



VÄXTBIOTEKNIK FÖR EN BIOBASERAD EKONOMI

En nationell strategisk forskningsagenda

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Innehållsförteckning	3
Förord	5
Inledning och vision	7
Motiv och drivkrafter	9
Den fotosyntesdrivna fabriken	13
Möjligheter och utmaningar	15
Hållbarhet och produktivitet	16
Fotosyntes	16
Abiotisk stress	17
Biotisk stress	18
Virus och bakterier	18
Svampsjukdomar	18
Insekter	20
Resistens mot herbicider	21
Kvalitetssegenskaper	22
Näringsberikning	22
Nya produkter från jordbruksgrödor och skogsträd	23
Behov av fortsatt teknikutveckling	27
Universitet och högskolor	29
Företag	29
Växtbiotekniken i Sverige	29
Innovationsprocessen	31
En väg framåt för Sverige	33
Appendix 1 – Större forskningsprogram	37
Appendix 2 – Deltagare i workshopen den 12 mars 2014	41
Appendix 3 – Företag som stödjer den här forskningsagendan samt foljebrev	43

Produktion

Projektledare: Jens Sundström
Grafisk design och illustrationer: Cajsa Lithell
Fotografer: Niklas Björklund, Cajsa Lithell, Jenny Svernås-Gillner,
Kristofer Vamling, Viktor Wrange
Tryck: Repro, Sveriges lantbruksuniversitet

“I takt med ett allt varmare klimat krävs nya kunskaper om växters motståndskraft mot sjukdomar, annars kommer det att bli glest bland varorna i våra butiker”

– Christina Dixelius, professor i genetik och växtförädling vid Sveriges lantbruksuniversitet

FÖRORD

Detta förslag till en nationell forskningsagenda har utarbetats av en arbetsgrupp bestående av professorerna Torbjörn Fagerström, Claudia Köhler, Ove Nilsson och Sten Stymne samt docent Jens Sundström och lantbrukskonsult Knut Wälstedt, samtliga med nuvarande eller tidigare anställningar vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU. Torbjörn Fagerström och Jens Sundström har varit huvudansvariga samordnare och skribenter. Cajsa Lithell har svarat för figurer och layout.

Vid en workshop i Stockholm den 12 mars 2014 (Appendix 2) fick arbetsgruppen ta del av tankar och visioner från ett stort antal intressenter från akademi, näringsliv och förvaltning. Dessa visioner har i stor utsträckning inarbetats i texten, samt utgör den väsentliga inspirationskällan till figuren på sid 16. Vi tackar alla deltagare i work-shopen för deras engagerade och värdefulla bidrag.

Värdefulla bidrag har också lämnats av Bo Gertsson (Lantmännen Lantbruk), Mats Johnson (SweTree Technologies) och Björn Sundberg (StoraEnso) som läst och kommenterat hela eller delar av texten och föreslagit viktiga förtydliganden och tillägg. Många tankar och formuleringar har också hämtats från den utredning om bioteknik som Torbjörn Fagerström och Peter Sylwan gjorde för Mistras räkning för några år sedan, och som sedermera resulterade i forskningsprogrammet MistraBiotech. Peter Sylwan har alltså indirekt bidragit till denna agenda, vilket härmed erkännes.

Slutligen vill arbetsgruppen tacka Vinnova för det bidrag som har finansierat utarbetandet av agendan, samt för värdefulla råd under arbetets gång.

Alnarp, Stockholm, Umeå och Uppsala i oktober 2014

För arbetsgruppen



Torbjörn Fagerström

Jens Sundström



“Genteknik och modern växtförädling är alldeles för viktiga för mänskligheten för att inte komma till användning”

- Sten Stymne, professor i växtförädling, Sveriges lantbruksuniversitet

INLEDNING OCH VISION

I **visionen Horizon 2020** för hur Europa ska bli ett smart, hållbart och välkomnande samhälle framhåller EU-kommissionen att Europa ska ta ledningen i övergången till en hållbar, biobaserad ekonomi. En viktig del av en sådan ekonomi är utvecklandet av industriella processer som bygger på förnyelsebara råvaror och där slutprodukterna har ett stort innehåll av spetsteknologi och därmed också ett högt värdeinnehåll.

Europa hade kunnat vara ledande i en sådan utveckling, med våra starka vetenskapliga traditioner inom nyckelområden som växtfysiologi, molekylärbiologi och växtförädling. Men tyvärr försvåras både forskning och innovation inom området av en lika aggressiv som osaklig propaganda mot genteknik (s.k. GMO). Denna propaganda skapar ett negativt sentiment som spiller över till all bioteknik-inriktad forskning, i varje fall utanför de rent

medicinska tillämpningarna. Lägg därtill en total frånvaro av en vetenskapsbaserad vision för utveckling av jord och skogsbruk bland såväl jordbrukspolitiker som intressegrupper med anknytning till den gröna sektorn, och den bild som tonar fram är kompetensflykt och förlorade industriella möjligheter, snarare än innovation och tillit till vetenskapen.

Det är mot den bakgrunden som vi föreslår en nationell strategisk forskningsagenda för en hållbar biobaserad ekonomi bortom 2020. Denna agenda ska baseras på övertygelsen att modern växtförädling och bioteknik är centrala för övergången till en hållbar, biobaserad ekonomi, och den ska inte rygga för det negativa sentiment som f.n. råder. Tvärtom tror vi att Sverige kan få en ledande roll i utvecklingen av en global, biobaserad ekonomi när de politiska låsningarna släpper, om vi idag visar resten av Europa vägen med en framåtsyftande forsknings- och innovationsagenda.

Vår vision

Forskningen inom livsvetenskaperna kommer att få lika stor betydelse för samhället under det 21:a århundradet som forskningen inom fysik, kemi och elektronik fick under det 20:e. Vi ska förmå biologiska produktionssystem, ytterst drivna av solen, att ge oss inte bara bränsle och mat, utan dessutom en mängd andra nyttigheter, inklusive ett hållbart flöde av råvaror till många industriella processer. Detta ska åstadkommas genom att vi ska återge vetenskap och teknik sin rättmätiga plats och skörda deras möjligheter.



MOTIV OCH DRIVKRAFTER

Svenskt jord- och skogsbruk hör till de mest avancerade och mest produktiva i världen. Detta beror delvis på att vi i stora delar av landet har utmärkta naturgivna förutsättningar i form av t.ex. bördiga jordar och gynnsamma nederbördsförhållanden. Men framför allt beror det på andra faktorer, såsom en hög kunskapsnivå hos brukarna, en avancerad forskning och utbildning inom sektorn, och en väl integrerad miljöhänsyn. Ändå är det inte självklart att dessa näringar kommer att kunna fortsätta att huvudsakligen basera sin produktion på mat respektive fiber.

