



TIMBRO

På väg mot 9 miljarder

HAR EUROPA RÅD ATT GÅ MISTE OM GM-GRÖDORNAS POTENTIAL?

Ivar Virgin / Stockholm Environment Institute (SEI)

TIMBRO • April 2013

Om författaren

IVAR VIRGIN är doktor i biokemi och forskare på Stockholm Environment Institute (SEI). Han arbetar med globala bioresursfrågor samt hur länder, huvudsakligen i Afrika, ska kunna få tillgång till modern biovetenskap. Han driver även ett lantbruk i Västergötland.

© Författaren och Timbro 2013

Omlagsfoto: 117 Imagery/Flickr Open/Getty Images

ISBN: 978-91-7566-943-4

www.timbro.se

info@timbro.se

Innehåll

Inledning • 4

RAPPORTEN I KORTHET • 5

Jordbrukets utmaning – på väg mot 9 miljarder • 7

DEN TRADITIONELLA PRODUKTIONENS BEGRÄNSNINGAR • 8

Genteknik och GM-grödor – en del av lösningen • 10

VAD ÄR EN GM-GRÖDA? • 10

GENTEKNIK – VAR STÅR TEKNIKEN I DAG? • 11

FRAMTIDA GM-GRÖDOR • 12

Kritik av GM-grödor • 14

MILJÖ- OCH HÄLSORISKER • 14

PATENTFRÅGAN – VEM DRIVER UTVECKLINGEN? • 17

Användning och reglering av GM-grödor • 19

NORDAMERIKA • 19

SYDAMERIKA • 19

REGLERINGEN INOM EU • 21

PROBLEM MED NUVARANDE REGELVERK • 23

EN EUROPEISK BIOEKONOMI • 24

Avslutning • 26

KONSTEN ATT VÄGA FÖRDELAR MOT NACKDELAR • 26

VÄGAR FRAMÅT • 27

Referenser • 29

Inledning

DEN LÅNGSIKTIGA TRENDEN ÄR TYDLIG. De kommande åren står vi inför en kraftig ökning av efterfrågan på livsmedelsgrödor, animalieprodukter och biobränslen. Fram till 2050 kommer världens befolkning att öka från sju miljarder till nio miljarder, enligt FN:s prognos. En av det här seklets största utmaningar kommer att vara hur vi möter denna efterfrågan. Och detta på ett sätt som inte äventyrar framtida generationers livskvalitet och möjlighet till försörjning.

Utvecklingen av genmodifierade grödor (GM-grödor) är en allt viktigare del av den moderna växtförädlingen. Debatten kring GM-grödor har hittills varit fylld av överdrifter om både dess fördelar och brister. Världen har mycket att vinna på en mer nyanserad och verklighetsbaserad diskussion.

De revolutionerande framstegen i bioteknik banar väg för större nytta med genmodifiering av grödor. I stora delar av världen förs redan i dag en diskussion kring hur GM-grödor ska användas i jordbruket. I Europa diskuteras om man över huvud taget ska tillåta genteknik i jordbruket. I dag har bönder i Kina, Indien, USA, Kanada, Brasilien, Burkina Faso och Filippinerna tillgång till utsäde som förädlats med modern genteknik, medan det stora flertalet europeiska bönder lär få vänta länge på att tillämpa tekniken.

Håller vi i Europa och Sverige på att missa den gröna biovetenskapen och dess möjligheter att bidra till ett mer resurseffektivt samhälle? I dag finns det bara två grödor på den europeiska marknaden som har modifierats genom modern genteknik och de odlas i mycket begränsad utsträckning: en genmodifierad majs, som är tolerant mot majsskadedyr, och en genmodifierad potatissort, som producerar stärkelse för pappersindustrin.

Med min rapport vill jag belysa hur GM-grödor kan bidra till ett mer hållbart och resurseffektivt jordbruk. Grundfrågan är huruvida vi har råd att säga nej till gentekniken, med tanke på de stora utmaningar vi står inför.

Ivar Virgin,

Doktor i biokemi, Stockholm Environment Institute

RAPPORTEN I KORTHET

- 2050 beräknas jordens befolkning vara 9 miljarder. FN:s livsmedelsorganisation FAO spår att mat- och foderproduktionen måste öka med 70 procent från nuvarande nivåer för att möta denna efterfrågan. 90 procent av denna ökning behöver täckas genom högre avkastning på redan uppodlade områden – endast cirka 10 procent kan täckas genom att odla upp ny mark.
- I dag har modern genteknik kommit att spela en allt viktigare roll i växtförädlingen. Strax över 80 procent av all soja och all bomull som odlas globalt är GM-grödor. Andelen GM-majs som odlas är cirka 30 procent. Framstegen gör det möjligt att utveckla grödor och odlings-system som använder vatten, näring, energi och jordbruksmark mer optimalt än idag. Framstegen gör också att förnyelsebara råvaror såsom biobränslen blir mer attraktiva.
- Människan har i årtusenden förändrat arvsmassan i och med domesticeringen av nyttoväxter och husdjur. Många forskare anser därför att gentekniken, som tillåter mer precision, medför mindre oförutsedda förändringar än vad som är resultatet i traditionell förädling.
- Sedan femton år tillbaka odlas den första generationen GM-grödor på cirka 170 miljoner hektar i världen. Det motsvarar drygt 13 procent av världens totala åkerareal. Hälften av all GM-gröda finns i Nordamerika, framför allt i USA (69,5 miljoner hektar) men även i Kanada (11,5 miljoner hektar). I Sydamerika odlas GM-grödor på cirka 57 miljoner hektar, främst i Argentina och Brasilien. Också i Sydafrika har användningen av GM-grödor tagit fart, med en odlingsyta som motsvarar Sveriges åkerareal.
- I Europa är odlingen av GM-grödor mycket blygsam. Försiktighetsprincipen har haft stort genomslag och påverkat Europas förhållningssätt till den nya växtförädlingen. Debatten kring GM-grödor har varit starkt fokuserad på risker och hur GM-produkter ska märkas. EU har utvecklat ett regelverk för GM-grödor som ska skydda miljö och hälsa. Men många gånger fungerar regelverket som ett hinder i utvecklingen av nya resurseffektiva grödor och miljövänlig odlings-teknik. Det riskerar att ställa Europa vid sidan av de stora framstegen inom modern växtförädling.
- Effekten av EU:s regelverk är också att det endast är de stora företagen, såsom Monsanto, som har råd att testa och utveckla nya GM-grödor. Företag med begränsade resurser får däremot svårigheter att testa och kommersialisera potentiellt intressanta GM-grödor.
- Forskningen kring risker med genetiskt modifierade organismer har samtidigt varit omfattande. År 2010 publicerade EU-kommissionen en rapport som sammanfattar 130 forskningsprojekt genomförda av mer än 500 olika forskargrupper. EU-kommissionens slutsats är att dagens genetiskt modifierade grödor inte är farligare för hälsa eller miljö än traditionellt framtagna växtsorter.

- Nästa generation GM-grödor blir sannolikt bättre än sina föregångare både när det gäller hållbarhet och resurseffektivitet. För att stimulera utvecklingen finns goda skäl att rikta ökade resurser till forskning och utveckling som kan gynna förädling av grödor som har möjlighet att öka livsmedelstillgången i fattiga delar av världen; såsom kassava, sötpotatis och bönor, där kommersiella satsningar ännu inte anses lönsamma.

Jordbrukets utmaning – på väg mot 9 miljarder

Efterfrågan på mat styrs i hög grad av att jordens befolkning ökar. Beräkningar från FN visar att jordens befolkning på sju miljarder kommer att nå över nio miljarder år 2050.¹ Som tabell 1 visar kommer befolkningen att öka mest i Afrika och Asien. Samtidigt ökar också andelen personer som kan räknas till den globala medelklassen.² I takt med att fattigdomen minskar kan vi förvänta oss att alltfler efterfrågar animalieprodukter. FN:s livsmedelsorganisation FAO spår att mat- och foderproduktionen måste öka med 70 procent till 2050. Det motsvarar cirka en miljard ton mer spannmål och drygt 200 miljoner ton kött om året.³

Tabell 1. Beräknad befolkningsutveckling i miljoner.⁴

	Befolkning			Ändring i procent
	2000	2010	2050	2000–2050
Nordamerika	306	337	430	41
Europa och Ryssland	752	762	729	-3
OECD-länder runt Stilla havet	150	153	135	-10
Afrika söder om Sahara	655	842	1 723	163
Latinamerika	505	574	744	47
Mellersta Östern och Nordafrika	303	370	629	108
Östra Asien inkl. Kina	1 402	1 500	1 596	14
Södra Asien, Sydostasien inklusive Indien	1 765	2 056	2 839	61
Världen totalt	6 047	6 827	9 105	51

JORDBRUKETS UTMANING – ÖKAD EFTERFRÅGAN PÅ INDUSTRIELLA JORDBRUKSPRODUKTER

Jordbruket står även inför en ökad efterfrågan av förnyelsebara industriella jordbruksprodukter. Det rör sig om produkter till energi-, transport- och industrisektorn. Framsteg inom gentekniken, ett högt oljepris och behovet att minska utsläpp av växthusgaser gör förnyelsebara råvaror mer attraktiva. Gentekniken ger oss möjligheter att effektivt skräddarsy grödor som producerar biodrivmedel, gröna kemikalier, biobaserade oljor och biologiskt nedbrytbar plast. Med hjälp av gentekniken kan vi dessutom utveckla resurseffektiva grödor och odlingsystem som använder vatten, näring, energi och jordbruksmark mer optimalt än i dag.

