelshandel tillhör de mest koncentrerade i världen om man ser till de stora butikskedjornas andel av den totala försäljningen. Bland dessa butiker står ICA-handlarna för mer än hälften av försäljningen och visar på ständiga ökningar. Särskilt är det de stora ICA Maxi-butikerna som ökar. Coop kommer tvåa med runt tjugo procent

av försäljningen och Axfood, som äger Willys och Hemköp, följer tätt efter. Bergendahls med sina lågprisprofilerade City Gross ökar starkt. Också Lidl och Netto ökar kraftigt, men har bara 2–3 procent vardera. Överhuvudtaget är det lågprisbutikerna som har haft störst framgång under senare års lågkonjunktur.

Är det då någon skillnad mellan butikerna? Prispressen märks i lågkonjunktur i alla butiker, men det är klart att lågprisbutikerna har en starkare sådan profil. Den konsument som vill hålla en hög miljöprofil genom sin konsumtion väljer nog inte att handla på Willys eller Netto, även om man också här kan finna miljövänliga produkter. En tydlig satsning på ekologiskt märks i Coop, ICA och Hemköp. Coops Änglamarkssortiment har en lång historia på den ekologiska marknaden. ICA har sina egna ekologiska varumärken, ICA I Love Eco, liksom Hemköp med Garant Ekologiska varor. City Gross har inga egna varumärken men har profilerat sig med märkningen Äkta Vara, som anger att maten innehåller färre tillsatser.

Alla kedjor har miljö- och hållbarhetsprogram med tips på klimatsmarta inköp, men ambitionsnivån varierar. I de butiksstudier som vi har gjort vid SLU i Alnarp har det visat sig att personal och ansvariga i butik har stor betydelse för hur sortimentet ser ut och hur kunden kan påverkas att välja vara. En aldrig så miljöinriktad konsument kan tappa intresset om inte butiken matchar med goda varor, om det nu är

eko eller närodlat eller etiskt producerat. Butiken har också ett ansvar. För det är i butiken som valen görs. En viktig fråga är vem som har makten. Inom EU och jordbruksdepartementet diskuteras supermarketjättarnas dominans på marknaden. EU:s jordbrukspolitik har som mål att gynna landsbygdsutveckling och bönder, och samtidigt miljön och konsumenterna, och har alltmer uppmärksammat att koncentrationen av företag inom handeln missgynnar producenterna. Handelns företrädare brukar hävda att de inte kan sälja någonting som inte konsumenterna efterfrågar och att butiken avspeglar konsumentens makt. När leverantörspriserna pressas gynnas konsumenten, hävdar man. Mot detta kan man invända att konsumenternas valfrihet knappast gynnas av att jordbrukare och trädgårdsodlare slås ut och att alltmer av varans värde hamnar i handelsledet. Även om producenterna sluter sig samman i olika kooperativ och producentorganisationer är ändå förhandlingsstyrkan ojämn. Det är ingen brist på livsmedel inom EU, och många är beredda att leverera till den svenska köparen.

### **Ökad ekonomisk mångfald**

Som ekonom måste man förespråka valfrihet och mångfald. Det är bra med många olika miljömärkingar. Det är bra när bönder säljer färska produkter direkt till konsumenten. Det är bra när industrin ger oss tid till annat än matlagning och när de särskilt

goda tomaterna går att urskilja bland de urvattnade. Det behövs öppen och lättillgänglig information från ansvariga företag – från bönder och odlare till livsmedelsföretag och butikskedjor.

Visst har individen ansvar för sitt handlande. Som medmänniskor har vi ansvar för vår nästas väl. Som medborgare ska vi efter förmåga bidra till samhällets utveckling och välfärd, och som anhöriga ska vi värna om familjen. Men att begära att vi som livsmedelskonsumenter ska lösa jordbrukets hållbarhetsproblem, det är att göra det alltför lätt för de folkvalda politikerna. Vi ska lägga vår röst, och de ska bygga upp lagar och regelverk. Tänk, handla, ät sedan – och var glad!

---

*Lena Ekelund är professor i hortikulturell ekonomi vid SLU i Alnarp. Hon forskar om konsumentaspekter på matens ursprung och ekologisk produktion samt strukturutvecklingen i livsmedelskedjan, och är särskilt intresserad av frukt och grönt. Hon har Formasanslag för projekten "Konsumentvärde och värderingar kring ekologiska livsmedel" och "Klimatmärkt livsmedelsbutik".*

### Lästips

- M. Klintman, M. Boström, L. Ekelund och A-L Lindén, *Maten märks: förutsättningar för konsumentmakt*, Lunds universitet 2008 ([www.fpi.lu.se](http://www.fpi.lu.se)).
- *Vem är Vem, Fakta om svensk detaljhandel 2010*, Market ([www.market.se](http://www.market.se)).
- S. Wikström, M. Hedbom och L. Thuresson, *Jakten på den värdefulla måltiden*. Handelns utvecklingsråd 2010 ([www.vinnova.se](http://www.vinnova.se)).
- *Varför väljer vi ekologiskt?*, artikel av Lars Vikinge i Formas Fokuserar nr 1: Är eko reko? Om ekologiskt lantbruk i Sverige, Formas 2003.
- *Klimatmärkning av mat – vad kan det ge och när ska det ske?*, artikel av Oksana Mont och Katsiaryna Paulavets i Formas Fokuserar nr 14: KliMAT-frågan på bordet, Formas 2008.
- *Aha – klimatmärkt mat!*, artikel av Helena Shanahan och Helene Wåhlander i KliMATfrågan på bordet, Formas 2008.
- *Hoppfull oro – en medelväg för klimatvänlig matkonsumtion*, artikel av Maria Ojala i KliMAT-frågan på bordet, Formas 2008.

# DJUREN



## Hur mår djuren i ekologisk produktion?

Det är bra för djur att gå ute och beta och att ha tillgång till grovfoder. Allt detta får de enligt reglerna för ekologisk produktion. Men det är svårt att veta hur djuren mår i praktiken. Variationen mellan gårdar är ofta större än mellan produktionssystem. Motivation och kunskap hos den som sköter djuren har stor betydelse. Ett problem idag är att djuren på ekologiska gårdar är genetiskt i stort sett desamma som konventionella djur. De ekologiska djuren skulle kunna må ännu bättre i framtiden om aveln riktades in mer på att ta fram sorter som passar deras livsmiljö, skriver Anna Valros.



*Anna Valros, Veterinärmedicinska fakulteten,  
Helsingfors universitet.*

**G**od djurvelfärd är ett viktigt mål i det ekologiska jordbruket, och är också en viktig orsak till att konsumenter väljer att köpa ekologiskt. Inom ekologisk djurproduktion strävar man efter att förverkliga en produktionsform som garanterar hög livsmedelskvalitet, ekologisk hållbarhet, miljövänlighet och respekt för djurens naturliga behov. Djurvelfärd är alltså bara en av många principer som styr det ekologiska jordbrukets regler och praktiska lösningar, vilket i viss mån inverkar på hur bra djurvelfärden kan garanteras i praktiken. De studier som har gjorts på djurvelfärd i Sverige, Norden och Europa visar att djuren i genomsnitt mår minst lika bra i ekologiskt som i konventionellt jordbruk, men det finns fortfarande utrymme för förbättringar.

### Regler för djurhållning

Den ekologiska produktionen bygger på principer som har godkänts av bland annat den internationella organisationen för ekologisk produktion, International Federation of Organic Agricultural Movements (IFOAM). Enligt IFOAM bör all djurhållning sträva mot en god djurhälsa och djurvelfärd, och styrs av de fysiologiska och grundläggande etologiska (beteendemässiga) behov som djuren har.

Sedan år 1999 har den ekologiska produktionen i Europa styrts av en gemensam förordning som bland annat understryker den förebyggande hälsovårdens

betydelse. Djurens välfärd och hälsa bör främjas genom att man väljer passande raser och linjer, sköter djuren naturenligt, använder foder av hög kvalitet, ser till att djuren får röra på sig och gå ut, och undviker hög djurtäthet. Tanken är att kunna minska på infektioner och sjukdomar genom att erbjuda djuren förhållanden som stärker deras eget immunförsvar.

I Sverige styrs den ekologiska djurproduktionen dessutom av KRAV-regler som delvis är striktare än EU-förordningen. Enligt KRAV bör djuren i ekologisk produktion ha en god välfärd och en värdig tillvaro.

### Frågor på olika nivåer

EU-förordningen och KRAV-reglerna ger alltså ramen för hur djur ska hållas, utfodras och behandlas i ekologisk produktion. Djurhållningsreglerna styrs i sin tur av de generella principerna för ekologisk produktion. Men hur djuren egentligen mår på gårdarna bestäms till stor del av de praktiska lösningar som gården har valt, och speciellt mycket av djurägarens eller djurskötarens yrkeskunskap, attityd och motivation. Därför är det viktigt att granska djurvelfärd inom ekologisk produktion på flera nivåer.

Frågor som kan ställas på de olika nivåerna är:

1. Leder de *generella principerna* bakom ekologisk djurhållning till bättre djurvelfärd?

2. Styr de olika *regelverken* (EU-förordningen, KRAV-reglerna) djurhållningen på ett sätt som främjar djurvälstånd?
3. Mår djuren på de ekologiska gårdarna bättre i *praktiken* än djur på konventionella gårdar?

Svaret på den första frågan är ”ja”, eftersom det är klart att djur mår bättre om man beaktar deras behov i större grad. Svaret på fråga två är inte lika självklart. I många fall kan svaret vara ”ja”. Till exempel är det klart att en lägre djurtäthet förbättrar djurvälståndet. Å andra sidan kan regelverket i vissa fall leda till att svaret blir ”nej”, bland annat genom att reglerna för ekologisk produktion begränsar användningen av medicin. Fråga tre är allra svårast att svara på. Hur djuren mår i praktiken har studerats i viss utsträckning. Men det är alltid lika svårt att generalisera resultaten, och man kan aldrig vara säker på att de gäller för *alla* djur på *alla* gårdar, *alla* tider på året och både idag och om tio år.

Det finns en hel del generella regler för ekologisk djurhållning som påverkar djurhälsa och djurvälstånd oberoende av djurslag. Det gäller bland annat utfodring, läkemedel, utevistelse och dagsljus som ska behandlas här i tur och ordning. Det finns också artspecifika djurvälståndsfrågor som tas upp lite senare i kapitlet.

## Utfodring

Ekologiska djur ska i första hand utfodras med ekologiskt certifierat foder från den egna gården. Det faktum att utfodringen är baserad på ekologiskt odlade fodermedel har troligen ingen större betydelse för djurens välfärd i sig. Däremot kan den här begränsningen föra med sig vissa problem. Det kan till exempel vara svårt att åstadkomma tillräckligt bra aminosyrasammansättning i foder för grisar och fjäderfä, något som i värsta fall kan leda till ökade problem med beteendestörningar som fjäderplockning och kannibalism hos höns. De djur som används inom ekologisk produktion är genetiskt sett ungefär desamma som inom konventionell produktion. Det innebär att de har avlats fram för att växa snabbt på ett väldigt kraftigt och välanpassat foder.

Utfodringen i ekologisk produktion, och speciellt inom KRAV, ska till stor del basera sig på grovfoder (som hö eller ensilage) och bete. Det här inverkar positivt på djurens välfärd eftersom både grovfoder och speciellt bete ger djuren sysselsättning och en möjlighet att äta på ett mer naturenligt sätt. Dessutom minskar en fiberrik diet djurens hungerkänsla i situationer då utfodringen bör begränsas av produktionsmässiga och djurhälsoskäl. Ett exempel på en sådan situation är tiden då suggorna är dräktiga. Dräktiga suggor har god aptit, men utfodringen måste begränsas för att de inte ska bli för feta. Feta

sugger för lättare problem med grisningen och kan ha nedsatt mjölkproduktion. Flera studier visar att en fiberrik utfodring under dräktigheten gör suggorna mindre oroliga och aggressiva. Dessutom har det en positiv inverkan på suggans tarmfunktion kring grisningen, och det verkar i sin tur göra grisningen mer smidig.

### **Användning av läkemedel**

Inom ekologisk djurproduktion begränsas användningen av läkemedel, speciellt när det gäller förebyggande medicinering. Detta är någonting som ofta tas upp som ett potentiellt välfärdsproblem. Men det finns inskrivet i KRAV-reglerna att läkemedel ska användas vid uppenbart behov, och att man riskerar mista sin KRAV-certifiering om man inte genomför behandlingar som behövs. Med andra ord borde reglerna uppmuntra producenterna att använda medicinering när det är nödvändigt för att djuret ska må bra, men det finns en risk att djur lämnas obehandlade.

För att minimera risken för läkemedelsrester i slutprodukten är karenstiden (tiden man måste vänta innan djuret kan användas för livsmedelsproduktion) i de flesta fall dubbelt så lång som i konventionell produktion. Om det behövs upprepade behandlingar för olika sjukdomsfall blir karenstiden betydligt längre. Det betyder att djuret i praktiken faller ur KRAV-systemet. Eftersom det är viktigt för ekologisk

produktion att slutprodukterna verkligen är rena och fria från främmande ämnen poängterar man istället att förebyggandet av sjukdom är det viktigaste verktyget för att minimera behovet av medicinering. Genom att låta djuren gå ute, äta foder av hög kvalitet och genom att sköta djuren bra borde man kunna stärka deras eget immunförsvar och därmed minska risken för sjukdomsfall.

### **Utevistelse och bete**

En mycket viktig del av den bild många konsumenter har av ekologisk djurproduktion är det faktum att djuren får gå ute. De flesta konventionellt uppfödda djur, speciellt fjäderfä och grisar, går inomhus hela sitt liv. Inom all europeisk ekologisk produktion bör djuren få gå ute under hela eller delar av året, beroende på bland annat djurslag och landets klimatförhållanden. KRAV-reglerna är striktare än de europeiska reglerna när det gäller möjligheten för djuren att gå på bete. Med vissa undantag ska nötkreatur och fjäderfä få gå på bete eller motsvarande bevuxet område minst 12,5 timmar per dag, och får och getter dygnet runt under betesperioden. Speciellt för KRAV är att även grisar ska få tillgång till betesmark under minst fyra månader under betesperioden, medan EU-direktivet även godkänner rastgårdar utan växtlighet.

Det finns många fördelar med att låta djur gå ut, och speciellt med att låta dem gå på bete. Djuren får mer utrymme och större möjlighet att röra på sig,

tillgång till frisk luft och en hel mängd nya lukter och andra sinnesintryck som gör miljön mer berikad. Dessutom ger bete djuren en möjlighet att äta på ett mer naturenligt sätt och utan att behöva konkurrera om maten med resten av djurgruppen.

### **Dagsljus**

Djur som hålls i ekologisk produktion bör ha tillgång till dagsljus. Det finns tyvärr få studier på inverkan av dagsljus på djurvälstånd, men eftersom dagsljus generellt sett är starkare än artificiellt ljus och heller inte går att stänga av, innebär denna regel att de ekologiska djuren troligen får uppleva högre ljusintensitet än de konventionellt hållna djuren. En tydlig dygnsrytm med klar skillnad i ljusstyrkan mellan natt och dag är viktigt för att djuren ska må bra.

Men dagsljus kan också ställa till problem. Äggläggande hönor är speciellt känsliga för ljus. Förändringar i belysningen, ojämnt fördelad belysning eller hög ljusintensitet kan öka risken för fjäderplockning och kannibalism, särskilt om djuren även utsätts för andra riskfaktorer för dessa beteendeproblem, som hög djurtäthet, felbalanserad diet eller brist på möjlighet att styra sitt pickande på foder. Men det verkar som om dagsljus kan ha en positiv inverkan på hönorna om de får uppleva detta redan under uppfödningen. I ett försök där hönor föddes upp antingen i artificiell eller naturlig belysning främjade den naturliga belysningen hönornas benägenhet att

använda sittpinnar. Detta i sin tur vet man är viktigt för hönornas välfärd på lång sikt, eftersom effektiv användning av sittpinnar minskar bland annat tendensen till fjäderplockning. Samma undersökning visade också att hönor som vuxit upp i artificiellt ljus undvek dagsljus när de fick välja mellan de båda alternativen, medan de hönor som vuxit upp i dagsljus var mer flexibla i sitt val av belysning.

### **Nötkreatur**

När det gäller mjölkkor är de största skillnaderna mellan ekologisk och konventionell produktion att de ekologiska korna ska få gå ut mer regelbundet (även på vintern om de står uppbundna), och att utfodringen regleras så att den inte är lika kraftig som för konventionella kor. Det här innebär att korna inte alltid mjölkar riktigt lika mycket, men detta verkar inte ha någon större inverkan på kornas hälsa eller välfärd. Utegång, speciellt på bete, ger korna möjlighet att få motion och frisk luft, att äta på ett naturenligt sätt, och att gå på ett underlag som är klövhälsigare än ladugårdens golvytor. Det finns en hel massa forskning som visar på de gynnsamma effekterna av att kor får gå ute på bete. Klövhälsan blir bättre, liggbeteendet mera normalt, och fruktbarheten kan gynnas.

Det har gjorts en del studier i Sverige under de senaste åren för att undersöka skillnader mellan djurhälsa i ekologisk och konventionell produktion av

nötkreatur. Generellt sett verkar det inte vara någon större skillnad mellan produktionsformerna då det gäller de mest allmänna hälsoproblemen, som juverhälsa och klövhälsa.

### Grisar

Produktionssystemet för ekologiska grisar skiljer sig mer från systemen för konventionella djur än då det gäller nötkreatur. Bland annat bör alla ekologiska grisar få gå ut, och så är det inte för konventionella grisar. Utrymmeskraven är dessutom större, och ekologiska grisar bör ges fri tillgång till grovfoder. Avvänjningen av smågrisarna sker senare än i konventionell produktion.

Trots att grisar är allätare som i princip klarar sig på en relativt koncentrerad diet, är det väldigt viktigt för deras välfärd att de har tillräckliga möjligheter att tillfredställa både behovet att böka och att utöva ätbeteende under en tillräckligt stor del av dagen. En fiberrik diet främjar dessutom matspjälkningskanalens funktion och ger djuren bättre mättnadskänsla. Grisar som får gå på bete har en utmärkt möjlighet att tillfredställa alla de här behoven. Genom att de får tillräckligt mycket grovfoder i kombination med mycket strö har de goda möjligheter till detta även inomhus.

Uppföljning av bland annat sjukdomsfynd vid slakt har länge visat på färre och mindre allvarliga

lungsjukdomar hos KRAV-grisar än hos konventionella, men i dagens läge verkar situationen vara lite mer invecklad. Skillnaden då det gäller lunginflammation orsakad av bakterien *Mycoplasma hyopneumoniae* har jämnats ut under de senaste åren (diagram 1 i figuren på nästa uppslag), medan KRAV-grisar fortfarande har färre lunginflammationer och lungsäcksinflammation orsakade av *Actinobacillus pleuropneumoniae* (diagram 2). Utegång har pekats ut som en positiv faktor när det gäller lunghälsa. Därför kan en orsak till ökningen av vissa typer av lunginflammation vara att KRAV-grisar hålls inne en större del av året på flera gårdar än förut, men även andra faktorer i produktionen och hur djurflödet sköts kan ligga bakom förändringen.

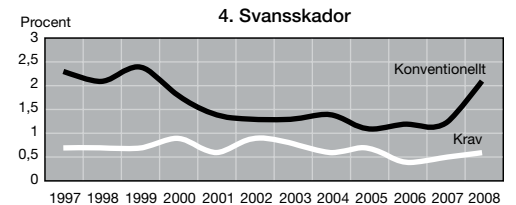
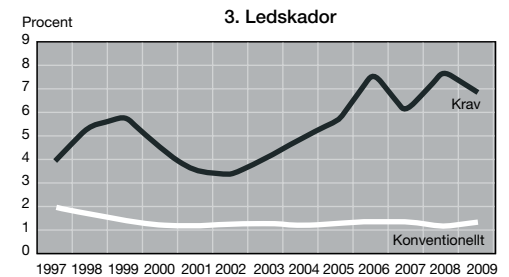
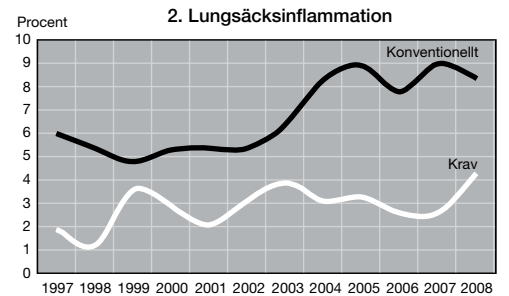
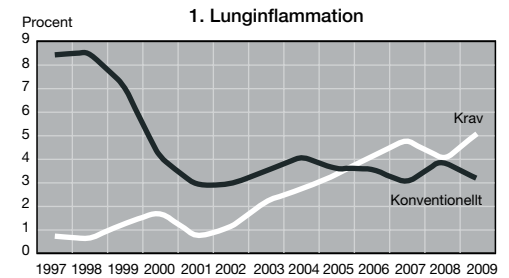
När det gäller benhälsa verkar det också som om det nuvarande grismaterialet inte passar speciellt bra för ekologisk produktion. Ekologiska grisar har mer problem med dåliga leder än konventionellt uppfödda grisar (diagram 3). Dagens grisar växer väldigt snabbt, och det kan leda till förhöjd risk för olika typer av ledförändringar, till exempel osteokondros. Därför kan det hända att dagens ekologiska grisar – som genetiskt är i stort sett desamma som konventionella grisar – helt enkelt inte klarar av att röra på sig så mycket och på så pass varierande underlag som ekologiska grisar gör, utan att få problem med lederna.

Däremot har KRAV-grisar friskare svansar än konventionella grisar (diagram 4) vilket tyder på färre fall av svansbitning. Svansbitning är en vanlig beteendestörning hos grisar. Problem i grisens livsmiljö, utfodring och hantering ökar risken för att grisarna ska bita varandra.

## Fjäderfä

Inom ekologisk äggproduktion får man inte hålla hönor i bur, medan så kallade inredda burar är tillåtna inom konventionell produktion. Skillnaden mellan ekologisk och konventionell äggproduktion i golvhållningssystem är inte så stor när det gäller förhållandena inne i hönshuset. Den största skillnaden för djurväl-fården är troligen att de ekologiska hönorna bör få gå ute, och att de bör ha tillgång till bete eller en växtbelagd rastgård. Utrymmet per höna i rastgården är 4 kvadratmeter vilket ger hönorna en betydligt större rörelsemöjlighet under utgångsperioden, som bör räcka i minst en tredjedel av deras liv. Inomhus får man i ekologisk produktion hålla sex hönor per kvadratmeter, vilket även det ger lite mer utrymme per höna än i konventionell uppfödning.

Diagrammen visar andelen KRAV-grisar och konventionellt hållna grisar 1) med lunginflammation orsakad av bakterien *Mycoplasma hyopneumoniae* vid slakt, 2) med lungsäcksinflammation orsakad av bakterien *Actinobacillus pleuropneumoniae* vid slakt, 3) med ledskador vid slakt, och 4) med svansskada vid slakt. (Källa Eva Heldmer, Svenska Djurbälsö-vården)



Hönor är precis som grisar allätare som behöver en proteinrik föda. I naturligt tillstånd äter hönorna till stor del olika växtdelar, som gräs, rötter, blad och frön. I ekologisk produktion bör hönorna också få grovfoder i form av till exempel halm, hö eller rotfrukter. Det ger hönorna större möjlighet att utöva naturligt ätbeteende under en större del av dygnet. Hönor har ett stort behov av att picka efter mat, och finns det ingen mat att picka på så styrs pickandet lätt till något annat, till exempel olika byggnadsdelar i hönshuset eller andra hönor.

Uppfödning av ekologisk slaktkyckling är problematiskt eftersom det är svårt att få tag på djur som är avlade för att passa för ekologisk produktion. De slaktkycklingslinjer som används inom konventionell produktion idag har avlats för en otroligt snabb tillväxt. De växer idag cirka tre gånger mer per dag än för 50 år sedan. Dessa fåglar har en enorm aptit, men får de äta för mycket under en lång uppväxtperiod klarar deras hälsa inte av den snabba tillväxten. Kycklingarna kan få problem med bland annat hjärtsjukdomar, och hälta uppträder hos en stor del av slaktkycklingarna även inom konventionell produktion med kort uppväxttid. De ekologiska reglerna kräver att kycklingarna bör få växa i minst 81 dagar före slakt, jämfört med 35–40 dagar i konventionell produktion. Om man använder samma djurmaterial som i konventionell produktion innebär det att

kycklingarnas utfodring bör begränsas för att minska på tillväxten och riskerna kopplade till detta. De försök som hittills gjorts på uppfödning av ekologiska kycklingar har inte pekat på stora problem med djurvälståndet på grund av fåglarnas höga tillväxtpotential. Men det behövs mer information om bland annat hur foderbegränsningen påverkar djurens välfärd. Det allra bästa vore om man kunde introducera långsamt växande djur för ekologisk produktion istället för de vanliga snabbväxande djuren.

Studier från Danmark har pekat på en större risk för fjäderplockning hos ekologiska höns än hos konventionella, medan en genomgång av mer eller mindre alla gårdar med ekologisk äggproduktion i Finland inte avslöjade några större välfärdproblem jämfört med situationen på konventionella gårdar. Även en enkät som skickades till ekologiska äggproducenter i Sverige indikerar att det verkar som om ekologiska gårdar i princip kämpar med samma välfärdproblem som de konventionella äggproducenterna.

### **Stor variation mellan gårdar**

De regler och principer som styr den ekologiska produktionen har potential att förbättra djurvälståndet. Möjligheten till utgång, bete och tillgång till grovfoder är faktorer som har positiv inverkan på djuren. Men hur djuren verkligen mår på de ekologiska gårdarna är svårare att avgöra, eftersom



variationen mellan enskilda gårdar ofta är större än variationen mellan de olika produktionssystemen. Förutom att det är stor variation i de praktiska lösningar som gårdarna väljer så spelar den mänskliga faktorn en mycket stor roll, det vill säga djurskötaren och hans eller hennes motivation och kunnande.

Valet av djur för ekologisk produktion är delvis en utmaning, eftersom aveln i första hand fokuserar på att producera djur till konventionell produktion. I framtiden skulle vi troligen kunna förbättra de ekologiskt uppfödda djurens välfärd ytterligare genom att avla fram och använda djurmaterial som är bättre anpassat till förhållandena inom den ekologiska produktionen.

---

*Anna Valros är professor i husdjursvälfärd vid veterinärmedicinska fakulteten vid Helsingfors universitet i Finland. Hennes forskning fokuserar i huvudsak på grisars och fjäderfäs beteende och välfärd, och hon är specialintresserad av djurvälfärd inom ekologisk produktion.*

## **Hållbar djurhållning kräver effektiv parasitkontroll**

Är det större eller mindre risk för allvarliga parasitangrepp i ekologisk djuruppfödning än i konventionell? När övergången började till ekologisk produktion trodde många att parasiterna skulle öka dramatiskt eftersom ekobönderna inte får avmaska sina djur i förebyggande syfte. Men skillnaden är inte så stor, och ofta är det viktigare hur djuren hålls, det vill säga lever och bor. Det finns alternativ till avmaskning, men det kräver ofta stora arbetsinsatser. Det är bättre att förebygga än att bota, skriver Johan Höglund. Det gäller särskilt när klimatet blir varmare och fuktigare och parasiterna frodas ännu mer.

*Johan Höglund, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, Sektionen för parasitologi, SLU.*

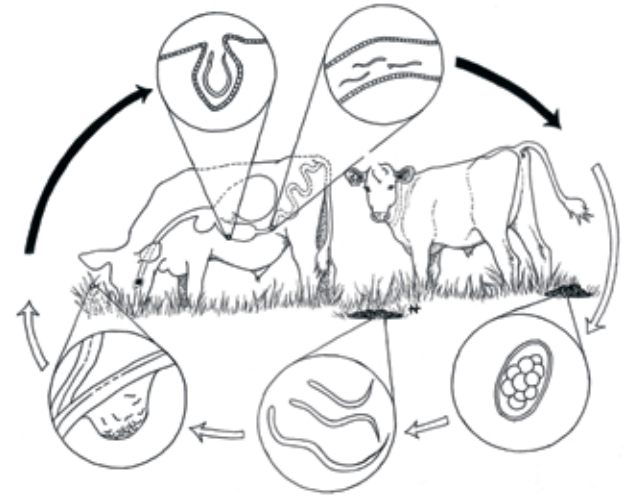


Parasiter är organismer som lever i eller på en annan organism (värdjur) som de tar sin näring från, antingen genom att leva av vävnader eller genom att suga blod eller andra kroppsvätskor. Värdjuret överlever i allmänhet parasiten, men det skadas i olika grad beroende på angreppets omfattning. Parasiterna brukar indelas i tre huvudgrupper: *encelliga djur* (protister), *maskar* (helminter) och *leddjur* (artropoder). Dessa genomgår mer eller mindre komplicerade livscyklar där de ibland parasiterar på olika värdjur i olika stadier av sitt liv. Encelliga djur och maskar är invärtesparasiter hos husdjur. Leddjur som exempelvis loppor och löss lever däremot utvärtes på värdjurets kroppsyta. Många parasiter har också frilevande stadier som kan överleva länge i miljön i väntan på att infektera nya värdjur.

### Maskangrepp stör produktionen

Till skillnad från angrepp av virus och bakterier leder parasiter bara sällan till tydliga tecken på sjukdom och död. Särskilt maskangrepp förekommer allmänt i de allra flesta djurbesättningar, där de ger framförallt kroniska sjukdomstillstånd som stör produktionen.

Hos idisslare (nötkreatur och får) som erbjuds bete är olika maskinfektioner en av de vanligaste orsakerna till nedsatt djurhälsa och produktivitet. Därför är inälvsmaskar något som lantbrukaren måste kontrollera för att upprätthålla en hög och jämn produktion.



*Magtarmparasiter är vanliga hos betande nötkreatur. De vuxna parasiterna lever och förökar sig antingen i löpmagen eller i övre delen av tunntarmen. Maskäggen kommer ut på betet med träcken och utvecklas där till larver som kan infektera djuren och bli nya maskar när de förtärs med betesgräset. Illustration: Helena Nordenfors*

Betesdjur är så gott som alltid exponerade för maskangrepp (se figur). I svenska betesförsök har vi sett att tillväxten hos parasitangripna kalvar kan vara nedsatt med upp till 65 kg under deras första betessäsong jämfört med avmaskade djur på likartade beten.

### Ifrågasatta avmaskningsmedel

Mot den här bakgrunden är det inte förvånande att många lantbrukare skyddar sina djur mot betesburna

infektioner genom bland annat förebyggande avmaskningar. Det har dessvärre visat sig att en planlös och alltför intensiv användning av avmaskningsmedel (anthelmintika) leder till att maskarna utvecklar motståndskraft (resistens) mot läkemedlen. Detta i kombination med att det kan finnas rests substanser kvar i livsmedlen har inneburit att användningen av avmaskningsmedel ifrågasatts inom ekologisk djurhållning.

