

RIFO

Sällskapet Riksdagsledamöter
och Forskare



Gentekniknämnden

The Swedish Gene Technology Advisory Board

Rapport
från en populärvetenskaplig konferens 21 oktober 2009
Moderator: Annika Åhnberg

Genteknikens roll i ett förändrat klimat



Foto: www.fotoakuten.se



Förord

Den populärvetenskapliga konferensen "Genteknikens roll i ett förändrat klimat" anordnades av Gentekniknämnden i samarbete med RIFO, Sällskapet Riksdagsledamöter och Forskare den 21 oktober 2009 på Scandic Hasselbacken i Stockholm. Konferensen hölls knappt två månader innan den stora klimatkonferensen i Köpenhamn, samma år då Sverige var ordförandeland i EU.

Rapporten består av en sammanfattande text, skriven av dr Ulla Rudsander, vetenskapsjournalist. Textens innehåll har faktagranskats och godkänts av talarna.



Innehållsförteckning

1	VÄLKOMSTHÄLSNING (C-G THORNSTRÖM & FREDRIK VON ARNOLD).....	3
2	FÖREDRAG	4
2.1	VÄXTFABRIKEN ISTÄLLET FÖR DEN PETROKEMISKA FABRIKEN (STEN STYMNE).....	4
2.2	LIVSMEDELSPRODUKTION MED BEGRÄNSADE VATTENRESURSER (CHRISTINA DIXELIUS)	7
2.3	VEM VINNAR PÅ GENTEKNIKEN (IVAR VIRGIN)	9
2.4	ÅT SKOGEN MED GENTEKNIKEN (STEFAN JANSSON).....	13
2.5	TA I TRÄ- INSPIRATION TILL FRAMTIDENS MATERIAL (INES EZCURRA)	16
2.6	VINTILLVERKNING I ETT VARMARE KLIMAT- GENTEKNIK GÖR DET ENKELT (FREDRIK WESCHKE)	18
2.7	GENMODIFIERADE GRÖDOR I MORGONDAGENS ODLINGSSYSTEM (HÅKAN FOGELFORS)	21
3	MODERATORN AVSLUTAR DAGEN (ANNIKA ÅHNBERG)	24



1 Välkomsthälsning

– Hjärtligt välkomna till den här konferensen som är ett samarrangemang mellan Rifo och Gentekniknämnden. Jag ersätter idag Rifos ordförande, Yvonne Andersson, riksdagsledamot som är förhindrad att delta pga. voringstider i Riksdagen. Hon sänder oss sina varma hälsningar och framhåller att vi i Rifo med intresse för Gentekniknämndens arbete och vår ambition är, att i varje intressant forskningsfråga försöka bygga broar mellan beslutsfattare och forskare. Och just gentekniken är en sådan fråga som med ökad kunskap också kräver att beslutsfattare är införstådda med dess konsekvenser och vi emotser fortsatt gott samarbete.

Vi står idag inför stora globala utmaningar, t.ex. inom klimat, miljöområdet, energi, livsmedelsproduktion och hälsa. Nyligen uppmärksammande vi världslivsmedelsdagen där bl.a. de nordiska jordbruksministrarna i pressen framhöll växtförädlingens betydelse för att lindra den tyvärr ökande världssvälten.

Den vetenskapliga utvecklingen inom gentekniken sker snabbt. Nya områden kommer till, t.ex. syntetisk genomik, epigenetik, avancerad stamcells forskning m.m. De kan ge oss nya instrument och metoder att hantera de globala utmaningarna.

Jag ska strax lämna över ordet till Fredrik von Arnold, som är vice ordförande i Gentekniknämnden. Men låt mig avsluta med en kort reflektion: finns det en kostnad i att avstå från att med sans anamma nya teknikområden? I USA pågår det f.n. studier kring vad Bushadministrationens veto mot stamcells forskning kostat USA:s forskning och utveckling i form av utebliven, försenad kompetensutbyggnad. På samma sätt skulle man kunna göra inom EU, t.ex. rörande transgen teknik inom växtförädlingen.

Och avslutningsvis, ibland så undrar jag personligen om vi i Europa, sitter som företaget Facit i Åtvidaberg gjorde i mitten av 1990-talet, och ser tåget gå förbi, utan att vi stiger på. På den tiden var det miniräknare och senare datorer. Finns det en parallell idag till genteknikens snabba utveckling och Europas senfärdighet? Jag vet inte. Men kanske bör vi ställa oss den frågan.

Ordet lämnades sedan över till Fredrik von Arnold, vice ordförande i Gentekniknämnden.

– I årtusenden har människan fruktat apokalypsen men i spåren av upplysningstiden och sekulariseringen förändrades detta. Istället kom uppmärksamheten att riktas från kampen mellan Gud och djävulen till människans förmåga att skapa sitt eget helvete på jorden. Som exempel kan nämnas den brittiska nationalekonomen Malthus som för tvåhundra år sedan förutspådde den ständiga befolkningstillväxten och krig och svält som konsekvens av detta. 150 år senare hade den svenske livsmedelsforskaren Georg Borgström liknande idéer om en oundviklig världssvält. I min generation var kärnvapenhotet det allt överskuggande och under 2000-talet är det klimatfrågan som ligger på allas läppar.

– Jag säger inte detta för att nedvärdera riskerna med människans klimatpåverkan utan det är precis som att vi bara förmår oroa oss för en sak i taget. Alltjämt finns det tillräckligt med kärnvapen för att utplåna mänskligheten flera gånger om och antalet svältande världen ökar.



Fredrik von Arnold drog sig till minnes ett stort uppslag i DN som förklarade helvetet avskafat för några år sedan.

– Men det kan vi nog inte vara så säkra på.

Exemplet med kärnvapen visar dock trots allt att människan åtminstone temporärt kan kontrollera och avvärja akuta hot mot vår överlevnad.

– På ett likartat sätt tror jag att vi kan handskas med klimathotet, även om det ser dystert ut inför klimatkonferensen i Köpenhamn i december. Gentekniken kan bli ett viktigt instrument att minska vår påverkan på klimatet. Vår uppgift på Gentekniknämnden är att följa utvecklingen inom genteknikområdet och att sprida kunskapen i samhället.

Moderatorn Annika Åhnberg, fristående debattör, hedersdoktor vid Sveriges lantbruksuniversitet och tidigare jordbruksminister, fortsatte med att prata om resan in i framtiden.

– För resan in i framtiden finns inga nödutgångar bak och fram eller säkerhetsvästar under sätet. Beslut fattas på osäkert underlag. Jag tror att vi alla är ense om att forskning och innovationer är en viktig del i att möta klimatförändringarna. Gentekniken i singularis, bestämd form pratar vi ofta om, som det står i rubriken till den här konferensen. Men genteknikEN finns inte utan det är egentligen ett kunskapsområde, varken svart eller vitt eller rätt eller fel, med kopplingar ut i samhället. Vi kan inte längre fortsätta att säga ja eller nej till genteknik som det har varit i några decennier utan vi har alla ett ansvar att sätta oss in i de här frågorna. Den här konferensen ger oss många goda tillfällen att se möjligheter och risker och att förstå övergripande riktlinjer.



2 Föredrag

2.1 Växtfabriken istället för den petrokemiska fabriken

Dagens förste talare var Sten Stymne som är professor i växtförädling med biokemisk inriktning vid Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp och ledamot i Gentekniknämnden.

– Vi vet alla varför vi behöver ersätta den fossila oljan. Den tar snart slut och det finns starka geopolitiska, ekonomiska och miljömässiga skäl. Ett alternativ som ofta nämns är biologiska råvaror.

Vad kan jordbruket bidra med för att fasa ut den fossila oljan? Fyra miljarder ton fossil olja går årligen till bränsle och 8 procent, ca 300 miljoner ton, går till petrokemisk industri. Den globala skörden från jordbruket, omräknat till fossila oljeekvivalenter, uppskattas till drygt två miljarder ton. Därför skulle bara hälften av all olja kunna ersättas med jordbruksprodukter. Då ska man komma ihåg att energi går åt för att producera och processa dessa jordbruksprodukter och dessutom behövs ju arealer till livsmedelsproduktion. Slutsatsen blir att jordbruket inte kan mer än marginellt bidra till att ersätta olja för energiändamål.

Kan jordbruket ha en roll att ersätta fossila oljor för bruk i petrokemisk industri då?

– På grund av den växande världsbefolkningen är de flesta ense om att en högre produktivitet i jordbruket är ett måste, sade Sten Stymne. Om jordbruksproduktionen ökar med exempelvis 50 procent på tjugo år kan en mindre del av den ökningen gå till kemisk industri utan att livsmedelsförsörjningen hotas. Med genteknik kan vi utveckla växter att producera oljor att täcka 60 procent av den kemiska industrins råvarubehov. Sex procent av den framtida arealen skulle i så fall gå åt.

Grunden till varför den petrokemiska fabriken kan ersättas med en "växtfabrik" är att de vegetabiliska oljorna liknar de fossila i kemisk struktur och egenskaper. Det beror på att den fossila oljan en gång i tiden har varit vegetabilisk olja från kiselalger som sedimenterade och omvandlades under högt tryck och temperatur.

– Allt du kan göra med fossil olja kan du också göra med vegetabilisk olja. Den vegetabiliska oljan är färsk och den fossila oljan är gammal, sade Sten Stymne.

I dagens petrokemiska industri används fossila oljor som utgångsmaterial i tillverkningen av bland annat rengöringsmedel, plaster, färger, bläck, kosmetika och smörjmedel.

Länge har den vegetabiliska oljan varit mycket dyrare än den fossila, till exempel var den fem gånger dyrare 1997. Tio år senare har prisskillnaden jämnats ut till mindre än dubbla priset för den vegetabiliska oljan. Konkurrensfördelen för den fossila oljan på grund av det lägre priset har alltså minskat. Omkring 20 procent av den vegetabiliska oljan som produceras går till kemisk industri. Den fossila oljan består av långa kolkedjor som slås sönder till korta kolkedjor och sedan byggs upp med komplicerad organisk kemi. I växten är oljan istället skraddarsydd redan i fröet.