1. FN (2009).
2. Kharas (2010).
3. FAO (2009).
4. FN (2009).

Bedömare menar att vi står på tröskeln till ett bärkraftigt biobaserat samhälle där vi kan minska beroendet av fossil energi och knyta ihop kretsloppen, och där jordbruket går från att bidra med växthusgaser, till att istället minska den globala uppvärmningen. Att bönder världen över kan välja mellan att producera livsmedel eller industriråvara kan också leda till ett lönsammare jordbruk. Ett lönsamt jordbruk har större möjligheter att göra de investeringar som krävs för ökad produktivitet och optimerad resurshushållning.⁵

DEN TRADITIONELLA PRODUKTIONENS BEGRÄNSNINGAR

Fram till 2050 kommer världen att behöva producera nästan dubbelt så mycket på i stort sett samma jordbruksareal som i dag. Samtidigt är tillgången på vatten, näring och billig fossil energi i ett globalt perspektiv begränsad. Klimatförändringarna riskerar också att förändra förutsättningarna för jordbruk och många ekosystem börjar nå kritiska tröskelnivåer, inte minst genom minskad biologisk mångfald.

FAO prognostiserar att endast cirka tio procent av produktionsökningen som behövs för att möta livsmedelsefterfrågan kan täckas genom att odla upp ny mark. 90 procent måste täckas genom högre avkastning på redan uppodlade områden. Att bryta ny jordbruksmark är på de flesta håll orealistiskt, med undantag av delar av Sydamerika och södra Afrika. Ett överutnyttjande av jord- och skogbruksmark innebär också en risk för markutarmning och i värsta fall erosion och ökenutbredning. Att göra om skogsmark, savanner, gräs- och buskmarker till jordbruksmark leder ofta till andra miljöproblem i samband med att kol som sedan länge har varit bundet i marken frigörs och bidrar till växthuseffekten. Allt detta betyder att utrymmet för ny åkermark är begränsat. Trenden är också att jordbruksmark blir till vägar och bebyggelse, inte minst i växande länder som Kina och Indien.⁶ Grödor som ger en högre avkastning på de jordbruksarealer vi redan brukar blir därmed allt viktigare.

Världens jordbruk är också i hög grad beroende av handelsgödsel. I produktionen av handelsgödsel fixerar man luftens kväve, vilket är energikrävande och påverkar klimatet. Fosfor, en huvudkomponent i handelsgödsel, utvinns på ett fåtal platser i världen och blir sannolikt dyrare de kommande årtiondena. Därför brådskar det att få fram metoder för att öka kretsloppet av näring mellan samhälle och jordbruk, samt att minska de negativa miljöeffekterna från kväve- och fosforläckage. Grödor som tar upp näring effektivt, och odlingssystem som binder och återvinner fosfor och kväve blir allt mer angelägna. Jordbruket uppskattas i dag stå för ca 14 procent av de globala utsläp-

5. Eaglesham et al (2000).

6. Bruinsma (2009).

pen av växthusgaser.⁷ Mer energieffektiva och klimatsmarta grödor och odlingssystem blir likaså viktigare.

Klimatförändringarna kan därtill medföra att många områden i världen får ett torrare odlingsklimat och mindre tillgång till vatten. Klimatförändringar är också en drivande kraft när det gäller uppkomst och spridning av skadliga patogener. Genteknik är viktigt både för att få grödor som använder vatten mer effektivt och för att få grödor som kan bekämpa patogener utan att öka kemikalieanvändningen.

De flesta bedömare är ense om att det behövs framsteg inom många områden för att öka jordbrukets produktivitet, såväl agronomiska (näringstillförsel, växtföljder, jordbearbetning), jordbrukstekniska (maskiner och styrsystem), och strukturella (vägar och lagringsmöjligheter) som ekonomiska (marknader och äganderätt).^{8,9} Det är tydligt att en effektiv växtförädling kan bidra till att göra odlingssystem mer resurseffektiva, med grödor som använder vatten, näring, energi och jordbruksmark på ett mer hållbart sätt.¹⁰

7. IPCC (2007), men det finns studier som tyder på betydligt högre utsläpp, exempelvis FAO (2006).

8. Se exempelvis Världsbanken (2007), OECD/FAO (2012), NEPAD (2006) eller Alexandratos et al (2012).

9. Bedömare menar också att det behövs en kunskapsutveckling mellan bönder och forskare samt en stärkt multifunktionalitet; ett jordbruk som kombinerar miljömässiga, sociala och ekonomiska styrfunktioner. IAASTD (2009).

10. Von Braun et al (2007), Tester et al (2010) och Charles et al (2010).

Genteknik och GM-grödor – en del av lösningen

VAD ÄR EN GM-GRÖDA?

Växtförädling har utövats i tusentals år och har varit en central del i den mänskliga civilisationens utveckling. Traditionell växtförädling använder sig av avsiktlig korsning av närbesläktade individer för att producera nya grödor och växtsorter med önskvärda egenskaper. Ett exempel är när man korsar en mögelresistent vetesort med en högvastande vetesort. Målet är att skapa ett mögeltolerant vete, utan att förlora de högvastande egenskaperna.

Den traditionella växtförädlingen tog lång tid och begränsades av att man enbart korsade närbesläktade arter. För att öka den genetiska variationen i förädlingsmaterialet och uppnå resistens mot växtsjukdomar, höjd avkastning eller förbättrad kvalitet, började man under 1900-talet att använda sig av en rad artificiella tekniker, så kallade *in vitro*-tekniker. Till dessa tekniker hör kromosomtalsfördubbling, hybridisering av närstående arter, somatisk hybridisering och mutationsförädling.

I mutationsförädlingen behandlas växter med radioaktivitet eller mutagena ämnen vilket ger nya mutationer. Strålningen påverkar DNA-kedjan och framkallar en rad slumpvisa förändringar i arvsmassan. Många kornsorter som introducerats sedan 1960-talet innehåller en eller flera mutationsförädlade egenskaper.^{11, 12}

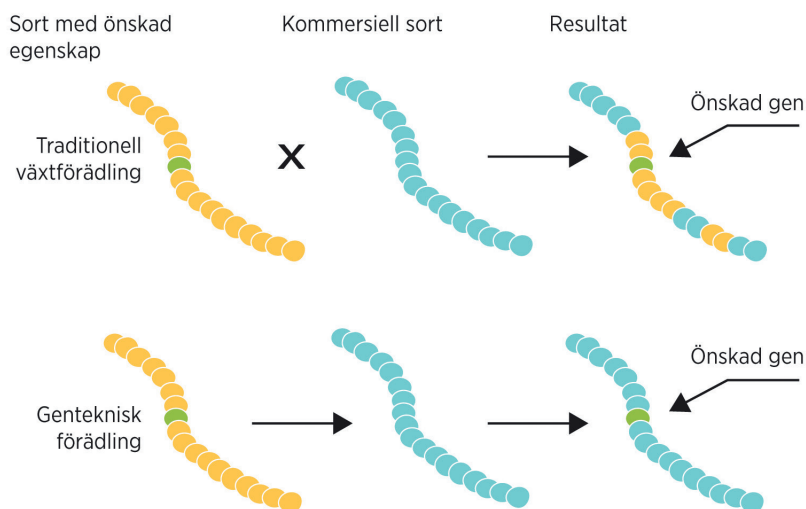
Under 1970-talet utvecklades rekombinant DNA-teknik, som gjorde det möjligt att klippa och klistra i arvs massa. På 1980-talet utvecklades tekniken vidare så att det blev möjligt att föra in enskilda gener i en växt. Tillvägagångssättet handlade främst om att ta hjälp av en jordbakterie (*Agrobacterium tumefaciens*), naturens egen genmanipulator, för att föra in gener i olika grödor. Med denna teknik skapades genetiskt modifierade grödor (GM-grödor).

En GM-gröda är en gröda där man på ett målmedvetet sätt har förändrat arvs massan med hjälp av molekylärbiologiska metoder. Man kan ändra på en grödas arvs massa på två sätt; antingen genom att tillföra nya gener eller genom att ändra på hur befintliga gener kommer till uttryck. Gentekniken gör det möjligt att överföra egenskaper mellan närbesläktade individer och över artgränser. Det som gör metoden attraktiv är att man endast för över de gener man vill ha utan att samtidigt föra över oönskade egenskaper, vilket är fallet vid traditionell växtförädling (figur 1).