Under det kalla kriget hade jordbrukspolitiken som en central komponent ett nationellt självförsörjningsmål, kopplat till ett antal mekanismer (bl.a. prisreglerande sådana) för att uppfylla detta mål. Idag finns inget sådant mål, men i gengäld ett omfattande subventionssystem inom ramen för den EU-gemensamma jordbrukspolitiken CAP (Common Agricultural Policy). Denna är, som bekant, starkt ifrågasatt och det finns all anledning att räkna med att jordbruket inom en snar framtid måste bedrivas helt på världsmarknadens villkor. Jordbruket kämpar redan idag med lönsamhetsproblem inom flera sektorer och importen av mat och foder ökar kontinuerligt (inom EU totalt är t.ex. mer än 70 % av proteinfodret importerat).

Svenskt skogsbruk har alltid arbetat på världsmarknadens villkor, men möter, i likhet med jordbruket, stigande problem inom sina traditionella produktions- och produktområden, med sjunkande realpriser, ökande krav och allt hårdare internationell konkurrens. Den svenska skogsindustrin står därför inför en genomgripande omställning, där stora

bulkprodukter, såsom tidningspapper, måste ersättas med nya och mera högvärdiga produkter från skogsråvaran.

Ingen vet förstås med säkerhet vilka produktionsinriktningar som kommer att dominera framtidens gröna sektor, och vilka förändringar som eventuellt kommer att framtvingas av den ökande konkurrensen från andra länder. Men däremot vet vi säkert att de naturgivna förutsättningarna för effektiv biologisk produktion kommer att bestå, och att kunskaperna om hur man bäst tar den tillvara kommer att

Vi måste förbereda oss på en framtid där jord- och skogsbruket inte enbart producerar mat och fibrer

ytterligare fördjupas genom forskning och teknikutveckling. Om t.ex. de svenska massafabrikerna till slut skulle tvingas ge upp inför världsmarknadens konkurrens skulle en enorm mängd råvara finnas tillgänglig från skogen (minst 100 miljoner kubikmeter ved årligen) – vår bäst tillgängliga och mest omfattande bioresurs. På samma sätt skulle förstås de bördiga åkerjordarnas produktionspotential finnas kvar, oberoende av om det vore lönsamt att producera mat på dem eller inte.

En huvudtanke bakom vårt förslag till innovationsagenda är att förbereda vårt forsknings- och innovationssystem inom den gröna sektorn för en framtid där jord- och skogsbruket inte enbart,

kanske inte ens huvudsakligen, producerar det som vi är vana vid, dvs. mat respektive fibrer. En annan huvudtanke är att vad som än kommer att odlas i framtiden, så kommer kraven på att effektivare kunna utnyttja växternas förmåga att fånga solljus och förvandla den till nyttigheter att öka kraftigt. Vi vill få ut alltmer foder, fiber, föda, energi och bioråvaror från skog och åker. Och vi vill öka värdeinnehållet i produkterna så mycket som möjligt.

I såväl privata som offentligt finansierade växtföreläres laboratorier gror många exempel på jordbruksväxter med egenskaper som kan bidra till ett mera diversifierat och lönsamt och samtidigt mera hållbart naturbruk. Växter med ökad motståndskraft mot sjukdomar, bättre konkurrenskraft mot ogräs och bättre förmåga att utnyttja markens naturliga näringsförråd ingår i portföljen av nya växter som väntar på att få ta steget från laboratoriet till försöksväxthus och praktisk odling. Sådana egenskaper är naturligtvis lika angelägna och viktiga för övergången till mera hållbara jordbrukssystem, vare sig den aktuella grödan

primärt är avsedd för matproduktion eller för andra ändamål. Dessutom ser vi i forskningsportföljerna ett ökande inslag av grödor som enbart, eller huvudsakligen, är ämnade att producera råvaror till andra områden än livsmedelssektorn.

Även för skogsbruket pågår bioteknikbaserad skogsförädling som kan bidra till ökad hållbarhet och nya produkter, bl.a. därför att den öppnar helt nya möjligheter för variation i skogsbruket. Svenska forskare är världsledande såväl inom skogsbioteknik som inom studier av skogsträdens genom och inom traditionell skogsförädling. Denna spetskompetens öppnar för möjligheten att påverka, förändra och förstärka önskvärda egenskaper och förädla olika trädslag för olika behov, liksom för att skräddarsy skogsodlingen efter estetiska, etiska och ekologiska parametrar, inte minst för att kunna anpassa de nya träd som planteras till ett snabbt föränderligt klimat.

Intresset blir också allt större för hur man skall kunna utvinna högvärdeskemikalier, nya kompositmaterial,

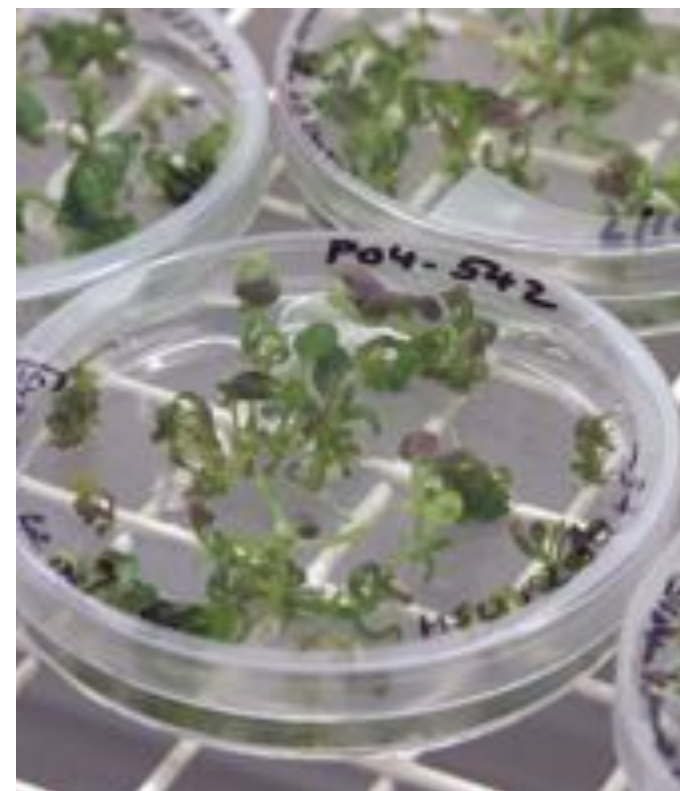
Svenska forskare är världsledande inom skogsbioteknik, inom studier av skogsträdens genom såväl som inom traditionell skogsförädling.

De gröna näringarna är en framtidsbransch, om vi bara förstår att rätt tillvarata sprängkraften i den moderna forskningen

starkare pappers- och byggnadsmaterial, samt bio-bränslen från trä. Intresset håller därför på att skifta från tekniker för att höja produktiviteten i allmänhet till ett bioraffinaderikoncept där många olika nyttigheter utvinns ur skogsråvaran. Vi ser här möjligheten för en mer aktiv skogsträdförädling där nya tekniker ger oss en möjlighet att sätta upp helt nya förädlingsmål i syfte att förädla fram ”skräddarsydda” träd med en idealisk vedsammansättning för olika slutändamål.