– När man tillverkar tvåslånger man ner lite kokosfett i natriumhydroxid, kokar och tvålen flyter upp. Därför har kokosnötsoljan hela tiden varit konkurrenskraftig i tvåltillverkning trots att priset ibland varit tio gånger högre än den fossila oljan, sade Sten Stymne och tillade: vår mission är att ersätta 60 procent av den fossila oljan inom kemisk industri på 20 år.



Vad behöver göras för att uppnå detta mål? Den globala produktionen av växtoljor, främst olja från soja och oljepalm, har ökat nästan tre gånger under de senaste 20 åren. Det är troligt att en ökning av den storleken också är möjlig under de kommande 20 åren med nya oljegrödor i sikte. I de nya oljegrödorna behöver man optimera den kemiska strukturen på de vegetabiliska oljorna för att passa slutanvändningen och göra det hela ekonomiskt hållbart. Om forskarna får utveckla nya grödor med hjälp av växtbioteknik är det realistiskt att nå både en höjd produktion och skräddarsydda kemiska strukturer. Biotekniken går nämligen framåt med stormsteg.

– Ett exempel är DNA-sekvensering, en grundläggande metod inom biovetenskaperna. Den gamla Sangermetoden, som användes i stor utsträckning vid kartläggningen av det mänskliga genomet, har nu ersatts av massiv parallell sekvensering. Det som tog 300 forskare tio år att göra mellan åren 1991 och 2001 tar nu endast en vecka för en forskare.

Proportionerna mellan de fem vanliga fettsyrorerna kan redan idag förändras enligt önskemål med hjälp av genteknik. GMO-soja kan producera nästan enbart enkelomättade fettsyror eller omega-3-fettsyror till exempel. Men den stora potentialen finns i vilda växter som innehåller ovanliga fettsyror med intressant kemisk struktur. Överför man biosyntesmaskineriet från en vild växt till en högväxtande växt kan det ge industrin tillgång till billig råvara i stor mängd. Framtida effektiva oljegrödor skulle kunna vara grödor med en historia av hög avkastning och säkert bruk, såsom vete, majs och sockerbeta. Fotosyntesen i växten bildar socker som sedan omvandlas och lagras som sockerarter, stärkelse eller oljor.

– Precis som i en symfoniorkester kan transkriptionsfaktorerna i växtcellen jämföras med en dirigent som styr när olika instrument spelar, berättade Sten Stymne.

Det finns alltså transkriptionsfaktorer som bestämmer vilken form växten väljer för upplagring av energi. Havre är ett sädeslag som lagrar solenergi i form av hög andel olja istället för stärkelse. Jordmandel är en rotknöl som gör detsamma. I dessa modellväxter letar därför forskarna efter dirigenter som sedan skulle kunna överföras till högväxtande grödor och vi skulle få ett slags "oljevete".

Ett framgångsrikt internationellt projekt som Sten Stymnes forskargrupp är inblandad i är Industrial Crops producing value added Oils for Novel chemicals, ICON. Projektet löper över fyra år med en budget på 100 miljoner kronor. I det här projektet har forskarna kommit så långt att fältförsök planeras till 2012. ICON går bland annat ut på att producera speciella vaxestrar som kan användas som smörjmedel.

– Vi hoppas att ICON kommer att bli en isbrytare för vegetabiliska oljor i industrin, sade Sten Stymne.

I bilens barndom användes spermacetiolja från kaskelotvalen som smörjmedel. Spermacetiolja finns i valens huvud och reglerar flytkraften när den djupdyker. Spermacetiolja var så effektivt att växellådsoljan aldrig behövde bytas under bilens livslängd. 1972 infördes dock totalförbud mot jakt på kaskelotvalen eftersom den höll på att utrotas och sedan dess används olja av fossilt ursprung, cirka 50 miljoner ton per år. Ökenväxten Jojoba innehåller fröolja som liknar spermaceti. Jojobaolja återfinns vanligtvis i dyrt schampo. I ICON-projektet kommer oljekål att modifieras till att innehålla så mycket som 20 procent av de intressanta vaxestrarna från jojoba.

Moderatorn Annika Åhnberg inledde frågestunden med att fråga om riskanalyser görs parallellt med forskning på oljegrödor.



– Genteknik är ett verktyg, som en såg eller en hammare, och är i sig själv varken riskfri eller riskfylld, svarade Sten Stymne. Vi ser inga direkta risker med ICON-projektet. Vissa av vaxestrarna är inte direkt toxiska men obehagliga och dem vill man kanske inte ha in i livsmedelskedjan. Där finns möjliga problem. Men oljor från jojoba är man redan van vid att hantera i industrin.

En åhörare från Umeå undrade om de åkermarker som lagts i träda av staten kan öppnas upp igen för sådan här produktion och om dessa grödor skulle klara klimatet norr om Dalälven.

– Det finns stora möjligheter att öka produktiviteten på underutvecklade arealer med hjälp av den här tekniken, sade Sten Stymne. Tidigare kunde man endast ha betande boskap på sydamerikanska pampas men numera odlas majs och soja tack vare genteknik. Havre växer fint i norr. Idag är det en liten avsättning för havre men med genförändrad havre kan man säkert erövra nya jordbruksarealer.

En åhörare undrade vilka vilda växter som innehåller intressanta oljor.

– Det finns en uppsjö av växter. I Cuphea-arterna finns det höga halter av korta fettsyror, med åtta till tio kolatomer långa kedjor, svarade Sten Stymne. De vanliga fettsyrorna är nästan dubbelt så långa. Det skulle ta väldigt lång tid att tämja Cuphea så att man kan odla dem kommersiellt men med genteknik kan man överföra generna till högavkastande grödor. Ricinsyra är en väldigt bra smörjolja och finns i ricinplantan. I det kinesiska tungträdet finns konjugerade fettsyror som stelnar snabbt och ger en bra lack. I kantareller finns fettsyror med trippelbindningar. Växterna finns runtomkring oss och man kan fortsätta uppräknigen länge.

Annika Åhnberg undrade hur Sten Stymne såg på att den nuvarande lagstiftningen om gentekniska grödor som tar fasta på framställningsteknik och inte på ingrediensen i växten.

– Det är konstigt att ett experiment som är riskfritt hälsomässigt och miljömässigt, som att stänga av en stärkelsegen i potatis, ska gå igenom en mycket tidskrävande och dyr procedur bara för att det är GMO, svarade Sten Stymne. Det kostar 300 till 400 miljoner kronor att ta fram ett marknadsgodkännande och det är bara stora företag som har råd med detta. Monsanto står för 90 procent av alla GM-grödor. GM-grödor där det inte finns utsikter att göra vinster på flera hundra miljoner kronor går automatiskt bort. På så sätt skapas monopol och urvalet av nya grödor begränsas.

2.2 Livsmedelsproduktion med begränsade vattenresurser

Nästa talare var Christina Dixelius, som är professor i genetik och växtförädling vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala.

– Den globala uppvärmningen medför ett extremare väder och att vädret inte är förutsägbart som tidigare. I Afrika sår bönderna några veckor innan regnet kommer och om regnperioden inte går att förutsäga skapas problem.

FN har satt upp som mål att halvera antalet hungrande till 2015. Torka är ett stort, växande problem i länder som Kina, Indien, Sydamerika, USA och Australien. FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation FAO pekar på torkan som en av de största farorna med klimatförändringar.



– Kanske kommer ni ihåg att det var stora problem med bränder i Australien förra året. Blir det torra på flera kontinenter samtidigt då är det inte säkert att vi kan gå till ICA och köpa den mat vi vill ha.

Christina Dixelius egen forskning handlar om växters förmåga att försvara sig mot sjukdomar, men mycket av det hon jobbar med tangerar också ämnet torkstress.

– Grunden till ämnet torkstress är fotosyntesen. Det är en känslig balans mellan vattentillgång och temperatur. Fotosyntesen har också att göra med koldioxidens kretslopp, vilket Köpenhamnskonferensen i december kommer att handla om.

I många länder har man länge försökt att göra fotosyntesen effektivare, bland annat i ett stort projekt i Kina. När det gäller torkresistens finns det en rad egenskaper som forskare kan titta på. Vattenförvaltningen i växten, närmare bestämt dess membranpotential, är en sådan egenskap. De ljusskyddande mekanismerna som förhindrar toxiska reaktioner är ytterligare en annan. En tredje egenskap är klyvöppningarna som bestämmer hur vatten och gaser avgår från växten. En GMO-majs med modifierade klyvöppningar finns redan ute på fältförsök. Olika rottyper som avgör hur effektivt växten tar upp vatten är ännu en egenskap att studera och förändra.

Vid torka uppstår också en del sidoeffekter. Ökad salthalt i jorden ger en toxisk effekt som växterna behöver hantera. Näringsbrist orsakar mottaglighet för sjukdomar. Översvämning på de platser där regnet faller ställer frågan hur växter klarar av att växa i vatten.

– Kunskap om faktorer som reglerar alla dessa egenskaper har vi fått från grundforskning som pågått i modellorganismer, främst backtrav, under de senaste femton åren. Förmågan att växa i vatten bestäms till exempel av "snorkelgenerna". En annan källa till kunskap är växter som växer i extrema miljöer. I fjällen finns det växter som står med rötterna i isvatten, och frågan är hur de ändå kan blomma?

När det gäller torka är ökenväxter intressanta. Så kallade uppståndelseväxter kan bli helt torra och döda. Om den vattnas skjuter gröna blad fram. Trenden är att peka ut generna som är ansvariga och sedan försöka hitta motsvarande gener i grödor.

– Därefter kommer frågan om du vill tysta själva instrumentet, alltså funktionsproteinet, eller dirigenten, d v s transkriptionsfaktorn.

Christina Dixelius sökning i den allmänna databasen för vetenskapliga publikationer inför konferensen visade på ett ökande antal studier med förbättrad torkresistens för grödor i fält som mål. För fem år sedan publicerades två artiklar, förra året var det fem stycken och i år blir det mer än 15.

Christina Dixelius fortsatte sin presentation med att jämföra traditionell växtförädling och genteknik.