11. Vad som är intressant är att ingen av dessa grödor i lagens mening är genetiskt modifierad. I EU:s lagstiftning ses de som genmodifierade, men är undantagna från reglering och har i motsats till GM-grödor aldrig varit föremål för någon riskvärdering.

12. Sundström (2010).

Figur 1. Traditionell växtförädling och växtförädling med GM-teknik



Ur artikeln *Genteknik – en naturlig del av framtidens hållbara jordbruk* av Jens Sundström, i boken *Jordbruk som håller i längden*, Formas (2010).

Med genteknik finns det möjlighet att med precision skapa grödor med agronomiskt intressanta egenskaper, såsom motståndskraft mot kyla, torka, skadedjursangrepp, växtsjukdomar och tolerans mot specifika bekämpningsmedel. Det är också möjligt att skapa grödor med särskilt höga nivåer av vitaminer eller med en förbättrad förmåga att ta upp näringsämnen och därmed grödor som kan minska kväve- och fosforläckage. En hel del av dessa egenskaper är det möjligt att åstadkomma med traditionell förädling, men det går snabbare och lättare med hjälp av genteknik. Gentekniken hjälper oss därmed att nå förädlingsmål fortare och mer effektivt.

GENTEKNIK – VAR STÅR TEKNIKEN I DAG?

Utvecklingen har gått snabbt sedan den biovetenskapliga revolutionen startade 1953, då James Watson och Francis Crick beskrev den genetiska koden. Sedan dess har utvecklingen gått i rask takt. Kartläggningen av den mänskliga arvsmassan startade 1990; den sysselsatte hundratals forskare och ett antal företag i över tio års tid och kostade cirka 3 miljarder kronor.¹³ I dag kan en duktig forskarstuderande på ett bättre laboratorium göra samma kartläggning på några veckor för en bråkdel av kostnaden.

Dagens molekylärbiologiska växtförädling innefattar en lång rad metoder, bland annat:

- *Genetisk modifiering.* Man flyttar gener inom eller mellan olika organismer eller stänger av gener och skapar därmed genetiskt modifierade grödor (GM-grödor). Genetisk modifiering kan också ske genom

13. National Human Genome Research Institute (2013).

att man med små DNA-bitar förändrar växtens gener och sedan väljer ut de mutationer som ger upphov till de önskade egenskaperna.¹⁴

- *Markörassisterad förädling*. Här sker ingen genetisk modifiering utan med hjälp av DNA-markörer identifierar man och följer gener och egenskaper av intresse i förädlingen.
- *Bioinformatik och funktionell genomik*. Man försöker förstå generns struktur, hur de uttrycks och regleras.

Förädlingsindustrin använder allt oftare ett bredare begrepp för sina gentekniskt förädlade grödor: bioteknikgrödor. En bioteknikgröda är en gröda som tagits fram med hjälp av avancerad molekylärbiologi, men som inte nödvändigtvis är ett resultat av just genetisk modifiering. I dag är också en mängd nya tekniker under utveckling där man använder sig av genteknik i ett inledande skede av förädlingsprocessen, men där grödan som odlas på åkern inte innehåller några spår av genteknik och därför inte skiljer sig från konventionellt förädlade grödor.¹⁵ Den snabba utvecklingen har gjort att gränserna mellan många gentekniska metoder suddas ut och det förs i dag en teknisk diskussion kring vad som egentligen är en GM-gröda.

FRAMTIDA GM-GRÖDOR

De GM-grödor som finns på marknaden har i första hand modifierats för att stå emot ogräsbekämpningsmedel (herbicidtolerans) eller tillförts en gen från en jordbakterie, som gör att växten själv kan producera ett biologiskt insektsmedel mot skadeinsekter (insektsresistens). Dessutom förekommer viss kommersiell odling av virusresistenta grödor. Svampresistenta GM-grödor finns på försöksstadiet. Det finns också GM-grödor som börjar lämna forskningsstadiet där man har förändrat närings- och fettsyreinnehåll, till exempel kan de ha fått högre halter av fettsyran Omega 3. I flera länder i Asien¹⁶ pågår fältförsök med genmodifierat ris berikat med A-vitamin, det så kallade gyllene riset, som syftar till att motverka blindhet och andra sjukdomar. Bland sojabönor finns varianter med förändrad fettsyresammansättning.

Andra exempel på GM-grödor som odlades under 2011 är; virusresistent squash, virusresistent papaya, virusresistent paprika, tomat med fördröjd mognad, herbicidtolerant lusern och insektsresistent poppel.¹⁷ För jordbrukare i många delar av världen håller GM-grödor på att bli vardag.

14. Detta klassificeras enligt lagstiftningen som en GM-gröda, men undantas från nuvarande reglering.

15. Det finns också en rad nya tekniker där man gör riktade förändringar i växtens arvsmassa såsom Oligonucleotide-dependent mutagenesis, ODM och zinc-finger nucleases, ZFN. När det gäller ODM och ZFN är det fortfarande en öppen fråga om dessa tekniker leder till en GMO :som ska regleras eller inte.

16. Bland annat i Filippinerna, Kina, Vietnam och Indien.

17. Gentekniknämnden (2011).

Nästa generation genmodifierade grödor blir sannolikt bättre än sina föregångare. De förädlade grödor som många jordbrukare världen över kommer ha tillgång till inom 10–30 år kommer sannolikt att ha nya värdefulla egenskaper. Det vi exempelvis kan räkna med är:

- Grödor med effektivare näringsupptag och förmåga att växa på mindre näringsrika jordar. Det ger ett minskat kväve- och fosforläckage.
- Grödor med ökad tålighet mot torka, saltvatten och översvämning, som kan bidra till ett jordbruk mer anpassat till klimatförändringar.
- Grödor med bredare tolerans mot växtsjukdomar, vilket leder till högre produktion och mindre användning av kemiska bekämpningsmedel.
- Grödor med bättre anpassad näringssammansättning vilket ger en mer resurseffektiv och miljövänlig animalieproduktion.
- Nya typer av perenna grödor, exempelvis flerårigt vete och flerårig majs, som inte behöver planteras på nytt varje år och därför har betydligt mindre behov av näring, vatten och jordbearbetning.
- Man kan också utveckla grödor som kan fungera som fiskfoder för den globalt expanderande fiskodlingen och därmed minska rovfisket av foderfisk.

I en nära framtid (5–10 år) odlas sannolikt gentekniskt förädlade industrigrödor med specialiserade egenskaper. Till exempel sofistikerade och resurseffektiva biobränslegrödor och oljegrödor. Sådana grödor skulle kunna konkurrera med fossil olja i produktionen av mer miljövänliga industrikemikalier. På så sätt skulle växterna kunna bli bioraffinaderier som producerar biologiskt nedbrytbar plast, miljövänliga oljor och andra gröna industrikemikalier. Molekylärbiologi, genteknik och bioteknik ger dessutom allt större möjlighet att vidareförädla jordbruksråvaror så att även restprodukter och avfall kan användas för att producera energi och andra värdefulla produkter.¹⁸

18. Johnson et al (2010).

Kritik av GM-grödor

MILJÖ- OCH HÄLSORISKER

Diskussionen kring etik och säkerhet med GM-grödor har följt teknikutvecklingen.¹⁹ Startskottet var Asilomar-konferensen i Kalifornien 1975 som ledde till frivilliga riktlinjer för hur den gentekniska forskningen skulle bedrivas. En försiktighetsprincip lanserades, som fortfarande har stort genomslag.

I dag, fyrtio år senare, har vi större erfarenhet av att bedöma risker med genetiskt modifierade organismer. Forskarsamhället är enigt om att arvsmassan hos alla organismer kontinuerligt förändras. Människan har i årtusenden förändrat arvsmassan i och med domesticeringen av nyttoväxter och husdjur. Många forskare anser därför att gentekniken, som tillåter mer precision, medför mindre oförutsedda förändringar än vad som är resultatet i traditionell förädling.²⁰

Vi har odlat och konsumerat GM-grödor i större utsträckning i världen sedan mitten av 1990-talet. Det har också lagts ner omfattande resurser på forskning på dagens GM-grödor när det gäller effekter på miljö och hälsa. En överväldigande majoritet av de studier som gjorts har inte kunnat påvisa några risker med de GM-grödor som finns på marknaden i dag. Men det finns – framför allt bland allmänheten – farhågor.²¹ De risker som har anförts gäller genspridning, framkomsten av nya ”supergräs”, resistensbildning och toxiska bieffekter.

