

## Den ekologiska drömmen



# Den ekologiska drömmen

Myter och sanningar om  
ekologisk odling

HOLGER KIRCHMANN, LARS BERGSTRÖM,  
THOMAS KÄTTERER och RUNE ANDERSSON

Fri Tanke förlag  
www.fritanke.se  
info@fritanke.se

Copyright © Holger Kirchmann, Thomas Kätterer,  
Lars Bergström, Rune Andersson 2014

Redaktör: Jenny Tenenbaum  
Formgivning inlaga: Miroslav Sokcic  
Formgivning omslag: Elsa Wohlfahrt  
Omslagsbild © Jan Scherders/Corbis/AllOverPress  
Tryck: Livonia Print, Lettland, 2014

ISBN 978-91-87513-53-4



# Innehåll

Förord .....	7
1. Jordbrukets framväxt under århundradena .....	9
2. Den ekologiska odlingens rötter .....	27
3. Räcker maten vid omställning till ekologisk odling? ....	35
4. Är ekologisk mat nyttigare? .....	54
5. Hur går det med markens bördighet och uthålliga produktionsförmåga? .....	77
6. Hur påverkar ekologisk odling våra vatten? .....	101
7. Är ekologisk odling klimatsmart? .....	112
8. Ekoodling i praktiken.....	131
9. Vägen till en trygg och miljövänlig livsmedelsproduktion.....	142
10. Sammanfattande frågor och svar .....	158
Slutord .....	173



## Förord

### Varför har vi skrivit denna bok?

Boken ska på ett populärvetenskapligt sätt förmedla en grundläggande förståelse för den ekologiska odlingen och vilka effekter odlingsformen har på matförsörjningen och miljön.

Ekologisk odling ges stort utrymme i samhället med en förvisning om att odlingsformen är bra för miljön och ger säkra och nyttiga livsmedel. Detta leder i sin tur till att samhället stöttar ekologiska produktionsformer ekonomiskt, både i Sverige och i en del andra länder, främst i Europa. Inom Sverige ges statligt miljöstöd motsvarande 500 miljoner kronor per år. Det finns också politiska mål som säger att 20 procent av den odlade arealen i Sverige skulle ha omställts till ekologisk odling till år 2010 och att offentlig upphandling av ekomat till skolor, sjukhus, äldreboende med mera ska nå en omfattning av sammanlagt 25 procent av alla inköpta livsmedel. Konsumenterna efterfrågar också alltmer ekologiska livsmedel i en förhoppning om att man erhåller ett mer värde i form av bättre produktkvalitet och miljöfördelar.

Men är det verkligen så? Får konsumenterna bättre livsmedel och en bättre miljö om de köper ekologiskt? Är de omfattande politiska stöden berättigade? Är ekologiska livsmedel giftfria? Räcker maten vid ekologisk produktion? Minskar näringsförlusterna till vattendragen? Är ekoodling klimatsmart? Är ekomaten nyttigare? Detta är några centrala frågor som vi med stöd av egen forskning och vetenskaplig litteratur belyser och diskuterar i denna skrift.

Det finns en stark misstro mot dagens storskaliga jordbruk. I boken görs ofta jämförelser mellan ekologisk och konventionell odling. Det betyder inte att författarna ser konventionell odling som ett uthålligt och genomgående miljövänligt jordbruk. Konventionellt jordbruk dras med problem och har många tillkortakommanden. Syftet med boken är en faktasammanställning om ekoodlingens möjligheter och begränsningar och inte ett försvar av konventionellt jordbruk.

Bokens innehåll är baserat på en objektiv framställning av forskningsresultat kring ekologisk odling. Det har varit viktigt att undvika egna åsikter, förutfattade föreställningar och en partisk tolkning av resultat. Författarna har i sin egen forskning arbetat för att hitta bättre metoder och effektivare lösningar på jordbruksproblemen kopplade till miljön och flera av oss har tidigare trott att ekologisk odling skulle kunna vara framtidens jordbruk.

Vi behandlar ämnen såsom ekoodlingens ursprung, produktion av mat och livsmedelskvalitet, markbördighet, miljöpåverkan, gifter i livsmedlen samt risken för global och bestående livsmedelsbrist. Slutligen framför vi våra framåtblickande synpunkter om hur vi menar att man bäst uppnår en långsiktigt uthållig livsmedelsproduktion med så små negativa miljöeffekter som möjligt.

Vi vill tacka våra kollegor och närstående, som genom en kritisk granskning av texten hjälpt oss att förtydliga, komplettera och omstrukturera texten.

*Holger Kirchmann, Lars Bergström, Thomas Kätterer och Rune Andersson*

# 1

## Jordbrukets framväxt under århundradena

### Jordbruk innebär att bruka och förvalta jorden för en uthållig matproduktion

De flesta människor delar synen att naturen ska brukas och bevaras i oförstört skick för kommande generationer. Begreppet ”att bruka och förvalta” har varit rättesnöret för nyttjandet av naturen i många kulturer. Man kan tolka det som att människan bara ska skörda vad naturen ger genom jakt, fiske och insamling av vilda växter. Att bara skörda skulle dock enbart kunna mätta ett mycket begränsat antal människor. I vår tid är odling av växter en förutsättning för att människor ska kunna få tillräckligt med mat samtidigt som odlingen ska vara miljövänlig och uthållig och bördiga jordar ska överlämnas till kommande generationer. Globalt produceras över 90 procent av vår föda i jordbruket, resten hämtas ur haven.

Att bruka jorden förutsätter dock att tidigare naturmark har omvandlats till odlingsmark. Träd har fällt, buskar har röjts, stubbar har brutits och vilda växter har ersatts med nyttoväxter. Nyvunnen åkermark dräneras, bearbetas, gödslas, kalkas och ogräs bekämpas. Grödor sås och skyddas från parasitangrepp. Alla åtgärder innebär styrning och kontroll av naturen för att få mat. Sedan samspelar odlingsåtgärder med klimatet, topografin och jordens modermaterial och en ny marktyp bildas, en så kallad kulturjordmån.<sup>4</sup>

Odling, som i den äldre litteraturen ofta benämns kultivering, innebar från början ett kraftigt ingrepp i naturen. Vilda växter, djur och andra organismer förträngdes när naturliga ekosystemen gjordes om till människogjorda agroekosystem. Ett drastiskt exempel

som illustrerar detta är när man röjer regnskog för att starta odling av soja eller majs varpå mångfalden av befintliga växter och djur kraftigt reduceras. Samtidigt är det viktigt att poängtera att svedje- och slätterbruk samt bruk av betesmark, som steg i utvecklingen av Sveriges jordbruk (se avsnitt nedan), har givit upphov till mycket artrika ekosystem då nya livsutrymmen för örter, insekter och fåglar har skapats. Poängen är att man ska förstå att jordbruk från början är ett kraftigt ingrepp i naturen och att jordbrukssystem inte är naturgivna ekosystem. All odling, även ekologisk, förutsätter denna grundläggande omvandling av naturliga ekosystem. Jordbruket har givit upphov till nya människogjorda landskapselement (obevuxna jordar, monokulturer, fält med skörderester och stubb, betesmarker) och nya livsrum har skapats för en del arter. Men jordbruket har också tagit bort nischer för en del arter. Utan jordbruk skulle skog vara den naturliga vegetationen på de flesta platser i Sverige, framförallt granskog. Idag är extensiva beten som liknar naturliga gräsmarker de mest artrika ekosystem skapade genom jordbruk.

*Jordbruk är ett resultat av människans styrning och kontroll av naturen för att trygga människors matförsörjning. Jordbrukssystem är inte naturliga utan människoskapade ekosystem. Människoskapade ekosystem kan vara mer artrika än naturliga, till exempel blomrika slätterängar, men denna skötselform finns idag enbart i mycket liten skala.*

### **Jordbrukets historia handlar om brist på och jakt efter växtnäring**

Framgångsrik odling av grödor förutsätter bördiga jordar, vilket innebär god tillgång på vatten och näringsämnen, en lucker markstruktur, en gynnsam mullhalt samt att jorden inte är kraftigt försurad. I de flesta naturliga och/eller nyligen kultiverade jordar råder dock knapphet på växtnäringsämnen och försurning

begränsar ofta växtproduktionen. Dessutom försämras markens bördighet vid odling på grund av utarmning genom bortförsl av näringsämnen (Figur 1) med skördeprodukter och förluster genom utlakning. Jordar måste då kompenseras genom motsvarande tillförsel om bördigheten ska kunna upprätthållas. Historien visar att brist och jakt på växtnäringsämnen för att få större skördar, men också för att få näringsrika grödor, kännetecknar jordbrukets utveckling i Sverige och i andra länder. Man kan dela in jordbrukets utveckling i fyra stadier med avseende på försörjningen av grödor med växtnäringsämnen:<sup>15</sup>

- svedjebruk (500 f Kr–1800-talet)
- slätterbruk (1700–1800-talet)
- växelbruk med vall (1800–1950-talet)
- mineralgödselbruk (från 1900-talet).

**Svedjebruket** är det äldsta odlingssystemet och tillämpas fortfarande i många utvecklingsländer. Med hjälp av eld röjs och förbereds marken för odling av jordbruksgrödor. Det är askan från den brända vegetationen som innehåller växtnäringsämnen och fungerar som gödselmedel. Svedjemarken ger hög skörd första året men redan andra året avtar skörden då växtnäringsämnen i askan huvudsakligen har utnyttjats. Efter första eller andra året – när bristen på växtnäring åter är normaltillstånd – överger man marken och flyttar till nya ytor, svedjar dem och fortsätter odlingen där. I Sverige användes marken efter andra eller tredje året ofta för slätter. Genom svedjebruket utökades odlingsarealen genom inbrytningar i skogsekosystemen och genom påföljande slätterbruk vidmakthölls de öppnade landskapsytorna. Det öppna kulturlandskapet växte fram. Svedje- och slätterbruk existerade sida vid sida fram till 1800-talet.<sup>9, 15</sup>

**Slätterbruk** innebar att slättergräs från äng, hagmark, myr och skog blev vinterfoder till husdjuren. Djurens stallgödsel påfördes sedan

**TABELL 1.** Hektarskördar av korn i Sverige under perioden 1800–1950.<sup>8</sup> Under 1800-talet var de regionala skördeskillnaderna små. Under 1930-talet hade skördarna ökat med över 50 procent då växelbruk var vanligt och 1950 hade skördarna fördubblats genom tillförsel av mineralgödsel.

Län	Skörd av korn* (kg per hektar)			
	1802-04	1892	1925-29	1950
Skåne	1000	1800	2500	3500
Kronoberg	800	1400	1600	2000
Östergötland	1100	1500	2100	2800
Värmland	1100	900	1300	1400
Uppsala	1400	1600	2000	2300
Gävleborg	1400	1500	1500	1600
<b>Riket</b>	<b>1050</b>	<b>1340</b>	<b>1860</b>	<b>2180</b>

\*Korn har valts för att illustrera skördeutvecklingen eftersom denna gröda har odlats i hela landet under hela tidsperioden och ingår i statistiken.

åkermarken vilket innebar att växtnäring från foderproducerande utmarker överfördes till åkermark – ”ängen var åkerns moder” med avseende på växtnäringstillförsel. Åkermarkens bördighet underhölls genom tillförsel av stallgödsel medan den årligen upprepade slåttermarken på ängarna ledde till att dessa utarmades på växtnäring. Spannmålsskördarna på åkrarna var i medeltal ändå endast cirka 1000 kilogram per hektar. Arealen slåttermark i förhållande till åkermark avgjorde hur mycket växtnäring som överfördes via foder. Andelen slåttermark per åkerareal var exempelvis större i östra Svealand än i Skåne, som också visade sig i högre skördar (Tabell 1).

**Växelbruk med vall**, som började tillämpas på 1800-talet, innebär att en del av slåttermarken plöjdes upp och omvandlades till



åker.<sup>15</sup> Vallväxter, främst rödklöver och gräs (timotej), såddes och 2- till 3-åriga vallar odlades som vinterfoder till husdjuren. Vallskördarna var högre och innehöll mer protein än skördarna från slätter. Klöver i vall som tillför kväve från luften innebar att en stor andel vall i växtföljden påtagligt förbättrade växtnäringsförsörjningen. Vinterfoder kunde nu till största delen odlas på åkermark och import av foder från andra delar av världen förekom också. En betydande skördeökning erhöles och spannmålsskördarna ökade från 1000 till 1800 kilogram sedan 1800-talets början (Tabell 1).

Trots denna skördeökning var jordbruket fortfarande lågproduktivt. Allmänt låga växtnäringshalter i marken kunde bara delvis höjas och trots ökad kvävetillförsel rådde fortfarande fosforbrist i de flesta jordar och pH-tillståndet var ofta lågt. Vittringen av markens mineral som källa för växtnäringsämnen sker mycket långsamt och mängden frigjord växtnäring kan inte motverka markens utarmning. Växelbruk med klöver/gräsvall och andra kvävefixerande baljväxter, som varade till omkring 1950, har stora likheter med dagens ekologiska odling. Kväveförsörjningen sker genom just odling av klöver och baljväxter och djurhållning är nödvändig för att få användning för vallfodret. Genom stallgödsel kan en del av växtnäringen recirkuleras till åkermarken men utan inköp och tillförsel av växtnäring utifrån kan markens bördighet inte upprätthållas.

**Mineralgödselbruk** blev omfattande först på 1950-talet. Omkring 1840 upptäckte den tyske agrikulturkemisten Justus von Liebig att växter kunde odlas utan jord med ett antal oorganiska salter lösta i vatten.<sup>24</sup> Hans upptäckt var att ett antal grundämnen i oorganisk form är nödvändiga för växter (Figur 1), inte mineraljord eller mull i sig. Kunskap om vilka mineralämnen växten behöver vägledde vilka grundämnen som skulle ingå i gödselmedel. En tillämpning var tillverkning av olika gödsel som inledningsvis fick namnet konstgödsel istället för mineralgödsel. Med kemins hjälp kunde kvävgas från luften omvandlas till ammoniumkväve.<sup>18</sup> Olösliga

## Vad är växtnäringsämnen?

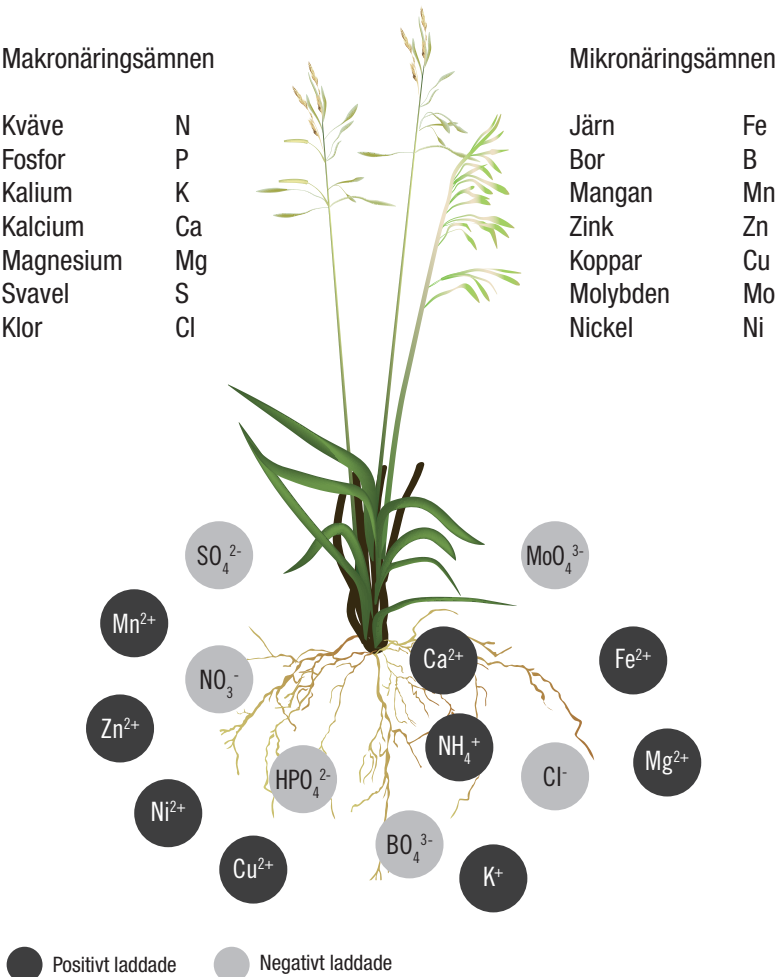
Växtnäringsämnena är 14 grundämnen som är livsnödvändiga för växter. Dessa tas upp som vattenlösta salter genom rötter. Till exempel, fosfor tas upp som fosfat och svavel som sulfat. Oberoende av typ av gödselmedel (organisk eller mineralisk) tar växten upp ämnena i oorganisk form som salter.

### Makronäringsämnen

Kväve	N
Fosfor	P
Kalium	K
Kalcium	Ca
Magnesium	Mg
Svavel	S
Klor	Cl

### Mikronäringsämnen

Järn	Fe
Bor	B
Mangan	Mn
Zink	Zn
Koppar	Cu
Molybden	Mo
Nickel	Ni



**FIGUR 1.** Nödvändiga grundämnen samt mineralformen som växterna tar upp.



**FIGUR 2.** Skördeutveckling av korn under perioden 1800–2012.<sup>8,11</sup> Sedan 1950-talet har skördarna fördubblats från 2 200 till 4 400 kilogram.

salter (råfosfater) kunde omvandlas till vattenlösliga salter (superfosfat) som sedan tillfördes åkern. Växternas näringsförsörjning kunde nu byggas på kunskap om växternas behov av mineralämnen och många olika typer av mineralgödsel började tillverkas.

Genom användning av mineralgödsel kunde marken tillföras stora mängder växtnäring och svenska åkerjordar uppgödslades med fosfor och kalium.<sup>6,7</sup> Man behövde inte längre någon stallgödsel. Det innebar också att djurhållning och växtodling inte behövde finnas som en integrerad del på samma gård. Stallgödseln, som tidigare var en central länk för växternas näringsförsörjning, kunde ersättas av mineralgödsel. Hektarskördarna ökade sedan i takt med stigande kvävegödsling<sup>8</sup> (Figur 2).

En ny period tar vid efter andra världskriget. Produktionen på gårdar blir effektivare och jordbrukets struktur ändras.<sup>22, 23</sup> Åkrar slås ihop till större fält och gårdarna blir större. Jordbruket mekaniseras med hjälp av traktorer, skördetröskor och nya jordbruksredskap (kombisådd, myllning av flytgödsel, vall-ensilage). Jordbruksmaskinerna blir allt större och växtproduktionen blir mycket mer effektiv. Fält täckdikas och hinder för avvattning tas bort. Vattenflöden från fält går snabbaste vägen till vattendrag och sjöar. Landskapet blir mer enformigt.

Användningen av mineralgödsel möjliggör en specialisering av gårdar mot antingen växtproduktion eller djurhållning. Istället för produktion av många olika grödor och hållning av kor, grisar, höns och hästar på samma gård, kan man inrikta sig på kor, grisar eller höns i större besättningar eller på att bara producera spannmål. Även i utvecklingsländer ökar man produktionen. Genom växtförädling lyckas man få högavkastande sorter av vete, majs och ris och med hjälp av mineralgödsel kan höga skördar uppnås. Den ”gröna revolutionen” ges äran för att ha räddat över en miljard människor undan svält.

## Miljöproblemen

Som ovan nämnts var jordbruket mellan 1950- och 1970-talet främst inriktat på att höja skördarna med hjälp av mineralgödsel och att effektivisera produktionen.<sup>7, 8</sup> Detta gav flera negativa effekter: döda rovfåglar, döda bin och andra nyttoinsekter, förökning av enstaka ogräsarter, alblomning, fiskdöd, igenväxande diken, ökad nitrathalt i dricksvatten, rester av bekämpningsmedel i grundvatten och ett enformigare och artfattigare landskap.

Jordbruk har alltid gett upphov till utsläpp av oönskade gaser och närsalter till miljön men genom intensifieringen av produktionen accelerade utsläppen. Påverkan från åkermarkens fosforläckage blir särskilt uppmärksammat på grund av dess betydelse för övergödningen av vattendrag och sjöar. Bekämpningsmedels-

rester i mark, vatten och grödor är mycket oroande. Boken av den amerikanska författaren Rachel Carson, *Silent Spring*, som utkom 1962, blev starten till att ifrågasätta användningen av bekämpningsmedel.<sup>2</sup> Carson skrev om de negativa effekterna av bekämpningsmedel på bland annat fåglar och kritiserade jordbrukets användning av gifter. Debatten som följde ledde till ett förbud mot användning av det kanske mest uppmärksammade ämnet DDT, ett långlivat klorerat insektsgift, som blev själva sinnebilden för ett miljöförgiftande jordbruk.

Det andra miljöproblemet, övergödning av sjöar och vattendrag genom närsalter, kopplades till jordbrukets användning av mineralgödsel.<sup>12</sup> Läckage av kväve och fosfor från åkermark bidrar till alg tillväxt som både kan vara giftig och leda till syrefattiga förhållanden i vatten.

Allt fler började ifrågasätta jordbrukets produktionsmetoder och användningen av mineralgödsel och kemikalier. Ord som massproduktion, konstgödsel, gifter i naturen, kemiska bekämpningsmedelsrester i mat och övergödning förknippas numera med jordbruk. Jordbruket får ofta stämpeln på sig att vara miljöbov och utvecklingen av det storskaliga jordbruket ses som felaktig. De kemiska produktionsmedlen blir en symbol för ett icke önskvärt kemikaliejordbruk.

### **Den ekologiska odlingens framväxt**

Parallellt med att miljöproblemen i jordbruket uppmärksammas, växer opinionen för ett miljövänligt jordbruk och ekologisk odling framställs som en praktisk lösning. Mineralgödsel och kemiska bekämpningsmedel ska helt enkelt inte användas.<sup>5</sup> Uteslutandet av dessa produktionsmedel framhålls som lösningen, miljön skonas och matens kvalitet blir bättre.

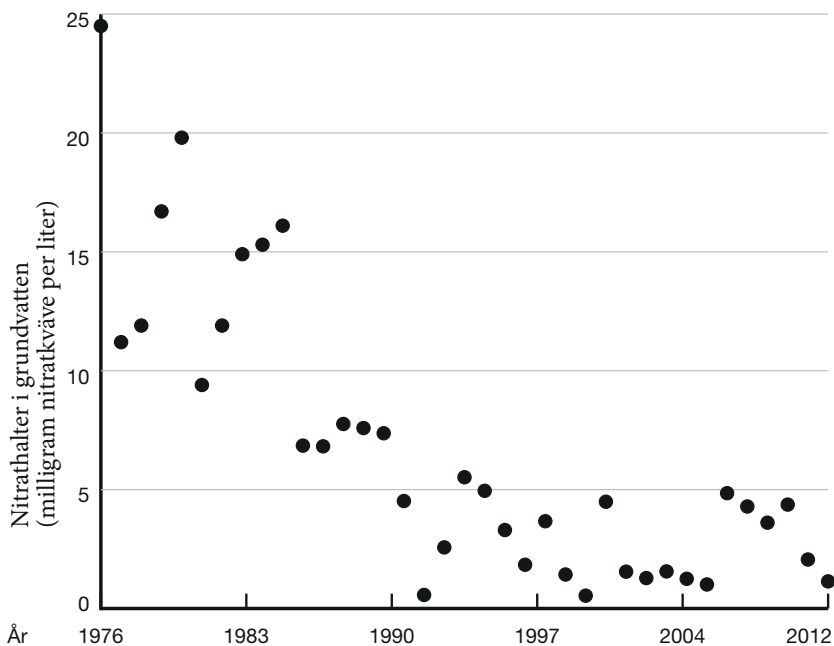
Argumentationen, som är enkel och låter logisk, utökas med nya ståndpunkter. Tillverkning av mineralgödsel tär på ändliga resurser. Både fossila bränslen och mineraltillgångar är som be-

kant ändliga och det konventionella jordbruket, som är beroende av dessa medel, kan därför inte vara uthålligt och resursbevarande.<sup>5</sup> Dessutom möjliggör mineralgödsel en specialisering av gårdar. Gårdar behöver inte längre hålla djur för att få stallgödsel utan kan köpa all gödsel istället. På så sätt kan en gård bara odla spannmål medan kreatursgårdar blir allt större. På kreatursgårdar blir behovet av foder allt större och den egna produktionen räcker inte längre. Fodret måste köpas från gårdar utan djur. Detta kan leda till ett överskott av stallgödsel på djurgårdar. En obalans i fördelningen av stallgödsel mellan gårdar kan också tillskrivas mineralgödselets intåg.<sup>4</sup>

Det är lätt att få gehör för argumenten – ingen mineralgödsel, inga gifter och djur på alla gårdar. Populariteten ökar kring ekologisk odling, som blir ett alltmer trovärdigt alternativ i vida kretsar. Budskapet blir att jordbruk utan mineralgödsel och gifter angriper miljöproblemen i grunden. Ekologisk odling blir liktydigt med ett sunt, miljöanpassat och uthålligt jordbruk och det blir politiskt korrekt.<sup>4</sup> Fler konsumenter efterfrågar också ekologiskt odlade livsmedel.

### **Miljövårdsarbete sedan 1980-talet**

Jordbrukets miljöproblem spred stora ringar på vattnet och förändrade synen på jordbrukets produktion i grunden. Miljöproblemen måste lösas och det växer fram en förståelse för att produktion och miljö måste gå hand i hand för att uthålligt kunna producera mat. Att bruka och bevara naturen blir lika viktigt. Att bara stödja jordbruksproduktionen utan att driva fram miljöförbättringar blir omöjligt. Nya lagar och strikta regler tas fram av Jordbruksverket och Naturvårdsverket för att åstadkomma förbättringar av miljön på gården, och på miljön som påverkas av jordbruk. Miljöarbetet blir en grundpelare i det svenska samhället. År 1999 införs ett nationellt miljömålssystem med syfte att uppnå god kvalitet i alla typer av naturmiljöer.<sup>16</sup>



**FIGUR 3.** Minskning av nitrathalter i grundvatten över tiden från ett observationsfält i södra Halland.<sup>10, 19</sup> Halterna i lakvatten mäts 6 gånger per år och har sjunkit till mindre än 5 milligram nitratkväve per liter över tiden. Förklaringen ligger i föreskrifter om att hålla marken bevuxen på hösten och miljövänligare användning av stallgödsel.

Det finns en föreställning om att utvecklingen av dagens jordbruk har varit utan hänsyn till miljön och djurvälstånd. Så är inte fallet. Det svenska jordbruket har omvandlats till ett mer miljöanpassat jordbruk under de senaste 40 åren. Mineralgödsel används i enlighet med grödans behov; bekämpningsmedel är underkastade sträng kontroll och farliga medel har förbjudits; stallgödselhanteringen är starkt reglerad. Som ett resultat har både utlakning av nitrat till grundvatten och läckage av bekämpningsmedel kunnat reducerats avsevärt (Figur 3 och 4), uppåt tio gånger genom riktade miljöåtgärder.

*Jordbrukets negativa miljöpåverkan blev en väckarklocka under 60-talet. Sedan dess pågår ett målmedvetet miljöarbete inom svenskt jordbruk parallellt med att ekoodlingen har ökat. Idag är produktion och miljö lika viktiga i svenskt jordbruk.*

Det konventionella jordbruket präglas idag av ett målmedvetet miljöarbete – Sveriges miljömål, vattendirektiv, kvävedirektiv, växtskyddsmedelsförordningen, ramdirektivet om hållbar användning av bekämpningsmedel, regelverk för stallgödselhantering och regler för att gynna den biologiska mångfalden. En mycket omfattande miljökontrollverksamhet med löpande analyser av miljöfarliga och andra ämnen i luft, vattendrag, dricksvatten, skogs- och åkermark samt grödor utförs av Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, Sveriges lantbruksuniversitet och Livsmedelsverket. Långa mätserier och miljöstatistik som nu finns visar förbättringar av situationen i svenskt jordbruk, vilket är en uppmuntrande historia. Detta visar att människan har lärt sig av misstag, angripit problemen och att åtgärder baserade på vetenskap och teknisk utveckling kan lösa problemen. Några konkreta exempel på införda åtgärder ges nedan:

- För att minimera näringsförluster och läckage vid lagring och spridning av stallgödsel har strikta föreskrifter för hantering av stallgödsel instiftats. Dessa omfattar 10-12 månaders lagringstid för att undvika spridning av stallgödsel under vintern och ett förbud mot spridning på frusen mark.
- För att förhindra en överdosering av stallgödsel på odlingsmark har det högsta antalet djur som får hållas per tillgänglig hektar spridningsareal fastlagts. Huvudprincipen för djurtätheten är att maximalt 22 kilogram fosfor per hektar och år får spridas via stallgödsel.



- För att förbättra djurens hälsa har djurskyddet förbättrats. Detta inkluderar större stallplatser, bättre stallmiljö, utevistelse för nötkreatur under sommaren och förbud mot transporter som varar längre än 8 timmar.
- Användningen av antibiotika i förbyggande syfte har förbjudits. Antibiotika får bara användas för veterinärmedicinsk behandling.
- Bekämpningsmedel som har visat sig ha kraftiga negativa effekter på den omgivande miljön har förbjudits. Bara godkända bekämpningsmedel, som är mindre giftiga, får användas. Användningen av bekämpningsmedel ska vara restriktiv och strikt behovsanpassad.
- Gödsling med mineralgödsel sker efter grödans behov och tar hänsyn till variationer inom fältet (precisionsodling).
- Odling av fånggrödor mot kväveläckage, gräsbevuxna skyddszoner längs vattendragen, samt anläggning av våtmarker mot partikelavrinning och kväverening subventioneras av statsmakten.
- Ekonomiskt stöd ges för att bevara betesmarker som vanligen är en mycket artrik miljö i landskapet.

### **Återstående miljövårdsarbete**

Det finns dock mer att göra och flera olösta miljöproblem kräver ett helhjärtat framtida engagemang. Några exempel ges nedan.

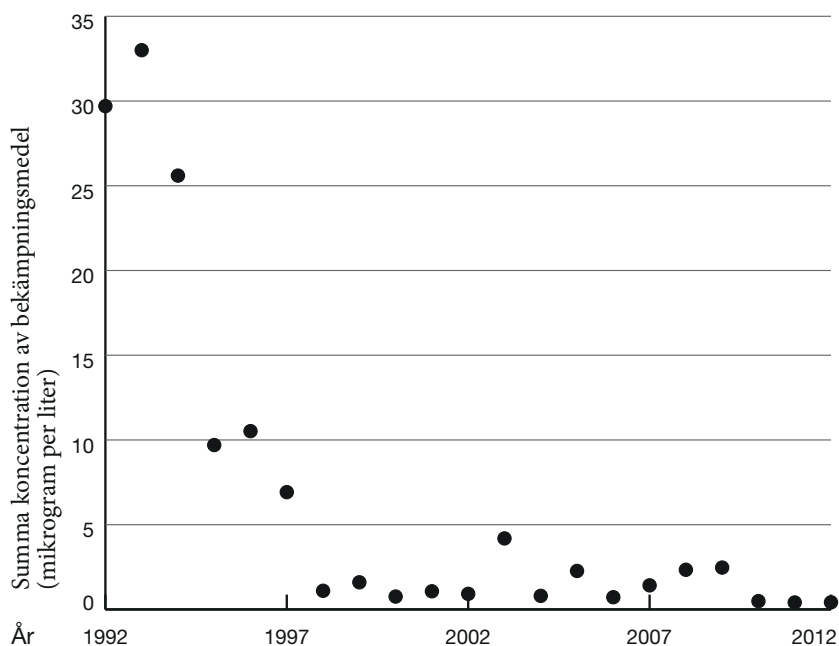
Att bibehålla en tillfredsställande biologisk mångfald och andra biologiska värden är en central uppgift. Fågelpopulationer i jordbrukslandskapen har minskat under de senaste decennierna. Rapphöna, kornsparv och hämpling är idag rödlistade, dvs hotade.<sup>21</sup>

Grundorsaken är mindre tillgång till föda på vintern då fler höst-sådda grödor och färre stubbåkrar lämnar färre frön till fåglar. Likaså har insekter och vilda pollinatörer minskat i jordbrukslandskapet.<sup>13, 17, 20</sup> Flera humlearter och solitära bin är rödlistade.<sup>21</sup> Orsaken är färre blomrika miljöer, till exempel färre vilda växter i fältkanter, färre naturbetesmarker och vallskörd för ensilage istället för hö. Ensilage skördas i regel tidigare än hö och på så vis minskar insekternas tillgång till blommande värdväxter. Även användningen av vissa insekticider (så kallade neonikotinoider) har förmodligen bidragit till den negativa trenden. Att återskapa förutsättningar för en rik fågel- och insektsfauna i jordbrukslandskapet är en central uppgift.

Emissioner av växthusgaser från jordbruket behöver minskas. Dessa emissioner är ofrånkomliga men mängden kan och behöver reduceras. De viktigaste växthusgaserna är metan från idisslarna, kväveoxider (lustgas) från mark samt koldioxid från mullrika jordar. Potentialen att uppnå en nettoreduktion av växthusgaser genom kolinlagring i jordbruksmark bedöms vara större än potentialen att minska metan- och lustgasavgång.<sup>3</sup>

En minskning av fosforutlakning behöver uppnås på samma sätt som för nitratkväve som visas i Figur 3. Trots att det under senare år har pågått ett intensivt arbete med att ta fram lämpliga och effektiva motåtgärder för att minska läckagen av fosfor från åkermark, är vi inte riktigt framme ännu.<sup>1</sup> Till en del beror det på att fosfors cirkulation i marken är mer komplicerad än kvävet, vilket påtagligt försvårar motåtgärdsarbetet.

Att minska risker med användning av bekämpningsmedel och därmed minska förekomst i vatten och livsmedel är idag centrala mål i miljöarbetet. Användningen av bekämpningsmedel i jordbruket har genomgått stora förändringar under det senaste decenniet vilket medfört att halterna av bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten stadigt minskat (Figur 4).<sup>14</sup> Genom en hög ambitionsnivå och Kemikalieinspektionens målinriktade arbete har Sverige tidigt fasat ut de bekämpningsmedel som potentiellt kan göra störst skada. Det faktum att vi dock fortfarande hittar låga halter i våra vat-



**FIGUR 4.** Medelkoncentrationen av bekämpningsmedel (summahalt) i ytvatten från Skåne har kunnat sänkas till mindre än 5 mikrogram per liter.<sup>14</sup> Minskningen beror på att utsläpp från ”punktkällor” har stoppats. Detta har möjliggjorts genom föreskrifter för hantering av emballage och påfyllning och rengöring av sprututrustning på speciella platser (biologiska bäddar) där bekämpningsmedlen bryts ned snabbt utan läckage.

ten är otillfredsställande och kräver fortsatta insatser. Att förbättra hanteringen och användningen av bekämpningsmedel på gårdsnivå och att minska så kallade punktkällor är viktiga åtgärder. Integrerat växtskydd, obligatorisk skyddszon längs vattendrag, nya medel med största möjliga effekt på de organismer och ogräs man vill bekämpa, samt minimering av möjliga negativa effekter för människans hälsa och miljön är viktiga framtida frågeställningar. Sammantaget kan en strikt behovsanpassad användning samt en fortsatt restriktiv bekämpningsmedelspolitik göra det möjligt att miljökvalitetsmålet ”Giftfri miljö” med största sannolikhet kan uppnås.

## Litteratur Kapitel 1

- 1) Bergström, L., Linder, A. & Andersson, R. (2008) *Fosforförluster från åkermark – vad kan vi göra för att minska problemet?* Jordbruksverket, Jordbruksinformation 27. Jönköping, Sverige, 26 s. <http://www.greppa.nu/download/18.23f3563314184096eod2d26/1381489837476/Fosforf%C3%B6rluster+fr%C3%A5n+jordbruksmark+Jordbruksinfo+27+2008+Jordbruksverket.pdf>
- 2) Carson, R. (1962) *Silent Spring*. Houghton Mifflin Company, Boston, USA 400 s.
- 3) Dickie, A., Streck, C., Roe, S., Zurek, M., Haupt, F. & Dolginow, A. (2014) *Strategies for mitigating climate change in agriculture: Recommendations for philanthropy – Executive Summary*. Climate Focus and California Environmental Associates, prepared with the support of the Climate and Land Use Alliance. [www.agriculturalmitigation.org](http://www.agriculturalmitigation.org)
- 4) Formas (2003) *Är eko reko? Om ekologiskt lantbruk i Sverige*. Formas Fokuserar, Stockholm, Sverige, 116 s.
- 5) Granstedt, A. (1985) *Naturrekursbevarande jordbruk*. LT Förlag, Stockholm, Sverige, 136 s.
- 6) Jansson, S.L. (1962) *Odlingsmarkens bördighet, dess förändringar och bibehållande*. *Svenskt skogs- och jordbruk 1913–1962*. Minnesskrift från Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien (KSLA), 97-122.
- 7) Jansson, S.L. (1964) *Växtnäring och välfärdsutveckling*. *Växtnäringsnytt* 20, 5:1-9.
- 8) Jansson, S.L. (1988) *Hektarskördarnas utveckling inom svenskt jordbruk*.

Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift, Supplement 20, 77-92.

- 9) Jansson, U. & Mårald, E. (2005) *Bruka, Odlå, Håvda. Odlingsssystem och Uthålligt Jordbruk under 400 år*. Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien, Skogs- och lantbrukshistoriska meddelanden 33, Stockholm, Sverige, 323 s.
- 10) Johansson, G. & Gustafson, A. (2007) *Oberservationsfålt på åkermark. Avrinning och växtnåringsfårluster för det agrohydrologiska året 2005/06 samt en långtidsåversikt*. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för markvetenskap, avdelningen för vattenvårdsålära. Teknisk rapport 115. Uppsala, Sverige, 38 s.
- 11) Jordbruksstatistisk Årsbok (2011) *Jordbruksstatistik med data om livsmedel*. Statistiska centralbyråå, SCB, Örebro, Sverige, 389 s. [http://www.scb.se/Pages/PublishingCalendarViewInfo\\_259923.aspx?PublObjId=15861](http://www.scb.se/Pages/PublishingCalendarViewInfo_259923.aspx?PublObjId=15861)
- 12) Koepf, H. (1973) Organic management reduces leaching of nitrate. *Biodynamics* 108, 20-30.
- 13) Krebs, J.R., Wilson, J.D., Bradbury, R.B. & Sirivardena, G.M. (1999) The second silent spring? *Nature* 400, 611-612.
- 14) Lindstråm, B., Larsson, M., Nanos, T. & Kreuger, J. (2013) *Resultat från miljååvervakningen av bekåmpningsmedel (våxtskyddsmedel). Årssammanstållning 2012*. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för vatten och miljå. Rapport 2013:14. Uppsala, Sverige, 82 s. <http://www.slu.se/Documents/externwebben/centrumbildningar-projekt/ckb/Publikationer/M%c3%96%20Pesticider%20%c3%85rsrapport%202012.pdf>
- 15) Mattson, R. (1985) *Jordbrukets utveckling i Sverige*. Aktuellt från lantbruksuniversitetet, nr 344. Uppsala, Sverige, 46 s.
- 16) Naturvårdsverket (2013) *Sveriges miljåmål*. <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/>

- 17) Nilsson, S.G. & Franzén, M. (2009) Alarmerande minskning av dagfjärilar. *Fauna och Flora* 104, 2-11.
- 18) Smil, V. (2001) *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*. MIT Press, Cambridge, MA, USA, 338 s.
- 19) Stjernman Forsberg, L., Johansson, G. & Torstensson, G. (2013) *Växt-näringsförluster från åkermark 2011/2012*. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för mark och miljö. Ekohydrologi 136. Uppsala, Sverige, 20 s.
- 20) Svensson, B., Lagerlöf, J. & Svensson, B.G. (2000) Habitat preferences of nest-seeking bumble bees (Hymenoptera: Apidae) in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 77, 247-255.
- 21) Sveriges lantbruksuniversitet (2010) *Rödlistade arter i Sverige 2010*. Gärdenfors, U. (red.) ArtDatabanken, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, Sverige, 545 s. <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/artdatabanken/rodlistan/sammanfattande-resultat/>
- 22) Sveriges National Atlas. (1992) *Jordbruket*. Bokförlaget Bra Böcker. Höganäs, Sverige, 128 s.
- 23) Sveriges National Atlas. (2011) *Jordbruk och skogsbruk i Sverige sedan år 1900*. Norstedts, Stockholm, Sverige, 232 s.
- 24) von Liebig, J. (1840) *Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie*. Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, Tyskland, 374 s.