– Jag får ofta frågan varför vi måste använda genteknik, varför vi inte kan köra på med traditionell växtförädling? För att illustrera frågeställningen har jag tagit med mig två exempel, ett internationellt och ett svenskt

Det afrikanska riset har låg avkastning men är otroligt torkhärdigt i jämförelse med det asiatiska riset. Tanken att korsa dessa två och skapa Nerica, **New rice for Africa**, föddes 1992 på Elfenbenskusten. Risarter är lika varandra genetiskt men de här två är ändå så olika att de inte kan korsas på naturlig väg. Forskarna får istället ta till komplicerade embryokulturer.



Arbetet med att korsa det afrikanska och det asiatiska riset har pågått sedan början av 1990-talet och nu 17 år senare finns det första sortmaterialet på marknaden.

Det svenska exemplet är rågvete. Den första rapporten om att försöka korsa råg och vete kom 1891. Råg är nämligen torkresistent men ger platt bröd. Det känsliga vetet däremot innehåller proteiner som ger bättre bröd. På 1930-talet togs idén upp igen. Också den här gången användes embryokulturer och kromosomdubbling för att åstadkomma resultat. Rågvetet kom ut på marknaden på 1970-talet. Det är alltså otroligt många arbetstimmar som ligger bakom.

– Vi talar om projekt som tar 50 år att slutföra. En sådan långsiktig satsning kan inget företag göra. Klimatförändringarna sker nu och vi har nog inte råd att vänta så länge heller.

Men gentekniken och den traditionella växtförädlingen måste gå hand i hand, menade Christina Dixelius.

– Som växtförädlare vill man ju så klart stoppa in de intressanta generna i Nerica-riset och inte använda det afrikanska riset med lägre avkastning.

För att klara den stora utmaningen att producera mer och samtidigt minska påverkan på den omgivande miljön behövs tillgång till alla tekniker människan kan uppåda.

– Är det då etiskt rätt att säga nej till genteknikens möjligheter? Hur många ska gå hungriga i världen?

Moderator Annika Åhnberg undrade om Christina Dixelius själv ville svara på sin avslutande fråga. De GMO-strategier som fokuserat på att göra majs och soja mer effektiva har ju riktats mot vår del av världen, men vem tar ansvar för utvecklingen av mindre kommersiella grödor?

– Sverige har till exempel en lång tradition i att stödja CGIAR- instituten (Consultative Group on International Agricultural Research).

Annika Åhnberg fortsatte med att undra om man kan förvänta sig att även privata aktörer tar ansvar eller om vi får förlita oss på offentliga finansärer på nationell och internationell nivå.

– Det behövs definitivt bredare grupper och bättre samarbeten, sade Christina Dixelius. Men det finns redan några initiativ från privata, internationella och nationella aktörer, till exempel Monsanto, CIMMYT och KARI som tillsammans jobbar med majs i Kenya.

– För några år sedan talades det mycket om ris som förstörs under lagring. Finns det projekt som inriktas på att förbättra lagringsförmågan, frågade en åhörare.

– Hur mycket ska transporteras och hur mycket ska lagras? I Sverige finns, i alla fall just nu, ett motstånd mot produkter som lagras i många år. Lokalproducerat är trenden, svarade Christina Dixelius.

Annika Åhnberg erinrade sig världens första GMO-produkt.

– Tomaten Flavr Savr kunde skördas senare och lagras länge, sade hon. Konsumenten vill inte ha den sortens produkter utan vill sträva mot färskhet. Man räknar med att 30 procent av all mat förloras i ledet mellan producent och konsument. I många länder beror det på bristande infrastruktur. I vår del av världen kanske det handlar om att inte tolka bäst före datum som sämst efter.



Ivar Virgin från Stockholm Environment Institute påpekade att ett problem med Flavr Savr var transportlogistiken.

– Frakt av tomater bygger på att tomaten är omogen och hård som ett äpple. Flavr Savr tomaten var mogen och mjuk vid skörden och därför blev frakten mer komplicerad och dyrare, sade Ivar Virgin.

– Där ser man, det finns få system som är så komplexa som livsmedelsproduktion. Det handlar både om växtförädling, ekonomi och sociala faktorer, sade Annika Åhnberg.

En åhörare frågade vad som görs i det kinesiska projektet för att förbättra fotosyntesen.

– Växter kan delas in i två olika typer av metabolism, C3 och C4. Om man vill förbättra fotosyntesen är en möjlighet att göra om riset från C3-metabolism till C4, sade Christina Dixelius. Det är ett helt enzymkomplex som ska förändras. Liknande projekt har också pågått i Sverige.

Annika Åhnberg rundade av frågestunden med att konstatera att tidsaspekten är viktig och att traditionell växtförädling tar lång tid.

– Dessutom ska den nya grödan genomgå en lång sortprovingsprocess, avslutade Christina Dixelius.

2.3 Vem vinner på gentekniken?

Ivar Virgin, policyforskare på Stockholm Environment Institute (SEI) och deltidsskötare på Västgötaslätten, talade om socioekonomiska aspekter av den moderna biotekniken under rubriken "Vem vinner på gentekniken?". Under de senaste femton åren har Ivar Virgin jobbat med frågan hur biotekniken kan bidra till hållbar utveckling i Syd. Han inledde sitt föredrag med att beröra konferensens globala kontext.

– För några dagar sedan annonserade FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation FAO att det kommer att finnas ca 2,3 miljarder fler munnar att mätta år 2050. Vi kommer då att behöva en 70-procentig ökning av livsmedelsproduktionen på vår jord. Det handlar inte i första hand om att öka den odlade arealen utan om att öka avkastningen per hektar.

Ivar Virgin menade att vi befinner oss i en begynnande agroindustriell revolution - version 2.0. Nya produkter såsom oljor, plaster, fibrer, gröna kemikalier kommer att kunna produceras från jordbruksprodukter istället för mineralolja i det som tidigare talare Sten Stymne kallade växtfabriken. Det som driver detta är att den fossila oljan blir dyrare och att man vill minska koldioxidutsläppen, men framför allt den snabba utvecklingen inom biovetenskapen. Förutom livsmedel så kommer jordbrukarna överallt i världen också att producera industriella produkter.

– Vi vet att klimatförändringarna kommer att definiera nya förutsättningar för jordbruket världen över. Vi vet inte hur mycket som kommer att förändras eller när detta sker. Men den biovetenskapliga revolutionen erbjuder även här en del lösningar.

Genmodifierade grödor är bara ett av verktygen i den biovetenskapliga verktygslådan. Andra discipliner är sådant som funktionell genomik, bioinformatik, och markörassisterad förädling. Alla de här nya verktygen smälter samman och gränsen för vad som ska klassificeras som



genmodifierat blir allt suddigare och allt oftare används namnet bioteknikgrödor som ett samlingsbegrepp. Bioteknikgrödorna spelar en alltmer central roll i växtförädlingen globalt sett.

Den stora utmaningen är att skapa ett så resurssnålt, klimatsmart och hållbart jordbruk som möjligt samtidigt som vi väsentligt ökar dagens skördar. I OECD-länder är vi på väg mot ett mer resurssnålt och samtidigt högproduktivt jordbruk. Detta sker inte minst genom en ökad grad av precisionsodling som optimerar insatsvaror och resurser och en övergång till det plöjningsfria jordbruket som drar mindre drivmedel och binder mer kol. Biovetenskap och genmodifierade grödor har en stor potential att bidra till detta resursoptimala jordbruk.

Hur har olika länder och kontinenter fram till dags dato anammat GM-grödorna? Ivar Virgin visade en tabell med en sammanställning av aktörer, uppodlad GM-areal och inställning hos myndigheter och konsumenter. I Nordamerika är forskningen världsledande och de har en främjande policy. Den första generationens GM-grödor, herbicidtolerant- och insektstolerant majs, soja och bomull, utvecklades för att göra bönderna i Nordamerika mer effektiva och de är också oerhört konkurrenskraftiga idag. Bönder i Sydamerika, till exempel Argentina och Brasilien har också tagit till sig första generationens GM-grödor och inställningen hos konsumenterna är accepterande. I Sydafrika, Kina, Filippinerna och Indien odlas Bt-bomull av miljontals småbönder. I Asien och Afrika är konsumenterna mestadels inte informerade.

– Vem styr då dagens forskningsagenda? Det är fortfarande Iowa-bonden, sade Ivar Virgin. De nordamerikanska växtförädlingsföretagen är oerhört framgångsrika och de riktar in sig på de stora grödorna och de lönsammaste bönderna. Det är inget fel i det, men vem forskar för de övriga delarna av världen? Kommer småbönderna i Afrika att få tillgång till GM-teknik och grödor producerade med hjälp av modern biovetenskap inom den närmaste framtiden?

I regioner som Afrika och delar av Asien, som redan idag producerar för lite mat, är behoven av ökad avkastning skriande. Samtidigt är utmaningarna att öka avkastningen enorma. Bönder i Syd konfronteras med ett stort antal problem och brist på en rad resurser; kapital, infrastruktur, hemmamarknad och inte minst högkvalitativa grödor och utsäde. På Stockholm Environment Institute gjorde forskarna 2006 en studie över växtförädlingsprojekt som använder växtbioteknik i Afrika och fann då ett stort antal lovande projekt.

– Småbönder i Syd kommer i ökande utsträckning att kunna ta del av de moderna biovetenskapernas landvinningar trots att problemen och utmaningarna är många.

Inom fem till tio år kommer bönderna i Syd att ha tillgång till genmodifierade grödor såsom det "gyllene riset" som är A-vitaminberikat, den torktoleranta majsen WEMA och sorghum med högre näringsinnehåll. Långsiktig biovetenskaplig forskning pågår också för att öka produktiviteten för de afrikanska grödorna kassava, millet och banan. Mycket biovetenskaplig forskning på global nivå fokuserar också kring högproduktiva sorter av ris, vete och majs.