Allt detta ger anledning till den optimism som vi vill spegla genom vårt förslag till innovationsagenda. Bioteknikens innovationer kan inte bara öka lönsamheten och minska miljöbelastningarna i svenskt jord- och skogsbruk. Dessa innovationer har också en världsmarknad och den svenska växtbiotekniken har därför en potential att utveckla sig till en globalt ledande högteknologisk industri, med mångmiljardvärden och med stora spinn-off-effekter på biologisk forskning och utbildning.

De gröna näringarna är en framtidsbransch, om vi bara förstår att rätt tillvarata sprängkraften i den moderna forskningen. I de följande avsnitten ger vi fördjupade exempel på detta.



Skott från potatis som växer i provrörmiljö. Potatis med ökad motståndskraft mot sjukdomar, bättre konkurrenskraft mot ogräs och bättre förmåga att utnyttja markens naturliga näringsförråd väntar på att få ta steget från laboratoriet till försöksväxthus och praktisk odling.

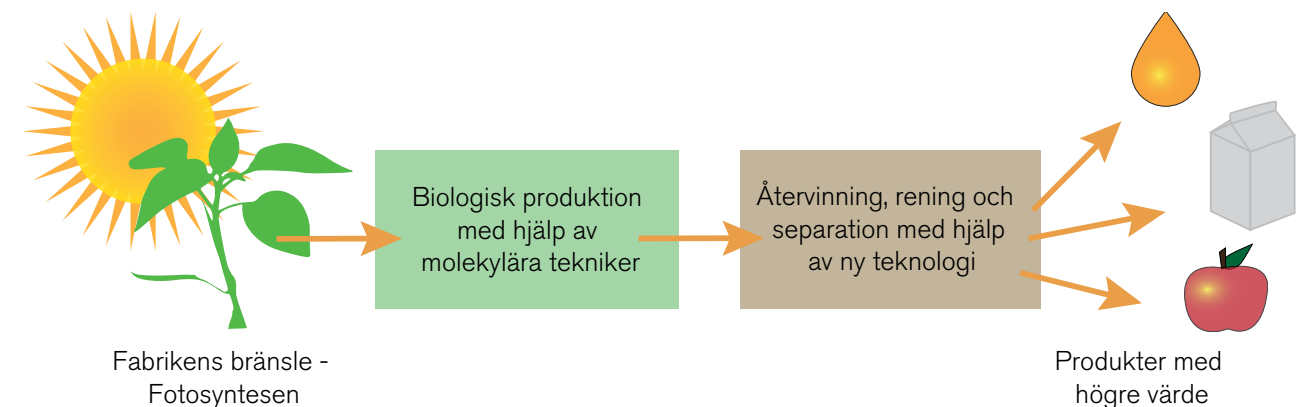
”Att öka livsmedelsproduktionen i takt med den växande världsbefolkningen kräver att universiteten både bedriver forskning som kan leda till nya innovationer och ger oss studenter en forskningsanknuten undervisning. Endast då kan vi, tillsammans, skapa förståelse för växtförädlingens roll i ett modernt samhälle”.

– Ida Eriksson, mark/växt-agronomstudent och projektledare för SLU Studentpool, Sveriges lantbruksuniversitet.



DEN FOTOSYNTESDRIVNA FABRIKEN

Man kan betrakta en växt som en fotosyntesdriven kemisk fabrik, som omvandlar vatten, koldioxid och närsalter till komplexa organiska föreningar. Den övergripande tanken med att utnyttja den fotosyntesdrivna kemiska fabriken till att skapa mervärden på ett hållbart sätt ges i följande figur.



Den fotosyntesdrivna fabriken får sin energi från solen. Figuren visar schematiskt hur växter kan omvandla vatten, koldioxid och närsalter till komplexa organiska föreningar.

I detta flödesschema innebär utgångspilarna hög-värdiga produkter, t.ex. specialkemikalier, bio-material eller foder-och livsmedels ingredienser med högt kommersiellt värde. Boxen nedströms representerar den teknik och de processer som behövs för att generera detta mervärde, t.ex. rening och separation av föreningar.

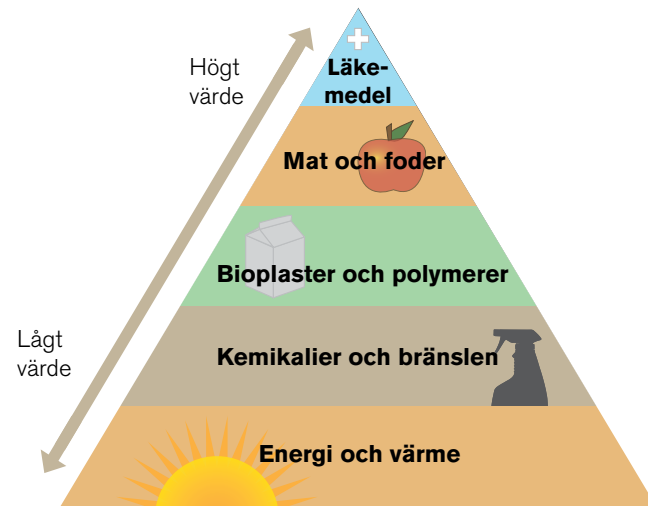
Den ingående pilen kan vara primärproduktion av växtmaterial i jordbruk, skogsbruk eller vattenbruk. Boxen uppströms symboliserar då en vision om en framtida fotosyntesdriven kemisk fabrik, där biologisk spetskunskap och avancerad bioteknik används för att styra metaboliska vägar i växter i nya önskade riktningar.

Fotosyntes

Den biologiska process som omvandlar den energi som finns i solens ljus till kemisk energi upplagrad i glukos och andra organiska molekyler. Utförs av växter, alger och vissa bakterier.

Alternativt kan boxen uppströms matas med bio-avfall eller skörderester som annars antingen skulle gå förlorade eller användas för energiproduktion eller annan produktion med förhållandevis lågt värde-innehåll. I detta fall är boxen uppströms ett bio-raffinaderi, snarare än en fotosyntesdriven fabrik; båda delar dock egenskapen att ny kunskap och teknik utnyttjas för att möjliggöra att råvarorna kanaliseras till nya värdekedjor.

I båda fallen krävs uppströms optimering, för att möjliggöra ökad resurseffektivitet i efterföljande bearbetning, och för att bygga nya värdekedjor från t.ex. skörderester eller avfall. En central del i vår vision är att sådan optimering kan handla om att förädla för bättre råvara, t.ex. för bättre halm eller vedkvalitet. I framtiden kan man alltså mycket väl tänka sig att t.ex. ett förädlingsprogram för en spannmålsgröda eller ett träd kan ha som ett delmål att optimera halmens/vedens egenskaper för vidare bearbetning i ett bioraffinaderi. Dessa idéer sammanfattas i följande figur över den s.k. biomassakaskaden:



Biomassakaskaden. Nivåerna i pyramiden representerar olika typer av produkter som kan utvinnas ur en viss råvara.