## 2

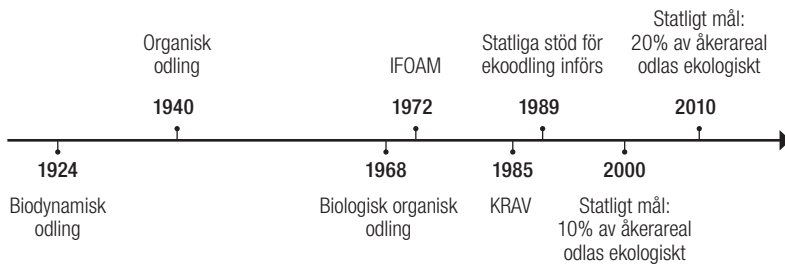
### Den ekologiska odlingens rötter

Ekologisk odling har vuxit fram ur flera rörelser, som tidigare kallades för alternativa odlingsformer. Den gemensamma nämnaren för dessa är uteslutandet av lösligt mineralgödsel och syntetiska bekämpningsmedel.<sup>2,11</sup> Under 1980-talet bildades en övergripande organisation för de alternativa odlingsformerna i Sverige (KRAV<sup>10</sup> – Kontrollföreningen för alternativ växtodling). Begreppet ”alternativ odling” byttes senare till ”ekologisk odling”. Tidsaxeln för framväxten av det ekologiska jordbruket visas i Figur 5.

Personer som givit upphov till alternativ odling är österrikaren Rudolf Steiner (biodynamisk odling), brittiska Lady Eve Balfour, britten Sir Albert Howard (organisk odling), samt tysken Hans-Peter Rusch och schweizaren Hans Müller (biologisk-organisk odling). Deras avståndstagande från mineralgödsel och kemiska bekämpningsmedel är en reaktion mot industrialiseringen av jordbruket och övertygelsen om att matens kvalitet därigenom försämras.<sup>5</sup>

Nedan ges en kort beskrivning av upphovsmännens syn på naturen och vilka metoder som karakteriserar de olika ekologiska odlingsformerna. Huvuddragen bakom de olika ekologiska odlingsformerna skiljer sig åt (Tabell 2).

*Ordet ekologi betyder egentligen samspelet mellan organismer och deras miljö. Den alternativa odlingen har tagit ordet ekologisk och har använt det som synonym för ett miljövänligt jordbruk. Även en rad andra produkter som exempelvis kläder, möbler och bostäder kan numera benämnas som ekologiska.*



**FIGUR 5.** Tidsaxel för ekjordbrukets framväxt i Sverige.

### **Biodynamisk odling**

Grundaren av den första formen av ekologisk odling, biodynamisk odling<sup>13</sup>, var den österrikiske filosofen Rudolf Steiner (1861–1925). Han hävdade att ”kosmiska och jordiska krafter” spelar en central roll för produktionen av sunda livsmedel. Steiner ansåg att mineralgödsel störde de kosmiska och jordiska krafterna med följd att livsmedlens kvalitet försämrades så att maten blev otjänlig som föda. Steiner introducerade biodynamiska preparat som skulle möjliggöra styrning av kosmiska och jordiska krafter i syfte att få fram livsmedel berikade med krafter.<sup>7, 8, 9, 13</sup> Med livsmedelskvalitet inom biodynamisk odling menas inte innehåll av proteiner, vitaminer, mineraler och andra kända näringsämnen utan krafter som ska överföras till människan genom maten. Framställning och användning av åtta preparat är baserade på Steiners övernaturliga varseblivning och utgör kärnan i denna odlingsform. Två preparat ska användas på fält övriga används som tillsats vid kompostering av stallgödsel. Krav på kompostering av stallgödsel, förbud mot användning av toalettavfall och årlig preparattillförsel är några kännetecken för den biodynamiska odlingen. Biodynamisk odling är en del av Rudolf Steiners omfattande vishetslära som kallas antroposofi. Inom naturvetenskapen saknas kunskap och bevis för vad ”kosmiska och jordiska krafter” är. Likaså saknas ve-



**TABELL 2.** Ursprung och grundtankar bakom ekologiska odlingsformer.

Grundare och organisation	Filosofi och natursyn	Orsaker varför syntetiska, gödsel- och bekämpningsmedel utesluts	Skrift
<b>R STEINER</b> (1861–1925) Biodynamisk odling	Antroposofi: ”Krafter” i naturen ökar människans andliga medvetande.	Konstgjorda ämnen stör flöden av ”krafter” och förstör det ”andliga” innehållet i livsmedel.	<i>Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft</i> (1924)
<b>A HOWARD</b> (1873–1947) <b>E BALFOUR</b> (1899–1990) Organisk odling	Naturromantik: Ostörd natur innebär harmoni. Humus garanterar markens fruktbarhet och ger hälsa. Hälsa är en födslorätt.	Humus är den viktigaste av naturens resurser. Mineralgödsel ökar nedbrytningen av markens humusförråd.	<i>The Soil and Health</i> (1947) <i>The Living Soil</i> (1943)
<b>H-P RUSCH</b> (1906–1977) Biologisk organisk odling	Ekofilosofi: Naturen är en perfekt enhet med lika värde av allt levande.	Mineralgödsel är inte anpassad till grödornas behov och resulterar i dålig kvalitet. Förekomst av sjukdomar beror på dålig kvalitet på livsmedel.	<i>Bodenfruchtbarkeit - Eine Studie biologischen Denkens</i> (1968)
<b>INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS</b> (IFOAM) (1972)	Ekologism: Naturen är förebild och mästare.	Ekologiska metoder är överlägsna andra och därför självklara.	<i>The Principals of Organic Agriculture</i> (IFOAM, 2011)

tenskapliga studier som vidimerar de biodynamiska preparatens verkansmekanismer och effekt.

### Organisk (naturenlig) odling

Den organiska odlingsformen<sup>1,3</sup> utvecklades i England av Lady Eve Balfour (1899–1990) tillsammans med agronomen Sir Albert

Howard (1873–1947). I denna odlingsform står markens mullförråd i centrum. Det hävdas att enbart i jordar med hög mullhalt kan hälsosamma grödor av hög kvalitet produceras. Att bevara och öka mullhalten är en förutsättning för att uppnå bördiga jordar och sunda livsmedel. Mull ansågs vara en förutsättning för fullständig hälsa hos växter, djur och människor. Även en mullrik jord kan dock sakna viktiga mikronäringsämnen, till exempel koppar. Användningen av mineralgödsel ifrågasattes därför att det ansågs skynda på nedbrytningen av befintlig mull och därmed försämra markens bördighet. Kompostering av organiskt avfall från tätorter ansågs som nödvändig för att höja markens mullförråd.

Föreställningen om att mineralgödsel minskar markens mullförråd och därmed dess bördighet har visat sig vara felaktig.<sup>6</sup> Det blir ingen snabbare nedbrytning av mull i marken om man tillför kvävegödsel. Mineralgödsel ökar istället produktionen av växtbiomassa med fler rötter som följd. Eftersom rötter och skörderester utgör råvaran för mullbildningen, har mineralgödsel visat sig öka markens mullförråd jämfört med ogödslad mark. Möjligheten att tillföra extra mull till marken via kompost från till exempel sorterat organiskt avfall från tätorter har visat sig ge mycket begränsade tillskott av mull. Mängderna är helt enkelt för små för att kunna höja åkermarkens mullförråd i någon större omfattning.

### **Biologisk organisk odling**

Upphovsmännen bakom den biologisk organiska odlingen<sup>12</sup> är den tyske läkaren Hans Peter Rusch (1906–1977) tillsammans med den schweiziske jordbrukspolitikern Dr Hans Müller (1891–1988). Enligt denna odlingsform ska valet av jordbruksmetoder baseras på de processer som förekommer i naturen. Detta betyder att man med praktiska åtgärder efterliknar dessa skeenden. Jord ska inte plöjas utan bearbetas ytligt eftersom plöjning inte förekommer i naturen. Organiskt material ska inte heller komposteras utan enbart tillföras färskt som marktäcke för förmultning i ytan. Vittringen av mineral

ska härmas genom att stenmjöl tillförs som växtnäringskälla. Bildningen av mull anses vara naturens viktigaste funktion och uttryck för biologisk prestationsförmåga. Mineralgödsel ses som grundorsak till sjukdomar hos grödor som ger upphov till sjukdomar hos djur och människor. Utan mineralgödsel skulle grödor förbli friska och inga bekämpningsmedel behöva användas.

Ett flertal av ovanstående metoder har inte visat sig fungera. Jordbearbetning utan plog, så kallad plöjningsfri odling, kan inte tillämpas i alla jordtyper. Om kompost eller färskt organiskt material ska tillföras marken med bra resultat bestäms det av vilken typ av organiskt material det är, möjlig sjukdomsspridning med materialet samt lokala markförhållanden och klimatförutsättningar. Det påstådda sambandet mellan mineralgödsel och växtsjukdomar har inte kunnat påvisas.

*Grunden till ekologisk odling är upphovsmännens kritik mot användningen av mineralgödsel. Kritiken mot mineralgödsel har sitt ursprung i upphovsmännens syn på naturen och grundar sig inte i naturvetenskapligt framtagen kunskap. Dagens ekologiska odling utesluter mineralgödsel och kemiska bekämpningsmedel och följer därmed i dessa avseenden sina historiska föregångare.*

## **Dagens ekologiska odling**

Även om dagens ekologiska odling ofta tar avstånd från de läror som redovisas ovan, bygger odlingen på grundtanken att syntetiska gödsel- och bekämpningsmedel inte ska användas i jordbruket eftersom de anses vara onaturliga. Målsättningen är att främja en naturlig och sund livsmedelsproduktion utan gifter och att bevara odlingsmarkens bördighet. En förbättring av miljön anses vara en självklar följd.

Förutom det initiala fokuset på att åstadkomma hög mark-

bördighet och hälsosam mat har idéerna inom ekologisk odling under senare år kompletterats med nya målsättningar såsom hushållning med resurser, hög energieffektivitet, minskad klimatpåverkan samt biologisk mångfald. Särskilda regler har också utarbetats för ekologisk djurhållning, vilka vi dock inte diskuterar i denna skrift.

De olika ekologiska produktionslärorna förenas genom gemensamma principer framtagna av den internationella organisationen IFOAM<sup>4</sup> (International Federation of Organic Agricultural Movements). Dessa är hälsa, ekologi, rättvisa och försiktighet.

I Sverige är det KRAV<sup>10</sup> – som är ett kommersiellt företag mer än ett kontrollorgan – som utformar regelverket för ekologisk certifiering. Därutöver finns det ekologisk odling som erhåller svenskt miljöstöd men som inte är KRAV-certifierad, samt EU-certifierad ekologisk produktion.

## Litteratur Kapitel 2

- 1) Balfour, E.A. (1943) *The Living Soil*. Faber & Faber Ltd. London, England, 276 s.
- 2) Conford, P. (2001) *The Origins of the Organic Movement*. Floris Books, Edinburgh, England, 237 s.
- 3) Howard, A. (1943) *An Agricultural Testament*, Oxford University Press, Oxford, England, 253 s.
- 4) IFOAM. (2011) *The Principles of Organic Agriculture*. The International Federation of Organic Agriculture Movements. www.IFOAM.org, Bonn.
- 5) Jansson, S.L. (1948) Reformtendenser inom jordbruket. *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift* 87, 129-160.
- 6) Jansson, S.L. (1958) Tracer studies on nitrogen transformations in soil with special attention to mineralization-immobilization relationships. *Annals of the Royal Agricultural College of Sweden* 24, 101-361.
- 7) Kirchmann, H. (1994) Biological dynamic farming – an occult form of alternative agriculture? *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 7(2), 173-187.
- 8) Kirchmann, H. & Andrén, O. (2003) Biodynamiskt och ekologiskt lantbruk. I Jerkert, J. (red.) *Antroposofin – En kritisk granskning*. Leopard Förlag, Stockholm, Sverige, s. 54-70.
- 9) Kirchmann, H., Thorvaldsson, G., Bergström, L., Gerzabek, M., Andrén, O., Eriksson, L-O. & Winnige, M. (2008) "Fundamentals of organic agriculture – past and present." I Kirchmann, H. & Bergström L.

(red.) *Organic Crop Production – Ambitions and Limitations*. Springer, Dordrecht, Nederländerna, s. 12-38. <http://pub-epsilon.slu.se/509/>

- 10) KRAV:s regler (2011) [www.krav.se/Kravsregler](http://www.krav.se/Kravsregler)
- 11) Merrill, M.C. (1983) Eco-Agriculture: A review of its history and philosophy. *Biological Agriculture and Horticulture* 1, 181-210.
- 12) Rusch, H.P. (1978) *Bodenfruchtbarkeit. Eine Studie biologischen Denkens*, 3. Auflage. Haug Verlag, Heidelberg, Tyskland, 243 s.
- 13) Steiner, R. (1924) *Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft (Spiritual Foundations for the Renewal of Agriculture)*. Rudolf Steiner Nachlassverwaltung, 5. Auflage 1975, Dornach, Tyskland, 256 s.

### 3

## Räcker maten vid omställning till ekologisk odling?

Prognoser fram till år 2050 tyder på en befolkningsökning på jorden från 6,9 miljarder människor idag till totalt 9,15 miljarder.<sup>11</sup> Behovet att öka livsmedelsproduktionen beräknas ligga mellan 60-70 procent framöver.<sup>11</sup> Vi har dock livsmedelsbrist redan idag. Nästan 1 miljard människor får inte tillräckligt med mat för en fullvärdig näringstillförsel.<sup>13, 26</sup> Det är således en ännu större utmaning för jordbruket att kunna producera tillräckligt med livsmedel i framtiden än tidigare.<sup>3</sup>

Skulle maten räcka vid storskalig övergång till ekologisk odling?<sup>6, 7, 16, 20</sup> Kan matbehovet täckas genom ekologisk produktion med tanke på den förväntade befolkningstillväxten framöver? I detta kapitel belyses ekoodlingens effekter på livsmedelsförsörjningen.

### Sveriges livsmedelsförsörjning

Under 1930-talet var Sveriges åkerareal som mest omfattande och cirka 3,5 miljoner hektar mark användes för livsmedelsproduktionen. Sedan dess används de lägst avkastande markerna bara som permanent betesmark och på de magraste jordarna har planterats skog. Fram till 1990-talet hade åkerarealen minskat till cirka 3 miljoner hektar och den har därefter ytterligare minskat till cirka 2,6 miljoner hektar under de senaste 20 åren.<sup>18</sup>

**TABELL 3.** Skördeökning i konventionell odling i Sverige mellan 1982–2010. Data är baserade på officiell svensk statistik.<sup>18</sup>

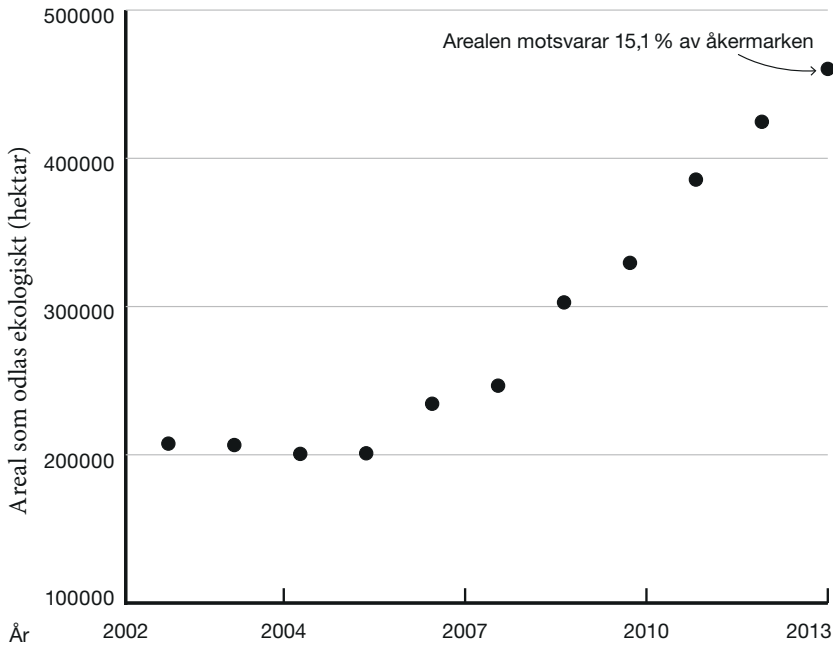
Gröda	Medelskörd 1982–1990 (kg per hektar)	Medelskörd 2000–2010 (kg per hektar)	Skördeökning under 20 år (%)	Skördeökning per år (%)
Höstvete	5500	6200	11	0,55
Korn	3600	4200	14	0,70
Havre	3600	3900	7	0,35

Fördelar vi hela den svenska åkerarealen (2,6 miljoner hektar) på alla invånare (närmare 10 miljoner människor) finns det cirka 0,26 hektar åkermark tillgänglig för matproduktion per person, vilket är för lite eftersom vår diet till stor del består av animaliska produkter och åkermarken bara kan utnyttjas under sommarhalvåret. Vi har idag en självförsörjningsgrad som är mindre än 50 procent och en stor del av vårt livsmedelsbehov måste därför täckas genom import.

Fram till år 1989 hade Sverige ett självförsörjningsmål för livsmedel men sedan dess har Sverige blivit alltmer beroende av importerade livsmedel för att täcka behovet. Vi får till exempel nötkött från Irland och Sydamerika och fläsk från Danmark, produkter som vi tidigare producerade helt inom landet. Globalt ökar produktionen i jordbruket med ca 1 procent om året men efterfrågan på livsmedel ökar med ungefär 2 procent.<sup>11</sup>

I Sverige har växtproduktionen bara ökat med ungefär 0,5 procent per år<sup>18</sup> (Tabell 3) samtidigt som nästan 1 miljon hektar åkermark inte brukas längre utan istället används för skog, bete, med mera. Genom att åkerarealen i Sverige har minskat över tid har behovet av matimport ökat. Inte heller högre skördar har täckt det stigande behovet av livsmedel. Man bör dessutom betänka att idag är åkermarken en begränsad resurs på jorden och i stort sett all mark som lämpar sig för odling används. Globalt finns 0,23 hektar åkermark per person.





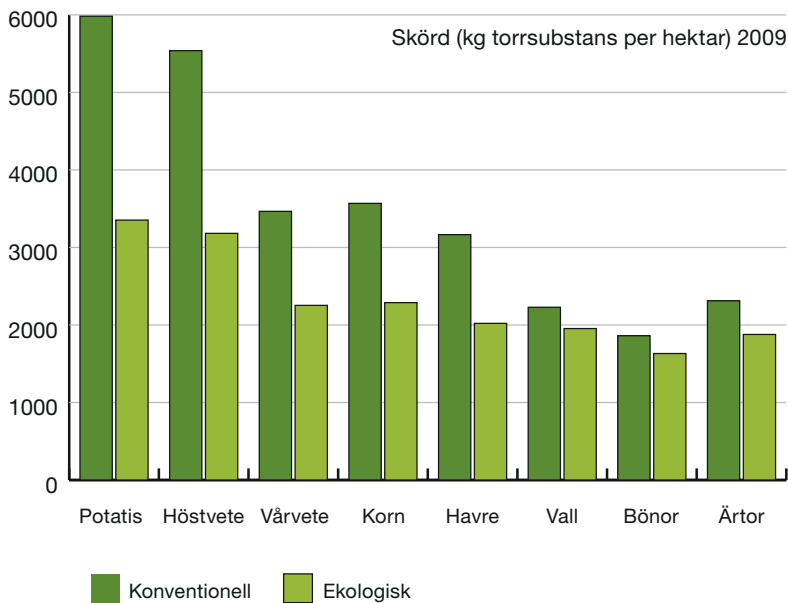
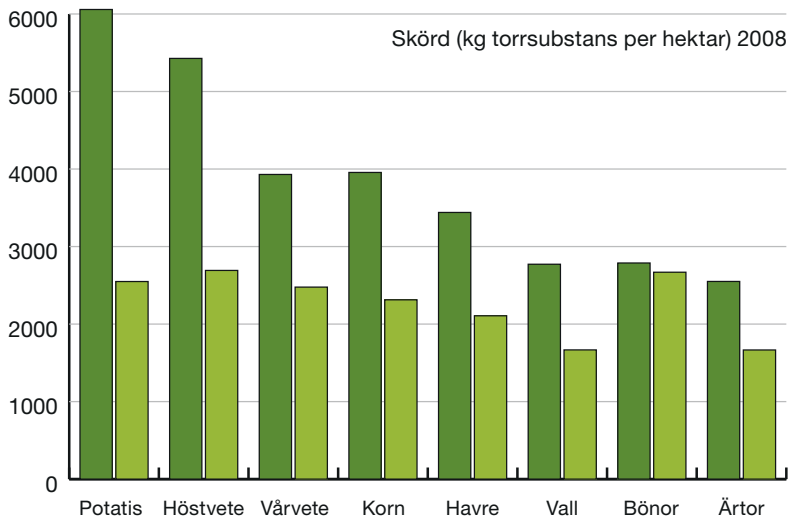
**FIGUR 6.** Förändringen i svensk åkerareal som odlas ekologiskt. Data är baserade på officiell svensk statistik.<sup>18</sup>

Under de sista decennierna på 1900-talet präglades västvärlden av ett besvärande livsmedelsöverskott. Man pratade bland annat om smör- och köttberg. För att minska detta problem togs en rad politiska beslut och man införde till exempel bidrag för att lägga marken i träda, minskade subventioner till jordbruket och 20 procent av Sveriges åkerareal skulle odlas ekologiskt (Figur 6). Idag är situationen en helt annan. Överskotten är borta, en del spannmål används för framställning av biobränsle (etanol) och konsumtionen av kött och animaliska produkter har ökat både i Sverige och i världen, inte minst i Kina. Det har åter blivit en viktig fråga för samhället hur man kan producera tillräckligt med mat för eget behov utan ytterligare miljöbelastning. Det finns idag inget politiskt mål i Sverige för något så fundamentalt som att vara självförsörjande med livsmedel.

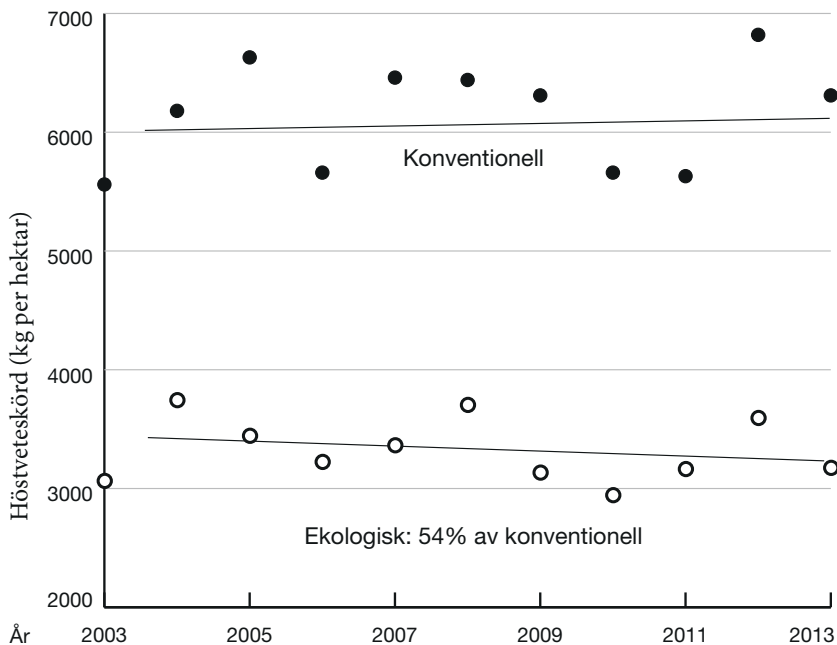
En ännu större import av livsmedel till Sverige är tveksam med tanke på att behovet i världen hela tiden ökar och på grund av att förutsättningar för en miljövänlig livsmedelsproduktion ofta är bättre i Sverige än i många andra länder. Att bevara åkermarken så att försörjning med svenska livsmedel inte minskar ytterligare borde vara ett viktigt mål i samhället likväl som samhällets omställning till förnybar energi, bevarandet av biologisk mångfald, ingen övergödning av naturliga vatten, minskad klimatpåverkan, med mera.

### **Skördestorlek vid ekologisk odling**

Hur stora skördar ger ekoodling i Sverige? Officiell svensk skördestatistik visar att om man odlar ekologiskt får man avsevärt mindre skördar än vid konventionell odling. Enligt Jordbruksverkets statistiska uppgifter sänks skörden i medeltal med ungefär 40 procent vid övergång till ekologisk produktion (Figur 7).<sup>18</sup> För exempelvis potatis är skördeminskningen ännu större då denna gröda är särskilt utsatt för svampangrepp och skadegörare. Enstaka år kan hela skörden gå förlorad. Den officiella statistiken överskattar dessutom ekologiska skördar. År då man har en grön gödslingsgröda, som plöjs ner och inte ger någon skörd alls, kommer inte med i skördestatistiken. Likaså registreras inte odlingsår när jorden behöver läggas i träda för att bekämpa perenna ogräs som man inte kan bli av med på annat sätt vid ekoodling. Förlorade odlingsår ger noll-skörd och bör beaktas när man beräknar den ekologiska odlingens mer långsiktiga försörjningsförmåga. Den verkliga skördeminskningen är därför närmare 50 procent vid ekologisk odling jämfört med motsvarande konventionella odlingssätt samtidigt som den ekologiskt odlade arealen ökat kraftigt (Figur 6). Det finns dock även uppgifter om att skörden kan vara lika stor eller större vid ekologisk odling.<sup>9, 22</sup> En granskning av ekologiska gårdar visar att större skördar alltid beror på omfattande import av växtnäring i form av inköpta oorganiska och organiska gödselmedel såsom



**FIGUR 7.** Officiell skördestatistik från Sveriges statistiska centralbyrå<sup>18</sup> visar att den ekologiska odlingen sänker skörden med ungefär 40 procent (mängden vall avser första skörd).



**FIGUR 8.** Skördeutveckling av höstvet under de senaste 10 åren. Data är baserade på officiell svensk statistik.<sup>18</sup>

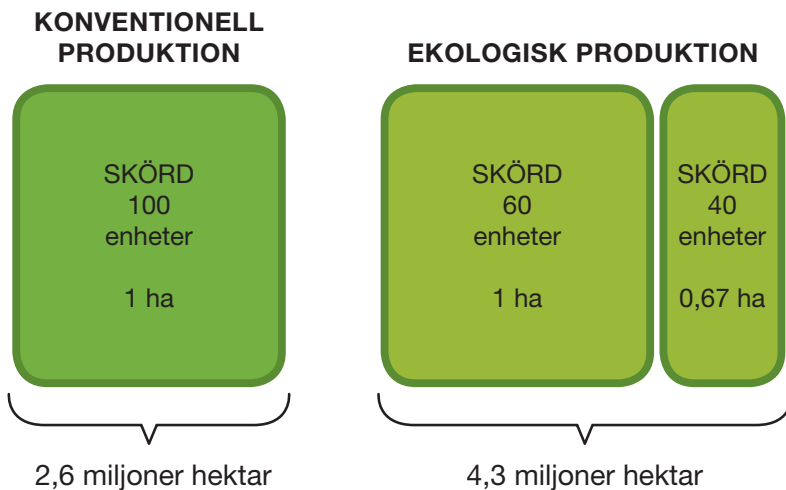
exempelvis tillåtna lättlösliga mineraler från marknaden, stallgödsel och halm från konventionella gårdar samt kött- och benmjöl och rötrester från livsmedelsindustrin (se kapitel 5). Som helhet är skördarna mycket lägre vid ekologisk än konventionell odling.

En vanlig föreställning är att skördarna inom ekologisk odling också kan ökas på sikt genom vidareutveckling och förbättring av ekologiska odlingssystem. För att möjliggöra detta avsätts sedan 80-talet statliga forskningsmedel till ekologisk odling. Den svenska skördestatistiken visar dock att ingen skördeökning har skett inom ekologisk odling (exempel höstvet, Figur 8).<sup>18</sup> Resultat från långliggande fältförsök i Sverige, i vilka man jämfört ekologisk och konventionell odling under flera decennier, visar också konstant lägre skördar i ekologisk odling.<sup>17, 21</sup> Samma naturlagar

och odlingsvillkor gäller för ekologisk och konventionell odling. Skadegörare måste bekämpas, ogräs hållas i schack och grödan och jorden behöver gödslas för att uppnå goda skördar och bevara markens bördighet. För att skördarna ska kunna öka vid ekologisk odling måste mekanisk ogräsbekämpning bli ett fungerande alternativ till kemisk bekämpning, biologisk skadedjursbekämpning bli en effektiv metod i fältskala, näringsfrigörelse från organiska gödselmedel och obehandlade mineraler ske i takt med grödans behov, samt att tillräckligt med växtnäring tillförs grödan.

### **Livsmedelsförsörjning vid storskalig ekologisk produktion**

Först under senare år har det kommit till allmän kännedom att skördarna blir väsentligt lägre vid ekoodling. Det innebär att om ekoodlingen blir mer dominerande och allt mindre arealer odlas konventionellt kommer maten helt enkelt inte att räcka till.<sup>6, 7, 16</sup> När livsmedelsförsörjningen diskuteras menar förespråkarna för ekoodlingen att maten skulle räcka vid ekoodling om vi ändrar kosthållningen. Vid storskalig ekoodling skulle största delen av animalier behöva ersättas med vegetabilier i kosten. Bakgrunden är att genom en huvudsakligen vegetarisk kost kan åkermark, som idag används för foderproduktion, användas till grödor för humankonsumtion. Att föreslå att ett mindre utbud av livsmedel kan lösas genom en huvudsakligen vegetarisk kosthållning låter som en positiv lösning men kan också vara en efterkonstruktion för att minimera matbrist – och i förlängningen hungersnöd – vid storskalig ekoodling. Hur som helst bygger förslaget inte på valfrihet, frivillighet eller näringsfysiologiska rekommendationer och förbiser att konventionell odling skulle vara den klart mest effektiva produktionsformen för en vegetarisk kost. Då skulle också odlingsmark kunna friställas och användas till annan produktion, exempelvis till biobränslen. Odling av grödor för humankonsumtion kräver inte bara mindre areal utan är också resurssnålare och har miljöfördelar jämfört med animalisk produktion. Men det



**FIGUR 9.** Skördeminskningen med cirka 40 procent i ekologisk jämfört med konventionell produktion gör att åkerarealen behöver utökas med 67 procent vid övergång till ekologisk odling för att producera samma mängd mat vid bibehållen kostsammansättning.

finns en hake och det är att djurhållning är mer eller mindre ett måste i ekologisk odling eftersom husdjur, särskilt grovfoderomvandlande nötkreatur och får, är en integrerad del i ekologiska system och vallodling är en viktig del i den ekologiska växtföljden. Det är med andra ord mycket svårt att kombinera en vegetarisk kosthållning och ekologisk produktion.

Utän ändring i kosthållning skulle storskalig ekoodling kräva en mycket större odlingsareal än dagens 2,6 miljoner hektar åkermark för att kompensera för skördebortfallet. För Sveriges del skulle åkerarealen behöva utökas till ungefär 4,3 miljoner hektar, vilket innebär en ökning med nära 70 procent. Då skulle alla nuvarande svenska livsmedel kunna produceras ekologiskt (Figur 9). Sverige har aldrig haft en så stor odlingsareal. All tillgänglig lämplig mark måste då tas i anspråk för odling, vilket är en drastisk åt-

gärd. Det skulle innebära att all nedlagd åkermark behöver odlas upp och att stora arealer naturmark och skog måste omvandlas till åkermark. Konsekvenserna av en så omfattande ändring i markanvändning är svåra att förutse. Produktionsbortfall av skog och bioenergi, ökad belastning på vattendrag, större avgång av växthusgaser och osäkra effekter på biologisk mångfald är sannolika konsekvenser. Kort sagt, när helheten beaktas framstår storskalig ekologisk odling för att täcka matbehovet som ett scenario utan miljöfördelar.

En sista möjlighet för att avhjälpa brist på mat vid storskalig ekoodling i Sverige är naturligtvis att kompensera produktionsbortfall genom att importera mat. Ett sådant val innebär emellertid inte bara att vi bortför maten från länder där den kanske också behövs, utan att vi ”exporterar” de miljöproblem som uppstår vid odling. Det är viktigt att komma ihåg att odlingsförutsättningarna i Sverige är mycket gynnsamma. Vi har bördiga jordar och ett bra klimat för odling av många grödor och kan därmed odla mycket av den mat vi själva behöver inom landet.

*Ekologisk odling leder till mycket lägre skördar. Matförsörjningen kan inte tryggas vid storskalig ekologisk produktion vid samma kosthållning.*

### **Livsmedelssammansättning vid storskalig ekologisk produktion**

Storskalig ekoodling kommer inte bara att påverka mängden livsmedel utan också vilka typer av livsmedel som blir tillgängliga. Grödor i växtföljden påverkar i slutändan vilka typer av livsmedel som erbjuds på marknaden. Odlar då ekobonden samma grödor som den konventionelle bonden och vilka grödor odlas huvudsakligen inom ekoodling?

Enligt officiell svensk statistik är andelen vall, ärtor och bönor betydligt större i ekologiska odlingssystem (Tabell 4).<sup>18</sup> Arealen av

**TABELL 4.** Relativa fördelningen av grödor vid ekologisk och konventionell växtproduktion. Data är baserade på officiell svensk statistik.<sup>18</sup>

Grödor	Användning av jordbruksmark för olika grödor (%)		Förändring vid ekoodling (%)	
	Konventionell	Ekologisk	Arealmässig	Utbud av grödor*
Vall	49	69	+ 41	+ 31
Baljväxter	1,2	2,3	+ 92	+ 83
Spannmål	43	27	- 38	- 73
Oljeväxter	3,8	1,0	- 74	- 84
Potatis	1,2	0,3	- 75	- 87
Övriga	1,8	0,4	- 78	-

\*Lägre skörd vid ekoodling har inräknats

baljväxter ökar med över 90 procent och vallarealen med ungefär 40 procent vid ekologisk produktion. Denna ökning sker på bekostnad av spannmålsarealen, som minskar med ungefär 40 procent vid ekoodling jämfört med konventionell produktion. Skälet till den drastiska förändringen är att baljväxter (klöver i vall, ärtor och bönor) måste väljas i högre utsträckning vid ekoodling då baljväxter fixerar kväve från luften och kan försörja även övriga grödor med kväve. Dessutom är skördeskillnaderna relativt små jämfört med konventionellt odlade baljväxter (Figur 7, se sid 39).

Att odling av baljväxter främjas i ekologiska system innebär också att vallfoder till nötkreatur odlas i mycket större omfattning. Vallen behövs för att föra kväve in i systemet, sanera ogräs och producera stallgödsel. Genom stallgödsel kan en del av växtnäringen återcirkuleras till odlingsmarken och bidra till kväveförsörjningen av icke kvävefixerande grödor. Odling av mer vallfoder och mindre spannmål styr i sin tur inriktningen på djurhållningen. Mer vallfoder innebär ökad andel nötkreatur, får och hästar, och lägre produktion av spannmål innebär mindre foder



till uppfödningen av svin och fjäderfä, som i huvudsak utfodras med spannmålsprodukter. Hur stor ökningen av nötkreatur och får blir är svårt att förutse men en kraftig minskning av utbudet av fläsk och fågel vid fullständig ekoodling jämfört med konventionell är självklar.

Den största förändringen vid övergång till ekologisk produktion är den 75-procentiga arealminskningen för grödor som potatis och oljeväxter (Tabell 4). Potatis och raps är särskilt utsatta för svamp- respektive insektsangrepp, vilka är svåra att kontrollera med ekologiska metoder. Vid fullständig ekoodling i Sverige med dagens växtföljder skulle mängden potatis och oljeväxter bara bli 12,5 respektive 16 procent av nuvarande produktion när både minskningen i skörd och odlingsareal sammanvägs. Spannmålsproduktionen skulle på motsvarande sätt sjunka till cirka 38 procent av dagens nivå samtidigt som vallproduktionen skulle öka med 30-35 procent.

Man kan konstatera att övergång till storskalig ekologisk odling på befintlig areal i Sverige drastiskt skulle förändra utbudet av svenska livsmedel på grund av skördeminskning och en annan gröddfördelning.<sup>19</sup> Produktionsbortfallet skulle behöva kompenseras genom import men kosthållningen kan också komma att påverkas. Kosten skulle sannolikt komma att domineras av mer spannmål och baljväxter medan svensk potatis och rapsprodukter skulle kunna bli bristvaror. Nötkött och mjölkprodukter skulle bli helt dominerande animalier.

### **Ett globalt perspektiv – tillräckligt med livsmedel för en växande befolkning**

Tveklöst behövs en kraftigt ökande livsmedelsproduktion framöver och ett helhetsperspektiv på framtida livsmedelsförsörjning<sup>14</sup> för att möta behovet från en växande befolkning. Man hittar därför böcker som förutser matbrist, till exempel *The coming famine* av Julian Cribb<sup>8</sup> och även jordbruksdebattören och EU-parlamenta-

rikern Marit Paulsen höjde ett varnade finger för ett par år sedan.

Åkermark är en ändlig resurs på jorden. Jordens totala jordbruksareal utgör cirka 1,4 miljarder hektar<sup>12</sup> varav dock bara cirka 1 miljard lämpar sig väl för växtproduktion. De övriga 0,4 miljarder hektaren jordbruksmark är antingen i för varma, för torra, eller för kalla regioner, eller i för branta och för steniga och inte särskilt produktiva områden.<sup>10</sup> Dessutom minskar jordbruksarealen på grund av jorderosion längs sluttningar, vinderosion i ökenområden, försaltning genom bevattning och inte minst genom bebyggelse på åkermark. Därför kan man säga att ”peak soil” är minst lika relevant som ”peak phosphorus” eller ”peak oil”.

Eftersom tillgången till jordbruksmark är begränsad på jorden, måste produktionsökningen ske på redan befintlig åkermark. Alternativet att omvandla skog eller annan naturmark till mer odlingsmark är som regel en mycket sämre åtgärd eftersom den biologiska mångfalden kopplad till vild natur och ekosystemtjänster försvinner, samt att belastningen på miljön ökar. Mycket talar också för att en stor del av den ökade livsmedelsproduktionen måste ske i utvecklingsländer.<sup>11</sup> I många u-länder är produktionen av jordbruksgrödor oftast mycket låg, och betydligt lägre än i i-världen. Avkastningsnivåerna är i många fall bara en bråkdel av vad industriländernas åkrar avkastar. Detta beror i hög grad på att man har utarmade jordar<sup>23</sup> och brist på pengar som omöjliggör inköp av tillräckliga mängder gödsel vars tillgänglighet dessutom är synnerligen begränsad. Det är värt att påpeka att en slutsats som FN:s generalsekreterare Ban Ki-Moon anförde vid ett FAO-möte i Rom 2008 var att ett av de viktigaste sätten att komma från svält i u-länder är att öka användningen av mineralgödsel. Tillgången på vatten kan dock också påtagligt begränsa möjligheterna att uppnå höga skördar.