– På 90-talet när jag skrev min avhandling diskuterade man vad som var möjligt med gen- tekniska metoder, sade Ivar Virgin. Gränsen går vid specifika genöverföringar sades det, där man överför en enstaka gener Aldrig skulle det gå att göra något åt grödornas förmåga att tåla torka eller ta upp näring, som är komplexa egenskaper beroende av uttrycket av hundratal gener, inte under vår livstid. Men idag är vi där, femton år senare. Forskarna ändrar uttrycket av enstaka gener och förbättrar på så vis växters torktålighet och näringsupptag.

Skräddarsydda grödor för agroindustriell produktion i tropiska system kan dessutom ge nya möjligheter för småbönder i Syd.



Offentliga aktörer som använder växtbiotekniken som verktyg för att effektivisera sin växtförädling är till exempel CGIAR, Consultative Group on International Agricultural Research, och statliga växtförädlingsinstitutioner i Uganda, Filippinerna, Kenya, Kina och Indien. Privata aktörer delar också, på sina villkor, med sig av sin kunskap i samarbeten med offentliga organisationer. Monsanto har till exempel varit engagerade i utvecklingen av den torkresistenta majsen WEMA i Afrika där de donerat spetsteknologi.

Bt-bomullens introduktion i Indien är ett intressant exempel på socioekonomiska effekter från sydliga breddgrader. I Bt-bomull har man genom genteknik byggt in ett biologiskt skydd mot angrepp av en viss typ av insekter. Bt-bomullen introducerades 2002 i Indien med buller och bång och har idag slagit igenom stort. Cirka 80 procent av bönderna, alltifrån stora till små, odlar idag Bt-bomull och Bt-bomullen upptar ca 75 procent av den totala odlade bomullsarealen i Indien. Bt-bomullen har kritiserats för att göra bönderna mer sårbara och att den dessutom har orsakat en våg av självmord bland indiska bomullsbönder. En stor, solid studie från World Food Policy Research Institute (IFPRI) i Washington visade dock att avkastningen för Bt-bomullen i relation till traditionella sorter ökade mellan 31 och 90 procent, en reduktion av bekämpningsmedel skedde med mellan 39 och 75 procent, och lönsamheten för bomullsbönderna ökade med mellan 76 och 250 procent.

– Självmorden bland indiska bomullsbönder har varit ett problem långt innan Bt-bomullen introducerades och hänger bland annat samman med ogynnsamma kreditvillkor och kraftigt fluktuerande bomullspriser. IFPRI:s studie pekar på att Bt-bomullen inte kunde lastas för dessa självmord. Studien visade snarare att Bt-bomullen faktiskt hade hjälpt bönderna att stå emot fluktuationerna bättre.

Kommer då svenska bönder att få tillgång till den biovetenskapliga revolutionen? Det verkar som att afrikanska bönder kommer att få tillgång snabbare än svenska bönder i alla fall. I Sverige och Europa har vi valt försiktighetsprincipen, som i och för sig är en respektfull position. Men i andra vågskålen ligger följderna av denna försiktighet; kompetensflykt och aktörsflykt eftersom villkoren är så mycket mer fördelaktiga i Nordamerika och Sydamerika. Det har alltså skett en nedrustning på det biovetenskapliga området inom jordbruket i Europa, delvis på grund av politiska skäl.

– Nu yttrar jag mig som bonde på Västgötaslätten, avslutade Ivar Virgin. Vi har inte bara missat det biovetenskapliga tåget utan till stor del även monterat ner perrongen och stationshuset. LRF har hittills haft en duckande attityd - vi säger inte nej men just nu står vi utanför. Frågan är dock om de svenska bönderna vill stå utanför den biovetenskapliga utvecklingen och modern växtbioteknisk förädling som ger möjligheter att klimatanpassa grödorna, göra jordbruket mer resurssnålt och skraddarsy grödor för olika agroindustriella ändamål?

Annika Åhnberg inledde frågestunden med att fråga om den restriktiva hållningen i Europa får konsekvenser i Afrika, eftersom Afrika är hårdare knutet till Europa än till Amerika.

– Den europeiska hållningen har stor inverkan på de afrikanska beslutsfattarna, sade Ivar Virgin. Växter är lika hårt reglerade som läkemedel i Europa och afrikanerna frågar sig: varför gör ni det? Ingen rök utan eld. Om vi ska exportera jordbruksprodukter till Europa, kan vi då odla GMO? Europas hantering och policyer kring GM grödor sänder chockvågor av beslutsångest bland policymakers i Afrika. Kassava, millet och sorghum är fantastiska grödor men de är inte tillräckligt undersökta och förädlade och modern biovetenskap skulle kunna ge dessa grödor ett lyft. SIDA är mycket aktiva i Afrika, och har gjort en del värdefulla biståndsinsatser på detta område, men ger generellt alltför lite stöd till att stärka den afrikanska jordbrukssektorn.



En åhörare undrade varför vi inte tar efter USA på det här området när vi gör det på alla andra områden.

– Bakgrunden till motståndet är komplext, svarade Ivar Virgin. Det beror nog till en del på livsmedelsskandaler som vi har haft i Europa och som spillt över på hela jordbrukssektorn. En annan del av förklaringen är att vi i vår hållning är mer försiktiga, än t.ex. USA som ofta är i fronten av ny teknologi och driver på. Det är också bara att gratulera Greenpeace och Friends of the Earth för att de lyckades få ett så stort inflytande när den regulatoriska processen skapades och när policybeslut kring genmodifierade grödor togs. Forskarsamhället, jordbruks- och livsmedelssektorn har hittills inte varit så aktiva. Det kan också ha att göra med att i Europa har vi länge haft ett livsmedelsöverskott och det är då svårt för många att se varför en ökning av produktiviteten är önskvärd. Men där finns en missuppfattning eftersom det handlar om att göra bönderna mer produktiva, resurssnåla och konkurrenskraftiga gentemot den internationella konkurrensen. När de europeiska jordbrukssubventionerna nu successivt monteras ner inom en inte alltför avlägsen framtid finns en risk att europeiska bönder inte kommer att klara den internationella konkurrensen.

En åhörare undrade om den europeiska positionen beror på att forskarsamhället har informerat dåligt om de nya teknikerna och att det har resulterat i en slags halvkunskap.

– Den europeiska konsumenten är ganska välinformerad om de vetenskapliga aspekterna, liksom den amerikanska. Jag tror dock att vi i Europa är ganska riskobenägna och att vi inte anser att jordbrukssektorn är så viktig. Media har också speglat mer av riskerna men mindre av fördelarna och mindre av konsekvenserna med att stå utanför teknikutvecklingen. Men det är många som kan göra skillnad: producenter och grossister, och detaljhandeln som ICA, påverkar vågskålen.

Christina Dixelius bidrog med en reflektion kring ett biotekniskt projekt som hon och Ivar Virgin varit engagerade i sedan 1998.

– Afrika lider av sin historiska koppling till Europa på det här området. Men de börjar få en hemmamarknad och beroendet av Europa börjar släppa, kommenterade hon.

En åhörare kommenterade att orsakerna till den europeiska skepsisen nog ligger i de ekologiska riskerna som finns med GMO och att ekologin har en stark ställning i Sverige.

– Ja, och detta föredrag handlar inte om de ekologiska riskerna, svarade Ivar Virgin. Ekologiska riskbedömningar görs alltid för de här GM-grödorna. Generellt sett är riskerna med de genmodifierade grödor som finns idag, relativt små men därmed inte sagt att framtida bioteknikgrödor kommer att vara helt säkra. Det behövs hela tiden en reglering och kvalificerad riskbedömning. Det är också sant att det finns en stor engelsk studie, The Farm Scale Evaluations of GM Crops in UK (2003), som visar att den biologiska mångfalden minskar med första generationens herbicidresistent GM-grödor. Det beror på att i dessa fält med GM-grödor resistent mot ogräsmedel, växer det mindre ogräs och färre värdplanter för fjärilar. Men de flesta bönder vill ju ha odlingsytan utan ogräs och så resurseffektiv odling som möjligt, dvs. låg mångfald i åkern, men hög i omgivande natur, där fjärilarna kan frodas.

En åhörare undrade om de gentekniska grödorna är säkrare eftersom förädlingen är riktad och man så att säga vet mer vad man har gjort.

– Ja, det tycker jag, sade Ivar Virgin. Vi har lärt oss mycket om eventuella risker med gentekniken de senaste 25 åren. Jag kommer ihåg de första fryståliga, transgena jordgubbarna i USA 1986/87. Runt dem fanns det tre lager med staket, hovrande helikoptrar och människor



gick omkring i odlingarna med skyddsdräkter som såg ut som rymddräkter. Så de ekologiska riskerna togs definitivt på allvar på den tiden. Den genmodifierade Flavr Savr-tomaten blev också på sin tid ett av de mest undersökta livsmedlen i hela världen. Idag är i stort sett all majs, soja och bomull i USA genmodifierad. Men visst kan det finnas risker. Om en gen som ökar en jordbruksgrödans överlevnadsförmåga på naturlig väg överförs till ett svårt ogräs kan det bli problem, eftersom detta ogräs riskerar att blir en ännu värre plåga. Risker måste därför alltid vägas mot fördelar. I USA är tendensen att överdriva fördelarna medan vi i Europa överdriver riskerna. Det viktiga är att balansera risker och fördelar. I många afrikanska länder är man nu på god väg att göra en kvalificerad avvägning mellan risker och fördelar och man börjar nu tillåta GM-grödor i allt större skala. Olika länder gör olika avvägningar och vi är alla en del i den processen.

Annika Åhnberg avslutade frågestunden.

– Det verkar som att vårt hopp står till Afrika. De ekologiska perspektiven är viktiga. Ett inefektivt jordbruk kanske påverkar mångfalden mindre men vi vill ju bedriva jordbruk effektivt. Politiskt har det förefallit riskfritt att säga nej till GMO, ett enkelt sätt att få sympatier. De första tillämpningarna av GMO har ju också inneburit ett fortsatt användande av bekämpningsmedel och då blir det kortslutning eftersom detta förknippas med miljöproblem. Man associerar till en negativ utveckling. Men det är dags att lämna det förenklade stadiet i debatten.