- *Genspridning.* Risk för genspridning är värt att begrunda, men odling av GM-grödor har inte orsakat någon bestående etablering av oönskade egenskaper i naturen. Skälet till detta är att växtförädling, traditionell som genteknisk, oftast leder till grödor som är beroende av människan för sin överlevnad. Det stora flertalet egenskaper som är agronomiskt intressanta saknar oftast överlevnadsvärde utanför våra odlingssystem. Som exempel kan nämnas att tolerans mot en viss sorts herbicid, det vill säga ogräsmedel, inte är en fördel i en miljö där ogräsmedlet inte används. Genspridning är därför ingen risk *per se*, utan risken är kopplad till vilken gen som överförs och på vilket sätt genen förändrar växtens överlevnadsförmåga.

Ett exempel på detta är att överföra en gen som ger en gröda tolerans mot torka. Om denna gröda kan korsa sig med ett svärbekämpat ogräs, då ökar också ogräsets tolerans mot torka. Därför är det viktigt att bedöma GM-grödor utifrån vilka egenskaper de har från början, vad den nya GM-grödan får för egenskaper och var den odlas. Som exempel kan man nämna att potatis i Europa inte har några vil-

19. The Belgian Scientific Institute of Public Health (2010).

20. Se exempelvis Amman (2012).

21. Intressant nog finns mycket lite av dessa farhågor när det rör läkemedel där man också använder sig av rekombinant DNA-teknik, till exempel utveckling av vacciner och produktion av insulin.

da släktingar och därför inte kan överföra någon egenskap till andra växtarter. Således är genspridning då det gäller potatis odlad i Europa ingen potentiell risk. I fråga om genförändrad raps – som har vilda släktingar i Europa – blir de potentiella effekterna av genspridning mer komplexa.²²

- *Resistensbildning.* Användning av bekämpningsmedel i ett odlings-system medför alltid en risk för att exempelvis ogräs utvecklar resistens mot de bekämpningsmedel de utsätts för. Detta problem har funnits inom jordbruket länge och gäller både kemisk och biologisk bekämpning av ogräs, växtsjukdomar eller insektsangrepp. En viktig fråga är därför om en omfattande odling av GM-grödor som är toleranta mot en viss typ av bekämpningsmedel påskyndar utvecklingen av resistens. Samma fråga gäller odlingen av grödor som producerar sitt eget biologiska insektsmedel, oftast ett toxin från en bakterie (så kallad Bt-grödor). Denna risk har varit tydlig länge och som väntat visar rapporter på resistensbildning mot Glyfosat som Bt-toxin.²³ Den första resistensutvecklingen i en insektspopulation skedde dock innan genmodifierade Bt-grödor introducerades, och då i det ekologiska jordbruket, där man sedan länge använt Bt-toxinet i form av en biopesticid. Det är med andra ord inte GM-grödorna som är problemet. Det är en ensidig herbicidanvändning och en ensidig odling av en Bt-gröda som är boven, inte grödorna i sig.

Rapporterna om resistensutveckling har tagits på allvar och har lett till ändrade odlingsrutiner i många länder. I dag sker till exempel odling av Bt-grödor i samma åker med en konventionell gröda av samma sort som inte är tolerant mot insektsangrepp för att förhindra uppkomst av resistens hos skadeinsekterna.²⁴ Intressant att notera är att odling av Bt-grödor i många fall också har gett en minskning av mögelgifter som är ett stort problem ur livsmedels- och fodersynpunkt både i ekologisk och konventionell odling.²⁵

Forskningen kring risker med GM-grödor har varit omfattande, både i Europa och i USA. År 2010 publicerade EU-kommissionen en rapport som sammanfattar cirka 130 forskningsprojekt genomförda av mer än 500 olika forskargrupper med en budget på drygt 200 miljoner euro. En stor del har varit multidisciplinära projekt med genetiker, molekylärbiologer, ekologer, samhällsvetare och agronomer. Syftet har varit att ge ett robust underlag till de riskbedömningar som görs inom EU. I rapportens sammanfattning är EU-kommissionens slutsats att GM-grödor inte är farligare för hälsa eller miljö än traditionellt framtagna grödor och att de har stor potential att bidra till ett mer produktivt jordbruk:

22. Se Sundström (2007).

23. Bagla (2010).

24. Dessa odlingsrutiner, så kallade refugier, har varit svåra att genomföra bland småbönder som odlar Bt-bmull i länder som Kina och Indien.

25. Så kallade mykotoxiner.

*Undeniably GM technology is an important tool in the fight against global poverty and food insecurity. Farmers all over the world face the challenge of doubling food production to meet the needs of a population that is expected to reach nine billion by mid-century – and all this while maintaining soil and water quality and conserving biodiversity. [...] The task of enhancing productivity calls for greater innovation, not only in the dissemination of know-how and the development of infrastructure, but also in generating new crop varieties better adapted to specific local environments. Yet the possibilities offered by biotechnology are limitless. GM crops not only have the potential to ensure sufficient availability of food, they can also help domesticate many fastgrowing high-biomass crops.*²⁶

Medlemsländerna i EU har själva också finansierat forskning kring eventuella risker med GM-grödor, motsvarande minst 120 miljoner euro de senaste åtta åren.²⁷ De sammantagna slutsatserna liknar i hög grad de slutsatser som dras i EU-rapporten:

- Den tyska myndigheten The Federal Office of Consumer Protection and Food Safety of Germany (2009) har sammanställt de kort- och långsiktiga effekterna av konsumtion av GM-grödor. I rapporten redovisas resultaten från över 100 internationella studier på global nivå och i rapporten har ett femtiotal experter på livsmedelshälsa konsulterats. Slutsatsen är att det i dag inte finns några vetenskapligt grundade negativa effekter på människors hälsa från konsumtion av GM-grödor.²⁸
- Nyligen (2012) publicerades en översiktsartikel där en grupp forskare har analyserat ett antal tidigare publicerade studier som undersökt potentiella hälsoeffekter av genetiskt modifierade grödor. Resultaten från de 24 studierna visar inte på några hälsorisker: "The studies reviewed present evidence to show that GM plants are nutritionally equivalent to their non-GM counterparts and can be safely used in food and feed."²⁹
- Det spanska departementet för miljö, landsbygd och hälsa har under 12 år studerat potentiella miljörisker vid odling av genmodifierad insektstolerant majs. Slutsatsen är att majsen inte har några negativa effekter på flora och fauna.³⁰
- En brittisk studie (2007) visar förlust av biologisk mångfald vid odling av herbicidtoleranta GM-grödor.³¹ Förlusten var minskad före-

26. EU (2011).

27. Fagerström et al (2012).

28. Federal Office of Consumer Protection and Food Safety (Tyskland), Blau och Genius (2009).

29. Snell et al (2012). Forskarna analyserar 12 långtidsstudier (mer än 90 dagar till upp till två år) och 12 flergenerationsstudier (från två till fem generationer).

30. Gentekniknämnden (2011).

31. Rapporten visade även på att det kan vara lika stora skillnader i biologisk mångfald mellan olika typer av grödor, till exempel majs och raps, som mellan en genmodifierad och konventionell raps.

komst av ogräs. I de flesta odlingssystem försöker man dock minska ogräset för att öka avkastningen. Om inte ogräset tillåts minska riskerar vi i förlängningen större förluster av biologisk mångfald i och med att nya jordbruksmarker måste brytas.³²

Sammantaget har en överväldigande majoritet av de riskstudier som gjorts kommit till samma slutsats. Det finns inget vetenskapligt stöd för att dagens GM-grödor skulle vara farligare för miljö eller hälsa än konventionellt förädlade grödor. Däremot finns en del frågetecken av agronomisk art kring hur en del GM-grödor ska användas i storskaliga odlingssystem. Det gäller främst GM-grödor toleranta mot ogräsbekämpningsmedel.³³

PATENTFRÅGAN – VEM DRIVER UTVECKLINGEN?

En annan frågeställning som rör GM-grödor är vem som har tillgång till tekniken. Den molekylärbiologiska förädlingen är omgärdad av patent och andra immaterialrättsliga tillgänglighetsrestriktioner. Hittills har forskning och utveckling av genförändrade grödor framför allt drivits av internationella kemi- och växtförädlingsföretag i USA. Den kommersiella förädlingssektorn är av naturliga skäl mest intresserad av att förädla grödor med stor kommersiell potential. De som fått ta del av de biovetenskapliga landvinningarna är därför främst nord- och sydamerikanska bönder som odlar majs, soja, bomull och raps.

Växtförädlingsföretaget Monsanto är den viktigaste aktören, som har gått från att vara ett agrokemiföretag med ett minst sagt tvivelaktigt rykte³⁴ till att i dag vara ett ledande företag inom modern växtförädling. Monsanto är på sätt och vis biologins svar på IT-världens Microsoft. Monsanto var tidiga med att rekrytera forskarkompetens i världsklass och bland de första aktörerna att utveckla genetiskt modifierade grödor. Företaget använde sig då av de vidsträckta möjligheterna, framför allt i USA, att patentera teknik och modifiera grödor och köpte upp en mängd utsädesbolag. I dag är företaget världsledande och utvecklar morgondagens teknikplattformar för växtförädling. Genteknik och molekylärbiologi kombineras med optiska metoder och högeffektiv automatiserad screening av arvsmassan i en stor mängd fröer. Man utvecklar teknik och produkter för ett premiumsegment av kunder, och försvarar sina patent med näbbar och klor.