Vilka odlingsystem möjliggör då en tillräcklig ökning av skördarna? Kan ekologisk produktion vara ett realistiskt sätt att påtagligt öka skördarna i u-länderna? Man hör ibland i massmedia att man genom ekologisk produktion har kunnat öka skörden fler-

faldigt i u-länder. Ekologisk odling framställs då som en utvecklingsväg för u-ländernas framtida jordbruk. Detta är dock en snäv bild av vad jordbruksforskningen i till exempel Afrika har visat. Nyckeln till att uppnå högre skördar i exempelvis Afrika är att förbättra markbördigheten och öka grödans näringsförsörjning.<sup>24</sup> Med andra ord, utarmade förråd av näringsämnen i marken måste åter fyllas på, växterna måste få tillgång till mer näring och markens vattenhållande förmåga och mullhalt behöver höjas.<sup>24</sup> För att åstadkomma detta krävs många åtgärder men framförallt behövs organiska- och mineralgödselmedel<sup>23, 25</sup>, vilket förklaras nedan. Påståendet att användningen av enbart befintliga och naturliga näringsresurser, som alltid har funnits förr som nu, skulle vara vägen till en fördubblad produktion behöver korrigeras.<sup>24</sup>

I försöksodlingar kan man lätt visa att det är möjligt att höja skördarna flera hundra procent genom tillförsel av organiska gödselmedel.<sup>1</sup> Skördenivån av majs i utvecklingsländer kan då exempelvis öka från 500 till 2000 kilo per hektar, vilket är en stor ökning men fortfarande en låg skördenivå. Man uppnår detta genom att större mängder av organiska gödselmedel (såsom stallgödsel, kompost, grönmassa, löv, termitjord) tillförs på en mindre odlingsyta. Stallgödsel har erhållits från husdjur (ofta kor) och andra organiska material har inhämtats från omgivningen. Så länge stora mängder näringsrika, organiska material tillförs odlingsarealen kan större skördar erhållas men något bevis för att man på så vis generellt kan uppnå högre skördar finns inte. Flaskhalsen är nämligen mängden och tillgången till organiska gödselmedel som är mycket begränsade. I verkligheten är näringsrika organiska material, som lämpar sig för gödsling, en stor bristvara.<sup>5</sup> Det finns helt enkelt inte tillräckligt med stallgödsel, kompost och näringsrik grüngödsel att tillgå, vilket gör att redovisade försöksresultat inte är giltiga för en storskalig verklighet.

Man måste också ha klart för sig att en omfördelning av växtnäring från naturmark till åker inte ändrar den långtgående näringsutarmning av jordarna som har skett genom århundradena.

Även ett omfattande svedjebbruk i många u-länder, liksom ett tidigare slätterbruk i vårt land, har inte kunnat motverka utarmningen av jordarna och långvariga skördeförbättringar har inte kunnat uppnås, vilket har diskuterats i kapitel 1.

För att öka skördarna i utvecklingsländer krävs först och främst mer kunskap om hur man på utarmade jordar bedriver ett resurseffektivt jordbruk genom utnyttjande av lokala resurser kompletterat med mineralgödsel.<sup>2,9,15</sup> Genom att sälja mineralgödsel i små mängder kan man hjälpa jordbrukare att åstadkomma en positiv spiral med successivt högre skördar och därmed tryggad livsmedelsförsörjning som följd, och dessutom skapa förutsättning för att få intäkter från försäljning av skördeprodukter. En sådan strategi har med stor framgång redan prövats i några afrikanska länder. I områden med vattenbrist kan större kunskap om dammar leda till att mer vatten lagras, avdunstningen begränsas genom tekniska åtgärder och slutligen mer mat produceras. Man bör se jordbruket i dessa länder med utgångspunkt från deras sätt att bruka jorden och deras erfarenheter.

Faktum är att många småbrukare i u-länder av framförallt ekonomiska skäl aldrig har använt mineralgödsel eller bekämpningsmedel. Många har dock erfarenhet av uteblivna skördar, brist på mat och fattigdom. Intresset för ”ekologisk odling” hos småbrukare, jordbruksorganisationer och politiska representanter är ofta begränsat i dessa länder. För många är det helt enkelt svårt att tro att ekologisk odling som bygger på samma principer som deras jordbruk utan mineralgödsel och växtskyddsmedel skulle kunna ge högre skördar och större livsmedelssäkerhet. Vi finner att det är tveksamt att förespråka ekologisk odling i länder med livsmedelsbrist eftersom den motverkar en säker och tillräcklig livsmedelsproduktion.

Produktion av tillräckligt med livsmedel av hög kvalitet är en av de allra viktigaste uppgifterna i ett samhälle och en hörnsten för välfärd.<sup>3</sup> Otillräcklig matförsörjning leder till att många livsviktiga funktioner i samhället stannar av. Brist på livsmedel

är sannolikt en av de enskilt viktigaste orsakerna till storskaliga konflikter mellan folk och nationer. När livet är hotat på grund av brist på mat så används alla möjliga medel, inklusive våld, för att överleva. Nobelpristagaren Lord John Boyd Orr (1880–1971), som fick fredspriset 1949, beskrev detta i de berömda orden: ”You can’t build peace on empty stomachs.” Det är tänkvärda ord att begrunda.

*Åkermark är en begränsad naturresurs på jorden.  
Enbart genom ökad produktion på befintlig odlings-  
mark kan framtidens matbehov garanteras.*

### Litteratur Kapitel 3

- 1) Bationo, A. (2007) Lessons learnt from long-term experiments in Africa. *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift* 146, 30-35.
- 2) Bergström, L. & Kirchmann, H. (1998) *Carbon and Nutrient Cycling in Natural and Agricultural Tropical Ecosystems*. CAB International, Wallingford, England, 319 s.
- 3) Borlaug, N.E. (1970) *The Green Revolution, Peace and Humanity* – Nobel lecture, December 11, 1970, [www.agbioworld.org/biotech-info/topics/borlaug/nobel-speech.html](http://www.agbioworld.org/biotech-info/topics/borlaug/nobel-speech.html), Agbioworld, Tuskegee Institute, AL 36087-0085, USA.
- 4) Buresh, R., Sanchez, P.A. & Calhoun, F. (1997) *Replenishing Soil Fertility in Africa*. Soil Science Society of America, Special Publication 51. Madison, Wisconsin, USA, 251 s.
- 5) Campbell, B., Frost, P., Kirchmann, H. & Swift, M. (1998) A survey of soil fertility management in small-scale farming systems in North Eastern Zimbabwe. *Journal of Sustainable Agriculture* 11, 19-39.
- 6) Chen, F. & Wan, K. (2005) The impact of organic agriculture on food quantity, food quality and the environment: a Chinese perspective. *Soil Use and Management* 21, 73-74.
- 7) Connor, D.J. (2008) Organic agriculture cannot feed the world. *Field Crops Research* 106, 187-190.
- 8) Cribb, J. (2010) *The Coming Famine: The Global Food Crisis And What We Can Do To Avoid It*. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, USA, 248 s.

- 9) De Schutter, O. (2010) *Agroecology and the right to food*. Report presented at the 16th Session of the United Nations Human Rights Council [A/HRC/16/49], 8 March 2011. [http://www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20110308\\_a-hrc-16-49\\_agroecology\\_en.pdf](http://www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20110308_a-hrc-16-49_agroecology_en.pdf)
- 10) Eswaran, H., Beinroth, F. & Reich, P. (1999) Global land resources and population-supporting capacity. *American Journal of Alternative Agriculture* 14, 129-136.
- 11) FAO. (2012) *World Agriculture Towards 2030/2050*. 2012 Revision. <http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf>
- 12) FAO. (2012) *Statistical Yearbook*. <http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e00.htm>
- 13) FAO. (2012) *The State of Food Insecurity in the World 2012*. <http://www.fao.org/docrep/016/i3027e/i3027e00.htm>
- 14) Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D. & Zaks, D. P. M. (2011) Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337-342.
- 15) Giller, K.E., Witter, E., Corbeels, M. & Tittonell, P. (2009) Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view. *Field Crops Research* 114, 23-34.
- 16) Goulding, K.W.T., Trewavas, A.J. & Giller, K. (2009) *Can organic farming feed the world? A contribution to the debate on the ability of organic farming systems to provide sustainable supplies of food*. International Fertilizer Society Proceedings 663. York, U.K.
- 17) Ivarson, J. & Gunnarsson, A. (2001) *Försök med konventionella och ekolo-*

*giska odlingsformer 1987–1998*. Sveriges lantbruksuniversitet, Meddelande från södra jordbruksförsöksdistriktet Nr 53, Alnarp, Sverige, 165 s.

- 18) Jordbruksstatistisk Årsbok (2011) *Jordbruksstatistik med data om livsmedel*. Statistiska centralbyrån, SCB, Örebro, Sverige. [http://www.scb.se/Pages/PublishingCalendarViewInfo\\_259923.aspx?PublObjId=15861](http://www.scb.se/Pages/PublishingCalendarViewInfo_259923.aspx?PublObjId=15861)
- 19) Kirchmann, H. & Bergström, L. (2012) Human health issues associated with nutrient use in organic and conventional crop production. I Bruulsema, T.W. et al. (red.) *Fertilizing Crops to Improve Human Health: a Scientific Review*. International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA, USA, s. 241-273.
- 20) Kirchmann, H., Bergström, L., Kätterer, T., Andrén, O. & Andersson, R. (2008) Can organic crop production feed the world? I Kirchmann, H. & Bergström L. (red.) *Organic Crop Production – Ambitions and Limitations*, Springer, Dordrecht, Nederländerna, s. 39-72. <http://pub-epsilon.slu.se/514/>
- 21) Kirchmann, H., Bergström, L., Kätterer, T., Mattsson, L. & Gesslein, S. (2007) Comparison of long-term organic and conventional crop-livestock systems in a previously nutrient-depleted soil in Sweden. *Agronomy Journal* 99, 960-972.
- 22) Seufert, V., Ramankutty, N. & Foley, A.E. (2012) Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485, 229-232.
- 23) Sanchez, P.A. (2002) Soil fertility and hunger in Africa. *Science* 295, 2019-2020.
- 24) Vanlauwe, B. & Giller, K.E. (2006) Popular myths around soil fertility management in sub-Saharan Africa. *Agriculture Ecosystems and Environment* 116, 34-46.



- 25) Vanlauwe, B., Wendt, J. & Diels, J. (2001) Combined application of organic matter and fertilizer. I Tian, G. et al. (red.) *Sustaining Soil Fertility in West-Africa*. Soil Science Society of America, Special Publication 58. Madison, Wisconsin, USA, s. 247-280.
- 26) World Hunger (2013) World hunger and poverty facts, statistics. <http://www.worldhunger.org/articles/Learn/world%20hunger%20facts%202002.htm>

## 4

### Är ekologisk mat nyttigare?

Många människor köper ekologiska livsmedel i övertygelse om att ekologiska produkter är mer hälsosamma än konventionellt producerade livsmedel, till exempel genom att de har ett större innehåll av nyttiga substanser (såsom vitaminer, mineraler och antioxidanter). Vissa gör det också för att man anser att det är bra för miljön och medverkar till en bättre djuromsorg. Den stora skillnaden mellan ekologisk och konventionell produktion är att mineralgödselmedel endast används i konventionella system. När det gäller växtskydd används huvudsakligen syntetiska medel inom konventionell odling och naturliga medel inom ekoodling. Frågan man ställer sig är: Kan skillnader mellan insatsmedlen ge upphov till olika kvalitet? Denna grundfråga diskuteras i detta kapitel.

Grundarna till ekologisk odling hävdade redan från början att det ekologiska jordbruket ger överlägsen livsmedelskvalitet.<sup>4, 28, 30</sup> Samma uppfattning finns idag hos företrädare och intresseorganisationer för ekojordbruket, som anser att enbart genom att utesluta mineralgödsel och syntetiska bekämpningsmedel vid odling kan höga halter av mineraler, vitaminer och andra nyttiga ämnen uppnås, samt att maten är giftfri.<sup>5, 12</sup> Sedan starten av ekologiskt jordbruk på 1920-talet har det gjorts jämförande studier med syfte att undersöka kvalitetsskillnader mellan ekologiskt och konventionellt odlade produkter och viktiga resultat diskuteras i detta kapitel.

**TABELL 5.** Säkerställda skillnader i egenskaper mellan ekologiska och konventionellt odlade grödor<sup>5,7,9,29,31,33</sup> samt orsaken till skillnaderna.

Kvalitetsskillnader	Orsak
Högre nitrathalter i konventionellt odlade grönsaker	Mer växttillgängligt kväve i marken
Högre proteinhalter i konventionellt odlad spannmål	Mer växttillgängligt kväve i marken
Högre torrsbstanshalt i ekologiska grödor	Mindre cellstorlek i ekologiska grödor innebär mindre vatten per cell
Högre vitamin C-halter i ekologiska grönsaker	Mer ljusinsläpp till bladen och mindre beskuggning på grund av glesare växtbestånd i ekologisk odling
Högre fosforhalter i ekologiska grönsaker	Orsaken är inte klarlagd. En anledning kan vara mindre beskuggning i ekologiska växtbestånd

### Protein- och nitratinnehåll

Kväve är det viktigaste växtnäringsämnet med hänsyn till skördenivån. Gödsling med kväve stimulerar tillväxten och påverkar grödans sammansättning mer än något annat växtnäringsämne. En stor produktion av biomassa följs av en ökad bildning av gröna växtdelar, som innehåller mer klorofyll. Genom kvävegödsling ökar halter av proteiner<sup>25</sup> och fetter, och syntesen av vissa vitaminer stimuleras.<sup>26</sup>

I flera omfattande litteraturstudier har man funnit att protein- och nitrathalter är lägre i ekologiskt än konventionellt odlade grödor (Tabell 5).<sup>5,7,9,29</sup> Företrädare för den ekologiska odlingen anser att lägre protein- och nitrathalter i grödan visar på en bättre kvalitet. Argumentationen är att det visserligen finns mindre protein men att proteinernas kvalitet är mer värdefulla. Låga nitrathalter anses vara en fördel då det finns en uppfattning att nitrat är skadligt för hälsan.<sup>5</sup>

Protein-, nitrat- och kväveinnehållet i grödan är beroende av

grödans kväveförsörjning. I konventionell odling eftersträvas en kväveförsörjning som tillgodoser grödans behov, vilket resulterar i höga kväve- och proteinhalter och ibland även nitrathalter. Proteiner består av aminosyror. Tio aminosyror är essentiella, vilket betyder att de inte kan bildas i människokroppen utan måste tillföras med maten. Studier av proteinkvaliteten har visat att andelen essentiella aminosyror inte skiljer sig åt i ekologiska och konventionella grödor.<sup>13</sup> Idag gödslas vete under sommaren för att höja halten av glutenprotein och därmed förbättra bakningsegenskaperna. I havre ger en sen kvävegiva en generell förbättring av proteininnehållet. Eftersom det inte finns signifikanta skillnader i aminosyrasammansättning mellan konventionellt och ekologiskt odlad spannmål, förutom tillskottet av gluten, är lägre proteinhalter helt enkelt ingen fördel. Högre proteinhalt innebär ett högre näringsvärde.

Tidigare klassade man nitrat i maten som ett oönskat ämne som skulle kunna ge upphov till cancer i mag-tarmkanalen genom att bilda giftiga nitrosaminer. Därför anser många fortfarande att höga nitrathalter i födan är skadliga.<sup>5</sup> År 1994 fann man emellertid att nitrat bildas i människans kropp.<sup>10</sup> Nitrat tillförs säll och omvandlas i munhålan till nitrit. Nitrit kommer så småningom ner i magen och reagerar med magens saltsyra och kväveoxid bildas. Denna kombination av kväveoxid och saltsyra i magen är effektivt bakteriedödande. Denna så kallade nitrat-nitrit-kväveoxidsmekanism visade sig spela en viktig roll i människans immunförsvar.<sup>22, 23</sup> Vidare fann man inga fler mag-tarmcancerfall bland grupper i befolkningen som hade ett högt intag av nitrat.<sup>20</sup> Istället visade det sig att ett högt nitratintag har positiva hälsoeffekter.<sup>23</sup>

Nitrat förekommer i stora mängder i människans kost och då främst i grönsaker. Halterna i grönsaker varierar mellan 1 mg per kilogram (ärtor) upp till 4800 mg per kilogram (ruccola). Den Europeiska livsmedelsmyndigheten (EFSA)<sup>11</sup> skrev att ”Generellt sett är det osannolikt att exponeringen för nitrat från grönsaker utgör någon hälsorisk. Därför kvarstår bedömningen att grön-

saksätandet har en samlad positiv effekt.” Föreställningen om nitrat som ett giftigt ämne omkullkastades därmed. I slutet av 90-talet reviderades därför synen på nitraten i vegetabilier, som numera anses vara nyttigt för vuxna.<sup>27</sup>

Sammanfattningsvis kan man konstatera att varken låga protein- eller nitrathalter i ekologiska grödor är ett kännetecken på bättre kvalitet utan högre halter i grödor är en kvalitetsfördel.

## **Vitamin A**

En tillräcklig kväveförsörjning av grödan stimulerar proteinsyntesen. Detta innebär en större bildning av gröna växtdelar innehållande klorofyll men också karotener och därmed vitamin A.<sup>26</sup>  $\beta$ -karoten (betakaroten) är utgångssubstansen för vitamin A. Karotener är integrerade med klorofyll i bladen i så kallade ljusabsorptionscentra och fungerar som ljusfångare för den mer energirika solstrålningen. Karotener är fettlösliga pigment med gul, orange eller röd färg och mer än 600 karotener har hittills identifierats. I kosten är frukt och grönsaker de viktigaste vitamin A-källorna och karotener har fått mycket uppmärksamhet för att vara antioxidanter. Det har visats att ökningen av  $\beta$ -karoten i grödan är proportionellt till kvävetillförseln.

I jämförande studier har ekologiska grödor ofta lägre vitamin A-halter då dessa inte försörjs med samma mängd kväve.<sup>5, 7, 9, 29</sup> Även gödsling med kalium har visat sig ha en positiv effekt på karotensbildningen. Man kan konstatera att vitamin A-halterna är högre eller lika höga i konventionella jämfört med ekologiska grödor.

## **Vitamin B**

Jämförande studier mellan ekologiskt och konventionellt odlade grödor har visat att det inte finns märkbara skillnader vad gäller innehåll av vitamin B. Däremot har flera studier visat att gödsling med mineralkväve stimulerar syntesen av vitamin B i grödor.<sup>25</sup>

En ökning av proteinsyntesen genom kvävegödning ger ett högre vitamin B-innehåll i spannmål. Kunskapen om mekanismen för vitamin B-syntesen är dock fortfarande begränsad. Ett större proteininnehåll följs av högre fetthalter i blad då bildningen och omsättningen av fetter är kopplad till proteinsyntesen. Man vet också att vitamin B behövs för omsättningen av fetter.

Av vad som sägs ovan kan man förvänta sig att halter av vitamin B är minst lika höga eller högre i konventionellt odlade grödor som i ekologiskt odlade.

### **Vitamin C (askorbinsyra)**

Halten vitamin C i växten är genom fotosyntesen kopplad till bildningen av glukos. Det innebär att en hög fotosyntesaktivitet – och därmed en intensiv glukosbildning – också stimulerar bildningen av vitamin C. De faktorer som påverkar vitamin C-halten mest är ljusinstrålning och ljusabsorption, vilka båda gynnar vitamin C-bildningen. Rollen av vitamin C i växten är tvåfaldig. Det behövs vid fotosyntesen och det verkar som skydd mot oxidativ stress.

En litteraturgenomgång visar att gödning med mineralkväve minskar halten av vitamin C i växter.<sup>19</sup> Det finns dock även studier som visar precis tvärtom. I litteraturen om livsmedelskvalitet hos ekologiskt och konventionellt odlade grödor åtföljs höga proteinhalter oftast av lägre vitamin C-halter.<sup>5,7,9,29</sup> Med andra ord har konventionellt odlade växter som regel lägre vitamin C-halter (Tabell 6).

En relevant fråga är då varför vitamin C-halten minskar med ökad kvävetillförsel? Förklaringen ligger i att en bra kväveförsörjning resulterar i större tillväxt och ett tätare växtbestånd. Täta växtbestånd minskar ljuspenetrationen till bladen och fotosyntesaktiviteten minskar per blad. Även om fotosyntesen totalt sett är större i ett kraftigt växtbestånd jämfört med ett glest – då det finns många fler blad per planta respektive yta – så kan koncentrationen av vitamin C vara lägre på grund av beskuggning. Med vetskap om att gödning med kväve ökar grödans tillväxt och att

**TABELL 6.** En överblick av halterna av vitamin C (milligram per kilogram = mg kg<sup>-1</sup>) i ekologiska och konventionellt odlade grönsaker.

Land, gröda och år	Halt av vitamin C (mg kg <sup>-1</sup> friskvikt)		Ekologisk versus konventionell
	Konventionell	Ekologisk	(%)
<b>Frankrike 1991</b>			
Morötter	38	45	+18
Selleri	73	81	+11
<b>Spanien 1997</b>			
Jordgubbar	700	720	+3
<b>Kanada 1997</b>			
Morötter	26	25	-4
Vitkål	538	479	-11
<b>Kanada 1998</b>			
Potatis	275	262	-5
Minimajs	67	64	-4
<b>Sverige 2000</b>			
Vitkål	376	370	-2
Morötter	53	58	+9
Lök	80	90	+12
Ärtor	165	160	-3
Potatis	213	223	+5
<b>USA 2003</b>			
Minimajs	28	32	+14
<b>Frankrike 2004</b>			
Tomater	121	154	+27
<b>USA 2006</b>			
Tomater	168	203	+21
Paprika	518	554	+7
<b>Medel</b>			<b>+ 6,1</b>

vitamin C-halten är beroende av ljusintensiteten är det lätt att förstå att ett kraftigt växtbestånd ger upphov till skuggbildning och mindre ljusinsläpp till de nedre bladen. Som resultat minskar vitamin C-produktionen i täta växtbestånd.

En viktig fråga är hur stor minskningen av vitamin C-halten blir genom ökad kvävetillförsel (Tabell 6). Tidiga studier under 40-talet visade att den största skillnaden som uppnåddes var ungefär 10 procent lägre halter vid mycket hög kvävegödsling.<sup>34</sup> Andra studier visar minskningar av några få procent vid ökade kvävegivor.<sup>9,21,29,33</sup> Sammanställningen i Tabell 6, visar som medelvärde 6,1 procent högre vitamin C-halt i ekologiskt odlade grödor jämfört med konventionella. Skillnaden är relativt liten, framförallt med tanke på att vitamin C-halten varierar mycket mellan olika frukter och grönsaker. Det är också värt att påpeka att vi normalt får i oss mer än tillräckligt med vitamin C om vi äter en varierad kost, oberoende av odlingsform.

### **Spårelement (mikronäringsämnen)**

Utöver vitaminer är grödornas innehåll av spårelement ett mått på kvaliteten. Spårelement är essentiella grundämnen för såväl växter som för djur och människor. De förekommer i låga koncentrationer (mikrogram) i mark och växt. Ett vanligt förekommande påstående är att användningen av mineralgödsel leder till lägre halter av spårelement och försämrad kvalitet som följd. En hypotes är att mineralgödsel leder till en utspädning av spårämnen i grödan på grund av högre skörd. Om man jämför halter av spårelement i ekologiskt och konventionellt odlade grödor finner man dock inga bevis för att entydiga skillnader skulle föreligga. De skillnader som redovisas i enskilda studier går åt båda hållen. En sammanställning av ett stort antal studier där ekologisk och konventionell odling jämförs visar att i 20 procent av fallen är det högre halter i ekologiskt odlade grödor men i lika många studier (20 procent) visas högre halter i konventionellt odlade grödor. I resten av fallen är det ingen skillnad alls.<sup>24</sup>

En ytterligare observation är att halterna av spårelement i grödor från olika platser varierar mera än eventuella skillnader mellan ekologiska och konventionella grödor odlade på samma plats. Det be-

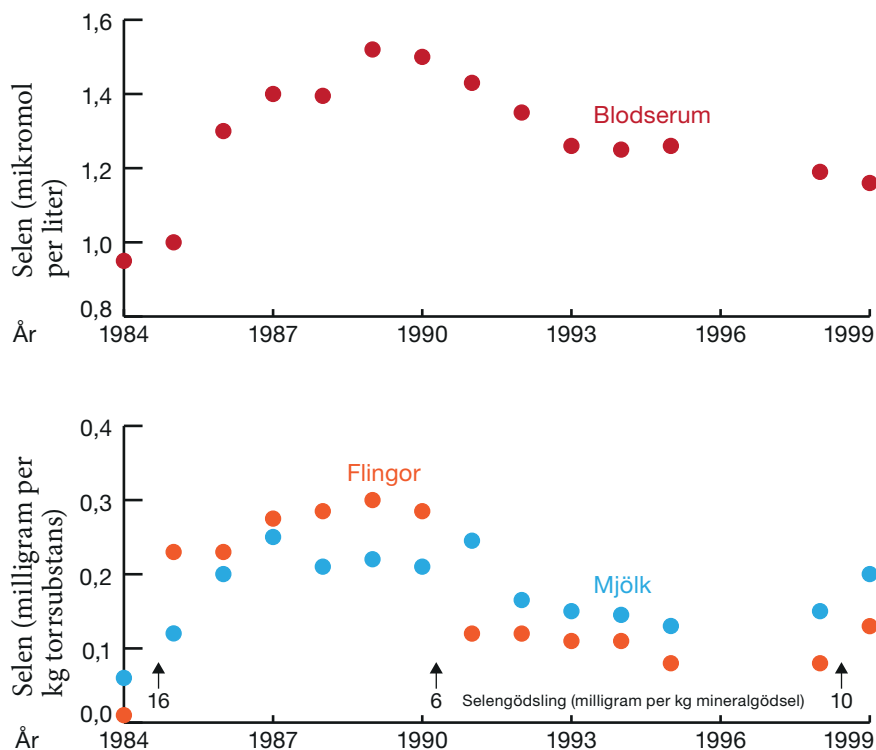


tyder att odlingsplatsen har större påverkan på grödans spårämnes-sammansättning än om odlingen sker med eller utan mineralgödsel.

En betydande källa till spårelement är således själva odlingsmarken, underliggande berggrund och dess mineralogiska sammansättning. Om exempelvis selenhalten i marken är låg, som den generellt är i Skandinavien, blir grödans selenhalt också låg oberoende av odlingsform. Enbart genom kontrollerad tillförsel av selen till marken genom gödselmedel kan selenhalten höjas i grödan. Detta tillämpas i Finland sedan 1984 då man bestämde sig för att börja selengödsla grödor av hälsoskäl. Selenhalterna i finska grödor har blivit 10 gånger högre genom gödslingen, vilket också har påverkat innehållet i animaliska livsmedel, som nu har uppnått nivåer som är optimala ur hälsosynpunkt. Det är intressant att konstatera att selengödslingen har påverkat hela näringskedjan<sup>14</sup> och av alla europeiska länder har bara Finland uppnått önskvärda selenhalter i blodet hos befolkningen (Figur 10).

En ytterligare faktor som påverkar grödans sammansättning av spårelement är nedfallet från luften. Luftdepositionen av oönskade element, såsom kadmium och bly, har tidigare varit hög men minskat påtagligt under de senaste årtiondena till följd av en övergång till användning av blyfri bensin och införande av rökgasrening i förbränningsanläggningar och industrier. Det minskade nedfallet av dessa två tungmetaller har resulterat i 50-80 procent lägre halter i grödorna.<sup>18</sup>

Man kan sammanfattningsvis konstatera att även om man vill tro att det som produceras genom ekologisk odling skulle ha högre halter av essentiella spårelement har denna uppfattning inget stöd vid en genomgång av den vetenskapliga litteraturen. Istället är kontrollerad tillförsel genom gödsling vägen till att uppnå önskade halter i grödorna. Människans intag av spårelement styrs liksom för övriga ämnen i hög grad genom valet av födoämne. De största skillnaderna ligger i valet mellan vegetabilisk och animalisk kost.



**FIGUR 10.** Selenhalter i finskt spannmål (vårgrödor), mjök och människors blodserum sedan 1984 då selengödsling infördes i Finland.<sup>14</sup> Av figuren kan man dra slutsatsen att det finns ett tydligt samband mellan selengödsling och selenhalten i blod hos den finska befolkningen.

*Ett stort antal studier har visat att det finns få skillnader i grödans sammansättning mellan olika produktionsformer och att enbart ett fåtal ämnen påverkas av valet av odlingsform. Ur ett hälsoperspektiv är skillnaderna ibland till fördel för ekologiskt och ibland för konventionellt odlade grödor.*

## Bekämpningsmedel och naturliga gifter

Kemiska bekämpningsmedel (pesticider) används i konventionell odling både mot ogräs och för att skydda växten mot angrepp av svamp och insekter. Bekämpningsmedel kan ses som jordbrukarens medicin för att bota sjukdomar hos grödan. Rester av bekämpningsmedel i grödor är dock självklart inte önskvärt. Många anser därför att konventionell odling egentligen inte kan producera trygga och nyttiga livsmedel. Ekologiskt producerad mat anses vara helt giftfri och därför hälsosammare eftersom inga syntetiskt framställda bekämpningsmedel används utan enbart naturliga bekämpningsmedel. Att ekologiskt är giftfritt och konventionellt har giftrester är en allmän föreställning. Ur hälsosynpunkt verkar det därför vara logiskt att köpa ekologisk mat, men även ekologiskt odlade grödor kan innehålla rester av tillåtna bekämpningsmedel.<sup>6, 15</sup>

I Sverige finns ett 70-tal naturliga bekämpningsmedel med pesticidegenskaper registrerade för ekologisk odling.<sup>16</sup> I EU:s förordning om ekologiskt jordbruk finns ytterligare ett 30-tal tillåtna substanser och hit hör till exempel pyretrum, kopparsulfat och mineraloljor. Regler för deras användning varierar mellan olika länder. Pyretrum är ett extrakt från torkade blommor av släktet *krysanthemum* som används som insektsmedel (insekticid). Ämnet är lika giftigt för fiskar, fåglar och däggdjur som motsvarande syntetiska insekticider. Kopparsulfat är ett bekämpningsmedel mot svampangrepp i ekologisk odling, vilket leder till att marken långsiktigt anrikas med koppar, vilket har observerats på en del vingårdar i Europa. Höga kopparhalter i marken medför en kraftig minskning av den biologiska aktiviteten. Ett motsvarande syntetiskt svampmedel baserat på koppar, som används inom konventionell odling, har en mycket högre giftighet, vilket innebär att lägre koppardoser kan användas och belastningen med koppar på miljön kan minimeras.<sup>32</sup> Effekten av naturliga och syntetiska bekämpningsmedel på organismer beror på dos och giftig-

het. Om mindre giftiga ämnen används behöver dosen ökas för att få samma effekt.

*Även i ekologiska grödor kan det finnas bekämpningsmedelsrester. Bekämpningsmedelsrester är bara en grupp av oönskade ämnen i maten. I nästan all mat vi äter finns också så kallade naturliga gifter. Dessa gifter finns både i ekologiska och konventionella vegetabilier och förekommer dessutom ofta i avsevärt högre halter än bekämpningsmedelsrester. Naturliga gifter produceras av växten eller av svampar som lever på växten.*

Det finns en stor oro över bekämpningsmedelsrester i maten och deras möjliga negativa effekter på människans hälsa. Därför finns i Sverige Kemikalieinspektionen, en myndighet som reglerar vilka bekämpningsmedel som får användas. Livsmedelsverket upprätthåller gränsvärden för vad maten högst får innehålla av oönskade och skadliga ämnen. De som är mycket giftiga för människan och miljön har successivt 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 idag är ytterst låga och utan några som helst akuttoxiska effekter.

Som en konsekvens av den stora oron över bekämpningsmedelsrester i vegetabilier har man genom växtförädling kunnat ta fram sorter som innehåller lägre halter av naturliga gifter och är mer resistent mot olika angrepp. Dessa sorter behöver mycket mindre bekämpningsmedel eller inga alls. Man kan lätt tro att detta är en utveckling i rätt riktning. Det är dock mycket viktigt att påpeka att en större resistens hos växter mot angrepp kan bero på att växten producerar mer naturliga gifter för att skydda sig än den icke-resistenta sorten. Naturliga gifter är en del av växternas försvarsmekanism mot svamp- eller insektsangrepp. Vid angrepp ökar ofta växten innehållet av naturliga gifter.

Solanin i potatis, tomatin i tomater och lektiner i bönor är naturligt förekommande gifter. Potatissorten Magnum bonum hade ett mycket högre innehåll av solanin än övriga potatissorter. I Sverige och i många andra länder tillämpas ett gränsvärde för solanininnehåll på 200 mg solanin per kilogram potatis. I sorten Magnum bonum överskreds detta gränsvärde. Känsliga personer fick exempelvis huvudvärk, illamående och diarré efter förtäring. Man var tvungen att ta bort den från marknaden. Ett annat exempel är förädling av selleri med hög naturlig motståndskraft mot insekter. Det visade sig att den resistent sellerin innehöll mycket högre halter av psoralen, ett naturligt gift som också finns i bland annat persilja. Ämnet ökar hudens känslighet för UV-strålning. Personer som hanterade sellerin fick hudutslag då hudens känslighet för UV-strålning ökade kraftigt. Detta exempel illustrerar dilemmat – växten kan förädlas så att den bildar tillräckligt höga halter av naturliga gifter för att försvara sig mot angrepp men dessa sorter kan också vara för giftiga för människan. En avgörande fråga är om förekomsten av naturliga gifter eller bekämpningsmedelsrester i grödor är farligast för människan?

Man kan först konstatera att människan har ett antal skyddsmekanismer som buffrar mot exponering av gifter. Några specifika mekanismer för naturliga gifter finns dock inte trots att människan har varit utsatt för dessa under tusentals år och metabolismen har haft lång tid att anpassa sig. Naturliga gifter, till exempel mögelgiftet aflatoxin i spannmål eller nötter, kan fortfarande förorsaka cancer hos djur och människor. Allt tyder på att höga koncentrationer av såväl naturliga som syntetiska miljögifter är skadliga för människan.

Generellt är de negativa effekterna av giftiga ämnen på människans hälsa beroende av ämnets giftighet samt hur stor dosen är. Giftigheten är ungefär av samma storleksordning för naturliga gifter och bekämpningsmedel. Däremot är det dosen som vi får i oss som skiljer sig. Beräkningar visar att mängden naturliga gifter är 15 000 gånger större än de bekämpningsmedelsrester vi får i oss

**TABELL 7.** Genomsnittligt intag av bekämpningsmedelsrester och naturliga gifter med mat, samt deras giftighet (milligram per person och dag = mg person<sup>-1</sup> dag<sup>-1</sup>). Giftighetsgränsvärdet anger lägsta dos vid vilken ingen negativ biologisk effekt kan observeras hos försöksdjur (NOAEL = no observed adverse effect level). Ett lågt NOAEL värde anger hög giftighet.

Substans	Livsmedel	Genomsnittligt intag med mat (mg person <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> )	Intagen högsta dos vid vilken ingen negativ effekt observeras (NOAEL) (mg person <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> )
<b>Bekämpningsmedel</b>			
Glyfosat	Spannmål	0,05	35 000
Bentazon	Spannmål	0,05	224
Dimetoat	Spannmål	0,01	17,5
<b>Naturliga gifter</b>			
Solanin	Potatis	12	70
Koffein	Kaffe	70	2 800
Svampgifter (dioxynivalenol)	Spannmål	0,15	70
<b>Referenssubstans</b>			
Alkohol	Alkoholhaltiga drycker	7 400*	23 800

\* motsvarar ungefär en lättöl per dag

via maten (summa av 105 bekämpningsmedelsrester).<sup>2</sup> Några enkla räkneexempel kan illustrera detta. Tre koppar kaffe, vanligt eller ekologiskt, innehåller exempelvis 130 milligram naturliga ämnen som är giftiga, varav koffein utgör 70 milligram. Intaget via födan av de tre bekämpningsmedlen som visas i Tabell 7 är maximalt 0,11 milligram om dagen, vilket motsvarar ungefär 40 milligram under ett helt år. Vi får följaktligen i oss mindre av dessa bekämpningsmedel under ett helt år än den koffeinmängd vi får i oss med kaffet varje dag. Även om vi hade tagit hänsyn till alla tänkbara bekämp-

ningsmedel som kan förekomma i livsmedel hade situationen ändå blivit likartad. Vi menar inte att man behöver sluta dricka kaffe, men detta exempel ger ett perspektiv på de mängder av bekämpningsmedel som vi riskerar att få i oss via maten.

Eftersom giftigheten är ungefär av samma storleksordning för naturliga gifter och bekämpningsmedel<sup>2</sup> och eftersom vi får i oss så otroligt små mängder av bekämpningsmedelsrester, blir exponeringen mycket större för naturliga gifter och blygsam för bekämpningsmedel (Tabell 7). Till exempel är exponeringen för det naturliga giftet solanin i potatis avsevärt högre än för rester av bekämpningsmedel. Som ytterligare jämförelse har vi också valt alkohol. Genom konsumtion av alkoholhaltiga drycker utsätter vi oss för en 170 000 gånger högre giftexponering än för bekämpningsmedlet glyfosat, som är den aktiva substansen i ogräsmedlet Round-up. Dosen vid vilken ingen negativ effekt observeras (NOAEL) är ungefär densamma för alkohol och glyfosat (Tabell 7).

Dricksvatten räknas som ett av våra viktigaste livsmedel. Dess kvalitet kontrolleras genom stränga regler. Gränsvärdet för ett bekämpningsmedel i dricksvatten, oavsett giftighet, är 0,1 mikrogram per liter. Om man dricker 2 liter vatten per dygn, innehållande 0,1 mikrogram bekämpningsmedelsrester per liter, måste man dricka detta vatten under hela sitt liv för att den intagna mängden bekämpningsmedel ska bli 5 milligram, vilket är ungefär 100 gånger mindre än mängden verksam substans som man får i sig med en tablett magnecyl!

*Giftigheten för bekämpningsmedel och naturliga gifter är ungefär av samma storleksordning. Intaget av naturliga gifter med mat är cirka 1500 milligram per person och dag medan mängden bekämpningsmedelsrester är mindre än 1 milligram.*

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 maten. Gifter i maten måste ses ur ett helhetsperspektiv utan överdriven oro för bara bekämpningsmedel. Vi måste vara rädda för rätt saker. Samtidigt som vi fortfarande vet för lite om naturliga gifter i maten kan de ha betydelse för vår hälsa, vilket även gäller giftiga ämnen som kan bildas vid matlagning (exempelvis polycykliska aromatiska kolväten, heterocykliska aminer och akrylamid).

Effekter av långtidsexponering av mycket små mängder bekämpningsmedel på människans hälsa är mer eller mindre omöjliga att mäta. Det är därför motiverat att myndigheterna tillämpar försiktighetsprincipen vid bedömning av risker med bekämpningsmedel.

### **Andra ämnen i vår kost**

Ekoföreträdare hävdar ibland att andra ämnen i vår kost (så kallade sekundära metaboliter) har positiva hälsoegenskaper och att sådana ämnen kan förekomma i högre halter i ekologiskt odlade växter.<sup>5</sup> Men är det så?

Sekundära metaboliter är ett samlingsnamn för en rad olika ämnen såsom polyfenoler, terpenener, alkaloider, flavonoider, östrogenener och glukosinolater. Totalt rör det sig om mellan 5 000 och 10 000 substanser, vilka bildas i växter men vars funktioner bara delvis är kända. I motsats till vitaminer och vissa spårelement är de inte essentiella för människor eller djur utan verkar främst vara till nytta för växten själv, bland annat som ett skydd mot skadligt ljus, mot insekts- och svampangrepp, men också för att göra växten osmaklig för växtätare. Vissa sekundära metaboliter ger vegetabilier deras karakteristiska smak. Glukosinolater – svavelinnehållande ämnen som är sekundära metaboliter – ger exempelvis den beska smaken åt brysselkål, blomkål och rädisor. Ämnen som ger kryddstyrka i senap, pepparrot och wasabi tillhör tiocyanater, som är giftiga sekundära metaboliter i höga koncentrationer.