Hur många avmaskningar som behövs styrs av i vilken omfattning djuren exponeras för parasiter. Den dos parasiter som djuren exponeras för är en komplex ekvation, där bland annat antalet djur per ytenhet och värddjurets immunstatus är viktiga faktorer. Förenklat ökar problemen ju intensivare driften är, det vill säga med antalet djur per ytenhet. I skenet av detta kan man förstå varför mindre intensiva produktionsmetoder förespråkas inom ekologiskt lantbruk.

### **Vad säger regelverket?**

Minskar då risken för allvarligare parasitangrepp generellt med ekologisk djuruppfödning? Frågan verkar enkel, men det är svårt att ge ett entydigt svar. Regelverket för ekologisk djuruppfödning bygger på några förhållandevis enkla principer:

1. Djuren ska tillåtas utöva sina naturliga beteenden vilket bland annat innebär ökad tid för utevistelse.
2. Utfodringen ska anpassas till de olika djurslagens naturliga behov.

3. Förebyggande behandlingar med läkemedel är inte tillåtna.
4. Sjuka djur ska behandlas.

Det råder ingen tvekan om att regelverket för ekologisk djurhållning förespråkar ökad djurvälstånd med god djurhälsa. Samtidigt kan man ur ett parasitologiskt perspektiv ana målkonflikter i regelverket. Det gäller främst synen på användningen av mediciner, där man för övrigt i Europa går ett steg längre än i Sverige och förespråkar homeopati och/eller fyto-terapi (behandling med växtsubstanser) som förstahandsval istället för syntetiskt framställda läkemedel. Även kravet på att djuren ska tillåtas utöva sina naturliga beteenden kan leda till ökade problem med parasiter, eftersom det är vid bete som djuren exponeras för betesburna parasiter.

Det är alltså inte förvånande att det på ett tidigt stadium fanns oro över att parasitproblem hos djur skulle öka kraftigt vid en omställning till det ekologiska regelverket. Effektiv parasitkontroll har också i olika sammanhang utmålats som en utmaning för den ekologiska djurhållningen.

### **Vad säger forskningen?**

Att följa upp hur det i själva verket gick är svårare, bland annat därför att det är först under senare år som djurhållningen i större omfattning har blivit ekologisk. Det tar också lång tid innan eventuella

problem slår igenom med full kraft. Vi har alltså fortfarande relativt begränsade erfarenheter av parasitangreppens omfattning i ekologisk djurhållning i Sverige.

Ändå kan man konstatera att omställningen från konventionella system hittills inte har varit så alarmerande som först befarades. Tvärtom visar resultaten från det fåtal systematiska inhemska studier som har gjorts att artsammansättningen och intensiteten hos parasitangreppen inte alltid skiljer sig så mycket mellan de ekologiska och konventionella systemen.

#### **Kor, får, grisar och fjäderfä**

Hos *mjölkkor* är förekomsten av den allvarliga parasiten stor leverflundra densamma oavsett driftform. Det är inte så förvånande med tanke på att bara hälften av landets konventionella producenter avmaskar sina ungdjur. De preparat som används av de konventionella uppfödarna saknar dessutom effekt mot leverflundra. När det gäller de äldre djuren avmaskar man varken ekologiska eller konventionella mjölkkor rutinmässigt. Dessutom erbjuds de tid för utevistelse i båda systemen. Trots detta har vi sett att exponeringen av magmaskangrepp som stör produktionen är något förhöjd i de ekologiska besättningarna, och att lungmasken är något vanligare i ekologiska system. Men det finns även flera exempel på ekologiska producenter som kan hantera problemen, troligen därför att de i större utsträckning än konventionella producenter är medvetna om parasiter och de problem

som kan uppstå. De står därmed bättre rustade och är mer benägna att kontrollera angreppen med icke-kemiska metoder.

Hos *får* är frågan mer komplex, särskilt i besättningar som är angripna av den stora löpmagsmasken. Vi har sett en kraftig ökning av den här parasiten under senare år. De vuxna maskarna suger blod, och det kan vara förödande särskilt för lammen. Man måste alltså förebygga genom att avmaska tackorna, och det sker också ibland på ekogårdar.

När det gäller *grisar* är skillnaderna mellan ekologisk och konventionell uppfödning större än hos nötkreatur och får. Exempelvis har man hos ekologiska grisar sett en viss ökning av antalet levrar med "white-spots" till följd av vandrande spolmaskar. Även piskmasken som kan ge blodiga diarréer tycks vara vanligare i ekologiska system. Däremot minskar lusangreppen hos utegrisar, och den befarade dramatiska ökningen av trikiner, lungmask och magmask har hittills uteblivit.

När det gäller *fjäderfä* finns det färsk forskning som tyder på att spolmask har ökat kraftigt hos frigående värphöns. Även angrepp av blodsugande kvalster och i viss mån även koccidier har uppmärksamats allt mer under senare år. Men detta har mer att göra med det generella burförbudet 1999 och övergången till markbundna inhysningssystem där fåglarna är frigående än med en övergång till ekologisk produktion.

### **Alternativ till avmaskning**

Det råder ingen tvekan om att möjligheterna att kontrollera parasiter är begränsade vid ekodrift genom förbudet mot förebyggande mediciner. Men det finns olika alternativ till förebyggande avmaskningar, och de metoderna används ofta av lantbrukare med hjärtat i den ekologiska fåran. Samtidigt är det viktigt att vara kritisk och att avfärda alternativa metoder som inte är vetenskapligt underbyggda. Det är också viktigt att inse att även alternativen har begränsningar, inte minst med tanke på den i vissa fall stora arbetsinsatsen för den enskilde lantbrukaren.

När det gäller komplement eller alternativ till avmaskning är det främst olika beteshygieniska åtgärder som förespråkas. Exempel på effektiva betesstrategier är att avlägsna träckhögar, att låta betet vila och att ha växelbetning så att inte samma djurslag går på samma ställe hela tiden. Samtliga metoder bygger på principen att man på olika sätt förebygger att betesmitta byggs upp till farliga nivåer. Även om flera av dessa metoder har visat sig fungera utmärkt kan det ändå bli problem. Exempelvis är det inte realistiskt att avlägsna träckhögar eftersom det skulle krävas för stor arbetsinsats, och den ökade specialiseringen inom djurhållningen innebär att det är svårt att växla mellan olika djurslag på den egna gården. Även när möjligheten finns måste man vara medveten om att olika djurslag har sina specifika krav på stängsling,

och det ökar arbetsinsatsen. Det finns också vissa parasiter som inte går att bekämpa genom växel/sambete mellan får och nötkreatur. Ett exempel är den stora leverflundran som kan infektera alla idisslare.

Däremot går det att kontrollera magtarmparasiter hos nötkreatur genom rotationsbete mellan olika åldersgrupper. Men det blir problem om det finns lungmask i besättningen eftersom dess viktigaste smittväg är från äldre till yngre djur. Även betesvila kan vara en mycket effektiv kontrollmetod, men den ställer krav på att det finns tillräckligt med produktiv betesmark. Det här kan ställa till problem för gårdar i djurtäta mellanbygder. Det uppstår ibland också en mållkonflikt för de betesmarker där ett intensivt betestryck är själva förutsättningen för att unika naturvärden ska bevaras. Kontrollprogrammen för parasiter måste alltså anpassas till varje gård, och det ställer höga krav på de råd som riktar sig till lantbrukaren.

### **Läkemedel och växtsubstanser – var går gränsen?**

När det gäller insädd av antiparasitära betesväxter är det främst cikoria och en del ärtväxter (exempelvis kärringtand) som i vissa studier har visat sig ha effekt på grund av sin höga koncentration av tanniner (garvämnen). Men är det här ett vettigt alternativ till avmaskning? Det bygger i själva verket på samma princip, det vill säga kemisk kontroll även om det sker med naturliga växtsubstanser. Vilken är den

stora principiella skillnaden mellan fytoterapi och användning av avmaskningsmedel? Frågan är berättigad särskilt i de fall när avmaskningsmedlen inte är syntetiska.

Exempelvis *ivermektin* (ett av de mer ifrågasatta läkemedlen inom ekologisk produktion) är en jäsningsprodukt som utvinns ur en mikrosvamp. Man anar här paralleller till penicillin som används på människor och som få vill förbjuda. När det gäller de ekologiska sidoeffekterna av ivermektin är det framförallt en form av läkemedlet som har diskuterats, nämligen en depåkapsel som visat sig ha negativ inverkan på utvecklingen av vissa dynglevande skalbaggar. Men den här beredningsformen av läkemedlet är sedan länge avregistrerad i Sverige. Samtidigt är det viktigt att poängtera att vid registreringen av nya läkemedel och beredningsformer måste eventuella miljöeffekter redovisas i underlaget. Det här krävs inte när det gäller växtsubstanser, som uppenbarligen kan användas friare.

Vaccinationsteknik är ytterligare en metod som ibland nämns i debatten. Men med enstaka undantag har det visat sig att detta är en svårframkomlig väg trots intensiv forskning under flera decennier. Det har visat sig svårare än väntat att framställa effektiva parasitvacciner trots att vi lever mitt i den bioteknologiska eran. Man frågar sig om det finns inneboende biologiska problem med själva konceptet.

Detta har att göra med att den naturliga motståndskraften (immuniteten) mot parasitinfektioner i allmänhet utvecklas långsamt och sällan ger fullständigt skydd.

Ute i Europa förespråkas även homeopati. I Sverige är det förbjudet att tillämpa den metoden eftersom den inte bygger på vetenskap eller beprövad erfarenhet.

### **Viktigast hur djuren lever och bor**

Vi kan konstatera att den befarade dramatiska ökningen av parasitproblem som följd av en omställning till ekologisk djurhållning i vissa fall har uteblivit. Vilka är då orsakerna till detta? Ibland är det helt enkelt ett resultat av att de ekologiska producenterna är mer noggranna och medvetna om att det är viktigt att tänka på parasiter i skötselplanerna. I andra fall beror det på att skillnaden mellan ekologisk och konventionell produktion är mindre än man först kanske trodde, åtminstone ur parasitologisk synvinkel.

När det gäller exempelvis idisslande husdjur (nötkreatur och får) är betesgång ett naturligt inslag både i ekologisk och konventionell djurhållning. Oavsett produktionsinriktning är det många gånger viktigare med faktorer som balansen mellan betesgång och inomhusvistelse, antalet djur per ytenhet, och i hur stor utsträckning djuren kommer i kontakt med träck.

Detta kan även illustreras med ett exempel från värphöns där parasitpanoramata kraftigt förskjutits under senare år. Tidigare var spolmask mer eller mindre utrotad från värphöns inhästa i kommersiella bur-system, men den har nu kraftigt ökat igen både i de ekologiska systemen och i de moderna konventionella system som under senare år har ersatt burarna. Problemet förekommer numera överallt där höns går fritt på ströbädd, både i konventionella flockar inomhus och i ekologiska besättningar där fåglarna även har tillgång till rastgårdar och betesmark. I detta fall är den ökade träckkontakten boven i dramat. Där- emot ser man skillnader i parasitförekomst mellan de ekologiska och konventionella systemen när det gäller gris. Gris är också ett djurslag där driftformerna skiljer sig mellan de olika systemen. Ekologiska grisar erbjuds exempelvis mycket tid för utevistelse, medan konventionella grisar endast föds upp i stallboxar på ströad betongyta som är lättare att sanera än ett bete.

### **Bättre förebygga än bota**

Är det generella förbudet mot förebyggande behandlingar inom ekologisk djurhållning rimligt utan att äventyra djurhälsan? Å ena sidan är en ohämmad användning av antiparasitära medel inte en hållbar strategi eftersom den i vissa situationer har lett till resistens. Å andra sidan måste vi vara medvetna om att de avmaskningsmedel som finns idag på den

svenska marknaden i de allra flesta fall har fullgod effekt mot de organismer de är avsedda för, och alltså inte låter resistenta individer överleva. I ett internationellt perspektiv är resistensläget i Sverige gott, med undantag för vissa parasiter hos häst, får och nötkreatur.

Avmaskningsmedel är effektivast när de används i förebyggande syfte enligt principen ”förebyggande är bättre än botande”. Kraftiga infektioner kan då undvikas som i sin tur leder till att betena smutsas ner (kontamineras) med parasiternas spridningsstadier. Effekten av avmaskningsmedel riktas mot de parasitära stadierna i värddjuret, och verkan sitter i bara någon dag upp till några veckor beroende på preparat. Att avmaska djuren är därför en temporär åtgärd. Om djuren går kvar i den smittade miljön återsmittas de alltså snart igen. När djur avmaskas vid tecken på sjukdom kan man vara säker på att de har varit smittade under en längre tid. De sjukaste djuren har då i stor utsträckning bidragit till att kontaminera miljön. Om man avmaskar förebyggande istället för vid tecken på sjuklighet motverkar man på ett mycket effektivare sätt att det byggs upp höga smittryck.

Problemet med förebyggande avmaskning är när det sker i onödan eller på felaktigt sätt, till exempel om det sker utan indikation, för ofta, med för låg dos, och så vidare. En lösning istället för ett generellt förbud är att behovspröva användningen, inte minst eftersom det är välkänt att det finns stora variationer

mellan olika år när det gäller intensiteten av flera parasitangrepp. I ett forskningsprojekt testar vi nu i full skala ett system för riktade avmaskningar av nötkreatur där endast de kalvar som växer dåligt avmaskas. Vi undersöker också om det är möjligt att övervaka parasitstatus hos mjölkkor genom att mäta specifika antikropps nivåer mot olika maskinfektioner i tankmjölk. Det skulle också vara intressant att räkna på om det finns ekonomiska vinster med ett sådant övervakningssystem.

### **Utmaningar för framtiden**

Den ekologiska djurhållningen är och har varit en viktig pådrivande kraft för att förbättra djurskydd, djurhälsa och välfärd hos våra husdjur. Samtidigt måste vi inse att dagens lantbrukare verkar på en allt mer globaliserad marknad där det förutspås att behovet och efterfrågan på animala livsmedel kommer att öka i takt med en växande befolkning. Personligen tror jag att ingen, inte minst dagens upplysta konsumenter, vill se avarter i form av djurfabriker där djuren betraktas som produktionsenheter snarare än individer med rätt till ett drägligt liv. Konsumenterna vill också att läkemedelsanvändningen ska vara återhållsam. Samtidigt står lantbruket inför stora utmaningar. Det gäller att anpassa driften till moderna förhållanden, många gånger i form av större och mer automatiserade besättningar. Exempelvis finns det

idag ungefär en lika stor andel ekologiska som konventionella mjölkbesättningar med robotdrift. Det här är en ny driftform som vi vet relativt lite om när det gäller parasitfrågor. Snarare än att debattera om ekologisk produktion överträffar den konventionella bör vi verka gemensamt för att den svenska djurhållningen förbättras ytterligare över hela linjen.

Grunden för effektiv parasitkontroll är trots allt basal inhemsk kunskap om parasiternas biologi och spridningsvägar. Detta gäller både olika driftsystem och nya djurhållningsformer, särskilt i skenet av pågående klimatförändringar som kommer att ge ett varmare och fuktigare klimat. När det gäller klimatförändringens effekt på betesburna parasitinfektioner är prognosen att behovet av förebyggande avmaskningar kommer att öka. Därför är det viktigt att vi på ett bättre sätt än nu utnyttjar de alternativ som finns till rutinmässig avmaskning. Den arsenal av alternativa åtgärder som finns kan sannolikt utvecklas ytterligare och integreras med behovsprövade riktade avmaskningar. Förbättrad diagnostik är en förutsättning för att antiparasitära läkemedel ska kunna användas med sådan ökad precision. Det är en framåtsyftande lösning som även borde kunna accepteras av ekologiska producenter.



---

Johan Höglund är professor i parasitologi vid SLU och har sedan mitten av 1990-talet arbetat med frågan om hur parasiter hos lantbrukets djur kan kontrolleras på ett långsiktigt och hållbart sätt. Han är för närvarande projektledare för ett Formasfinansierat projekt om övervakning och kontroll av parasiter inom ekologisk produktion.

### Lästips

- *Parasiter – utmaning för ekologisk djurhållning*, artikel av Arvid Uggle i Formas Fokuserar nr 1: *Är eko reko? Om ekologiskt lantbruk i Sverige*, Formas 2003.
- *Djuren – i människans klor*, Formas Fokuserar nr 8, Formas 2005.

## Säkra livsmedel – vilken roll spelar djuren?

”Food security” och ”food safety” är två mål som ibland står i motsats till varandra. Djurhållning ger säker tillgång på livsmedel, men smittrisen ökar. En lokalt effektiv livsmedelsproduktion kan vara ett globalt pandemihot – och ett hot mot fjäderfåhållningen i resten av världen, skriver Ivar Vågsholm. Det gäller att hitta praktiska lösningar utifrån kunskap om djurens väl och ve och hur riskerna ser ut för olika epizootier och zoonoser. Ivar Vågsholm diskuterar också bäst före-datumets betydelse för livsmedelssäkerheten.

*Ivar Vågsholm, Institutionen för biomedicin  
och veterinär folkhälsovetenskap, SLU.*



Foto: Julio Gonzales

På svenska används begreppet livsmedelssäkerhet i två betydelser: tillräckligt med livsmedel (*food security*) och säkra livsmedel (*food safety*). Det vore bra för diskussionen om det förra kallades livsmedelstrygghet och det senare livsmedelssäkerhet. Utmaningen är att vi behöver tillräckligt med säkra livsmedel, och målen om tillräckligt med livsmedel och säkra livsmedel är ofta i konflikt med varandra. Det gäller att veta när och hur man kan kompromissa. Djurhållning är helt central för den globala livsmedelsförsörjningen, speciellt av högvärdigt animaliskt protein, men den skapar också problem.

### Framsteg och utmaningar

Världens befolkning kommer att öka från 6,9 miljarder år 2010 till 9,2 miljarder år 2050 enligt en FN-prognos. Under de senaste åren har en stor andel av världens invånare lyfts ut ur fattigdom, till exempel i BRIK-länderna (Brasilien, Ryssland, Indien och Kina). Det gör att den globala konsumtionen av animaliska produkter (kött, ägg och mjölk) förväntas öka kraftigt i takt med att allt fler arbetar sig ut ur fattigdomen.

Det viktigaste hotet mot en hållbar utveckling är den globala uppvärmningen som kan ha till följd att livsmedelsproduktionen blir mer oförutsägbar, med torka och översvämningar av jordbruksmarker. Före år 2050 kommer produktionen av billig olja och gas att minska, medan efterfrågan på olja ökar. Det

betyder att insatsvaror baserade på olja och gas (diesel och handelsgödsel) blir mycket dyrare. En följd av detta är dyrare livsmedel och djurfoder. Det behövs alternativa källor till djurfoder, och det gör att man söker efter nya råvaror hela tiden. För nästan hundra år sedan var kött- och benmjöl ett exempel på en ny råvara. Dagsaktuella exempel (sommaren 2010) är att framställa proteinfoder från mikrosvampar som växer på sockerrik sulfitavlut som är en restprodukt från trämassaindustrin, eller att använda proteinmjöl från musslor till värphöns.

En arbetsbeskrivning formulerades år 2000 av FN:s medlemsländer i form av åtta mål för global utveckling (Millennium Development Goals):

1. Fattigdom och hunger ska halveras till 2015
2. Alla barn ska gå i grundskola 2015
3. Jämställdheten ska öka och kvinnors ställning stärkas
4. Barnadödligheten ska minska med två tredjedelar till 2015
5. Mödradödligheten ska minska med tre fjärdedelar till 2015
6. Spridningen av hiv/aids, tbc, malaria och andra sjukdomar ska hejdas till 2015
7. En miljömässigt hållbar utveckling ska säkerställas till 2015
8. Globalt samarbete genom ökat bistånd, rättvisa handelsregler och lättade skuldbördor i utvecklingsländerna

Idag har världen kommit en bit på väg mot FN:s millenniemål. Den extrema fattigdomen är halverad sedan 1990. Nästan nio av tio barn går i skolan, och barnadödligheten har minskat dramatiskt med bättre vaccinering och hygien. Men det finns också mycket kvar att göra. Problemen med hunger och felnäring kvarstår, och vi har ingen hållbar utveckling med den globala uppvärmningen. Säkra livsmedel och hållbar djurhållning är två nödvändiga men inte tillräckliga förutsättningar för att klara millenniemålen.

### Djurhållning ger livsmedel men ökar smittrisen

Livsmedelsproduktion kan medföra risker för människor och miljö. Ett stort antal djur på liten yta eller stora flöden av djur över långa avstånd kan göra att det uppkommer och sprids smittsamma sjukdomar som kan bli hot mot människor och djur. Sydostasien med många fåglar och svin i nära kontakt med människan är en riskzon (*hot spot*) för uppkomst av influensa.

Storbritannien med ett stort djurflöde över hela landet (ett får hade i genomsnitt över 20 ägare under sitt liv) gjorde att mul- och klövsjukeepidemin (en epizooti) kunde spridas över hela landet. Ungefär tvåusen gårdar drabbades, och över 10 miljoner får och nöt blev avlivade. Det här åskådliggör hur stora utbrott av epizootier kan hota vår livsmedelsförsörjning. För 250 år sedan förekom det i Europa



## Arbete att göra – för en bättre värld

**Världen söker:** Personer som vill arbeta för att halvera den globala hungern till 2015 och göra slut på hunger och fattigdom till 2020, samt säkerställa en hållbar livsmedelsproduktion.

**Världen kräver:** God kunskap om animalie- och livsmedelsproduktion, livsmedelssäkerhet, hållbar utveckling, samt förmåga att balansera nytta och risker på ett långsiktigt hållbart sätt.

**Världen erbjuder:** Viktigt arbete, utmanade arbetsuppgifter och möjligheten att göra något för dina medmänniskor. God lön i en bättre värld.

stora epizootier av boskapspest som hotade livsmedelsproduktionen. Det var då Europa fick sina första veterinärutbildningar. I Sverige grundade Peter Hernqvist veterinärutbildningen i Skara 1775.

Djurhållning gör att vi kan producera högvärdiga och proteinrika livsmedel samt utnyttja resurser som annars är svårtillgängliga för människan, som gräs och hö. I många länder är 2–3 hönor en billig och säker källa till högvärdigt protein för ett hushåll – en försäkring om tillgång till högvärdiga livsmedel för familjen. Samtidigt kan fåglarna vara smittade med fågelinfluensa. Fågelinfluensa är en zoonos, det vill säga en sjukdom som kan smitta mellan djur och människa.

<b>Epidemi</b>	Smittsam sjukdom som sprids mellan människor
<b>Epizooti</b>	Smittsam sjukdom som sprids mellan djur
<b>Inkubationstid</b>	Perioden från smitta till insjuknande
<b>Pandemi</b>	Epidemi som sprids över stora delar av världen
<b>Zoonos</b>	Sjukdom som kan smitta mellan djur och människa

### **Nya influensavirus hot mot fjäderfåhållning**

I Sydostasien hålls djuren i nära kontakt mellan människa, svin och fåglar (ankor och höns). Denna djurhållning anses vara kostnadseffektiv och utnyttja resurserna väl, och bidra till säkrare tillgång på livsmedel. Människa, svin och fåglar kan alla bära på influensavirus. Den nära kontakten mellan dem innebär att virus kan utväxla genetisk information. Som följd av det dyker det upp nya influensavirus som kan sprida sig globalt (pandemier). Exempel är Spanska sjukan, Asiaten, Hong Kong-influensan, fågelinfluensan och senast den nya svininfluensan. Med andra ord, en lokalt effektiv och hållbar livsmedelsproduktion kan utgöra ett globalt pandemihot och ett hot mot fjäderfåhållningen i resten av världen.

Fågelinfluensa är en allvarlig epizooti, och vid utbrott i kalkon- eller hönsflockar dör nästan alla

fåglarna. Ett utbrott av fågelinfluensa kan hota tillgången på högvärdiga livsmedel. Det behövs en kontinuerlig och global övervakning av influensafall hos djur och människa i högriskområden för att hantera pandemi- och epizootihotet från influensaviruset. Det gäller också att tolka signaler från övervakningen på rätt sätt.

### **Antibiotikafri djurhållning?**

Antibiotika har varit ett undermedel mot sjukdomar orsakade av bakterier hos djur och människa de senaste 70 åren. Sjukdomar som förr var livshotande och orsakade stort lidande kan nu behandlas. Ett exempel är juverinflammation hos mjölkko, där inflammation i juvret kan slå ut juvrets förmåga till mjölkproduktion och orsaka lidande för den drabbade kon. Behandling av sjuka kor med antibiotika var ett stort framsteg inom mjölkproduktionen; kon blev frisk från juverinflammationen och kunde fortsätta att producera mjölk. Inom annan djurhållning såg man också att djuren växte snabbare och var mindre sjuka om antibiotika tillsattes till fodret – antibiotikatillsatser ökade tillgången på livsmedel.

Att bakterier ibland blev motståndskraftiga (resistenta) mot ett antibiotikum kunde hanteras genom byte till ett nytt antibiotikum som bakterien var känslig för. Bakterierna utvecklade också resistens mot flera antibiotika genom mutationer och utväxling av

genpaket. Resistent bakterier är ett ökande bekymmer inom human- och veterinärmedicin. Patienten eller djuret blir inte mer sjuk av en infektion orsakad av en resistent bakterie, men sjukdomen blir svårbehandlad. I miljöer med stor användning av antibiotika uppkommer resistent bakterier, och farhågan är att människor kan smittas via livsmedel eller djurkontakt. Sjukhus i Nederländerna isolerar numera lantbrukare och veterinärer som jobbar med svin i egna rum, av fruktan för att patienten är bärare av resistent bakterier.

Det vore önskvärt med en bättre djurhållning där antibiotika inte behövs som ersättning för en god djurmiljö. Att det är möjligt att minska antibiotikaförbrukningen visar erfarenheterna från laxodlingen i Norge. För tjugo år sedan hade man i Norge stora bekymmer med antibiotika i laxodlingen. År 1988 var förbrukningen nästan 50 ton för en produktion av ungefär 50 000 ton lax. År 2009 var förbrukningen av antibiotika cirka 100 kg för en produktion av 856 000 ton lax och 96 000 ton regnbåglax. På tjugo år blev laxproduktionen tjugo gånger större samtidigt som antibiotikaförbrukningen minskade med 99,8 procent. Framgången kunde förklaras med vaccinering, bättre smittskydd och miljö för laxen, samt säkrare produktionsformer. Exemplet visar att det är möjligt att producera livsmedel utan tillsatser av antibiotika. Utmaningen är nu att utveckla motsvarande strategier för annan djurhållning, med målet

att den ska bli antibiotikafri. "Antibiotikafri husdjursproduktion" vore en bra titel på ett ambitiöst forskningsprogram.

### **Risk för smitta när näringsämnen går i kretslopp**

Kretslopp för näringsämnen i livsmedelsproduktionen är bra, men vad betyder det att kretsloppet kan inkludera smittämnen? Galna ko-sjukan (BSE) är ett exempel på att ett kretslopp för näringsämnen kunde bli ett kretslopp för smittämnen. I djurfoder är protein den ingrediens som kostar mest. För köttätande djur (hund och katt) och allätande djur (gris, fåglar) är animaliskt protein (från djur) en naturlig del av dieten, men inte för växtätande djur som kor och får.

Under de senaste hundra åren var det en egen verksamhet att ta tillvara slaktavfall och kadaver, som efter värmebehandling kunde utnyttjas i djurfoder som proteintillskott. Slaktavfall och kadaver ombildades till proteinrikt kött- och benmjöl, samt fett. Processen kallades *konvertering*. Det användes hög temperatur i konverteringen, och eter för att extrahera fett från slaktavfallet. Processen var energikrävande och brandfarlig. Efter det att energiprisarna sköt i höjden på 1970- och 80-talen ville man göra konverteringsprocessen mindre energikrävande och mindre brandfarlig, och sänkte därför temperaturen.

År 1986 började det dyka upp rapporter från veterinärer som såg kor med symtom från centrala nervsystemet, som känslighet för ljud och ljus samt

svårigheter att resa sig. Under åren därpå spred sig smittan snabbt bland mjölkkor i Storbritannien med över tvåusen fall 1988. Veterinärer konstaterade under 1988 att kött- och benmjöl från kor, konverterat enligt den mindre energikrävande metoden, var den troliga smittvägen. Smittämnet (prioner) blev påvisat i hjärna och ryggmärg från sjuka kor. Veterinärmyndigheterna i Storbritannien förbjöd sommaren 1988 utfodring av idisslare med kött- och benmjöl från idisslare, och bestämde att hjärna och ryggmärg skulle avlägsnas från slaktkroppar. Åtgärderna gav effekt först fem år senare på grund av den långa inkubationstiden (4–5 år). År 1992 var över 35 000 kor diagnostiserade med BSE.

Något som gav upphov till oro bland allmänheten var om smittämnet också kunde ge sjukdom hos människa. Var galna ko-sjukan en livsmedelsburen zoonos? Under 1996 såg man att prionerna från patienter med en ny variant av Creutzfeld-Jacobs sjukdom (CJD, en sjukdom som drabbar hjärnan) och från kor med BSE var omöjliga att särskilja. År 1996 kunde man inte bedöma smittrisken säkert; skattningarna varierade mellan enstaka fall och flera miljoner fall av CJD. Det motiverade mycket strikta åtgärder, som totalt förbud mot utfodring med kött- och benmjöl till både djur och fåglar, och att alla kor över två år skulle testas vid slakt. Efter tjugo års bekämpande bedöms nu (2010) epidemin vara under kontroll inom EU. Kostnaderna för kontroll av galna

ko-sjukan mäts i miljarder kronor. Det positiva var att livsmedelssäkerhet fick högre prioritet, och att samverkan mellan myndigheter inom livsmedelskedjan blev mycket bättre. En lärdom av BSE-utbrottet var att kretslopp för näringsämnen inte får bli kretslopp för smittämnen, för då får man en mycket snabb smittspridning. Det beräknades att en BSE-ko kunde smitta tjugo nya kor.

### **Det behövs alternativ till avlivning**

Inte bara smittämnen och sjukdomar utgör ett hot mot tillgången på livsmedel, utan också strategin för att undanröja smitta. Vid utbrott av djursjukdomar och zoonoser inom EU och Sverige tillämpar man massavlivning av både friska och sjuka djur som inte kan användas som livsmedel. Under mul- och klöv-sjukaepizootin i Storbritannien 2001 blev över 10 miljoner kor, får och grisar avlivade. Vid utbrottet av *Salmonella cubana* hos grisar i Sverige under 2003 avlivades nästan 50 000 grisar som skickades till konvertering. När djur avlivas för att stoppa spridningen av en smittsam djursjukdom eller zoonos är det en katastrof för bonden, speciellt i utvecklingsländer, samtidigt som det kan leda till livsmedelsbrist och ökade priser för konsumenten.