32. Report of the ACRE Sub-Group on Wider Issues raised by the Farm-Scale Evaluations of Herbicide Tolerant GM Crops (2007).

33. Risker med genförändrade grödor måste, precis som risker med andra produkter, bedömas kontinuerligt. Anledningen är att det hela tiden utvecklas nya GM-grödor med nya egenskaper, nu senast en majs (Mon 810) som är tolerant mot insektsangrepp. Ett problem med Europas riskforskning är att den är fokuserad på att studera grödor som redan blivit godkända för användning och därmed är tämligen väl undersökta.

34. Monsanto var ett av de kemiföretag som bland annat producerade det ökända medlet "Agent Orange" som användes under Vietnamkriget.

I praktiken är det Monsanto som har utvecklat och kontrollerar huvuddelen av de GM-grödor som i dag finns på marknaden. Bolaget har liksom Microsoft kritiserats hårt för att monopolisera och dominera marknaden. Fokus har varit på grödor med stor kommersiell potential. Grödorna har därför ökat lönsamheten för bönder i Nord- och Sydamerika som odlar majs, soja och bomull.

Det finns skäl att tro att Monsanto kommer fortsätta vara en dominerande aktör inom molekylärbiologisk växtförädling och GM-grödor, med ny teknik och nya patent. Bolaget har också gynnats av en strikt biosäkerhetslagstiftning – Monsanto har varit en av de få aktörer som haft resurser att genomföra alla omfattande tester och datainsamling som krävs för ett marknadsgodkännande av GM-grödor. Dock dyker det upp nya aktörer, inte minst i länder som Kina och Brasilien, som framöver kommer att öka konkurrensen och utbudet av molekylärbiologiskt förädlade grödor.

Det måste också påpekas att även miljontals småbönder i Sydafrika, Indien och Kina som odlar insektstolerant GM-bomull har vunnit på GM-grödor.³⁵ De har kraftigt reducerat sitt behov av giftiga insektsbekämpningsmedel. Förutom att detta har varit ekonomiskt fördelaktigt har den minskade användningen av bekämpningsmedel också varit bra för miljö och hälsa. I en artikel publicerad i tidskriften *Ecological Economics* har forskare analyserat hur småskaliga lantbrukares hälsa påverkats av de förändringar i användningen av kemiska bekämpningsmedel som odling av insektsresistent Bt-bomull i Indien medfört. Enligt forskarna har den insektsresistenta bomullen minskat pesticidanvändningen med cirka 50 procent, där de allra giftigaste ämnena minskat mest. Det har i sin tur lett till att antalet förgiftningsfall bland indiska bomullsodlare minskat markant. Utifrån dessa resultat beräknar forskarna att den insektsresistenta bomullen hjälpt till att undvika 2,4 miljoner förgiftningsfall per år i Indien.³⁶

35. Kaphengst et al (2011).

36. Kouser & Qaim (2011).

Användning och reglering av GM-grödor

Sedan femton år tillbaka odlas den första generationen GM-grödor på cirka 170 miljoner hektar i världen. Det motsvarar cirka 13 procent av världens totala åkerareal. I dag utgörs större delen av all soja (81 procent) och bomull (81 procent) av GM-grödor. För majs är andelen GM-majs som odlas globalt omkring 30 procent.³⁷

NORDAMERIKA

Hälften av all GM-gröda, cirka 80 miljoner hektar, finns i Nordamerika, framför allt i USA (69,5 miljoner hektar) men även i Kanada (11,5 miljoner hektar). I USA odlas GM-grödor på en yta drygt 30 gånger större än Sveriges totala åkerareal.³⁸ Det är också USA som varit drivande i utvecklingen av GM-grödor, inte minst genom sina forskningsinstitutioner och växtförädlingsföretag. Politiker och myndigheter i USA, men även i Kanada har tillämpat en främjande policy och lagstiftning kring GM-grödor, delvis för att behålla sitt teknikförsprång. De amerikanska och kanadensiska konsumenterna har på det stora hela accepterat GM-grödor som en naturlig del av sin livsmedelskonsumtion, även om det finns en relativt stark anti-GM-rörelse i vissa delstater.³⁹ I USA görs också stora satsningar på gentekniskt förändrade industrigrödor. Under ledning av energiminister Steven Chu och president Obama har landet till exempel satsat hårt på nya metoder för att producera biobränslen. Resultatet är en långt framskriden forskning och diskussion kring att ersätta majs med genetiskt modifierade fleråriga gräs som bas för biodrivmedel. Det skulle ge en betydligt mer klimatsmart produktion av biobränsle. Den amerikanska agendan är omfattande med den moderna biovetenskapen – inte minst gentekniken – som en hörnpelare. Även Kanada satsar stort på gentekniskt förändrade industrigrödor.

SYDAMERIKA

I Sydamerika, framför allt i Brasilien och Argentina, bygger man vidare på sina exportframgångar med GM-grödor. Även i Sydamerika odlas GM-grödor på stora arealer, drygt 66 miljoner hektar, främst i Argentina och Brasilien och då framför allt GM-soja.⁴⁰ GM-grödor har i dessa länder använts för ökad jordbruksexport och de internationella bolagen har dominerat marknaden.⁴¹ Dock finns en offentligt driven forskning kring GM-grödor i regionen, inte minst i Brasilien. Nyligen godkän-

37. ISAAA (2012).

38. Ibid.

39. Nyligen röstade till exempel delstaten Kalifornien om märkning av GMO (proposition 37) och det blev ett knappt nej. Det finns en opinion i USA, dock i minoritet, som vill ha mer information om alla de GM-produkter som finns på marknaden i USA.

40. ISAAA (2012).

41. Men här finns också starka inhemska växtförädlingsbolag som marknadsför GM-grödor.

des i Brasilien en virusresistent GM-böna producerad av en offentligt finansierad institution (EMBRAPA). Konsumenter i Latinamerika har i huvudsak accepterat GM-grödor, men miljörörelsen i regionen har kritiserat expansionen av GM-soja.

ASIEN

I Asien har i synnerhet odlingen av GM-bomull som är tolerant mot skadeinsekter vuxit kraftigt. Odlingsytan är i dag cirka 22 miljoner hektar, framför allt i Indien, Pakistan och Kina.⁴² De internationella bolagen har varit aktiva även i den här delen av världen, men i Kina har det inhemska bolaget Biocentury Transgene tagit över den kinesiska marknaden för GM-bomull.

Biocentury Transgene har i nära samarbete med kinesiska offentliga forskningsinstitutioner utvecklat egna GM-grödor (framför allt Bt-bomull) som är betydligt billigare än de grödor som exempelvis Monsanto marknadsför i Kina.⁴³

De offentliga institutionerna i Indien, Kina, Vietnam och Filippinerna bedriver också de en omfattande forskning. Forskningen i dessa länder har fokuserats på GM-ris, inte minst det vitaminberikade så kallade gyllene riset. Man forskar också på genmodifierad majs och andra grönsaker. Debatt kring GM-grödor förekommer i många asiatiska länder, speciellt i Indien, Thailand och Filippinerna.

Tabell 2. Forskning, utveckling, areal, policy och acceptans av GM-grödor på global nivå under 2012.⁴⁴

	Offentlig FoU	Privata aktörer	GM-areal	Policy	Konsumenter/ Producenter
Nordamerika	I många avseende världsledande.	I många avseenden världsledande.	Cirka 80 miljoner hektar.	Främjande	Ingen stor fråga. Det stora flertalet accepterade.
Latinamerika	Allt starkare inte minst i Brasilien.	Mestadels multinationella företag men inhemska aktörer allt vanligare.	Cirka 66 miljoner hektar.	Främjande/ Tillåtande	En växande fråga. Det stora flertalet accepterade.
Asien	Stark, inte minst i Kina och Indien.	Inhemska aktörer allt starkare men även multinationella företag aktiva.	Cirka 20 miljoner hektar.	Främjande/ Tillåtande	Växande debatt, men flertalet ej informerade.
Afrika	Allt starkare.	Svaga inhemska aktörer och ett fåtal aktiva multinationella företag.	Cirka 3 miljoner hektar.	Tveksam/ Tillåtande	De flesta ej informerade.
Europa	Omfattande forskning, men dalande trend.	Starka företag som dock alltmer riktar fokus utanför Europa.	Cirka 100 000 hektar.	Prohibitiv/ Strikt tolkning av försiktighetsprincipen.	Skeptiska och stor debatt.