Metaboliternas möjliga funktioner i människan är inte klarlagda. Man vet dock att vissa kan fungera som antioxidanter. För ungefär 70 år sedan trodde man att polyfenoler i egenskap av antioxidanter var essentiella för människan och man ville beteckna dessa ämnen som vitamin P. Man fann dock inga bevis för polyfenolernas nödvändighet då både kända vitaminer och spårelement fungerar som antioxidanter. Polyfenoler räknas idag inte som vitaminer. I några studier framförs det att till exempel fenoliska substanser i bär<sup>3</sup> och kampferol i tomat<sup>8</sup> skulle vara lika nyttiga som vitamin C. I andra toxikologiskt inriktade studier har samma substanser visat sig vara giftiga.<sup>1</sup>

Med dagens kunskap är det således tveksamt att klassa sekundära metaboliter som nyckelsubstanser för människans hälsa. Eftersom det totala antalet sekundära metaboliter är stort, är det dessutom svårt att klargöra vilka ämnen som är nyttiga och vilka som är giftiga. Positiva hälsoeffekter av frukt och grönsaker som är rika på sekundära metaboliter, kan likväl vara en effekt av en tillräcklig försörjning med vitaminer och mineraler istället för ett högt intag av sekundära metaboliter.

I diskussionen om sekundära metaboliter bör man också komma ihåg att enbart ett mindre antal kultiverade växter används för livsmedelproduktion. Genom årtusenden har man lärt sig vilka växter som smakar gott och dessa har sedan förädlats för att öka näringsinnehållet (stärkelse, fett eller protein). Man har dessutom förädlat med avseende på att få bort ämnen som ger obehaglig smak eller är onyttiga. Det är just höga halter av oönskade ämnen som ger besk eller dålig smak eller höga halter av skadliga sekundära metaboliter, som är orsaken till att många växter utesluts som föda och att det sker en växtförädling. Kultiverade växter skiljer sig således från vilda just med avseende på innehåll av många oönskade sekundära metaboliter. Det är en felaktig slutsats att klassa sekundära metaboliter som en indikator för god kvalitet.

## **Smak**

Livsmedel ska vara goda och smaken är en viktig kvalitetsegenskap. Genom vetenskapliga smaktester (sensorisk bedömning) finns möjligheten att mäta produkttegenskaper på ett mer objektivt sätt, under förutsättning att dessa utförs som blindtester. Det är dock ofrånkomligt att smakupplevelsen påverkas starkt av våra förväntningar och sinnestillstånd, ja till och med av ålder. Smakar ekologiskt producerade livsmedel bättre än konventionella?

I en svensk studie jämfördes ekologiskt bröd med bröd som bakats på konventionellt producerat spannmål. Det visade sig att smak, doft och tuggmotstånd fick högre betyg för bröd av konventionellt odlat spannmål, som ansågs vara saftigare, mer elastiskt och ibland större i volym än ekologiskt bröd.<sup>17</sup>

Fräschheten och smaken hos en del grönsaker beror också på hur lång tid det är mellan skörd och användning. Här spelar närproduktion en viktig roll oberoende om det handlar om konventionellt eller ekologiskt odlade grönsaker. Vidare påverkar vattenhalten i frukt och grönsaker smakupplevelsen. Vattenrika produkter upplevs mindre smakrika medan sockerhalten och smakämnen blir mer koncentrerade i produkter med lägre vattenhalt.

Ett typiskt exempel där smakjämförelsen ofta är till fördel för ekologiska produkter är tomater. Sensoriska tester visar ofta entydigt att ekologiska tomater är smakintensiva och tomater från konventionell odling har mindre smak. Oftast är dock ekologiska tomater odlade i jord medan konventionella tomater odlas i vattenkultur. Man jämför således inte bara ekologiskt och konventionellt odlade tomater utan även två olika sätt att odla dessa. Vid smaktester är det därför viktigt att hålla isär faktorer för att kunna fastställa skillnader på ett vetenskapligt relevant sätt.

## **Kostsammansättning istället för odlingsfilosofi**

Vi har diskuterat livsmedlens kvalitet med avseende på förekomst och halter av essentiella, nyttiga och skadliga ämnen. Som sam-

manställningen visar är skillnaderna av nyttiga ämnen oftast små, ibland till fördel för konventionella och ibland för ekologiska produkter. Halter av bekämpningsmedelsrester är lägre än av naturligt förekommande gifter. Kort sagt, trots påståenden att produktionsformen avgör hur hälsosam maten är, finns det ingen förankring för en sådan uppfattning i forskningsresultat.<sup>19,24,31</sup>

När man då åter ställer sig frågan vad man ska äta för att tillföra kroppen den mest hälsosamma kosten bör man först och främst fokusera på måltidens ingredienser. Betydelsen av kostens sammansättning för hälsan har varit känd länge. Ett avskräckande exempel på att en obalanserad kost har förödande påverkan på hälsan är barn i fattiga länder med uppsvällda magar, som har sin grund i att kosten huvudsakligen består av kolhydrater och saknar tillräckligt med proteiner. Kostens sammansättning kan dock vara obalanserad på många andra sätt, till exempel förhållandet mellan kolhydrater och fett, andelen frukt och grönsaker, samt förhållandet av mättade och omättade fetter. Det avgörande för en hälsosam kost verkar vara att den försörjer människan med alla essentiella näringsämnen i tillräcklig mängd, vilket enklast uppnås genom en balanserad och allsidig kost. Mycket tyder på att en ensidig eller bristfällig kostsammansättning har störst samband med dåligt hälsotillstånd, inte odlingsformen.

## Litteratur Kapitel 4

- 1) Ames, B.N. (1983) Dietary carcinogens and anticarcinogens. *Science, New Series* 221, 1256-1264.
- 2) Ames, B.N., Profet, M. & Gold, L.S. (1990) Dietary pesticides (99.99 % all natural). *Proceedings of the National Academy of Science of the USA* 87, 7777-7781.
- 3) Asami, D.K., Hong, Y-J., Barrett, D.M. & Mitchell, A.E. (2003) Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51, 1237-1241.
- 4) Balfour, E.A. (1943) *The Living Soil*. Faber & Faber Ltd. London, England, 276 s.
- 5) Benbrook, C., Zhao, X., Yáñez, J., Davies, N. & Andrews, P. (2008) *New evidence confirms the nutritional superiority of plant-based organic foods*. The Organic Center, Boulder, Colorado, USA, 53 s. [http://www.organic-center.org/reportfiles/5367\\_Nutrient\\_Content\\_SSR\\_FINAL\\_V2.pdf](http://www.organic-center.org/reportfiles/5367_Nutrient_Content_SSR_FINAL_V2.pdf).
- 6) Benbrook, C. (2004) *Minimizing pesticide dietary exposure through the consumption of organic food*. Report. The Organic Center, Boulder, Colorado, USA, 49 s. [http://www.organic-center.org/reportfiles/PESTICIDE\\_SSR.pdf](http://www.organic-center.org/reportfiles/PESTICIDE_SSR.pdf).
- 7) Bourne, D. & Prescott, J. (2002) A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 42, 1-34.
- 8) Caris-Veyrat, C., Amiot, M-J., Tysassandier, V., Grasselly, D., Buret, M.,

- Mikolajczak, M., Guillard, J-C., Bouteloup-Demange, C. & Borell, P. (2004) Influence of organic vs conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees; consequences on antioxidant plasma status in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52, 6503-6509.
- 9) Dangour, A.D., Dodhia, S. K., Hayter, A., Allen, E., Lock, K. & Uauy, R. (2009) Nutritional quality of organic foods: a systematic review. *The American Journal of Clinical Nutrition* 90, 680-685.
- 10) Duncan, C., Li, H., Dykhuizen, R., Frazer, R., Johnston, P., MacKnight, G., MacKenzie, H., Batt, L., Golden, M., Benjamin, N. & Leifert, C. (1997) Protection against oral and gastrointestinal diseases: Importance of dietary nitrate intake, oral nitrate reduction and enterosalivary nitrate circulation. *Comparative Biochemistry and Physiology A* 118, 939-948.
- 11) EFSA. (2008) Nitrate in vegetables. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. European Food Safety Authority. *The EFSA Journal* 689, 1-79.
- 12) Eko-Mat Centrum (2013) *Fakta, frågor och myter om ekologiskt jordbruk. Informationscentrum för ekologiska produkter.* Stockholm, Sverige, 14 s. <http://www.ekomatcentrum.se/files/Fakta%20ofragor%20och%20myter%20om%20ekologiskt%20jordbruk.pdf>.
- 13) Eppendorfer, W.H. & Bille, S.W. (1996) Free and total amino acid composition of edible parts of beans, kale, spinach, cauliflower and potatoes as influenced by nitrogen fertilisation and phosphorus and potassium deficiency. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 71, 449-458.
- 14) Eurola, M., Alfthan, G., Aro, A., Ekholm, P., Hietaniemi, V., Rainio, H., Rankanen, R. & Venäläinen, E-R. (2003) *Results of the Finnish selenium monitoring program 2000-2001.* Agrifood research reports, 36. MTT Agrifood Research Finland. Jokioinen, Finland, 42 s.

- 15) Felsot, A.S. & Racke, K.D. (2007) *Crop Protection Products for Organic Agriculture. Environmental, Health, and Efficacy Assessment*. ACS Symposium Series 947. American Chemical Society, Oxford University Press, Washington DC, USA, 310 s.
- 16) Jordbruksverket (2005) *Växtskyddsmedel i ekologisk odling*. Jordbruksinformationen 24, Jönköping, Sverige, 62 s.
- 17) Kihlberg, I., Johansson, L., Kohler, A. & Risvik, E. (2004) Sensory qualities of whole wheat pan bread – influence of farming system, milling and baking technique. *Journal of Cereal Science* 39, 67-84.
- 18) Kirchmann, H., Eriksson, J. & Mattsson, L. (2009) Trace element concentration in wheat grain – Results from the Swedish long-term soil fertility experiments and national monitoring program. *Environmental Geochemistry and Health* 31, 561-571.
- 19) Kirchmann, H. & Bergström, L. (2012) Human health issues associated with nutrient use in organic and conventional crop production. I Bruulsema, T.W. et al. (red.) *Fertilizing Crops to Improve Human Health: a Scientific Review*. International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA, USA, s. 241-273.
- 20) Leifert, C. & Golden, M.H. (2000) *A re-evaluation of the beneficial and other effects of dietary nitrate*. *International Fertiliser Society, Proceedings* No. 456. England.
- 21) Lisiewska, Z. & Kmiecik, W. (1996) Effect of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage for frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention. *Food Chemistry* 57, 411-414.
- 22) Lundberg, J. O., Weitzberg, E., Cole, J. A. & Benjamin, N. (2004) Opinion - Nitrate, bacteria and human health. *Nature Reviews Microbiology* 2, 593-602.

- 23) Lundberg, J. O., Weitzberg, E. & Gladwin, M. T. (2008) The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nature Reviews Drug Discovery* 7, 156-167.
- 24) Magkos, F., Arvaniti, F. & Zampelas, A. (2003) Organic food: nutritious food or food for thought? A review of the evidence. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 54, 357-371.
- 25) Mengel, K. & Kirkby, E.A. (2001) *Principles of Plant Nutrition*. 5 utg. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Nederländerna. 849 s.
- 26) Mozafar, A. (1993) Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: a review. *Journal of Plant Nutrition* 16, 2479-2506.
- 27) Rosen, J.D. (2008) *Claims of Organic Food's Nutritional Superiority: a Critical Review*. American Council on Science and Health. New York, NY, USA, 13 s. [http://www.acsh.org/docLib/20080723\\_claimsorganic.pdf](http://www.acsh.org/docLib/20080723_claimsorganic.pdf).
- 28) Rusch, H.P. (1978) *Bodenfruchtbarkeit. Eine Studie biologischen Denkens*, 3 utg. Haug Verlag, Heidelberg, Tyskland, 243 s.
- 29) Smith-Spangler, C., Brandeau, M. L., Hunter, G.E., Bavinger J. C., Pearson, M., Eschbach, P.J., Sundaram, V., Liu, H., Schirmer P., Stave, C., Olkin, I. & Bravata, D.M. (2012) Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives? A Systematic Review. *Annals of Internal Medicine* 157, 348-366.
- 30) Steiner, R. (1924) *Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft (Spiritual Foundations for the Renewal of Agriculture)*. Rudolf Steiner Nachlassverwaltung, 5 utg. 1975, Dornach, Schweiz, 256 s.
- 31) Tinker, P.B. (2000) *Shades of Green – A Review of UK Farming Systems*. Royal Agricultural Society of England (RASE). Natural Agricultural Centre, Stoneleigh Park, Warwickshire, England, 100 s.

- 32) Trewavas, A. (2004) A critical assessment of organic farming-and-food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture. *Crop Protection* 23, 757-781.
- 33) Woese, K., Lange, G., Boess, C. & Bögl, K.W. (1997) A comparison of organically and conventionally grown foods – results of a review of the relevant literature. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 74, 281-293.
- 34) Åberg, B. & Ekdahl, I. (1948) Effect of nitrogen fertilization on the ascorbic acid content of green plants. *Physiologia Plantarum* 1, 290-329.



## 5

### Hur går det med markens bördighet och uthålliga produktionsförmåga?

Bördiga jordar, det vill säga vitala jordar med en hög produktionsförmåga, kännetecknas av ett gott näringstillstånd, god vattenhållande förmåga, bra markstruktur, lämpligt pH-värde och ett uppbyggt förråd av organiskt material i marken.<sup>25</sup> För att skördarna inte ska sänkas och för att uthålligt kunna producera tillräckligt med mat måste jordarnas bördighet bevaras och helst förbättras. Detta uppnås om några grundläggande betingelser uppfylls:

- Växtnäring bortförd med jordbruksprodukter måste ersättas så att förrådet av växttillgänglig näring i marken inte minskar
- Konkurrerande ogräsförekomst måste hållas i schack
- Markbundna skadeorganismer som orsakar växtsjukdomar får inte ges tillfälle att förökas
- Markstrukturen får inte försämrats.

Sker ingen kompensation för växtnäringsuttag och näringsläckage utarmas jordar successivt och skörden blir lägre på grund av brist på enskilda växtnäringsämnen – jämför uttrycket ”Ebberröds bank”, en vanskött verksamhet där underskott betalas med kapi-

talet. Lika viktig är markstrukturen som avgör rotutvecklingen hos växter. Täta och kompakterade jordar missgynnar rotutvecklingen och minskar vatten-, luft- och växtnäringsutnyttjandet. En annan viktig komponent i ett uthålligt lantbruk är att vi effektivt recirkulerar växtnäring från städernas avfall tillbaka till odlingsmark i så stor utsträckning som möjligt, samt att vi försörjer grödan med tillräcklig växtnäring.

Nedan klargörs hur ekologisk odling påverkar markens bördighet och uthålliga produktionsförmåga, samt vilka problem som finns. Det hävdas att om man odlar ekologiskt så är detta en garanti för en uthållig produktion<sup>13</sup> och att detta inte skulle vara fallet vid konventionell odling – stämmer det?

### **Olika syn på gödsling**

Synen på hur man ska gödsla skiljer sig mellan ekologisk och konventionell odling och bottnar i olika förståelse för hur mark-växtsystemet fungerar. Inom ekoodlingen betonas gödsling av marken så att bördiga jordar förser grödan med all nödvändig näring. Grödan ska inte gödslas direkt utan indirekt genom att organiska gödselmedel eller obehandlade mineraler bryts ned respektive vittras i marken varvid närsalter frigörs. Tanken är att det finns ett harmoniskt samspel mellan mark och gröda som möjliggör en optimal näringsfrigörelse. Inom konventionell odling betonas både grödans behov och markens bördighet, och gödsling ska först och främst tillgodose grödors produktionsförmåga genom tillförsel av av rätt typ och mängd av växtnäring baserad på förväntad skörd och markanalys.

Föreställningen att indirekt gödsling sker genom förbättring av markens bördighet, vilket garanterar optimal näringsleverans till grödor, bygger inte på vetenskaplig grund. Markens kemiska och biologiska processer bestämmer leveransförmågan och processerna drivs bland annat av markens temperatur, fukt, mikrobiell omsättning och mineralogisk sammansättning. Jordars förmåga

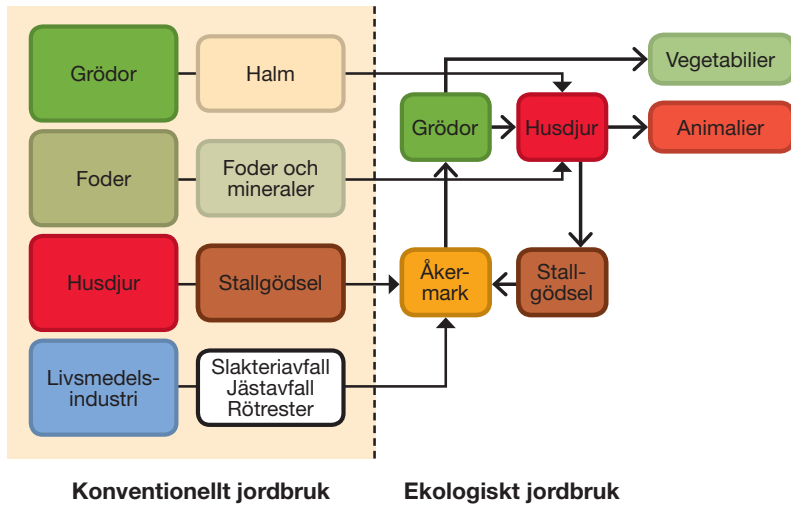
att leverera näring varierar dessutom över åren och marken levererar i regel inte tillräcklig mängd av alla näringsämnen för grödors behov.<sup>20</sup> Inom konventionell odling ligger därför fokus på att förse grödorna med tillräcklig näring efter deras produktionsförmåga och att dessutom förbättra markbördigheten.

### **Markens bördighet förändras långsamt**

Förändringar i markens bördighet sker mycket långsamt. Både uppbyggnad och utarmning av växtnäringsförrådet i marken kan oftast först mätas efter 5–10 år och sträcker sig över flera decennier.<sup>16, 23</sup> Detta gör det omöjligt att dra slutsatser om bördighetsförändringar och långsiktiga avkastningseffekter efter bara några få års studier. Därför finns det fältförsök som bedrivits under lång tid runt om i världen, vilka har visat att en anpassad gödsling med både organiska och mineraliska gödselmedel, samt lämpliga brukningsåtgärder, förbättrar markens bördighet.

I en norsk studie i Apelsvoll såg man skördesänkningar i ekologisk odling först efter 10 år.<sup>8</sup> Om man hade avbrutit försöket innan dess hade fel slutsatser dragits. Vid försökets början hade man mycket höga halter av organiskt material som gav höga skördar under flera år genom att jorden levererade mycket näring. När en del av mullkapitalet hade förbrukats blev skördarna allt lägre.

När det gäller ekologiska gårdar med enbart växtproduktion och utan djurhållning är bortförseln av växtnäringsämnen, såsom fosfor och kalium, i genomsnitt större än tillförseln, vilket gör att jordar utarmas.<sup>4, 10</sup> Beräkningar från ekologiska växtodlingsgårdar i Sverige och andra europeiska länder har visat på ett underskott av 7 kilogram fosfor och 22 kilogram kalium per hektar och år.<sup>20</sup> Långsiktigt kommer därför ekojordarna att tömmas på växttillgänglig näring och det är nästan omöjligt att upprätthålla bördigheten i ekologiska system utan djur. Även om jordarna inte utarmas då godkända ekologiska gödselmedel kan köpas in till gården,<sup>9, 32</sup> så är dessa gödselmedel oftast svårslösliga och tillgäng-



**FIGUR 11.** Det ekologiska jordbruket är beroende av en överföring av produkter från konventionellt jordbruk för att försörja grödor och husdjur med näring. Utan konventionell odling skulle det inte finnas tillräckliga mängder av dessa produkter.

ligheten av växtnäringsämnen i marken förbättras inte.<sup>19, 24</sup> Ibland hävdas det att ekoodlingen leder till ökande mullhalter och att odling av grüngödslingsgrödor kan förbättra mullbalansen, men så är inte fallet.<sup>10</sup> Lägre skörd genererar mindre skörderester i form av rötter och ovanjordiska växtdelar som mullråämnen. Det leder till att mängden mull på ekogårdar utan djur istället sjunker beroende på en lägre skördenivå.<sup>22</sup>

Situationen är annorlunda för ekologiska gårdar med djurhållning. I stort sett är det balans mellan tillförsel och bortförsel av växtnäring beroende på att dessa gårdar ofta köper in mineral- och andra fodermedel, samt halm och olika organiska gödselmedel.<sup>4, 9, 26, 27, 32</sup> Genom inköp av dessa produkter sker ett väsentligt tillskott av växtnäringsämnen som i regel har sitt ursprung i konventionell produktion (Figur 12). Detta gör att ekologiska djurgårdar är del-

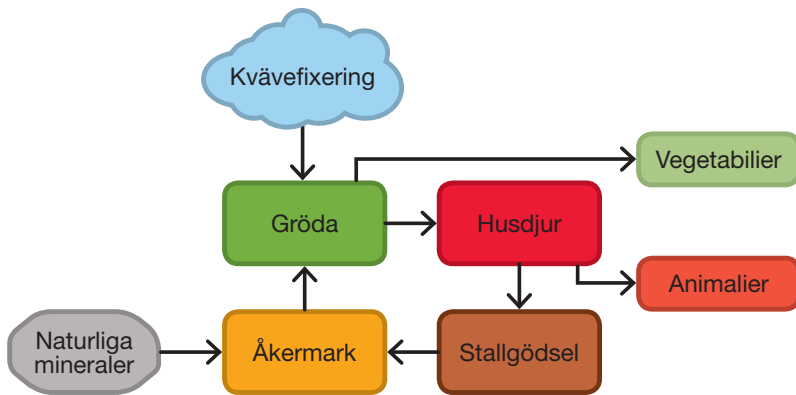
vis beroende av växtnäring från mineralgödsblad produktion. En ytterligare förekommande situation är att djurhållningen på gården drivs konventionellt medan växtodlingen drivs ekologiskt. På så sätt blir konventionellt foder källan till stallgödsel som används i ekoodling. Reglerna för vilka typer av gödselmedel som får tas in till ekogården från konventionellt jordbruk diskuteras och ändras över tid. I den mån naturliga betesmarker nyttjas tillförs en mindre mängd näring också därifrån till försålda animalier.

*Det ekologiska lantbruket behöver produkter från konventionell produktion för sin växtnäringsförsörjning. Trots inköp av konventionella produkter är det omöjligt att långsiktigt upprätthålla bördiga och produktiva jordar vid ekologisk växtproduktion. Skulle allt jordbruk ställas om till ekologisk produktion skulle inga produkter kunna köpas från konventionell produktion överhuvudtaget.*

### **Hur försörjs växter med näring och hur recirkuleras den inom ekoodlingen?**

En väsentlig skillnad mellan ekologiska och konventionella system är att det enbart används stallgödsel, kompost, gröngödsel och ej kemiskt förändrade mineraler i ekologiska system, medan det används både organiska och mineralgödselmedel i de konventionella. Inom ekologisk odling anses det att genom recirkulation av växtnäring på gården, tillförsel av luftkväve via kvävefixerande baljväxter, tillförsel av obehandlade mineral samt markens mineralvittring täcks grödors behov och markens näringsleverans bevaras (Figur 12).<sup>13</sup> I den biodynamiska odlingen ska en gård vara en självförsörjande enhet utan behov av att köpa in någon växtnäring eller något djurfoder till gården.<sup>15, 29</sup>

Men för de flesta jordarna räcker inte dessa mekanismer till för att bevara bördigheten med nuvarande avkastningsnivå. När



**FIGUR 12.** Den ideala bilden av växtnäringsförsörjning i ekologiskt jordbruk.

man refererar till ekologiska gårdar med höga skördar som bevis för en tillräcklig näringsförsörjning, så ligger dessa oftast på jordar med ett naturligt högt näringsinnehåll. Sådana jordar kallas för organogena jordar eller mullrika mineraljordar. Dessa jordar utgör dock ett undantag då näringsförråd som byggts upp under årtusenden kan exploateras och räcka till för att försörja grödan med mycket näring under flera årtionden utan gödsling. Dessa jordar utgör mindre än 10 procent av Sveriges åkerareal och representerar inte merparten av jordbruksmarken.<sup>3</sup>

Kväve är det viktigaste näringsämnet för en gröda och behövs för proteinsyntesen. På ekologiska gårdar sker kväveförsörjningen huvudsakligen genom baljväxter. Baljväxter kan binda kvävgas från luften för sin kväveförsörjning och behöver ingen tillförsel från marken eller via gödsel. Växten tar hjälp av kvävefixerande bakterier som lever i baljväxtens rötter, som i symbios försörjer växten med kväve. Denna biologiska process kallas därför symbiotisk kvävefixering. Baljväxter ingår som mycket viktiga grödor i växtföljden dels som fodergrödor (klöver eller lusern), som ges till nötkreatur vars gödsel sprids på åkern, dels genom ärter och bönor för humankonsumtion och dels som gröngödslingsgrödor.

Skörderester från baljväxter ska dessutom försörja andra grödor i växtföljden med kväve när de förmultnar i marken. En baljväxtgröda kan årligen binda i storleksordningen 400 kilogram kväve per hektar<sup>7</sup>, medan en vanlig kvävegiva till en konventionellt odlad gröda är cirka 100 kilogram per hektar och år.

När man plöjer ner skörderester eller allt växtmaterial av baljväxter (gröngödsel) får man i regel en snabb ökning av mängden växttillgängligt kväve i marken. Ett problem är att man inte kan styra mängden kväve som fixeras biologiskt och inte heller mängden som frigörs vid nedbrytning. Det blir oftast ett överskott som efterföljande gröda inte kan ta upp. Härtill kommer att frigörelsen av baljväxtkväve även sker utanför växtsäsongen, under höst och vinter<sup>19</sup>, då risken för utlakning är stor. Följden blir att året därpå finns det inte tillräckligt med kväve kvar i marken och grödans behov kan inte tillgodoses. Det finns helt enkelt ingen bra synkroni mellan näringsfrigörelse från baljväxter vid nedbrytning och näringsupptag av nästa års gröda. Det är en vanlig vanföreställning att det finns en fin harmoni i växtnäringscirkulation i marken vid tillförsel av organiska gödselmedel, men så är inte fallet.<sup>20</sup> Kort sagt, trots att möjligheten att fånga kväve gratis från luften finns, har flera studier visat att just kväve är det näringsämne som mest påtagligt begränsar skörden i ekologisk odling på grund av svårigheten att styra fixeringen och frigörelse av kväve från den fixerande grödan.<sup>19</sup>

Ännu svårare är försörjningen av grödan med andra näringsämnen vid ekologisk odling. Att långsiktigt vara självförsörjande med fosfor, kalium och svavel är omöjligt.<sup>2, 4, 10, 26, 27, 32</sup> Att lita på vittringen för behovet av mikronäringsämnen är ingen hållbar strategi. Någon form av växtnäringsstillförsel utifrån måste ske för att undvika utarmning av marken. Bortförsel måste kompenseras med tillförsel. Den egna stallgödseln är inget tillskott utan recirkulerad växtnäring. Djuren är inga ”gödsel fabriker”, vilket det ibland ges intryck av vid plädering för ekologisk odling. Mängden växtnäring i stallgödsel blir inte större än den mängd som man har i de egna skördeprodukterna eller i fodret som man köper in till gården.

Inköp av obehandlade mineral, som är mycket svårösliga (exempelvis råfosfat som fosforgödsel) har ingen eller mycket liten växtnäringseffekt.<sup>19</sup> Likaså är näringsfrigörelsen från komposterade organiska material mycket långsam och kompost klassas därför som jordförbättringsmedel och inte som gödselmedel.<sup>21</sup> Många ekologiska odlare har insett detta och för att tillgodose grödors växtnäringsbehov köps därför flera gödselmedel och fodermedel till den ekologiska gården, som oftast har sitt ursprung i produkter från konventionell produktion. Som fosforgödselmedel används i stor utsträckning slakteriavfall (biofer) och som kaliumkälla jästavfall (vinass).<sup>24</sup> Vidare importeras fodermineral, halm och stallgödsel från det konventionella lantbruket i stor omfattning.<sup>26, 27, 32</sup> Inköpen av ovan nämnda gödsel- och fodermedel innebär en överföring av växtnäring från konventionell till ekologisk odling, vilket indikerar dess beroende av konventionell odling (Figur 11). Vid fullskalig ekoodling i Sverige skulle det inte finnas tillräckliga mängder av dessa gödselmedel och utpräglad brist på växtnäring skulle leda till ännu lägre skördar.

I det konventionella lantbruket kompenseras förluster och försäljning av skördeprodukter med inköp av mineralgödsel varvid markens långsiktiga produktionsförmåga kan upprätthållas. Tanken om självförsörjning är visserligen mycket attraktiv men i verkligheten lyder ekologiska gårdar under samma naturlagar som konventionella.<sup>30, 31</sup> Vårt tidiga jordbruk kännetecknades i hög grad av jakten på växtnäring (se kapitel 1). Skog brändes för att därefter odla grödor under en kortare period (svedjebruk). Skogsbete var vanligt. Ängar som skördades levererade näring till gården och uttrycket ”ängen är åkerns moder” myntades (slätterbruk). Man utnyttjade växtnäring från naturliga ekosystem som var större än den uppodlade marken. Mängden material räckte dock inte till för att upprätthålla bördigheten i åkermarken, samtidigt som överföringen till åkermark bidrog till utarmning av de naturliga systemen. I många u-länder är insamling av olika växtmaterial, termitjord, aska från förbränning av organiskt material



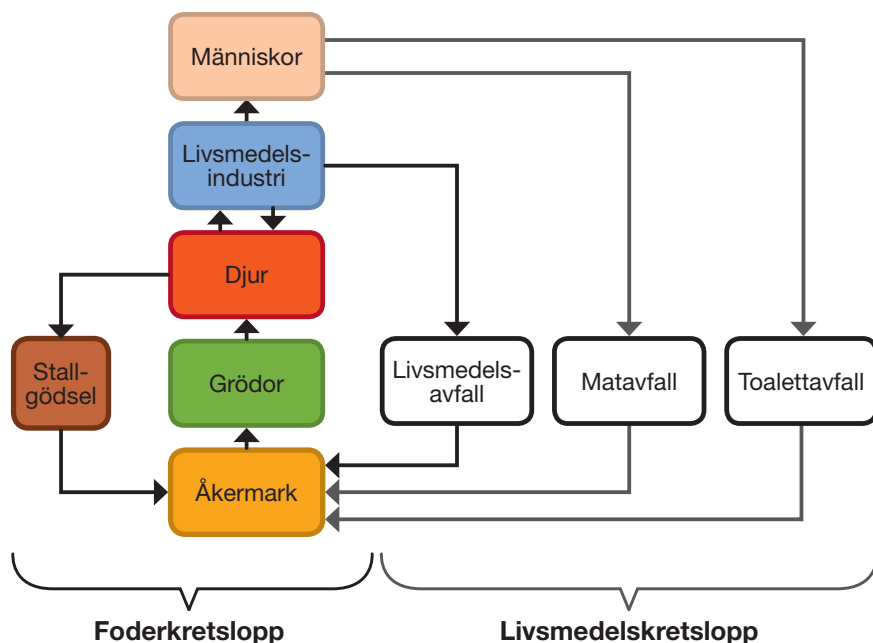
med mera fortfarande vanligt förekommande för att täcka grödors växtnäringsbehov. Jordbrukshistorien visar att markbördigheten bara marginellt kunde förbättras med naturliga medel och platsgivna resurser. Samma situation med utarmade jordar som rådde under 1800-talet i många europeiska länder finns nu i ett flertal afrikanska länder. Utarmade jordar och otillräcklig försörjning med växtnäring till grödor leder till låga skördar och livsmedelsbrist.

*Den växtnäring som tillförs i ekologiska system täcker inte grödornas produktionskapacitet eftersom frigörelsen av näring från organiska gödselmedel och obehandlade mineraler är lägre än av lättlösliga mineralgödsel. Det är en viktig förklaring till att skördarna blir betydligt lägre i ekologiska än i konventionella system.*

Återföring av växtnäring och ett fungerande kretslopp anses vara en förutsättning för ett uthålligt ekjordbruk.<sup>13</sup> Men hur ligger det egentligen till med recirkulationen?

Att återföra växtnäringen på gården på ett effektivt sätt är en allmän strävan inom allt jordbruk oavsett odlingsfilosofi. Detta sker genom att skördat foder ges till djuren vars stallgödsel återförs till åkermarken samt att skörderester som halm och rötter nedbrukas. Men som ovan påpekats är djuren inga gödsel fabriker. Den näring som finns i gödsel från djuren kan aldrig överstiga vad som tillförts via fodret. Om inget foder köps in, är det till syvende och sist skördens storlek som avgör mängden näring som finns att tillgå i stallgödseln.

Genom försäljning av grödor och animalieprodukter försvinner alltid växtnäring ur gårdens kretslopp och försäljningen innebär i regel det största utflödet av växtnäringsämnen från gården. I samhället förvandlas livsmedel till slut till avfallsprodukter i form av livsmedels-, mat- och toalettavfall. Som tidigare nämnts är ett återflöde av växtnäring från samhällets avfall till jordbruket en



**FIGUR 13.** Växtnäringskretsloppen i samhället. Returflöden av växtnäring via mat- och toalettavfall till åkermark fungerar inte trots många förbättringar.

förutsättning för uthållig produktion (Figur 13).<sup>18</sup> Ett slutet och fungerande livsmedelskretslopp, vilket innebär att den näring som går ut i samhället återförs till odlingsmarken, är lika angeläget för både det konventionella och ekologiska jordbruket men fungerar än så länge dåligt i praktiken.

Recirkulation av samhällets avfall är förknippad med risker (till exempel metaller, organiska miljögifter, smittoämnen och medicinrester i avloppsslam) och föroreningar i avfall har länge varit ett hinder för recirkulation. Lantbruket vill helst inte tillföra förorenat avfall till åkermarken eftersom bördigheten kan äventyras på längre sikt. Inom det ekologiska lantbruket råder ett för-

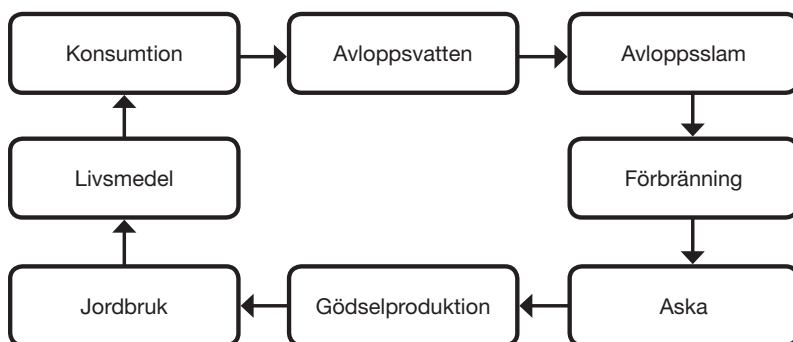
bud att återföra toalettavfall såsom avloppsslam, humanurin och slam från trekammarbrunnar. Detta gör att kretsloppstanken är synnerligen urholkad inom ekoodlingen, men växtnärlingsflöden från stad till land fungerar inte heller inom konventionell odling.

### **Framtida växtnärlingskretslopp mellan stad och land vid konventionell odling**

Befolkningstillväxt och urbanisering förändrar förutsättningarna för recirkulation av växtnärlingsämnen mellan stad och land. Tätorter är centra för konsumtion och stadsbor försörjs med livsmedel från stora jordbruksarealer ofta långt bort från städerna. Storstäderna blir dessutom allt större och många fler miljonstäder kommer att finnas inom 50 år. Växtnärlingen i livsmedel, som grödor har tagit upp från marken, hamnar i städernas avfall. Att recirkulera avfall från stora städer tillbaka till odlingsmark har dock visat sig vara mycket dyrt på grund av långa transporter samt att risken med föroreningar i avfall omkullkastar tanken att uppnå kretslopp genom recirkulation av avfall.

I de riktigt stora städerna förbränns istället avfallet för att minska avfallsberget och allt tyder på att förbränning är lösningen på att behandla avfall på ett sanitärt acceptabelt och praktiskt genomförbart sätt. Förbränning är också ett säkert sätt att bli kvitt organiska miljögifter och läkemedelsrester. Aska från avfallsförbränning kommer att vara den huvudsakliga restprodukten från städer i framtiden. I askan finns huvuddelen av växtnärlingsämnen kvar, utom kväve och svavel som försvinner vid förbränningen och går upp i rök. En mer realistisk tanke är därför att använda askor för utvinning av närlingsämnen i strävan att sluta växtnärlingskretsloppet mellan stad och land.

Vissa principiella villkor måste dock uppfyllas för att uppnå fungerande växtnärlingskretslopp mellan stad och land. Återförd växtnärling ska vara miljövänlig.<sup>17</sup> Växttillgängligheten av närlingsämnen bör vara hög för att kunna bevara markens bördig-



**FIGUR 14.** Genom att förbränna avloppsslam, utvinna näringsämnen ur askan och producera gödselmedel kan livsmedelskretsloppet i samhället slutas.

het.<sup>17</sup> Mängden växtnäring som återförs till åkermarken måste relateras till bortförslin med grödan varvid ”ersättningsprincipen” följs. Detta innebär långa transporter tillbaka till avlägsna jordbruksarealer för att inte näringsämnen ska anrikas i den åkermark som omger städer. Ytterligare ett kriterium är att återfördelningen på åkermark bör vara ekonomiskt lönsam och energimässigt gynnsam. Det är uppenbart att återföring av organiskt avfall direkt till åkermarken inte är lösningen. Utvinning av näringsämnen ur avfall för till exempel tillverkning av kretsloppsbaseade mineralgödsel, kan dock vara en möjlig framtida lösning. Sedan några år finns teknik för att extrahera fosfor utan kadmium, andra tungmetaller och övriga föroreningar från aska för att framställa rena och vattenlösliga fosforgödselmedel (Figur 14).<sup>6, 17</sup> Ett fungerande växtnäringskretslopp kan förmodligen uppnås via lättlösliga mineralgödsel framställda av organiskt tätortsavfall.

Även om förbudet mot användningen av organiskt avfall innehållande humanfekalier skulle upphävas inom ekoodlingen, är det omöjligt att uppnå kretslopp genom organiskt tätortsavfall av ovannämnda skäl. Förbudet mot lättlösliga mineralgödselmedel

är en grundpelare för det ekologiska lantbruket och det är föga troligt att kretsloppsbaseade lättlösliga mineralgödsel skulle tillåtas, då det är samma ämnen som förbjuds. Vår slutsats är att det konventionella jordbruket har de bästa förutsättningarna att kunna sluta kretsloppet stad–land.