2.4 Åt skogen med gentekniken

Stefan Jansson, professor i fysiologisk botanik vid Umeå Plant Science Center, inledde sitt föredrag om skogsbioteknik med att jämföra människor och träd.

– Vid middagsbordet har vi väl alla diskuterat frågan om vad som är arv och vad som är miljö, sade Stefan Jansson. Varför blir vissa brottslingar och varför får vissa diabetes?

När det gäller människor är det mesta av utseendet bestämt av generna - vi är ungefär lika långa och alla har två armar och två ben. För en liten tallplanta avgör emellertid miljön hur stort trädet blir och hur många grenar det får. I jämförelse med träd kan man säga att vi människor är genetiskt programmerade och träden präglas starkt av miljön i den glänta där de växer upp.

På grund av miljöns starka påverkan kan det vara svårare att plocka ut trädplantor med önskvärda arvsanlag. Då blir genteknik viktig. Detta kallas plantdiagnostik och innebär att man gentestar träden ungefär som människor kan testas för vissa sjukdomar. Ytterligare en sak som skiljer mellan människor och träd, t.ex. aspar, är att det är större genetisk variation mellan två träd av samma art, deras gener skiljer sig med så mycket som 1 procent. Det är ungefär lika stor skillnad som mellan en människa och en schimpans. Två människors gener skiljer sig bara åt med cirka 0,1 procent.

Det är förhållandevis lätt att genmodifiera växter och det sker hela tiden i naturen utan människans hjälp. Agrobacterium är en mycket effektiv genmodifierare som vanligtvis ger "cancer" på tobaksplanta i sin naturliga livscykel.

– Svensk hemslöjd lever av genmodifierade växter utan reglering. Vrilar som används för att göra kåsor och skålar är antagligen resultatet av Agrobacterium-infektioner på träden.

Stefan Janssons presentation byggde på att placera in gentekniska modifieringar i ökande grad på en skala hela vägen från enkel plantdiagnostik mot genomgripande förändringar som skräddarsydda träd. Varje år planterar plantskolorna ut 30 miljoner små plantor. Att gen-



testa plantorna så att de inte drabbas av sjukdomar ligger i den ände av skalan som inte alls är kontroversiell, menade Stefan Jansson. Därefter kommer genmodifierade enzymer i pappersmassaindustrin. Inte heller det särskilt kontroversiellt, och något som snart kommer att bli verklighet, enligt Stefan Jansson. I kokprocessen gör man stora miljövinster och sparar energi genom att använda enzymer istället för starka kemikalier. Dagens tvättmedel innehåller cirka fem enzymer från genmodifierade bakterier. Därför kan man numera tvätta ett plagg i fyrtio grader istället för sextio och det blir lika rent. Det går åt mindre energi och miljöfarliga utsläpp minskas.

– Enzymer i tvättmedel finns upptagna på Svenska Naturskyddsföreningens hemsida som en miljövänlig metod, sade Stefan Jansson. Det är nog inte så många som tänker på att medlet har framställts med hjälp av genteknik.

Ett sätt att snabba på förädlingsprocessen för träd är att använda sig av tidigblommande plantor. Då används genteknik i en del av processen. Är det en bra tillämpning? En gen från backtrav överfördes till trädet asp och forskarna fick ett tidigblommande träd. Istället för tjugo år tar det två månader innan trädplantan blommar. Man väljer ut individer med goda egenskaper och förädlingsprocessen, som annars skulle ta hundra år, kan förkortas till fem år. Det finns säkerligen en outnyttjad potential på trettio till fyrtio procent mer ved, som man skulle få fram på det här sättet.

Andra möjligheter är plantageskogsbruk för bioenergiändamål eller s.k. fyto Remediering.

– Vi vill ju komma bort från kärnkraft och oljeberoende. Jag är övertygad om att när GMO börjar odlas i Sverige blir det som energiskog, sade Stefan Jansson.

Framtida energiskogsplantager med genmodifierade pilar eller aspar med t.ex. bättre tillväxt eller högre energiinnehåll avverkas regelbundet varje år och risken för att träd från energiskogar "rymmer" och sprider sig i miljön är nog liten. I fyto Remediering skulle transgena växter kunna få växa på förorenad mark där naturliga växter inte klarar sig och på så sätt rena marken, och även detta är väl kanske en "miljövänlig" tillämpning av gentekniken.

Längst ut på skalan över gentekniska ingrepp finns skraddarsydda träd. Stefan Jansson påpekade att det verkligen är fråga om hur långt den politiska viljan sträcker sig. Träd med extra mycket tillväxthormon ger längre fibrer, vilket är fördelaktigt för pappersmassaindustrin. Det kan åstadkommas på genmodifierad väg. Sådana träd med extra tillväxthormon finns säkert i naturen men är svåra att hitta, inte minst på grund av växtens miljöberoende. Man kan inte enkelt mäta hormonhalter i tusentals aspar ute i skogen men det går att höja hormonhalten i en planta på ett enkelt sätt med genteknik.

Stefan Jansson avslutade sin presentation med att konstatera att hittills finns två fältförsök gjorda med transgena träd i Sverige men att det snart säkert kommer att bli flera. Moderatoren Annika Åhnberg frågade Stefan Jansson vad han ansåg om den regulatoriska biten. Är riskvärderingarna och inspektionerna adekvata eller genererar de bara kostnader? Stefan Jansson svarade med ett exempel från fotosyntesforskningen, som han har varit involverad i tidigare under sin karriär.

– Reglerna är överdrivna i många fall. Fotosyntesen äger rum i stora komplex med kanske hundra proteiner och vi frågade oss vilken funktion de olika proteinerna har. Det är ungefär som om en vetenskapsman från gamla tider, t.ex. Leonardo da Vinci, skulle ha fått en bil framför sig och genom att ta bort kabel för kabel lista ut hur den fungerade. På samma sätt ville vi ha mutanter som är defekta i de olika proteinerna i fotosynteskomplexet. Genom att utsätta växter för cancerframkallande ämnen eller radioaktiv strålning kan man skapa mutan-



ter. På det här viset lyckades vi hitta en speciell mutant, och det krävdes tre års arbete. Att skapa en växt som saknar samma protein på genteknisk väg kan i stället ta tre månader. Dessa växter klarar fotosyntesen sämre och det finns inget kommersiellt syfte med mutanterna. Inom vetenskaplig litteratur behandlas de båda muterade växterna helt ekvivalent, eftersom de ju har samma egenskap, dvs. de är defekta i samma protein. Trots detta får vi odla den första växten precis som vi vill medan den gentekniskt modifierade växten måste tillståndsprövas av Jordbruksverket - till en kostnad av 38 000 kr. Den måste dessutom odlas inom stängsel med återkommande inspektioner av Jordbruksverkets tjänstemän.

Annika Åhnberg återkom till den europeiska lagstiftningens uppbyggnad som reglerar tekniken och inte egenskaperna på GMO-produkter.

– Regleringarna borde bygga på andra principer, sade Stefan Jansson. Som det nu är gynnas stora, rika företag som kan betala den enorma prislappen för att få en sort godkänd inom EU. En slags ”open source-biotechnologytransformation” av växter som inte skyddas av patent är ingen idé att utveckla eftersom sådana produkter ändå inte kan säljas inom EU.

– Det skulle alltså vara som att utveckling av Linux inte vore möjlig, utan bara Microsoft, eftersom man måste visa att varje enskilt program i Linux inte är farligt, sade Annika Åhnberg.

Uppdelningen mellan GMO och naturliga mutanter är konstlad i vissa fall, ansåg Ines Ezcurra från KTH.

– Forskare i Finland lägger ner massor av arbete på att leta i naturen efter varianter som de först tagit fram med genteknik. De går över ån efter vatten, sade hon.

En åhörare undrade om man kommer undan patentfrågan genom att använda naturliga varianter.

– Man kommer undan alla EU-tillstånd, sade Ines Ezcurra.

– Genom växtförädlarrätt kan man skydda även naturliga varianter, tillade Fredrik von Arnold, vice ordförande i Gentekniknämnden. Växtförädlarrätten ger t.o.m. en längre tids skydd än patent.

Sten Stymne från SLU försvarade det svenska tillståndsförfarandet.

– Det är väldigt smidigt och de politiker som sitter i Gentekniknämnden har en konstruktiv syn, sade han.

– Forskningen lider inte av tillståndsförfarandet, men företagandet lider, sade Stefan Jansson.

En åhörare undrade över skillnader i regelverket för träd respektive grödor.

– Det är i princip ingen skillnad. För forskning på våra aspar var det inte helt självklart om den ansvariga myndigheten var Jordbruksverket eller Skogsstyrelsen. Jurister bestämde att Jordbruksverket skulle ta hand om det tillståndsgivningen. Om det blir aktuellt med fältförsök på gran eller tall blir säkert Skogsstyrelsen ansvariga.

2.5 Ta i trä - inspiration till framtidens material



Efter lunch var det dags för Ines Ezcurra, docent i molekylär genetik från Kungliga Tekniska Högskolan, att berätta om forskning på nya material. Hon inledde med en kommentar till synen på GMO.

– Jag medverkade för två år sedan i en utfrågning om genteknik på Nobelmuseet i Stockholm. Där berättade jag om den sydamerikanska attityden - apropå mitt exotiska efternamn - som är mycket mer accepterande. Jag fick då frågan om vad som utmärker argentinare som tar till sig GMO utan rädsla eller oro, men jag skulle vilja vända på frågan: vad utmärker svenskar och européer som visar en sådan skepsis? Personen som ställde frågan då trodde att den europeiska attityden utgör normen och att argentinare är undantaget men nu börjar det svänga och fler och fler inser att européer skiljer sig från resten av världen i den här frågan.

Ines Ezcurra började sedan berätta om den tvärvetenskapliga fiberforskningen på KTH. Biomimetik eller bioinspiration handlar om att härma naturens lösningar. Ett klassiskt exempel är kardborreband eller velcro. Det var en schweizisk forskare i slutet på 1940-talet som lade märke till att kardborrar lätt fastnar på djurens päls och att det berodde på kardborrens många, små krokare. Ett annat exempel är lotusbladets självrensande förmåga. Med hjälp av mikroskop kan man se att bladet består av små ojämnheter på ytan som gör att vatten och smuts bildar en liten kula som rinner av. Utifrån denna upptäckt har man utvecklat självrensande färg.