42. ISAAA (2012).

43. Jia (2011).

44. Virgin (2011), ISAAA (2012).

AFRIKA

För Afrika med sin kraftigt växande befolkning är utmaningarna mycket stora och världsdelen behöver öka sin produktion av livsmedel flera gånger om. Många afrikanska länder visar nu ett växande intresse för vad gentekniken och den nya biologin skulle kunna tillföra en allt mer pressad jordbrukssektor. Framför allt i Sydafrika har användningen av GM-grödor tagit fart, cirka 2,9 miljoner hektar. Odlingssytan motsvarar drygt Sveriges åkerareal. Men även i länder som Burkina Faso, Egypten, Kenya, Mali, Sudan och Uganda har utvecklingen startat. Växtförädlingsföretagen ser här en gryende marknad, men det är i synnerhet de offentliga forskningsinstitutionerna som går i bräschen och driver forskning kring genmodifierad kassava, banan och durra. Debatt kring GM-grödor förekommer i många afrikanska länder, speciellt i Sydafrika, men de flesta konsumenter och producenter i Afrika är fortfarande oinformerade om utvecklingen. I många afrikanska länder hörs också allt fler röster om att en hållbar produktion av förnybara industriella grödor, där även Afrikas småbönder är inkluderade, skulle kunna ge värdefulla bidrag till en ökad lokal produktion av livsmedel.⁴⁵

EUROPA

I Europa har vi ett avancerat jordbruk och i teorin goda förutsättningar för forskning och utveckling av GM-grödor. Men utvecklingen och odlingen av GM-grödor (cirka 130 000 ha⁴⁶) är jämfört med övriga delar av världen obefintlig. Skälen är i huvudsak skeptiska konsumenter och producenter, ett komplicerat regelverk och en politiserad beslutsprocess med en strikt tolkning av försiktighetsprincipen.

REGLERINGEN INOM EU

GM-grödor omfattas av noggrann riskbedömning i de länder där de odlas. I Europa finns flera fall där företag dragit tillbaka sina ansökningar om att odla GM-grödor då myndigheterna har ställt krav på ytterligare uppgifter för att göra sina riskbedömningar.

Den första gemensamma EU-lagstiftningen kom 1990 (90/220/EEG) om avsiktlig utsättning av genetiskt modifierade organismer (GMO) i miljön. Den ersattes 2001 av EU-direktivet 2001/18/EG om avsiktlig utsättning av genetiskt modifierade organismer i miljön. År 2003 kom EU-förordningen nr 1829/2003 om genetiskt modifierade livsmedel och foder. Samma år kom även EU-förordning nr 1830/2003 om spårbarhet och märkning av GMO och av livsmedel och foderprodukter som är framställda av GMO.⁴⁷ Det finns även ytterligare gemen-

45. ISAAA (2012).

46. Ibid.

47. Direktiv måste implementeras av medlemsstaterna. I Sverige har direktiv 2001/18/EG implementerats via förordning 2002:1086. En förordning gäller direkt i alla medlemsstater.

sam lagstiftning⁴⁸ och allt detta sammantaget bildar EU:s gemensamma ramverk för reglering av GMO.⁴⁹

EU:s GMO-lagstiftning är processdriven vilket innebär att produkter som framställs med hjälp av genteknik räknas som GMO:er och då representerar en potentiell risk på grund av valet av förädlingsmetod.⁵⁰ I andra länder som USA och Kanada gör man bedömningen utifrån den färdiga produkten, och inte efter valet av förädlingsmetod. EU:s förhållningssätt till gentekniken gör att grödor som förädlats med hjälp av genteknik utsätts för en mycket omfattande riskbedömning. Motsvarande riskbedömning görs inte av konventionellt förädlade grödor även om slutprodukten till sin funktion och sin biologi fullt ut motsvarar en GM-gröda.

EU-regelverket är harmoniserat och gäller i alla EU-länder. Det är ett omfattande regelverk där tonvikten ligger på att förhindra negativa effekter på hälsa och miljö. EFSA, The European Food Safety Authority, bär huvudansvaret och i Sverige är det Jordbruksverket och Livsmedelsverket som ansvarar för riskbedömning och att rutinerna för försök och odling av GM-grödor följs.

Regelverket ställer stora krav på de aktörer som söker ett godkännande för att testa eller kommersialisera en GM-gröda. Den som söker tillstånd måste kontrollera att egenskapen, det vill säga de gener som gör växten till en GM-gröda, inte ger upphov till förändringar i växten som är skadliga för människors och djurs hälsa. Framför allt måste man kontrollera att de nya genprodukterna inte är toxiska eller kan ge upphov till allergiska reaktioner. Dessutom görs en bedömning av risken och konsekvenserna för en eventuell spridning av egenskapen till den omgivande miljön.

Grunden för riskbedömning av GM-grödor är strikt vetenskaplig. Men godkännandet av en kommersialisering av en GM-gröda är politisk. EU-kommissionen och medlemsländerna samverkar för att nå ett beslut. För att en GM-gröda ska marknadsgodkännas krävs att en kvalificerad majoritet av medlemsländerna röstar för. Uppnås inte detta går beslutet vidare till en omprövningskommitté som består av ambassadörer i EU-ländernas ständiga representation i Bryssel.

Det har rätt stor politisk oenighet kring användningen av GM-grödor i Europa. Vissa länder såsom Österrike och Grekland röstar kategoriskt nej till GM-grödor. Följaktligen är det få GM-grödor som fått ett godkännande att odlas kommersiellt. Det handlar i dag om endast två produkter. En GM-Bt-majs som klarar angrepp av vissa insekter bättre än konventionell majs och en GM-potatis med förändrad stärkelsesam-

48. Genvägen: webbportal för genteknikmyndigheter (2013).

49. Nyman (2011).

50. Även mutagenes och somatisk hybridisering där föräldrarna också går att korsa konventionellt leder enligt lagstiftningen till en GMO, men undantas från reglering i en av bilagorna till 2001/18/EG.

mansättning för industriellt bruk. Odlingen av GM-grödor i Europa är därmed sett till andra delar av världen mycket blygsam (se tabell 1).

PROBLEM MED NUVARANDE REGELVERK

Frågan har ställts om Europas GMO-lagstiftning inte är felkonstruerad. Man skulle kunna göra en liknelse mellan EU:s GMO-lagstiftning och EU:s regelverk för morgondagens miljövänliga bilar. Utifrån en sådan liknelse innebär EU:s GMO-lagstiftning att vi skulle debattera och fokusera på vilken teknik vi tillverkar bilar med, istället för hur själva bilen är.

EU:s regelverk kring gentekniken är mycket omfattande och innebär ett effektivt skydd mot eventuella risker med GMO. Men regelverket innebär också stora utmaningar för de aktörer som vill odla GM-grödor kommersiellt. Att få tillstånd för import eller kommersiell odling av nya GM-grödor är en komplicerad process som kräver omfattande dokumentation och tät myndighetskontakt. Kostnaden för att ta fram alla uppgifter som ska ligga till grund för en riskbedömning är mycket höga. Att ta fram all information som krävs, ofta på tiotusentals sidor, medför kostnader på många tiotals miljoner kronor för den som söker tillstånd. Tillstånden tar också lång tid att erhålla. När det gäller import av GM-grödor eller produkter tar det i snitt 45 månader, och tillstånd för kommersiell odling av GM-grödor kan ta mer än 10 år.⁵¹ Fältförsöken med GM-grödorna blir också dyra på grund av en krävande reglering och föreskrifter (inhängning, hinder för pollendrift, destruktion etcetera). De långa handläggningstiderna och den komplicerade processen kväver innovation och utveckling av andra och tredje generationens GM-grödor.

Europas lagstiftning står i kontrast mot utvecklingen i USA och Brasilien där man försöker att förenkla och effektivisera sin reglering av GM-grödor. EU:s regelverk har också frustrerat många forskare och företag som utvecklar nya grödor; de upplever regelverket som oproportionerligt strikt i förhållande till den risk som föreligger.

Effekten av EU:s regelverk är att det endast är de stora företagen, såsom Monsanto, som har råd att testa och utveckla nya GM-grödor. Företag med begränsade resurser får däremot svårigheter att testa och kommersialisera potentiellt intressanta GM-grödor.

Ett exempel är den forskning som professor Sten Stymnes forskargrupp på Sveriges Lantbruksuniversitet i Alnarp driver. Gruppen har utvecklat genetiskt modifierad oljekål (*Crambe abyssinica*). Oljekål är en avlägsen släkting till raps men har inga nära vilda släktingar i Sverige och kan därför inte sprida några gener här. Forskarna har tagit gener från växten Jojoba och fört in dem i oljekål. På så sätt har de lyckats få

51. I fallet med den genförändrade potatisen (Amflora) med modifierad stärkelsesammansättning som blivit godkänd för kommersiell odling i Europa tog det 14 år.

oljekålen att producera miljövänlig smörjolja i maskiner och motorer. Oljan från oljekålen tål mycket höga temperaturer vilket inte vanlig vegetabilisk olja gör. Smörjoljan från den genmodifierade kålen har egenskaper som liknar fossil smörjolja. Den innehåller dock långt färre gifter, är förnybar och kan lätt brytas ner av mikrober i vatten och jord.