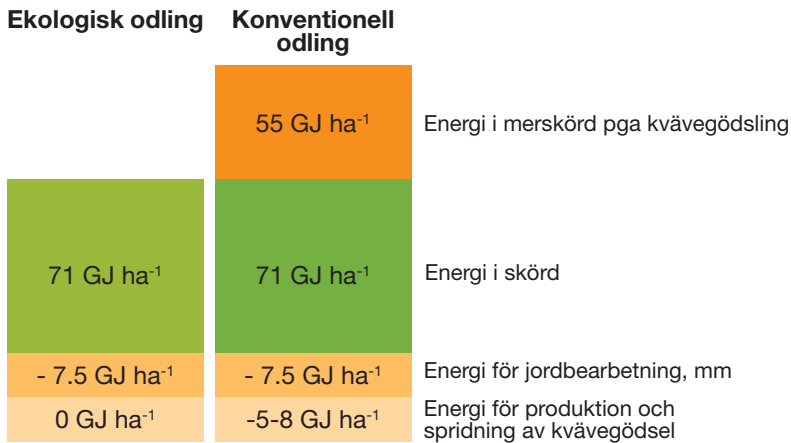
### **Det konventionella jordbrukets beroende av fossil energi för tillverkning av kvävegödsel**

Ekologisk odling betecknas ofta som en uthållig produktionsform. Uthålligheten av det konventionella jordbruket ifrågasätts däremot eftersom mineralgödsel till viss del är beroende av ändliga naturresurser och en industriell produktion, samt att syntetiska bekämpningsmedel kräver en industriell framställning. Det tas för givet att ett uteslutande av dessa produktionsmedel är en garanti för en större uthållighet och mindre miljöbelastning.<sup>28</sup>

Kvävegödselmedel tillverkas av fossil energi och det går åt relativt mycket energi. Kväve tas från luften och enbart energi behövs. Möjligheten att ersätta kvävegödsel med biologisk kvävefixering genom baljväxter, såsom i ekologisk odling, ses därför som en självklar och nödvändig lösning.<sup>13, 31</sup>

En analys av energibalansen visar dock en annan bild. Generellt sett är insatsen av energi vid odling mycket lägre än den solenergi som binds i grödan. Att gödsla med kväve är nämligen en synnerligen energipositiv åtgärd. Mängden energi som krävs för tillverkning av kvävegödselmedel är mycket lägre än den ökning av energiskörd som uppnås genom kvävegödning. I genomsnitt är energimängden i ”merskörden” 8-15 gånger större än insatsen för tillverkning av kvävegödselmedel (Figur 15).<sup>5</sup>

Det kan fortfarande hävdas att även om energibalansen är positiv så används icke förnyelsebar fossil energi som insats. Alltså kan kvävegödning inte vara en lösning för framtidens jordbruk. Ett oberoende av fossil energi är en förutsättning för att odlingen ska kunna bedrivas på ett uthålligt sätt. Fossil energi kan dock er-



**FIGUR 15.** Energibalans (Gigajoule per hektar = GJ ha<sup>-1</sup>) för växtproduktionen med kvävegödsel (konventionell) och baljväxter (ekologisk).<sup>5</sup>

sättas med förnybar energi vid tillverkning av kvävegödsel. Detta har också tidigare gjorts i Norge när elektricitet från vattenkraft har använts för produktionen istället för naturgas. Samma möjlighet finns även idag. Ett annat alternativ till fossil energi är förgasning av biobränslen. En livscykelanalys av biobränslealternativet har visat att det behövs 2,7 kilogram halm eller 2,6 kilogram energiskog (Salix) för att producera 1 kilogram kväve.<sup>1</sup> Detta innebär att cirka 1,6 ton kväve kan produceras med halm från en hektar med höstvetete. Motsvarande mängd kvävegödsel från en hektar energiskog är 3,9 ton kväve.

Detta visar att produktionen av kvävegödsel kan baseras på förnyelsebar energi. Med andra ord, framtidens jordbruk kan på ett uthålligt sätt använda kvävegödselmedel även om fossil energi blir en bristvara.



**BILD 1.** Baldersbrå och hästhov i ekologiskt höstvet, Uppland 2009.  
Foto: Holger Kirchmann.

*Genom kvävegödsling ökas växtproduktionen och mer energi produceras än vad som krävs för tillverkning, transport och spridning av kvävegödsel. Kvävegödsel kan dessutom tillverkas av förnybar energi och kommer därför att vara en hörnsten även i framtidens jordbruk.*

### **Problem med ogräs**

Om man idag reser genom sommarsverige kan man lägga märke till en markant förändring i jordbrukslandskapet. Fler och fler fält är övervuxna av olika sorters ogräs, inte minst tistlar, och grödorna står i glesa bestånd (Bild 1 och 2). Intressant är att Linné gjorde liknande iakttagelser rörande ogräs på åkrarna när han reste genom Sverige på 1700-talet. Det handlar om ekologiskt odlade fält i vilka förekomsten av ogräs kan vara lika stor eller större än grödan. Numera syns skillnaden mellan konventionellt



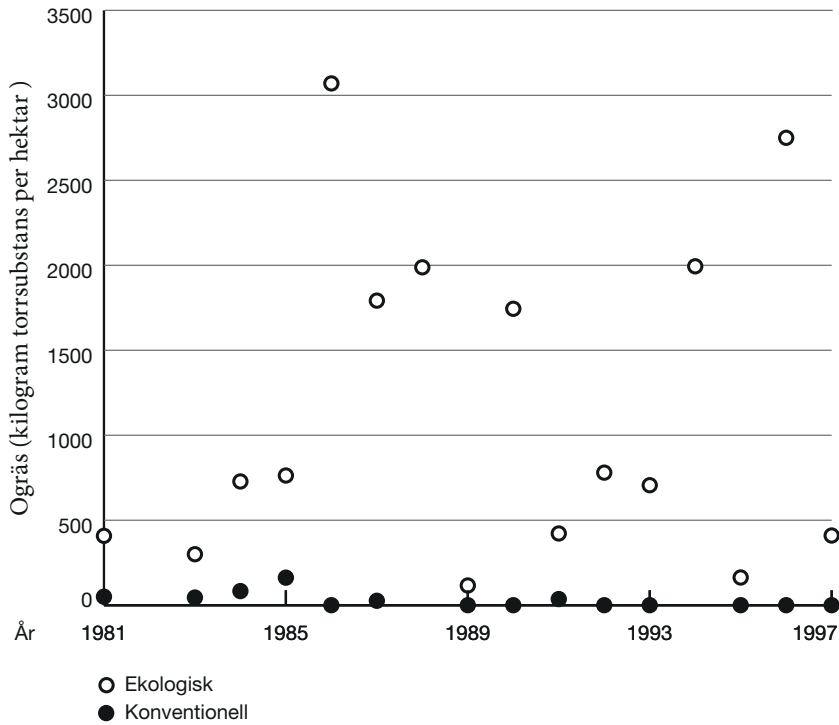


**BILD 2.** Tistlar i ekologiskt korn, Uppland 2009. Foto: Holger Kirchmann.

och ekologiskt odlade åkrar mycket tydligt eftersom det med åren har skett en successiv uppförökning av ogräsfrön i ekologiska fält efter det att man ställt om odlingen och upphört med kemisk ogräsbekämpning. Mekaniska bekämpningsalternativ har inte räckt för att hålla ogräsfloran tillbaka. Många ekodlare känner sig bakbundna i kampen mot ogräset, vilket ofta är huvudskälet till att många ekobönder till slut väljer att ge upp och gå tillbaka till konventionell odling.

I ett långliggande fältförsök i södra Sverige, där intensiv mekanisk ogräsbekämpning använts, var ogräsförekomsten upp till 3 ton biomassa (torrsubstans) per hektar när en konkurrenssvag gröda odlades. Mängden ogräs var då lika stor som själva grödan. Försöket som varade i 18 år visade också att ogräsmängden ökade över tiden vid ekodling (Figur 16).<sup>19</sup> De sista åren dominerade tistel och kvickrot. En stor uppförökning av ogräs kan ta årtion-





**FIGUR 16.** Ogräsmängden i ekologisk odling, i medeltal 1 ton torrsbstans per hektar och år, ökar med tiden medan mängden i konventionell odling förblir konstant låg.<sup>19</sup>

den att utveckla och det verkar som om detta har skett i många ekologiska svenska fält under de senaste 5–10 åren.

En uppförökning av ogräs och en stor fröbank i odlingsmarken innebär omfattande odlingsproblem. Ogräs konkurrerar med grödan om ljus, vatten och växtnäring och ger kraftiga skördesänkningar.<sup>14</sup> Ogräs hindrar grödan från att breda ut sig både ovan och under jord och tillväxten hämmas. Risken för svampangrepp ökar också i bestånd med mycket ogräs genom att gröna växtdelar håller fukt, vilket främjar svamptillväxt. Ekoodlingens

möjligheter att kontrollera ogräspopulationen verkar vara begränsad särskilt när det gäller fleråriga ogräs såsom åkertistel och kvickrot. Vad som står till buds är fler år med träda i växtföljden, intensiv jordbearbetning och till viss del vallodling. Kort sagt är ogräsrika bestånd ett hot för en uthållig produktion och en del av förklaringen till lägre skördar vid ekoodling.

### **Uthållighetsproblem**

Sammanfattningsvis kan man säga att det är svårt att upprätthålla markbördigheten, öka recirkulation av växtnäringsämnen och kontrollera ogräsförekomsten vid ekologisk odling.

Dessa svårigheter leder till vissa konsekvenser. Skördarna i ekologisk odling kommer inte att öka på sikt utan snarare bli lägre. Variationen i skörd över tid kommer att bli större vid ekologisk odling. Båda dessa förhållanden förorsakas av att markens näringsleverans till grödan (nedbrytning av mull, grön- och stallgödsel) inte kan styras i ekologisk odling utan bestäms huvudsakligen av årsmånen. En ökad risk för skördebortfall innebär naturligtvis en försämrad livsmedelssäkerhet. Det är viktigt att påminnas om att även om ekologisk odling uthålligt producerar låga skördar, så betyder detta inte att matbehovet täcks. Ordet *uthållig* i jordbrukssammanhang är bara meningsfullt att använda om det innebär en tillräcklig produktion för att täcka rådande behov av livsmedel. Samtidigt är livsmedelsproduktion inte heller uthållig om den bidrar till att miljön försämras, vilket behandlas utförligt i kapitel 6 och 7.

Varför är skördarna mycket lägre vid ekologisk än konventionell odling?

- **Lägre näringstillförsel**  
– det finns inte tillräckligt med organiska gödselmedel trots att en del gödselmedel köps från konventionellt jordbruk.

- **Lägre effektivitet av organiska gödselmedel och obehandlade mineraler**
  - organiska gödselmedel och obehandlade mineraler frigör inte växtnäring i samma utsträckning som lösliga mineralgödsel
- **Högre ogrästryck**
  - ogräs konkurrerar om vatten, näring och ljus med grödan
- **Sämre växtskydd**
  - biologiska växtskyddsmedel är oftast mindre effektiva

## Litteratur Kapitel 5

- 1) Ahlgren, S., Bernesson, S., Nordberg, Å. & Hansson, P-A. (2009) Ammonium nitrate fertilizer production based on biomass – environmental effects from a life cycle perspective. *Bioresource Technology* 99, 8034-8041.
- 2) Askegaard, M. & Eriksen, J. (2000) Potassium retention in an organic crop rotation on loamy sand as affected by contrasting potassium budgets. *Soil Use and Management* 16, 200-205.
- 3) Berglund, Ö., Berglund, K. & Sohlenius, G. (2009) *Organogen jordbruksmark i Sverige 1999-2008*. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för markvetenskap, avdelningen för hydroteknik, rapport 12. Uppsala, Sverige, 27 s.
- 4) Berry, P., Stockdale, E., Sylvester-Bradley, R., Philipps, L., Smith, K., Lord, E., Watson, C. & Fortune, S. (2003) N, P and K budgets for crop rotations on nine organic farms in the UK. *Soil Use and Management* 19, 112-118.
- 5) Bertilsson, G., Kirchmann, H. & Bergström, L. (2008) Energy analysis of conventional and organic agricultural system. I Kirchmann, H. & Bergström, L. (red.) *Organic Crop Production – Ambitions and Limitations*. Springer, Dordrecht, Nederländerna, s. 173-188.
- 6) Cohen, Y., Kirchmann, H. & Enfält, P. (2011) Management of phosphorus resources – historical, perspective, principal problems and sustainable solutions. I Kumar, S. (red.) *Integrated Waste Management Volume II*. Open Access, s. 247-268. [www.intechweb.org](http://www.intechweb.org).
- 7) Dahlin, S. & Stenberg, M. (2010) Cutting regime affects the amount and allocation of symbiotically fixed N in green manure leys. *Plant and Soil* 331, 401-412.

- 8) Eltun, R., Korsæth, A. & Nordheim, O. (2002) A comparison of environmental, soil fertility, yield, and economical effects in six cropping systems based on an 8-year experiment in Norway. *Agriculture Ecosystems and Environment* 90, 155-168.
- 9) Fowler, S.M., Watson, C.A. & Wilman, D. (1993) N, P and K on organic farms: herbage and cereal production, purchases and sales. *Journal of Agricultural Science* 120, 353-360.
- 10) Gosling, P. & Shepherd, M. (2005) Long-term changes in soil fertility in organic arable farming systems in England, with particular reference to phosphorus and potassium. *Agriculture Ecosystem and Environment* 105, 425-432.
- 11) Goulding, K., Stockdale, E. & Watson, C. (2008) Plant nutrients in organic farming. I Kirchmann, H. & Bergström, L. (red.) *Organic Crop Production – Ambitions and Limitations*. Springer, Dordrecht, Nederlanderna, s. 73-88.
- 12) GeoHive (2010) Population statistics for agglomerations over 750,000 inhabitants. [http://www.geohive.com/earth/cy\\_aggmillion2.aspx](http://www.geohive.com/earth/cy_aggmillion2.aspx)
- 13) Granstedt, A. (1985) *Naturresursbevarande jordbruk*. LT Förlag, Stockholm, Sverige, 136 s.
- 14) Håkansson, S. (2003) *Weeds and Weed Management on Arable Land: An Ecological Approach*. CABI Publishing, Wallingford, England, 274 s.
- 15) Kaffka, S. & Koepf, H. (1989) A case study on the nutrient regime in sustainable farming. *Biological Agriculture and Horticulture* 6, 89-106.
- 16) Kirchmann, H., Börjesson, G., Schön, M., Hamner, K. & Kätterer, T. (2013) Properties and classification of soils of the Swedish long-term fertility experiments. VII. Changes in subsoil properties after 50 years of

nitrogen fertilizer application. *Acta Agriculturae Scandinavica Soil and Plant Science Section B* 63, 25-36.

- 17) Kirchmann, H. & Cohen, Y. (2011) Fosforåtervinning ur avloppssystem i framtiden – rena och växttillgängliga produkter. I Johansson, B. (red.) *Återvinna fosfor – hur bråttom är det?* Formas Fokuserar. Edita AB Tryck, Stockholm, Sverige, s. 321-338.
- 18) Kirchmann, H., Bergström, L. & Andersson, R. (2010) Uthållig matproduktion på tre ben – mängd, kvalitet och miljö. I Johansson, B. (red.) *Jordbruk som håller i längden*. Formas Fokuserar. Edita AB Tryck, Stockholm, Sverige, s. 91-111.
- 19) Kirchmann, H., Bergström, L., Kätterer, T., Mattsson, L. & Gesslein, S. (2007) Comparison of long-term organic and conventional crop-livestock systems in a previously nutrient-depleted soil in Sweden. *Agronomy Journal* 99, 960-972.
- 20) Kirchmann, L., Kätterer, T. & Bergström, L. (2008) Nutrient supply in organic agriculture – plant- availability, sources and recycling. I Kirchmann, H. & Bergström, L. (red.) *Organic Crop Production – Ambitions and Limitations*. Springer, Dordrecht, Nederländerna, s. 89-116.
- 21) Kätterer, T., Börjesson, G. & Kirchmann, H. (2014). Changes in organic carbon in topsoil and subsoil and microbial community composition caused by repeated additions of organic amendments and N fertilisation in a long-term field experiment in Sweden. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 189, 110-118.
- 22) Leifeld, J. & Fuhrer, J. (2010) Organic farming and soil carbon sequestration: what do we really know about the benefits? *Ambio* 39, 585-599.

- 23) Løes, A.K. & Øgaard, A.F. (2001) Long-term changes in extractable soil phosphorus (P) in organic dairy farming systems. *Plant and Soil* 237, 321-332.
- 24) Lundström, C. & Lindén, B. (2001) *Kväveeffekter av humanurin, Biofer och Binadan som gödselmedel till höstvet, vårvete och vårkorn i ekologisk odling*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för jordbruksvetenskap Skara. Serie B, Mark och växter; rapport 8. Skara, Sverige, 52 s.
- 25) Naturvårdsverket (1994) *Markens bördighet. Vad är bördighet och hur påverkas den?* Rapport 4337. Naturvårdsverket förlag, Stockholm, Sverige, 150 s.
- 26) Nowak, B., Nesme, T., David, C. & Pellerin, S. (2013) To what extent does organic farming rely on nutrient inflows from conventional farming? *Open Access, IOP Publishing, Environmental Research Letter* 8, 044045.
- 27) Nguyen, M.L., Haynes, R.J. & Goh, K.M. (1995) Nutrient budgets and status in three pairs of conventional and alternative mixed cropping farms in Canterbury, New Zealand. *Agriculture Ecosystems and Environment* 52, 149-162.
- 28) Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, F.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, D., Crutzen, P. & Foley, J. A. (2009) A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472-475.
- 29) Steiner, R. (1924) *Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft (Spiritual Foundations for the Renewal of Agriculture)*. Rudolf Steiner Nachlassverwaltung, 5 utg. 1975, Dornach, Schweiz, 256 s.

- 30) Stockdale, E.A., Shepherd, M.A., Fortune, S. & Cuttle, S.P. (2002) Soil fertility in organic farming systems – fundamentally different? *Soil Use and Management* 18, 301-308.
- 31) Watson, C.A., Atkinson, D., Gosling, P., Jackson, L.R. & Rays, F.W. (2002) Managing soil fertility in organic farming systems. *Soil Use and Management* 18, 239-247.
- 32) Wieser, I., Heß, J. & Lindenthal, T. (1996) Nutrient balances on organically managed grassland farms in Upper Austria. *Die Bodenkultur* 47, 81-88.



## 6

### Hur påverkar ekologisk odling våra vatten?

En dominerande uppfattning som har framförts av företrädare för ekologisk odling under lång tid är att ekoodlingen är bättre för våra vatten.<sup>11</sup> Växtnäringsläckage till yt- och grundvatten, vilket kanske är jordbrukets största miljöproblem idag, anses minska vid ekoodling.<sup>10</sup> Ekoodling har också presenterats som en lösning för att minska jordbrukets belastning av växtnäringsämnen på Östersjön.<sup>11</sup> Påverkan av jordbruket på Östersjön är nämligen stor. Beräkningar visar att ungefär 50 procent av utsläppen från mänskliga aktiviteter av både fosfor och kväve kommer från jordbruket.<sup>8</sup> Vi måste därför påtagligt sänka växtnäringsförlusterna från jordbruket för att rädda våra vatten, trots att det redan har gjorts stora insatser på det området. Det ges stora miljestöd till ekoodling bland annat med syfte att förbättra vattenkvaliteten i våra hav, sjöar och vattendrag.<sup>16</sup> Finns det vetenskaplig grund till denna positiva syn på ekoodlingens fördelar för vattenmiljön?

#### **Näringsförluster från jordbruksmark**

Under många år har man satt stort hopp till att ekologisk odling skulle vara lösningen på problemet med växtnäringsläckage. 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.<sup>1, 7, 13, 14, 17</sup> En viktig förklaring är att användningen av organiska kvävegödselmedel (exempelvis stallgödsel, grüngödslingsgrödor och slakteriavfall) istället för mineralgödselmedel ger upphov till större kväveläckage, vilket är känt sedan länge.<sup>2</sup> Det beror på att kväve i organiska gödselmedel utnyttjas sämre av grödan än mineralgödselkväve eftersom kvävet till stor del är organiskt bundet och inte vattenlösligt och direkt växttillgängligt. 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. Kvävefrigörelsen från organiska gödselmedel sker då materialet bryts ned och styrs av fukt och temperatur i marken. Kvävet kan därför även bli tillgängligt när grödan är skördad, till exempel under hösten, och kan då lätt lakas ut då nederbörden är hög.

Grundproblemet är detsamma för såväl konventionell som ekologisk odling men är större för det ekologiska lantbruket beroende på att näringsförsörjningen mest sker i form av stallgödsel eller nedbrukade vall- och grüngödslingsgrödor.<sup>5,6</sup> I konventionell odling kompletteras stallgödseln med mineralgödselmedel som täcker 70 procent av konventionella gröders kvävebehov. Använder man mineralgödselmedel kan man lätt styra kvävetillförseln efter grödans behov, vilket påtagligt sänker utlakningsrisken. I svenska fältförsök, där man mätt utlakning från ekologiska och konventionella system, finner man helt logiskt att kväveläckaget blir större från ekologiska system och minst från konventionell odling utan stallgödsel (Tabell 11).<sup>1, 17</sup>

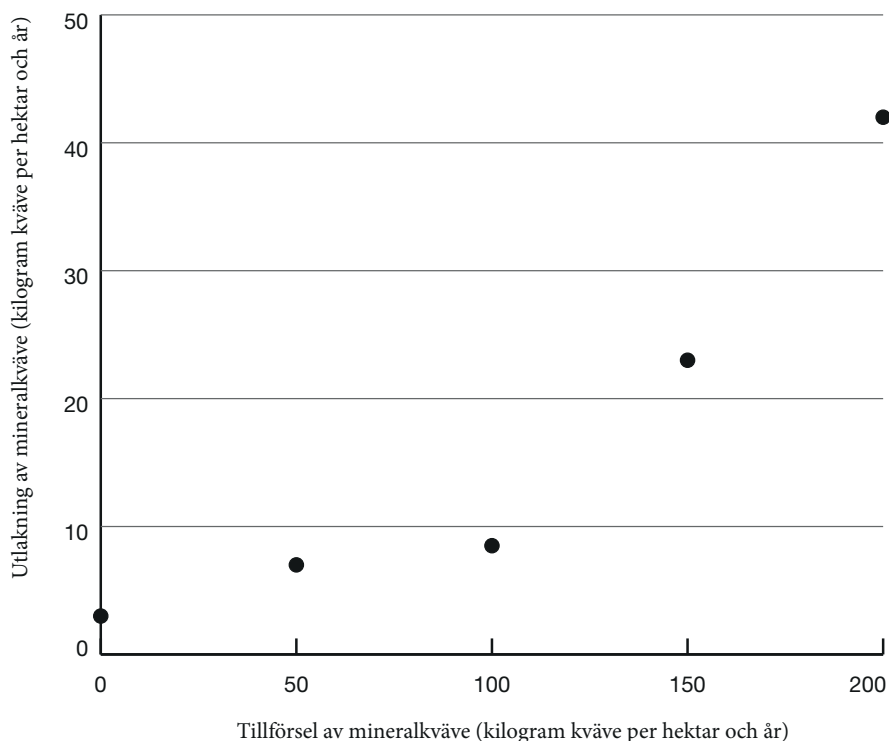
Tar vi dessutom hänsyn till att skördarna oftast är mycket lägre vid ekologisk produktion blir förlusterna per producerad enhet betydligt större från den ekologiska åkern.<sup>13</sup> Om man beaktar att samma mängd mat måste produceras blir skillnaderna mycket tydliga. Utlakningen per samma mängd mat blir ungefär 4 gånger större från ekologisk än konventionell odling, vilket visats i långliggande fältförsök. Det är just dessa mått – hur stort läckaget är

**TABELL 11.** Utlakning av kväve från ekologiska och konventionella odlingsystem utan djur.<sup>16</sup> De angivna siffrorna är årsmedelvärden från sex-åriga växtföljder.

Skörd och kväveutlakning	Ekologisk	Konventionell
Skörd (ton torrsubstans per hektar)	2,0	6,1
Kvävehalter i utlakningsvatten (milligram kväve per liter)	12	7
Kväveutlakning (kilogram kväve per hektar)	34	25
Kväveutlakning per skördad enhet (kilogram kväve per ton)	17	4,1
Kväveutlakning vid samma mängd skörd som i konventionell odling (kilogram kväve)	103,7	25

per produkt eller per samma mängd produkt – som visar den verkliga miljöpåverkan av de olika odlingsystemen (Tabell 11).

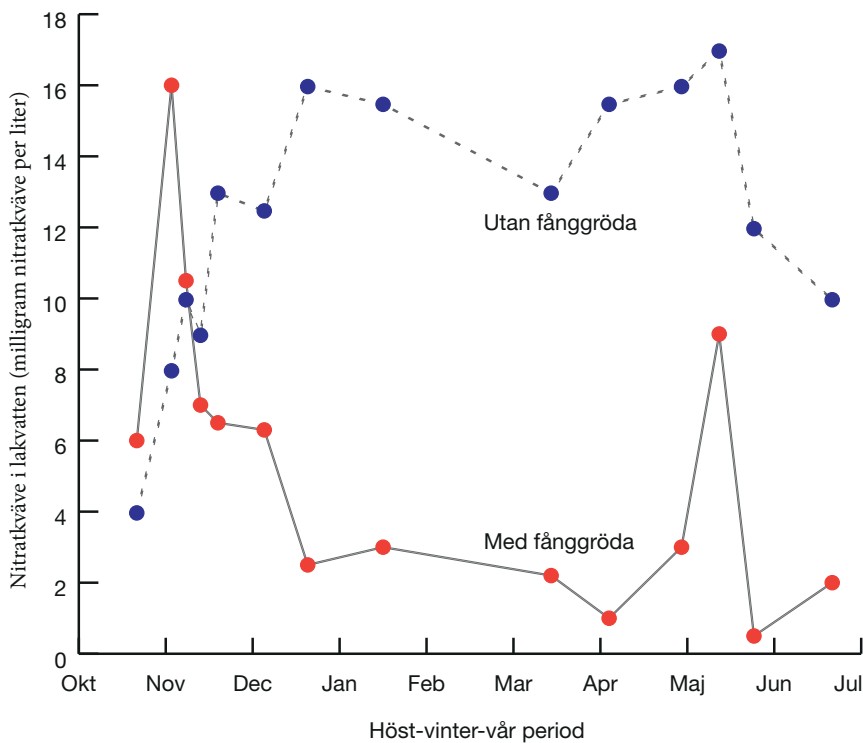
Det finns uppfattningar om att lättlösligt kväve som tillförs med mineralgödsel rinner rätt igenom marken och därigenom skulle bidra till övergödning av våra vattendrag. Detta kan ske i enstaka fall då gödselgivan påtagligt överstigit grödans behov eller enstaka år då mycket stor nederbörd faller i samband med vårbruket, vilket dess bättre sällan sker. År 1980 var till exempel ett sådant år. Flera försök har dock visat att om man ger kvävegödselgivor i mängder som motsvarar grödans kvävebehov, blir utlakningen inte större än från ogödslad mark (Figur 17).<sup>3</sup> En ytterligare förbättring är att dela upp gödselgivan i mindre portioner under växtsäsongen och på så vis anpassa den till grödans behov under det enskilda året.<sup>15</sup> Det finns idag även ett flertal utlakningssänkande motåtgärder som tillämpas och dessutom får statliga miljöstöd, exempelvis odling av fånggrödor i södra Sverige och anläggning av våtmarker i jordbrukslandskapet. Dessa åtgärder har alla visat sig vara synnerligen effektiva utan att medfö-



**FIGUR 17.** Utlakning av mineralkväve vid stigande mängder mineralgödsel i ett försök från västra Sverige.<sup>3</sup> Figuren visar tydligt att gödsling över normalgiva (ca 80 kilogram kväve) ökar utlakningen drastiskt.

ra alltför stora kostnader.<sup>4</sup> En effektiv fånggröda som rajgräs kan halvera utlakningsförlusterna av kväve från sandjordar i södra Sverige, med åtföljande sänkning av nitrathalterna i avrinnande vatten (Figur 18).

I ekologiska system utan djur, där inga kvävefixerande vallgrödor odlas och ingen stallgödsel finns, måste kvävefixerande gröngödslingsgrödor läggas in i växtföljden för att förse övriga grödor med kväve. En sådan gröda odlas vart tredje eller fjärde år, vilket



**FIGUR 18.** Nitratkvävehalter i utlakningsvatten från en sandjord i södra Sverige med och utan fånggröda.<sup>4</sup> Fånggrödor är ett exempel på en effektiv miljöåtgärd för att minska utlakning av kväve från åkermark.

innebär att det dessa år inte skördas någon gröda. Om man tar hänsyn till att år utan skörd ytterligare sänker produktionen sett över flera år, till exempel i en växtföljd, blir kväveläckaget per produktenhet ännu större från ekologiska odlingssystem med grön-gödslingsgrödor.

När det gäller fosfor, som är det näringsämne som man idag talar mest om i samband med övergödning av våra vatten, finns inga klara och entydiga skillnader i utlakningsrisk mellan ekolo-

gisk och konventionell odling räknat per hektar.<sup>1, 17</sup> Tar vi däremot hänsyn till att skördarna bara är cirka hälften så stora vid ekologisk produktion blir fosforförlusterna per producerad enhet eller per samma mängd produkt större från den ekologiska åkern. Som har påpektas ovan är det just dessa mått som anger belastningen på miljön (Tabell 11).

Användningen av grüngödslingsgrödor i ekologiska system bidrar till att öka risken för fosforförluster. På vintern är det nämligen stor risk för att grüngödslingsgrödans – liksom vallens – växtceller fryser sönder varvid löst fosfor frigörs och kan avrinna under vårens snösmältning. När det gäller åtgärder mot fosforförluster är kunskapsläget sämre än för kväve, men det pågår idag ett intensivt forskningsarbete för att finna effektiva metoder att sänka fosforförlusterna från åkermark. Det finns därmed goda förutsättningar för att nya motåtgärder kommer att lösa fosforproblematiken framöver.

I slututvärderingen av det förra miljö- och landsbygdsprogrammet (LBU, 2000–2006), som gjordes av Sveriges lantbruksuniversitet<sup>16</sup>, konstaterades att riktade problemorienterade miljöstöd, till exempel stödet till fånggrödor, kantzoner och våtmarker, ger bättre och kostnadseffektivare resultat jämfört med generella stöd till hela odlingssystem såsom till ekologiska produktionsformer. Att reducera kväveläckaget med 1 kilogram per hektar och år genom ekologisk odling kostar ungefär 1 500 kronor, medan att åstadkomma samma effekt med hjälp av fånggrödor och våtmarker kostar i storleksordningen 100 kronor.

*I framtidens jordbruk kombineras behov av produktion med maximal miljöhänsyn. Nya miljövårdsåtgärder testas och utvecklas och enbart metoder med bevisad effekt bör ges ekonomiskt stöd.*

## Bekämpningsmedel

En annan påtaglig skillnad mellan ekologisk och konventionell odling är, som påpekats tidigare, användningen av kemiska bekämpningsmedel. Det är dock viktigt att komma ihåg att substanser med pesticidegenskaper även används inom ekologisk odling och även ekologiska produkter kan innehålla bekämpningsmedelsrester.

Bekämpningsmedel används för att komma tillrätta med problem med ogräs, insektsangrepp och olika växtsjukdomar på åkermarken. När bekämpningsmedel hamnar utanför åkern, till exempel i åar, sjöar och grundvatten, medför dessa alltid en risk. Sådan oönskad spridning till miljön har uppmärksammats i flera skrifter alltsedan bekämpningsmedel började användas i jordbruket. Det kanske mest kända exemplet är boken *Silent Spring* som skrevs av Rachel Carson 1962 i vilken hon beskriver de negativa effekterna av framförallt DDT och Lindan på främst insekter och fåglar.<sup>9</sup> Den största risken för att få negativa effekter av bekämpningsmedel på miljön uppstår vid själva spridningstillfället. Genom avdunstning och vindavdrift kan bekämpningsmedel spridas utanför åkern och hamna i ytvatten eller på angränsande naturmarker. På så sätt kan till exempel fältvilt och fåglar påverkas genom att viktiga födoväxter och insekter försvinner. En annan viktig orsak till spridning av bekämpningsmedlen i miljön är olika punktkällor. Exempel på sådana källor är spill i samband med att ogrässprutan fylls eller rengörs, samt spridning på gårdsplaner och andra hårdgjorda ytor.

Försök från södra Sverige har visat att om man gör något åt dessa punktkällor, sänker man koncentrationerna av bekämpningsmedel markant i intilliggande vattendrag. Detta ger förhoppning om att man faktiskt kan minska halterna av bekämpningsmedel i våra ytvatten. När det gäller påverkan på grundvatten behövs mer forskning om hur spridning och odlingsteknik kan modifieras.

De flesta bekämpningsmedel med oönskade effekter har dock

förbjudits eller tagits bort från marknaden och risken är mycket liten att nya, olämpliga bekämpningsmedel kan slippa igenom registreringskontrollen vid Kemikalieinspektionen. Vi har idag bekämpningsmedel som är mycket noga undersökta vad gäller hälsofarlighet och negativa miljöeffekter på kort och lång sikt. Det har inte alltid varit så. Trots den rigorösa kontrollverksamheten för att undvika hälso- och miljöstörningar, går det emellertid även idag att hitta små mängder av bekämpningsmedel i såväl livsmedel som i mark, yt- och grundvatten. De halter vi hittar i svenska yt- och grundvatten är dock så låga (mindre än 1 mikrogram per liter, alltså 0,000001 gram per liter motsvarande några droppar i en stor simbassäng) att negativa effekter på vattenlevande organismer är mycket sällsynta. Dessa påverkas avsevärt mer av andra störningar som exempelvis övergödning och årensningar. Trots detta ska vi självfallet göra allt för att förhindra att bekämpningsmedel sprids utanför åkermark och hamnar i våra vatten.

*Det största problemet med bekämpningsmedlen är när dessa hamnar utanför den odlade arealen i angränsande ekosystem. Det är där miljön kan påverkas negativt av bekämpningsmedel. Moderna bekämpningsmedel blir alltmer specifika, vilket innebär att deras giftverkan begränsar sig till de organismer som de är avsedda att bekämpa.*



## Litteratur Kapitel 6

- 1) Aronsson, H, Torstensson, G. & Bergström, L. (2007) Leaching and crop uptake of N, P, and K in a clay soil with organic and conventional cropping systems on a clay soil. *Soil Use and Management* 23, 71-81.
- 2) Bergström, L. (2003) Handelsgödsel är inte den stora boven. I Johansson, B. (red.) *Formas fokuserar 1: Är eko reko?* Formas, Stockholm, Sverige, s. 39-43.
- 3) Bergström, L. & Brink, N. (1986) Effects of differentiated applications of fertilizer N on leaching losses and distribution of inorganic N in the soil. *Plant and Soil* 93, 333-345.
- 4) Bergström, L.F. & Jokela, W.E. (2001) Ryegrass cover crop effects on nitrate leaching in spring barley fertilized with  $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ . *Journal of Environmental Quality* 30, 1659-1667.
- 5) Bergström, L., Bowman, B.T. & Sims, T. (2005) Definition of sustainable and non-sustainable issues in nutrient mangament of modern agriculture. *Soil Use and Management* 21, 76-81.
- 6) Bergström, L. & Goulding, K. (2005) Perspectives and challenges in the future use of plant nutrients in tilled and mixed agricultural systems. *Ambio* 34, 280-284.

- 7) Bergström, L., Kirchmann, H., Aronsson, H., Torstensson, G. & Mattsson, L. (2008) Use efficiency and leaching of nutrients in organic and conventional cropping systems in Sweden. I: Kirchmann, H. & Bergström, L. (red.). *Organic Farming – Ambitions and Limitations*. Springer, Dordrecht, Nederländerna, s. 143-161.
- 8) Brandt, M. & Ejhed, H. (2003) *TRK, Transport – Retention – Källfördelning. Belastning på havet*. Naturvårdsverket rapport 5247. Stockholm, Sverige, 120 s.
- 9) Carson, R. (1962) *Silent Spring*. Houghton Mifflin Company, Boston, USA, 400 s.
- 10) Geber, U. (2003) Ointressant ställa handelsgödsel mot stallgödsel. I Johansson, B. (red.) *Formas fokuserar 1: Är eko reko?* Formas, Stockholm, Sverige, s. 43-47.
- 11) Granstedt, A. (2012) *Morgondagens jordbruk: med fokus på Östersjön*. Södertörn högskola, Huddinge, Sverige, 135 s.
- 12) Koepf, H. (1973) Organic management reduces leaching of nitrate. *Biodynamics* 108, 20–30.
- 13) Korsath, A. (2008) Relations between nitrogen leaching and food productivity in organic and conventional cropping systems in a long-term field study. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127, 177-188.
- 14) Korsath, A. & Eltun, R. (2008) Synthesis of the Apelsvoll system experiment in Norway – nutrient balances, use efficiencies and leaching. I Kirchmann, H. & Bergström, L. (red.) *Organic Farming – Ambitions and Limitations*. Springer, Dordrecht, Nederländerna, s. 117-142.
- 15) Kätterer, T., Eckersten, H., Andrén, O. & Pettersson, R. (1997) Winter wheat biomass and nitrogen dynamics under different fertilizer and water

regimes: application of a crop growth model. *Ecological Modelling* 102, 301-314.

- 16) LBU (2009) *Slututvärdering av miljö- och landsbygdsprogrammet 2000–2006 – vad fick vi för pengarna?* Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, Sverige, 470 s.
- 17) Torstensson, G., Aronsson, H. & Bergström, L. (2006) Nutrient use efficiencies and leaching of organic and conventional cropping systems in Sweden. *Agronomy Journal* 98, 603-615.

## 7

### Är ekologisk odling klimatsmart?

I detta avsnitt presenteras de olika växthusgaserna, processerna som leder till växthusgasutsläpp samt hur odlingsystem och gödselmedel påverkar utsläppen. För att kunna beräkna växthusgasutsläppen från ekologisk respektive konventionell produktion, måste hela produktionskedjan studeras. Att jämföra olika odlingsformer för att besvara frågan vilken som är bäst ur ett klimatperspektiv är komplicerat. Olika resultat kan erhållas beroende på vilka avgränsningar som görs vid systemjämförelsen. En helt avgörande faktor för beräkningarnas utfall är ändringar i markanvändningen – behov av mer åkermark för att producera samma mängd mat genom ekologisk odling eller friställande av åkermark för energiproduktion vid tillräcklig matproduktion genom konventionell odling.

#### Växthusgaser

Gaserna koldioxid, lustgas och metan utgör 98 procent av Sveriges växthusgasutsläpp. Dessa tre gaser har olika stark klimatpåverkande effekt. Lustgas och metan brukar omvandlas till koldioxid-ekvivalenter för att underlätta jämförelsen. Klimatpåverkan av 1 kilogram metan motsvarar då påverkan av 25 kilogram koldioxid och påverkan av 1 kilogram lustgas motsvarar 298 kilogram koldioxid. Siffrorna baseras på gasens globala uppvärmningspotential i ett 100-årsperspektiv.<sup>8</sup>

**Koldioxid** står för nästan 80 procent av de totala utsläppen av växthusgaser i världen och så även i Sverige.<sup>11</sup> Koldioxid kommer främst från användning av fossila bränslen och från biologisk nedbrytning av organiskt material. Detta diskuterar vi mera ingående i ett efterföljande avsnitt.

**Lustgas** står för 14 procent av de svenska växthusgasutsläppen och bildas främst i marken men också vid lagring och behandling av biologiskt avfall (främst gödsel) samt vid olika industriella förbränningsprocesser. Lustgas är en gasformig kväveförening som bildas genom oxidation av ammonium till nitrat (s.k. nitrifikation) men också vid reduktion av nitrat till kvävgas (s.k. denitrifikation) i marken. Även utan mänsklig påverkan produceras det lustgas i marken, till exempel i ogödslad skogs- eller betesmark. Eftersom åkermark gödslas med kväve så bildas det i regel större mängder lustgas där än i naturmark, då mer kväve finns i omlopp. Lustgasutsläppen är svåra att mäta eftersom variationen i utsläpp är mycket stor och därför beräknas ofta utsläppen. Man använder emissionfaktorer, vilket betyder att man antar att en viss procentandel av kväve blir lustgas. I den svenska klimatrappporteringen antas att procentuellt mer lustgas bildas av organiska gödselmedel än av mineralkväve i marken.<sup>11, 21</sup>

Att organiska kvävegödselmedel ger större lustgasutsläpp än mineralgödsel har flera orsaker. Gödselmedlens organiska material fungerar som energikälla för mikroorganismer och deras aktivitet ökar. Det innebär att mer nitrat bildas och som biprodukt bildas lustgas. Syrebehovet ökar också vid högre mikrobiell aktivitet och det kan lättare leda till syrebrist i marken, som i sin tur leder till reduktion av nitrat (denitrifikation) som också ger upphov till lustgas. Dessutom tar växter upp en mindre andel kväve från organiska gödselmedel än mineralgödsel och kvarblivande kvävemängder i marken kan ge upphov till lustgasavgång även efter skörd.