Ett exempel är fågelinfluensa i Asien. Här ville myndigheterna slakta ut alla fåglar som hölls i småskaliga familj jordbruk. För en småskalig lantbrukare där några hönor är en säker källa till protein och

inkomst vid försäljning av ägg innebär avlivning av hönorna ett hot mot familjens möjlighet att få mat för dagen. Det är då förstäligt att bonden gömmer fåglarna istället.

Det är viktigt att utgå från situationen i landet och utbrottets karaktär. Om man kan hindra utbrott med hjälp av hygien och tester av djur som säljs så är det alltid bäst. Vaccinering är en viktig del av bekämpandet av smittsamma djursjukdomar, speciellt vid stora utbrott. I fattiga länder kan vaccinering vara bästa alternativet. En bonde med fem höns föredrar vaccinering mot influensa framför att avliva hönsen. Vid vaccinering behålls förmågan att producera högvärdigt protein. Det behövs forskning för att hitta metoder som kan förebygga introduktion och spridning av smittsamma djursjukdomar, men också alternativ till avlivning av djur vid utbrott av epizootier eller zoonoser.

Under de senaste 20 åren har det rapporterats bara enstaka fall av Salmonellasmittade svenska livsmedel. Nolltoleransen mot Salmonella hos livsmedelsproducerande djur i Sverige har fungerat. När Salmonella påvisas vidtas det tvingande åtgärder för att undanröja smittan. Djur från besättningar med Salmonella kunde tidigare slaktas separat på slakteri. Idag anses separat slakt besvärligt, så djuren avlivas på gården och skickas till konvertering istället. Men i länder där Salmonella är vanligt förekommande hotar ett

sådant förfarande tillgången på animaliska livsmedel. Här kan behandling av slaktkroppar med varmt vatten vara ett alternativ för att trygga tillförseln av livsmedel.

### **Är "bäst före" lika med giftig dagen efter?**

Betyder bäst före-datum att livsmedlet är giftigt dagen efter? Om man svarar "ja" så försämras tillgången på livsmedel. Om man svarar "nej" så kommer risken för livsmedelsburna sjukdomar att öka.

Ett exempel är den rökta skinkan med bäst före-datum som sätts efter temperatur och antal dagar i kylskåpet i affären och hos konsumenten. Borde konsumenten hellre titta på om skinkan verkar okej baserat på smak, lukt eller utseende? För vissa livsmedel som mjölk är det en möjlighet. Vissa bakterier som *Listeria monocytogenes* kan växa vid kylskåps-temperaturer och utan att skinkan ändrar smak eller utseende, något som ger bekymmer. Ett sätt att minska risken för Listeria vore att sänka kylskåps-temperaturen i affärer och hos konsumenten från 8 grader till 1–2 grader. Då skulle elförbrukningen öka, och frågan är om det är i strid med målet om en hållbar utveckling.

För Listeria anges ofta en gräns på hundra bakterier per gram skinka för när skinkan blir otjänlig. Fullt friska människor måste få i sig över en miljon Listeriabakterier för att bli sjuka, medan människor

med nedsatt motståndskraft kan bli sjuka vid intag av mindre än hundra bakterier. Hur ska man gå tillväga när ett livsmedel är ofarligt för flertalet människor, men utgör en risk för andra? Den känsliga gruppen inkluderar ofta barn, gamla, gravida och alla som har nedsatt motståndskraft på grund av sjukdom eller behandling för cancer, reumatism, transplantationer och magsår, eller som får cortisonbehandling. Ska man kasta bort livsmedlen som kan utgöra en risk för känsliga personer, eller ska man satsa på information och utbildning av känsliga personer? I det senare fallet når man sällan hela gruppen. Inom det här området finns det flera frågor än goda svar, och ”Bäst före-datumets betydelse för livsmedelssäkerheten” vore en bra titel på ett klurigt forskningsprojekt.

---

*Ivar Vågsholm är professor i livsmedelssäkerhet vid Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU. Hans arbete handlar bland annat om galna ko-sjukan och Salmonella inom EU, kontroll av EHEC-bakterien hos idisslare, översyn av svenska Salmonellakontrollen, och om möjligheter för kontroll av Campylobacter hos slaktkyckling. Han har Formasanslag för forskning om antibiotikakänslighet.*



**LIVSMEDELSKVALITET  
- ÄR DET NÅGON SKILLNAD PÅ  
EKOMAT OCH ANNAN MAT?**

## Några aspekter på livsmedelskvalitet

Frågan om eventuella kvalitetskillnader mellan ekologiska och konventionella livsmedel har diskuterats länge. I den här avdelningen i boken går vi igenom de huvuddrag i ekologiskt och konventionellt jordbruk som kan påverka livsmedelskvaliteten för våra inhemska baslivsmedel.

Vi sammanfattar kunskapsläget när det gäller skillnader ifråga om näringskvalitet och innehåll av bioaktiva ämnen (fytokemikalier) och vad det betyder för vår hälsa. Vi belyser också de hygieniska skillnaderna mellan de två odlingssystemen med stöd av Livsmedelsverkets kontroller och regelverk.

Livsmedelskvalitet är ett vitt begrepp. Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien, KSLA, har gjort en indelning som innehåller fyra huvudgrupper av aspekter: objektiv kvalitet, miljöpåverkan, immateriell kvalitet och servicekvalitet.

**Objektiv kvalitet** innefattar näringskvalitet, ätkvalitet (färg, smak, konsistens), funktionell kvalitet samt hygienisk kvalitet (förekomst av mikroorganismer, naturliga gifter, miljöföroreningar, tillsatser, rester från tillverkningen samt allergener).

**Miljöpåverkan** innebär produktionens påverkan på inre och yttre miljö.

**Immateriell kvalitet** innefattar produktionsetiska aspekter som djurvänliga uppfödningmetoder, etniska och kulinariska aspekter, företagsimage och produktion i andra länder.

**Servicekvalitet** betyder att produkten motsvarar konsumentens förväntningar när det gäller bland annat pris, märkning, tillgänglighet och leveranssäkerhet.

Det är inte lätt att väga ihop alla dessa aspekter till en ”totalkvalitet”. När det gäller vissa av aspekterna har samhället kontroll så att konsumenten kan vara relativt lugn. För andra aspekter finns det märkningar som ger ledtrådar. Och vissa av aspekterna måste konsumenten bedöma själv.

*Margaretha Jägerstad, Anders Andrén, Lena Dimberg och Viktoria Olsson*

---

### Lästips

- Livsmedelskvalitet – är det någon skillnad? Artikel i boken *Är eko reko? Om ekologisk lantbruk i Sverige*. Formas Fokuserar nr 1, Formas 2003.
- Viktoria Olsson och Maria Magnusson, *Kan vi äta oss till en bättre hälsa och miljö?* Rapport MAT 21 nr 4/2004 ([www-mat21.slu.se](http://www-mat21.slu.se)).
- Camilla Gard, Irene Mattisson, Anders Staffas och Christina Åstrand, *Fullkorn, bönor och ägg – analys av näringsämnen*, Livsmedelsverket, Rapport 2/2010.

- Livsmedelsverkets webbplats ([www.slv.se](http://www.slv.se)). Klicka vidare från startsidan på ”Märkning av mat”, sedan ”Ekologisk mat”. Sök även på dokumentet ”Är ekologisk mat nyttigare än annan mat?”.
- Jenny Lundström, Ann Albihn, Gunnela Gustafson, Jan Bertilsson, Lotta Rydhmer och Ulf Magnusson, *Lantbrukets djur i en föränderlig miljö – utmaningar och kunskapsbehov* ([www-vh.slu.se/djurmiljoklimat/bok.pdf](http://www-vh.slu.se/djurmiljoklimat/bok.pdf)).

**Vetenskapliga referenser** till den här bokens artiklar om livsmedelskvalitet finns på [www.formasfokuserar.se](http://www.formasfokuserar.se) under boken *Jordbruk som håller i längden*.

## Foder och koras avgör mjölkens kvalitet

Om mjölk produceras ekologiskt eller konventionellt har ingen betydelse för dess sammansättning. Däremot är det skillnad på mjölk från olika koraser, och det har stor betydelse vilken typ av foder korna får. Det är framförallt mjölkens fetthalt och fettets sammansättning som kan påverkas. Exempelvis ger majsensilage mindre nyttiga omega-3-fettsyror, medan sommarens bete ger mer av nyttiga fetter i mjölken, skriver Anders Andrén.



*Anders Andrén, Institutionen för  
livsmedelsvetenskap, SLU.*

Det går inte att utifrån mjölkens sammansättning avgöra om den är konventionellt eller ekologiskt producerad. Bakgrunden är bland annat att det finns skillnader i utfodring beroende på vilka foder typer som är tillgängliga i vårt avlånga land. Dessutom skiljer sig mjölkens sammansättning mellan de två vanligaste mjölkkoraserna, Svensk rödvit boskap (SRB) och Svensk Holstein (SLB), där den senare har lägre fett- och proteinhalt men mjölkar större volym.

Mjolkproduktionen hos kon bygger till stor del på omvandlingen av svårnedbrytbara kolhydrater (cellulosa) till ett högvärdigt livsmedel (mjölk) via förjäsning i våmmen. För att kon ska må bra och för att magarna ska fungera måste kon utfodras med minst 40 procent grovfoder, det vill säga gräs, hö eller ensilage, och fodret måste innehålla tillräckligt med energi. Energinbehovet hos kon tillgodoses med spannmål (korn, vete, havre, majs) och olika typer av protein-koncentrat (soja, ärter, rapskaka). Det är viktigt att ha energitäta kraftfoder framförallt under de första tre månaderna för att täcka energibehovet när kon når sin maximala mjölkproduktion ett par månader efter kalvningen.

### **Stor fodervariation inom landet**

Normalt odlas det mesta av kons foder på den egna gården, och eftersom Sverige sträcker sig långt i nord-sydlig riktning så skiljer sig också växtzonerna mellan

norra respektive södra Sverige. I norr odlas framförallt korn och havre, medan det i södra Sverige även odlas vete och majs (till ensilage). Betesperioderna påverkas också av klimatet och blir därför kortare i norra Sverige jämfört med södra. Den lagstadgade betesgången är 2, 3 respektive 4 månader, och det gäller för alla mjölkkor oavsett produktionssystem.

Det är lätt att inse att utfodringen till mjölkkor varierar mycket mellan gårdar på olika platser i Sverige beroende på vilka grödor man kan odla som foder, samt att betesperiodens längd påverkas av var i Sverige gården är belägen.

### **Sommarbete ger mer omättat fett i mjölken**

I KRAV:s regelverk för produktion av ekologisk mjölk krävs att allt foder ska vara ekologiskt producerat och att grovfodret måste uppgå till minst 60 procent, med undantag för de tre första månaderna efter kalvningen då grovfoderandelen kan sänkas till 50 procent för att ersättas med mera energirikt kraftfoder. Det betyder att grovfoderandelen som mest skiljer 10 procent mellan ekologiskt och konventionellt utfodrade kor under perioden då kon producerar som mest mjölk. Den här skillnaden slår inte igenom i mjölkens sammansättning, utan eventuella skillnader beror på vilken typ av foder kon äter. Det är framförallt mjölkens fetthalt och fettets sammansättning som kan påverkas.

Generellt kan sägas att foder som innehåller omättat fett (till exempel raps) ger mer nyttigt omättat fett i mjölken, och att sommarens gräsbete ger mer omättat fett än vinterns foder av ensilage och hö. Dessa skillnader gäller både ekologiskt och konventionellt utfodrade kor. Fettet är den största smakbäraren i mjölk. Därför varierar smaken mer beroende på halten av fett än på mjölkfettets innehåll av enskilda fettsyror eftersom dessa inte kan noteras av våra smaklökar. Det sista gäller bara så länge fettsyror är bundna i fett som de normalt ska vara, och inte ifall de har spjälkats fria av något enzym. Fria fettsyror i mjölken känner vi som härsken smak, smörsyra är värst, och den smaken kan drabba både ekologisk och konventionell mjölk vid ovarsam hantering (kraftig omrörning före pastöriseringen) eller om mjölken har påverkats av vissa mikroorganismer.

### **Mer selen i konventionell mjölk?**

I en studie vi gjorde 2002 fick vi bara marginella skillnader mellan konventionellt och ekologiskt producerad mjölk. Skillnaderna gällde innehållet av selen som var högre i den konventionella mjölken, och halten av urea (urinämne) som var lägre i den ekologiska. Den selenfattiga åkerjorden i Uppland och Sörmland där försöksgårdarna var belägna återspeglades i ekomjölkens låga selenhalt. I den konventionella produktionen fick korna i sig mera selen

via mineraltillskott och kraftfoder. I en annan svensk studie (2007) hittade forskarna ingen skillnad i selenhalt mellan de två systemen.

Den lägre ureahalten i ekomjölk i vår studie tyder på lägre intensitet i produktionen, det vill säga korna skulle sannolikt mjölka mer om de fick mera energirik foder. Den lägre intensiteten i mjölkproduktionen hos de ekologiska gårdarna i vår studie var kanske bakgrunden till de lägre nivåerna av somatiska celler (ett mått på juverhälsa) som vi fann i ekomjölk. Men detta bekräftades inte i en avhandling av Nils Fall på Sveriges lantbruksuniversitet (2009) som fann att juverhälsan och även hälsan i övrigt inte skilde sig mellan de båda produktionssystemen.

### **Majsensilage ger mindre omega-3**

En brittisk-dansk studie 2008 visade att det var större skillnad i mjölkens sammansättning mellan låg- och högintensiva foderstater än mellan ekologiska och konventionella system. Vid mindre intensiv utfodring var mängden nyttiga mjölkfettsyror och vitaminer högre hos båda systemen. En lägre halt nyttiga fettsyror kan bero på utfodring med majsensilage och intensiva foderstater. Det medför bland annat att innehållet av nyttiga omega-3-fettsyror minskar så att kvoten omega-6/omega-3 ökar. Dessa resultat bekräftades även i ett examensarbete 2009 på mjölkprover från skånska ekologiska och konventionella

gårdar där foderstaten snarare än produktionssystemet påverkade kvoten av omegafettsyror.

I en studie 2003 fann vi heller ingen skillnad i halten  $\beta$ -karoten mellan produktionssystemen. Även senare studier (2007) visade att det inte var någon skillnad i vitamininnehållet ( $\alpha$ -tokoferol,  $\beta$ -karoten, retinol). Det ska noteras att ekologisk konsumtionsmjölk med lägre fetthalt än 3 procent (mellan- och lättmjölk) normalt endast berikas med vitamin D, medan konventionell mellan-, lätt- och minimjölk berikas med både A- och D-vitamin. Det finns dock undantag med både A- och D-berikad ekologisk lättmjölk.

### **Större skillnader i Danmark och England**

Mjölakens sammansättning påverkas alltså framförallt av foderstaten, hur intensiv den är, samt av korasen. För mjölakens kvalitet är det inte viktigt om det är ett ekologiskt eller konventionellt produktionssystem. I Sverige är skillnaden på foderstaterna mellan ekologiska och konventionella system generellt mindre än i till exempel Danmark och England. Det beror på att korna i de konventionella systemen i dessa länder inte får gå ute på bete och oftare utfodras med majsensilage.

---

*Anders Andrén är professor i livsmedelsvetenskap vid SLU. Han forskar om mjölakens sammansättning och dess ystnings- och gelbildningsförmåga vid ost- och yoghurttillverkning. Han har anslag från Formas för bland annat ett projekt om mjölk kvalitet som effekt av hälsan i juvrets olika fjärdedelar.*

## **Kött och ägg – plus och minus för båda systemen**

Många faktorer som inverkar på köttets kvalitet har inte att göra med om djuren är uppfödda på ekologiska eller konventionella gårdar. Det handlar om sådant som ras, gener, kön och hur köttet hanteras vid slakt och tillagning. Fodret spelar stor roll. Ekologiska djur äter generellt mer grovfoder än konventionella, och deras kött innehåller ofta mer fleromättade fetter. Annars är det vanligt med lite plus och lite minus för båda systemen. Det finns mer av vissa nyttigheter i ekologiska animalier och mer av andra i konventionella. Skillnaderna går inte alltid att förutsäga, skriver Viktoria Olsson.



*Viktoria Olsson, Sektionen för Hälsa och  
Sambälle, Högskolan Kristianstad.*



**S**vensk animalieproduktion, oavsett produktionsmetod, har länge värnat djurens hälsa och välfärd. Ekologisk djurhållning ska kännetecknas av god djurvelfärd, och vikten av att djuren har möjlighet att utföra sina naturliga beteenden betonas särskilt. Det innebär bland annat att djuren ska få utlopp för revirbeteende och för sina behov av att röra sig, sprätta eller böka.

Andra produktionsfaktorer som kan skilja ekologiskt från konventionellt är att man i ännu högre grad strävar mot att recirkulera näringsämnen på en ekologisk gård, och att syntetiska aminosyror och importerade fodermedel som soja används i liten utsträckning eller inte alls. Alla ekologiska djur ska ha fri tillgång till grovfoder. Uppfödningensintensiteten är ofta lägre för den ekologiska animalieproduktionen. Det finns också skillnader som gäller exempelvis att karenstiden till slakt efter veterinärmedicinsk behandling är längre för ekologiskt uppfödda djur än för den konventionella motsvarigheten.

Det kan ha betydelse för köttets kvalitet när och om ekologiskt uppfödda djur får mer motion och stimulans, utsätts för större klimatvariationer, får en annan foderstat med bland annat större tillgång till grovfoder, uppnår slaktmognad senare, blir behandlade på annorlunda sätt vid sjukdom eller är mindre stressade när de levereras till slakt än de konventionellt uppfödda korna, grisarna och slaktkycklingarna. Men

det är många och komplexa faktorer som inverkar på köttets egenskaper, och mycket av det som påverkar slutresultatet har inte så mycket med uppfödningssystemen att göra.

Djurens ras, genetiska förutsättningar och kön samt hanteringen av köttet vid och efter slakt och ända ner i stekpannan är mycket avgörande för om konsumenten upplever sig ha fått valuta för sina pengar i form av god produktkvalitet. För att göra en rättvis jämförelse mellan olika produktionssystem måste sådana parametrar som inte direkt påverkas av djurhållningen standardiseras. Sedan kan man studera effekten på produktkvaliteten av exempelvis grovfoder, motion eller lugnare slakthantering.

Näringsinnehållet i kött från enkelmagade djur som grisar och fjäderfä avspeglar i ganska hög grad näringsinnehållet i det foder djuren får, medan idisslare som nötkreatur har en mer komplicerad foderomsättning där det är svårare och tar längre tid för muskulaturen att påverkas av fodrets sammansättning.

### **Griskött**

Vid en jämförelse av kvaliteten mellan griskött från konventionella och ekologiska gårdar hittar man generellt små skillnader i köttets objektiva kvalitet. Den extra motion som slaktgrisarna får i ekologisk produktion verkar ofta vara för liten för att nämnvärt

påverka köttets mörhet, färg eller vätskehållande förmåga. Jag har inte heller funnit klara belägg för att ekologisk uppfödning av grisar resulterar i lägre förekomst av kvalitetsdefekt kött (kallat PSE) som följd av en mindre stressad slaktsituation.

Högre grovfodergivor, som när grisarna äter gräs eller ensilage, har i flera studier visat sig kunna påverka grisköttets fettsyrasammansättning på ett ur näringsmässig synvinkel fördelaktigt sätt. Medaljens baksida är att det mer fleromättade fettet gör att köttet riskerar att härskna snabbare. Antioxidanter, också de från grovfodret, skulle kunna motverka detta. Men här går studierna isär både när det gäller att det faktiskt skulle vara mer E-vitamin i ekologiskt griskött och om det i så fall är tillräckligt för att ge någon effekt på köttets hållbarhet. Mycket grovfoder och mindre kraftfoder har i någon studie visat sig kunna ge försämrad mörhet och pigmentering av köttet, något som relativt lätt kunde avhjälpas med så kallad slutgödning med mer kraftfoder under en period före slakten. Sammanfattningsvis kan man säga att svenskt griskött är av god kvalitet oavsett uppfödningssättet.

### **Nötkött**

Ekologisk och konventionell produktion av nötkött skiljer sig mindre än för griskött. Det finns en variation när det gäller kvaliteten på svenskt nötkött,

skillnader som härrör från att det finns olika typer av nötköttsproduktion. Antingen kan köttet vara en biprodukt av mjölkproduktion eller så kan det komma från speciella kötttraser. Vidare kan nötkött komma från kor, tjurar eller stutar, som i sin tur kan vara olika gamla när de slaktas och uppfödda med varierande grad av intensitet beroende på om man valt en utfodringsstrategi baserad på grovfoder eller kraftfoder.

Kött från djur som har haft mycket grovfoder i sin foderstat (som för ekologiskt men i vissa fall även för konventionellt nötkött) har i en del studier visat sig ha en mer intensiv smak (det smakar som kött gjorde förr), en mer fördelaktig fettsyrasammansättning och mörkare färg. Det kan upplevas som segare, men en kort period av mer intensiv slutgödning har visat sig kunnat råda bot på försämrad mörhet, utan att inverka negativt på den bättre fettkvaliteten.

Nötköttets kvalitet påverkas mycket av hur köttet hanteras i samband med slakten och efter slakten. En kvalitetsdefekt kallad DFD (*Dark Firm Dry*) kan ibland bli följden av att djur stressas vid transport och hantering före slakt. DFD skulle kunna vara mindre vanligt hos ekologiska djur som hanterats extra varsamt i samband med slakt, men det har vi inte hittat några bevis för.

Man kan alltså dra paralleller med mjölken i förra avsnittet. Det är framförallt foderstaten, hur intensiv

den är, samt korasen och för köttets del även djurets kön och ålder som har betydelse för nötköttets kvalitet.

### **Ägg**

Näringsinnehållet i ägg påverkas av näringsinnehållet i hönornas foder. Aktuella analyser från en större undersökning av näringsinnehåll i konventionella och ekologisk ägg finns nu i Livsmedelsverkets databas ([www.slv.se](http://www.slv.se)). Den visar att ekologiska ägg innehåller något mer (över 10 procent) kolesterol, jod, järn, selen, vitamin B12 och karotenoider än konventionella ägg. Dessa skillnader förklaras av att de ekologiska hönorna har fått fiskmjöl och majsglutemjöl i sitt foder. Ökad halt av vissa karotenoider i ekologiska ägg som värps under sommarmånaderna beror sannolikt på att hönorna gick ute under sommaren. För alla övriga näringsämnen var skillnaderna mellan ekologiska och konventionella ägg marginella (under 10 procent).

Det här är en vanlig bild man får när man jämför den objektiva produktkvaliteten i de båda systemen. För vissa näringsämnen är halterna högre i ekologiska produkter och för andra näringsämnen är halterna högre i konventionella livsmedel, och skillnaderna är inte alltid systematiska.

---

*Viktoria Olsson är universitetslektor i mat- och måltidskunskap vid sektionen för Hälsa och Samhälle på Högskolan Kristianstad. Hon har under sitt avhandlingsarbete och som forskare vid Institutionen för Livsmedelsvetenskap på SLU studerat hur olika uppfödningssystem påverkar i första hand grisköttets kvalitet. Hon arbetade med matens kvalitet även som verksamhetsledare för Uppsala Livsmedelscentrum.*

## Oklara systemskillnader för vegetabilier

Forskningen är oklar när det gäller om grödor i ekologisk produktion ger oss mer eller mindre av nyttiga respektive onyttiga fytokemikalier än konventionella grödor, och samma sak gäller vitaminer och mineraler. Det naturliga giftet solanin i potatis ligger på samma nivå i de två odlingsformerna, likaså mögelfgifter och kadmium. Ekologiska grönsaker innehåller mindre nitrat än konventionella, och de innehåller sällan kemiska bekämpningsmedel. Det finns ingen kontroll i livsmedlen av de bekämpningsmedel som är tillåtna i ekologisk odling, men här är nya regler på väg, skriver Lena Dimberg och Margaretha Jägerstad.



*Lena Dimberg,  
Institutionen för  
livsmedelsvetenskap, SLU.*



*Margaretha Jägerstad,  
Institutionen för  
livsmedelsvetenskap, SLU.*

**V** egetabiliers näringsmässiga kvalitet beror på både arv och miljö. Den kemiska sammansättningen av makronäringsämnen som protein och fett är i stort genetiskt betingad. Men gödselstrategier (som storleken på kvävegivan) kan i viss mån förändra proteinhalten i grödan, och temperaturen på odlingsplatsen kan förändra fettsyrasammansättningen i en del grödor. Mikronäringsämnen som vitaminer och mineraler kan också påverkas av den yttre miljön. När det gäller mineraler är jordens beskaffenhet av stor vikt.

I dagsläget är det oklart om den kemiska sammansättningen och därmed det näringsmässiga värdet av frukt och grönt skiljer beroende på odlingssystem. Oklarheten beror främst på att det finns få vetenskapligt väl genomförda och jämförbara studier.

### **Naturliga gifter/fytokemikalier**

Växter tillverkar ett otal så kallade fytokemikalier. De här ämnena har olika funktioner i plantan och ingår till exempel i försvaret mot inkräktare. I livsmedels-sammanhang kan de utöva både positiva och negativa effekter. Kemiskt tillhör de så vitt skilda grupper som karotenoider, fytosteroler, saponiner, glykoalkaloider och polyfenoler. Det totala antalet naturliga fytokemikalier i växtriket har uppskattats till cirka 80 000 olika substanser. Varje enskild substans förekommer oftast i små mängder, men vid intag av en

allsidig vegetabilisk diet beräknas de tillsammans bidra med cirka 1,5 gram.

Fytokemikalier betraktas inte som näringsämnen och ingår inte heller i tabeller över rekommenderat intag som Livsmedelsverket utfärdar. Tidigare betraktades de som naturliga gifter utan några näringsmässigt goda egenskaper. Men på senare år har intresset för de här substanserna ökat i positiv bemärkelse eftersom en del anses ha bioaktiva egenskaper som kan vara till gagn för vår hälsa. Karotenoider och polyfenoler är de grupper som diskuteras mest eftersom de kan fungera som antioxidanter och motverka inflammationer. Oxidations- och inflammationsreaktioner anses höra ihop med många kroniska sjukdomsförlopp.

Vilken typ av fytokemikalier som finns i en växt är i mångt och mycket genetiskt styrt, och deras förekomst varierar i hög grad med växtarten. Men halten kan variera beroende på faktorer som hör ihop med växten, till exempel sort, växtedel och mognadsstadium. Olika odlingsbetingelser som jordart, ljus, temperatur, vattentillgång, gödselmedel och pesticider har också stor betydelse. Men halten påverkas kanske allra mest av stresssituationer. Många fytokemikalier, bland annat fenoler, ingår i växters försvarssystem och tillverkas av växten som ett svar på stress, till exempel ett svampangrepp. Därför kan användning av pesticider för att skydda plantan från

angrepp föra med sig att tillverkningen av växtens egna försvarssubstanser minskar.

Flera studier jämför ekologiskt och konventionellt odlade grödor med tanke på de för hälsan positiva fytochemikalierna. Men olika studier har fått motsatta resultat. En del studier rapporterar att ekologiska produkter har högre innehåll av fytochemikalier än de konventionellt odlade, och andra rapporterar att det inte går att hitta några skillnader.

Ett exempel på en naturlig giftig fytochemikalie i mat är solanin som bildas i potatis när den växer eller lagras i ljus. Om potatis innehåller mycket solanin kan det ge illamående, magont och diarré. Innehållet av solanin skiljer sig inte mellan potatis som odlats ekologiskt och potatis som odlats konventionellt. Livsmedelsverkets studier visar istället att val av potatissort och miljöförhållanden under odling och lagring har större betydelse för hur mycket solanin som bildas.

### **Nitrat och nitrit**

Undersökningar har visat att höga halter av nitrit och nitrat som finns naturligt i rotfrukter och bladgrönsaker kan påverka både djur och människor på ett negativt sätt. Bland annat kan små barn drabbas av försämrad syretransport i blodet.

Många internationella studier visar att ekologiska grönsaker innehåller mindre naturligt nitrat, som kan omvandlas till nitrit, än konventionella grönsaker.

Det beror på att de kvävegödselmedel som används inom ekologisk odling verkar långsamt och därför inte överför lika mycket nitrat som de gödselmedel som används i annan odling.

### **Mikroorganismer och mögelgifter**

Inom ekologisk odling används mera organiska gödselmedel än i konventionell odling, till exempel stallgödsel. Av den anledningen skulle man kunna tänka sig att det borde finnas mer smittbärande mikroorganismer (bakterier och virus) i ekologiska grödor. Livsmedelsverket har undersökt om sallat som odlas ekologiskt innehåller mer bakterier än konventionell sallat, men undersökningen visade inte på några skillnader.

Mögelgifter bildas av mögelsvampar under vissa förhållanden, till exempel hög fuktighet. Det finns flera hundra mögelgifter beskrivna. Kemiska bekämpningsmedel mot mögelsvampar får inte användas i ekologisk odling och används mycket lite i konventionell odling. Istället avgör andra saker som väderlek, växtföljd och utsädessort hur mycket mögelsvampar det blir på grödan. Att skörden inte torkas tillräcklig eller lagras fel kan leda till att det bildas mögelsvampar.

Några vanliga typer av mögelgifter är aflatoxin som kan finnas i nötter, majs och fikon, ochratoxin A och trichotecener som kan förekomma i spannmål, samt patulin som bildas från mögelsvampar som

angriper frukt och bär. Livsmedelsverket har inte kunnat visa att det finns skillnader mellan ekologiskt och konventionellt odlade bär och spannmål när det gäller hur mycket patulin som finns i sylt eller hur mycket ochratoxin och trichotecener det finns i spannmål. Andra forskare har kommit fram till liknande resultat.

### **Kadmium**

Kadmium finns naturligt i berggrunden och marken. I sura jordar kan kadmium lättare tas upp av växter än i neutrala jordar. Innehållet av kadmium varierar därför mellan grödor. Dels beror det på grödornas förmåga att ta upp kadmium, dels på hur mycket kadmium jorden innehåller. Kadmium tillförs åkermarken med handelsgödsel, ställgödsel, röttslam, som torrt nedfall från luften och med regnvatten.

Kadmiuminnehållet i ekologiskt och konventionellt odlat vete har undersökts i svenska studier på två olika platser. På den ena odlingsplatsen blev kadmiumhalten lägre i det ekologiska vetet än i det konventionella, och på den andra platsen blev resultatet tvärtom. Generellt finns det inga tydliga skillnader i innehåll av kadmium mellan ekologisk och annan mat.

### **Bekämpningsmedelsrester**

I konventionell odling används kemiska medel för bekämpning av olika skadegörare. Även kemiska

tillväxtregulatorer med hormonverkan får användas. Beroende på när och hur dessa medel används kan rester finnas kvar i livsmedlen när de äts.