Målet är att inom en 20-årsperiod ersätta en stor del av den fossila oljan i kemiindustrin. Problemet är bara att EU:s regler och föreskrifter för fältförsök av GM-grödor gör det mycket dyrt, svårt och i vissa fall omöjligt att testa dessa grödor. Som exempel kan nämnas att om enda pollenkorn från ett fältförsök med GM-grödor hittas i honung får denna honung inte säljas. Gruppen har därför övervägt möjligheten att göra fältförsöken i andra delar av världen där det är lättare och billigare att testa och utvärdera GM-grödor och även hitta industriella partners. Detta skulle kunna innebära att Europas bönder inte kommer att odla grödan och att den Europeiska kemiindustrin går miste om en miljövänlig råvara.

EU:s regelverk kväver nya intressanta GM-grödor i sin linda och riskerar att ställa Europa vid sidan av de stora framstegen inom modern växtförädling. EU har utvecklat ett regelverk som skall skydda miljö och hälsa. Men många gånger fungerar det som ett hinder i utvecklingen av en ny grön och miljövänlig teknik.

EU:s senaste regelverk för gentekniken infördes i början på 2000-talet, men regelverket utvecklades egentligen på nittio-talet och har i dag därför nästan tjugo år på nacken. Det är en teknikbaserad lagstiftning och många anser att utvecklingen för länge sedan sprungit om lagstiftningen och kommer fortsätta göra detta så länge den reglerar en teknik. Idag används en mängd nya avancerade växtförädlingstekniker som gör det allt svårare att definiera vad som är en GMO. Allt fler framför därför idéer om en ny, teknikneutral och mer innovationsvänlig europeisk reglering av växtbioteknik.

Med en sådan europeisk reglering av växtbioteknik skulle riskbedömningen fokusera på grödans egenskaper och potentiella effekt på miljö och hälsa, inte på den teknik med vilken grödan framtagits. Ett nytt ramverk måste vara transparent, tydligt och kunna hantera tillståndsprövning på ett effektivt sätt, i motsats till dagens ledtider på mer än 10 år. För att detta nya regelverk skall kunna fungera och hantera alla de snabba framstegen inom den nya biologin, behövs en kunskapsdriven politik som integrerar utveckling med hälso- och miljöfrågor. Att ta fram ett nytt Europeiskt regelverk kommer dock sannolikt att ta lång tid och fodra ett politiskt mod och engagemang som idag till stora delar saknas.

EN EUROPEISK BIOEKONOMI

Europa med sin stora livsmedels-, kemi- och biotekniksektor har goda förutsättningar att bli en konkurrenskraftig bioekonomi. Men i Europa har diskussionerna och visionerna kring en hållbar bioekonomi och förnybara biologiska resurser i industrin i stort lyst med sin frånvaro. EU-kommissionen har dock nyligen antagit en strategi för att den europeiska ekonomin skall gå mot större användning av förnybara resurser. Mottot lyder: "Innovation for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe". EU:s kommissionär för forskningsfrågor, Máire Geoghegan-Quinn, argumenterar för att forskning och innovation ska bli motorn från övergången från fossilt- till biobaserat samhälle.⁵²

I en effektiv bioekonomi är genmodifierade grödor ett allt viktigare verktyg för att utveckla en resurseffektiv jordbruksproduktion med nya industriella grödor. Det stora motstånd som finns i Europa mot genmodifierade grödor gör dock att europeiska växtförädlings- och bioteknikföretag nu flyttar sin avancerade biovetenskapliga forskning till andra platser i världen. Europa var för 30 år sedan världsledande inom växtbioteknik. Europeiska forskargrupper under Marc Van Montagu och Jeff Schells ledning var pionjärer i att utveckla genmodifierade grödor. Idag är den akademiska forskningskompetensen inom biovetenskaplig växtförädling i Europa, med vissa lysande undantag, en skugga av sitt forna jag. Risken är stor att Europa kommer stå vid sidan av de stora biovetenskapliga framstegen inom växtförädlingen. Därmed avhänder vi oss ett viktigt verktyg som skulle kunna stärka det Europeiska jordbruket och bidra till att skapa en produktiv, lönsam och resurseffektiv bioekonomi.

52. Europa.eu (2012).

Avslutning

KONSTEN ATT VÄGA FÖRDELAR MOT NACKDELAR

De kommande decennierna står jordbruket i världen inför mycket stora utmaningar. Ökad efterfrågan från en växande och allt rikare befolkning kommer att kräva kraftigt ökad produktion av livsmedel. Utvecklingen av nya industriella jordbruksprodukter såsom biobränsle och gröna kemikalier kommer sannolikt göra att efterfrågan på bioresurser ännu större. För att klara av denna utmaning måste produktiviteten inom jordbruket öka kraftigt.

GM-grödorna har stor potential att bidra positivt till denna utveckling och är på stadig frammarsch i stora delar av världen. Europa har dock valt en annan väg och debatten kring GM-grödor har varit ensidigt fokuserad på risker med GM-teknik. Försiktighetsprincipen har stått i vägen för en viktig diskussion om den nya växtförädlingens potential. Det är legitimt att vara försiktig till ny teknik som anses riskfylld eller oprövad. Men genom att säga nej till gentekniken riskerar Europa att missa något som ger stora möjligheter till ett mer hållbart samhälle, och ett mer resurseffektivt och klimatsmart jordbruk.

Ett exempel är fallet med bladmögelresistent potatis. Bladmögel-svamp är ett stort problem för potatisodlare i Europa och Sverige. För att hantera bladmögel har odlaren idag två val: att acceptera stora skördeförluster (upp till 80 procent) eller att spruta intensivt med svampbekämpningsmedel (8–12 gånger per säsong). Bekämpning av bladmögel står i dag för 20 procent av förbrukningen av bekämpningsmedel mot skadesvampar i det svenska jordbruket, trots att potatis bara odlas på 3 procent av den areal där bekämpning av svampsjukdomar sker.⁵³

Genom genteknik har det tyska växtförädlingsföretaget BASF Plant Science utvecklat en bladmögel-resistent potatis som gör att detta problem minimeras. Men nu står det klart att företaget kommer att upphöra med utveckling och kommersialisering av bladmögelresistent potatis för den europeiska marknaden. BASF tröttnade på motståndet mot genteknik i Europa och flyttar sin forskning och utveckling av bladmögelresistent potatis till USA. Europeiska potatisodlare riskerar därför att missa möjligheten att odla bladmögelresistent potatis och behöver därför använda kemiska bekämpningsmedel i stor skala för att fortsätta kunna odla potatis.

Så hur bör avvägningar göras mellan för- och nackdelar? Det är naturligt att länder ser på ny teknik på olika sätt och gör olika avvägningar. Skillnaderna vi ser i användandet av GM-grödor världen över – inte minst mellan Nordamerika och EU – beror på många saker. Politiska överväganden spelar in och vilken roll jordbruket spelar för ekonomin. Det handlar till del också om olika förhållningssätt till ny teknik, jordbruk, livsmedel och innovation.

Det är möjligt att, som vi gör i Europa, fokusera på en försiktighetsprincip kring användningen av genförändrade grödor. Men genom detta riskerar Europa att missa de möjligheter som genmodifiering innebär. Man riskerar att ledande växtförädlare och företag som arbetar med att ta fram miljövänliga genförändrade grödor lämnar Europa, som i fallet med BASF Plant Science. Det är inte bara en förlust av en kvalificerad forskning med stor kommersiell potential. Det är också en förlust av intellektuellt kapital, då unga begåvade forskare inte uppmuntras att satsa på modern växtförädling.

VÄGAR FRAMÅT

Världen kommer att växa med två miljarder fram till 2050 och med det växer också behovet av mat- och foderproduktion med uppemot 70 procent. Gentekniken kan bidra till ett jordbruk som producerar tillräckligt med livsmedel för en kraftigt växande befolkning utan att ta mycket mer av jordens skogar och känsliga ekosystem i anspråk. I kontrast till övriga världen har Europa låst sig kring risker med GM-tekniken. Politiker och beslutsfattare i Sverige och i Europa bör därför aktivt ta del av genteknikens frågeställningar. Det rör hur genteknik på ett mer genomgripande sätt än idag bli ett redskap i ett resurseffektivt och miljövänligt jordbruk; huruvida dagens växtförädlingsföretag är intresserade av att ta fram grödor som minskar behoven av insatsmedel och agrokemiska produkter (när det är agrokemiföretag som dominerar marknaden) och hur innovationsmiljöer kan skapas som gör att andra grödor än majs, soja och bomull kan kommersialiseras.