Ny omskriven forskning från Uppsala universitet är att använda cellulosa från grönslick till att framställa batterier. Grönslickens cellulosa innehåller nanostrukturer med hög ytarea som kan bilda kompositer med ledande ämnen.

– Cellulosabatteriet laddas på bara tio sekunder. Det är böjbart, litet och coolt. Det kanske inte direkt är exempel på biomimetik men det är i alla fall naturen som har inspirerat till den nya produkten.

Trä är ett fantastiskt material som naturen har skapat. Det har en enastående styrka och beständighet. De högsta träden, Redwood i Kalifornien, kan bli över hundra meter höga. De äldsta träden, Pinus longeva eller Bristolcone pine som också finns i Kalifornien, blir över fyra tusen år gamla. Det är de sega växtfibrerna i trädet som ger de extrema egenskaperna.

– Den japanska trämobiltelfonen finns nu att köpa. Man kan också införskaffa en bambuhoj för 35 000 kr. Det är ingen Robinson Kruse-cykel utan en racercykel med hög prestanda. Vanligtvis kopplar man kanske ihop växtfibrer med juteväv eller dasspapper men det går att göra högteknologiska produkter. Nyckeln är då att först förstå hur naturen gör.

Hur produceras växtfibrer? På växtcellernas yta finns ett proteinkomplex som sprutar ut långa kedjor. I mikroskop ser fibrerna ut som ett virrvarr av kedjor. Men fibrerna är kristallina och bygger upp cellväggen. Längst ner i hierarkin finns små, enkla sockermolekyler som bildar cellosakedjor och hemicellosakedjor. Lignin finns också i cellväggen och gör cellväggen samt veden hård och gulffärgad. Växtzymer simmar omkring bland kedjorna i fibern och de finns där för att lätta på bindningarna så att cellen kan växa sig större. Växtcellen är alltså styv på grund av fibrerna men samtidigt flexibel tack vare enzymerna.

Den biomimetiska forskningen på KTH går ut på att använda ett sådant växtenzym för att koppla önskvärda kemiska grupper till fibern. Cellulosafibrer är nämligen kemiskt icke reaktiva, ungefär som ädelgaser. Teknologin fungerar så att en kemisk grupp kopplas till hemicellulosa som klistrar fast sig på cellulosan. Genom att härma naturens sätt att klistra i växtfibern har forskarna lyckats komma runt cellulosans ovilja att bilda föreningar.



– Ett vanligt papper kan med hjälp av de här enzymerna bli helt vattenavstötande och man slipper då plasta papperet för att t.ex. göra mjölkförpackningar.

Teknologin finns nu patenterad i företaget SweTree Technologies och framgångsexemplet inspirerade till att bilda Biomime, ett samarbete mellan universitet och näringsliv. Biomimes medlemmar står för olika kompetenser som täcker in hela sträckan från grön biologi till kemi och materialdesign. Fler framgångsrika exempel från Biomime är ett superstarkt nanopapper av cellulosa och den komposterbara barnstolen Parupu, som är gjord av pappersmassa som varmpressats med bioplast. Parupu väckte stor uppmärksamhet vid designmässan i Milano och är ett samarbete mellan professor Mikael Lindström och tre designers, Claesson, Koivisto och Rune.

Genteknik är ett av de redskap som används för att göra innovativa, nya material. De teknologier som patenteras nu är baserade på modifiering utanför växten med hjälp av enzymer, som produceras i genmodifierade bakterier och renas fram. Man kan också tänka sig transgena träd som leder fram till nya produkter. Detta är dock forskning som tar längre tid, men det handlar om att överproducera eller underproducera enzymer vilket ger effekter på till exempel fiberns tjocklek eller orientering. Man kan också tänka sig att föra in för växten främmande polymerer, till exempel kitin som finns i insekter och snäckskal, och på så sätt åstadkomma en förstärkning av fibern.

– Jag kunde inte ta med och visa en formpressad stol från ett transgent träd för att det kommer att ta lite tid att göra en. Men vi är på väg, avslutade Ines Ezcurra sitt föredrag.

Moderator Annika Åhnberg inledde frågestunden:

– Det är väldigt spännande att biomimetik är ett så tvärvetenskapligt område. Tidigare idag har vi pratat om genteknik och där finns det å ena sidan forskare, myndigheter och företag och långt ut på andra sidan konsumenter. Men här utgår ni från behoven i samhället och det finns ett tydligt samband mellan grundläggande forskning och slutgiltig produkt. Hur kommer det sig att ni arbetar så tvärvetenskapligt?

– Det tvärvetenskapliga synsättet behövs för att förstå mekanismerna, sade Ines Ezcurra. En av de första biomimetikerna var Leonardo da Vinci. Han tittade på fåglar och försökte göra flygplan. Om han dessutom hade haft en tvärvetenskaplig approach kanske han hade lyckats.

De fortsatte att diskutera biomimetikens roll i samhället.

– En annan sak som är spännande är utgångspunkten att inspireras av naturen, sade Annika Åhnberg. När vi talar om genteknik presenteras den på det omvända sättet - det handlar om människans klåfingrighet. Men den moderna människan har ett annat förhållningssätt till naturen än att det bara är att hämta upp den fossila energin tills den tar slut som om den vore ett reservdelslager. Vi måste lära av naturen om vi ska överleva på jorden och om jorden ska överleva med oss på den. Är detta synsätt något nytt med biomimetiken som skiljer den från andra kunskapsområden?

– Man kan fråga sig om biomimetik är en filosofisk hållning eller en egen disciplin, svarade Ines Ezcurra. Jag skulle nog vilja säga att det är en hållning. Det finns vetenskapliga tidskrifter som inriktar sig enbart på biomimetik men inte många skolor och universitet som undervisar i det.



Annika Åhnberg undrade vilka reaktioner forskarna möter från samhället vid presentation av den biomimetiska forskningen.

– Folk har väldigt lätt för att förstå kardborrebandet, sade Ines Ezcurra. Kardborrebandet är ju en enkel mekanisk grej som inte behöver forskning som grund. När det gäller vår patenterade cellulosa-modifiering, får vi ibland frågan: är detta verkligen biomimetik? Jag menar att biomimetik är att härma naturen och bioinspiration är att hämta idéer och förbättra dem. Så bioinspiration är kanske ett bättre ord för det vi sysslar med.

– Tänk dig att du frågar efter hyllan med bioinspirerad mat i butiken istället för hyllan med genmanipulerad mat, inflikade tidigare talare Ivar Virgin. Det är en otrolig skillnad i filosofisk och emotionell laddning.

2.6 Vintillverkning i ett varmare klimat - genteknik gör det enkelt

Fredrik Weschke, affärsutvecklare, presenterade ett exempel på en genteknisk lösning av ett lite märkligt problem. Uppstartsprojektet Cereduce i Göteborg arbetar med stigande alkoholhalter i vin.

– Historien börjar i Napa-valley i Kalifornien år 1971. Då var den genomsnittliga alkoholhalten 12,5 procent. Trettio år senare ligger alkoholhalten på 14,8 procent. Och det är till stor del stigande temperaturer som är boven i dramat. Detta gör nu vinodlare i regionen väldigt oroad inför framtiden.

Fotosyntesen, liksom andra kemiska processer, blir nämligen effektivare vid högre temperaturer. Då bildas mer socker som sedan omvandlas till alkohol under vinjäsningen.

– Marknaden efterfrågar fruktigare, större viner som man, enkelt uttryckt, får från övermogna druvor, sade Fredrik Weschke. Men då blir också alkoholhalten högre i slutändan.

Vindruvor mognar i två separata processer, teknisk och fenolisk mognad. Den tekniska mognaden är ett mått på hur mycket socker det finns i druvan, vilket avgör alkoholhalten, och den varierar med temperaturen. Den fenoliska mognaden är inte alls lika temperaturberoende. Den hänger samman med smak och doft och till exempel mängden antocyaner i druvan. I en sval odlingszon, som norra Frankrike, måste odlarna tillsätta socker vid den rätta fenoliska mognaden för att få en optimal alkoholhalt. Där är stigande temperaturer ännu inget problem. I varmare odlingszoner, som Kalifornien, kan alkoholhalten bli 17-18 procent vid den bästa fenoliska mognaden.

Problemen med höga alkoholhalter är många. I värsta fall blir jästen alkoholförgiftad under fermenteringen och dör. Vinodlarna får en avstannad jäsning och stora tankar med vin måste i värsta fall slängas bort. Om den slutgiltiga alkoholhalten överstiger 14 procent, klassas vinet i USA som starkvin och har en högre skattesats. Färre dricker dessutom starkvin än vanligt vin.

– Ett tredje problem, det kanske största problemet, är att vinet får en försämrad smak då alkohol effektivt maskerar andra smakämnen.

Det finns två godkända metoder för alkoholreducering på mekanisk väg. Den ena är kalldestillation där vinet förångas och delas upp i fraktioner och den andra är omvänd osmos där alkoholen filtreras ut.



– De mekaniska metoderna fördummar frukten, som vinkännarna säger. De känner igen en plåtig smak.

Minst en miljon dollar kostar maskinen och anläggningen måste dessutom godkännas och underhållas för dyra pengar. Inget familjeföretag har en sådan maskin utan vinet skeppas i stora, kylda transporter som slukar energi. Det är här som Cereduce kommer in i bilden. Med den jästbaserade teknologin blir det mindre smakpåverkan, och jästen är redan en del av vintillverkningsprocessen.