Inom ekologisk odling är kemiska bekämpningsmedel och tillväxtregulatorer inte tillåtna enligt EU:s förordning. Vid ekologisk odling används istället medel med ursprung i naturen, bland annat vegetabiliska oljor, bivax, rovinsekter och mineralolja. De bekämpningsmedel som får användas i ekologiskt jordbruk ingår för närvarande inte i kontrollen av bekämpningsmedelsrester. Det betyder att kontrollen inte kan upptäcka om det finns rester i maten av bekämpningsmedel som används i ekologisk odling. Nya regler är på väg på det här området.

Livsmedelsverket kontrollerar att gränsvärden inte överskrids i vegetabiliska livsmedel som har framställts i Sverige, inom EU eller som importeras till Sverige från länder utanför EU. Kontrollen omfattar grönsaker, frukt, spannmål, juicer, müsli, barnmat med mera. Varje år tas drygt tusen prover av färska grönsaker och frukter från både ekologisk och konventionell produktion. Bekämpningsmedelsrester påträffas i 65 procent av proverna. I drygt 5 procent av proverna överskrids dessutom gällande gränsvärden. Men då ska man komma ihåg att gränsvärden är satta med en säkerhetsmarginal på 100 gånger, det vill säga den mängd som får finnas ligger på en hundra-del av den minsta mängd av tillsatsen som har gett

mätbara biologiska effekter i djurförsök. De årliga undersökningarna visar att rester av konventionella bekämpningsmedel generellt påträffas i lägre grad i vegetabilier som produceras i Sverige än i vegetabilier som importeras.

Livsmedelsverket har också utfört specialstudier på färska ekologiska frukter och grönsaker som odlats i Sverige eller importerats. Kemiska bekämpningsmedel som är tillåtna i konventionell odling påträffades i endast två av 148 undersökta prover, i båda fallen under gällande gränsvärden. Resultatet tyder på att den ekologiska märkningen är trovärdig.

---

*Lena Dimberg är docent i livsmedelsvetenskap vid Institutionen för livsmedelsvetenskap på SLU i Uppsala. Hennes huvudsakliga forskningsområde är bioaktiva fenoler i spannmål.*

*Margaretha Jägerstad är professor emerita i livsmedelsvetenskap vid SLU, särskilt livsmedelskemi. Hon har forskat om bildning och förekomst av toxiska Maillard-produkter, särskilt stekyttemutagener. Under det senaste decenniet har hennes forskning varit inriktad på B-vitaminet folsyra. Hon har anslag från Formas för tre projekt som handlar om folater och om biotillgänglighet för vitaminer och bioaktiva ämnen.*

### **Tillsatser i livsmedel**

Både konventionella och ekologiska produktionssystem tillåter livsmedelstillsatser och följer den berikning som föreskrivs av svenska myndigheter, till exempel A- och D-vitaminberikning av mjölk.

För att en tillsats ska få användas måste den vara nödvändig för varans produktion och distribution i större skala, och den får inte vara skadlig för konsumenten. Tillsatser måste deklarerats med E-nummer och funktion, till exempel konserveringsmedel, färgämne, antioxidationsmedel, emulgerings-, stabiliserings- och förtjockningsmedel, sötningsmedel, smak- och aromämnen. Tillsatsen måste vara godkänd att användas i livsmedel enligt internationella regelverk. FN:s livsmedelsorganisation FAO och Världshälsoorganisationen WHO har expertgrupper som noga granskar och bedömer varje enskild livsmedelstillsats biologiska effekter och anger gränsvärden för ofarliga nivåer. Även på EU-nivå granskar experter användningen av livsmedelstillsatser. I Sverige är det Livsmedelsverket som övervakar och kontrollerar att det omfattande regelverket följs.

För ekologiska livsmedel gäller att tillsatsen ska ha ett naturligt ursprung. Användningen regleras genom särskilda förordningar inom EU. Den svenska organisationen KRAV godkänner endast 34 stycken tillsatser, medan Livsmedelsverkets tillsatslista för konventionella livsmedel tar upp cirka 300 stycken.



Flertalet av tillsatserna som får användas i konventionella livsmedel har naturligt ursprung eller klassas som naturidentiska, men på listan finns det även syntetiska tillsatser som azofärgämnen.

Omdiskuterade konserveringsmedel är nitrater och nitriter som används i både ekologiska och konventionella livsmedel. Nitrit och nitrat finns i många livsmedel, antingen naturligt eller som tillsatt konserveringsmedel. Det finns regler för hur mycket som får användas som tillsats i mat. Natriumnitrit och kaliumnitrat får tillsättas till ekologiska livsmedel. Nitrit tillsätts i charkuterivaror, till exempel kory, för att hämma tillväxten av den giftiga bakterien *Clostridium botulinum*. Sedan den 1 december 2007 är den tillåtna nitrithalten som livsmedelstillsats i ekologiska charkuterivaror lägre än i konventionella.

## Det finns inga färdiga svar

Är det någon skillnad på ekologiska och konventionella produkter när det gäller livsmedelskvalitet? Frågan är besvärlig att utreda. De studier som har gjorts har så stora brister att mer än 99 procent föll bort i en utvärdering. Ambitionerna måste höjas. Först då får vi tillgång till fakta som bygger på bevisade samband, och kan svara på frågan om det finns sådana skillnader mellan ekologiska och konventionella livsmedel att de kan betraktas som viktiga för folkhälsan. Fler studier behöver till exempel göras om hygienisk kvalitet samt om bioaktiva ämnen som finns naturligt i växterna.

De översikter som hittills gjorts för att belysa skillnaderna i näringskvalitet mellan ekologisk och konventionella livsmedel har kommit till olika slutsatser. Vissa studier hittar inga skillnader, medan andra drar slutsatsen att ekologiska produkter har överlägset högre näringsvärde än konventionella. En svaghet i många översiktsarbeten är att de inte har ställt upp enhetliga kriterier för att arbetena ska kunna bedömas kritiskt.

För ett par år sedan beställde en oberoende engelsk myndighet (UK Food Standards Agency) en systematisk genomgång av näringsmässiga skillnader

mellan ekologiska och konventionella livsmedel. Uppdraget utfördes av folkhälsoforskare knutna till London School of Hygiene & Tropical Medicine. Den första delrapporten publicerades 2009 i American Journal of Clinical Nutrition. Forskarna hittade cirka 50 000 vetenskapliga studier inom området publicerade under de senaste 50 åren.

För att få ingå i utvärderingen krävdes några grundläggande kvalitetskriterier, till exempel väldefinierade produktionsmetoder inklusive certifiering och märkning av produkterna, uppgifter om växtsorter och djurraser, uppgift om vilka näringsämnen som analyserats, samt beskrivning av använda kemiska och statistiska analysmetoder. Med hjälp av dessa kvalitetskriterier kunde endast 162 arbeten accepteras. Av dessa höll endast 55 stycken en tillfredsställande kvalitet, som dock inte omfattade samtliga näringsämnen.

### **Mindre eksem med ekologisk mjölk?**

Statistiskt säkerställt fann man i dessa studier att konventionellt producerade vegetabilier innehöll högre mängder kväve (protein) medan de ekologiska växtprodukterna innehöll mera fosfor. Skillnaderna kan förklaras med olika gödselstrategier – handelsgödsel i konventionella system och stallgödsel i ekologisk produktion. För vitamin C, bioaktiva substanser, kalcium, magnesium, kalium, zink och koppar samt vattenhalt skilde sig inte vegetabilierna

åt mellan de två odlingssystemen. För animalieprodukterna kunde endast total fetthalt och askhalt jämföras mellan de två produktionssystemen, och dessa skilde sig inte statistiskt.

Samma forskargrupp publicerade 2010 resultaten från en systematiskt genomförd metaanalys där näringsmässiga hälsofördelar stod i fokus. Kriterierna var desamma som i den förra studien, med tillägget att hälsoeffekterna och de använda metoderna för att undersöka dessa skulle vara klart definierade. Bara tolv artiklar (av cirka 98 000) uppfyllde kriterierna och inkluderades i utvärderingen, som inte kunde bekräfta att konsumtion av ekologiska grödor skulle bidra till några näringsmässiga hälsofördelar. Det enda undantaget var en större studie på småbarn (cirka 2700 stycken 0–2-åringar) som indikerade att eksem hos småbarn minskade med ekologisk mjölk.

### **Några få slutsatser**

När det gäller skillnader i livsmedelskvalitet mellan ekologisk och konventionell produktion har flest studier gjorts på området näringskvalitet. Den första systematiska genomgången av alla sådana studier (cirka 50 000) som utförts under de senaste 50 åren kunde visa statistiskt säkerställda skillnader endast för ett fåtal näringsämnen.

När det gäller skillnader i hygienisk kvalitet finns det färre studier gjorda. Här saknas systematiska studier av kunskapsläget med definierade kvalitetskriterier

som grund. Men för sjukdomsframkallande organismer, svampgifter och kadmium verkar skillnader i halterna vid större jämförelser vara svåra att påvisa. Och förekomst och halter av växtskyddsmedel och tillsatser är generellt lägre i ekologiska livsmedel än i konventionella. Denna fördel för ekologiska livsmedel bör ses i ljuset av hur forskarna rangordnar livsmedelskvalitetens inverkan på hälsan.

Experternas rangordning av samband mellan kost och hälsa sätter felaktiga kostvanor på första plats. När det gäller betydelsen av att äta en balanserad kost med stort inslag av vegetabilier har epidemiologiska studier visat ett klart samband med lägre risk att drabbas av till exempel kroniska välfärdssjukdomar. På andra plats i rangordningen kommer mikrobiellt orsakade matförgiftningar, och därefter naturliga gifter och miljöföroreningar. Lägst hälsorisk sätter experterna för rester av bekämpningsmedel och tillsatser. Här arbetar man förebyggande genom att endast tillåta ämnen vars toxicitet är noga utredd och att kontrollera att gränsvärden inte överskrids. Konsumenternas rangordning av dessa risker är oftast den omvända.

### **Viktig signal**

En viktig lärdom av de första systematiska studierna av skillnader mellan ekologiska och konventionella livsmedel är att det finns stora brister i studiernas kvalitet. Trots mycket basala kvalitetskriterier för att

inkluderas i utvärderingarna föll mer än 99 procent av studierna bort. Det betyder att forskningsresurserna inte har använts effektivt.

Det här är en viktig signal till forskare och beslutsfattare att i det fortsatta arbetet höja kvaliteten och ambitionerna i de studier som planeras. Dessa bör inriktas mer på systematiska studier av hygienisk kvalitet och naturligt förekommande bioaktiva ämnen än på näringsmässiga skillnader, som har visat sig vara små. Det är också viktigt att ta hänsyn till inverkan av lagring, processer och hur biotillgängliga substanserna är för kroppen.

En hållbar livsmedelproduktion bör baseras på hållbara forskningsresultat! Först då får vi tillgång till fakta som bygger på bevisade samband. Och först då kan vi besvara frågan om det går att hitta skillnader i livsmedelskvalitet mellan ekologiska och konventionella livsmedel, och om de skillnaderna i så fall har betydelse för folkhälsan.

*Margaretha Jägerstad, Anders Andrén, Lena Dimberg och Viktoria Olsson*

# **GLOBALT PERSPEKTIV**

## Planetens gränser kräver ny grön revolution

Människans tryck på planeten jorden är för stort. För tre av nio processer har vi redan passerat den kritiska gräns där det kan inträffa plötsliga förändringar, nämligen för klimat, biologisk mångfald och kvävecykeln. Utrymmet krymper snabbt även för mark, sötvatten och fosforflöden. Jordbruket står idag för en stor del av miljöproblemen men är också nyckeln till en stor del av lösningen och måste därför genomgå en revolution, skriver Johan Rockström. Plöjningsfria metoder, nya grödor med hjälp av genteknik och innovativ användning av vatten och mark är delar av hans lösning.



*Johan Rockström, SEI och Stockholm  
Resilience Centre, Stockholms universitet.*

Världens jordbruk har trängts in i ett hörn under trycket av flera sociala och ekologiska drivkrafter, och ingen vet riktigt hur det ska ta sig därifrån. Enkelt uttryckt handlar det om tre övergripande drivkrafter som tillsammans utgör ett kraftfullt argument för varför vi, omedelbart, behöver en ny kraftfull agenda för hållbar jordbruksutveckling i världen – något vi hittills inte har sett röken av!

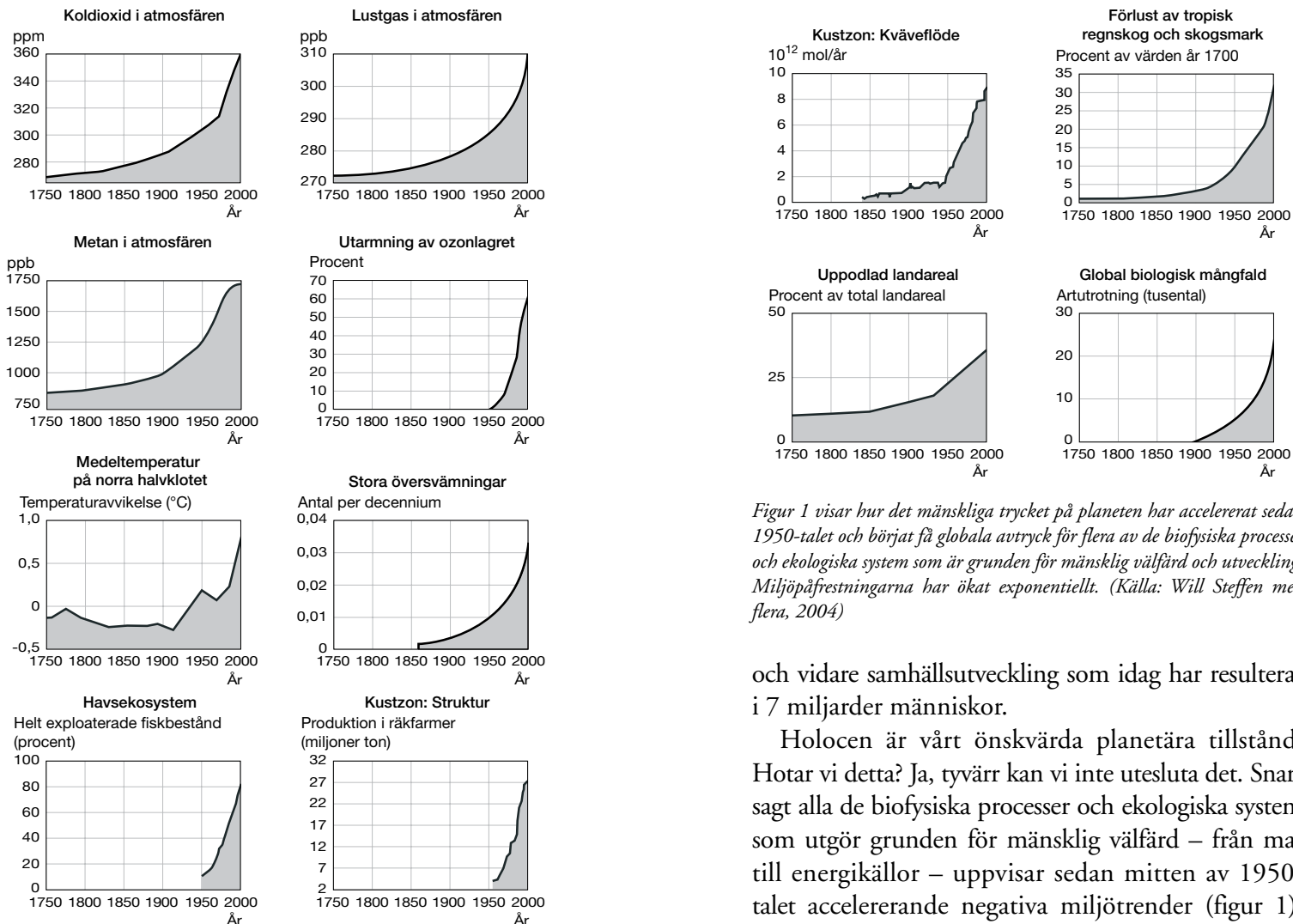
De tre drivkrafterna är: 1) det sociala trycket från en växande och rikare världsbefolkning, 2) de accelererande globala miljöförändringarna som riskerar att underminera möjligheterna till produktivt jordbruk i stora delar av världen, och 3) att jordbruket biter sig självt i svansen genom att utgöra en stor del av problemet. Det senare innebär att jordbruket också kan – och måste – vara en del av lösningen i den nödvändiga omvandlingen av världens samhällen mot en hållbar framtid.

Vi har nått en världsbefolkning på 7 miljarder människor, och vi är i princip in-tecknade för 9 miljarder, där i stort sett hela nettoökningen av människor på jorden sker i vad som idag är fattiga regioner. Vi gör inte framsteg när det gäller att uppnå FN:s millenniemål att halvera världens hunger till 2015. Närmare 1 miljard människor går fortfarande och lägger sig hungriga varje kväll. Samtidigt har vi växande överviktsproblem bland den ”rika minoriteten” på planeten, och snabbt växande ekonomisk välfärd i delar av de expanderande ekonomierna i

framförallt Asien. Den positiva trenden mot bättre välfärd bland tidigare fattiga resulterar inte bara i större matkonsumtion utan också i mer resursintensiv matproduktion när dieterna innehåller mera kött. Denna sociala befolkningsutveckling utgör ett gigantiskt tryck på världens jordbruk. Inte mindre än en ny grön revolution behövs för att minska hungern och föda en växande befolkning, det vill säga i princip en fördubbling av produktionen inom en generation (cirka 25 år) i de delar av världen där efterfrågan ökar mest.

### **Från holocen till antropocen**

Vi har nu nått den globala utvecklingsfas där mänskligheten utgör en kraft av geologisk skala. Vi är i antropocen, en ny geologisk era där människan utgör den största förändringskraften på jorden. Detta är dramatiskt eftersom forskning nu också visar att holocen, den geologiska fas vi haft privilegiet att befinna oss i de senaste tiotusen åren, inte bara är anmärkningsvärt stabil i termer av miljöförutsättningar för mänsklig utveckling, utan också den enda fas som kan stödja den civilisationsutveckling vi känner till. Före holocen var fullt moderna människor bara några få miljoner på planeten. Det var samlare och jägare som kämpade sig igenom extremt varma och kalla perioder. I holocen uppfann vi jordbruket som utgjorde starten för de mesopotamiska, kinesiska, egyptiska, grekiska och romerska emperierna,



Figur 1 visar hur det mänskliga trycket på planeten har accelererat sedan 1950-talet och börjat få globala avtryck för flera av de biofysiska processer och ekologiska system som är grunden för mänsklig välfärd och utveckling. Miljöpåfrestningarna har ökat exponentiellt. (Källa: Will Steffen med flera, 2004)

och vidare samhällsutveckling som idag har resulterat i 7 miljarder människor.

Holocen är vårt önskvärda planetära tillstånd. Hotar vi detta? Ja, tyvärr kan vi inte utesluta det. Snart sagt alla de biofysiska processer och ekologiska system som utgör grunden för mänsklig välfärd – från mat till energikällor – uppvisar sedan mitten av 1950-talet accelererande negativa miljötrender (figur 1). Denna acceleration av det mänskliga världsbygget

orsakar redan idag globala miljökonsekvenser som riskerar att underminera planetens långsiktiga stabilitet i dess nuvarande önskvärda tillstånd.

Vi har också nått den punkt där världens jordbruk utgör en global kraft. Idag är jordbruket den ojämförligt största förändringskraften på planeten och dess funktioner. Hela 40 procent av planetens markyta är under någon form av jordbruk (växtodling och husdjursproduktion). Jordbruk i stort står för cirka 30 procent av de globala utsläppen av växthusgaser. Det inkluderar fossila bränslen i matproduktion, liksom markförändringar, avskogning och utsläpp av andra gaser (lustgas och metan) från exempelvis djurproduktion. Intressant nog utgör jordbrukets skuld också jordbrukets chans. Världens matproduktion kan och måste gå från att vara en del av problemet till att vara en del av lösningen.

### **Trösklar för resiliens**

Accelerationen av det mänskliga miljötrycket på planeten är förknippad med stora risker. Vi vet att planeten fungerar som ett komplext självreglerande system, där olika delar av jordens biofysiska system – haven, atmosfären, landbiosfären och kryosfären med sin snö och is – samspelar med förmågan att bromsa eller förstärka förändringsprocesser. Forskning visar att ekosystem som skogar, våtmarker, sjöar och inlandhav har kapacitet att motstå störningar – en aspekt av det vi kallar resiliens. Dessutom har de

flera tillstånd, vissa önskvärda och andra inte önskvärda. När ett system knuffas från ett önskvärt till ett inte önskvärt tillstånd sker detta ofta på grund av att systemet trillar över en tröskel, och relativt snabbt ändrar tillstånd. Ofta sker detta irreversibelt åtminstone på kort sikt, det vill säga systemet stabiliserar sig i ett nytt läge där nya arter och processer tar över, vilket gör att det blir mycket svårt att återgå till ursprungsläget. Exempel på detta är när korallrev under tryck från överfiske, övergödning och uppvärmning ”flippas” från hårdkorall- till mjukkorallsystem.

Ett annat exempel är risken att Arktis har trillat över eller närmar sig en tröskel. Sommaren 2007 minskade ytan av istäcket drastiskt och plötsligt – en förändring som bröt en linjär nedåtgående trend. Risken finns att Arktis resiliens att motstå uppvärmning har kommit till en punkt där smältförloppet plötsligt påskyndats och självaccelererar eftersom smälta ytor är mörkare och absorberar mer solinstrålning än istäckta ytor.

### **Gränsvärden för en ”säker” spelplan**

Med insikterna om trycket från accelerationen av mänskliga aktiviteter och att system på jorden kan vara förknippade med tröskeleffekter, blir frågan om vi måste analysera risken för tröskeleffekter i planetär skala. Finns det risk att vi kan destabilisera vårt nuvarande önskvärda holocentillstånd antingen genom att knuffa jordens jämviktssläge ut ur holocen eller

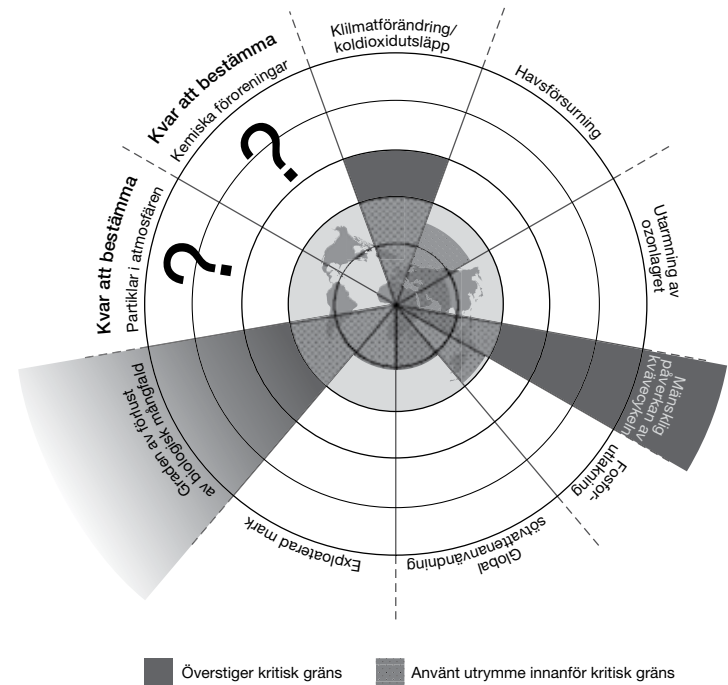


genom att stora system på jorden fundamentalt ändrar livsförutsättningarna i så stor skala att det får globala konsekvenser? Exempelvis skulle en destabilisering av Grönlandsisen höja havsnivån med cirka 7 meter.

I ett försök att svara på den här frågan har ett antal ledande globala miljöforskare under vetenskaplig ledning av oss på Stockholms universitet utvecklat ett nytt begreppssystem för att ta itu med global resiliens och utvecklingsutmaningen i antropocen. Vi har kallat det för "Planetary Boundaries". Utgångspunkten är att identifiera de biofysiska processer som hänger ihop med förmågan att hålla kvar regionala system (som monsunsystem, regnskogar och Arktis) och globala system (som klimatsystemet) i ett önskvärt tillstånd, det vill säga att undvika oönskade tröskeffekter.

I en första tillämpning av begreppssystemet har vi identifierat nio biofysiska processer som med stor sannolikhet är kopplade till jordens förmåga att stanna kvar i det önskvärda holocentillståndet (figur 2). För sju av dessa nio processer föreslog vi planetära gränsvärden som med stor sannolikhet håller oss borta från trösklar (se ruta på sid 362). Innanför de här gränsvärdena definierar vi alltså en "säker" spelplan för mänsklig utveckling.

Vår analys visar att vi redan har gått över den säkra gränsen för tre av dessa – klimatförändring, förlust av biologisk mångfald och manipulation av



Figur 2. För tre av de biofysiska processer som forskarna har identifierat har vi redan passerat den kritiska gräns där det kan inträffa plötsliga och oförutsedda förändringar: klimatförändring, förlust av biologisk mångfald och manipulation av den globala kvävecykeln. Utrymmet krymper snabbt för markförändring, sötvattenanvändning, fosforflöden till havet och havsförsurning.

den globala kvävecykeln. För de övriga finns det vissa frihetsgrader, men utrymmet krymper snabbt för konvertering av mark till jordbruk, sötvattenanvändning, fosforflöden till havet och havsförsurning.

## Gränsvärden för planeten jorden

*Klimatförändring:* koldioxidkoncentration i atmosfären under 350 ppm (miljondelar)

*Utarmning av ozonlagret:* mindre än 5 procent uttunning av ozonlagrat från förindustriell nivå

*Aerosoler/luftföroreningar:* ännu inte bestämt

*Havsförurning:* mättnadsgrad av kalciumkarbonatformen aragonit över 80 procent av förindustriell nivå

*Global sötvattenanvändning:* mindre än 4 000 km<sup>3</sup>/år

*Kemikalieutsläpp:* ännu inte bestämt

*Markförändring:* mindre än 15 procent av landytan under växtodling

*Förlust av biologisk mångfald:* mindre än tio arter förlorade per 1 miljon arter och per år

*Manipulation av globala kväve- och fosforflöden:* minska till 25 procent av nuvarande uttag av kväve från atmosfären; bibehåll utlakning av fosfor till haven vid nuvarande eller lägre nivå

## En ny agenda för världens jordbruksutveckling

Planetära gränser för mänsklig utveckling ger oss en ny global ”kravspecifikation” för världens jordbruk (tabell 1). Det här är en dramatisk kravspecifikation i en situation där dagens jordbruk inte bidrar till att hålla sig inom planetens gränser, och där vi behöver en ny grön revolution för att radera hungern i världen och försörja en världsbefolkning på 9 miljarder år 2050. Dagens jordbruk beräknas bidra med upp till 30

Tabell 1. Krav på en grön jordbruksutveckling, utifrån forskarnas planetära gränsvärden.

Planetär process	Krav för grön jordbruksutveckling
Klimatförändring	Att stabilisera koncentrationen av koldioxid i atmosfären till under 350 ppm kräver ett jordbruk som går från att vara en global källa till utsläpp av koldioxid till att bli en global sänka.
Markförändring	Odlingsmarken kan bara expandera från nuvarande 12 till 15 procent av världens markareal. Skördarna måste därmed öka, och skördeökningen måste vara den huvudsakliga källan till mer mat.
Sötvattenanvändning	Säkra att den globala konsumtionen av blått vatten (vattendrag, grundvatten, sjöar) är högst 4 000 km <sup>3</sup> /år. Vi konsumerar idag cirka 2 600 km <sup>3</sup> per år. Det innebär att möjligheten till expansion av bevattning är begränsad.
Manipulation av globala kväve- och fosforflöden	Minska till 25 procent av nuvarande nivå på uttaget av kväve från atmosfären. Inga ökning av fosfortillförsel till haven.
Förlust av biologisk mångfald	Minska takten på artutrotningen till under 10 arter per miljoner arter per år, från nuvarande förlusttakt på 100–1000.

procent av utsläppen av växthusgaser (cirka 17 procent från ohållbara jordbruksmetoder, resten i huvudsak från avskogning). Matproduktion är världens största enskilda ”vattenkonsument”, genom det faktum att det åtgår ungefär 1 300 kubikmeter sötvatten för att producera en adekvat årlig diet för en vuxen människa (på cirka 3000 kcal/dag), det vill säga mellan 3,5 och

4 kubikmeter per dag. Närmare 25 procent av världens stora floder når inte längre havet på grund av för stort uttag av vatten för jordbruket.

Det moderna jordbruket är världens stora manipulator av de globala näringsflödena av kväve och fosfor. Kväveuttag från luften används framförallt i framställning av handelsgödsel, och jordbruket bidrar till fosforläckage till haven. Ingen mänsklig aktivitet har bidragit så snabbt och i så stor skala till markomvandling på planeten som jordbruket. Detta är dessutom den största källan till förlust av biologisk mångfald. Den stora utmaningen är således att börja inse att vi kommit till vägs ände när det gäller storskalig expansion av jordbruksmark som strategi för att försörja en växande befolkning.

Sammantaget utgör detta en ny agenda för hållbar jordbruksutveckling i världen. Det visar med all önskvärd tydlighet att den nuvarande tudelningen mellan ekologiskt och konventionellt jordbruk är föråldrad. Inget jordbruk av någon betydande skala håller sig inom de föreslagna planetära gränsvärden som tar hänsyn till att vi befinner oss i antropocen och att vi måste investera i förmågan att bibehålla resiliens i en föränderlig värld.

### **Hållbarhetsrevolution behövs**

I all ärlighet har ingen ett övertygande svar på frågan om vi kan lyckas. Att försörja 9 miljarder människor kräver i sig självt en ny grön revolution, framförallt

i de tropiska regioner där den övervägande delen av det ökade matbehovet kommer att finnas. Att genomföra en sådan grön revolution på ett sätt så att det bidrar till resiliens på global nivå, det vill säga inom ramen för de föreslagna planetära gränsvärdena, kräver en genomgripande hållbarhetsrevolution i jordbruket.

Till att börja med är den moderna jordbruksproduktionen ett i grunden oljeberoende system, både i odlingsstegen (jordbearbetning, och så vidare) och i produktionen av handelsgödsel. Detta oljeberoende gäller både ekologisk och konventionell odling. Oljan måste fasas ut så snart som möjligt, rimligen minst i samma takt som övriga sektorer i samhället där det enligt flera analyser krävs en fullständig utfasning av fossila koldioxidutsläpp för att ha en rimlig chans att undvika en global uppvärmning som i medeltal överstiger 2 grader.