Där tänks alltså en hel palett av produkter utvinnas ur en viss råvara. En grundläggande tanke är att man i bearbetningen av denna råvara börjar s.a.s. uppifrån i figuren och först utvinna de mest värdefulla produkterna för att till sist utvinna det som idag ofta är den enda produkten, nämligen värme. Det kan knappast råda någon tvekan om att en bio-baserad ekonomi kräver detta tänkesätt, både för att så långt som möjligt kunna ersätta ändliga råvaror med förnyelsebara, och för att öka värdeinnehållet i jord- och skogsbrukets produkter.

Ett s.k. grönt bioraffinaderi som redan är planerat för kommersiell drift i Danmark illustrerar tankarna om förhöjt värdeinnehåll i biologiskt material – i det fallet betblast och andra färska, gröna restprodukter från jordbruket. Genom att systematiskt och i rätt ordningsföljd bearbeta dessa råvaror, kommer man här att kunna utvinna högvärdiga biologiskt aktiva substanser, t.ex. vitaminer, proteinfoder till grisar och nötkreatur, samt optimerade fiberprodukter.

Utvecklingen inom cell- och molekylärbiologin ger oss allt större möjligheter

att styra processerna i den fotosyntesdrivna kemiska fabriken och att välja vilka slutprodukter den ska leverera. Kunskap om gener och proteiner som styr olika biosyntesvägar öppnar möjligheterna att skapa växter som producerar helt nya produkter genom genetisk ingenjörskonst. Hela detta tekniksprång är ett utmärkt exempel på hur grundläggande forskning, ofta utförd på kommersiellt ointressanta modellorganismer, relativt snabbt kan omsättas i nya innovationer av hög samhällsrelevans.

En utgångspunkt för agendan är att vi inte i förväg har definierat vilken eller vilka förädlingstekniker som bör användas för att uppnå framtidens förädlingsmål. Växtbioteknik definieras därmed tämligen brett och omfattar, till exempel, både gentekniskt förädlade grödor och molekylära metoder för att göra genetiskt urval. Teknikutvecklingen på det här området går dessutom utomordentligt snabbt och det är därmed oerhört svårt att förutsäga vilka nya metoder som kommer att visa sig ge de bästa resultaten.

Som en direkt följd av denna utgångspunkt utesluter vi inte heller användningen av en viss förädlingsmetod. Ledorden i det här sammanhanget är istället att främja den bästa tekniken för den mest effektiva växtförädlingen. Ytterligare en viktig aspekt är att ingen förädlingsteknik fungerar isolerad från andra. Om vi ska uppnå agendans högt ställda mål kommer

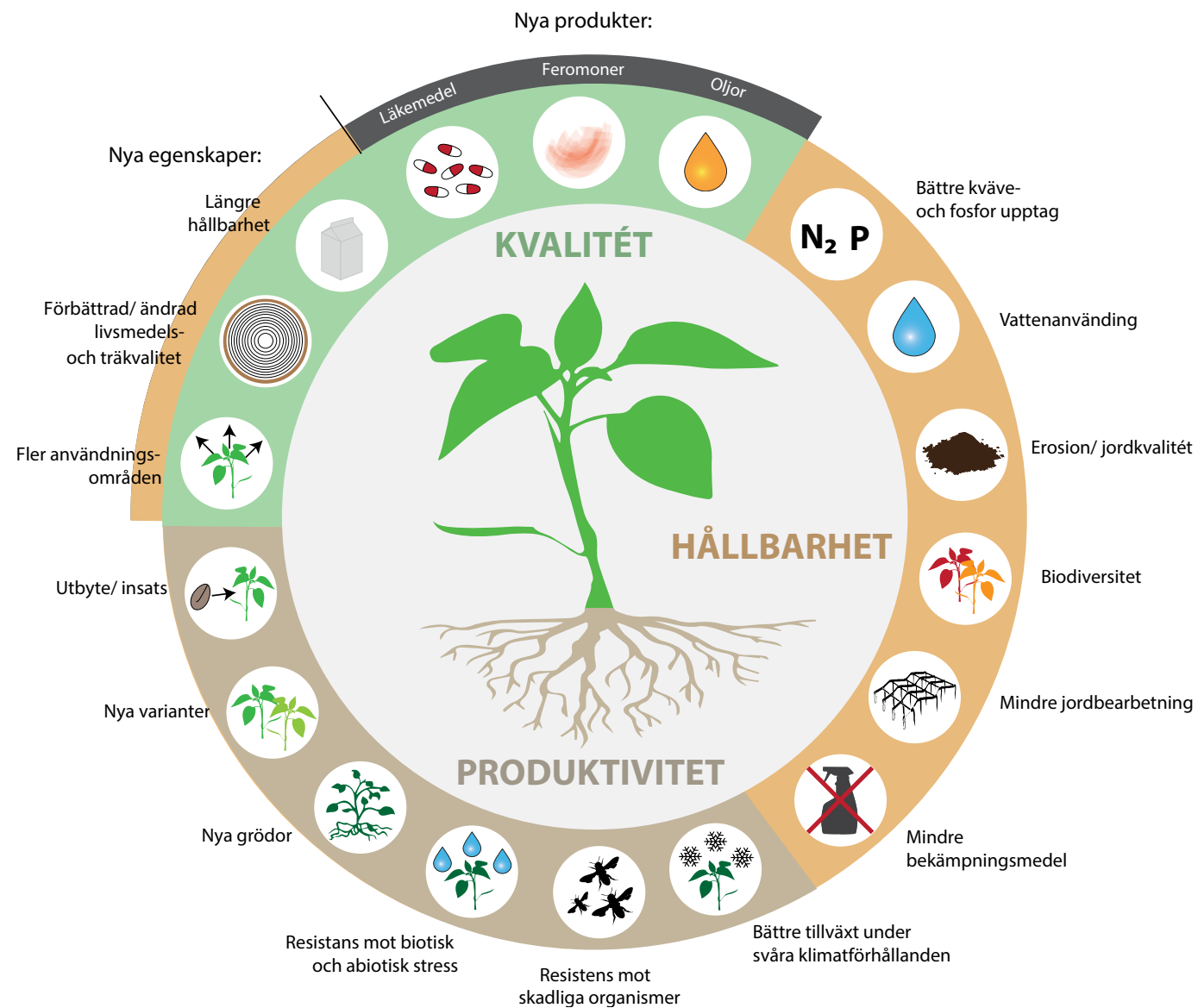
MÖJLIGHETER OCH UTMANINGAR

det att krävas en palett av förädlingstekniker som alla måste tillåtas att integreras i befintliga odlingssystem. Det innebär att agendans fokus inte ligger på val av förädlingsteknik utan på de förädlingsmål som vi vill uppnå och de egenskaper som vi vill ge våra grödor och träd.

Kunskap om gener och proteiner som styr olika biosyntesvägar öppnar möjligheterna att skapa växter som producerar helt nya produkter genom genetisk ingenjörskonst

Förädlingsmålen är inte alltigenom nya – en del har varit centrala under växtförädlingens historia och återfinns fortsatt i dagens förädlingsprogram. De omfattar mål som påverkar plantans kvalitativa egenskaper, odlingens produktivitet, samt ökar resurseffektiviteten vilket ger en ökad uthållighet i jord- och skogsbruket. Rätt använd teknik ger oss dock ökade möjligheter att applicera dessa förädlingsmål på hela plantan och omfatta hela växtens tillväxt inklusive interaktioner med den omgivande abiotiska och biotiska miljön.