**Metan** utgör resterande 4 procent av de av människan förorsakade växthusgasutsläppen i Sverige och uppstår främst genom bio-

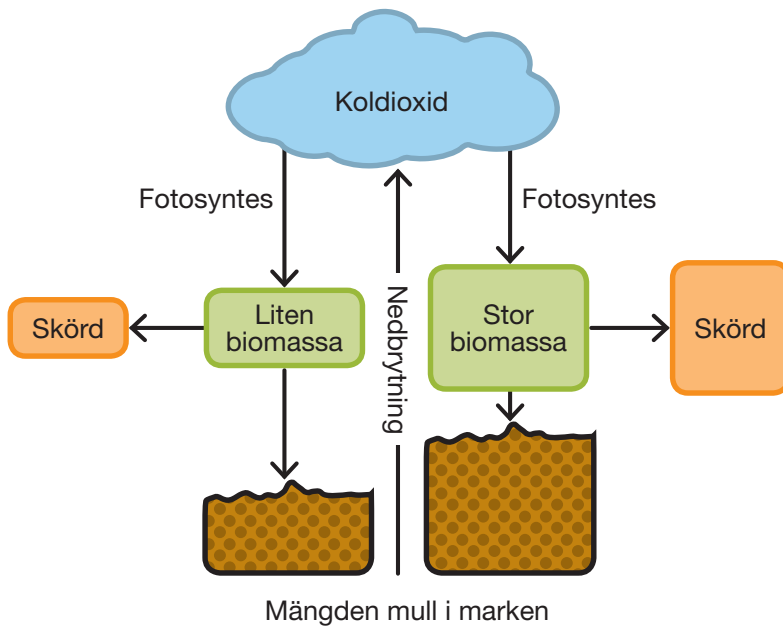
logiska processer när organiskt material bryts ned under syrefria förhållanden, exempelvis i djur och människor under matsmältningen, vid lagring av stallgödsel och i avfallsdeponier. Idisslare, och särskilt nötkreatur, alstrar större mängder metan under matsmältningen än andra djurgrupper.<sup>21</sup> Metanbildningen i djur kan i viss mån påverkas av fodrets sammansättning; mindre grovfoder och mera fett i foderstaten leder till något mindre metanproduktion. Likaså påverkar djurets produktivitet metanproduktionen. Är den lägre som den oftast är vid ekologisk produktion blir metanbildningen per producerad mängd produkt större.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att koldioxid och lustgas från mulljordar, lustgas från mineralgödsel och stallgödsel, samt metan från djurhållning utgör den största delen av jordbrukets växthusgasutsläpp. Transport, förädling, förpackning, lagring och tillagning av livsmedel utgör mindre utsläpp än produktionen av livsmedel.<sup>2</sup> Den potentiella sänkan för växthusgaser är jordbruksmark på mineraljordar.<sup>14</sup>

### **Principen för kolfastläggning i marken**

Fotosyntesen är kärnprocessen genom vilken biomassa bildas. Vid fotosyntesen tar växten upp koldioxid från luften samt vatten och näring från marken och bildar med hjälp av solenergi kolhydrater. Bindningen av koldioxid i biomassa innebär att halten i atmosfären minskar, vilket är jordbrukets principiella sätt att påverka atmosfärens sammansättning. Mer fotosyntes förutsätter en större biomassaproduktion och på så vis omvandlas mer av luftens koldioxid till biomassa (Figur 19). Alla åtgärder som ökar växtproduktionen, såsom större näringstillförsel och förbättrad vattenförsörjning, främjar bindningen av koldioxid. En större biomassaproduktion leder till mer kvarblivande rötter och andra växtrester efter skörd. På detta sätt tillförs marken mer mullråämnen och markens mullförråd kan öka.<sup>13</sup>

Växtrester, som blir kvar efter skörd, bryts dock ned och bara en



**FIGUR 19.** Mängden producerad biomassa bestämmer hur mycket mull som kan bildas i marken.

del stabiliseras som mull i marken och förblir där under en längre tid. Kolfastläggning sker när mullbildningen är större än nedbrytningen av befintlig mull. Mängden kol i marken som mull (mull består till ungefär hälften av kol) är mer än dubbelt så stor som mängden kol i atmosfären som koldioxid. Förändringar av markens mullhalt påverkar därför koldioxidhalten i atmosfären och det finns en stor potential att genom att fastlägga koldioxid som mull i jordbruksmark minska mängden koldioxid i atmosfären.

Kolfastläggning i marken bedöms ha störst potential att minska halten av växthusgaser i atmosfären.<sup>25</sup> När man pratar om klimatkompensation, så handlar det nästan alltid om en ökad biomassaproduktion, till exempel genom plantering av träd eller omläggning av odlad åkermark till permanent gräsmark eller skog. Andra åtgärder som minskar växthusgasutsläpp är effektivare recirkulation av organiska material och att låta bli att träda marken.

Däremot har minimerad jordbearbetning inte visat sig vara en effektiv åtgärd i vårt svenska klimat.

### **Kolförråd i marken vid ekologisk och konventionell produktion**

Vid en stringent jämförelse mellan ekologisk och konventionell produktion måste samma produktionsinriktningar väljas. Om olika driftsinriktningar jämförs blir slutsatser om olika odlingsformer felaktiga. Dagens ekologiska jordbruk är huvudsakligen inriktat på mjölk- och nötköttproduktion, vilket innebär att en stor andel vall odlas i växtföljden. Vall består av fleråriga växter (ofta gräs och klöver) som transporterar en stor andel av kolet som binds via fotosyntesen till rotsystemet. Dessutom växer dessa under hela växtsäsongen. Den långa växtsäsongen gör att vallen avdunstar mera vatten och skyddar marken från direkt solinställning. Marken under en vall blir därför i regel torrare och kallare än en vårsådd ettårig gröda, till exempel vete, vilket leder till långsammare nedbrytning av organiskt material. Vallgrödor är därför kända för att förbättra markens kolbalans<sup>3</sup>, vilket har lett till uppfattningen att ekologisk produktion skulle leda till högre kolhalter i marken.<sup>13</sup> Jämför man däremot en ekologisk med en konventionell gård med samma driftsinriktning, mjölk- och nötköttproduktion, blir slutsatsen annorlunda. Kolinlagringen i konventionellt odlade vallar är lika stor som i ekologiska vallar och högre skördar av övriga grödor i växtföljden vid konventionell odling leder totalt sett till en större kolinlagring.

Flera långliggande fältförsök runt om i världen visar att kolhalten i ekologiska system kan vara högre än i motsvarande konventionella system.<sup>7</sup> Detta är i motsats till vad man förväntar sig. Eftersom växtproduktionen är lägre vid ekologisk odling, och därmed mängden mullråvara som tillförs marken genom rötter och ovanjordiska skörderester, borde kolhalten i marken inte vara högre än vid konventionell odling med motsvarande driftsinrikt-



ning. Vidare visade det sig att kolhalten dessutom ökade i många ekologiskt odlade jordar men inte i de konventionellt odlade.<sup>1, 16</sup> En noggrann granskning av varje jämförande försök visade att när kolhalten i ekologiska jordar var högre och ökade, skedde en extra tillförsel av organiska gödselmedel.<sup>18</sup> Denna extra tillförsel, som dock inte gjordes i de konventionella systemen, kunde förklara högre kolhalter vid den ekologiska odlingen.

I vetenskapliga studier bör jämförelsen vara baserad på systemens villkor. Extra tillförsel i ett system men inte i ett annat ger upphov till feltolkningar. En överföring av växtnäringsprodukter genom organiska gödselmedel från konventionell till ekologisk odling är visserligen vanlig i praktisk odling (se kapitel 5) men omöjliggör en stringent vetenskaplig jämförelse.<sup>20</sup>

När ekologiska försök med oproportionerligt stora givor av organiska gödselmedel sorterades bort i ovanstående jämförelse visade det se sig att påståendet att ekologisk odling ökar markens mullhalt inte kunde bekräftas.<sup>16</sup> I de studier där växtföljden mellan systemen var jämförbara och inga extra givor av stallgödsel skedde, förekom ingen ökad kolinlagring vid ekologisk odling.<sup>17</sup>

*Att minska koldioxidhalten i luften och lägga fast kol i marken är möjligt genom att öka fotosyntesen. Detta innebär att alla åtgärder som ökar biomassaproduktionen (högre skördar, permanent vegetation) också leder till större tillförsel av kol till marken och högre mullhalt. Därför har åtgärder som främjar växtproduktionen – till exempel kvävegödsling – en positiv effekt på markens kolhalt.*

### **Kolförråd i marken med och utan kvävegödsling**

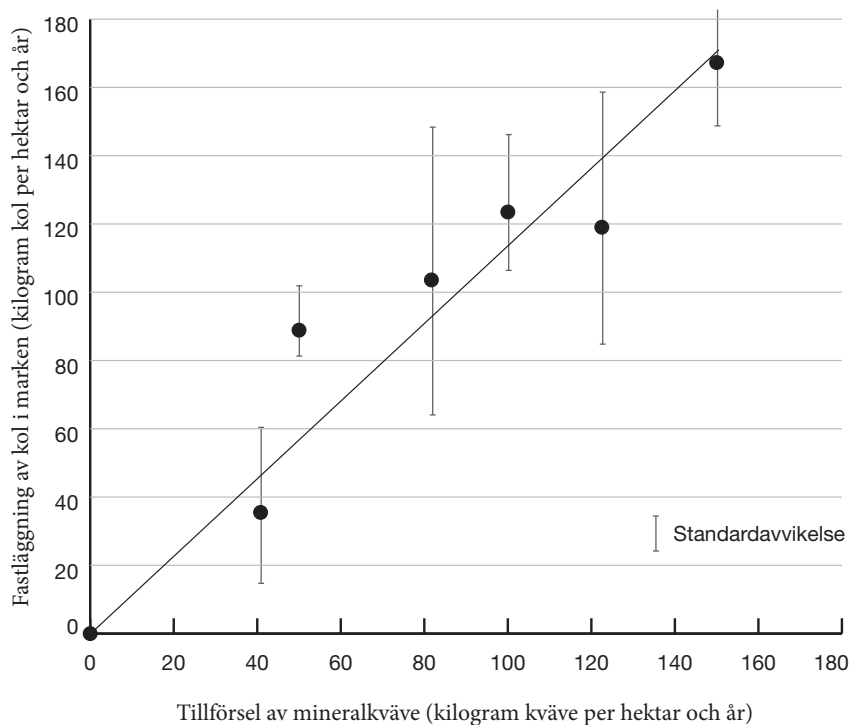
En viktig fråga är vilken roll gödsling med mineralkväve har på kolförändringar i marken. Det finns forskare som hävdar att

gödsling med mineralkväve leder till en minskning av kolhalten i marken.<sup>12, 19</sup> Deras resonemang bygger på långliggande försök där kolhalten i kvävegödslade försöksrutor har minskat över tiden medan försöksrutor med stallgödsel inte uppvisar någon nedgång i kolhalt.

En minskning av kolmängden i marken vid kvävegödsling beror på att marken redan innan försöket startades har haft en mycket hög kolhalt från tidigare markanvändning. Oftast finner man exempel på att kolmängden i marken minskar när permanent bevuxna marker, som har höga kolhalter, plöjs upp och ettåriga grödor odlas.<sup>14</sup> Mängden rötter och skörderester som tillförs genom odling av ettåriga grödor är betydligt lägre jämfört med mängden från ett permanent vegetationstäckte och resultatet blir att kolhalten minskar.

Resultaten från ogödslade behandlingar blir klagörande i denna fråga.<sup>22</sup> Vid odling utan gödsel sjunker kolhalten mest. Förklaringen till detta är en mycket lägre skörd och därmed mycket lägre tillförsel av mullråämnen vid odling utan gödsling. Kvävegödsling bromsar nedgången jämfört med en ogödslad kontroll och kolhalter förblir högre med än utan gödsling.<sup>23</sup> Att kolhalter i marken ändå i vissa fall kan minska vid kvävegödsling beror alltså inte på kvävegödsling utan på att tillförseln av kol genom växtbiomassan inte är lika stor som vid tidigare markanvändning. Detta händer till exempel vid en övergång från vall- till spannmålsodling eller uppodling av naturligt mullrika jordar.

Tillförsel av stallgödsel innebär tillförsel av mull till marken. Mängden som tillförs avgör hur stor förändringen av markens kolhalt blir i ett fält. I fältförsök kan mängden tillförd stallgödsel vara mycket hög och då kan kolhalten i marken höjas. I praktisk odling bestäms dock mängden stallgödsel som kan spridas av antalet djur på gården eller inom regionen. Beroende på försökets utgångsläge och mängden stallgödsel som tillförs kan därför kolhalten både minska och öka. Hur man sprider stallgödsel kan påverka kolhalten i enskilda fält men påverkar inte markens kol-



**FIGUR 20.** Kolfastläggning genom kvävegödsling, data från långliggande fältförsök.<sup>14</sup>

balans inom regionen. Att en ökad produktion av biomassa har störst potential att binda mer kol och ökar kolinlagringen i marken är korrekt visar sig tydligt i resultaten från långliggande fältförsök.<sup>14</sup> En ökad produktion av biomassa genom stigande kvävegödsling leder till en ökning av kolhalter i marken (Figur 20). Korrelationen mellan kvävegödsling och kolinlagring visar att 1 kilogram kväve ökar kolhalten i marken med i genomsnitt 1 kilogram kol. Data härrör från svenska försök som har legat i 50 år eller längre vilket också bekräftas av många andra långliggande fältförsök.<sup>15</sup>

Utsläpp av växthusgaser från odlingsystem kan beräknas på olika sätt:

- per areal eller tillförd mängd kväve
- per producerad produkt (skördenivån inkluderas)
- per samma mängd av producerad produkt (skördenivån och arealbehov inkluderas).

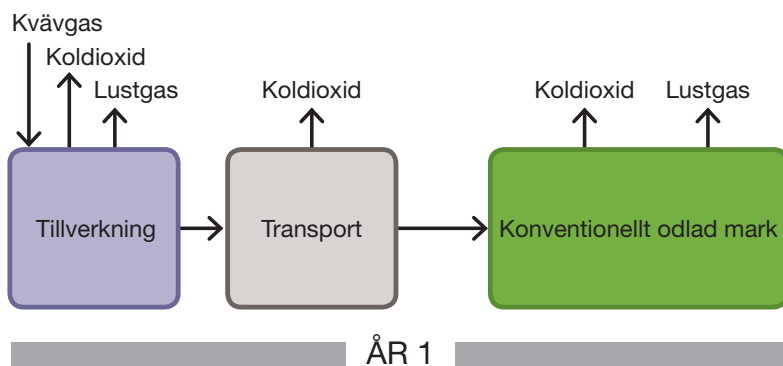
En vetenskaplig relevant beräkning förutsätter att samma mängd mat produceras. Detta förutsätter att man tar hänsyn till den extraareal som behövs för att kompensera för lägre produktion samt den alternativa användningen av friställd mark.

### **Växthusgasavgång vid gödsling med mineralkväve respektive gröngödselkväve**

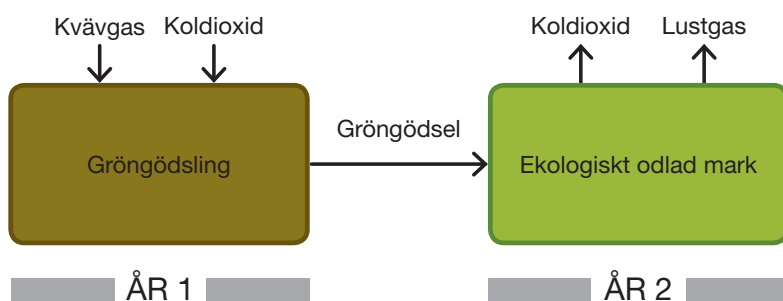
Kväve är det viktigaste näringsämnet för skördeutfallet men spelar också en central roll för hur stora utsläppen av växthusgaser blir. En central fråga som många ställer sig är därför om gödsling med mineralkväve inverkar positivt eller negativt på växthusgasutsläpp. Ger odling av baljväxter, som biologiskt binder luftens kväve med hjälp av bakterier associerade med växrötter, upphov till mindre utsläpp av växthusgaser än kemisk bindning vid tillverkning av kvävegödselmedel och användning av mineralkväve?

En vanlig föreställning är att utsläppen av växthusgaser blir större vid användning av mineralkväve än vid odling av baljväxter som gröngödsel eller i vall. Tillverkning av mineralkvävegödsel är en energikrävande process. Vid högt tryck och hög temperatur omvandlas kvävgas från atmosfären tillsammans med vätgas till ammoniak. Vätgas framställs idag av naturgas. Vid tillverkning av mineralkväve bildas koldioxid dels vid vätgasproduktionen och dels vid ammoniaksyntesen.<sup>27</sup> Sedan uppstår utsläpp för hantering och transport av gödselmedel från fabriken till fältet.<sup>27</sup> Slutligen tillkommer utsläpp respektive binding av växthusgaser vid odling (Figur 21). Om både utsläpp och fastläggning av växthusgaser inkluderas

## Mineralkväve



## Gröngödselkväve



**FIGUR 21.** Flöden av gaser vid tillverkning och användning av mineralkväve respektive vid kvävetillförsel genom gröngödsling. Gröngödsling innebär ett odlingsår då ingen gröda skördas.

blir det en negativ balans med ett nettoutsläpp av 1,7 kilogram koldioxidekvivalenter per kilogram producerat mineralkväve.

På motsvarande sätt kan man beräkna utsläpp och fastläggning av växthusgaser vid biologisk kvävefixering genom baljväxter. Baljväxter, till exempel klöver, kan odlas som gröngödslingsgrödor och fungerar som kvävekälla varvid ett år i växtföljden

används för att odla grödan som sedan plöjs ner i marken (Figur 21). Biologisk kvävefixering ger inte upphov till större utsläpp av växthusgaser än ogödslad mark så länge baljväxter växer.<sup>10</sup> Först vid nedbrytning av grüngödsel, då fixerat kväve frigörs, sker utsläpp i form av lustgas. Ammoniak, som också kan avgå vid nedbrytning av kväverika växtrester, samt större kväveläckage efter grüngödsling, bidrar indirekt till mer växthusgasutsläpp eftersom en del av både ammoniak och nitrat omvandlas till lustgas. Grüngödsling har en kväveverkan på nästa års gröda och skörden höjs. Därigenom ger grüngödsling upphov till kolfastläggning. Dessutom innebär tillförsel av grüngödsling att extra mullråmnen kommer till marken, som leder till mullbildning. Totalt sett ger grüngödsling, trots något större lustgasavgång efter nedbrukning, inte upphov till ett nettoutsläpp av växthusgaser. Balansen är positiv och motsvarande 2,5 kilogram koldioxidequivalenter per kilogram kväve kan fastläggas som grüngödsel.

Därmed skulle man kunna tro att jämförelsen är klar och tydlig – mineralkväve ger utsläpp och grüngödsel leder till fastläggning av växthusgaser räknat per insatt mängd kväve eller per kilogram skörd. Mindre utsläpp per mängd kväve eller produkt vid ekologisk odling jämfört med konventionell har ibland tolkats som bevis för att ekologisk odling är mer klimatsmart. När man uttrycker utsläpp av växthusgaser per kilogram produkt<sup>6, 11, 26</sup> tar man dock inte hänsyn till att stora skillnader i skörd oftast föreligger. Skörden är lägre med grüngödsel än med mineralkväve trots att relativt stora mängder kväve tillförs (upp till 500 kilogram kväve per hektar och år) med grüngödsel.<sup>5</sup>

***Samma skördemängd genom ekologisk odling kräver en utökning av odlingsarealen som medför stora växthusgasutsläpp***

Det behövs, som tidigare påpekats, mer odlingsmark vid grüngödsling för att få samma mängd skörd. Extraarealen för att kom-

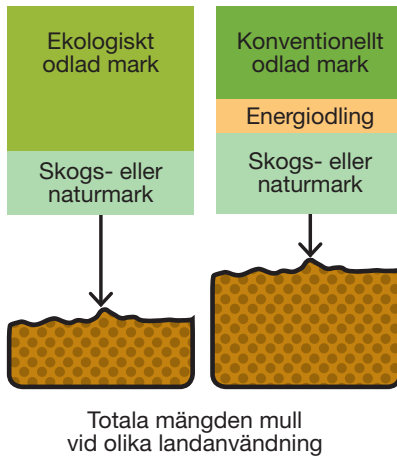
pensera för lägre skörd behöver inkluderas i beräkningen för att få fram de totala utsläppen i grüngödslingsalternativet. Att ta extraareal i anspråk för odling på bekostnad av annan mark innebär en ändring i landanvändning. Olika typer av skogs- eller naturmark måste odlas upp. Uppodling ökar nedbrytning av tidigare fastlagt kol och gör att markens mullförråd minskar. Mindre biomassa tillförs (grödor skördas) och därmed också en mindre mängd mullråämnen. Odling på mark som tidigare varit permanent bevuxen med vegetation ger upphov till stora utsläpp av växthusgaser. Denna extraavgång av växthusgaser pågår tills mullhalten har stabiliserats på en lägre nivå.

Beräkningar som inkluderar ändrad landanvändning är komplexa. Det krävs relevanta villkor och väl definierade förutsättningar. Det är därför nödvändigt att inkludera ändringar i markanvändningen för att få en helhetsbild på frågan om växthusgasutsläpp. När flera hundra eller tusentals koldioxidekvivalenter per hektar avgår från extraarealen i många år, omkullkastas den positiva balansen för grüngödsling. Exempel på beräkningar av växthusgaser från extensivt respektive intensivt odlad mark visar att utsläppen är mycket större vid extensiv produktion på grund av behovet av extraareal.<sup>4</sup>

I figur 22 ges ett exempel på hur befintlig landareal kan användas för olika produktionsändamål vid eko- och konventionell odling. För ekoodling behövs mer åkerareal på grund av lägre skörd och därmed minskar arealen som kan användas för skogs- eller naturmark. Mindre behov av odlingsareal vid konventionell produktion möjliggör även att energigrödor kan odlas på en del åkermark som kan ersätta fossila bränslen och därmed minskas växthusgasutsläppen.

### **Växthusgasavgång från stallgödsel**

Kväve i stallgödsel är recirkulerat kväve som härstammar från skördeprodukter som används som djurfoder. Utsläppsdata vi-



**FIGUR 22.** Högre skördar vid konventionell odling kräver mindre areal för att få samma mängd mat som vid ekologisk odling. Ändringen i landanvändningen påverkar mängden mull i marken. I skogs- och naturmark finns större kapacitet att fastlägga koldioxid som mull och mullhalten är högre vid konventionell produktion.

sar att fermentationen vid idissling hos nötkreatur ger upphov till stora utsläpp av metan samt att metan produceras vid lagringen av stallgödsel.<sup>21</sup> Efter tillförseln av stallgödsel till marken tillkommer utsläpp av lustgas. Stallgödsel ökar dock också skörden (proportionell till stallgödselels innehåll av mineralkväve), vilket höjer kolhalten i marken. Dessutom tillförs genom stallgödsel organiskt kol varav ungefär en fjärdedel fastläggs som mull. Trots fastläggning av kol genom ökad skörd och tillförsel av stallgödsel som mullråämne, blir växthusgasbalansen kraftigt negativ på grund av metan- och lustgasavgång. Man kan jämföra de utsläppen från stallgödselekväve med mineralkväve i Sverige. Om man fördelar all stallgödsel på hela Sveriges åkerareal så motsvarar detta en giva på cirka 40 kilogram kväve per hektar och år. En medelgiva av mineralkväve är 80 kilogram kväve per hektar och år. Detta innebär en avgång av 600 kilogram koldioxidekvivalenter för 40 kilogram stallgödsel och 136 kilogram koldioxidekvivalenter för 80 kilogram mineralkväve. Kväve från stallgödsel ger alltså mycket större utsläpp av växthusgaser än mineralgödselekväve.



### ***Rimlig slutsats***

I en rapport om klimatpåverkan av ekologisk odling konstaterar man ”att en konsument i dagsläget snarare ska välja ekologisk mat av andra skäl än viljan att minska sin klimatpåverkan”.<sup>24</sup> Våra beräkningar tyder på samma resultat. Den indirekta effekten av att behöva utöka odlingsarealen för att få samma mängd mat vid ekologisk odling medför stora utsläpp. I en helhetsanalys blir det konventionella jordbruket mer klimateffektivt än det ekologiska.

## Litteratur Kapitel 7

- 1) Andrén, O., Kätterer, T. & Kirchmann, H. (2008) How will conversion to organic cereal production affect carbon stocks in Swedish agricultural soils? I Kirchmann, H. & Bergström, L. (red.) *Organic Crop Production – Ambitions and Limitations*. Springer, Dordrecht, Nederländerna, s. 161–172.
- 2) Angervall, T., Sonesson, U., Ziegler, F. & Cederberg, C. (2008) *Mat och klimat. En sammanfattning om matens klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv*. Institut för livsmedel och bioteknik. SIK-rapport Nr 776 2008. Göteborg, Sverige, 12 s.
- 3) Bolinder, M.A., Kätterer, T., Andrén, O., Ericson L., Parent, L-E. & Kirchmann, H. (2010) Long-term soil organic carbon and nitrogen dynamics in forage-based crop rotations in Northern Sweden (6364 N). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 138, 335–342.
- 4) Burney, J.A., Davis, S.J. & Lobell, D.B (2010) Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107, 12052–12057.
- 5) Dahlin, S. & Stenberg, M. (2010) Cutting regime affects the amount and allocation of symbiotically fixed N in green manure leys. *Plant and Soil* 331, 401–412.
- 6) Flessa, H., Ruser, R., Dörsch, P., Kamp, T., Jimenez, M.A., Munch, J.C. & Beese, F. (2002) Integrated evaluation of greenhouse gas emissions (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) from two farming systems in southern Germany. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 91, 175–189.
- 7) Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fliessbach, A., Buch-

- mann, N., Mäder, P., Stolze, M., Smith, P., El-Hage Scialabba, N. & Niggli, U. (2012) Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109, 18226–18231.
- 8) IPCC (2007) *Working Group I Fourth Assessment Report “The Physical Science Basis”, kapitel 2*. <https://www.ipcc-wg1.unibe.ch/publications/wg1-ar4/ar4-wg1-chapter2.pdf>
  - 9) IPCC (2006) *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use*. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
  - 10) Jensen, E.S., Peoples, M.B., Boddey, R.M., Gresshoff, P.M., Hauggaard-Nielsen, H., Alves, B.J.R. & Morrison, M.J. (2012) Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 32, 329–364.
  - 11) Jordbruksverket (2012) *Ett klimatvänligt jordbruk 2050*. Rapport 2012:35. Jönköping, Sverige, 117 s.
  - 12) Khan, S. A., Mulvaney, R. L., Ellsworth, T. R. & Boast C. W. (2007) The myth of nitrogen fertilization for soil carbon sequestration. *Journal of Environmental Quality* 36, 1821–1832.
  - 13) Kätterer T., Bolinder M.A., Andrén O., Kirchmann H. & Menichetti L. (2011) Roots contribute more to refractory soil organic matter than aboveground crop residues as revealed by a long-term field experiment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 141, 184–192.
  - 14) Kätterer, T., Bolinder, M. A., Berglund, K. & Kirchmann, H. (2012) Strategies for carbon sequestration in agricultural soils in northern Europe. *Acta Agriculturae Scandinavica, Animal Science Section A* 62, 181–198.

- 15) Körschens, M., Albert, E., Armbruster, M., Barkusky, D., Baumecker, M., Behle-Schalk, L., Bischoff, R., Čergan, Z., Ellmer, F., Herbst, F., Hoffmann, S., Hofmann, B., Kismanyoky, T., Kubat, J., Kunzova, E., Lopez-Fando, C., Merbach, I., Merbach, W., Pardor, M.T., Rogasik, J., Rühlmann, J., Spiegel, H., Schulz, E., Tajnsek, A., Toth, Z., Wegener, H. & Zorno, W. (2013) Effect of mineral and organic fertilization on crop yield, nitrogen uptake, carbon and nitrogen balances, as well as soil organic carbon content and dynamics: results from 20 European long-term field experiments of the twenty-first century. *Archives of Agronomy and Soil Science* 59, 1017–1040.
- 16) Leifeld, J. & Fuhrer, J. (2010) Organic farming and soil carbon sequestration: what do we really know about the benefits? *Ambio* 39, 585–599.
- 17) Leifeld, J. (2012) How sustainable is organic farming? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 150, 121–122.
- 18) Leifeld, J., Angers, D.A., Chenu, C., Fuhrer, J., Kätterer, T. & Powlson, D.S. (2013) Organic farming gives no climate change benefit through soil carbon sequestration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110, E984.
- 19) Mulvaney, R. L., Khan, S. A. & Ellsworth, T. R. (2009) Synthetic nitrogen fertilizers deplete soil nitrogen: A global dilemma for sustainable cereal production. *Journal of Environmental Quality* 38, 2295–2314.
- 20) Nowak, B., Nesme, T., David, C. & Pellerin, S. (2013) To what extent does organic farming rely on nutrient inflows from conventional farming? *Open Access, IOP Publishing, Environmental Research Letter* 8, 044045.
- 21) Naturvårdsverket (2013) *National Inventory Report Sweden 2013*. Stockholm, Sverige, 423 s. [http://www.naturvardsverket.se/upload/sa-mar-miljon/statistik-a-till-o/vaxthusgaser/2013/NIR\\_SE\\_Submission\\_2013\\_Report\\_15\\_mar.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/sa-mar-miljon/statistik-a-till-o/vaxthusgaser/2013/NIR_SE_Submission_2013_Report_15_mar.pdf)

- 22) Powelson, D.S., Jenkinson, D.S., Johnston, A.E., Poulton, P.R., Glendining, M. J. & Goulding, K.W.T. (2009) Comments on "Synthetic nitrogen fertilizers deplete soil nitrogen: A global dilemma for sustainable cereal production", av R.L. Mulvaney, S.A. Khan, och T.R. Ellsworth i *Journal of Environmental Quality* 2009 38:2295–2314. *Journal of Environmental Quality* 39, 749–752.
- 23) Powelson, D. S., Whitmore, A. P. & Goulding, K. W. T. (2011) Soil carbon sequestration to mitigate climate change: a critical re-examination to identify the true and the false. *European Journal of Soil Science* 62, 42–55.
- 24) Röös, E., Sundberg, C., Salomon, E. & Wivstad, M. (2013) *Ekologisk produktion och klimatpåverkan*. Sveriges lantbruksuniversitet, Centrum för ekologisk produktion och konsumtion, Uppsala, Sverige, 72 s. <http://www.slu.se/Documents/externwebben/centrumbildningar-projekt/epok/Publikationer/Eko-prod-o-klimatp-webb.pdf>
- 25) Smith, P. (2012) Agricultural greenhouse gas mitigation potential globally, in Europe and in the UK: What have we learnt in the last 20 years? *Global Change Biology* 18, 3543.
- 26) Weiske, A., Vabitsch, A., Olesen, J.E., Schelde, K., Michel, J., Friedrich, R. & Kaltschmitt, M. (2006) Mitigation of greenhouse gas emissions in European conventional and organic dairy farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112, 221–232.
- 27) Yara (2013) *Garanti klimatavtryck*. Yara International, Oslo, Norge. <http://www.yara.se/sustainability/climate/guarantee/index.aspx>

**Lästips**

Andrén, O. & Kirchmann, H. (2008) Ekologiskt jordbruk ger mera koldioxid i atmosfären. I Johansson, B. (red.) *Klimatfrågan på bordet*. Formas Fokuserar, o8 Tryck AB, Stockholm, Sverige, s. 299–312.

Röös, E., Sundberg, C., Salomon, E. & Wivstad, M. (2013) *Ekologisk produktion och klimatpåverkan*. Sveriges lantbruksuniversitet. Centrum för ekologisk produktion och konsumtion, Uppsala, Sverige, 72 s. <http://www.slu.se/Documents/externwebben/centrumbildningar-projekt/epok/Publikationer/Eko-prod-o-klimatp-webb.pdf>

## 8

### Ekoodling i praktiken

Från begynnelsen attraherade den så kallade alternativa odlingen främst idealister med ett stort intresse för en ”naturlig” produktion och fram till 1980-talet utgjorde den ekologiskt odlade arealen bara 1-2 procent av den svenska åkermarken. Sedan dess har ekologisk odling ökat stadigt och uppgår idag till 15 procent av åkermarken och 23 procent av betesmarken.<sup>11</sup> Den totala jordbruksarealen som är omställd till ekologisk odling (2013) är 460 300 hektar (areal som erhåller miljöersättning) varav 77 procent är KRAV-certifierad. Regeringens mål var att certifierad ekologisk odling skulle ske på 20 procent av åkerarealen år 2010. Målet har inte uppfyllts trots att odlingsformen är starkt subventionerad med statliga medel i form av miljöstöd motsvarande över 500 miljoner kronor årligen.<sup>6</sup> Nedan beskrivs vad som kännetecknar den svenska ekologiska odlingen.

#### **Statligt ekonomiskt stöd till ekoodlingen**

Sedan 1989 får ekologisk produktion ett särskilt statligt stöd för att främja odlingsformen. Statliga bidrag till denna produktionsform gör det ekonomiskt fördelaktigt för många jordbrukare att ställa om till ekologisk odling utan att dessa nödvändigtvis sympatiserar med de ideologiska grundtankarna. Lägre produktion vid ekologisk odling innebär ett bortfall i inkomst som kompenseras av högre priser för produkter och statliga bidrag. Tack vare statligt

stöd har ekologisk produktion blivit en omfattande verksamhetsgren i samhället där alla led – jordbrukaren, certifieringsföretag (KRAV), förädlingsindustri och matvaruhandeln – har ett intresse i denna produktionsgren. Detta gör att det politiskt blivit allt svårare att minska eller ta bort de ekonomiska stöden.

### **Mjolk- och nötköttproduktion dominerar**

På ungefär två tredjedelar (64 procent) av den ekologiskt certifierade åkermarken odlas vall och grönfoder, grödor som används som grovfoder i mjölk- och nötköttproduktionen.<sup>12</sup> Det bekräftar också statistiken över den ekologiskt certifierade djurhållningen för 2012 där nötkreaturen med 47 600 mjölkkor och 63 900 dikor (cirka 100 000 djurenheter) utgör merparten, medan 49 700 svin (motsvarande cirka 5 000 djurenheter) och 946 000 fjäderfä (motsvarande 9 000 djurenheter) utgör en liten del.<sup>9, 10</sup> Mjolk- och nötköttsgårdar, både ekologiska och konventionella, ligger huvudsakligen i skogs- och mellanbygder. I slättbygderna, med större sammanhängande arealer där spannmålsodlingen är vanligast, finns däremot få ekologiska gårdar. Exempelvis odlas 24 procent av den jämtländska åkermarken ekologiskt men bara 4 procent av Skånes odlade areal.

Att främst gårdar med nötkreatur, det vill säga djur som omvandlar vallfoder till kött och mjölk, har övergått till ekologisk produktion har sin förklaring i att vallodling och då särskilt baljväxtdominerade vallar ger höga skördar utan kvävegödsel. Inga växtskyddsmedel behöver tillföras, vilket inte heller görs i konventionell vallodling, och det är relativt lätt att hålla ogräsen i schack. Kraven på att utesluta mineralgödsel och kemisk bekämpning kan således enkelt uppfyllas vid mjölk- och nötköttproduktion och många jordbrukare har använt dessa medel i liten omfattning redan innan omställningen. Omställningen innebär alltså förhållandevis små förändringar. Dessutom utgör naturliga betesmarker en nästan dubbelt så stor andel av den ekologiska



jordbruksarealen jämfört med den konventionella. Dessa jordar kan ofta inte nyttjas som åkermark på grund av förekomst av stora stenar, ojämn terräng, träd, med mera och har inte heller innan omställningen gödslats eller behandlats med växtskyddsmedel.

Många kanske associerar den ekologiska mjölk- och nötköttsproduktionen med små Sörgårdslika förhållanden, men så är inte fallet. Ekologiska mjölgårdar är ungefär lika stora med avseende på areal och antal djur som konventionella gårdar.<sup>10</sup> Enligt statistik från Jordbruksverket (2011) fanns 52 procent av de ekologiska respektive 49 procent av de konventionella mjölkorna i besättningar med över 200 kor.<sup>10</sup> Modern utrustning, såsom robotmjölkning, används på samma sätt i både konventionella som ekologiska kobesättningar. En förutsättning för att mjölkavkastningen ska bli acceptabelt hög på ekologiska gårdar är att vall- och betesproduktionen är hög och näringsrik. I likhet med de konventionellt hållna mjölkorna tillämpas därför bete främst på fullgod åkermark snarare än på naturmarksbete.

Svin- och fjäderfäproducenter visar däremot ett mindre intresse för ekologisk produktion. Detta har flera orsaker. Bland annat äter dessa djur spannmål och spannmålsskördarna blir mycket lägre vid ekoodling. Utan vall i växtföljden är det mycket svårare att kontrollera ogräs och växtsjukdomar. Kraven på att djuren ska vistas utomhus en stor del av tiden ger också längre produktions-tider och medför mer arbete vilket får lantbrukarna att tveka.

Som tidigare nämnts innebär övergång till ekologisk odling att valet av grödor kraftigt förändras. Statistiken visar att arealen av grödor som är krävande att odla, som exempelvis potatis, oljeväxter och sockerbeter, minskar vid ekologisk produktion.<sup>12</sup>

### **Konventionell djurhållning och ekologisk växtproduktion på samma gård**

Konventionell och ekologisk produktion av samma gröda eller samma djurslag på en och samma gård tillåts inte inom KRAV-

regelverket. Däremot är det tillåtet att bedriva växtodlingen ekologiskt och ha djurhållningen konventionell på samma gård, vilket är till stor fördel för ekjordbruket. Jordbrukaren kan därmed använda stallgödsel från den konventionella djurhållningen till den ekologiska växtproduktionen. På så sätt blir konventionellt odlat foder en växtnäringskälla för den ekologiska odlingen, vilket vi påpekade i kapitel 5. Detta stämmer dåligt med ekoodlingens grundfilosofi att vara självförsörjande enheter. Istället utnyttjas konventionellt producerad växtnäring för att höja avkastningen på ekologiskt odlade fält.

### **Biologisk mångfald**

Åkermarken i sig är en plats där man eftersträvar en kultur av en viss gröda. Biologisk mångfald på åkern i form av olika ogräs i växtbestånd eftersträvas inte, varken i ekologisk eller i konventionell odling. Syftet med kemisk eller mekanisk ogräsbekämpning är just att minska ogräs som annars skulle kunna vara värdväxter för insekter. Effektiviteten att bekämpa ogräs är dock oftast betydligt bättre i konventionell odling, vilket innebär att fler ogräs blir kvar vid ekoodling som då främjar den biologiska mångfalden. Likaså kan kemisk bekämpning av skadedjur i konventionell odling slå mot andra arter än de man vill bekämpa. På så sätt är mångfalden i regel högre på ekologiska än konventionella fält.

I vilken grad ekologisk odling främjar biologisk mångfald beror på flera faktorer<sup>1, 2</sup> och på vilka organismer och vilken rumslig skala man analyserar. De biologiskt rikaste markerna och miljöerna finns utanför själva åkermarken. En huvudfråga är därför hur odlingsåtgärder påverkar mångfalden utanför fälten. Mångfalden av organismer är störst i jordbrukslandskapets permanenta betesmarker och i ”öar”, såsom åkerholmar, diken, häckar med mera, där olika organismer hittar sina nischer. För vissa organismer är det också viktigt att det finns transportvägar mellan boplatser och föda. För att främja mångfalden i odlingslandskapet anläggs

lärkrutor (små fläckar i åkern som lämnas osådda för att sånglärkorna ska kunna bygga bon och hitta föda), kantzoner kring åkermarken lämnas där bekämpningsmedel inte får användas om miljöstöd ska erhållas<sup>6</sup> och speciella grödor odlas på gårdens areal för att öka mängden föda för pollinerande insekter och för insekts- och fröätande fåglar.<sup>7</sup> De skattemedel som idag satsas på ekologisk odling skulle kunna användas för att ytterligare stimulera riktade naturvårdsåtgärder. Detta skulle med stor sannolikhet gynna den biologiska mångfalden mer inom jordbrukslandskapet än stöd till ekologisk odling.