Samtidigt som denna energirevolution genomförs måste jordbruket alltså drastiskt minska uttaget av kväve från atmosfären och minimera fosforläckage. Dessa utmaningar kan delvis uppnås genom övergång till plöjningsfria odlingsmetoder – som minskar behovet av traktorkörning – och tillämpning av olika former av ekologisk sanitet i jordbruket, det vill säga att återföra näring i urin och fekalier till jordbruksmark.

Det kommer att krävas olika system för effektivare vattenanvändning som inte bara minskar uttaget av blått vatten från våra vattendrag utan också bygger

resiliens för oundviklig klimatförändring, genom exempelvis skyddsbevattning i regnförsörjt jordbruk. Dessa så kallade *water harvesting*-system kan vara oerhört effektiva när det gäller att minska risker för skördemisslyckande, höja produktiviteten och bidra till att binda mer kol i marken om de kombineras med plöjningsfri jordbearbetning. Dessutom finns det stora möjligheter att öka vattneffektiviteten, det vill säga producera mer mat per enhet vatten, genom innovativa metoder för mark- och vattenushållning.

Utmaningen är så stor – skördarna måste i genomsnitt minst fördubblas i stor skala inom en generation – att alla strategier måste övervägas för ett mera produktivt jordbruk inom de planetära gränserna. Teknikutveckling, modern växtförädling och genetik är viktiga komponenter i ett systembaserat jordbruk som måste ta stora hållbara språng under kommande årtionden.

---

*Johan Rockström är professor i naturresurshushållning på Stockholms universitet och chef för Stockholm Environment Institute och Stockholm Resilience Centre. Han forskar om globala hållbarhetsfrågor och var den som ledde utvecklingen av de planetära gränsvärdena. Stockholm Resilience Centre har Formasanslag som Centre of Excellence.*

## Ny grön revolution med perenna GM-grödor

Vem blir inte glad vid blotta tanken på perenna grödor som växer på oplöjd mark och som inte behöver gödslas och bekämpas? Kanske blir det verklighet om 25–50 år, skriver Torbjörn Fagerström och Peter Sylwan. De har en vision: åkrar med vete, korn, havre och majs odlade och skördade som vore de en flerårig vall. Plogen är borta. Marken oförstörd. Rötterna djupa. Resistensen inbyggd. Ogräsen utkonkurrerade. Mångfalden rik. Gödslingen onödig – eller i varje fall inte större än vad som krävs för att precis ersätta det som försvinner med grödan.



*Torbjörn Fagerström,  
Senior advisor, SLU.*



*Peter Sylwan,  
Peter Sylwan Journalist AB.*

Kan vi gå 10 000 år tillbaka i tiden för att hitta inspiration för framtiden? Kan tiden innan vi blev odlare säga något om hur vi ska odla i framtiden? Innan vi blev bönder levde vi på bär, blad, rötter, nötter och ett och annat kadaver – och insamlade frön från vilda växter. I de allra flesta fall var det frön från växter som till skillnad från dagens jordbruksväxter var fleråriga.

Att vara flerårig – perenn – är ju en av naturens smarta strategier för att låta en växt bita sig fast på en fördelaktig plats. Övervintrande rötter står emot storm och regn, garanterar tidig start på våren och ger den spirande unga plantan tillgång till vatten och näring från flera meter djupa jordlager. Frönas roll i överlevnaden är att medge spridning till nya fruktbara markområden. Mellan 80 och 90 procent av alla jordens kärlväxter håller sig med denna dubbla överlevnadsstrategi av både hängslen och livrem.

De årliga (ettåriga) växterna har en annan strategi. De satsar på snabbhet. De är överlägsna när det gäller att snabbt gro och slå rot varhelst det blir en lucka bland perennerna. Det betyder att där de tidiga människorna rastade för lite längre tid, högg ner träd, eldade för mat och värme, grävde efter rötter och skördade örter – där uppstod det ”störningar” i ekosystemen som gav de snabbfotade årligerna en chans.

Kanske fanns det alltså en viss övervikt av årlig runt människans tillfälliga rast- och boplatser under

samlar- och jägarstadiet. Den kvinna – för det var säkert en kvinna – som kom på att det var bättre att så frön och skörda från växter som var koncentrerade på en liten markplätt än att jaga runt efter frön från vilda växter hade alltså relativt sett fler årliga än perenna växter att välja på. Och på den vägen är det. Med bruket att så frön och med ett mera bofast leverne uppstod ett starkt urvalstryck till förmån för växter med allt större frön som inte drösar förrän det är dags för skörd och där det är lätt att skilja agnarna från vetet. Och här står vi nu – helt beroende av tre stora årliga sädeslag – ris, vete och majs – som måste sås om år efter år och som svarar för bortåt 80 procent av mänsklighetens kaloriintag och odlas på mer än 50 procent av världens åkrar.

### **De ettåriga grödornas odlingsystem**

Detta har egentligen aldrig varit hållbart – trots att det pågått och försörjt en växande världsbefolkning i 10 000 år. Vårt ursprungliga jordbruk var ett sätt att dra nytta av brukningsjordens fossila näring, ungefär som vi nu drar nytta av underjordens fossila energi. Det som jordbrukandet ”bröt” ur jorden var dess fossila rikedomar av lagrade organiskt bundna näringsämnen och salter från vittrade bergarter. I våra nuvarande magra skogslandskap tömde dåtidens svedjebbruk snabbt marken på dessa rikedomar, och brukaren tvingades flytta till nya svedjor. I slättlandskapet var jorden djupare, mineralerna rikare

och tidsfristen längre. Men också där tog näringen slut. Ängen med sina betande djur blev åkerns moder. Den gödsel djuren lämnade efter sig samlades in under vintern och spreds på den utsugna jorden till våren. Med vårt nuvarande sätt att bruka naturen har vi skaffat oss en tidsfrist, genom att utnyttja fossil energi och andra begränsade insatsvaror.

De stora energislukarna i jordbruket är jordbearbetningen och mineralgödseln. Den årliga höstplöjningen är sannolikt Sveriges mest omfattande schaktningsarbete alla kategorier. Det motsvarar att varje år flytta en 50 mil (avståndet Helsingborg–Stockholm) lång jordvall med genomskärningsytan stor som en fotbollsplan en halv meter åt sidan – och flytta tillbaka den nästa år. Och nästa och nästa. I den operationen och den åtföljande harvningen konsumeras cirka 30 procent av all den energi som används i jordbruket. Lika mycket och lite till används för att framställa konstgödseln.

### **Den brutala plöjningen**

Att plöja marken är ett brutalt ingrepp i markens ekosystem. Markmikrober som trivs på djupet vänds upp i ytan, och de som trivs på ytan vänds ned i djupet. Insekterna får radikalt nya livsbetingelser och måsarna ges dukat bord av den livsviktiga medarbetare som Harry Martinsson döpte till ”Den Undre Bonden” – daggmasken. Den omfattande

jordbearbetningen med tunga maskiner medför också en omfattande markpackning. Försök visar att utan markpackning skulle samma jord kunna ge samma avkastning med 25 procent lägre insatser av konstgödsel.

Det är också den plöjda öppna marken som är boven i dramat kring det näringsläckage som får sjöar att växa igen, ger brunnar höga nitrathalter och algblooming i Östersjön. I en någorlunda fruktbar åkerjord finns cirka 7 000 kg kväve per hektar bundet i rötter och skörderester. När marken plöjs startar en snabb nerbrytning av kväveföreningar, med följden att kväve frigörs och rinner ut med dräneringsvattnet eller läcker ut i atmosfären. Lantbrukaren gödslar sina spannmålsåkrar som mest med cirka 120 kg kväve per hektar, och den årliga tillförseln roll för läckaget måste ses i förhållande till vad som finns i markpoolen. Alla åtgärder som minskar den häftiga markmineraliseringen när inget växer på åkern är sannolikt en mycket effektivare åtgärd än att minska tillförseln. Ändå är det den senare åtgärden som tar opropotionerligt stort utrymme i debatten om jordbrukets miljöpåverkan.

Utflödet av fosfor till Östersjön är också starkt kopplat till jordbruket och den bearbetade marken. Jorderosionen har troligen inte så stor betydelse i Sverige mätt som mängden förlorad matjord. Men den eroderade jord som rinner till havet med ytvattnet

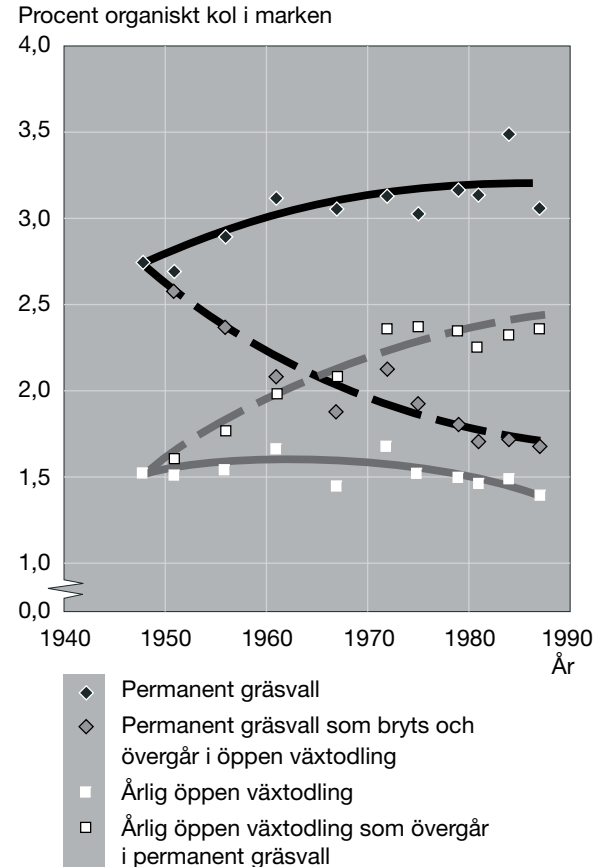
och det dräneringsvatten som rinner ut genom dräneringssystemet innehåller både partikelbunden och löst näring som har avgörande betydelse för algbloomingen i Östersjön.

Jordbearbetningen medför också att organiskt material i marken snabbare omsätts till bland annat växthusgaserna koldioxid och lustgas. Går man från sluten till öppen växtodling – alltså till exempel från vallodling till spannmålsodling (eller odlar upp skogsmark) så sjunker markens kolinnehåll med nästan 1 procent om året (figur 1). Omvänt ökar markens kolinnehåll när den läggs i permanent gräsvall eller beskogas efter att ha varit öppen spannmålsåker. Skog och permanenta gräsmarker binder årligen ungefär 1 ton koldioxid per hektar, och gör så i decennier.

### Plogfritt kräver genteknik

Markbearbetningens roll – förutom att bereda jorden för sådd – är att bekämpa ogräs. I Sverige odlar vi ännu inga grödor som förädlats för att tåla ogräsmiddel (herbicider). Men där man gör det kan man odla marken på ett sätt som liknar en gräsmark eller en skog. Globalt odlades 2008 inte mindre än 80 miljoner hektar av herbicidtoleranta grödor (HT-grödor) vilket motsvarar ungefär 40 gånger den totala svenska åkerarealen.

### Långtidsförändringar i markens kolinnehåll



Figur 1. Kolinnehållet i marken sjunker när man plöjer. Bilden visar långtidsförändringar i markens kolinnehåll vid två försöksplatser i Storbritannien, dels vid vallodling, dels vid öppen växtodling med ettåriga grödor. Kolinnehållet ökar vid permanent gräsvall och när öppen växtodling får övergå i vall. Det minskar när vallen bryts och övergår i öppen växtodling. (Källa: Rothamsted Research UK)

Om man kombinerar odlingen av HT-grödor med att så direkt utan jordbearbetning minskar jorderosionen ner mot noll, behovet av diesel till markbearbetning försvinner, näringsläckaget minskar radikalt, markpackningen minskar, behovet av gödsel reduceras, och den biologiska mångfalden både i och ovanpå jorden ökar. Plog och djupharv dödar många livsformer som trivs nere i jorden och dem som lever i och på jordytans växtrester. Under det senaste decenniet har arealen som på detta sätt odlas plöjningsfritt ökat dramatiskt. 2008 odlades närmare 30 miljoner hektar plöjningsfritt i USA. Förbrukningen av kvävegödsel har reducerats med 10 procent under de senaste tio åren samtidigt som skördarna ökat. Med hjälp av gentekniskt förädlade grödor, reducerad jordbearbetning, precisionsodling med hjälp av GPS och behovsanpassad gödsling tycks USA för närvarande vara en bra bit framför EU i anpassningen av sitt naturbruk till mer hållbara metoder.

HT-grödor, direktsådd och plogfritt kan ses som ett slags ”pseudonatur”, en skennatur som kommer så nära vi kan med nu känd teknik att odla jorden utan att vi bryter viktiga naturliga ekologiska samband. Det innebär visserligen ännu så länge att vi har bytt en teknik mot en annan, nämligen att vi med biovetenskapens hjälp har ersatt brutal mekanisk teknik med mindre brutal kemisk teknik. Men det kan ses som ett första steg mot att också kunna

ersätta kemisk teknik med framtida ännu mer naturnära bioteknik.

### **Perenna jordbruksväxter**

Vid SLU:s Alnarpsfakultet pågår arbetet med att förädla fram en perenn oljeväxt, *Lepidium campestre* – fältkrassing. Med de molekylära växtförädlingsmetoder som nu står till buds finns det gott hopp om att fältkrassingens kan förvandlas till en oljeväxt med liknande egenskaper som raps, med den stora skillnaden att fältkrassingens är perenn. På amerikanska Land Institute i Kansas arbetar man med att förvandla flera olika stora jordbruksgrödor till perenna växtslag. Majs, vete, sorghum, solros och ris är grödor som man säger sig vara övertygad om att kunna förädla till perenna jordbruksväxter. Försöksodlingar av ett perennt vete har gett 70 procent av skörden av konventionellt vete. Troligen är redan det en företagsekonomiskt lönsam skördenivå, med tanke på att bonden i andra änden slipper en stor del av kostnaden för traktorbränsle och andra insatsvaror.

Det bör tilläggas att veteskördar i USA ligger väsentligt under vad svenska bönder kan acceptera. Å andra sidan bör exemplet ses i ljuset av att till exempel världens ledande (och mäktigaste) bioteknikföretag Monsanto lovar att till 2030 ta fram utsäde som kan fördubbla skördarna av viktiga amerikanska jordbruksgrödor – samtidigt som de lovar att behovet



av tillförda resurser kan minska med 30 procent. Av lätt insedda skäl är dock en övergång till perenna grödor inget primärt intresse för de kommersiella växtförädlingsföretagen – de minskar ju därigenom efterfrågan på utsäde till årliga grödor. Det visar att samhällets satsningar i första hand behöver koncentreras på forskning och utveckling som gäller viktiga men kanske inte omedelbart kommersiellt intressanta egenskaper i växter och odlingssystem.

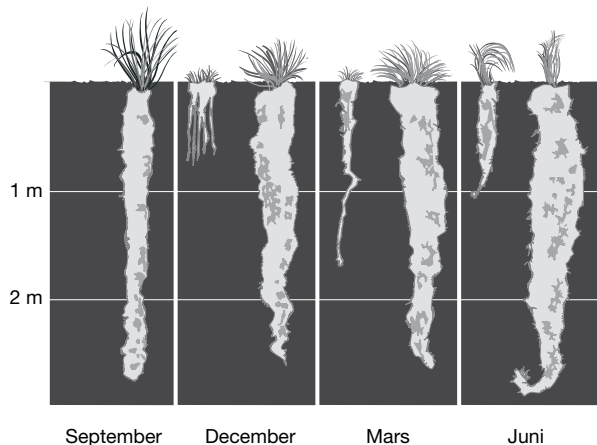
### **Jordens kvävefångare**

Perenna odlingssystem har också fördelen framför årliga att det där kan byggas upp ett långsiktigt samspel mellan växt och mikroorganismer i marken. Mätningar gjorda på Land Institute säger att präriens perenna gräsarter tillsammans fångar in mer kväve och kol ur luft och jord och omvandlar det till mera protein och kolhydrater i skördat hö än vad dagens spannmålsskördande bönder på motsvarande mark klarar av att fånga in och binda i den tröskade kärnskoroden. Och denna årliga skörd har kunnat pågå i åtminstone hundra år, utan att man tillfört ett enda kilogram ny näring eller behövt använda plogar eller andra redskap för jordbearbetning. Tala om hållbar produktion!

Jämförelsen är kanske en smula orättvis. Vi jämför ju hela höskörden med enbart kärnskoroden. Men en jämförelse av hela biomassan från en svensk skog

med hela biomassan på åkern pekar åt samma håll. I skogen produceras cirka 17 ton torrrsubstans i stam, grenar och barr jämfört med åkerns 12 ton från kärna och halm, trots att spannmålen får ungefär 120 kg kväve per hektar. Den intressanta frågan är förstås var gräset och skogen får sin näring ifrån. Vittring av marken och nerfall från luften räcker inte till, ens om man dessutom räknar allt kväve som kan tänkas fångas in från luften av kvävefångande ärtväxter. Kvävebudgeten stämmer inte i alla fall; det finns mycket mer näring i gräset än vad som faller ner från himlen eller fångas av ärtväxterna.

Svaret på gåtan är jordens myller av andra kvävefixerande bakterier än de som finns på ärtväxternas rötter. Dessa kvävefixerare klarar sina egna behov genom att fånga in luftens kväve och delar med sig en smula medan de lever, men framförallt när de dör. Då bryts de ner, kvävet rinner ut i marken och suggs upp av växternas rötter. Hela detta raffinerade och effektiva återbruk krossas brutalt när plojen vänder upp och ner på marken. Men så länge det fungerar ger de också svaret på gåtan hur ett naturligt ekosystem kan vara så mycket mer produktivt, effektivt och miljösäkert än ett konstgjort. I mark som är genomvävd av djupa rötter tas alltid den frigjorda näringen om hand, men på åkrar där det odlas årliga – vare sig de är vår- eller höstsådda – är markmikroberna igång och bryter ner organiskt material och släpper



Figur 2. Perenna grödor har stor rotmassa året runt när de väl är etablerade. Växten till höger i var och en av de fyra månadsbilderna är ett flerårigt gräs. Växten till vänster i bilderna är ett ettårigt gräs som sås på hösten och övervintrar (höstvet). Djupa perenna rötter ger tidigare start på våren, tillgång till mer vatten, högre skörd, mindre erosion, mindre läckage och bättre förmåga att konkurrera med ogräsen. (Källa: Land Institute, Salina, USA)

ut näring i markvätskan långt före och långt efter det att det finns några växtrötter som kan ta vara på rikedomarna. Och så rinner de bort – motsvarande 30–50 procent av vad man lägger på. Oavsett om det är handelsgödsel, gröngödsel, naturgödsel eller kompostgödsel.

### Spargrisar

Även i odlingen av djurfoder finns ett antal svaga länkar i hållbarhetskedjan. Den spannmål som är grisarnas huvudsakliga foder innehåller mycket fosfor

– men det är hårt bundet till andra ämnen och grisarna utnyttjar knappt hälften av fosfor i fodret. Resten följer med svingödseln ut på åkrarna och spär på fosforöverskottet. Världens förråd av brytningsbar fosfor som kan användas för att komplettera fodret räcker inte mer än cirka 50 år. På Aarhus universitet i Danmark pågår växtförädling för att få fram en kornsort där större delen av fosfor är tillgänglig för grisen. Växtförädlare som kan göra att grisarna får nytta av fosfor i fodret skulle slå två flugor i en smäll: minska fosforutflödet till havet och skjuta upp en hotande fosforbrist.

Det finns fler obalanser i spannmålets innehåll av viktiga näringsämnen som gör både vår och grisarnas diet onödigt miljöbelastande. Det finns både för lite och för mycket av både det ena och det andra. Aminosyror till exempel. Proteinerna i kornet har en lite annorlunda kombination av aminosyror än vad vi och grisarna behöver. För att få tillräckligt av den aminosyra som det finns minst av får grisen alldeles för mycket av dem som det finns mer av. Överskottet åker ut med svingödsel och avloppsvatten, i bästa fall till åkrarna och växterna, i sämsta fall också som ytterligare en näringsbelastning i havet. I varje fall är det ett alldeles onödigt slöseri som kunde rättas till om växtförädlarna bara kunde åstadkomma att kornet fick en balanserad blandning av fosfor, energi och de rätta aminosyror. Drömmen är förstås att de dessutom kan förädla fram en perenn kornsort.

Foder med ett bättre anpassat näringsinnehåll ger en mer hållbar odling också genom att det blir mer effektivt – det behövs mindre areal och andra insatser för samma mängd näring och energi. Sett i ett vidare perspektiv skulle till exempel vegetabilier med samma näringsinnehåll som kött odlade på samma areal producera mat till 4–8 gånger fler människor jämfört med om de först måste omsättas via kyckling, grisar eller kor. I ett lite mer närliggande perspektiv är det fullt möjligt att med bioteknikens hjälp framställa vegetabiliskt foder till den globalt snabbt växande fiskodlingen, som idag förbrukar stora mängder foder från hotade havsfiskebestånd.

I Danmark föder man årligen upp 25 miljoner grisar som släpper ifrån sig 34 miljoner ton gödsel. Gödseln innehåller förvisso mycket vatten, men att svingödseln i vikt räknat uppgår till åtta gånger mer än allt annat fast avfall i Danmark säger en del om vilken insats växtförädlarna skulle kunna göra om de till exempel kunde minska fosfor- och kväveinnehållet i gödseln med bara 10 eller 20 procent. Men till det krävs forskning och växtförädling. Och Danmark lider av samma problem som Sverige. Det finns pengar för forskning som ligger nära konsumenterna och där man klart ser möjliga marknadsvinster. Men forskning som har ett långsiktigt samhällsintresse har det mera knapert. Det här är förstas bara ytterligare ett exempel på hur viktigt det är att samhället

gör insatser inom kunskapsområden som tillhör den nödvändiga gemensamma intellektuella infrastrukturen och där det inte finns några självklara kommersiella drivkrafter.

### **Hinderbanan**

I de stora växtförädlingsföretagens försöksväxthus finns fler exempel på växter med egenskaper som kan bidra till ett mer hållbart naturbruk. Vatten håller på att bli en alltmer begränsande odlingsresurs. Växter som kan odlas i torra områden och växter som kan fördras salthaltiga jordar eller bevattnas med bräckvatten är prioriterade och realiserbara projekt, liksom växter som klarar sig på väsentligt lägre gödseltillförsel med bibehållen avkastning. Ökad motståndskraft mot sjukdomar, bättre konkurrenskraft mot ogräs och bättre förmåga att utnyttja markens naturliga näringsförråd ingår också i portföljen av nya växter som är på väg från laboratoriet till försöksväxthus och praktisk odling.

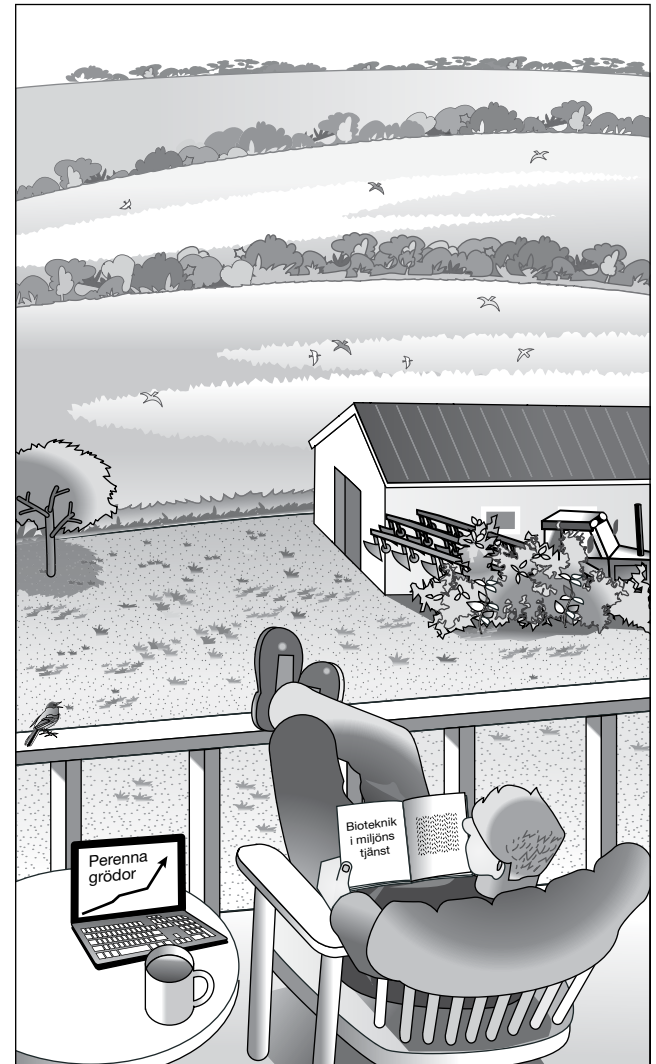
Men alla dessa möjligheter får ju som bekant inte enbart uppskattning – för att uttrycka det milt! Dagens bioteknik innebär ju per definition att man använder molekylärbiologiska metoder där bland annat genteknik och genmodifierade organismer (GMO) ingår. I framförallt ett europeiskt sammanhang är bägge begreppen minst sagt kontroversiella. I Europa har tekniken i sig betraktats som potentiellt

riskfylld och omges av ett regelverk och en säkerhetslagstiftning som är så omfattande att det bara är mycket stora växtförädlingsföretag som har råd att följa alla de säkerhetsprotokoll som krävs.

Ändå är det ytterst få, om ens några, forskare eller andra biologiskt sakkunniga som uppfattar att gentekniken i sig medför några specifika risker. Det har odlats GM-grödor sedan 1996, och idag (2010) odlas de på 125 miljoner hektar i 25 länder i världen. Inga av alla de undersökningar som gjorts har visat att det finns några risker med GM-grödor som är specifikt knutna till just själva tekniken. Det här talar för att den säkerhetslagstiftning som finns i Europa är ett direkt hinder för att alla de möjligheter som finns ska kunna realiseras. Och den innebär en betydande konkurrensnackdel för jordbruk och industri i förhållande till USA och många andra snabbt växande bioteknikjättar som till exempel Brasilien, Indien och Kina.

Vi behöver därför en bredare debatt om behovet av en generell biosäkerhetslagstiftning. En sådan bör ta sin utgångspunkt i vilka egenskaper olika organismer har och inte med vilka metoder de har framställts. Dessutom bör själva utgångspunkten för värderingen av en organism vara bredare än idag då

*Figur 3. Framtidens växtodling måste vara mera hållbar än dagens. Vägen dit går via djupare vetenskaplig kunskap om åkermarkens ekologi, växternas livsprocesser och alltmer sofistikerad och hänsynsfull teknik. Ännu mer än idag ersätter bonden gamla järnredskap med nya hjärnverktyg.*



vi bara tittar på verkliga eller förmenta risker med att introducera organismen. Däremot tar vi aldrig hänsyn till vilka nackdelar det innebär att inte introducera organismen i fråga. Om vi ska kunna ställa om våra jordbrukssystem till att bli mer hållbara – ekonomiskt, ekologiskt och socialt – måste vi få till stånd en ny syn på teknikskiften, där vi beaktar för- och nackdelar både med att genomföra skiftet och att avstå från det. Den nuvarande situationen i Europa när det gäller GMO-grödor är ett skrämmande exempel på motsatsen – starka intressegrupper som har GMO-motstånd på sitt program har omöjliggjort ett tekniskifte som har uppenbara möjligheter att bidra till uthållighet. Här kan nämnas att det i Europa bara odlas cirka 107 000 hektar GM-grödor jämfört med globala 125 miljoner hektar.

### När kommer framtiden?

Hur lång tid tar det innan vi får se odlingsvärda perenna grödor? 25 till 50 år tror ledande forskare. För lång tid? Tja, det beror ju på hur man ser det – tiden går fort. Och visionen kan väl vara värd att satsa och vänta på: åkrar med vete, korn, havre och majs odlade och skördade som vore de en flerårig vall. Plogen är borta. Marken oförstörd. Rötterna djupa. Resistensen inbyggd. Ogräsen utkonkurrerade. Mångfalden rik. Djurlivet större. Gödslingen onödig – eller i vart fall inte större än vad som krävs för att precis ersätta det som försvinner med grödan.

---

*Torbjörn Fagerström är professor i teoretisk ekologi. Han har varit professor vid Lunds universitet och prorektor vid Sveriges lantbruksuniversitet där han numera är Senior advisor. Hans forskning har främst rört populationers dynamik och evolution i variabla miljöer. Dessutom har han under lång tid engagerat sig i att popularisera och föra ut biologisk forskning till allmänheten. Han utsågs 2001 till "Årets folkbildare".*

*Peter Sylwan är agronom och frilansande vetenskapsjournalist. Han har arbetat i fackpress, dagspress, radio och television. Han arbetade under flera år på Institutet för Framtidsstudier med projekt om livsforskningens samhällsroll och har varit adjungerad professor i kommunikation vid Lunds universitet.*

### Lästips

- Peter Sylwan, *Mat för livet 2025*, Formas 2005.
- Peter Sylwan, *Tillit*, Natur och Kultur 2005.
- Peter Sylwan, *Edens Lustgård tur och retur*, Kungliga Skogs och Lantbruksakademiens Tidskrift nr 3 2008 ([www.ksla.se](http://www.ksla.se)).
- Torbjörn Fagerström, *Nyttig genmanipulerad mat stoppas av skräckpropaganda*, Dagens Nyheter/DN-debatt 11 mars 2009.
- Torbjörn Fagerström, *Den skapande evolutionen* (kapitel 5 och 6), Nya Doxa 2009.

## **Resurseffektivt jordbruk – hur kan molekylärbiologin bidra?**

Ett jordbruk som utnyttjar mark, vatten och näring mer optimalt än idag, som binder mer koldioxid än det släpper ut, som slutar läcka närsalter, och som behöver mindre bekämpningsmedel. Det här är en politisk vision som idag inte ligger så långt ifrån biovetenskapens. De spektakulära framstegen inom molekylärbiologin har mycket att bidra med när det gäller att ta fram resurseffektiva grödor, skriver Ivar Virgin. Men det gäller att få igång växtförädling i offentlig regi så att det inte bara blir de kommersiellt intressanta grödorna som utvecklas vidare.



*Ivar Virgin,  
Stockholm Environment Institute.*

Efterfrågan på bioresurser som livsmedelsgrödor, animalier och biobränslen står inför en dramatisk ökning under de kommande åren. Hur vi möter denna efterfrågan på ett sätt som inte äventyrar nuvarande och framtida generationers livskvalitet och möjligheter till försörjning kommer att vara en av detta sekels största utmaningar. Kan de nya landvinningarna inom molekylärbiologin bidra till att möta utmaningen?