Växtens livskedja



Förädlingsmål anpassade för en biobaserad ekonomi. I cirkeln runt plantan finns olika förädlingsmål representerade som bidrar till ökad produktivitet och hållbarhet och/eller förbättrad kvalitet.

Hållbarhet och produktivitet

Alltför ofta används begreppet ”hållbarhet” i jord- och skogsbrukssammanhang frikopplat från en diskussion om produktivitet. Detta är olyckligt, eftersom det naturligtvis inte är något problem att skapa produktionssystem som är uthålliga – i varje fall i ekologisk mening – om man inte har några krav på att de ska vara produktiva. Om man t.ex. skulle acceptera en avkastning i en spannmålsgröda om, säg, 500 kg per hektar skulle man varken behöva jordbearbeta, tillföra växtnäringsämnen, eller bekämpa skadedjur och ogräs.

Men ett sådant system vore uppenbarligen inte uthålligt i de andra viktiga dimensioner av hållbarhet

som man brukar ange, nämligen socialt och ekonomiskt. Utmaningen för framtiden är därför att skapa produktionssystem som är både socialt, ekonomiskt och ekologiskt hållbara, vilket bl.a. förutsätter att de samtidigt är såväl miljövänliga som produktiva. En av växtbioteknikens centrala uppgifter är att möta den utmaningen.

Fotosyntes

Den globala solinstrålningen är cirka 10 000 gånger större än den totalt tillförda energin till alla människans samhällen i form av olja, kol, gas, vattenkraft, kärnkraft och biobränslen. När denna energi sedan överförs till biomassa förloras mer än 90 %, något olika för s.k. C3- respektive C4-växter. Man

C3-växter

Växter som utför den vanligaste formen av fotosyntes där atmosfärisk CO₂ används för att bygga upp 3-fosfoglycerat; en sockermolekyl med tre kolatomer.

C4-växter

Växter som utför en form av fotosyntes där atmosfärisk CO₂ först fixeras i en sockermolekyl som består av fyra kolatomer istället för 3-fosfoglycerat; vilket ökar fotosyntesens effektivitet i varma och torra miljöer.

har länge insett att om man kunde öka denna verkningsgrad så skulle oerhörda produktivitetsvinster kunna göras inom all form av fotosyntesdriven produktion. Det har emellertid visat sig vara mycket svårt att åstadkomma några substantiella förbättringar med hjälp av traditionella förädlingsmetoder.

Med bioteknikens vassare och mer precisa metoder är situationen emellertid annorlunda. Det finns nu andra möjligheter att påverka utvalda delar av det fotosyntetiska maskineriet. Ett exempel på ett konkret projekt är en stor satsning vid det internationella risforskningsinstitutet IRRI, som bl.a. stöds av Bill och Melinda Gates stiftelse. Projektet går ut på att transformera ris från att vara en C3-växt till att bli en C4-växt, något som beräknas kunna höja avkastningen hos denna viktiga stapelgröda med bortemot 50 %.

Abiotisk stress

I praktiskt jord- och skogsbruk går man ibland miste om så mycket som 60–65% av den biologiskt möjliga avkastningen på grund av olika abiotiska stressfaktorer, såsom för hög eller för låg temperatur, otillräcklig vattentillgång, olämpligt pH, förhöjd salthalt eller otillräcklig näringstillgång i jorden. Resultaten från studier av åtta av de viktigaste jordbruksgrödorna i USA visar att det bör vara möjligt att öka avkastningen högst betydligt genom att öka växternas tolerans mot en eller flera av de viktigaste abiotiska stressfaktorerna, utan att öka avkastningspotentialen som sådan.

I många viktiga odlingsområden har tillgången på

vatten minskat kraftigt, vilket kräver både bättre hushållning med vattenresurserna och utveckling av växtsorter med bättre tolerans mot torka. På senare tid har flera förädlingsföretag introducerat transgena torktoleranta sorter av majs. Andra grödor som tagits fram för att kunna odlas med mindre vattenåtgång är sojaböna, bomull, ris, sockerrör och vete. Vidare finns växtsorter utvecklade som klarar av att växa i jordar med salthalter som är för höga för "vanliga" sorter, eller som klarar såväl ökade fluktuationer i temperatur som högre eller lägre medeltemperatur än den de normalt föredrar.

**Utmaningen för framtiden
är att skapa produktions-
system som är både socialt,
ekonomiskt och
ekologiskt hållbara**

Alla dessa egenskaper är naturligtvis också viktiga när det gäller att anpassa våra odlingssystem till det förändrade klimat som vi har att förvänta i framtiden.



Flera förädlingsföretag har introducerat transgena, torktoleranta sorter av majs. Majs är ett exempel på en C4-växt som generellt har en fördel framför C3- växter i varmt och torrt klimat.

Likaså finns växter som effektivare tar upp näringsämnen – och därför klarar sig på mindre gödselgivor – och svenska forskare har tagit fram växter som kan tillgodogöra sig kvävet i organisk gödsel (t ex stallgödsel) bättre. Detta kan möjliggöra selektiv gödsling, d v s att stallgödseln mest kommer grödan, inte ogräset, till godo, vilket är en betydande fördel för de bönder som av olika anledningar inte använder konstgödsel, t ex ekologiska odlare.

Generellt är forskning om ”nitrogen use efficiency” en av de riktigt stora inriktningarna för växtbioteknikföretagen idag. Den andra är ”water use efficiency”. Båda dessa egenskaper – att kunna producera lika mycket eller mer biomassa med mindre förbrukning av kväve och vatten – är lika relevanta för jordbruket som för skogsbruket. Här handlar det alltså inte i första hand om att växterna ska kunna ta upp näring och vatten effektivare, utan om att de ska kunna utnyttja det som tas upp på ett effektivare sätt.

Biotisk stress

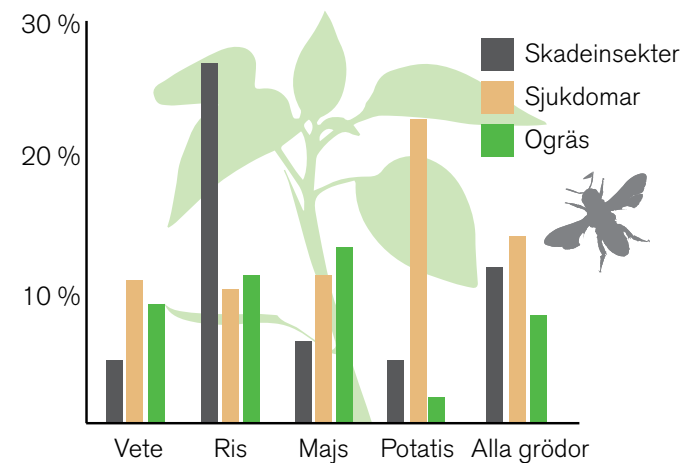
Globalt sett är förlusterna genom sjukdomar, skadedjur och konkurrens från ogräs – biotisk stress – betydande: Liksom när det gäller abiotisk stress arbetar forskningen intensivt och på bred front med de biotiska stressfaktorerna, med målet att tillföra olika typer av resistensegenskaper till grödorna och träden.