Jäst är en mångsidig organism som i alla tider använts för att baka bröd och tillverka öl. På senare år har jäst också använts för kemikalietillverkning och som djurfoder. Jästen är också en modellorganism för grundläggande forskning. Karin Elbing forskade på jästens metabolism, närmare bestämt hur den påverkas av sockerupptag från omgivningen. Jästen har två metabola vägar som sker parallellt - respiration som kräver syre och genererar vatten och koldioxid och fermentation som sker syrefritt och ger etanol. Även om miljön mätts med syre sker en viss fermentation, dvs. etanol produceras. Detta är en känd effekt. Karin Elbing slog ut en serie gener och ersatte med en sammansmältning av två andra jästgener. Hon fick då en jästsort med extremt lågt etanolutbyte och i gengäld ökad produktion av biomassa (nya jästceller). Karin Elbing med kollegor patenterade tekniken och startade Gothia Yeast Solutions. Det nystartade företaget fokuserade på tillämpningar i läkemedelsindustrin. Läkemedelsindustrin visade sig dock vara en väldigt trögarbetad bransch och efter några år sökte de nya marknader. Det resulterade i Cereduce.

Nu arbetar Cereduce vidare med forskning och utveckling i Sydafrika där det finns ett framstående vinbiotekniskt institut. I Sverige försöker bolaget lösa en del regulatoriska frågor och de hoppas kunna finnas på marknaden i Kalifornien lagom till höstskörden 2011.

– I Kalifornien har vinodlarna visat ett stort intresse för tekniken. En stor italiensk vinproducent har faktiskt också intresserat sig för tekniken, trots att GMO-jästar inte får användas i Italien, sade Fredrik Weschke. Detta eftersom de då kan plocka druvorna vid precis den rätta fenoliska mognaden utan att oroa sig över alltför höga alkoholhalter.

Moderator Annika Åhnberg inledde frågestunden med att fråga om alkoholreducering är vanligt förekommande i vintillverkning.

– Mer än man tror, svarade Fredrik Weschke. Det finns två företag i Kalifornien, Conetech och Winesecrets. Namnet Winesecrets säger väl en del vad det handlar om. Vinmakare vill uppfattas som romantiska, att de i princip trampar druvorna själva med fötterna enligt hundraåriga traditioner. De vill inte förknippas med nymodigheter. Faktum är dock att hela 18 procent av alla viner som tillverkas i Kalifornien genomgår alkoholreducering.

Annika Åhnberg undrade om detta endast är ett problem i USA och Australien men inte i svalare regioner.

– Det kan också vara ett problem i Spanien, sade Fredrik Weschke. Amerikanerna är dock mer öppna för innovationer. Jäst klassas dessutom som processverktyg i USA och inte som ingrediens vilket gör den regulatoriska delen genomförbar i USA. Dessutom finns det redan två exempel på genmodifierade vinjästar på den amerikanska marknaden.

Ämnet genteknik i vintillverkning engagerade många i publiken. En åhörare undrade hur kommersialiseringen går i Sydafrika.



– Det är legalt möjligt där, sade Fredrik Weschke. De sydafrikanska vinmakarna lyder dock under en internationell vinorganisation som anser att GMO inte får användas, inte än, i alla fall.

En annan åhörare undrade om man inte får alkoholfritt vin om den genmodifierade jästen används i vintillverkningen.

– Det går till så att man använder olika jäststammar i serie. Först används Cereduce-jäststammen som reducerar sockerhalten utan att producera alkohol, och sedan tillsätts "ordinarie" jäst som då ger rätt alkoholhalt.

Diskussionen gick sedan över till att handla om märkning av GMO-produkter. En åhörare undrade om det stämmer att annan genteknik används i vintillverkningen, såsom tillsatta enzymer som ger bättre mognad och smak, men att det inte syns på etiketten. Fredrik Weschke svarade att enzymerna klassas som processverktyg och att vinet mycket riktigt inte märks med GMO. En annan åhörare undrade hur alkoholreducerat vin från vinodlare som använt Cereduce-metoden skulle behandlas i EU.

– Vi vet inte hur det kommer att bli, import- och exportreglerna är under utveckling. Jag läste en artikel av en högljudd anti-GMO debattör som tyckte att man borde bojkotta alla amerikanska viner eftersom genmodifierade processverktyg inte behöver redovisas och att de "flyger in under radarn" på den europeiska marknaden, som han uttryckte det.

Någon undrade hur stor skillnaden är i alkoholhalt mellan olika druvsorter.

– Temperaturstegringen och den förhöjda alkoholhalten syns olika mycket beroende på druvsort, svarade Fredrik Weschke. Den kunskapen är något som vi håller på att sammanställa för att kunna sälja vår produkt på ett bra sätt.

Frågan om det finns någon konkurrens från förädlade jästsorter som ackumulerar mindre etanol kom från en man i publiken.

– Jag hade en diskussion med en vinforskare i Sydafrika om just detta. Man borde kunna åstadkomma reducerad etanolproduktion på "naturlig väg" efter fem till tio års korsningsarbete.

2.7 Genmodifierade grödor i morgondagens odlingsystem

Dagens siste talare var Håkan Fogelfors, statsagronom och professor vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala. Med sin presentation ville han ge ett nordiskt perspektiv på det klimatanpassade jordbruket. Kommer GM-grödorna att platsa i morgondagens svenska odlingar?

– Jag tror att GM-grödor är en pusselbit i det stora pussel som vi måste lägga, under den närmsta framtiden. En sak vi är överens om är, att klimatet kommer att förändras. Under de närmaste trettio, fyrtio åren kommer klimatet att bli varmare och fuktigare med mer av extremt väder. De här förhållandena innebär möjligheter för större skördar i Norden men anpassningen kommer att bli mycket, mycket tuff om vi samtidigt vill fortsätta nå dagens uppställda miljömål.

Det är utsläpp från tidigare seklers industrialisering och dagens livsstilsmonster som kommer att påverka våra livsvillkor framöver. Koldioxidhalten ökar, medeltemperaturen ökar och nederbörden ökar. Håkan Fogelfors visade kartor över vegetationsperiodens längd i olika delar



av landet, nu och i framtiden. De dagar som medeltemperaturen per dygn ligger över fem grader kallas vegetationsperioden, dvs. då vi har en tillväxt hos de odlade grödorna. Han visade också nederbördens variation över året på tre olika nedslagsplatser för att visa skillnader mellan olika delar av landet. Framtidsscenarierna bygger på data från SMHI och IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Förutsägelseerna utgår ifrån basperioden 1961 - 1990. Speciellt efter 1970-talet har klimatförändringarna gått snabbare.

Vegetationsperioden blir längre och längre, vilket ger en ökad potential för växtodling i vårt nordligt belägna jordbruk. Idag ser vi redan två till tre veckors längre vegetationsperiod i Skåne och en till två veckor längre period i Mälardalen. I norr har framför allt vintertemperaturen stigit men det påverkar ju inte vegetationsperioden.

I slutet av detta sekel kan det för Skånes del innebära att vi får vegetationsperiod året runt. Det innebär att odlingsperioden blir tre till fyra månader längre och man kommer att kunna ta ut två skördar om tillgången på vatten så medger. I Mälardalen kommer odlingsklimatet att likna det som nu råder i sydligaste Sverige. Grödor och sorter som idag odlas i södra Sverige och Danmark kommer att förflytta sig norrut. I övre Norrland förlängs vegetationsperioden med en dryg månad, vilket innebär att Mälardalens växtodling då kommer att återfinnas där. När det gäller skördenivåer så innebär det att dagens skånska skördenivåer åtminstone i teorin kommer att återfinnas i Mälardalen o.s.v.

– Kanske kan Sten Stymnes industrigrödor få en chans i ett skånskt system med två skördar per år, sade Håkan Fogelfors.

Mer regn kommer att falla under höst och vinter, men på sommaren blir det istället ökad risk för fler och längre torkperioder, speciellt i sydöstra Sverige. Nederbörden har ökat med cirka 20 procent i Sverige som helhet under 1900-talet. Under de närmsta 70 åren räknar man med ytterligare en 40-procentig ökning av nederbörden i norr (Övertorneå). I det sydöstra hörnet, närmare bestämt i Kalmar, pekar modellerna på en 20-procentig ökning av regn under höst och vinter. På sommaren blir det istället troligen vattenbrist i det sydöstra hörnet trots ökad nederbörd, vilket förklaras av att ökande temperaturer ger en större avdunstning. I det sydvästra hörnet, i Varberg, skulle det kunna bli 25 procent mer regn under året och även där mest under vinter och höst.

Vad får det nya klimatet för konsekvenser för växtodlingen? Mer regn under höst och vinter innebär mer höstsådd då det kan bli svårt att så tillräckligt tidigt på våren för att utnyttja denna årstids goda ljusförhållanden. Varmare vintrar ger problem med mer svampangrepp, övervintrande insekter och en förändrad ogräsflora. En ogräsart som idag sprider sig norrut är t.ex. den besvärliga arten renkavle.

Detta kommer att kräva större insatser av olika kontrollåtgärder, såväl kemiska som icke kemiska, med andra ord ett välutvecklat integrerat växtskydd för att klara miljömålen. Hur svampar, insekter och ogräs kommer att komma till uttryck i vårt klimat med ljusa somrar och mörka höstar är svårt att sja om. Utfallet kommer helt klart att på många punkter skilja sig från förhållandena längre söderut i Europa.

Varmare somrar leder till snabbare plantutveckling och mognad, vilket vid mitten av detta sekel kan ge mindre skördar eftersom inlagringsperioden i spannmålskärnan blir kortare.

– En lagom fuktig sommar med cirka 15 grader ger en lång inlagringsperiod och därmed större skörd vilket vi ofta har eller åtminstone har haft i nordvästra Europa, sade Håkan Fogelfors.



Förhållanden för övervintring förändras också när temperaturen pendlar runt nollstrecket. Om det fryser och tår om vartannat står växtens gröna delar i plusgrader medan rötterna befinner sig i minusgrader (s.k. fysiologisk torka).

– Övervintring vid 20 tjugo grader med lite skydd av snö och stubb är alltså bättre för då hamnar hela växten i något slags "dvala", sade Håkan Fogelfors. Varmare, mörka höstar innebär att respirationen rullar på och fotosyntesen förmår inte kompensera för detta energiuttag vid låga ljusnivåer. Det kan innebära att grödan helt eller delvis utvintrar och måste sås om.