Sex konkreta åtgärder som skulle bidra till utvecklingen är:

1. Mer fokus på visioner och strategier i Europa och Sverige gällande framtidens grödor och hur den moderna biologin kan bidra till ett mer produktivt och resurseffektivt jordbruk. En sådan diskussion bör inbegripa politiker, industri, bonderörelse och miljörorelse.
2. En mer innovationsvänlig europeisk reglering för att underlätta utveckling av nya grödor. I ett sådant regelverk skulle även GM-grödor som utvecklats inom offentliga forskningsmiljöer kunna nå marknaden, vilket skulle bidra till att bryta dagens dominans av stora aktörer.
3. Ett teknikneutralt ramverk för bedömning av genmodifierade grödor. Grödans egenskaper och dess positiva eller negativa effekt på miljö och hälsa bör vara i fokus, istället för som idag, den teknik med vilken grödan har tagits fram.
4. En särskild satsning på biovetenskaplig innovation för jordbruket i Europa. I en sådan satsning vore resurser till offentlig forskning viktig, men också teknikbryggor mellan forskning, företag och marknadsaktörer som för ut den nya biologin på våra åkrar.

5. Stöd till offentliga institutioner för att ta fram underlag till EU-myndigheternas bedömning och prövning av nästa generations GM-grödor. Till exempel skulle Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) kunna bygga upp långsiktig kunskap kring regelverk och riskbedömningar. Gedigna kunskapsunderlag såsom livscykelanalys och hur man väger för- och nackdelar med den andra och tredje generationens modifierade grödor är också viktiga.
6. Europeiska och svenska forskningsråd skulle också kunna öka sitt stöd till samarbeten med forskare i utvecklingsländer i syfte att göra GM-tekniken mer tillgänglig för småbrukare i utvecklingsländer. För att Europa och Sverige skall kunna bidra till den globala utvecklingen krävs eget kunnande där företag och forskningsinstitutioner arbetar med genteknik. För att lyckas med detta på lång sikt krävs det att fler GM-grödor tillåts i Europa.

Referenser

Alexandratos, N & Bruinsma, J (2012), *World agriculture towards 2030/2050 : the 2012 revision*. ESA Working paper No. 12-03. Rom: FAO.

Amman, K (2012), *Genomic misconception : a fresh look at the biosafety of transgenic and conventional crops : a plea for a process agnostic regulation*. University of Bern, Neuchâtel, Schweiz, hämtad 2013-03-02, <<http://www.ask-force.org/web/NewBiotech/Genomic-Misconception-20120706-names-def.pdf>>.

Bagla, P (2010). Hardy cotton-munching pests are latest blow to GM crops. *Science*, 327(5972):1439.

Belgian Scientific Institute of Public Health (2010), *1990–2010 : 20 years of risk assessment of GMOs and pathogens*. Bryssel: Belgian Scientific Institute of Public Health.

von Braun, J (2007), *The world food situation : new driving forces and required actions*. Food Policy Report 18. International Food Policy Research Institute. Washington, DC: Food Policy Report 18. International Food Policy Research Institute.

Charles, H, Godfray, J, Beddington, JR, Crute, I, Haddad, L, Lawrence, D et al. (2010), Food security : the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967):812–818.

Bruinsma, J (2009), *The resource outlook to 2050 : by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050*, i: Proceedings of the FAO expert meeting on how to feed the world in 2050. Rom: FAO.

Dagens Industri (2012), Orimlig syn på GM-grödor. DI Debatt, 8 juni, hämtad 2013-03-02, <<http://www.di.se/artiklar/2012/6/8/debatt-orimlig-syn-pa-gm-grodor/>>.

Eaglesham, A, Brown, W & Hardy, R (2000), *The bio-based economy of the twenty-first century agriculture expanding into health, energy and chemicals*. New York: National Agricultural Biotechnology Council (NABC).

EU (2011), *A decade of EU-funded GMO research (2001–2010)*, hämtad 2013-03-02, <http://ec.europa.eu/research/biosociety/library/brochures_reports_en.htm>.

Europa.eu (2012), Máire Geoghegan-Quinn European Commissioner for Research, Innovation and Science "Innovating for sustainable growth : a bioeconomy for Europe", pressmeddelande 2012-02-13, hämtad 2013-02-05, <http://europa.eu/rapid/press-release_SPEECH-12-93_en.htm>.

Fagerström, T, Dixelius C, Magnusson, U & Sundström, JF (2012), Stop worrying, start growing : risk research on GM crops is a dead parrot : it is time to start reaping the benefits of GM. *Embo Reports*, 1(6):493–497.

FAO (2006), *Livestock long shadow*. Rom: FAO.

FAO (2009), *How to feed the world in 2050 : proceedings of the expert meeting on how to feed the world in 2050*. 24–26 juni 2009. Rom: FAO Headquarters, <www.fao.org/docrep/012/ak542e/ak542e00.htm>.

Federal Office of Consumer Protection and Food Safety (Tyskland), Blau & Genius (2009), *Long-term effects of genetically modified (GM) crops on health and the environment (including biodiversity) : prioritisation of potential risks and delimitation of uncertainties*. Berlin: Federal Office of Consumer Protection of Food Safety.

FN (2009), *Population projections*. Genève: United Nations Statistical Office.

Gentekniknämnden (2011), *Genteknikens utveckling 2011*, <http://www.genteknik.se/Uploads/Files/2011_genteknikens_utveckling.pdf>.

Genvägen : webbportal för genteknikmyndigheter. Översikt över lagstiftningen, hämtad 2013-03-02, <<http://www.gmo.nu/toppmeny/bestannelserochansvar/oversiktoverlagstiftningen.4.1d07c3f108381dd74480001218.html>>.

IAASTD (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development) (2009), *Agriculture at a crossroads, global report*. Washington, USA.

IPPC (2007), United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report (AR4), <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf>.

ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications), Global status of commercialized biotech/GM Crops, 2012, <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/44/default.asp>>.

Jia, H (2011), Newsmaker : Biocentury Transgene, Nature Biotechnology, vol 29:12, hämtad 2013-03-05, <www.nature.com/nbt/journal/v29/n1/full/nbto1111-12.html>.

Johnson, FX & Virgin, I (2010), Future trends in biomass resources for food and fuel. I: Rosillo-Calle, F & Johnson, FX (red), *Food vs. fuel : an informed introduction to biofuels*, London: ZED books.

Kaphengst, T, Bennim, N, Evans, C, Finger, R, Herbert, S, Morse, S & Stupak, N (2011), *Assessment of the economic performance of GM crops worldwide*. Report to the European Commission. Zürich: Swiss Federal Institute of Technology.

Kharas, H (2010), The emerging middle class in developing countries. OECD Development centre working paper. Paris: OECD Development centre working paper.

Kouser, R & Qaim, M (2011), Impact of Bt-cotton on pesticide poisoning in smallholder agriculture : a panel data analysis. *Ecological Economics*, 11(70):2105–2113.

NEPAD (2006), Draft Report of The High Level Panel on Modern Biotechnology. Extraordinary conference of the African Ministers of Council on Science and Technology (AMCOST), 20–24 november, Cairo, Egypten, hämtad 2013-03-02, <ext/au/exp/st/3>.

Nyman, M (2011), Den europeiska GMO-lagstiftningen. I: Förare, J (red), *Genteknik som tar skruv*. Stockholm: Formas.

OECD/FAO (2012), *OECD-FAO agricultural outlook 2012–2021*. Rom: OECD Publishing and FAO.

Report of the ACRE Sub-Group on Wider Issues raised by the Farm-Scale Evaluations of Herbicide Tolerant GM Crops (2007), *Managing the footprint of agriculture : towards a comparative assessment of risks and benefits for novel agricultural systems*. Revised after public consultation 3 maj 2007, hämtad 2013-03-02, <www.defra.gov.uk/environment/gm/fs>.

Snell, C, Bernheim, A, Bergé, J, Kuntz, M, Pascal, G, Paris, P & Ricroc, AE (2012), Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials : a literature review. *Food and Chemical Toxicology*, 50(3–4):1134–1148.

Sundström, J (2007), hämtad 2013-03-02, <<http://blogg.slu.se/forskarbloggen/?p=170>>.

Sundström, J (2010), *Genteknik – en naturlig del av framtidens hållbara jordbruk*. I: Johansson, B (red), *Jordbruk som håller i längden*. Stockholm: Formas.

Tester, M & Langridge, P (2010), Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*, 12, 327(5967):818–822.

The Human Genome Project Completion: Frequently Asked Questions. National Human Genome Research Institute, hämtad 2013-03-02, <<http://www.genome.gov/11006943>>.

Virgin, I (2011), *Gentekniken tar globala språng – men Europa halkar efter*. I: Förare, J (red), *Genteknik som tar skruv*. Stockholm: Formas.

Världsbanken (2007), *World Development Report. 2008, Agriculture for development*. Washington, DC: World Bank.