Virus och bakterier

Det är ofta svårt att uppnå tillfredsställande resistens mot virus med traditionell växtförädlingsmetodik, då resistensen ofta är betingad av flera gener. De vanligaste sätten att hindra spridning och skador av virus i olika grödor innefattar därför användning av insekticider för att bekämpa de insekter som sprider virusen, bekämpning av ogräs, som kan tjäna som värdväxter, samt användning av certifierat, virusfritt utsäde. Med moderna växtbiotekniska metoder kan man emellertid uppnå godtagbara resultat även när det gäller att få fram resistent växtsorter. För närvarande har resistens inducerats mot ett 20-tal olika virussjukdomar i ett stort antal växtslag, bl.a. tobak, melon, squash, ris, papaya, potatis och sockerbeta.

En bakteriesjukdom – Yellow Dragon Disease – som gör att apelsiner förblir gröna och inte blir söta hotar den kommersiella apelsinodlingen i Asien och Afrika

Globala skördeförluster



Diagrammet visar hur stor andel av världsproduktionen som går förlorad på grund av sjukdomar, skadeinsekter och konkurrens från ogräs. Källa: Oerke, EC 2006, 1994.

och numera även i USA. Bakterien sprids av bladloppor, och apelsiner som gjorts resistent mot dessa loppor undgår sjukdomen.

En annan bakteriesjukdom har nästan slagit ut den amerikanska kastanjen, som förut dominerade skogarna i östra USA. Bakterien utsöndrar oxalsyra (det sura ämne som finns i rabarber) som skadar växter och gör att bakterien kan sprida sig. Många växter har ett enzym, oxalat-oxidas, som bryter ned oxalsyra men detta saknas i kastanjen. Genom att föra in en gen från vete har man skapat kastanjer som bryter ned oxalsyra och därmed är motståndskraftiga mot bakterien. Detta kan bli ett av de första exemplen på ett GM-träd som planteras storskaligt i naturen i USA.

Svampsjukdomar

Praktiskt taget alla kulturväxter angrips av en eller flera allvarliga svampsjukdomar, vilka vanligtvis bekämpas med kemiska medel – fungicider. Det är viktigt att bekämpa svampinfektioner, då många svampar producerar giftiga substanser, s.k. mykotoxiner, som vi inte vill ha i våra livsmedel.

En svampsjukdom som länge tilldragit sig speciellt intresse är bladmögel (*Phytophthora infestans*) på potatis. Svampen – som rent botaniskt tillhör gruppen algsvampar och alltså inte är närmare släkt med de äkta svampar som förorsakar många andra svampsjukdomar – angriper först bladen och går sedan ner i knölarna där den framkallar brunröta. Nästan alla

“I takt med ett allt varmare klimat krävs nya kunskaper om växters motståndskraft mot sjukdomar annars kommer det att bli glest bland varorna i våra butiker”

– Christina Dixelius, professor i genetik och växtförädling vid Sveriges lantbruksuniversitet

nuvarande potatissorter är känsliga och måste sprutas – ofta 10-12 gånger under växtperioden – för att hålla svampen borta och säkra skörden. Man har länge vetat att många vilda potatisarter i Anderna i Sydamerika

är resistent mot bladmögelsvampen. År 2006 gjordes de första fältförsöken med den av svenska forskare framtagna sorten Fortuna, som innehåller två resistensgener från *Solanum bulbocastaneum*. Sorten var planerad att marknadsföras 2013-2014, men den drogs tillbaka med argumentet att den oförutsägbara och politiskt – inte vetenskapligt – baserade godkännandeprocessen för GM-grödor omöjliggör för företag att verka här i Europa. Detta innebär en mycket stor förlust för både odlare och miljö.

Svampsjukdomar är också ett stort problem för svenskt skogsbruk, där angrepp av rotröta och Gremeniella förorsakar svenskt skogsbruk miljardförluster årligen. Dessa angrepp kommer troligen att öka med ett varmare klimat och förädlingen måste därför försöka motverka detta.



En potatis drabbad av brunröta orsakad av *Phytophthora infestans* jämförs med en frisk potatis.

Insekter

Insekticider är globalt den mest använda gruppen av jordbrukskemikalier. Även om kemisk bekämpning av insekter inom jordbruket varit mycket framgångsrik, så uppgår fortfarande de skördeförluster som förorsakas av insekter i fält och under lagring till närmare 25 % av världens totala jordbruksproduktion.

Snytbaggen och barkborren är exempel på skadeinsekter som orsakar miljardförluster för svenskt skogsbruk. Man kan befara att ett varmare klimat skulle riskera att leda till förstärkta utbrott av nya eller gamla skadegörare. Så t.ex. anses ett varmare klimat vara orsaken till de utbrott av Mountain Pine Beetle som dödat 20 miljoner hektar av tallskog i västra Kanada (lika mycket som hela den svenska produktiva skogsarealen!). Där är man nu villrådig inför frågan om vad man skall plantera istället, eftersom inget resistent material finns tillgängligt.

Bland insekticiderna finns många höggradigt toxiska produkter, och det är uppenbart att det vore

en mycket stor hälso- och miljövinst om sådana preparat kunde ersättas av växtsorter med en effektiv insektsresistens. Identifiering, isolering och överföring av gener, som ger resistens har också getts stort utrymme inom växtbiotekniken. Växter som producerar sina egna insekticider är en väg att gå, som visat sig mycket framgångsrik, men biotekniken öppnar även för andra, kanske ännu elegantare vägar.

Hitills har de flesta utvecklingsarbetena rört *Bacillus thuringiensis* (Bt), en jordbakterie som producerar ett kristallint protein som när det bryts ner i matsmältningskanalen hos vissa insekter bildar en för dessa toxisk substans. Merparten av alla Bt-stammar producerar toxin som är specifika för en grupp besläktade insektsarter. Det finns således Bt-stammar som enbart slår mot fjärilar, och som alltså kan användas för att bekämpa t.ex. mott och flyn, liksom det finns Bt-stammar som är specifika mot skalbaggar, vilket gör att de är verksamma mot svåra skadegörare som coloradoskalbagge och bomullsvivel. Andra stammar producerar toxin som är specifika för arter inom ordningen flugor och myggor.



“GM-växter används som outhärliga verktyg i grundforskningen och kan, om vi tillåts använda dem, bidra till ett hållbart jordbruk.”