Efterfrågan på mat styrs i hög grad av att jordens befolkning ökar och konsumerar mer. Enligt beräkningar från FN kommer jordens befolkning på idag nästan 7 miljarder att år 2050 nå över 9 miljarder (se tabell). Baserat på dessa siffror spår FN:s livsmedelsorganisation FAO att mat- och foderproduktionen måste öka med 70 procent till 2050 för att försörja en ökad befolkning som äter allt mer kött. Volymmässigt innebär detta att vi fram till 2050 behöver öka den årliga matproduktionen med 1 miljard ton spannmål och 300 miljoner ton kött. FAO förutspår också att endast cirka 10 procent av produktionsökningen kommer att kunna täckas genom att odla upp ny mark, medan ungefär 90 procent behöver täckas genom högre avkastning per hektar på redan uppodlad mark.

Som tabellen visar kommer befolkningen att öka mest i Afrika och Asien. Det är även där som utmaningarna att mätta en kraftigt växande befolkning

Beräknad befolkningsutveckling i miljoner. (Källa: FN 2009)

	Befolkning			Ändring
	2000	2010	2050	2000–2050
Nordamerika	306	337	430	41 %
Europa och Ryssland	752	762	729	-3 %
OECD-länder runt Stilla havet	150	153	135	-10 %
Afrika söder om Sahara	655	842	1 723	163 %
Latinamerika	505	574	744	47 %
Mellersta Östern och Nordafrika	303	370	629	108 %
Östra Asien inklusive Kina	1 402	1 500	1 596	14 %
Södra Asien/Sydostasien inklusive Indien	1 765	2 056	2 839	61 %
Världen totalt	6 047	6 827	9 105	51 %

är som störst. Att i dessa regioner stödja småbönder med brukningsenheter på 1–2 hektar att producera mer på sina befintliga åkrar är centralt för att utrota hungern i världen.

### På väg mot en biobaserad ekonomi

Dessutom står jordbruket inför en kraftigt ökad efterfrågan på jordbruksprodukter för energi-, transport- och industrisektorn, exempelvis för produktion av biodrivmedel, gröna kemikalier, stärkelse, biobaserade oljor och biologiskt nedbrytbar plast.

Ett allt högre oljepris, klimatförändringar och de banbrytande framsteg som görs inom biovetenskapen gör att förnybara råvaror blir alltmer konkurrenskraftiga i förhållande till fossil olja.

Vi står därmed på tröskeln till en biobaserad ekonomi, där förädlade bioresurser i allt högre grad ersätter fossil olja som råvarubas. Utvecklingen är i många avseenden positiv och ger möjlighet att sluta energi- och materialkretslopp samt att minska beroendet av fossil energi och utsläppen av växthusgaser. Äventyras den globala livsmedelsförsörjningen av att industrin behöver jordbruksprodukter? Frågan är komplex. En viktig aspekt är att flertalet bönder världen över har låg lönsamhet i sin produktion, vilket gör det svårt för dem att investera i högre produktivitet och sörja för att produktionen är så hållbar som möjligt. I grunden är det därför bra för enskilda bönder och för jordbruket, i nord som i syd, att efterfrågan på jordbruksprodukter kommer från flera olika håll i samhället. På längre sikt bör detta leda till lönsammare jordbruk med större möjligheter att göra de investeringar och förändringar som krävs för ökad produktivitet och optimerad resurshushållning.

Sammanfattningsvis kan man säga att det råder stor enighet om att efterfrågan på jordbruksprodukter kommer att öka dramatiskt de närmaste 20–40 åren. Det är ingen djärv gissning att vi på i stort sett samma jordbruksareal som idag måste producera minst

dubbelt så mycket. Vad som däremot debatteras flitigt är hur detta ska åstadkommas och om det ens är möjligt.

### **Begränsningar för ökad produktion**

Tillgången på vatten, näring, billig fossil energi och jordbruksmark är i ett globalt perspektiv begränsad vilket sätter tydliga ramar för hur ökad jordbruksproduktion kan ske.

Vatten är en bristvara på många ställen, och att möta vattenbehovet för framtidens jordbruk är en stor utmaning. Klimatförändringarna kommer troligen att medföra att många områden i världen får ett betydligt torrare odlingsklimat. Olika metoder för att lagra regnvatten behöver därför utvecklas i torra regioner, till exempel stora delar av Afrika. Behovet av grödor och odlingsystem som klarar allt längre torrperioder och som använder vattnet mer effektivt kommer att öka med tiden.

Växtnäring är också en bristvara för en stor del av världens bönder och en stor kostnad i de allra flesta jordbrukssystem. Större delen av världens åkerareal försörjs i olika grad med handelsgödsel. Men att fixera luftens kväve, som man gör i produktion av handelsgödsel, kostar mycket energi som ger upphov till klimatpåverkan. Fosfor, en annan huvudkomponent i handelsgödsel, utvinns ur ändliga fosfatmalmstillgångar på ett fåtal platser i världen och blir sannolikt en allt större bristvara de kommande årtiondena.



Därför brådskar det att få fram bättre metoder för att öka kretsloppet av näring mellan samhälle och jordbruk, samt att minska de negativa miljöeffekterna från kväve- och fosforläckage. Grödor som tar upp näring mer effektivt, och odlingssystem som binder, hushållar med och återvinner fosfor och kväve blir också allt mer angelägna.

Billig energi i form av olja har varit avgörande för tillväxten inom jordbruket på många håll i världen. Jordbruket uppskattas i nuläget stå för 25–35 procent av de globala utsläppen av växthusgaser. Råoljeutvinningen har stagnerat, och oavsett när oljan sinar måste omställningen till fossilfria energikällor och lägre energianvändning i jordbruket inledas idag. Energieffektiva grödor och odlingssystem som medför så lite klimatpåverkande utsläpp som möjligt blir allt viktigare.

Även jordbruksmark är i högsta grad en bristvara. Att möta ökad efterfrågan på jordbruksprodukter genom att bryta upp ny jordbruksmark är på de flesta håll orealistiskt, utom i Sydamerika och Södra Afrika. Men att överföra skogsmark, savanner, gräs- och buskmarker till jordbruksmark leder ofta till miljöproblem och negativa klimateffekter i samband med att kol som har varit bundet länge i marken frigörs. Sammantaget är bedömningen att utrymmet för ny åkermark på global nivå är begränsat. Det innebär att avkastningen på de jordbruksarealer vi redan brukar måste öka.

Uppfattningarna skiljer sig åt när det gäller hur vi ska nå ett mer produktivt och långsiktigt hållbart jordbruk på ett så resurseffektivt och klimatsmart sätt som möjligt, och vägen dit ser olika ut i olika delar av världen. Gemensamt är att det behövs fortsatta framsteg inom agronomin (näringstillförsel, växtföljder, jordbearbetning) och jordbrukstekniken (maskiner och styrsystem), ökad lönsamhet samt ekonomiska styrmedel som bidrar till att effektivisera resursanvändningen. Sist men inte minst behövs det förbättrade grödor och modern växtförädling. Frågan är hur de spektakulära framstegen inom molekylärbiologin skulle kunna bidra till att ta fram produktiva och resurseffektiva grödor och odlingssystem som använder vatten, näring, energi och jordbruksmark allt mer optimalt.

### **Växtförädling har central roll i Syd**

Grödor som är väl anpassade till odlingsförhållanden och marknader är centralt i växtodling. Mer högvastande, tåliga och kompetenta växtsorter är ett effektivt sätt att bistå bönder i att klara de olika utmaningar de står inför. Men behoven ser olika ut i olika delar av världen.

Sverige har redan idag ett brett spektrum av högvastande växtsorter och förhållandevis hög avkastning per hektar. Odlingsbetingelserna är goda med riklig tillgång på vatten. Graden av mekanisering är hög, och här finns väl fungerande agroinfrastruktur.

Den stora utmaningen i Sverige är att odla så energieffektivt och klimatsmart som möjligt och på så sätt få ut så mycket produktion som möjligt per enhet näring, energi och använd areal. I Sverige har intåget av precisionsodling och olika system för direktsådd och plöjningsfri odling redan möjliggjort för jordbruket att bättre hushålla med resurserna, men här finns mer att göra. Nya grödor som är mer resurseffektiva än dagens sorter och agroindustriella grödor som kan ersätta fossil olja som råvara i diverse sektorer kommer att bli allt mer intressanta i framtiden.

De små jordbruken i Afrika och i stora delar av Asien har en central uppgift i att mätta en allt större befolkning. I regioner som Afrika måste livsmedelsproduktionen öka med minst det dubbla. Att frakta stora överskott från Nord till Syd är ingen hållbar lösning. Men småbönderna i Afrika står inför monumental problem såsom svag marknad, svåra odlingsbetingelser och obefintlig agroinfrastruktur. Afrikas grödor, bland annat kassava, durra och sötpotatis, har dessutom länge försumrats av växtförädlingsföretag och offentliga växtförädlingsinitiativ.

Institutioner som FAO och Afrikanska Unionen pekar på att den låga tillgängligheten av förädlad utsäde är en av de stora begränsningarna för ökad matproduktion i stora delar av den fattiga världen. Förädling av nya mer kompetenta grödor som är

anpassade för småbönders behov och som ger bättre och mer stabil avkastning under svåra odlingsbetingelser med växtsjukdomar, skadedjur och torka är därför av största vikt i framtiden.

Att växtförädling kan ge förbättrade sorter som ökar avkastningen och gör jordbruket mer motståndskraftigt mot klimatförändringar är det nog många som vet. Men det som sällan diskuteras är att de nya revolutionerande framstegen inom molekylärbiologin spelar en allt större roll i växtförädlingen globalt sett och hur detta kan effektivisera resursanvändningen inom jordbruket.

### Högeffektiv växtförädling

Den mycket snabba utvecklingen inom molekylärbiologin har gjort växtförädlingen på många håll i världen mer sofistikerad, precis och effektiv. Dagens molekylärbiologi innefattar en lång rad kraftigt expanderade metoder, bland annat:

- *markörassisterad förädling* där man med hjälp av DNA-markörer kan identifiera och följa gener och egenskaper av intresse i förädlingen
- *genteknik* där man flyttar gener mellan olika organismer och skapar genetiskt förändrade grödor
- *bioinformatik och funktionell genomik* där man försöker förstå geners struktur, hur de uttrycks och regleras

- *artificiell genetik* där man på konstgjord väg bygger hela kromosomer och snart helt artificiella organismer

De olika metoderna smälter samman allt mer. Gränsen mellan vad vi idag kallar en genetiskt modifierad GM-gröda och en konventionellt förädlad gröda blir allt suddigare. Idag pratar man därför allt mer om molekylärbiologiskt förädlade grödor istället för GM-grödor. I modern växtförädling kombineras också den nya molekylärbiologin med nya avancerade optiska och fysikaliska system för selektion och utvärdering av olika växtsorter som gör förädlingen högeffektiv. Den privata sektorn med stora förädlingsföretag som Monsanto leder utvecklingen, medan de offentliga forsknings- och förädlingsinstitutionerna världen över sacker efter.

### **Mer kompetenta grödor**

Med stor sannolikhet kommer den molekylärbiologiska växtförädlingen att få allt större genomslag i jordbruket världen över. Sedan tio år tillbaka odlas den första generationen molekylärbiologiska och GM-grödor, i dagsläget på cirka en tiondel av världens jordbruksareal. Det är främst majs, soja och bomull som genmodifierats i syfte att öka toleransen mot insekter och ogräsbekämpningsmedel för att på så sätt öka lönsamheten för bönder i Nord- och Sydamerika, men även i ökande grad i Asien. Dagens

odling av GM-grödor har diskuterats flitigt ur säkerhets- och hållbarhetsperspektiv, men inga betydande negativa effekter på miljö eller hälsa har påvisats där GM-grödor skiljer sig från konventionellt förädlade grödor. I många fall har GM-grödor gett möjligheter att effektivisera resursanvändningen, och som i fallet med insektstolerant bomull lett till kraftigt minskad användning av bekämpningsmedel.

Den nya generationen genmodifierade och molekylärbiologiskt förädlade grödor som nu befinner sig i laboratorie- och försöksstadiet blir sannolikt bättre än sina föregångare, både när det gäller hållbarhet och resurseffektivitet. Hos dessa och molekylärbiologiskt förädlade grödor som jordbrukare världen över kan ha tillgång till inom en period på 10–20 år tillkommer egenskaper som effektivare näringsupptag och förmåga att växa även på mindre bra jordar, torktålighet, bredare tolerans mot växtsjukdomar och skadegörare. Vi kommer också att få grödor med bättre lagringsegenskaper och fodergrödor med bättre anpassad näringssammansättning, vilket i sin tur kommer att kunna ge en mer resurseffektiv animalieproduktion. Med hjälp av genteknik kan man också utveckla grödor som i framtiden kan fungera som foder för den globalt expanderande fiskodlingen och därmed minska rovfisket av foderfisk.

Troligen kommer vi även att odla gentekniskt förädlade industrigrödor med specialiserade egenskaper, till exempel mer sofistikerade och resurseffektiva

biobränslegrödor och grödor som på ett framgångsrikt sätt konkurrerar med fossil olja i produktionen av mer miljövänliga industrikemikalier.

### **Vetenskaplig jordbruksvision närmar sig den politiska**

Mer genomgripande molekylärbiologisk förädling pågår i syfte att optimera fotosyntes och metabolism hos morgondagens grödor för att ge ännu högre avkastning och resurseffektivitet. Detta ser vi möjligen resultaten av på våra åkrar om 30–50 år. Exempelvis pågår idag forskning med målet att ta fram fleråriga spannmålsgrödor, något som skulle effektivisera resursanvändningen och ge grödor med betydligt mindre behov av näring, vatten och jordbearbetning och därmed lägre energiförbrukning.

Molekylärbiologi och bioteknik ger dessutom allt större möjlighet att vidareförädla jordbruksråvaror så att även restprodukter och avfall kan användas för att producera energi som biogas och andra specialiserade produkter.

Grundläggande är att vi med allt mer molekylärt precisa verktyg kan uppnå fördjupade insikter i hur våra grödor reglerar och optimerar sin tillväxt och sin produktion av nyttigheter. Den biovetenskapliga forskningens visioner närmar sig här en politiskt prioriterad vision om ett hållbart och resurseffektivt jordbruk. Ett jordbruk som utnyttjar jordbruksmark, vatten och näring mer optimalt än idag, som binder

mer koldioxid än det släpper ut, som slutar läcka näring, som behöver mindre bekämpningsmedel och som återanvänder mer av sina restprodukter.

Det finns naturligtvis en mängd begränsningar i vad molekylärbiologin kan åstadkomma, och det är viktigt att poängtera att biovetenskapen aldrig kan vara mer än ett verktyg och en del av en lösning, starkt beroende av framsteg på många andra områden. Det finns också frågeställningar kring den nya molekylärbiologin. En av dem är på vilket sätt framtidens biovetenskapligt framtagna grödor ska regleras och bedömas för att garantera att de är säkra och långsiktigt hållbara.

En annan fråga är tillgången till tekniken. Den molekylärbiologiska förädlingen drivs i stor utsträckning av den privata sektorn och är omgärdad av patent och andra immaterialrättsliga tillgänglighetsrestriktioner. Den kommersiella förädlingssektorn är av naturliga skäl mest intresserad av att förädla för jordbrukare som kan betala för deras produkter och för grödor med stor kommersiell potential. Majs, soja, bomull och andra industrigrödor som raps har därför hittills stått i fokus för de biovetenskapliga landvinningarna.

### **Offentlig växtförädling har en nyckelroll**

Det finns en rad andra grödor som odlas av småbönder i Afrika och Asien och som är avgörande för den lokala livsmedelsförsörjningen, till exempel

baljväxter, rotfrukter och traditionella grödor såsom kassava, durra och sötpotatis. Dessa grödor är ofta resurseffektiva men i många avseenden lågavkastande, underutvecklade och av litet kommersiellt intresse. Offentligt driven förädling, i tätt samarbete med bönderna själva, spelar en nyckelroll för utveckling av dessa grödor.

Frågan är hur man bygger system för att stärka den offentliga förädlingssektorn, framförallt i Afrika, att ta till sig lovande biovetenskaplig teknik och på så sätt effektivisera förädlingen av de lokala grödor som i dagsläget inte intresserar den privata sektorn. Ett stort problem, förutom begränsad molekylärbiologisk kompetens, är att få tillgång till immaterialrättsligt skyddad bioteknik som är nödvändig för att dra nytta av den nya biovetenskapen. Samarbete över gränserna, inte minst mellan den privata och den offentliga sektorn, är ett sätt att lösa detta. Det finns glädjande nog ett växande antal afrikanska biovetenskapliga förädlingsplattformar där offentliga forskningsinstitutioner, företag och internationella organisationer samarbetar för att med hjälp av biovetenskap ta fram mer kompetenta afrikanska grödor. Ett exempel på detta är utvecklingen av en mer torkhärdig afrikansk majs – Water Efficient Maize for Africa (WEMA).

Här har också Sverige genom Sida och Stockholm Environment Institute (SEI) varit aktivt och med

hjälp av svenska forskare bidragit till att öka den molekylärbiologiska kompetensen i Östafrika. En målsättning har varit att bygga regionala forskningskonsortier som kan använda biovetenskapen för lokal förädling, vattenrening och för att använda jordbruksrestprodukter för olika syften, till exempel biogasproduktion.

### **Dalande forskningskompetens i Sverige**

För svenska bönder är möjligheten att dra full nytta av molekylärbiologisk förädling för närvarande begränsad. Skepsisen mot genmodifierade grödor i Europa har gjort att de europeiska förädlingsföretagen riktat sina mer avancerade biovetenskapliga forskningsinsatser åt andra håll i världen. Den svenska forskningskompetensen inom biovetenskaplig växtförädling är dalande, med vissa undantag. Risken finns därför att det svenska jordbruket kommer att stå vid sidan av de stora biovetenskapliga framstegen. Detta skulle betyda att vi avhänder oss ett viktigt verktyg som skulle kunna bidra till att göra det svenska jordbruket mer produktivt, klimatsmart och resurseffektivt.

Sverige har som tidigare påpekats goda förutsättningar för jordbruk, och min uppfattning är att vi för att möta den ökande efterfrågan på bioresurser i världen bör ta ansvar för att inom hållbarhetens gränser producera så mycket som möjligt på våra

åkrar. Det är därför önskvärt att svenska forskare fortsätter att engagera sig både hemma i Sverige och internationellt i hur molekylärbiologin kan bidra till att möta den ökade globala efterfrågan på bioresurser på ett hållbart sätt.

---

*Ivar Virgin är doktor i biokemi och forskare på Stockholm Environment Institute (SEI). Han arbetar med globala bioresursfrågor samt hur länder i Syd, huvudsakligen i Afrika ska kunna få tillgång till modern biovetenskap.*

### Lästips

- [www.genteknik.se](http://www.genteknik.se) (Gentekniknämnden)
- [www.aatf-africa.org](http://www.aatf-africa.org) (African Agricultural Technology Foundation)
- Ivar Virgin med flera, *Agricultural Biotechnology and Small-scale Farmers in Eastern and Southern Africa*, SEI 2007 ([www.sei-international.org](http://www.sei-international.org)).

## Ekologiskt jordbruk är inte etiskt hållbart för Afrika

För att minska fattigdomen i Afrika måste det bli fart på det småskaliga jordbruket. Afrika har mycket jord och gles befolkning, men många av jordarna hör till de mest urlakade i världen. Handelsgödsel, nya sorter av grödor och bättre vägar till stadens marknader är vad de afrikanska bönderna behöver, skriver Agnes Andersson och Göran Djurfeldt. De efterlyser en etisk dimension av hållbar utveckling, utöver de ekologiska, sociala och ekonomiska.

*Agnes Andersson, Institutionen för kulturgeografi och ekonomisk geografi, Lunds universitet.*



*Göran Djurfeldt, Institutionen för sociologi, Lunds universitet.*



Afrika söder om Sahara är den del av u-världen där fattigdomen är mest utbredd. Femtioen procent av befolkningen beräknas leva på mindre än 1,25 USA-dollar om dagen. Det är svårt för en svensk att tänka sig in i vad detta innebär. Mat för dagen är ingen självklarhet. Som förälder plågas man av vetskapen att man inte kan ge sina barn det de behöver för att växa och bli stora, starka och friska.

Fattigdomen är mer utbredd på landsbygden än i städerna. På landet lever mellan 80 och 90 procent av befolkningen helt eller delvis av jordbruk. Gårdarna är små. Medan en svensk bonde har 50 eller 100 hektar eller ännu mer att leva av, odlar afrikanska bönder i allmänhet bara en hektar eller två. De flesta arbetar med hackor; bara en minoritet har möjlighet att plöja med hjälp av oxar. Traktorer är mycket ovanliga.

Det paradoxala är alltså att trots att majoriteten lever på landsbygden så har de svårigheter att producera den mat som behövs för att försörja sig själva och sina barn. De har ännu svårare att uppfylla den uppgift som jordbruket i övriga delar av världen har, nämligen att försörja stadsbefolkningen med mat.

Är detta hållbart i längden? Svaret kan tyckas givet. Ett jordbruk där inte ens bönderna kan försörja sig själva med mat kan knappast vara hållbart. Synar man fakta, statistik och forskning visar sig svaret inte vara så enkelt. Följer man debatten mellan

forskare och i medier så är meningarna också mycket delade, framförallt om hur man ska kunna uppnå ett hållbart jordbruk i Afrika söder om Sahara.

### **Minskad fattigdom som överordnat mål**

Vanligen diskuterar man hållbar utveckling från tre utgångspunkter: man talar om *social, ekonomisk och ekologisk* hållbarhet. Ekologin var från början i fokus för diskussionen och kompletterades senare med de andra två perspektiven. Vi menar att en diskussion om jordbruket i ett globalt och kanske framförallt afrikanskt perspektiv kräver att man lägger till ytterligare en hållbarhetsdimension: den etiska.

En etisk utgångspunkt innebär att vi sätter fokus på människors möjligheter att skapa ett bättre liv inte bara för sig själva utan också för sina barn. Ett jordbruk som håller i längden förutsätter att minskad fattigdom är ett överordnat mål. Vi är naturligtvis inte ensamma om att tycka att just fattigdomsminskningen är ett av världens mest angelägna problem – två av FN:s millenniemål handlar om detta. År 2000 enades världens länder om att halvera andelen hungriga och fattiga i världen till år 2015. Det råder alltså bred enighet om nödvändigheten av att minska fattigdom och svält.

Varför är just jordbruket viktigt för fattigdomsminskningen? Hur förhåller sig det etiska hållbarhetsmålet till ekonomisk, social och ekologisk hållbarhet?

Vilka möjligheter finns det att få till stånd ett jordbruk som är hållbart utifrån alla dessa fyra aspekter?

Afrikas småbönder utgör runt räknat 50 procent av kontinentens befolkning. Ansvaret för att bekämpa fattigdomen och säkra tillgången till livsmedel ligger i första hand hos bönderna själva. Möjligheterna att minska fattigdomen handlar i dessa länder till stor utsträckning om att få fart på det småskaliga jordbruket. Idag förmår de afrikanska bönderna inte ens producera hälften så mycket majs, ris eller maniok som sina kollegor i Asien. Dessa ligger i sin tur fortfarande efter amerikanska och europeiska bönder. Man måste öka avkastningen så att Afrikas cirka 380 miljoner fattiga och ungefär lika många undernärda får möjligheten att äta sig mätta. Vidare måste man skapa förutsättningar för ett bättre liv för barnen att få utbildning och hälsovård.

Vår diskussion bygger på den senaste forskningen kring afrikanskt jordbruk, bland annat den forskning som vi själva har bedrivit tillsammans med kollegor i nio afrikanska länder och i Sverige. Vi gör också historiska tillbakablickar på utvecklingen framförallt i Asien, där erfarenheterna av den Gröna revolutionen innehåller viktiga lärdomar för Afrika.

### **Förlorade årtionden**

1980-talet kallas ofta för Afrikas förlorade årtionde. I själva verket kan man i jordbrukssammanhang

faktiskt lägga till ytterligare ett årtionde. Facit över både 1980- och 1990-talen är dystert. Jordbruksutvecklingen stod i stort sett stilla samtidigt som befolkningen växte kraftigt. Investeringarna i jordbruket sjönk också. Det gäller satsningarna från de afrikanska regeringarna, de stora biståndsgivarna som Världsbanken och lilla svenska Sida. De valde under denna period att satsa på annat, till exempel demokratiutveckling. Sedan millennieskiftet har diskussionen vänt. Regeringar och biståndsgivare är på väg att trappa upp satsningarna på jordbruket. Fler och fler inser att nyckeln till fattigdomsbekämpningen i Afrika ligger inom jordbruket. Så till exempel under tecknade de afrikanska jordbruksministrarna Maputo-deklarationen i september 2003. Enligt denna åtar sig de afrikanska staterna att öka den andel av statsbudgeten som går till jordbruks- och landsbygdsutveckling till 10 procent före år 2010. Biståndsgivarna med den inflytelserika Världsbanken i spetsen har ställt sig bakom dessa strävanden.

De flesta länder startade från mycket låga nivåer: 2 till 3 procent. Med tanke på att majoriteten av befolkningen bor på landsbygden och jobbar i lantbruket är det anmärkningsvärt att så liten del av skattepengar och biståndsmedel satsas på dessa. Samstämmigheten är numera stor kring behovet av att få till stånd vad som kallas för ”fattigdomsinriktad jordbruksutveckling” (*pro-poor agricultural*



*growth*), det vill säga en tillväxt inom jordbruket som gynnar också de fattiga.

### **Goda förutsättningar i Afrika**

Vad är då huvuddragen i ett sådant jordbruk? Här kan vi blicka bakåt på den Gröna revolutionen i Asien. På 1960-talet befann sig Indien, Kina och övriga Asien i en situation som liknar den som Afrika befunnit sig i de senaste årtiondena: massfattigdom, överhängande hot om svält och stagnerande jordbruk. Många länder var beroende av att importera livsmedel eller av livsmedelsbistånd. Prognoserna för Asiens framtid var mycket dystra, bland annat därför att regeringarna och politikerna ansågs bottenlöst korrupta och inkompetenta. Undantaget verkade då vara det kommunistiska Kina, men kineserna dolde framgångsrikt en enorm svältkatastrof i slutet av 1950-talet. Mao Tsetung lyckades slå blå dunster i ögonen både på kineserna och på omvärlden. I själva verket var situationen i Kina i det närmaste lika katastrofal som i till exempel Indien.

Vi kan inte gå in i detalj på hur de asiatiska länderna under en period på cirka 25 år lyckades vända situationen så att svälthoten undanröjdes och fattigdomen minskades. Det hängde ihop med den begynnande industrialiseringen, med en stark tillväxt i jordbruket och med starka initiativ från politiker och regeringar. En nyckel var investeringar i jordbruksforskning, i nya högvakastande vete- och rissorter.

En annan faktor var investeringar i jordbruksutveckling, i bevattningssystem, i konstgödning och krediter till bönderna.

Utgångspunkten i vår afrikanska forskning har varit att om det var möjligt att vända utvecklingen i Asien så bör det också vara möjligt i Afrika. Den senaste forskningen visar att Afrika har prima jordbruksarealer som är större än Indiens. Samtidigt har Afrika söder om Sahara inte ens hälften så stor befolkning som Indien. Så det måste gå! Men går det att göra på ett hållbart sätt?

### **Marknad med förhinder**

Många afrikanska länder inspireras av Asien och dess gröna revolution. Malawi och Rwanda är kända exempel. De satsar nu på jordbruket på ett sätt som påminner om länder i Asien under 1960- och 1970-talen. Samtidigt är Afrikas förutsättningar i vissa avseenden radikalt annorlunda: Afrika är glesbefolkat och har dåligt utvecklade vägar, infrastruktur och marknader. Stagnationen på landsbygden och en växande befolkning gör att städerna växer ännu snabbare – år 2030 beräknar FN att 50 procent av Afrikas befolkning kommer att bo i städer. Men arbetstillfällena i städerna är få, och det gör att den urbana fattigdomen sannolikt ökar i takt med att städerna växer.

Omvärlden har också förändrats dramatiskt. Under påtryckning från Världsbanken och Internationella

Valutafonden har inhemska marknader öppnats för internationell konkurrens inte bara i Afrika utan också i andra utvecklingsländer. Samtidigt har EU:s gemensamma jordbrukspolitik (CAP) och USA:s inflytelserika lobbygrupper varit svårare att rå på. För Afrikas del innebar detta en orättvis konkurrens. Billig import av mat som producerats med subventioner i rika länder konkurrerade ut inhemskt producerade varor. Producenter som redan brottades med undermålig infrastruktur och långa avstånd till sina köpare blev nu också utkonkurrerade av låga priser.

I slutet av 2007 förändrades konkurrenssituationen i alla fall tillfälligt. Missväxt i Asien och användningen av stora mängder spannmål till etanol, framförallt i USA, gjorde att spannmålspriserna steg dramatiskt. Prisstegringarna slog igenom också på marknader i Afrika. Konsekvensen blev matbrist i många afrikanska städer, med upplopp och politiska oroligheter som följd.

Mer långsiktigt är det oklart vad högre priser skulle innebära för afrikanska bönder. Matpriskrisen som den kom att kallas underströk hur som helst behovet av att kunna skydda fattiga konsumenter från drastiska prisökningar av det slag som skedde 2007 till 2008. Historien visar hur farligt det kan vara för makthavare att konfronteras med stora skaror fattiga, hungriga människor i de stora städerna.

## **Mat för både stad och land**

Växande stadsbefolkning och osäkerhet kring den framtida prisutvecklingen ändrar beslutsläget för afrikanska politiker och regeringar. För att försörja den egna befolkningen med livsmedel kan de inte längre lita till billig import från USA och Europa. De måste få igång det inhemska jordbruket.

Det är i detta perspektiv man måste se på förutsättningarna och utmaningarna för ett hållbart afrikanskt jordbruk, också ur etisk synpunkt. Fattigdomsbekämpning handlar i hög grad om att förbättra de afrikanska småböndernas förmåga att mäta sig själva och sina familjer och att öka sin produktion för marknaden, det vill säga bland annat för stadsbefolkningen. Det gäller att utnyttja mark och vattentillgångar bättre så att man kan höja skördarna.

Nyckeln till att höja småböndernas produktion av mat ligger inte i de ekologiskt känsliga områdena utan i de områden som är gynnade när det gäller hur mycket och hur regelbundet det regnar. I dessa områden är det också lättare att hushålla med vatten än i mer marginella områden. Det är också i sådana områden som de flesta människorna bor.