Den biologiska mångfalden är generellt sett större vid ekologisk odling.<sup>1</sup> Enligt en metaanalys av vetenskapliga studier är artrikedomen ungefär 30 procent högre på ekologiska gårdar jämfört med konventionella.<sup>13</sup> Effekten var större i slättbygder med hög andel åkermark än i skogsbygder med låg andel åkermark. En varierad, småskalig landskapsstruktur med skog, bete och åkermark gynnar den biologiska mångfalden genom förekomst av exempelvis betesmarker, åkerholmar, kantzoner, stenmurar, stenuplägg, alléer, häckar, träd, diken, dammar och våtmarker.<sup>1,2</sup> Den största artrikedomen finns i naturliga betesmarker som ofta är örtrika och värdefulla biotoper för insekter och djur högre upp i näringskedjan. Ekogårdar har i regel en högre andel betesmarker, vilket delvis kan förklara den högre genomsnittliga mångfalden. Kort sagt, odlingslandskapets variation och andelen bete på gården betyder mer för den biologiska mångfalden än om åkern odlas ekologiskt eller konventionellt.<sup>5</sup>

En ofta förbisedd indirekt effekt på den biologiska mångfalden vid ekoodling är de låga skördenivåerna. Man bör betänka att det krävs en mycket större areal för att kunna producera lika mycket mat vid ekoodling som i konventionell produktion (se kapitel 3). Så länge vi förlitar oss på att vår mat produceras någon annanstans på jorden behöver denna produktionsförlust inte leda till lägre biodiversitet i Sverige. Om den odlade arealen i Sverige behöver utökas finns nyligen nedlagda åkrar att återuppta i odling men

härefter skulle en uppodling av skog och kanske även vissa artrika betesmarker stå på tur. Mera sannolikt skulle dock vara att importen av livsmedel och foder skulle öka ytterliga och leda till förändrad markanvändning någon annanstans i världen. Det är således inte alls självklart att ekoodling totalt sett leder till mer mångfald i landskapet vid storskalig omställning. Jämförelser mellan systemen på fält-, landskaps- eller global nivå kan ge olika svar.

### **Ogräs är ett stort problem**

Ogräsproblemen är inte bara något som kan ses i ekologiska fältförsök utan är ett väl känt problem i den praktiska odlingen.<sup>3</sup> Vid omläggning till ekologisk odling är ogräsförekomsten oftast ett ringa problem då ogräsen har varit under kontroll vid tidigare konventionell odling. Efter några år med spannmål i växtföljden ökar dock förekomsten av ogräs. Situationen är likartad över stora delar av norra Europa och problemen tenderar dessutom att öka ju längre odlingen fortgår. Enskilda år kan mängden ogräs vara så stor att man ibland väljer att inte alls tröska fältet. Okontrollerad utbredning av ogräs vid ekoodling är dess arkilleshäl. Med anledning av detta har vissa ekologiska jordbrukare med för mycket ogräs helt återgått till konventionell odling. Vid ekologisk mjölk- och nötköttsproduktion, som bygger på vallodling, kan dock oftast ogräsen hållas under rimlig kontroll. Ett undantag är skräppa, som snabbt kan föröka sig på ekologiska gårdar med huvudsakligen vall.

Inom konventionell odling direktsås allt fler grödor utan föregående plöjning, vilket förutsätter en kemisk ogräsbekämpning som inte kan tillämpas i ekoodlingen. Den metod som ekoodlingen har att tillgå är i huvudsak mekanisk ogräsbekämpning.<sup>3</sup> Genom plöjning vänds ett ogräsbemängt ytskikt ner innan sådd. Härutöver kan marken harvas, vilket ofta görs i omgångar. När ogräsproblemet blir alltför för stort, läggs marken i träda och harvas intensivt under en hel växtsäsong. Detta förbrukar mycket energi med åtföljande emissioner av växthusgaser och innebär också

ett "förlorat år" utan skörd. Mekanisk ogräskontroll kräver mycket mer energi än kemisk bekämpning och mekaniska metoder är inte särskilt effektiva i växtföljder utan vall.

En möjlighet att mer kraftfullt bekämpa ogräs som tenderat ta överhand, och som också tillämpas, är att under ett antal år återgå till konventionell produktionen. Under denna tid görs insatser med kemiska bekämpningsmedel för att komma tillrätta med svårbekämpade ogräs. Därefter ställer man åter om till ekologisk produktion och efter ett karensår kan grödor åter säljas som ekologiska och är berättigade till statligt miljöstöd. Detta visar att ekologisk odling är beroende av konventionella metoder.

### **Brist på utsäde**

I EU:s förordning om ekologisk produktion från 1995 krävs att utsäde ska produceras ekologiskt men också att den ansvariga myndigheten i respektive land (Jordbruksverket i Sverige) har rätt att ge odlarna dispens från detta krav.<sup>4</sup> För ekobonden är ett livskraftigt och smittfritt utsäde särskilt viktigt då möjligheten att senare under odlingssäsongen bekämpa sjukdomar är begränsad. I verkligheten begränsar kravet på ekologiskt framtaget utsäde sortvalet för ekologiska odlare. Dessutom är tillgången på ekologiskt framtaget utsäde sedan många år otillräcklig och det som finns kan vara av dålig kvalitet vad gäller grobarhet och utsädesburen smitta. Det har gjort att Jordbruksverket lämnar dispens till att använda konventionellt producerat utsäde. Denna möjlighet att kunna använda konventionellt utsäde på dispens innebär att många avvaktar med inköp av utsäde tills det ekologiska tagit slut. Detta är ännu ett exempel på hur man i praktisk ekoodling kan förbättra sina produktionsförutsättningar genom att gå runt det egna regelverket och använda konventionellt framtagna produktionsresurser.

## Bristande odlingssäkerhet

Skördar kan variera över åren men generellt finns större förutsättningar att få jämnare skördar i det konventionella jordbruket. Detta beror på bättre utsäde, tillgång till mineralgödsel och effektiva bekämpningsmedel när dessa behövs, vilket ökar odlingssäkerheten. Ekoodlingens uteslutande av dessa produktionsmedel och alternativa men mindre effektiva medel gör att det är svårare att trygga grödans försörjning<sup>14</sup> och odlingssäkerheten är lägre vid ekoodling. Känsliga grödor, som till exempel potatis och fri-landsodlad gurka där tidigt uppdykande bladmögel kan fördärva hela skörden vissa år, illustrerar problemet. Alla produktionsinsatser av energi och arbete blir då helt bortkastade. På liknande sätt kan besvärliga insektsangrepp i oljeväxtodling enstaka år få stora negativa effekter. Vid intervjuer med ekologiska grönsaksodlare framgår att den begränsade möjligheten att bekämpa ogräs och skadedjur ses som allvarliga hot mot odlingssäkerheten och därmed lönsamheten.<sup>8</sup> Låg odlingssäkerhet anges också som huvudorsak till varför få grönsaksodlare överväger att bli ekologiska odlare. Bristande odlingssäkerhet är ytterligare en orsak till varför de flesta ekologiska odlare är mjölk- och nötköttsproducenter. Vallen är en betydligt mer odlingssäker gröda.

## Framtidsperspektiv

En synpunkt som ofta framförs är att ekologisk odling är vägledande i utvecklingen av jordbruket och kommer att bli dominerande. Många anser att något så fundamentalt som produktionen av mat ska ske med naturliga medel och metoder. Man tror att naturlig produktion borde vara en självklarhet och därför borde all odling vara ekologisk i framtiden.

Forskningsresultat visar att utlovade fördelar med ekoodlingen hittills inte kunnat uppnås och frågan är om detta är möjligt på sikt. Kan skördarna ökas avsevärt? Kan ett fungerande växtnä-

ringskretslopp uppnås? Kan organiska gödselmedel användas effektivare? Blir biologisk skadedjursbekämpning lika effektiv som kemisk bekämpning? Kan utlakningen av växtnäring minskas? Blir det vanligt med ekologisk gris- och fjäderfåhållning? Ökas artförekomsten i jordbrukslandskapet?

Många metoder, medel och regler tillämpas båda inom konventionell och ekologisk odling och därför kan båda produktionsformerna främjas av ny kunskap och landvinningar oberoende av om eko- eller konventionell odling har varit drivkraften. Exempel på dessa är att förbättra och vidareutveckla jordbearbetningen, att fortsätta förädla grödor, att systematiskt tillämpa gynsamma växtföljder samt att odla fler än en gröda per år, vilket innebär fördelar för både ekologisk och konventionell odling. Samtidigt innebär principen att bara använda naturliga gödselmedel inom växtproduktionen att ekoodling förblir extensiv eftersom naturliga medel utgör en begränsad resurs både historiskt, idag och i framtiden. Ju mer ekoodlingen ökar desto mindre näring kan överföras från den konventionella till det ekologiska jordbruket genom organiska restprodukter. Det innebär att ekoskördarna förblir låga även i framtiden.

Inom ekoodlingen förhärskar synen att ”naturen gör det bäst”. Därför används bara naturliga medel och metoder vid produktionen. Den gängse grundsynen i samhället i övrigt är snarare att ”naturen gör det bra och människan förbättrar”. En analogi kan förtydliga tankesättet. Naturmedicinen förordar naturpreparat medan läkarvetenskap använder både syntetiska och naturliga farmaceutiska medel för att bota sjukdomar. På motsvarande sätt begränsar den ekologiska natursynen växtproduktion och ett effektivt nyttjande av naturen.

Politiska krav på att ytterligare öka arealen för ekoodling och att öka offentlig upphandling av ekologisk mat kan verka ambitiöst och framsynt men den samlade vetenskapliga erfarenheten tyder på att framtidens uthålliga jordbruk bygger på nytänkande, upptäckter, utveckling av teknisk utrustning och största möjliga hänsyn till miljön.

## Litteratur Kapitel 8

- 1) Bengtsson, J., Ahnström, J. & Weibull, A. (2005) The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42, 261-269.
- 2) EPOK (2013) *Mer biologisk mångfald på ekologiska gårdar?* Sveriges lantbruksuniversitet. Centrum för ekologisk produktion och konsumtion. Uppsala, Sverige, 4 s. [http://www.slu.se/Documents/externwebben/centrumbildningar-projekt/epok/mngfaldsbroschyr\\_webb.pdf](http://www.slu.se/Documents/externwebben/centrumbildningar-projekt/epok/mngfaldsbroschyr_webb.pdf).
- 3) Heimer, A. (2009) *Ogräsbekämpning i ekologiskt lantbruk – möjligheter och begränsningar*. Sveriges lantbruksuniversitet. Centrum för uthålligt lantbruk (CUL), Uppsala, Sverige, 88 s.
- 4) KRAV (2013) Jordbruksverkets sida för ekologiskt utsäde. <http://www.krav.se/jordbruksverkets-sida-ekologiskt-utsade>
- 5) KSLA (2013) Odlingssystem och biologisk mångfald. Exemplet Logården. *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift* 152, 1-38.
- 6) LBU (2009) *Slututvärdering av miljö- och landsbygdsprogrammet 2000–2006 – vad fick vi för pengarna?* Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, Sverige, 470 s.
- 7) Lindström, S. (2010) *Fröblandningar för den biologiska mångfalden i slättlandskapet*. Hushållningssällskapet Kristianstad, Sverige, 43 s. <http://www.jordbruksverket.se/download/18.4b2051c513030542a9280004684/1307702683546/Fr%C3%B6blandningar+som+gynnar+f%C3%A5glar+och+insekter.pdf>



- 8) Nilsson, U. (2007) *Ekologisk odling av grönsaker, frukt och bär – hinder och möjligheter för framtida utveckling*. Sveriges lantbruksuniversitet. Centrum för uthålligt lantbruk (CUL), Nr 49, Uppsala, Sverige, 49 s.
- 9) Statistik från Jordbruksverket (2013) *Antal ekologiska husdjur år 2012*. Statistikrapport 2013:06. 16 s.
- 10) Statistik från Jordbruksverket (2012) *Nötkreaturssektorns uppbyggnad*. Statistikrapport 2012:03. 43 s.
- 11) Sveriges officiella statistik (2014) *Ekologisk odling 2013*. Statistiska meddelanden JO 10 SM 1403. 10 s.
- 12) Sveriges officiella statistik (2013) *Jordbruksstatistisk årsbok 2012*. Statistiska centralbyrån, Örebro, Sverige, 398 s.
- 13) Tuck, S.L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L.A. & Bengtsson, J. (2014) Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 51, 746–755.
- 14) Ögren, E. & Rölin, Å. (2009) Ökad odlingssäkerhet i ekologisk grönsaksodling med fokus på växtnäringsutnyttjande. Länsstyrelsens rapportserie 2009:8. Västmanlands län, Sverige, 120 s. [http://www.lansstyrelsen.se/vastmanland/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/rapportserie/2009/Rapport2009-08-Okadodlingssakerhet\\_webb.pdf](http://www.lansstyrelsen.se/vastmanland/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/rapportserie/2009/Rapport2009-08-Okadodlingssakerhet_webb.pdf)

## 9

### Vägen till en trygg och miljövänlig livsmedelsproduktion

Jordbruket utvecklas för att kunna producera tillräckligt med mat av högsta kvalitet samtidigt som odlingen blir så miljövänlig som möjligt, och att markens bördighet bibehålls och att naturresurser bevaras. Ett jordbruk där ny kunskap om miljövänligare produktionsmetoder successivt tillämpas benämns *integrerad produktion*. Certifieringssystemet Svenskt Sigill står för en sådan kunskapsbaserad miljövänlig produktion av livsmedel utan att för den skull förbjuda användningen av syntetiskt framställda mineralgödsel och bekämpningsmedel. Sigillodlarna följer uppsatta regler för långsiktig markvård, behovsanpassad gödsling och användning av kemisk bekämpning mot ogräs och skadegörare. Det finns också regler för hur animalieproduktionen ska bedrivas så att djurens behov tillgodoses och god hälsa uppnås. Ett framtida uthålligt jordbruk kommer att bygga vidare på principen att använda alla produktionsmedel på ett smartare och effektivare sätt med stor precision i odlingen. Maximalt energi-, vatten- och växt-näringsutnyttjande samt tillfredställande vård av mark och miljö kommer att vara kännetecknen för framtidens jordbruk.

#### Kvalitetsmål för jordbruk

Jordbrukets primära uppgift är att trygga en tillräcklig försörjning av mat av hög kvalitet i framtiden,<sup>9, 17</sup> samt att produktionen

av grödor och animalier är miljö- och djurvänlig.<sup>16</sup> Jordbruket har dessutom en kulturell roll genom att hålla landskapet öppet, gynna den biologiska mångfalden och förvalta naturresurser.<sup>11, 19</sup>

På ett motsvarande sätt som för de svenska miljömålen,<sup>15</sup> bör följande kvalitetsmål ligga till grund för utvecklingen av framtidens jordbruk. Dessa innefattar produktion, kvalitet och odlarnas villkor:

- Fokusera på grödans behov för att kunna producera tillräckligt med mat av bästa kvalitet
- Producera så miljövänligt som möjligt
- Bevara åkerarealen för framtida generationer
- Upprätthålla en hög markbördighet och skydda åkermark mot föroreningar
- Minimera användningen av pesticider, naturliga eller syntetiska, och använd sådana med minimala sidoeffekter
- Recirkulera växtnäringsämnen tillbaka till åkermarken
- Hushålla med ändliga råvaror
- Bevara genpoolens mångfald som resurs för förädling av grödor och avel av husdjur
- Behandla husdjuren väl och tillgodose deras behov
- Uppnå en tillfredsställande biologisk mångfald och andra biologiska värden

*Målen är desamma för alla former av jordbruk – att nå en trygg och miljövänlig livsmedelsförsörjning. Inom ekologisk odling anser man att metoden för att nå dit är att utesluta mineralgödsel och syntetiska bekämpningsmedel. I ett kvalitetsjordbruk bör förbättringar, utvecklingen av odlingssystem och nya metoder baseras på vetenskap.*

### **Uthållig intensifiering av växtproduktionen**

Eftersom åkermark är en begränsad resurs och efterfrågan på mat blir ännu större i framtiden, finns bara ett realistiskt vägval för att klara den globala matproduktionen framöver – att intensifiera produktionen på den befintliga åkerarealen förenad med effektiva miljövårdsåtgärder och att förbättra matkvaliteten ytterligare.<sup>18</sup>

Vad innebär då uthållig intensifiering? Är inte ännu intensiva odlingssystem fel väg till ett långsiktigt hållbart kvalitetsjordbruk och ett hinder för en bättre miljö och matkvalitet? Har inte ett jordbruk med få insatsmedel också minst negativa effekter på miljön? Är det inte så att intensiv odling suger ut marken och tär på ändliga naturresurser samtidigt som utlakningen och andra miljöbelastningar blir större?

Med uthållig intensifiering menas att mer mat kan produceras utan att odlingsarealen behöver utökas. Insatserna måste användas effektivare, negativa miljöeffekter måste minimeras och övriga ekosystemtjänster måste främjas. I intensiva odlingssystem står grödans behov i centrum. Att sätta grödans behov främst har visat sig vara ett framgångsrikt koncept för en hög, effektiv och miljövänlig produktion. När grödans behov prioriteras innebär detta dessutom ett bevarande eller en förbättring av markbördigheten. I extensiva och ekologiska system ligger fokus oftast enbart på förbättringen av markbördigheten i tro om att ett gott marktillstånd räcker för att uppnå hög produktivitet.

Det finns fortfarande många missförstånd kring intensiva od-

lingssystem som behöver korrigeras. Högproduktiva odlingsssystem ska alltid kombineras med ett målinriktat miljöarbete. Faktum är att svenskt jordbruk både har kunnat öka produktionen och blivit mycket mer miljövänligt under de senaste 20 åren. Till exempel har övergödningen minskat där riktade miljöåtgärder (exempelvis fånggrödor och skyddszoner) har integrerats i produktionen.<sup>6</sup>

Vi har exempelvis presenterat att utlakning av växtnäringsämnen till våra vatten ofta är lägre från högproduktiva än från ekologiska system (kapitel 6). Odling av en extra gröda på hösten som kan fånga upp kväve som annars skulle lakas ut (fånggrödor) har visat sig vara en effektiv motåtgärd liksom kantzoner med vegetation som erosionsskydd. Vi har påpekat att mullhalten är högre i jordar vid hög skörd eftersom det också blir mer skörderester (blad, halm, stubb och rötter), som är mullråämnen. Mullhalten ökar med produktionen, och därmed med kvävegivan som används så länge kvävet nyttjas effektivt.<sup>13</sup> Det har nyligen kunnat visas att mullbildningen från rötter är minst lika stor eller större än från stallgödsel.<sup>14</sup> En högre mullhalt innebär en bättre markstruktur och ökad vattenhållande förmåga, vilket underlättar jordens brukning. Det går åt mindre diesel till plöjning och jordbehandling.

*I intensiva odlingsssystem prioriteras grödan och god markbördighet. Genom att fokusera på grödans behov uppnås kraftiga växtbestånd, mindre ogräs, ett effektivt utnyttjande av näringsämnena, högre kvalitet och ger minst belastning på miljön. Det finns ingen konflikt mellan hög produktion, god miljö and hög livsmedelskvalitet.*

## **Nya odlingsåtgärder och förbättrad växtproduktion**

Vi har också diskuterat hur viktig en kontrollerad tillförsel av spårämnen är för livsmedelskvaliteten, med exemplet från Fin-

land där selengödsling tillämpas (se kapitel 4). Med mineralgödsel tillförs nödvändiga näringsämnen till grödor och bördigheten kan bevaras så att jorden kan brukas i många generationer. Noggrann dosering av kvävegödsel till växande grödors behov genom sensormätning har möjliggjort en styrning av skörd och grödans proteininnehåll.

Vi har visat att intensiva (produktiva) odlingsystem är mer energieffektiva än extensiva (lågavkastande), (se kapitel 5). Detta beror på att en skördeökning innehåller så mycket mer energi än den energi som åtgår till framställning av gödselmedel etc. Energibehovet för tillverkning av mineralgödsel kompenseras mångfaldigt av en större energiskörd.<sup>1</sup> Om tillverkning av kvävegödsel dessutom skulle ske från merskörden av halm (förnyelsebar bioenergi istället för fossil energi), skulle en hektar räcka för att producera kvävegödsel till cirka 20 hektar. Högproduktiva odlingsystem behöver alltså inte vara beroende av fossila bränslen utan kvävegödsel kan tillverkas av förnyelsebar energi och ändå ha en positiv energibalans. Studier av högproduktiva odlingsystem tyder också på att mindre växthusgaser bildas än i lågavkastande odlingsystem per kilo produkt (se kapitel 7).<sup>2</sup>

Att utveckla uthålliga och intensiva odlingsystem för att få större skördar på befintlig åkerareal, utan ökad gödsling och med mindre belastning på miljön, är en av jordbrukets stora framtidsutmaningar. Det kräver ny kunskap, innovationer och nya metoder. Några tänkbara möjligheter diskuteras nedan.

### **Nya fleråriga grödor istället för ettåriga**

Sedan 1950-talet har många idéer testats för att förbättra odlingsystemen. Exempel på detta är samodling av flera grödor i ett växtbestånd, odling av två eller flera grödor efter varandra per år och odling av spannmål i lågväxta vitklöverbestånd som undervegetation. Grundtanken är att marken ska vara bevuxen med grödor så länge som möjligt eftersom bar mark skapar förutsättningar

för större förluster, ytavrinning och erosion. En möjlig strategi som flera växtförädlare förespråkar är att kunna ersätta ettåriga grödor med fleråriga. Spannmål är idag ettåriga växter som måste sås om varje år, men de härstammar från vilda fleråriga släktingar. Genom förädling skulle fleråriga växter kunna ersätta en del av dagens ettåriga grödor.<sup>20</sup> Man diskuterar så kallat vetegräs som är under utveckling i USA, men även förädling av vild fältkrassing – som en ersättare för oljeväxter – som pågår i Sverige. Fleråriga grödor ska kunna skördas flera år i rad utan att sås om. Detta skulle inte bara innebära energi- och arbetsbesparingar (höstplöjningen är en av jordbrukets allra mest energikrävande aktiviteter), utan även ge avsevärda miljövinster. Kväveläckage från åkermark beror i stor utsträckning på att den höstplöjda jorden ligger naken under vintern. Näringsämnen kan tas upp effektivare eftersom det finns ett levande rotsystem under hela året och ogräsen har svårare att breda ut sig när marken är täckt med vegetation. Läckage av kväve och fosfor till vattendragen skulle minska.

Vi har ännu ingen erfarenhet av en övergång från årliga till perenna spannmålsgrödor, men det finns goda skäl att anta att den fleråriga vallen i de flesta avseenden kan användas som en modell för de perenna spannmålsgrödorna. I båda fallen rör det sig om gräsarter, och i båda fallen skördas grödan innan hösten och övervintrar därefter som stubb. Data från fleråriga vallar har använts för att uppskatta miljöeffekterna av en övergång till perenna spannmålsgrödor (Tabell 12).<sup>5</sup> Idén att bibehålla skörden, minska energianvändningen och uppnå miljöförbättring genom odling av nya perenna arter är en ambition som kan bli verklighet inom 50 år.

### **Utökat fokus på grödors näringskvalitet**

När skördarna ökar och maten ska ha maximal näringskvalitet, blir grödans försörjning med mikronärings- och spårelement en viktig aspekt i växtproduktionen. Medan man idag förlitar sig på att

**TABELL 12.** Effekter vid övergång från annuella till perenna spannmålsgrödor.<sup>5</sup>

Miljövariabler	Mängd per hektar och år	Mängd i hela landet per år
Kväveläckage	-12 kg kväve	- 12 000 ton kväve
Bindning av koldioxid	+ 1 ton koldioxid	+ 1 miljoner ton koldioxid
Utsläpp av koldioxid	- 0,05 ton koldioxid	- 0,05 miljoner ton koldioxid
Friställd åkerareal		+ 100 000 hektar

marken levererar mikronäringsämnen i tillräcklig mängd, kommer framtidens jordbruk att vilja kontrollera och styra även detta flöde. Tillförseln kommer att omfatta inte bara spårämnen som är nödvändiga för växter utan även sådana som människor och djur behöver för att trygga sina behov. Målsättningen är att hela vårt dagsbehov av essentiella spårämnen kan tillgodoses genom maten vi äter.

Hittills har bara Finland tagit ett tydligt steg i denna riktning genom att gödsla grödor med selen, som egentligen inte behövs av grödan själv utan av människor och djur. Även Sverige har selenfattiga jordar och motsvarande gödsling med selen borde därför också ske här. Även koppar-, kobolt- och nickelhalter kan vara mycket låga i svenska grödor. Både grödans, människans och till viss del djurens behov av spår- och mikronäringsämnen kommer att kunna tillgodoses genom kontrollerad tillförsel av dessa ämnen till odlingsmarken i framtiden.

### **Anläggning av nyckelbiotoper för biologisk mångfald**

Artrikedomen i jordbrukslandskapet är betydelsefull för flera funktioner inom ekosystemen och den behöver främjas på ett aktivt sätt. Eftersom det inte är de odlade fälten i sig som utgör den mest värdefulla biotopen för mångfalden utan olika element i jordbrukslandskapet, till exempel åkerholmar, våtmarker, häckar, diken och stenmurar, kan man genom att anlägga olika specifika biotoper be-



vara och öka den biologiska mångfalden. Mot en miljöersättning skulle jordbrukaren i framtiden kunna skapa nya biotoper. Riktade mångfaldsåtgärder kommer att bli receptet för att nå miljömålet med en rik flora och fauna. Speciella växter odlas på lämpliga delar av gårdens areal som gynnar fjärilar och hotade insekter. Igenvuxna hagmarker, betesmarker och slåtterängar restaureras. Häckar, alléer och mindre trädansamlingar planteras i syfte att främja fågellivet. Små fläckar i åkern lämnas osådda för att vissa fåglar ska kunna hitta skyddade boplatser och föda. Zoner lämnas längs fält genom att avstå från skörd, slåtter och kemisk bekämpning för att gynna det gräsätande viltet såsom dovhjort och kaniner som i sin tur skapar förutsättningar för fler arter av växter, insekter, fåglar och rovdjur. Ett modernt jordbruk behöver således på inget sätt utarma naturen. Möjligheterna finns att förbättra landskapets struktur och att anpassa åtgärder i växtodlingen så att insekter och fåglar, som är knutna till jordbruket, kan få föda, boplatser och skydd.

### **Teknikutveckling som ändrar brukningen av jorden**

Ett mer effektivt utnyttjande av energi- och råvaror innebär en bättre effekt av insatsmedel, lägre utgifter och mindre miljöpåverkan. För detta syfte används bland annat sensorer som mäter tillstånd i mark och gröda, vilket har möjliggjort att precisionen i odlingen har kunnat ökas avsevärt. Idag finns enkla sensorer för mätning av fukt i marken för styrning av bevattning för till exempel potatis eller för kartläggning av variationen i markens pH-värdet varefter tillförseln av kalk doseras. Ett avancerat sensorsystem på jordbruksredskap används för att mäta grödans biomassa och klorofyllinnehållet för att dosera spridningen av kvävegödsel efter grödans behov och för att utjämna variationen inom fälten.

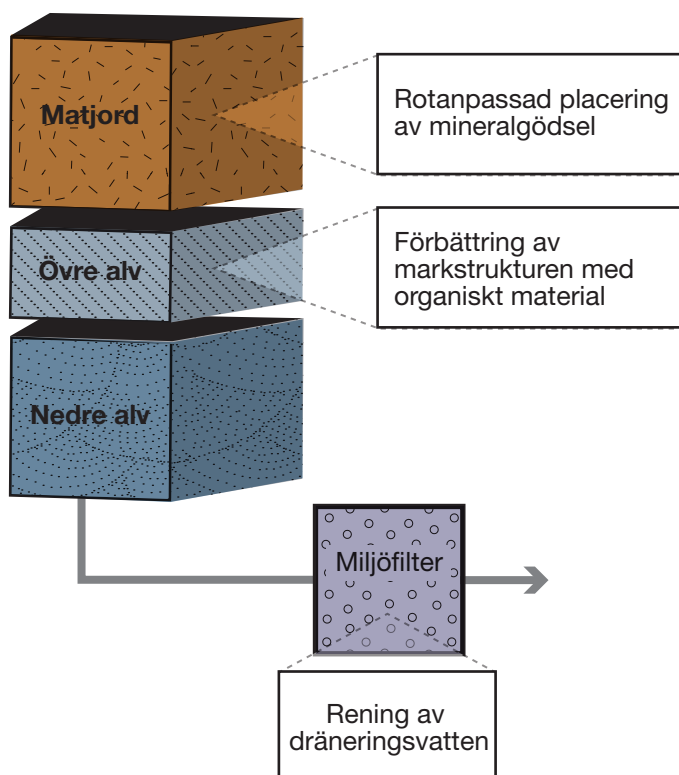
I framtiden kommer sensorer att utvecklas som exempelvis kan mäta gaser som avges av svampar, vilket visar omfattningen av svampangrepp på grödan inom ett fält. Vidare utvecklas sensorer för en avancerad bild- och biomassaanalys av växtbestånden

som kan identifiera vilka ogräs som finns och därmed vad som är den mest lämpliga ogräsbekämpningen. Ett tänkbart scenario är att information från flera sensorer kopplas till simuleringsmodeller för att göra prognoser. Väderdata kombineras till exempel med omfattningen av svampangrepp och modeller räknar sedan ut om det räcker att punktbehandla eller om hela fältet behöver besprutas. Ett framgångsrikt koncept kan innebära att information från olika sensorer används för en dynamisk modellering och åtgärder baseras på mätning och prognos.

Åkermarken packas ofta av tunga jordbruksmaskiner, vilket försämrar markstrukturen och grödors rotutveckling; redan en marginell strukturförsämring medför nämligen en signifikant skördesänkning. Att värna om markstrukturen genom att minimera marktryck kommer bli allt viktigare i framtiden då enbart åkermarker med god struktur har potential att producera en mycket hög skörd. I syfte att begränsa markpackningen finns försök att styra all trafik på fältet med hjälp av GPS till samma så kallade fasta körspår. Dessa används sedan för all körning i samband med bearbetning, sådd, gödsling, ogräsbekämpning och skörd. Utöver fasta körspår börjar banddrivna traktorer med lågt marktryck att användas. Utvecklingen kommer på sikt bland annat också att omfatta vagnar, stallgödselspridare och skördetröskor, vilka förorsakar mindre marktryck än idag.

### **Strukturförbättring av åkermarken under matjorden (alven)**

På många platser i Sverige begränsas grödors rotutbredning i marken av att jordlagren under matjorden (alv) har en kompakt struktur.<sup>10</sup> Denna förtätning härstammar ofta från sista istiden då jorden avlagrades eller påverkades och det rör sig därför oftast om ett naturligt tillstånd. En tät struktur i djupare markskikt har visat sig ha en bestående skördebegränsande effekt. Grödans rotutveckling är begränsad och den kan inte ta upp vatten och växtnäring från djupare skikt i markprofilen. Studier visar också att en bättre ge-



**FIGUR 23.** Nya odlings- och miljövårdsåtgärder i åkermark för att öka produktionen och minimera förlusterna.

nomrotning av djupare skikt, ner till 40-50 cm i markprofilen, kan mer än fördubbla skörden.<sup>7</sup>

En grundläggande tanke är att erbjuda grödorna ett större skafferi i form av vad som kan beskrivas som en djupare matjord. Det är framförallt i den luckra, mullrika matjorden, som rötter hämtar näring och vatten, medan den underliggande alven kan vara en kompakt och outnyttjad resurs. För att skapa en mer rotvänlig markstruktur under matjorden bör marken djupluckras samti-

digst som en stor mängd organiskt material brukas ned i alven vid ett tillfälle för att åstadkomma en långvarig strukturförbättring. En sådan grundförbättring skulle behövas på många odlingslokaler. Att åstadkomma en aggregatbildning och därmed varaktig strukturstabilisering i djupare skikt skulle också innebära en grundläggande förbättring av åkermarkens bördighet (Figur 23). Metoder för en sådan grundförbättring utvecklas redan och skördarna kan ökas rejält om vi ökar den jordvolym som växterna kan utnyttja. Vi tror att svensk åkermark i framtiden kan tillhöra de mest produktiva i världen.

### **Gödsling och ett slutet växtnäringskretslopp i samhället**

Det är en självklar strävan inom jordbruket att grödan ska kunna utnyttja växtnäringen maximalt. Idag sprids mineralgödsel på markytan eller myllas ned strax under utsädet. Genom att gödsla på ett nytt sätt finns en potential att öka skörden och förbättra växtnäringsupptaget från mineralgödsel. Gödseln bör placeras där den kraftigaste rottillväxten kommer att finnas, och där upptaget inte hämmas av torka på samma sätt som är fallet idag. Tillgång till vatten är avgörande för grödans möjlighet att ta upp näringsämnen. Eftersom marken ofta innehåller mer fukt lite längre ner än i ytan, och rotsystemet blir större där det finns vatten, kan en djupare placering av mineralgödsel vara en förutsättning för ett större upptag. Olika gödslingsdjup och en generellt djupare placering missgynnar örtogräsen. Det kommer också att kunna minska bildningen av lustgas. Generellt innebär dessutom ett bättre utnyttjande att utlakningen av både fosfor och kväve kan minskas.

Ett stort framsteg vore om man kan använda ”gröna” gödselmedel, det vill säga mineralgödsel tillverkad av förnyelsebara råvaror<sup>3</sup> (till exempel aska från avloppsslam) och bioenergi (se Kapitel 5, Figur 14).<sup>1</sup> Växtnäringskretsloppet mellan stad och land – återföring av växtnäringsämnen som finns i toalettavfall, avloppsslam och organiskt hushållsavfall till åkermark – har hittills inte kun-

nat slutas trots många förbättringar. Det är särskilt viktigt att fosfor recirkuleras<sup>4</sup> eftersom det är en ändlig resurs. Man har infört källsortering av hushållsavfall, gjort ett omfattande arbete för att förhindra att oönskade miljöföroreningar hamnar i avloppsvatten, samt har infört ett förbud mot att deponera organiskt tätortsavfall. Trots omfattande behandling av tätortsavfall genom exempelvis kompostering eller rötning är det av olika orsaker svårt att återföra organiskt tätortsavfall till odlingsmarken – till exempel hög vattenhalt, låg eller ingen gödselverkan och förekomst av oönskade föroreningar och patogener. En framkomlig väg till en fungerande recirkulation kan visa sig vara utvinning av växtnäringsämnen ur tätortsavfall snarare än återförsel av avfallsprodukterna i sig. Avfallsprodukterna förbränns eller förgasas varvid askans mineralämnen blir utgångsprodukten för recirkulation. Efter upplösning av askan utvinns olika mineralämnen varvid metaller, fosfor och andra växtnäringsämnen separeras. Oönskade metaller återvinns eller deponeras. Fosfor och andra näringsämnen används för tillverkning av mineralgödsel, som blir kadmiumfri. Koncentrerade och vattenlösliga mineralgödsel tillverkas från aska istället för jungfruliga råvaror och kan distribueras och användas på samma sätt som övriga mineralgödsel. Dagens mineralgödsel kan delvis ersättas med dessa ”gröna” mineralgödsel. Ett fungerande växtnäringskretslopp skulle bli ett viktigt steg mot en intensivare produktion och mindre användning av jungfruliga råvaror.<sup>12</sup> Ett förbud mot mineralgödsel såsom i ekologisk odling, utesluter dock ovan nämnda koncept och omöjliggör ett fungerande växtnäringskretslopp mellan stad och land.

### **Miljöfilter för åkermark**

Jordbruk kommer även i framtiden att medföra utlakning av växtnäringsämnen och bekämpningsmedel. Växtnäringsläckage är exempelvis större från åkermark än från naturmarker och mer oönskade kvävegaser avgår från åkern än från andra marktyper.

Det behövs därför nya sätt att minska odlingens miljöbelastning. I områden med särskilt förorenade vatten har filtermaterial placerade i diken börjat testas för att rena dräneringsvatten från åkermarken. Utlakad fosfor och rester av bekämpningsmedel kan adsorberas på material med en stor specifik yta liknande kolfilter och kväve kan reduceras i särskilda diken fyllda med organiskt material (Figur 23). För att skona vattendrag och sjöar kan miljöfilter för åkermark vara viktiga komponenter i odlingssystemen framöver.

## Litteratur Kapitel 9

- 1) Ahlgren, S., Bernesson, S., Nordberg, Å. & Hansson, P-A. (2009) Ammonium nitrate fertilizer production based on biomass – environmental effects from a life cycle perspective. *Bioresource Technology* 99, 8034–8041.
- 2) Burney, J.A., Davis, S.J. & Lobell, D.B (2010) Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107, 12052–12057.
- 3) Cohen, Y., Kirchmann, H. & Enfält, P. (2011) Management of phosphorus resources – historical perspective, principal problems and sustainable solutions. I Kumar, S. (red.) *Integrated Waste Management Volume II*, Open Access, s. 247–268. [www.intechweb.org](http://www.intechweb.org).
- 4) Cordell, D., Rosemarin, A., Schröder, J.J. & Smit, A.L. (2011) Towards global phosphorus security: A systems framework for phosphorus recovery and reuse options. *Chemosphere* 84, 747–758.
- 5) Fagerström, T. & Wibe, S. (2011) *Genvägar eller senvägar – vad kostar det oss att avstå ifrån gentekniskt förädlade grödor i jordbruket?* Rapport till expertgruppen för miljöstudier 2011:3. Regeringskansliet, Finansdepartementet, Stockholm, Sverige, 98 s. [http://www.ems.expertgrupp.se/uploads/documents/ems2011\\_3tillwebben.pdf](http://www.ems.expertgrupp.se/uploads/documents/ems2011_3tillwebben.pdf)
- 6) Fölster, J., Kyllmar, K., Wallin, M. & Hellgren, S. (2012) *Kväve- och fosfortrender i jordbruksvattendrag. Har åtgärderna gett effekt?* Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för vatten och miljö, rapport 2012:1. Uppsala, Sverige, 66 s. <http://www.slu.se/PageFiles/43668/F%C3%B6lster%202012%201%20over2%20N%C3%A4rtrend.pdf>.

- 7) Gill, J.S., Sale, P.W.G. & Tang, C. (2008) Amelioration of dense sodic subsoil using organic amendments increases wheat yield more than using gypsum in a high rainfall zone of southern Australia. *Field Crops Research* 107, 265-275.
- 8) IAASTD (2009) *Agriculture at a Crossroads. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development*. Synthesis report. McIntyre, B.D. et al. (red.). Island Press, Washington, USA, 95 s.
- 9) Isaksson, C. (2012) *Maten och makten. Hur ska den nya världen mättas?* Ekerlids Förlag, Stockholm, Sverige, 223 s.
- 10) Kirchmann, H. (1994) Comparison of six subsoils of the Swedish long-term fertility sites with respect to the utilization of N, P, and K. *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift* 133, 65-69.
- 11) Kirchmann, H. & Thorvaldson, G. (2000) Challenging targets for future agriculture. *European Journal of Agronomy* 12, 145-161.
- 12) Kirchmann, H., Cohen, Y., Enfält, P. & Jakobsson, C. (2012) Nutrient supply in agriculture – abundance today and shortage tomorrow? I Jakobsson, C. (red.) *Sustainable Agriculture*. The Baltic University Programme, Uppsala universitet. Elanders Tryck, Sverige, s. 19-29.
- 13) Kätterer, T., Bolinder, M. A., Berglund, K. & Kirchmann, H. (2012) Strategies for carbon sequestration in agricultural soils in northern Europe. *Acta Agriculturae Scandinavica, Animal Science Section A* 62, 181-198.
- 14) Kätterer, T., Bolinder, M.A., Andréén, O., Kirchmann, H. & Menichetti, L. (2011) Roots contribute more to refractory soil organic matter per unit carbon than above-ground crop residues as revealed by a long-term field experiment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 141, 184-192.