– Stefan Jansson, professor vid Institutionen för fysiologisk botanik, Umeå universitet

Gener som kodar för ett flertal Bt-protein har klonats och införts i bl a tobak, bomull, majs och potatis. Sedan 1996 finns majs med Bt-resistens mot majsmott (*Ostrinia nubilalis*) och 2003 introducerades sorter med resistens mot skalbaggen Western corn root worm (*Diabrotica v. virgifera*). Bt-majs odlades 2012 på 75 miljoner ha globalt. Odlingen av Bt-bomull med resistens mot bomullsvivel (*Anthonomus grandis*) har också stor omfattning. Den globala årliga arealen var 2012 närmare 19 miljoner ha, till stor del i Indien, Kina och Pakistan.

Ett annat sätt att åstadkomma insektsresistens hos växter med genteknik baserar sig på introduktion av gener som styr produktionen av specifika växtproteiner som stör insekternas matsmältning. Exempel är ”Cowpea trypsin inhibitor” som stammar från baljväxten svartögd böna (*Vigna unguiculata*), som odlas i Västafrika och Sydamerika och ett lektin från snödroppe (*Galanthus nivalis*) som ger resistens mot sugande insekter.

En tredje väg bygger på att påverka insekters beteende via feromoner. Syntetiska feromoner används redan framgångsrikt för artspecifik och miljövänlig skadedjursbekämpning, och är ett hållbart alternativ till konventionella insekticider. Kostnaderna för syntetiska feromoner är dock mycket höga – från

600 € till 4000 € per kg. Detta begränsar användningen av insektsferomoner för skadedjursbekämpning till grödor med högt värde. Forskare vid SLU och Lunds universitet har emellertid visat att man kan utveckla oljeväxter som i fröoljan producerar feromonkomponenter. Dessa kan med enkel kemi omvandlas till aktiva feromoner till mindre än 20 % av kostnaden för dagens billigaste syntetiskt framställda feromon.

Många insektsferomoner är baserade på substanser som också kan syntetiseras av växter. Samma forskargrupp har framgångsrikt infört syntesvägar för insektsferomoner i växtblad med en kombination av växt- och insektsgener. De har vidare visat att de feromoner som produceras i växten är nästan lika effektiva, eller lika effektiva, som syntetiska feromoner när det gäller att fänga de aktuella skadeinsekterna i feromonfällor. Därutöver är en ännu elegantare metod inom räckhåll, nämligen växter som avger feromoner som förvirrar insektshanarna, dvs. de hindrar dem från att hitta och para sig med honorna. Därmed blir de ägg aldrig lagda, som skulle ha gett upphov till de larver som skadar växterna.

Resistens mot herbicider

De flesta bredbandsherbicider som finns på

Snytbaggen orsakar miljardförluster för svenskt skogsbruk.

marknaden bromsar ett enzym som styr växters aminosyrasyntes. Dessa belastar normalt miljön i väsentligt mindre grad än merparten av de äldre herbiciderna. Herbicidresistenta grödor har också möjliggjort plöjningsfria odlingssystem, vilket är särskilt värdefullt i områden där jorderosion är ett problem. Där dödar man efter skörden både grödan och ogräset med en bredspektrumherbicid, varefter man kan så en herbicidresistent gröda i stubben. I Europa har man haft svårt att anamma denna teknik eftersom den förutsätter herbicid-resistenta växter, men i andra delar av världen har det gett goda resultat. Det finns över ett halvdussin bredspektrumherbicer för vilka gener för tolerans har introducerats; de vanligaste är Roundup (aktiv substans: glyfosat) och Basta (aktiv substans: glufosinat). Under 2012 odlades globalt herbicid-toleranta grödor på 100 miljoner hektar. De stora herbicidtoleranta grödorna och regionerna är soja i Brasilien, Argentina och USA, samt raps och sockerbeta i USA och Kanada, i samtliga fall utgör de herbicidtoleranta varianterna en mycket hög andel av

den totala arealen av respektive gröda.

Kvalitetsegenskaper

Näringsberikning

Det hävdas ofta att användning av gentekniken på växter hittills endast inneburit förbättringar av intresse för lantbrukarna och av värde för de stora växt-föreläggingsföretagen. Enligt denna uppfattning skulle man få bättre acceptans för tekniken om de modifierade egenskaperna vore av direkt intresse för konsumenten och samhället. Uppfattningen jävas dock av åtminstone ett solklart exempel på att en GM-gröda motarbetas, trots uppenbar konsument- och samhällsnytta. Vi tänker på ”Golden Rice”, ett ris som har förmågan att syntetisera beta-karoten (pro-vitamin A), i riskornet. Normalt finns endast beta-karoten i de gröna växtdelarna. Tanken bakom Golden Rice är att man genom att göra ett ris till en A-vitaminkälla kan avhjälpa den brist på vitamin A



Forskare undersöker egenskaper hos ris ute i fält. GM-grödan “Golden rice” är framtagen för att avhjälpa A-vitaminbrist i länder där ris utgör ett baslivsmedel.

“Grundforskning är början av innovationskedjan och är en grundförutsättning för tillämpad forskning och utveckling.”

– Claudia Köhler, professor i molekylär genetik, Sveriges lantbruksuniversitet



som leder till blindhet hos många barn i länder där ris är baslivsmedel. Trots att det gått mer än tio år sedan introduktionen av Golden Rice, och nya varianter med mer än 10 gånger så hög halt av beta-karoten utvecklats, har odlingen hittills varit blygsam, huvudsakligen p.g.a. massiv propaganda från anti-GMO-aktivister.

Många andra projekt pågår som syftar till att öka näringsvärdet hos olika grödor. Exempel är sötpotatis med högre halt av beta-karoten, ”multivitamin-majs”, morötter med fördubblad halt av kalcium, tomater med 20 % mer antioxidanter, samt kassava med högre halt av järn, protein och vitaminer. På kassava bedrivs sedan 2005 ett globalt projekt med syfte att utveckla sorter med såväl högre halt av vitaminer och mineraler som resistens mot viktiga sjukdomar.

Nya produkter från jordbruksgrödor och skogsträd

Före fossilolje-eran byggde kemiindustrin uteslutande

på vad man kunde få från jord och skog. Rayon-silke, celluloid, bakelit, terpentin – listan kan göras lång på alla de produkter kemiindustrin framställde ur biologiska råvaror. I Sverige hade Perstorp AB en ledande ställning. Bakelit – eller Isolit som företaget döpte sin produkt till för att klara en internationell patentstrid – framställdes av råvaror från den skånska bokskogen och blev företagets inkörsport till plaståldern. Den billiga oljan gjorde slut på den gröna perioden i kemiindustrins historia och därmed också för forskningen på hur gröna råvaror skulle kunna användas. Med stigande oljepriser ökar intresset och man satsar nu återigen på forskning om gröna råvaror.

Ett annat exempel är Borregaard utanför Oslo (<http://www.borregaard.com>), världens mest avancerade bioraffinaderi för skogsråvara. Detta företag har fungerat som bioraffinaderi sedan 1886 och har genom åren ständigt förändrat sin produktportfölj – under kriget producerade de en imponerande mängd olika kemikalier från trä istället för från olja. Idag är de en av de världsledande



tillverkarna av vanillin. Den vaniljglass vi avnjuter en het sommar dag innehåller troligen vanillin som Borregaard har framställt från vedråvara (lignin).