Ett varmare och regnigare klimat leder vidare till förändrad markstruktur. Lerorna fryser inte sönder och organiskt material bryts ner snabbare. Utlakningen av växtnäringsämnen i marken (t.ex. kväve och fosfor) ökar när det regnar mycket med åtföljande översvämningar. Eftersom den längre vegetationsperioden och den högre koldioxidhalten skapar möjligheter för större skördar krävs mer växtnäring. Ur miljösynpunkt måste detta då lösas genom återcirkulation av kväve och fosfor som redan finns i systemet, alltså inte tillförsel av mer extern växtnäring. Markförhållandena förändras också så att det blir ökad kvävefixering, vilket kan vara bra ur miljösynpunkt om man odlingstekniskt lär sig att bättre hålla reda på kvävet. Ökad kvävefixering ger också ökad kolinlagring vilket leder till kraftigare rottillväxt hos fleråriga växter som klöver och vallgräs men tyvärr också för ogräs som t ex tistel.

En önskelista för framtidens förädlade växtmaterial som ska klara det nya klimatet innehåller till exempel ljusanpassning vilket är ett specifikt nordiskt problem ("The Nordic Light"), men även torktålighet och förmåga att bättre klara översvämningar. Dessutom behövs god övervintringsförmåga vid varma, mörka förhållanden, resistens mot skadeinsekter och svampsjukdomar samt förmåga att kunna etablera konkurrenskraftiga bestånd mot ogräs. En del av detta kommer säkert att kunna tillgodoses genom den internationella växtförädlingen. Men om svensk växtodling ska kunna utveckla sina unika möjligheter krävs också en återuppbyggnad av den nationella växtförädlingen.

– Idag har vi generellt sett en låg användning av svamp- och insektsmedel på grund av vårt nordliga klimat. Det är istället ogräsmedel som används mest under våra förhållanden. Längre söderut är däremot användningen av svamp- och insektsmedel av större betydelse än här. En utveckling åt detta håll kommer så småningom att även bli fallet på våra breddgrader.

Växtmaterial som är anpassade till våra förhållanden måste i så hög grad som möjligt även ha egenskaper som kan kompensera för kortare inlagringsperiod, medföra ökad kolinlagring och ge ökade halter av hälsobefrämjande ämnen o.s.v.

Allteftersom klimatet blir varmare kommer också nya grödor att introduceras söderifrån. Ett exempel är majs som i Danmark har ökat från 20 000 till 140 000 ha på 30 år. I Sverige odlades år 2000 två tusen hektar och år 2009 odlades ca 15 000 hektar.

– Det finns många vinster med att odla majs. Majsen används som foder till nötkreatur och skördas genom en årlig skörd, sade Håkan Fogelfors. En vall skördas två till tre gånger per år men ger trots detta mindre mängd foder. Detta är en klar fördel när det gäller arbets- och drivmedelsåtgång. Kornas foder kan också göras mer välbalanserat om man blandar majs och vallfoder.

Därför kommer majs säkerligen också att börja odlas mer och mer i Sverige. Majsen konkurrerar emellertid dåligt med ogräset i början av odlingen och är därför rätt kemikalieintensiv.



Den måste också kvävegödslas mer än traditionella vallar. Här skulle GM-majs kunna vara en pusselbit i framtida odlingsystem.

– Amishfolket i Nordamerika som bedriver ekologiskt jordbruk har tagit in GM-majs i sina odlingsystem. Majsmottet skadar majskolvorna och hålen tjänar som inkörsport för svampsjukdomar. Med GM-majs blir de av med majsmotten och kan odla en säljbar gröda. Även andra GM-grödor odlas av Amishfolket, sade Håkan Fogelfors.

Hur skulle då GMO kunna utvecklas för svenska förhållanden? Det är intressant att titta på erfarenheter från herbicidtoleranta (herbicid=ogräsmedel) grödor i Kanada, som har ett liknande klimat som det nordiska. Tio års rapsodling visar två stora miljöplus. En förändrad markbearbetning med direktsådd i föregående grödas stubb har inneburit att man inte behöver plöja åkern lika mycket. Istället för 50-60 liter diesel per hektar sjunker förbrukningen av drivmedel ner mot tio liter per hektar. Växtnäringsläckaget har dessutom halverats. Ytterligare ett plus är att odlingarna har givit ett bättre ekonomiskt utbyte. På minussidan finns problem med resistensutveckling hos vissa ogräs mot den herbicid som grödan tolererar. Detta har medfört att man också måste använda andra typer av herbicider och på så sätt mer eller mindre spelat bort en minskad herbicidanvändning per arealenhet. Detta problem beror på ett alltför ensidigt bruk av en viss gröda och skulle kunna undvikas genom att olika grödor och odlingsstrategier integreras på ett mer uthålligt sätt. Små effekter har noterats på genflöden och mångfald, till exempel har någon enstaka inkorsning i vilda släktingar till raps rapporterats.

Underlaget är för litet för att egentligen säga något om socioekonomiska effekter men konfrontationer med ekoodlande bönder har förekommit. Det finns därför ett stort behov av strategier och odlingsanvisningar, till exempel när det gäller odlingsavstånd.

– Växtförädlingsföretagen tänker sällan i hela odlingsystem för att nå långsiktig uthållighet, avslutade Håkan Fogelfors. De stora företagen är inte heller så intresserade av våra speciella förhållanden i Norden utan de vill hellre av förståeliga skäl förädla och sälja på de stora marknaderna. Därför behöver näringsliv och offentligt finansierad forskning mötas och då kan GM-grödor bli en viktig del i en helhet för att nå de anpassningar som krävs.



3 Moderatoren avslutar dagen

Annika Åhnberg lämnade därefter ordet fritt för avslutande kommentarer eller frågor till alla dagens talare. En åhörare tog upp den socioekonomiska aspekten, som är mycket viktig för bönderna. Han menade att det handlar om kontroll över sin gård och sitt utsäde och att LRF är försiktigt positiva till tekniken. Problemet är istället en blockerande politisk minoritet i Bryssel och en ofullkomlighet i EU:s regelverk att det får fortgå.

– LRF talar med kluvna tungor, replikerade Sten Stymne från Alnarp, SLU. Hur starkt har de egentligen lobbats för GM-grödor i Bryssel?

– LRF gör som deras medlemmar vill och de har olika åsikter, sade en åhörare.

En annan åhörare kommenterade att så småningom när det europeiska jordbruket blir avreglerat och vi kommer att vilja utnyttja den ökade produktionspotentialen för att hänga med så kommer startsträckan för att utnyttja gentekniken att vara väldigt lång. Ytterligare en annan åhörare tog upp gamla grödor som redan är anpassade till vårt nordiska klimat.

– Det finns olika vägar att producera livsmedel och undersökningar visar att en stor grupp konsumenter vill äta ekologiskt, sade hon. Är de här gamla grödorna som kanske behöver ogräs för att trivas en framtida väg i att tackla klimatförändringarna?

– Det är viktigt med gammalt sortmaterial att utgå ifrån vid växtförädling för våra förhållanden. Dessa sorter är anpassade till vissa lokala förutsättningar och fungerar dåligt om de odlas någon annanstans, sade Håkan Fogelfors från SLU i Uppsala. Långstråiga sorter som nämndes lägger sig ju lätt vid mycket regn och är kanske inte mest lämpliga att utgå ifrån. Men de finns många gamla sorter som har värdefulla egenskaper att ta vara på, t.ex. ölandsvete. Mjölet är lite gult i färgen och har en god nötsmak men ger tyvärr låg avkastning. Ölandsvetet odlas faktiskt lite grann i Danmark och säljs till små bagerier. Sådana sorter är viktiga för växtförädlingen att ha tillgång till.

Carl-Gustaf Thornström från SLU tog upp frågan om växtförädlingens framtid i Sverige. De senaste hundra åren har det funnits ett statligt engagemang, sade han. Men staten abdikerade för tio år sedan och nu måste det dras igång igen, främst för att utveckla jordbruket norr om Dalälven. Carl-Gustaf Thornström ställde frågan vilka omallokeringar Jordbruksdepartementet ska göra och var finns ungdomarna som ska arbeta med detta?

– För tio år sedan funderade vi mycket över dessa frågor och vi hade diskussioner med företrädare från industrin nere i Europa för att starta växtförädlingsarbete för våra förhållanden, sade Håkan Fogelfors. Men det rann ut i sanden. Det saknas idag nästan helt unga forskare som arbetar med det här.

– En kommentar till departementet är att det är svårt att övertyga studenter om att det finns jobb utanför universitetet, sade Stefan Jansson från Umeå Plant Science Center. Var ska de jobba om de lär sig växtbioteknik? Nuförtiden finns det inga jobb inom biomedicinsk industri heller.

En åhörare undrade när vi kan flytta grödor norrut i Sverige.

– Grödor som knackar på dörren från Europa är till exempel soja, hirs, höstsådda ärtor och bönor, sade Håkan Fogelfors. När det gäller soja borde man med växtförädlingsteknik (GM) kunna få den dagsneutral, dvs. att den blommar oberoende av dagslängd. Vi har till exempel testat några sorter i Uppland med förvånansvärt gott resultat, så det skulle kanske inte krä-



vas så mycket för att få den dagsneutral. Soja kan inte få fotfäste i det här landet innan vi har löst detta.

En annan åhörare undrade vad status är på forskningen som går ut på att göra våra grödor fleråriga. Håkan Fogelfors sade att flerårigt vete alltid har varit en dröm och frågan bollades vidare till Sten Stymne.

– På Alnarp finns en grupp som arbetar med att göra olje gröda tvåårig med fältkrassing som utgångspunkt, sade han. Vi behöver en metod för att föra in gener i fältkrassing och det projektet står just nu utan finansiering. Men när det kommer igång har vi nog ganska snabbt en tvåårig olje gröda med lika hög avkastning som raps.

Moderator Annika Åhnberg avslutade konferensen med orden:

– Växtförädling är inte något som är färdigt en gång för alla utan det är något som vi kontinuerligt behöver arbeta med. Det gäller både här och i andra delar av världen. Den moderna biotekniken och den traditionella förädlingen är lika viktiga delar.