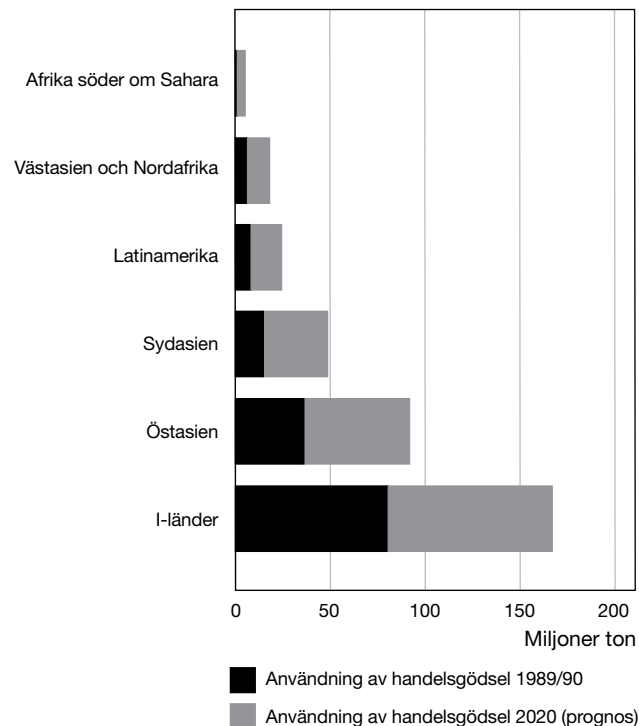
## **Tre utmaningar – gödning, grödor och marknad**

Vad krävs då för att klara både livsmedelsförsörjning och fattigdomsbekämpning i Afrika? Vi ser tre stora utmaningar. Den första ligger i att de afrikanska

jordarna tillhör några av de mest urlakade i världen, trots att de klassas som utmärkta ur jordbrukssynpunkt. Samtidigt använder Afrikas bönder mycket lite handelsgödsel (figur 1 och 2). I den rika världens länder är problemet det omvända. Åkrarna och vattendragen övergöds där genom stora mängder handelsgödsel. Övergödning är inte hållbart, men det är inte heller ”undergödning”. Om man till exempel skulle satsa på att höja avkastningen i det afrikanska småjordbruket med 50 procent, vilket skulle säkra kontinentens livsmedelsförsörjning, skulle användningen av handelsgödsel ändå ligga långt under den i Europa eller USA. Konsekvenserna för miljön skulle alltså bli måttliga.

Vi menar att jordbruk utan tillsatser av kemisk gödning, det vill säga ekologiskt jordbruk, har begränsade möjligheter att bidra till att lösa livsmedelsförsörjningen i Afrika. Skälet är enkelt: skördarna blir för dåliga. Ekologisk odling ger med de förutsättningar som bönderna har, bland annat när det gäller tillgången till arbetskraft, inte den höga avkastning som måste till. Ett hållbart jordbruk som kan tillgodose ett ökat behov av mat förutsätter att näring tillförs på annat sätt. Endast organisk gödning räcker inte, handelsgödsel är ett måste. Afrikas bönder använder alldeles för lite handelsgödsel. Det beror i sin tur på höga priser och dålig lönsamhet.

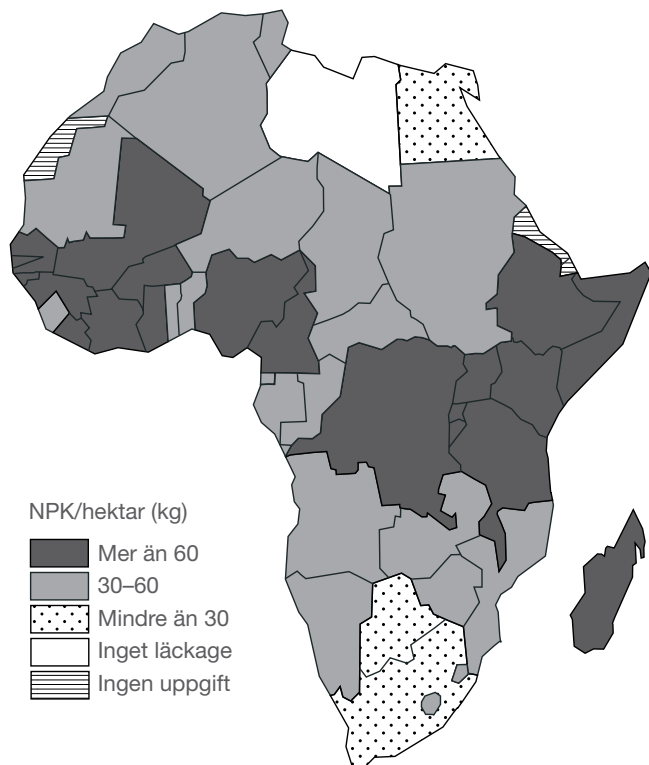
Användning av handelsgödsel efter region 1989/90 och 2020



Figur 1. Användning av handelsgödsel i olika delar av världen 1989/90 och prognos för år 2020. (Källa: International Food Policy Research Institute, IFPRI 1996)

Förutom gödning behöver bönderna grödor som ger bättre avkastning, det vill säga nya sorter utvecklade av växtförädlare. Sådana sorter kan bidra till ett bättre

## Näringsläckage (NPK) från Afrikas jordar



Figur 2. Läckage av kväve, fosfor och kalium (NPK) från afrikanska jordar (årliga genomsnitt 1993–1995). Afrikas jordar hör till de mest urlakade i världen. Särskilt i de centrala delarna av kontinenten bortförs det mycket näringsämnen från jordarna. "Undergödning" är inte hållbart i längden. (Källa: IFPRI 1999)

utnyttjande av den odlade marken. Men det räcker inte heller.

För att på längre sikt höja produktionen hos småbönderna och för att mätta inte bara dem som bor på landet utan också stadsborna, måste marknaderna fungera bättre. En annan utmaning är infrastrukturen. För att de afrikanska bönderna ska kunna förse städerna med livsmedel krävs en utbyggnad av det afrikanska vägnätet. Nya vägar behövs också för att möta den stora satsning på informationsteknik som redan har revolutionerat livet på den afrikanska landsbygden. Mobilen har gjort det möjligt att sprida och ta reda på priser i en nästan gränslös omfattning. Kenya är som det första landet i världen på väg att ersätta vanliga kontanter med virtuella pengar, överförda via mobiltelefoner. Men för att marknader rent praktiskt ska kunna fungera räcker det inte med telefoner. Ihåliga, bortspolade eller i värsta fall icke-existerande vägar hindrar köpare och säljare från att mötas. Först när städerna förbinds med landsbygden kan bonden försörja stadsbon med livsmedel.

### Fyra hållbarhetsperspektiv går att kombinera

Forskning visar att offentliga investeringar i småskaligt jordbruk, till exempel när det gäller utsäde och rådgivning, är mycket lönsamma i bemärkelsen att de skapar tillväxt och minskar fattigdom. Detta säger också de historiska erfarenheterna från länder

i Asien där stater medvetet har satsat just på småskaligt jordbruk. Eftersom jordtillgångarna ofta är relativt jämnt fördelade inom många afrikanska byar är de sociala hållbarhetsperspektiven också förenliga med en fattigdomsreducerande strategi. Att kombinera fattigdomsminskning med ekonomisk tillväxt och social utveckling är alltså inte omöjligt.

De ekologiska aspekterna och hur de samspelar med övriga mål har varit föremål för debatt. Vilket mål som är viktigast har debatterats i samband med den allmänna diskussionen kring klimatförändringar. Här har teknikanvändning och handelsgödsel ofta ställts mot klimatåtgärder – att minska koldioxidutsläppen har i vissa sammanhang likställts med ett ekologiskt jordbruk. Den teknikanvändning som är nödvändig för att öka produktiviteten inom det småskaliga afrikanska jordbruket har betraktats som klimatfientlig.

På senaste tiden har det dock kommit rön som visar på motsatsen: ett mera intensivt utnyttjande av markytan är nödvändig inte bara för att mätta världens fattiga. Det är också smart med tanke på klimatet. Arealer som nu täcks av skog behöver inte tas i anspråk för odling om den nuvarande jordbruksmarken utnyttjas bättre, och förlusten av skog står idag för cirka 20 procent av koldioxidutsläppen till atmosfären.

---

*Agnes Andersson är universitetslektor på Institutionen för kulturgeografi och ekonomisk geografi vid Lunds universitet. Sedan 2005 forskar hon inom Afrintprojektet, framförallt om relationen mellan stad och land.*

*Göran Djurfeldt är professor på Institutionen för sociologi vid Lunds universitet. Han forskar om utvecklingsproblem, speciellt landsbygds- och jordbruksutveckling i Asien och Afrika. Sedan 2000-talets början leder han Afrintprojektet vid Lunds universitet i samarbete med forskare från nio afrikanska länder.*

## Ekologiskt jordbruk kan föda en växande befolkning

Kritiker brukar ifrågasätta det ekologiska jordbrukets möjligheter att försörja en växande befolkning. Karin Höök ställer frågan lite annorlunda: Har vi verkligen råd att inte gå över till ett ekologiskt jordbruk om vi vill föda en växande befolkning? Ett ekologiskt jordbruk är baserat på lokala resurser, kretslopp, biologisk mångfald och ekosystemtjänster istället för på fossil energi och andra ändliga resurser. Det möjliggör att även människor som lever i fattigdom kan äta sig mätta. Hon förespråkar ekologisk intensifiering, och menar att en ny "grön" revolution inte är någon lösning för Afrika.



Foto Staffan Chasson

*Karin Höök,  
Naturskyddsföreningen.*

Att världens befolkning ska kunna äta sig mätt handlar inte bara om hur mycket mat som produceras. Det handlar också om hushållning och fördelning av resurser. Det handlar om vem som har rätt till resurserna: marken, vattnet, energin, fosfor, generna, med mera. Och det handlar om handelspolitik.

Den industrialiserade världens jordbruksöverskott, som delvis är producerat med hjälp av jordbruks-subventioner, säljs billigt i utvecklingsländer och minskar incitamenten för de inhemska bönderna att själva producera mat. Det totala stödet till jordbruket från OECD-länderna uppgår till cirka 350 miljarder dollar, varav cirka 235 miljarder är direkt jordbruksstöd. Det kan jämföras med de cirka 70 miljarder dollar som de rika länderna ger totalt i bistånd till utvecklingsländerna.

En del debattörer målar upp en bild av att ekologisk odling skulle vara så improduktiv att vi i våra försök att gynna miljön istället hotar den globala livsmedelstillgången, och att risken är särskilt stor att de som lever i fattigdom drabbas. Huvudargumenten mot ekologisk produktion hos dessa debattörer är att den ger mindre skördar per arealenhet och därför inte kan försörja tillräckligt många människor. Men bilden är mer komplex än så. För det första är det viktigt att komma ihåg att undernäring sällan har med världens matproduktion som sådan att göra.

Samhällsfrågor som fattigdom, jämställdhet, infrastruktur och demokrati är långt viktigare att arbeta med för att trygga tillgången på mat i världen. Innan vi börjar spekulera om framtidens livsmedelsförsörjning bör vi ha lite perspektiv på dagens livsmedelskonsumtion.

### **Maten räcker**

Idag produceras tillräckligt med mat för att alla skulle kunna äta sig mätta. Ändå saknar i storleksordningen en miljard människor en tryggad tillgång till mat. Samtidigt lider ungefär lika många människor av fetma på grund av att de äter för mycket och fel. Allt fler riskerar att drabbas av välfärdssjukdomar bland annat för att de äter för mycket kött. Om den rika delen av världen åt mindre kött och mer vegetabilier så skulle maten räcka till fler. Köttproduktionen tar stora arealer i anspråk i utvecklingsländer, och ungefär hälften av all spannmål som produceras i världen används till djurfoder.

Foder till västeuropeisk boskap importeras från utvecklingsländer, och den soja som odlas i bland annat Brasilien tar mark i anspråk som istället borde användas för att producera spannmål och baljväxter till världens växande befolkning. Att man hugger ner regnskog och odlar upp den artrika cerradon (Brasiliens savann) för att expandera sojaodlingen gör inte saken bättre. Och att sojan besprutas med

kemikalier som vi i Sverige för länge sedan förbjudit på grund av deras giftighet förvärrar saken ytterligare. För mycket kött är varken bra för människors eller planetens hälsa.

Men om vi i den rika delen av världen ska äta mindre kött blir det då inte problem här hos oss med växtnäringstillförseln för det ekologiska jordbruket som inte använder handelsgödsel? Det blir visserligen mindre stallgödsel, men man ska komma ihåg att det inte blir mer växtnäring för att man odlar foder som passerar genom djuren. Självklart ska stallgödseln återcirkulera, men har man inga eller få djur får man förlita sig på kretslopp av ändliga resurser som, fosfor, och använda sig av kvävefixerande växter. Det är lättare och billigare att få kretsloppen att fungera om det inte är för stort avstånd mellan produktionen och konsumtionen. Att få kretsloppen att fungera mellan de stora megastäder som byggs och de områden där maten produceras är en enorm utmaning som måste lösas i framtiden.

Men vad händer när världens befolkning har ökat till nio miljarder människor år 2050? FN:s livsmedelsorganisation FAO gör enligt olika källor bedömningen att produktionen av mat måste öka med 70 procent. Prognosen baserar sig på antagandet att världens konsumtion av kött och mejerivaror fortsätter att öka som den har gjort de senaste decennierna. Man antar att de rika ländernas matvanor snabbt sprids till

länder med ökande levnadsstandard, och att det allra mesta av den ökade animalieproduktionen sker i industriella system som bygger på spannmålsutfodring. Är det rimligt att denna utveckling fortsätter? Behöver vi inte alla tänka om?

Matsvinnet är en annan viktig anledning till ineffektivitet i världens livsmedelsförsörjning. Längs livsmedelskedjan från jord till bord slängs och förstörs mat i alla led. Uppgifterna om storleksordningen är osäkra och varierar mycket beroende på produkt. Det är rimligt att anta att vi i den rika delen av världen slänger bort i storleksordningen 10–50 procent av maten som produceras. Och i utvecklingsländer förstörs mycket mat på grund av bland annat brist på lagringsmöjligheter.

Vi kan konstatera att det finns väldigt mycket som kan göras för att många, många fler skulle kunna få mer och bättre mat att äta. Vi kan också konstatera att vi inte kan fortsätta att förlita oss på ett jordbruk som är baserat på fossil energi och misshushållning med ändliga resurser som till exempel fosfor. Frågan är inte om ett ekologiskt lantbruk kan föda en växande världsbefolkning. Frågan borde istället vara hur världen snabbast möjligt ställer om till ett ekologiskt jordbruk som bygger på användning av lokala resurser, biologisk mångfald, kretslopp och resurseffektiv vattenhushållning – och samtidigt producerar viktiga ekosystemtjänster. Det är ett jordbruk



som på olika sätt binder kol vilket också är bra för klimatet, och som använder lokalt anpassade sorter bland annat för att mildra effekterna av ett ändrat klimat. Att undvika fortsatt utarmning av världens ekosystem och degradering av de livsnödvändiga ekosystemtjänsterna är avgörande för framtidens livsmedelstrygghet och för att minska antalet människor som svälter i världen.

Det finns många goda exempel runtom i världen som visar att det genom ekologisk odling är möjligt att öka skördarna, förbättra vattenhushållningen och öka böndernas inkomster – och detta utan det moderna industrijordbrukets negativa effekter. Genom att skala upp och stödja dessa initiativ på olika sätt skulle världen kunna se framtiden an med tillförsikt.

### **Mångfald och kretslopp i Etiopien**

I Tigray i norra Etiopien drar lantbrukarna nytta av en rad ekosystemtjänster för att uppnå en långsiktig hållbar försörjning och ett ekologiskt jordbruk. Istället för handelsgödsel används kompostering för att återcirkulera växtnäring till åkrarna. Dessutom tillförs växtnäring genom att bönderna odlar baljväxter (som till exempel ärtor och bönor) som berikar jorden tack vare sin förmåga att ta till vara luftens kväve (biologisk kvävefixering). Viktigt är en varierad växtföljd med flera olika grödor, samodling av flera sorters grödor och sorter på en åker, och insamling av regnvatten. En avgörande orsak till Tigrayprojektets

framgångar är växtnäringsskretslopp genom kompostering, det vill säga att gödsel från djur, skörderester, ogräs samt organiskt avfall från hushåll samlas ihop i grävda gropar för att brytas ner till mull och sedan användas som jordförbättringsmedel. Användningen av kompost gör också att vattenförsörjningen förbättras genom att jordens vattenhållande förmåga ökar.

I Tigrayområdet är mångfald en naturlig del av lantbrukarnas vardag. Liksom många andra av världens småbönder förlitar sig bönderna i Tigray inte på ett fåtal stapelgrödor utan sprider sina risker med hjälp av mångfald i odlingen. Man stimulerar och utnyttjar naturliga processer för att bevara jordens bördighet och motverka angrepp av skadegörare på grödan. Både ettåriga och fleråriga träd samt buskar varvas med olika grödor för att förhindra att ogräs, sjukdomar och skadedjur får fäste. Exempel på grödor som odlas i Tigray är basgrödan teff (ett inhemskt sädeslag som används för att göra pannkakor), korn, sorghum, hirs, majs, oljeväxter, kaffe samt det mångfunktionella trädet sesbania som ger foder åt djuren och förbättrar jordens bördighet genom att binda luftkväve. Man odlar också frukt och bär som bananer, apelsiner, lime, papaya och mullbär samt en rad olika grönsaker och medicinalväxter.

Vattenförsörjning är ett annat område som bönderna i Tigray arbetar mycket med. För att säkra vattentillgången och livsmedelsproduktionen i regionen krävs att man på olika sätt samlar ihop och sparar

vatten för torrperioder (*water harvesting*). Avverkning av skog för att få bränsle och byggmaterial, överbete och nedtrampning, expansion av jordbruksmark och på senare tid även urbanisering har lett till att en stor del av den ursprungliga skogsmarken och jordbruksmarken försvunnit. Det livsviktiga regnet blir i kombination med detta ohållbara resursutnyttjande ironiskt nog till ett hot för hela landskapet. Under regnperioden leder avsaknaden av skog och annan vegetation till kraftig jorderosion så att raviner bildas och skär genom landskapet när den bördiga matjorden spolas iväg. För att motverka snabba förluster av vatten och jord har Tigrayprojektet utvecklat en verktygslåda med effektiva och billiga lösningar. Bönderna använder sedan de metoder som de anser vara mest relevanta för deras behov, något som medfört att en mångfald av lösningar tagits i bruk i olika lokalsamhällen.

Ett resultat är att man idag kan få ut en extra bevattnad vårskörd som ett viktigt komplement till den tidigare enda regnförsedda höstskörden. Lantbrukarna i projektet har fått mer än fördubblade inkomster vilket har förbättrat levnadsvillkoren dramatiskt både när det gäller livsmedelstrygghet och hushållsekonomi.

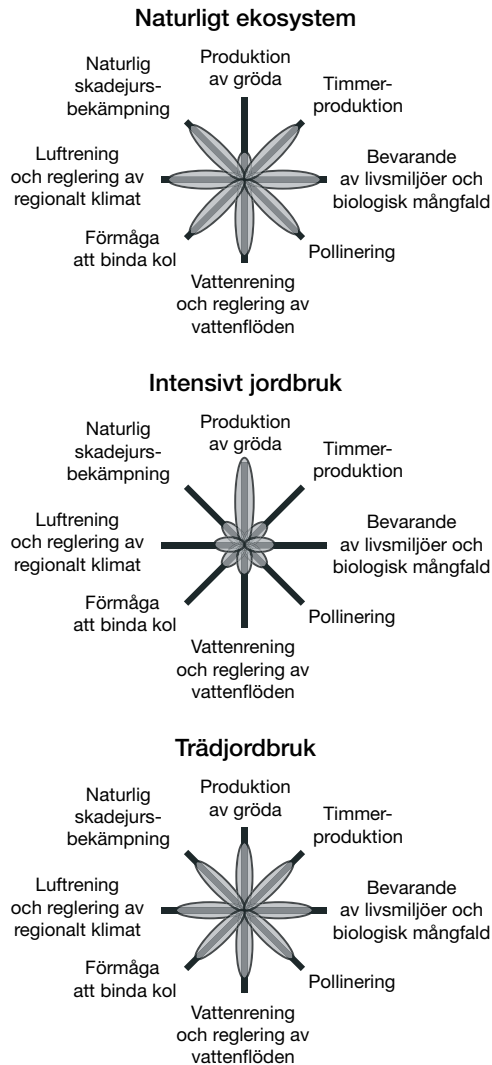
### Trygghet med trädjordbruk i Brasilien

I Rio Grande de Sul i södra Brasilien arbetar bönder för att utveckla ett ekologiskt trädjordbruk. Trädjordbruk (*agroforestry*) innebär att man till skillnad



Figur 1. Trädjordbruk innebär att man odlar många olika grödor, buskar och träd på samma mark. Man imiterar naturliga system med livsmiljöer i flera våningar. Här trivs många olika djur och växter.

från monokulturer odlar många olika grödor, buskar och träd tillsammans. Dessa system imiterar i mångt och mycket de naturliga systemen och man låter sig inspireras och lär sig av naturen för att hitta mer långsiktigt hållbara lösningar. Ett trädjordbruk gör detta genom att fokusera på kretslopp, mångfald och ekosystemtjänster istället för fossilbränslebaserad teknik. Dessutom skapas mer komplexa och varierade



Figur 2. Trädjordbruket ger mer av fler ekosystemtjänster än det intensiva jordbruket som maximerar produktionen av gröda på bekostnad av andra ekosystemtjänster.

livsmiljöer i flera våningar där en mångfald av fåglar, insekter samt andra djur och växter trivs (figur 1).

Rätt utformat kan ett sådant odlingssystem binda jorden, stå emot skadegörare och gödsla sig självt – nästan helt utan människans hjälp. Genom att vara mer multifunktionellt bidrar det även med fler nyttigheter än bara livsmedel och kan därför ge en tryggare försörjning samtidigt som det gynnar ekosystemtjänster och den biologiska mångfalden (figur 2).

Ofta väljs träd som bidrar till att gödsla växtligheten runtomkring. Kvistar, grenar, löv, bark och fruktämnen från träden innebär tillskott av stora mängder organiskt material som ökar jordens mullhalt. Träden bidrar också med skugga och vindfång som skyddar känsliga grödor, samt drar via sina rotsystem upp en del mineraler från djupare jordlager som kommer grödorna tillgodo. Dessa system kan binda mer kol än monokulturer där endast en gröda odlas – något som blir en allt viktigare ekosystemtjänst med tanke på klimatförändringarna. Rätt utformat kan ett trädjordbruk vara högavkastande samtidigt som det kan ge en rad miljöfördelar – som att gynna ekosystemtjänster och den biologiska mångfalden – samt ge tryggad försörjning. Den här typen av odlingar kan ge mer än dubbelt så höga skördar jämfört med

tidigare odlingsystem. Det ökande antalet ekologiska trädjordbrukare i Rio Grande de Sul bidrar också till att inte bara bevara utan även restaurera den omgivande och särskilt skyddsvärda Atlantregnskogen.

I södra Brasiliens ekologiska trädjordbruk odlar man till exempel bananer, papaya, acerolabär, guava, ananas, majs, en mängd olika grönsaker, palmdruva samt ursprungsarten palmiterion. Palmiterion är en nyckelart för bevarandet av biologisk mångfald i Atlantregnskogen eftersom dess frukter utgör viktig föda för många fåglar, insekter och däggdjur. I Rio Grande de Sul innefattar trädjordbruket även prydnadsväxter som orkidéer och bromelior som säljs på marknaden. Dessutom utvinns timmer från träd som ceder och brasilträd. Sammantaget ger detta en tryggare inkomst året runt och mindre sårbarhet vid skördebortfall och prisförändringar än när bara en gröda eller några få odlas.

### **Lantbrukardriven växtförädling i Filippinerna**

I Filippinerna arbetar småbönder och forskare med landsbygdsutveckling som integrerar ekologiska och socioekonomiska aspekter. Idag är cirka 35 000 småbönder involverade i arbetet. Kärnan i verksamheten är en lantbrukardriven växtförädling utifrån lokala lantsorter. Genom att samla in och förädla olika lokala rissorter för att bättre anpassa risodlingen till varierade miljö- och klimatförhållanden får man säkrare skördar.

Minst lika viktigt är också att man utifrån den bondebaserade växtförädlingen tillsammans med forskare och frivilligorganisationer driver ett utvecklingsarbete som stärker landsbygdsbefolkningens ekonomiska och sociala situation. Mångfalden av egna rissorter är på så sätt en viktig bas i det hållbara jordbruk som utvecklas, eftersom den gör lantbrukarna mindre beroende av lån och dyra produktionshjälpmedel som utsäde, handelsgödsel och jordbrukskemikalier. Forskare och bönder utvecklar tillsammans de ekologiska odlingsmetoderna genom att kombinera ny forskning med lokal praktisk erfarenhet. Ökad lönsamhet, tryggad livsmedelsförsörjning och minskad sårbarhet för klimatförändringar är några av resultaten.

### **Ekologisk odling fördubblar skördar i fattiga länder**

Ett antal studier gjorda av bland andra FN:s miljöutvecklingsprogram UNEP visar att skördarna i utvecklingsländer kan ökas till det dubbla med hjälp av ekologiska odlingsmetoder. I Sverige och andra rika delar av världen där det konventionella jordbruket gödslas intensivt med handelsgödsel kan en övergång till ekologisk odling minska skördarna, med den kunskap som finns idag. Men i många odlingsystem i bland annat Afrika där marken odlas mer extensivt, jordarna är utarmade och klimatet är ogynnsamt kan ekologisk odling leda till stora skördeökningar. Och det är i dessa områden som ökningarna behövs. Dessutom är det fullt möjligt

**Tabell 1. Övergången till ekologisk odling kan mer än fördubbla skördarna i Afrika, enligt en forskarstudie som har granskats av två olika FN-organ.**

Region	Antal länder	Antal analyserade projekt	Antal bönder i projekten (miljoner)	Areal "organic farming" eller "near organic farming" (miljoner hektar)	Förändring i skörd jämfört med projektens start (procent)
Afrika (alla länder med data)	24	114	1 900 000	2,0	+116
Kenya	1	18	1 000 000	0,5	+179
Tanzania	1	9	27 000	0,06	+67
Uganda	1	17	241 000	0,68	+54

att utveckla det ekologiska jordbruket i alla områden i världen.

I tabell 1 visas resultatet av en studie över hur en övergång till ekologisk odling ökar skördarna i Afrika. Studien har genomförts av ett antal forskare och analyserats vidare av UNEP (United Nations Environmental Programme) och UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). I genomsnitt ökade skördarna med 116 procent när bönderna började odla ekologiskt.

### **Det behövs forskning som gynnar småbönder**

Projektet i undersökningen uppfyller helt eller mycket nära regelverket för certifierad ekologisk produktion. Gårdarna i studien är ofta mycket små. Det finns

uppskattningar som visar att ungefär hälften av världens mat produceras på 470 miljoner småbruk med en medelareal under två hektar, och att deras andel av den totala jordbruksproduktionen ökar. Det allra mesta av deras produktion stannar på lokala och regionala marknader, vilket betyder att de är den viktigaste leverantören av mat till dem som bor på landsbygden i utvecklingsländer. Det finns en stor potential att öka produktionen med ekologisk odling på dessa gårdar.

Den globala jordbruksindustrin är stark och propagerar flitigt för att bönderna i utvecklingsländerna ska öka användningen av handelsgödsel och jordbrukskemikalier. Det är inte ovanligt att den enda jordbruksrådgivning som finns att tillgå i utvecklingsländer är den som jordbruksindustrin och dess försäljningskanaler erbjuder gratis. Enorma summor satsas på forskning för utveckling av det storskaliga industrijordbruket. Det behövs mer forskning, utvecklingsarbete och rådgivning som kommer även de resurssvaga småbönderna tillgodo.

### **En ny "grön" revolution i Afrika är ingen lösning**

För att möta framtidens utmaningar behövs en ny "grön" revolution i Afrika, säger några. Vi vet att när konstbevattning, högavkastande utsäde, bekämpningsmedel och handelsgödsel kombinerades under den gröna revolutionen på 1960- och 1970-talen

fördubblades skördarna på många håll i världen. Många livsmedel blev billigare, och fler kunde äta sig mätta.

Tyvärr kan man konstatera att produktionsökningarna i alldeles för liten utsträckning nått fram till världens fattiga och att produktionen hade många miljömässiga baksidor som försaltade jordar, förgiftade brunnar och vattendrag, minskad biologisk mångfald, sänkta grundvattennivåer samt övergödda sjöar och vattendrag. En annan baksida är att många småbönder började ta lån och sätta sig i skuld för att köpa handelsgödsel, jordbrukskemikalier och utsäde. I Indien rapporteras om ökande självmordsfrekvens hos bönder när de inte klarar att betala sina skulder för inköpta produktionshjälpmedel. Vi behöver en omorientering och ett nytänkande för att det ska kunna utvecklas en jordbruksproduktion som är hållbar ekologiskt, socialt och ekonomiskt.

### **Satsa på ekologisk intensifiering!**

För att stödja den positiva utveckling som inletts på många håll i världen behövs omfattande insatser för kunskapsutveckling och forskning om exempelvis ekosystemtjänster, resiliens och hållbara produktionsmetoder i lantbruket. Särskilt stöd behövs för att utveckla tvärvetenskapliga och deltagardrivna forskningsansatser. Stödet bör öka till samarbeten mellan forskare och lantbrukare så att avståndet mellan

forskning och utveckling blir kortare och så att forskningen görs i den situation där den ska tillämpas.

Hittills har mycket av satsningarna på jordbruksforskning varit inriktade på att utveckla det storskaliga industrijordbruket. Insatserna bör i framtiden inriktas mer på en hållbar ekologisk intensifiering som även kommer världens småbrukare tillgodo.

---

*Karin Höök är agronomie licentiat. Hon har arbetat med jordbrukets hållbarhetsfrågor och ekologiskt lantbruk i snart trettio år, bland annat som föreståndare för Centrum för uthålligt lantbruk på SLU och som akademiagronom vid Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien. Idag är hon chef för Naturskyddsföreningens internationella avdelning som samarbetar med cirka 60 miljöorganisationer i Afrika, Asien och Latinamerika. Hon är också ledamot i svenska FAO-kommittén.*

### **Lästips**

- *Vi måste minska sårbarheten i odlingssystemen.* Artikel av Jakob Lundberg och Fredrik Moberg i KlimATfrågan på bordet, Formas Fkuserar nr 14, 2008.
- *Ekologiskt i Etiopien – odling i samspel med naturen ger ökad lönsamhet och bättre riskspridning.* Naturskyddsföreningen 2008 ([www.naturskyddsforeningen.se](http://www.naturskyddsforeningen.se)).

- *Ekologiskt i Brasilien – Deltagardriven certifiering och lokal handel för ett hållbart lantbruk*, Naturskyddsföreningen 2009.
- *Ekologiskt i Filippinerna – risbönder och forskare lär av varandra i unikt växtförädlingsprojekt för ökad biologisk mångfald och minskad sårbarhet*, Naturskyddsföreningen 2010.