- 15) Naturvårdsverket (2012) *De svenska miljömålen. En introduktion*. Naturvårdsverkets publikationer, Stockholm, Sverige, 26 s.
- 16) Olofsson, M. & Öhman, D. (2011) *Matens pris: boken som matindustrin inte vill att du ska läsa*. Reporto Förlag AB, Stockholm, Sverige. 274 s.
- 17) Randers, J. (2012) *A Global Forecast for the Next Forty Years. 2052. A report to the Club of Rome. Commemorating the 40<sup>th</sup> Anniversary of 'The Limits to Growth'*. Chelsea Green Publishing, England, 416 s.
- 18) Royal Society (2009) *Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture*. Policy document. [http://royal-society.org/uploadedFiles/Royal\\_Society\\_Content/policy/publications/2009/4294967719.pdf](http://royal-society.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/policy/publications/2009/4294967719.pdf).
- 19) SCB (2012) *Hållbarhet i svenskt jordbruk*. Statistiska centralbyrån, Jordbruksverket, Naturvårdsverket, Lantbrukarnas Riksförbund. SCB Tryck Örebro, Sverige.
- 20) Sylwan, P. (2011) *Perennerna ska revolutionera jordbruket. Forskning och Framsteg nr 2*.

## 10

### Sammanfattande frågor och svar

Under senare år har frågorna varit många när det gäller ekoodlingens för- och nackdelar och svaren har ofta varit motsägelsefulla beroende på om den som svarat på frågan är för eller emot ekologisk odling. Alltför ofta baseras svaren på förhoppningar och inte främst på vetenskapliga fakta. Nedan har vi sammanställt ett flertal vanliga frågor som vi har fått under åren i olika sammanhang, vilka vi besvarar utifrån den vetenskapliga kunskap som idag finns inom dessa områden. Vi tror att detta är en lämplig sammanfattning om det vi har tagit upp i denna skrift och hoppas att läsaren därmed får en klar och enkel beskrivning av förhållandena i ekologisk odling.

#### **Odlingsfilosofi och uthållighet**

*Ekologiskt jordbruk anses vara bäst anpassat till naturen och därför bättre för miljön än ”kemikaliejordbruket”. Är det då inte bra att staten ger bidrag till ekologisk odling för att uppnå ett miljövänligt jordbruk?*

Ekologisk odling innebär ett mindre effektivt nyttjande av odlingsmark och lägre skördar produceras utan att minska växthusgasutsläppen och kväveläckaget. Därför löses inte miljöproblemen, som jordbruket förorsakar, med ”miljöstöd” till ekologisk odling. Att ekonomiskt stödja riktade och effektiva miljöåtgärder för hela jordbruket kan däremot vara motiverat.

*Inom ekologisk odling ska matproduktionen baseras på naturens principer så att odlingen är i harmoni med naturen. Det är därför självklart att bara naturliga medel och metoder tillåts. Borde inte detta vara rättesnöre för hela jordbruket?*

Det stämmer inte överens med kunskapen om hur naturen fungerar. Att basera jordbruksproduktion på naturens principer och efterlikna naturliga processer är motsatsen till vad jordbruk handlar om. Jordbruk förutsätter en omvandling av naturliga ekosystem till människogjorda agroekosystem. Jordbruk innebär odling av förädlade grödor, gödsling, ogräsbekämpning och slutligen bortförsel av odlade grödor från åkermark. Dessa ingrepp i naturen – som kallas kultivering – efterliknar inte naturliga ekosystem eller naturliga processer utan innebär styrning och kontroll av naturen. Inte heller gödsling med naturliga medel, såsom tillförsel av stora mängder stallgödsel från husdjur, förekommer i naturen. Vad gäller naturliga medel kan endast noggranna tester och undersökningar avgöra lämpligheten. Naturliga medel kan både vara bra och dåliga för naturen och människan. Man kan dra en parallell till naturliga och syntetiska läkemedel. Det finns naturliga läkemedel som är effektiva mot sjukdomar men den övervägande delen av läkemedel är syntetiska. Kort sagt, naturliga medel räcker oftast inte till och är inte heller självklart överlägsna.

Människans uppgift är att bruka och förvalta naturen på bästa sätt – att bevara åkermarken från erosion och förgiftning, att upprätthålla bördigheten, att minimera förluster till miljön och att producera hälsosamma och tillräckligt med livsmedel.

*Visserligen är ekologisk odling baserad på naturfilosofier och inte naturvetenskap, men spelar det någon roll? Man forskar väl idag både inom ekologiskt och konventionellt jordbruk med vetenskapliga metoder. Är inte ursprunget utan betydelse?*

Upphovsmännens (Steiner, Balfour och Rusch) centrala idéer om hur jordbruket fungerar och hur livsmedel ska produceras lever fortfarande kvar i ekologisk produktion som grundpelare, känne-

tecken och varumärke. Det mest påtagliga exemplet är förbudet att använda lättlösliga mineraliska gödselmedel som man anser leder till försämrad livsmedelskvalitet och miljö. När man utformar forskningsprojekt om ekologisk odling är fortfarande förbudet mot lättlösliga mineralgödselmedel en förutsättning. Det finns ingen vetenskaplig grund för detta förbud men ändå styr denna grundtanke även idag den ekologiska forskningen. Naturfilosofier går före naturvetenskap. Vår mening är att vi snabbare utvecklar ett hållbart jordbruk om forskningen inte begränsas av svärmotiverade ramverk. Det moderna jordbrukets miljöproblem är kända sedan länge. Den ekologiska forskningen ger inte en kompass för det konventionella lantbrukets miljöanpassning, vilket ofta påstås som försvar för ekolantbrukets fortlevnad. Satsningarna på ekoodling i forskning och praktik kan snarare vara hämmande än pådrivande för utvecklingen av ett mer hållbart jordbruk.

*Är närodlade produkter alltid ekologiska?*

En vanlig förekommande uppfattning är att närodlade produkter alltid är ekologiska, men det stämmer inte. Närodlade produkter är alltid lokalt producerade, vilket innebär att de transporteras kortare sträckor och har ofta kortare lagringstider, men längsta avståndet för vad som kan betecknas som närodlad har hittills inte definierats. I de flesta fall innebär närodlade produkter fräschare och smakrikare livsmedel. Sådana förbättrade kvalitetsegenskaper är dock oberoende av odlingsinriktningar.

*Är konventionell odling verkligen uthållig när den varje år behöver tillförsel av mineralgödsel? Kommer exempelvis brist på fosforgödselmedel bli ett stort problem inom bara 30 år eftersom det är en ändlig resurs?*

Huruvida jordens fosfortillgångar räcker i bara 30 år eller längre råder delade meningar om. De sammanställningar som har gjorts av den amerikanska myndigheten US Geological Survey har under det senaste året visat på ökade tillgångar, framförallt i

Marocko, Västsahara och Kina. Den senaste prognosen visar på förekomster som skulle räcka i över 300 år. Men oaktat förrådens storlek måste vi ändå förr eller senare utveckla effektiva kretsloppssystem. Ju förr desto bättre. Det är viktigt att framhålla att fosfor inte försvinner – till skillnad från olja eller gas – utan kan i stor utsträckning återvinnas från samhällets avfall.

*Det konventionella jordbruket är beroende av fossila bränslen för den energikrävande tillverkningen av kvävegödsel. Varför skulle ekologisk odling, som istället använder baljväxter för biologisk kvävefixering, inte vara mer uthålligt? Är det inte nödvändigt att jordbruket blir oberoende av fossila bränslen för att kunna vara uthålligt?*

Tillförsel av kvävegödselmedel till grödor innebär att betydligt högre skördar av både kärnor och halm uppnås i konventionell jämfört med ekologisk odling. I spannmålsodling får man i storleksordning 2-3 ton högre kärnskörd och ungefär lika mycket mer av halm. Då kvävegödselmedel kan produceras med hjälp av energi från förnybara organiska material, till exempel halm och ved, räcker halmen från en hektar konventionellt gödslad åkermark till att producera kvävegödsel till 20 hektar åkermark. Energibalansen är därför synnerligen positiv vid användning av kvävegödselmedel och dessa kan produceras uthålligt utan fossila bränslen. Att använda baljväxter som kvävekälla är problematiskt eftersom de inte kan odlas varje år och medför inte samma skördeökningar som mineralgödsel. Dessutom leder ofta baljväxtodling till stora kväveläckage.

*Är ekologisk mat egentligen en ”bluff” och är konsumenten därmed lurad?*

Som framgått på flera ställen i denna skrift ger ekologiskt producerad mat inga entydiga fördelar vad gäller livsmedelkvalitet, hälsa eller miljö. Där sådana fördelar finns, kan de dessutom åstadkommas mer kostnadseffektivt genom justeringar i det konventionella lantbruket. Trots detta satsar samhället stora resurser på ekologisk

produktion och konsumenterna betalar dessutom ett merpris för ekologiska produkter utan att få ett reellt mervärde. Konsumenten är därmed vilseledd och betalar för goda ambitioner.

*Ekologisk odling kritiseras sällan offentligt. Varför?*

Att vara positiv till ekologisk odling är ”politiskt korrekt”. Det finns en djup övertygelse hos många människor att matproduktion på naturens villkor är överlägsen och att ekologisk odling därför är bättre än konventionell odling. Däremot finns inga klara vetenskapligt underbyggda studier som visar att så är fallet. För en sund utveckling av ett demokratiskt samhälle måste vi bygga politiska beslut på tillgänglig och sakligt framtagen kunskap, vilket självfallet även gäller jordbruket. Det är därför viktigt att kritik mot ekologisk odling kommer fram och diskuteras på ett sakligt sätt.

*Driver inte ekologiskt jordbruk utvecklingen framåt – även mot ett mer miljövänligt konventionellt jordbruk?*

Ekojordbruket subventioneras med skattemedel. Drygt en halv miljard kronor per år utbetalas i direkta subventioner till producenter; därtill kommer skattemedel för örönmärkt forskning och för att uppfylla 25-procentmålet för offentlig upphandling av livsmedel i kommuner och landsting. Vi anser att dessa medel kunde göra större nytta om man istället satsade dem på utvecklingen av ett modernt jordbruk utan ideologiska förtecken, på riktade åtgärder för effektivare resursanvändning, biologisk mångfald och mindre miljöpåverkan. Samhällets satsning på ekojordbruket hämmar därför utvecklingen av ett mer miljövänligt jordbruk.

## **Påverkan på maten**

*Kan ekoodling försörja världens befolkning med mat? Är ekologisk odling att föredra i ett globalt perspektiv när en växande befolkning ska försörjas?*

Matförsörjningen kan inte tryggas eftersom skördenivån i eko-

logisk odling i de utvecklade länderna bara är 50 procent jämfört med konventionell odling. Detta skulle leda till stor livsmedelsbrist och svält. Det största problemet med ekoodlingen är just otillräcklig produktion. Även om produktionen är uthållig på sin låga avkastningsnivå är den inte tillräcklig. I utvecklingsländerna kan skördenivån höjas med kunskap om hur man utnyttjar de platsgivna förutsättningarna, vilket skulle kunna benämnas ekologisk odling, men kan mångdubblas med tillsats av mineralgödsel till de ofta långt näringsutarmade jordarna.

*Varför är produktionen bara hälften i ekoodling? Kan inte ekoproduktionen också höjas på sikt genom intensiv forskning så att det blir tillräckligt höga skördar och att man därigenom skulle kunna försörja alla människor med mat genom ekologiskt framställda livsmedel i framtiden?*

Det finns vissa fundamentala faktorer som inte kan förbises. För att upprätthålla eller öka avkastningen måste grödan förses med växtnäring i tillräcklig mängd. Idag är det brist på växtnäring i ekologiska system och gödselmedlen som tillförs är bara delvis växttillgängliga. Så kommer det även att bli i framtiden eftersom ekoodlingen förbjuder mineraliska gödselmedel som är omedelbart växttillgängliga.

En annan problematik gäller skyddet av grödor mot växtsjukdomar och konkurrens av ogräs. Det finns idag inga praktiskt genomförbara åtgärder som löser detta problem i ekoodlingen. Om man kan lösa problemet i framtiden är osannolikt, men vissa förbättringar är möjliga.

*Skulle den ekologiska livsmedelsproduktionen kunna fördubblas genom att odla på dubbelt så stor areal?*

Världens odlingsvärda marker anses i huvudsak redan vara uppodlade. Endast i vissa regioner kan mindre arealer skog eller naturmark överföras till livsmedelsproduktion. Mark kan även gå förlorad genom bebyggelse på åkermark och genom klimatför-

ändringar. Det finns således ingen möjlighet att fördubbla åkerarealen i ett globalt perspektiv.

*En minskning av skördar genom ekoodling är egentligen inget problem, om vi ändrar våra matvanor, det vill säga om vi äter mindre kött eller blir vegetarianer. Skulle ekomaten räcka då?*

Det är visserligen troligt att om alla blir vegetarianer skulle en ekologisk livsmedelsförsörjning vara tillräcklig för alla människor. Det finns även medicinsk forskning som hävdar att mer vegetabilier i vår kost skulle vara bra för hälsan. Om det är så, så kan dock denna anpassning även ske i konventionell odling varvid en stor del av åkermarken skulle kunna användas för produktion av förnybar energi eller andra råvaror. Kort sagt, kostsammansättningen ska inte baseras på brist på mat utan på vetenskaplig kunskap.

*Är den ekologiska maten nyttigare och finns det någon hälsovinst att äta ekologisk mat?*

Många jämförande studier under de senaste 30 åren har visat att få kvalitetskillnader finns mellan ekologiskt och konventionellt producerade livsmedel. När signifikanta skillnader har kunnat påvisas var dessa ibland till fördel för de konventionella, ibland för de ekologiska produkterna. Med andra ord, att köpa ekologiska produkter är ingen garanti för att livsmedlen är mer hälsosamma. Däremot har kostens sammansättning en stor betydelse för hälsan, det vill säga vilken mat och i vilka proportioner vi kombinerar den på tallriken.

*Det finns i regel högre proteinhalter i konventionellt odlat vete. Kan det inte vara så att detta främjar bildningen av akrylamid vid brödtillverkning? Kan inte kvävegödslingen därmed vara en orsak till cancer?*

Akrylamid är ett ämne som kan framkalla cancer och ger skador på nervsystemet. År 2002 upptäcktes att akrylamid bildas naturligt vid tillagning av livsmedel (upphetning över 120 grader) genom reaktionen mellan socker (glukos och fruktos) och ami-



nosyran asparagin. Halter av fri asparagin i spannmål kan påverka hur mycket alkrylamid som bildas vid bakning. Eftersom det finns ett samband mellan kvävegödning och högre proteinhalter i spannmål och också mellan halter av fri asparagin och kvävegödning är frågan berättigad. Den europeiska livsmedelsmyndigheten EFSA (European Food Security Authority) har angivit ”indikativa värden” för olika livsmedel som är vägledande för riskerna. För mjukt bröd anges ett värde av 150 och för fullkornsbröd och knäckebröd 500 mikrogram akrylamid per kilo som risknivå. Medelhalter i mjukt bröd respektive knäckebröd varierar mellan cirka 100 respektive 300 mikrogram akrylamid per kilo. Det är inte klarlagt om och i vilken utsträckning konventionellt odlad spannmål skulle kunna leda till större bildning av akrylamid. Som jämförelse kan nämnas att genom kaffe tillförs kroppen 29 procent och genom bröd 27 procent av det totala intaget av akrylamid i kosten.

*Är höga glutenhalter i vete på grund av kvävegödning en bidragande orsak till glutenintolerans och spannmålsallergi?*

Gluten är proteiner som förekommer i vete, råg och korn dock ej i havre. På många gårdar mäts proteininnehållet i växande vetebestånd och genom en anpassad kvävegödning ökas råproteinhalten och därmed glutenhalten för att förbättra vetets bakegenskaper. Befolkningen i nordiska länder har inte ätit vete i någon större omfattning innan slutet av 1800-talet då andelen vete steg från omkring 5 procent av spannmålsproduktionen till cirka 15 procent under 1920-talet. Befolkningen är således inte genetiskt väl anpassad till dagens glutenintag. På motsvarande sätt resoneras om laktosintolerans i den asiatiska befolkningen. Glutenintolerans anses idag inte enbart vara ärftlig utan är även kopplad till när och hur mycket mjöl som ges till barn i tidig ålder. Små mängder av gluten räcker för att utlösa symptom hos personer med anlag för intolerans eller allergi. Både höga och låga glutenhalter kan finnas i konventionellt och ekologiskt odlad vete. Man kan med

andra ord inte se någon klar skillnad mellan konventionell och ekologisk odling och möjlig inverkan på glutenintolerans.

*Behövs bekämpningsmedel överhuvudtaget? När en gröda blir angripen av skadedjur visar detta att den är svag, av dålig kvalitet och att det finns mer grundläggande problem i odlingen.*

Sjukdom behöver inte vara ett tecken på svaghet utan växter liksom människor och djur kan bli sjuka även vid ett gott hälsotillstånd. Bekämpningsmedel kan ses som "medicin" för att bota en angripen gröda.

*Utgör rester av kemiska bekämpningsmedel i livsmedel någon hälso-  
risk?*

Självklart ska vi begränsa bekämpningsmedelsrester i livsmedel. Samhället har definierat strikta gränsvärden för hur mycket av olika bekämpningsmedel som ska få finnas. Dessa gränsvärden är satta så att man med god marginal ska kunna konsumera livsmedel utan några som helst kända hälsorisker. För dricksvatten, som är ett av våra viktigaste livsmedel, ligger gränsvärdet för ett enskilt bekämpningsmedel på 0,1 mikrogram per liter. Det är en mycket liten mängd och visar att samhället tar bekämpningsmedelsrester i livsmedel på stort allvar. Det är också viktigt att komma ihåg att många livsmedel innehåller naturligt bildade substanser som kan förekomma i betydligt högre halter och vara mycket giftigare än syntetiska bekämpningsmedel och för vilka betydligt högre gränsvärden tillåts. Dit hör till exempel solanin i potatis och koffein i kaffe, vilka båda konsumeras dagligen i stora mängder av många människor. Med andra ord, exponeringen mot naturliga gifter är i regel större än av syntetiska bekämpningsmedel. Det är följaktligen lätt att "sila mygg och svälja kameler" när man pratar om gifter i mat.

## **Påverkan på miljön**

*Är det inte självklart att ekoodling är miljövänlig eftersom allt som används är naturligt?*

Även om ekologiskt jordbruk framstår som ett radikalt miljöalternativ finns inget jordbruk som är alltigenom miljövänligt. Allt jordbruk innebär stora ingrepp på miljön genom plöjning, harvning, ogräsbekämpning, gödsling och så vidare. Det finns till exempel inget entydigt vetenskapligt stöd för att det skulle vara särskilt miljövänligt att avstå från lättlösliga mineralgödsel. Växtnäringsläckaget från ekjordbruket, särskilt om man jämför per producerat kilogram, är ofta betydligt större än från det konventionella jordbruket.

*Ökar ekologisk odling jordarnas bördighet och lämnar vi därmed bättre jordar till nästa generation?*

Markens bördighet ökar inte vid ekoodling utan istället sker en långsam utarmning av växttillgänglig näring, vilket beror på att lättlösliga mineralgödselmedel är förbjudna. Andra faktorer som bidrar till försämrad bördighet är ineffektiv ogräsbekämpning vilket leder till en uppförökning av en konkurrerande ogräsflo- ra samt att växtnäringsrecirkulationen mellan stad och land inte tillåts. Markens mullinnehåll är också en viktig bördighetsfaktor men ekoodlingen leder inte till högre mullhalter vid jämförbara grödor och växtföljder.

*Minskar utsläppen av kväve och fosfor till haven om fler odlare går över till ekoodling?*

Kväveläckaget ökar vanligen vid ekoodling medan för fosfor- läckaget är det inga entydiga skillnader mellan konventionell och ekologisk odling. Om man dessutom tar hänsyn till den betydligt lägre skörden i ekologisk odling och räknar förlusten per producerad mängd livsmedel, blir utlakningen av både kväve och fosfor avsevärt högre vid ekologisk odling. Anledningen till att läckaget

av kväve ökar vid ekologisk odling är att organiska gödselmedel levererar växtnäring även under höst, vinter och vår när upptaget i grödan är obefintligt eller mycket lågt och frigjort kväve kan lakas ut. Lättlösliga mineralgödsel tillförs grödan efter behov och små utlakningsbara mängder finns kvar i marken efter skörd.

*Är ekologisk odling bäst för klimatet?*

Ekologisk odling i stor skala skulle leda till en stor ökning av framförallt koldioxidutsläpp. Den lägre produktionen vid ekologisk odling leder till lägre kolhalter i marken. Dessutom kräver en lägre produktion uppodling av mer mark för att tillgodose livsmedelsbehovet. Vid uppodling av naturmarker minskar kolhalten, vilket innebär större koldioxidavgång.

### **Storskalig ekoodling**

*Politiker har ju faktiskt bestämt att 20 procent av Sveriges åkerareal ska odlas ekologiskt, vilket ni är kritiska till. Är sådan kritik befogad?*

Många politiker tror att man har fattat ett bra beslut till fördel för miljön och människors hälsa och att detta bidrar till ett mer uthålligt jordbruk. Besluten fattades för många år sedan när man var övertygad om att ekoodling hade de påstådda fördelarna. Det vetenskapliga underlaget var dock mycket begränsat. Först efter millenniumskiftet, när resultaten från långtidsstudier och officiell svensk statistik om ekoodling visat att skördarna halverades, började kritiken komma fram. Miljöbelastningen visade sig också vara betydligt större per producerad mängd livsmedel än i konventionell odling. Skillnader i livsmedelskvaliteten har inte heller kunnat fastställas trots att ett flertal studier har gjorts inom området. Med andra ord, när bilden nu klarnar måste beslutet ifrågasättas och revideras.

*Vilka är de mest påtagliga effekterna om allt svenskt jordbruk (100 procent av Sveriges åkerareal) skulle övergå till att bli ekologiskt?*

Detta skulle medföra följande:

- Livsmedelsförsörjning i Sverige skulle bli ett stort problem på grund av kraftigt minskade skördar och vi skulle därmed bli ännu mer beroende av import från andra länder för att säkra vår egen livsmedelsförsörjning.
- Om bortfallet i produktionen ska täckas genom Sveriges jordbruk skulle 1,7 miljoner hektar annan mark (skog, naturmark) behöva omvandlas till åkermark. Detta skulle medföra att näringsläckage och klimatpåverkan från jordbruket nästan fördubblades.
- Den långsiktiga växtnäringsförsörjningen vid 100 procent ekoodling utan inköp av växtnäring från konventionellt jordbruk skulle bli ohållbar och skulle medföra en utarmning av jordarna.
- Man skulle inte ha miljöproblem kopplade till användningen av kemiska bekämpningsmedel.
- Vi skulle få en stark förökning av ogräs och växtsjukdomar som kraftigt skulle försvåra odling av exempelvis potatis och oljeväxter.
- Sveriges miljömål för minskad klimatpåverkan och lägre näringsbelastning av Östersjön skulle bli mycket svåra att uppnå.

*Kan det inte vara bra att man producerar mindre mat vid 100 procent ekoodling eftersom vi då är tvungna att ändra kosten till huvudsakligen vegetarisk kost?*

Som övertygad ekoanhängare vill man tänka positivt och även se fördelar med att mycket mindre mat produceras. Det gäller att hitta en lösning på ett obekvämt faktum. Att ha annan, mindre eller ingen mat än den man önskar är en radikal försämring av livskvaliteten. Att se positivt på något så grundläggande som en osäker och otillräcklig försörjning med mat är i grunden osunt.

### **Missuppfattningar om mineralgödsel**

*Är det inte självklart att mineralgödsel, som är onaturlig och framställd kemiskt i industrin, inte hör hemma i marken?*

*Mineralgödsel är onaturlig.*

– Mineralgödsel innehåller exakt samma mineraler som växter tar upp från marken. Med mineralgödsel tillförs de växtnäringssämnen som grödor behöver.

*Mineralgödsel förgiftar marken och dödar mikroblivet.*

– Nej, mineralämnen i mineralgödsel är essentiella för både växter och mikrober.

*Biologisk fixering av kväve via baljväxter kan ersätta mineralgödsel.*

– I princip ja, men mängden fixerat kväve räcker inte och skördarna sjunker. Dessutom är överföringen av baljväxtkväve till nästa års gröda svår att styra, ofta med större utlakning som följd.

*Användningen av kvävegödsel är inte uthållig eftersom tillverkningen är energikrävande och baserad på fossila bränslen.*

– Nej, kvävegödsel kan produceras med hjälp av förnybar energi. Även framställd med fossil energi är användningen av kvävegödsel effektiv då mångdubbelt mer energi binds in i den större biomassaproduktion som följd av kvävegödslingen.

*Framställning och användning av kvävegödsel ger upphov till stora växthusgasutsläpp och är inte klimatsmart.*

– Det slutgiltiga svaret finns ännu inte. Olika systemavgränsningar vid beräkning ger olika resultat. Rening av kväveoxider vid tillverkning av nitratgödsel spelar en stor roll och katalysatorer för rening har installerats under senare år. Uppgifter om emissioner från gödselmedel i marken pekar i olika riktningar.

*Användningen av mineralgödsel leder till stort näringsläckage till vattendrag.*

– Så kan det vara när doseringen är alldeles för stor i förhållande till grödans behov, vilket är mest vanligt vid användning av stallgödsel. Kunskap om behovsanpassad gödsling och sensorteknik möjliggör idag ett mycket effektivt utnyttjande av kvävegödsel. Läckage av kväve från mineralgödsel är i stort sett alltid lägre än från organiska gödselmedel.

*Man kan producera tillräckligt med mat utan mineralgödsel.*

– Nej, skördarna blir mycket lägre genom att stallgödsel och andra organiska gödselmedel inte räcker till och brist på mat blir ofrånkomlig.

*Finns det då inga risker med lösliga mineralgödsel?*

– Det finns två risker med mineralgödsel – fel användning samt underlåtelse av nödvändiga markvårdsåtgärder. Mineralgödsel är en effektiv näringsleverantör till grödan. Vid gödsling med rätt typ, mängd och vid rätt tillfälle kan höga skördar av bra kvalitet uppnås med mineralgödsel. Det ligger dock en fara i att förlita sig på mineralgödsel som garant för goda skördar och att försumma andra nödvändiga markvårdsåtgärder. Mineralgödsel ersätter till exempel inte en varierad växtföljd, vilken är nödvändig för att minska ogräsförekomsten och sjukdomstrycket. Mineralgödsel kan bara indirekt förbättra markens struktur, vilken kan vara otillräcklig i problemjordar där anpassade grödor, strukturkalk-

ning, tillförsel av organiskt material eller mekanisk luckring hade behövts. Likaså kan vind- och vattenerosion av odlingsmark bara förhindras genom specifika skyddsåtgärder. Tyvärr blir mineralgödseln ofta boven vid en försämring av odlingsmarken medan orsaken i själva verket är försummad markvård.



## Slutord

Ekologisk produktion anses vara vägen till ett mer uthålligt jordbruk men forskning visar att så inte är fallet. Ekologisk odling reducerar skörden kraftigt och kan därför inte försörja en växande befolkning. Ekologisk mat är inte heller hälsosammare och odlingsformen är inte bättre för miljön.



## Register

### A

akrylamid 68, 164f  
alv 150f  
aminosyror 56  
ammoniak 120, 122  
antibiotika 21  
antioxidanter 54, 57, 69  
antroposofi 28f  
aska 11, 84, 87f, 152f  
askorbinsyra 58  
asparagin 165  
atmosfären 114f, 120, 130  
avfall, avfallsprodukter 28, 30, 78, 80,  
84-88, 102, 113f, 152f, 161  
avkastning, avkastningsnivå 46, 79,  
81, 133  
avloppsslam 86ff, 152

### B

baljväxter 13, 44f, 81ff, 89f, 120ff, 161, 170  
baldersbrå 91  
Balfour 27, 29, 33, 72, 159  
befolkningsökning, befolkningstillväxt  
35, 87  
bekämpningsmedel 16f, 19-23, 25, 27,  
29, 31, 48, 54, 63-69, 71, 89, 107f,  
135, 137f, 142, 144, 153f, 166, 169  
bekämpningsmedelsrester 17, 22,  
64-67, 71, 107, 166  
beskuggning 55, 58

betakaroten 57  
betesmark 10, 21f, 35, 81, 113, 131-135,  
149  
biobränslen, bioenergi 41, 90, 43, 146,  
152  
biodynamisk odling 27ff, 33, 81  
biodynamiska preparat 28f  
biologisk organisk odling 27-30  
biologisk kvävefixering 89, 121f, 161  
biologisk mångfald 21, 32, 38, 43, 134,  
140, 143, 148, 162  
biomassa 30, 55, 92, 114f, 117ff, 123,  
149, 170  
biotoper 135, 148f  
bördighet 8, 11ff, 24, 30ff, 41, 47, 77ff,  
81, 84ff, 94, 99, 142-146, 152, 159,  
167

### D

ddt 17, 107  
denitrifikation 113  
djurhållning 13, 15f, 32, 42, 44, 79ff,  
114, 132ff  
djurtäthet 20  
dricksvatten 16, 20, 67, 166

### E

ekofilosofi 29  
ekologiska gårdar, ekogårdar 38, 79f,  
80, 82, 84, 132f, 135f, 140  
ekologism 29

ekosystemtjänster 46, 144  
emissioner 22, 136, 171  
energibalans 89f, 146, 161  
energimängd 89

## F

fleråriga grödor 146f  
foder 11ff, 18, 41f, 44, 80ff, 84ff, 114,  
123, 132, 134, 136  
foderkretslopp 86  
fosfor 14fff, 17, 20, 22, 24, 55, 79, 83f,  
88, 98, 101, 106, 147, 152-156, 160f,  
167  
fosforförluster 24, 106  
fosforgödselmedel 84, 88, 160  
fosfortillgång 160  
fossila bränslen 17, 113, 123, 146, 161, 170  
fotosyntesen 58, 114, 117  
framtidsperspektiv 138  
fånggrödor 21, 103, 105f, 145  
fältförsök 40, 79, 92, 102, 116, 118f, 136  
förbränning 61, 84, 87f, 113  
förnyelsebar energi 90, 146  
försurning 10

## G

gifter 8, 17f, 31, 63-68, 71, 166  
giftfri 23, 54, 63  
giftighet 63, 65ff  
giftexponering 67  
gluten, glutenhalter 56, 165f  
glutenintolerans 165f  
glyfosat 66f  
grödors näringskvalitet 147  
gröngödslingsgrödor 80, 82, 102, 104ff,  
121  
gröngödselkväve 120f  
grönmassa 47

grönsaker 55ff, 59f, 69ff, 141  
gödselmedel 11, 13f, 38, 41, 47, 54, 61,  
78-81, 83ff, 88ff, 94f, 99, 102, 113, 117,  
120, 139, 146, 152, 160f, 163, 167f, 171  
gödselproduktion 88

## H

halm 40, 80, 84f, 90, 145f, 161  
Howard 27, 29f, 33  
humus 29  
hälsorisk 56, 166  
hälsotillstånd 71, 166  
hästhov 91

## I

idisslare 114  
immunförsvar 56  
intensifiering 16, 144

## J

jordbearbetning 31, 90, 94, 116, 139, 145  
jordbruksareal, jordbruksmark 46, 87f,  
133  
jordbrukslandskap 22, 91, 103, 134f,  
139, 148

## K

kaffe 66f, 165f  
kantzoner 106, 135, 145  
klimatpåverkan 32, 38, 112, 125f, 129f,  
169  
klorofyll 55, 57, 149,  
koffein 66, 166  
kolbalans 116  
koldioxid 22, 112-115, 117, 120-124,  
130, 148, 168  
koldioxidekvivalenter 112, 121, 123f  
kolfastläggning 114f, 119, 122  
kolförråd i marken, kolmängd 116f

kolinlagring 22, 116f, 119  
kompost 28, 30f, 47, 81, 84, 153  
konsumtion 37, 41, 66f, 82, 87f, 129f, 140  
kosthållning, kostsammansättning 41ff,  
42, 45, 70f, 164  
kultivering 9, 159  
kvalitetsmål 23, 142f  
kvalitetsskillnader 54f, 164  
kvickrot 92, 94  
kvävefixering 82, 89, 121f, 161  
kväveförsörjning 13, 44, 56ff, 82  
kvävegödsel, kvävegödsling 15, 30, 55,  
58, 60, 89ff, 102f, 113, 117-120, 132,  
146, 149, 161, 164f, 170f  
kvävehalter 103, 105  
kväveoxider 22, 171  
kväveutlakning, kväveläckage 21, 102f,  
105f, 122, 147f, 158, 161, 167  
kvävgas 13, 82, 113, 120f  
kvävegiva 56, 83, 145  
kött- och benmjöl 40  
köttproduktion 116

## L

Liebig 13, 26  
livsmedelsbrist 8, 35, 48, 85, 163  
livsmedelsförsörjning 35, 41, 45, 48,  
164, 169  
livsmedelskretslopp 86, 88  
livsmedelskvalitet 8, 28, 54, 58, 145,  
160, 168  
livsmedelsproduktion 8, 31, 35, 38, 45f,  
48, 94, 142, 163  
livsmedelssammansättning 43  
livsmedelsöverskott 37  
ljusintensitet 59  
lustgas 22, 112ff, 121f, 124, 152  
läckage 17, 19f, 23, 147, 171  
läkemedelsrester 87

## M

markanvändning 43, 118, 136  
markbördighet 8, 143, 145  
marktryck 150  
markvård 142, 172  
matbehov 49  
matbrist 41, 45  
matförsörjningen 7, 43, 162  
matimport 36  
medicin 63, 166  
metan 22, 112ff, 124  
mikrober, mikrobiell aktivitet 170  
mikronäringsämnen 30, 60, 83, 148  
miljöfilter 153f  
miljögifter 65, 86f  
miljömål 20, 25, 169  
miljöpåverkan 8, 20, 103, 149, 162  
miljöstöd 7, 132, 101, 103, 106, 131, 135,  
137, 158  
miljövårdsarbete 18, 21  
miljöåtgärder 19, 145  
mineraler 28, 40, 54, 69, 78, 80ff, 85,  
95, 170  
mineralgödsel 12f, 15-21, 27-31, 46, 48,  
54, 60ff, 84f, 88f, 95, 103f, 113f, 132,  
138, 142, 144, 146, 151ff, 160f, 163,  
167f, 170f  
mineralkväve 57f, 104, 113, 117-124,  
mineralämnena 13, 15, 153, 170  
mull, mullhalt 10, 13, 30f, 47, 80, 94,  
115, 117f, 124, 145  
mullbildning 122  
mullförråd, mullhalter 30, 114, 123  
mullrika jordar 22, 118  
mullråämnen, mullråvara 80, 114, 118,  
122f, 145  
Müller 27, 30, 126

## N

naturfilosofi 159  
naturgas 90, 120  
naturlagar 40, 84  
naturliga gifter 63-68, 166  
naturmark 9, 43, 46f, 107, 113, 123f,  
133, 153, 163, 168f  
naturmedicin 139  
naturrekurs 24, 89, 97, 142ff  
naturromantik 29  
naturvårdsåtgärder 135  
nedbrytning, biologisk nedbrytning  
29f, 83, 94, 113, 115f, 122f  
nitrat 19, 55ff, 113, 122  
nitrathalter 19, 55ff, 104  
nitrat innehåll 55  
nitratkväve 19, 22, 105  
nitrifikation 113  
nitrit 56  
näringstarmning 47  
näringämnen 10f, 28, 47, 71, 79, 83,  
87f, 145ff, 152f  
närodlade produkter 160  
nötkreatur 21, 42, 44f, 82, 114, 124, 132  
nötkött, nötköttsproduktion 36, 45  
nyckelbiotoper 104

## O

odlingsfilosofi 70, 85, 158  
odlingssäkerhet 138, 141  
odlingsåtgärder 9, 134, 145  
ogräs 9, 23, 38, 41, 44, 63, 91-95, 107,  
133f, 136ff, 142, 145, 150, 163, 169  
ogräsbekämpning, ogräskontroll 41,  
92, 134, 136, 140, 150, 159, 167  
ogräsförekomst, ogrästryck 77  
organiska material 47, 84, 113, 115, 161  
organiska gödselmedel 38, 41, 47, 78,

80, 83, 85, 94f, 102, 113, 117, 139,  
168, 171

organisk odling 27-30

## P

perenna spannmålsgrödor 147f  
polyfenoler 68f  
produktionsförlust 135  
produktionsförmåga 77ff, 84  
protein, proteinhalter 13, 55, 57  
pyretrum 63

## R

recirkulation 31, 86f, 94, 115, 153  
Rusch 29f, 34, 75, 159  
råfosfat 84

## S

saltsyra 56  
sekundära metaboliter 68f  
selen 61f, 148  
selengödsling 61f, 146  
selenhalter 61f  
sensorer 149f  
självförsörjning, självförsörjningsgrad  
36, 84  
skadedjursbekämpning 41, 139  
skog, skogsmark, skogsbeta 10f, 35f, 43,  
46, 84, 115, 135f, 163, 169  
skörd, skördeprodukter 11f, 38f, 42,  
44f, 60, 70, 78, 80, 90, 94, 102f, 105,  
113ff, 118, 122ff, 137, 145f, 149f, 168  
skördebortfall, skördesänkning 94  
skördestatistik 38f  
skördestorlek 38  
skördeutveckling 15, 40  
skydds zoner 21, 145  
slätterbruk 10f, 48, 84

smak, smakjämförelse 68ff  
solanin 65ff, 166  
spannmål, spannmålsskördar 12f, 16,  
18, 37, 44f, 55f, 58, 62, 65f, 70, 118,  
132f, 136, 146ff, 161, 165  
spårelement 60f, 68f, 147  
stad-land 89  
stallgödsel 11ff, 15, 18ff, 28, 40, 44, 47,  
80-86, 94, 102, 110, 114, 117f, 123f,  
145, 150, 159, 171  
Steiner 27ff, 34, 75, 99, 159  
strukturförbättring 150, 152  
svampar 64, 149  
svedjebruk 11, 48, 84  
systemavgränsningar 171

## T

tistel 92, 94  
toalettavfall 28, 85ff, 152  
träda 37f, 54f, 68, 94, 101, 115, 136, 149

## U

urbanisering 87  
utarmning, utarmade jordar 11, 13,  
46ff, 79, 83ff, 163, 167, 169  
utlakning 11, 19, 22, 83, 101-105, 139,  
144f, 152f, 167f, 170  
utsläpp 16, 23, 101, 112-115, 120-125,  
148, 158, 167f, 171  
utsäde 137f, 140, 152  
utvecklingsländer 11, 16, 46ff, 163

## V

vall, vallväxter, vallfoder 11ff, 16, 39,  
43f, 102, 116, 118, 120, 132f, 136f  
vatten, vattenkvalitet 101  
vattendrag 7, 16f, 20f, 23, 43, 101, 103,  
107, 147, 154f, 171  
vattenhalt 70, 153

vegetarisk kost, vegetarisk mat 41f, 170  
vitamin a 57  
vitamin b 57f  
vitamin c 55, 58ff, 69, 74  
vittring 13, 30, 81, 83  
vätgas 120  
växelbruk 11ff  
växtföljd 13, 42f, 45, 82f, 94, 103ff, 116f,  
121, 133, 136f, 139, 167, 171  
växtförädling 16, 64, 69  
växthusgaser, växthusgasutsläpp 22, 43,  
112-115, 120-124, 128, 136, 148  
växtnäringsbehov 84f  
växtnäringscirkulation, växtnärings-  
kretslopp 83  
växtnäringsförluster, växtnärings-  
läckage 25f, 101  
växtnäringsförsörjning, växtnärings-  
tillförsel 13, 81f, 169  
växtnäringsämnen, växtnärings-  
produkter 10f, 13f, 77, 79f, 85, 87, 94,  
101, 143, 145, 152f, 170  
växtproduktion 11, 16, 36, 44, 46, 79,  
81, 90f, 114, 116f, 133f, 139, 144f, 147  
växtsjukdomar 31, 77, 107, 133, 163, 169  
växtskydd, växtskyddsmedel 20, 23, 25,  
48, 54, 74, 95, 132f  
våtmarker 21, 103, 106, 135, 148

## Å

åkerareal 12, 28, 35ff, 42, 82, 123f, 131,  
143f, 146, 148, 168f