# SKILLNADER I SYNSÄTT



## Ekologiskt jordbruk som vetenskaplig kontrovers

Låsta positioner har det varit en längre tid bland forskare som förespråkar antingen ekologiskt eller konventionellt jordbruk. Konflikterna beror på vetenskaplig oenighet, men även på individer och sociala sammanhang. Jordbruket är också en samhällsfråga, och det är bra att forskare deltar i samhällsdebatt, skriver Erland Mårald. Motsättningar driver fram nya forskningsfrågor och gör att de inblandade parterna måste spetsa sina argument. Han vill att lantbruksforskningens mål och värden lyfts upp på bordet bland lantbruksforskarna själva så att de funderar lite mer över vad de håller på med.

*Erland Mårald, Institutionen för idé- och samhällsstudier, Umeå universitet.*



Det ekologiska och det konventionella jordbruket började skiljas åt redan under 1900-talets första hälft. Alltsedan den ekologiska odlingen fick ett bredare genomslag under början av 1990-talet har diskussionen om dess för- och nackdelar blossat upp då och då. Kritikerna har ifrågasatt om det är vettigt att staten understödjer den här odlingsformen. De anser att vetenskapliga undersökningar inte ger något stöd för att ekologisk odling är mer miljövänlig, att produkterna är mer hälsosamma och att det är hållbart med ekologisk odling ur ett globalt perspektiv. De som ryckt ut till försvar hävdar att den ekologiska odlingen visst är miljövänlig, att den minskar giftspridningen i samhället och att det istället är det konventionella handelsgödseljordbruket som är ohållbart.

Många av de argument som framförts i debatten är långt ifrån nya. Samtidigt innehåller de senaste årens debatt en ny dimension. Det har blivit allt mer tydligt att det är forskare som ställts mot forskare, där vetenskapliga undersökningar åberopas på båda håll. För en utomstående framstår det stundtals som en intern strid mellan olika vetenskapliga grupperingar inom Sveriges lantbruksuniversitet. Att forskare varit inblandade och att vetenskapliga argument använts i diskussionen om ekologiskt lantbruk är i och för sig inget nytt. Det nya är att vetenskapliga företrädare för den ekologiska odlingen har fått en starkare ställning

inom den etablerade lantbruksvetenskapen. Därför har det blivit en mer uttalad vetenskaplig kontrovers istället för främst en diskussion mellan utövare av två olika brukningsformer. Det här fenomenet är inte unikt. Sådana tvister har blivit vanligare i takt med att forskningen blivit en viktigare del av samhället och vetenskapliga innovationer fått allt större inverkan på människors liv. I dagens komplexa samhälle finns många problem inbyggda, där det är svårt att hitta entydiga svar vare sig vetenskapligt eller politiskt.

Jag ska i det här avsnittet sammanfatta vilka ståndpunkter som framträtt i debatten om det ekologiska jordbruket. För att tydligt lyfta fram skillnaderna beskriver jag dessa positioner som entydiga och utan några nyanser. Jag kommer också att diskutera varför positionerna är så låsta. Enligt ett traditionellt synsätt på vetenskap så borde avgörande experiment och rationella argument minska motsättningen och så småningom leda till en väg framåt. Men än så länge finns det inga tydliga tecken på något vetenskapligt samförstånd i frågan. Jag ska också ge några resonrande svar till varför det är på det sättet.

Man kan beskriva striden om det ekologiska lantbruket utifrån ett antal begrepp: naturlighet, mångfald, hållbarhet, klimat, hälsa, djurhälsa, ekonomi och ideologi.

## Naturlighet

*Naturligt* är ett begrepp som används i debatten om ekologisk odling. När olika reformjordbruk utvecklades vid mitten av 1900-talet gjordes det i kontrast till det konventionella jordbruket. Istället för ”konstgödsel”, giftanvändning och storskalig bearbetning av åkerjorden framfördes ”naturenlig odling” med organiska kretslopp, giftfri mat och täckodling.

Än idag är det grundläggande för det ekologiska jordbruket att man inte använder handelsgödsel, bekämpningsmedel, genteknik och andra ”onaturliga” metoder. De som försvarar det konventionella jordbruket menar att manipulation av naturen inte är något nytt. Jordbruk är alltid en fråga om manipulation, och jordbrukare har sedan urminnes tider ändrat biokemiska förlopp och förädlat växter och djur. Att använda nya rön och ny teknik är inte frågan om att bryta mot några naturlagar utan att använda människans rationella tänkande för att förstå dessa lagar och därigenom utveckla jordbruket ytterligare. Dessutom, eftersom människan är en del av naturen, så är allt människan gör naturligt.

## Biologisk mångfald

Ett annat begrepp är *mångfald*. Kritiken mot det konventionella jordbruket gäller att det är specialiserat, uppdelat och storskaligt, och att detta har lett till monokulturer och undanträngning eller utrotning av

arter. Det ekologiska jordbrukets ambition är att åter knyta ihop spannmålsodling och husdjursuppfödning och att använda ett giftfritt växelbruk för att på det sättet åstadkomma ett robust jordbruk som även gynnar ett landskap med hög biologisk mångfald.

Försvaret för det konventionella jordbruket är att det i dagens samhälle, med ökande global befolkning och högt ställda produktkrav, är nödvändigt med intensivodlade marker och monokulturer. Men eftersom det konventionella jordbruket är mer effektivt så kan fler naturområden bevaras med totalt sett mer biologisk mångfald som följd.

## Hållbarhet och klimat

Nästa begrepp är *hållbarhet*. Dagens intensiva jordbruk bygger på användningen av kväve- och fosfatgödsel framställt av jordens sinande olje- och fosforlager. De som kritiserar det konventionella jordbruket menar att den stora handelsgödselanvändningen leder till näringsläckage och övergödning av hav och sjöar. Dessutom, genom att det bara är vissa ämnen som kompenseras med handelsgödsel så undermineras jordmånens mångsidiga sammansättning med jordförstöring som följd. Alltså måste det konventionella jordbruket ställas om i grunden för att åstadkomma ett kretsloppsjordbruk som inte baseras på ändliga resurser.

Mot detta hävdas att ny teknik har utvecklat det konventionella jordbruket till ett miljöanpassat

jordbruk, som är både effektivt och miljövänligt. Istället anses den ekologiska odlingens ineffektivitet vara ett hållbarhetsproblem. För det första skulle en övergång till ekologisk odling medföra att det blir omöjligt att föda världens växande befolkning. För det andra återför inte ekologisk odling alla näringsämnen som förs bort från gårdarna eftersom slammet i städernas reningsverk är förorenat, och i slammet hamnar mycket av jordens näringsämnen. Därför leder även ekologisk odling till markförstöring. För det tredje innebär mekanisk rensning att energianvändningen ökar, och användningen av naturgödsel medför ökat läckage och ökad övergödning.

En aspekt på hållbarhetsdiskussionen som fått allt större betydelse är frågan om klimat. Här menar förespråkare för det ekologiska lantbruket att denna ”tätare” och lokalt anpassade brukningsform minskar användningen av fossila råvaror och utsläpp, medan kritikerna av det ekologiska jordbruket hävdar att ekoodling kräver större arealer, och eftersom ökad uppodling i sig medför avskogning och ökade utsläpp av växthusgaser så bidrar det till växthuseffekten.

### **Hälsa och djurhälsa**

*Hälsa* är ett annat centralt begrepp i debatten. En kritik som riktas mot det konventionella lantbruket är att det framställer industriprodukter med höga halter av giftrester och med lågt närings- och mineralinnehåll. Detta medför att matens kvalitet blir sämre

och att sjukdomsfrekvensen ökar i samhället. Mot detta hävdas att det inte finns några bevisade hälso-risker med produkter från konventionellt jordbruk. Därför är det bättre att alla människor på jorden ges möjlighet att äta sig mätta än att man tar bort nödvändiga produktionshöjande hjälpmedel, som är ofarliga om de används på rätt sätt. Det finns inte heller några tydliga bevis för att produkter från ekologiskt lantbruk är nyttigare. Utifrån detta synsätt blir marknadsföringen av ekologiska produkter det samma som att ”lura” konsumenterna att köpa dyra varor som inte håller vad de lovar.

Ytterligare en aspekt är *djurhälsa*. Ekojordbruksförespråkarna menar att ekologiskt jordbruk bedrivs mer på djurens villkor med större anpassning till deras naturliga behov, och att detta sätt att använda djur är etiskt försvarbart till skillnad från den industriella djuruppfödningen. Mot detta talar undersökningar som visar att restriktioner när det gäller medicinering inom ekojordbruket leder till sjukare djur, och att dagens djur är dåligt anpassade till ekologisk produktion och därför skadas oftare.

### **Ekonomi**

Som i alla sammanhang idag är *ekonomi* viktigt. En återkommande kritik mot det ekologiska jordbruket är att det hålls under armarna med odlingsstöd och olika bidrag. Detta trots att ekoodling ger betydligt lägre skörd och att man i hög grad ”odlar ogräs”.

Samtidigt har det ekologiska jordbruket blivit storskaligt eftersom opportunistiska lantbrukare anslutit sig till denna odlingsform för att kamma hem bidrag. Det går också att ifrågasätta det ekonomiskt och ekologiskt rationella i att importera ekologiska produkter från fjärran platser när bra produkter från konventionella gårdar finns i närområdet. Dessutom hindrar det ekologiska jordbrukets förbud mot genmodifierade grödor billiga och bra lösningar som särskilt skulle gynna jordens fattiga.

Inte oväntat hävdar motståndarsidan att ekologisk odling visst är ekonomiskt lönsamt. Eftersom staten under långa tider gett stora understöd till det konventionella lantbruket och fortfarande gör det genom forskning, rådgivning och direkta bidrag, så är det inte konstigt om det ekologiska jordbruket kan få stöd under en inledningsfas. Snarast är det ekologiska jordbruket mer marknadsorienterat och konsumentstyrt eftersom dess produkter är speciellt marknadsförda genom särskilda konsumentmärkningar.

Man kan också ifrågasätta om det är ekonomiskt och ekologiskt rationellt att bygga det konventionella jordbruket på billig energi i form av olja och på import av billigt foder som tillverkats under tivelaktiga former. Att sprida det konventionella lantbruket i fattigare länder skulle dessutom göra lantbrukarna ekonomiskt beroende av multinationella företag för inköp av genmodifierat utsäde, handelsgödsel och bekämpningsmedel. Att vi måste ha ett konventionellt

jordbruk för att föda jordens befolkning är dessutom en myt, säger de som förespråkar ekologiskt jordbruk. Det finns ingen brist på mat utan det är den bristfälliga fördelningen av den mat som finns som leder till svält, och här skulle ekologiskt lantbruk få en utjämnande effekt.

### **Ideologi**

Det sista begreppet är *ideologi*. Vanliga tillmälen mot det ekologiska jordbruket i debatten är att det är "romantiserande", "religiöst" och "ideologiskt". Det måste "sekulariseras" för att inte "trosuppfattningar" ska stå i vägen för ett rationellt lantbruk. Det ekologiska jordbruket anses också stödjas av miljö rörelsen och högljudda lobbyister som gör att politiker inte vågar ta ställning mot denna odlingsform. Förutsättningslös vetenskap kräver att det inte finns några principiella förbud som står i vägen för kunskapsökandet. Enbart vetenskapliga resultat och erfarenhetsbaserad kunskap ska avgöra vilka metoder som är bäst inom jordbruket.

Mot detta hävdar förespråkarna för ekologiskt jordbruk att denna brukningsform visst vilar på vetenskaplig grund. Dessutom visar praktiska försök att det ekologiska lantbruket är bättre om det utförs på rätt sätt. Ideologiargumentet bollas också tillbaka. Eftersom det konventionella jordbruket är så dominerande inser inte de vetenskapliga förespråkarna för denna brukningsform att de själva företräder ett

lantbruk som ingår i ett ideologiskt sammanhang, understött av multinationella företag och etablissemangen i stort, bestående av ett förhärskande ”mekanistiskt” synsätt. Därför är det den dominerande lantbruksvetenskapen som är ”dogmatisk” och gör allt för att stänga ute relevant kritik som ifrågasätter det konventionella jordbrukets ideologiska grundvalar. Således är det förespråkarna för konventionellt jordbruk som är irrationella och obenägna att ta till sig vetenskapliga argument.

### **Varför har det inte gått att komma överens?**

Det går alltså att på punkt efter punkt hitta tydliga skillnader mellan de olika sidorna i debatten. De låsta positionerna har funnits under lång tid, och ökad vetenskaplig inblandning verkar inte ha minskat motsättningarna. Hur kommer sig detta? Här finns en rad olika förklaringar som samverkar. En sådan kan man finna på individnivån. För en enskild forskare som har investerat mycket tid, resurser och prestige inom ett vetenskapligt forskningsområde och utifrån ett visst perspektiv kan det vara mycket svårt att erkänna att man har fel eller ens ta till sig kritik som visar på att man har fel. Det är svårt för en enskild individ att börja tänka i nya banor. Ett vanligt påstående är att vetenskapliga revolutioner inte sker genom att vetenskapsmän inser sanningen och byter åsikt. Det sker istället genom att den gamla föreställningen dör ut med en äldre generation forskare, och

en ny generation tar över med ett nytt synsätt. Om det här stämmer kan diskuteras, men oavsett detta är det inte lätt för en person att ändra sin syn på vad som är rationellt.

Nästa förklaring hittar vi på en social nivå. Forskare socialiseras successivt in i en vetenskaplig miljö, där man lär sig vilka argument som är gångbara och vilka man ska undvika för att inte bli utdefinierad. På detta sätt uppstår en tankestil som man delar med likasinnade. Det finns också historisk och sociologisk forskning som visar hur företrädare för vetenskapliga discipliner ägnar sig åt att dra upp gränser mellan olika ämnen och till det övriga samhället. Ofta sker det genom en naturlig arbetsdelning, men det förekommer inte sällan konflikter. Från att universiteten i början av 1800-talet befolkades av några få inriktningar, myllrar det idag av olika subdiscipliner och centrumbildningar.

Det finns en tydlig institutionell aspekt även på konflikten om ekologiskt lantbruk. Till och med i dagspressen har det framförts att det finns två tydliga läger kopplade till skilda miljöer på Sveriges lantbruksuniversitet, och däremellan en grupp forskare som undviker att ta ställning. På det sättet uppstår en tröghet i konflikten, där båda parterna försöker förstärka sin position genom att lägga fram nya forskningsrön, anknyta till internationella studier som talar för den egna sidan och finna bundsförvanter inom och utanför universitetsvärlden. Ledningen vid

Sveriges lantbruksuniversitet verkar också ha insett detta och har därför tagit initiativ till att förändra den ekologiska forskningens organisation, och man har anordnat seminarier för att skapa utbyte mellan de olika lägren och ett positivare diskussionsklimat. Även den här boken från Forskningsrådet Formas kan ses som ett led i att tydliggöra positionerna och överbygga motsättningarna.

### **Talar förbi varandra**

Även om det finns individuella och sociala förklaringar, så går det inte att i ett vetenskapligt sammanhang försvara en position hur länge som helst om belegg saknas och verkligheten säger något annat. Jordbruk är dock ett mycket komplext problemområde, och att tolka och generalisera vetenskapliga resultat och sätta in dessa i ett större sammanhang är inte okomplicerat. Lantbruksforskning är i hög grad en tillämpad vetenskap och att omvandla vetenskapliga slutsatser till konkreta brukningsråd och tekniska metoder innebär att man måste ta hänsyn till en mängd omständigheter.

I debatten hänvisas det också ständigt till olika sammanhang. Ibland handlar debatten uteslutande om svenska förhållanden och ibland om världen i stort. Inte sällan tar den ena parten sin utgångspunkt i nationella förhållanden som gäller en specifik fråga, medan motståndarsidan svarar på samma fråga med ett globalt resonemang, eller tvärtom.

Även tidsmässigt finns det en hopblandning. Kritik riktas ofta mot problem i nuet eller det förflutna, men man svarar på kritik med hänvisningar till framtida lösningar. Till exempel hävdas det att det konventionella jordbruket snart ska förbättras genom att oljeberoende handelsgödsel byts ut till ”grön handelsgödsel” framställd av förnybar energi. Brister i det ekologiska lantbruket förklaras med att många lantbrukare ännu inte hunnit ställa om fullt ut till ekologisk produktion.

Med andra ord, den vetenskapliga motsättningen kring ekologiskt lantbruk består eftersom kontrahenterna till stor del talar om olika saker eller talar förbi varandra.

### **Jordbruk är en samhällsfråga**

Jordbruk är en grundläggande del av samhället. Hur man vill utforma framtidens jordbruk handlar i hög grad om hur man vill att framtidens samhälle ska se ut. Det är således inte bara en vetenskaplig fråga utan främst en samhällsfråga som bland annat utgår från en vetenskaplig grund. I debatten om ekologiskt lantbruk berörs jordbruks-, forsknings-, bistånds-, energi-, miljö-, EU- och regionalpolitik, för att nämna de vanligaste. Vid en närmare granskning handlar följaktligen inte debatten enbart om vetenskap, utan det är en debatt om jordbrukets funktion och utformning i samhället, där forskare och vetenskapliga argument är vanligt förekommande.

Debatten om det ekologiska lantbruket sker till stor del i offentligheten, där dagstidningar och andra medier fungerar som ett filter. Eftersom nyhetsredaktioner kan ha egna intressen i frågan och eftersom konflikter alltid är intressanta inom journalistiken så kan det medföra att motsättningarna förstärks. Men samtidigt får man utgå från att de inblandade forskarna medvetet utnyttjar medierna för att stärka sin egen ståndpunkt. Det går inte att komma ifrån att det är en politisk handling om en forskare skriver en debattartikel i dagspressen, även om det görs med en vetenskaplig utgångspunkt och med det vetenskapligt bästa för ögonen. Det var knappast heller en slump att ett av de mest uppmärksammade utfallen mot det ekologiska jordbruket skedde i samband med Almedalsveckan i Visby 2009. Med andra ord sker det ett samspel mellan forskarvärlden och medierna, där båda parter kan utnyttja varandra för att få fram olika budskap.

Även om vetenskapliga jordbruksförsök bedrivs med största noggrannhet, så finns det ofta samhälleliga motiv till varför man forskar på just det man gör, och dessutom får de agrarvetenskapliga tillämpningarna samhälleliga konsekvenser. Lantbruksvetenskapen finns alltså inte i ett värderingsfritt vakuum. Här finns, som jag ser det, kanske den viktigaste förklaringen till varför det är så svårt att komma överens.

### **Viktigt att forskare deltar i debatt**

Är det då något problem att forskare inte kan komma överens och att forskare deltar i samhällsdebatt? Svaret är nej. Konflikt är inte nödvändigtvis negativt för fortsatt kunskapsutveckling. Snarast är det så att motsättningar driver fram nya forskningsfrågor och gör att de inblandade parterna måste spetsa sina argument. Ökad kunskap innebär emellertid inte att konflikter upphör. Med vidgade kunskapsgränser och nya möjligheter uppenbaras nya frågor och även nya etiska och politiska dilemman.

Det är viktigt att forskare deltar i offentlig debatt så att en bredare allmänhet får insikt om vetenskapens utmaningar, problem och konsekvenser – det fyller en demokratisk funktion. En sådan debatt tydliggör också relevanta samhälleliga utmaningar och frågeställningar som kan ge uppslag till nya infallsvinklar och ny forskning.

Eftersom många forskningsfrågor i lantbruksvetenskapen är samhällsstyrda är ett sådant växelspel med det övriga samhället avgörande för denna vetenskapsgrens fortsatta relevans i ett större sammanhang. Till sist skulle jag gärna se att den agrara forskningens mål och värden lyfts upp på bordet bland lantbruksforskarna själva – för att åstadkomma en mer självreflekterande hållning.



---

*Erland Mårald är universitetslektor och docent i idéhistoria vid Institutionen för idé- och samhällsstudier, Umeå Universitet. Han forskar bland annat inom miljöhistoria och jordbrukets vetenskapshistoria. Han är verksam inom Formasprojektet "Framtidens drivmedel? Biobränslen i historisk och kulturell belysning".*

## Tidigare utkomna Formas Fokuserar



### Är eko reko?

#### Om ekologiskt lantbruk i Sverige

Är det någon idé att köpa KRAV-märkt mat och betala lite mer? Är ekomaten verkligen bättre för hälsa och miljö? Vilka är egentligen skillnaderna mellan ekologiskt och konventionellt lantbruk? Ekologiskt lantbruk står högt på den politiska agendan. Som konsument har du rätt att få veta vad forskarna i dagsläget faktiskt vet – och varför de inte är överens.



### Torskar torsken?

#### Forskare och fiskare om fisk och fiske

Kommer vi att kunna äta torsk i framtiden? Kan fiskodling lösa problemen? Hur ser det ut för andra arter i vattnet, som lax och kräfter? Sedan lång tid tillbaka har beslutsfattarna fått signaler från forskarna om att torskbestånden minskar. Men de har inte följt forskarnas råd. Framtidens fiske hänger på de beslut vi fattar idag. Frågan är hur stora risker vi är villiga att ta. Här finns det stora skillnader mellan olika intressegrupper. Vad säger forskarna – och vad säger fiskarna?



### Genklippet?

#### Maten, miljön och den nya biologin

Idag kan vi förändra växter, djur och bakterier på ett nytt sätt – genom att klippa ut gener och föra över dem från en art till en annan. Är det farligt för människa och miljö när genmodifierade organismer börjar odlas och blir mat på våra fat? Eller blir gentekniken klippet som kommer att rädda världen från svält och miljöproblem? Gentekniken påverkar det levandes urgamla spelregler. Därför har den stött på hårt motstånd från europeiska konsumenter och miljöorganisationer. Men vad säger forskarna om möjligheter och risker med den nya biologin?

### Forskare klagör

### Myter om maten

Gräver vi vår grav med kniv och gaffel? Vad ska vi äta för att inte bli feta och sjuka? Hur hållbara är egentligen myndigheternas kostråd? Går vi vilse i pannkakan? Blir vi feta av fett, eller blir vi feta av socker? Är det bättre med stenåldersmat? Tål våra gamla gener den nya maten? Frågor som de här diskuteras intensivt i medierna. I Myter om maten är det forskare som presenterar och tolkar vetenskapliga rön. De är överens om det mesta – men långtifrån allt.



### Sopor hit och dit

#### – på vinst och förlust

Är det vettigt att vi sorterar och fraktar våra sopor hit och dit som vi gör idag? Leder det till någon verklig miljönytta - eller har vi sopsortering mera som terapi för vårt dåliga miljösamvete? Redan 1910-talets sopsorterande människa klagade på att det var bökigt att sortera. Det och mycket annat finns att läsa i en pocketbok som belyser sopsortering ur en rad olika synvinklar.



### Bevara arter – till vilket pris?

#### Balansgång mellan ekologiska, ekonomiska och sociala aspekter

Sverige har undertecknat FN-konventionen om biologisk mångfald. Den säger att vi ska bevara den biologiska mångfalden, och använda den på ett hållbart och rättvist sätt. Riksdagen har bestämt att arter som har funnits länge i Sverige ska bevaras i livskraftiga bestånd. Risken är annars att vi utrotar arter som är viktiga för ekosystemen och för människan. Men hur ska vi göra – och vad får det kosta? Vad tycker forskarna – och vad tycker andra intressenter i samhället?





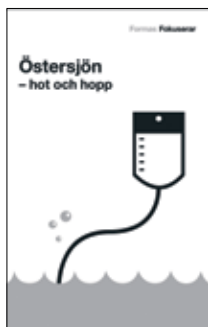
## Spelet om staden

Vem bestämmer över våra städers utveckling? Staden kan ses som en spelplan med ett stort antal aktörer med olika åsikter, lojaliteter och intressen. Hur ser spelplanen ut? Vilka spelregler gäller? Och vilka är spelarna? Är städerna i första hand tillväxtmaskiner, snärjda i global konkurrens och styrda av multinationella företag? Eller kan vi uppnå hållbara städer som erbjuder alla sina invånare en hög livskvalitet utan att äventyra för framtidens människor? Forskarna har inga färdiga svar, men belyser från olika utgångspunkter de drivkrafter som formar och förändrar staden.



## Djuren – i människans klor

Hur mår våra djur - i hagar, stall, lagårdar och hemma hos oss? Vad betyder de för oss? Vi både äter och älskar dem. Vad har vi rätt att använda dem till? Kan vi förstå vad de känner? Hade djuren det bättre förr? Behövs det körkort på sällskapsdjur? Hur mycket är nog när det gäller avel? Ska katter behandlas mot cancer? Är Sverige världsbäst på djurskydd? Alla de här frågorna och många till får du svar på av forskare som skriver i boken, forskare med lite olika syn på saken.



## Östersjön – hot och hopp

Larmrapporterna om Östersjön har duggat tätt de senaste åren. Men är Östersjön ”sjukare” idag än för hundra år sedan? Går det att ”rädda” Östersjön? Vilka åtgärder är vettigast? Är det bra med kväverening, eller ska vi kanske kvävegödsla? Går det att få bort fosfor från sedimenten? Kan vi syresätta bottnarna? Måste vi kanske äta mindre kött för att rädda havet? Men måste vi samtidigt också äta mindre fisk? Vad är forskarna överens om och varför kommer de till olika slutsatser?

## Giftfri miljö – utopi eller verklig chans?

Kadmium i mat och kvicksilver i fisk. Nya metaller i tändare och bilar. Klorerat, bromerat, fluorerat. Nanopartiklar invaderar kroppen. Akrylamid bildas när vi tillagar maten. Läkemedelsrester dyker upp i dricksvatten. Mannens spermier skadas. Hur mycket ska vi stå ut med av gamla problem och nya hot? Varför slår vi så ofta dövsörat till när larmet går? Kan vi få en giftfri miljö som riksdagens miljömål talar om? Eller är det bara en önskedröm?



## Konsumera mera – dyrköpt lycka

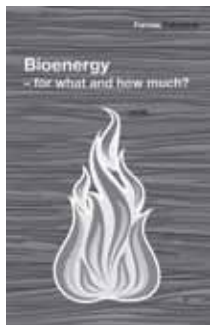
Konsumtionen har ökat kraftigt de senaste hundra åren. Men lyckligare har vi inte blivit. Varför fortsätter vi ändå att konsumera allt mera? Hur ska vi tillräckligt snabbt lära oss att leva med den enda planet vi har? Borde politikerna se till att avskaffa alla stöd till ohållbar konsumtion? Hur stor makt har vi som konsument? Kan man vara både rik och miljövänlig? Eller behövs det kanske nya samhällssystem för att rädda världen? Hur ser olika forskare på saken?



## Bioenergi – till vad och hur mycket?

Hur långt räcker bioenergin i framtidens energisystem? Hur mycket går det att få ut från skogar och åkermark – och vad ska vi använda den till? Är det klokt att satsa på biodrivmedel, eller ska bioenergin användas till värme och el? Vilka styrmedel behövs för att öka användningen av biobränslen? Hur går det med livsmedelsförsörjningen globalt? Och hur bra är biobränslena egentligen på att förhindra klimatförändringar? Hur ser forskarna på saken?





## Bioenergy – for what and how much?

How long will bioenergy last for the energy systems of the future? How much can we get out of forests and agricultural land – and what should we use it for? Is it wise to use it for conversion into automotive fuel, or should it be used for generating heat and electricity? What regulatory instruments are needed for increasing the use of bioenergy? What conflicts will there be between increased biofuel production and various environmental targets? How is the supply of food doing out in the world? And how good is bioenergy in actually preventing climate change? How do Swedish researchers view the issue?



## Биоэнергетика – сколько и зачем?

Какую роль будет играть биоэнергетика в будущих энергосистемах и насколько ее хватит? Сколько биомассы можно взять из леса и с пахотных земель – и как это использовать? Разумно ли делать ставку на транспортные биотоплива, или лучше использовать биомассу для производства тепла и электроэнергии? Какие политические рычаги необходимы для увеличения использования биомассы? Не входит ли увеличение использования биомассы в противоречие с другими экологическими задачами? Как обстоит дело с производством питания в мире? И насколько биотоплива помогут сохранить климат?



## Ska hela Sverige leva?

Ska hela Sverige leva – och vad innebär i så fall det? Landsbygdsutveckling är ett värdeord. Men vad betyder det – och vad menas med landsbygd? Hur viktigt är jordbruk och skogsbruk för en levande landsbygd? Vilka nya landsbygdsnäringsdyker upp? Och vad betyder landsbygden för stadsborna? Kan Sverige leva utan öppna landskap? Behövs det kvinnor för att en bygd ska leva? Och vart är byarörelsen på väg?

## KliMATfrågan på bordet

Mat åt nio miljarder – hur ska vi fixa det i ett nytt klimat? Och hur påverkar maten i sin tur klimatet? Hur ska vi äta klimatvänligt? Är det moraliskt fel att äta nötkött? Ska vi producera kött utan djur för klimatets skull? Hur mycket betyder transporter och spillet i livsmedelskedjan? I Sverige får vi nya grödor, men också nya ogräs och skadegörare. Och djuren kan bli sjukare. Vad innebär ett nytt klimat för olika delar av vårt avlänga land?



## Osäkrat klimat – laddad utmaning

Att jorden blir varmare beror mycket sannolikt på människans utsläpp av växthusgaser. Det säger FN:s klimatpanel IPCC – och kopplar uppvärmningen till stigande havsnivå, krympande isar och risken för snabba förändringar som inte går att förutse. Men när blir människans klimatpåverkan farlig, och vad är det som står på spel? Är EU:s energi- och klimatpolitik en tandlös tiger? Är lagring av koldioxid en lösning eller dimridå? Är hotet mot klimatet en chans för företagen? Boken innehåller artiklar av cirka 40 olika forskare.



## Climate challenge – the safety's off

The world is getting warmer, and it's very likely that this is the product of human emissions of greenhouse gases. That is the conclusion of the UN's climate panel, which links warming to rising sea levels, shrinking ice and the risk of rapid and unpredictable changes. But when does man's impact on the climate become dangerous, and what is at stake? Is the EU energy and climate policy a toothless tiger? Is carbon capture and storage a solution or just a smokescreen? Is the threat to the climate an opportunity for companies? How do different scientists view the matter?





## **Sverige i nytt klimat – våtvarm utmaning**

Sverige påverkar den globala uppvärmningen – och påverkas av den. Hur kan vi minska utsläppen av växthusgaser och bygga samhället mindre sårbart? Kan vi ändra våra energi- och transportsystem? Är klimatet en klassfråga? Hur skulle vi uppleva individuella utsläppsrätter? Kommer vi att känna igen vår natur i framtiden? Vad händer med jordbruk, skogsbruk och fiske? Ska vi lagra eller använda skogen? Blir det mer av ras och översvämningar, och hur ser riskerna ut?

Beställ böcker på: [www.formasfokuserar.se](http://www.formasfokuserar.se)