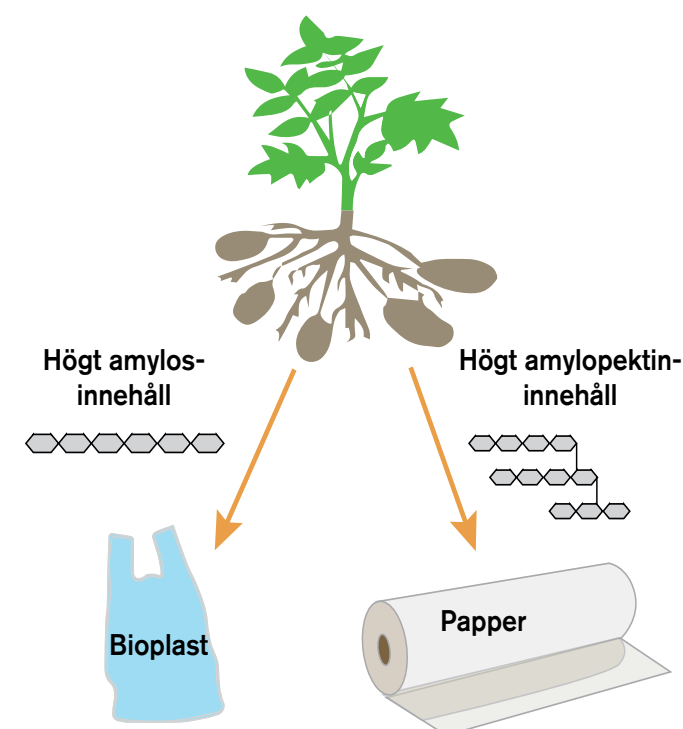
Oljor, vaxer och fetter som bildas i växter har en stor potential att ersätta vad vi idag tar från fossil olja och kol. Av all fossil olja som vi pumpar upp ur jordens innandömen blir ca 10% till de produkter vi känner igen från kemiindustrin – plaster, färger, syntetgummi, hartser, oljor, lacker, isolatorer, konstfiber osv. Allt detta kan i princip ersättas av olja som produceras i växter, om vi lär känna de mekanismer som styr växtens syntes- och transportvägar och hur

olika odlingsbetingelser påverkar dessa.

Svenska forskare arbetar med flera olika växter som innehåller vaxestrar som är intressanta som råvaror till högkvalificerade oljor och som ersättare till olika syntetiska motoroljor. Det är framför allt två arter man arbetar med, oljekål (*Crambe abyssinica*) och fältkrassing (*Lepidium campestre*). Ett exempel på vad man räknar med att kunna föra ut i kommersiell odling är den *Crambe*-variant som har förädlats för att producera en oljekvalitet som lämpar sig för att framställa smörjoljor. Här räknar man med att kunna producera ½ ton högvärdiga smörjoljor per ha.

En förädling av skogsträd motsvarande den som jordbruksgrödorna genomgått skulle kunna betyda en mångdubbling av biomassaproduktionen från skogsmark

Stärkelse består av två slags kedjor av glykosmolekyler; amylos och amylopektin. Små skillnader i proportionerna mellan amylos och amylopektin påverkar stärkelsekornens form, löslighet och lämplighet för industriella processer; stärkelse med mycket amylopektin efterfrågas av pappersindustrin, medan bioplasttillverkning kräver hög halt av amylos. Svenska forskare har haft en ledande roll i att framställa en potatissort som har skräddarsydda stärkelsekvalitéer, en potatis som nu inte kan odlas kommersiellt p.g.a. motståndet mot GM-grödor.



Stärkelsepotatisens olika användningsområden. Potatis med hög andel ogrenad stärkelse kan användas för tillverkning av bioplast medan potatis med hög andel grenad stärkelse kan användas i papperstillverkningen.

Med tanke på den stora roll som trä- och massaindustrin spelar i svensk ekonomi är möjligheterna att använda vedens byggstenar, cellulosa, lignin, hemicellulosa och extraktivämnena till annat än pappersmassa och byggvirke extra intressant – eller att ge fibrerna nya egenskaper i nuvarande användning. Den globala petrokemi-baserade teknikindustrin hämtade ursprungligen sina råvaror nästan uteslutande från ved. Cellulosamolekylens egenskaper påverkar hur användbar veden blir som virke eller pappersmassa, men också hur mångsidigt användbar cellulosan kan bli med hjälp av helt nya biotekniska processer. Man kan producera biologiskt nedbrytbara material ur cellulosa-fibern som kan mäta sig väl med vad vi idag använder i allt från textilier och livsmedelsförpackningar till mycket starka och formbara kompositmaterial i bl.a. bilindustrin. Svensk forskning är framstående inom dessa områden.

En stor skillnad mellan skogsodling och jordbruksodling är att skogsträden inte har kunnat förädlas till närmelsevis i samma utsträckning som jordbruksväxterna. Skogsträd har emellertid samma genetiska potential till förädling som de ursprungliga jordbruksväxterna hade. Sedan de första Svenska fröplantagerna anlades på 1950- och 60-talen har våra skogsträd (gran och tall) genomgått tre förädlingsomgångar, vilket resulterat i en förädlingsvinst om ca 10 % per generation. En förädling av skogsträd motsvarande den som jordbruksgrödorna genomgått skulle därmed kunna betyda en mångdubbling av biomassaproduktionen från skogsmark. Svenska forskare har visat att det finns möjligheter att avsevärt förkorta den tid det tar för ett träd att blomma och sätta frö. Det erbjuder helt nya möjligheter, dels att öka takten i skogsträdsförädlingen (fler generationer per tidsenhet) och dels att i ökad utsträckning använda moderna molekylära metoder för förädling, selektion och transformation av önskade egenskaper.

Mängder av egenskaper i träden blir möjliga att påverka genom korsning och urval, egenskaper som fiberlängd och fiberkvalitet, fördelningen, sammansättningen och uppbyggnaden av lignin och cellulosa. Alla dessa egenskaper är av betydelse för pappers- och massaindustrin – och för att kunna använda skogsråvara som utgångspunkt för andra generationens biodrivmedel. Styrka, hållfasthet, rötbeständighet och bearbetbarhet är egenskaper vilka har betydelse för byggindustrin. Förekomsten av oljor, hartser, terpenener och många andra intressanta kemiska ämnen som kan användas av kemiteknisk industri kan påverkas av och styras till olika delar av trädet med hjälp av molekylär förädling.



“Debatten om genteknik och växtförädling kretsar ofta kring risker och konsekvenser förknippade med det moderna jordbruket. Men man glömmer ofta bort att det avgörande är *hur* den används. Inget tyder på att gentekniken i sig är farlig.”

– Anna Lehrman, kommunikator för projektet Mistra Biotech



BEHOV AV FORTSATT TEKNIKUTVECKLING

Växtförädlingens utveckling har i hög grad möjliggjorts av metodutvecklingen inom den experimentella biologin. Tillämpningar av biotekniken inom växtförädlingen följer därmed en redan inslagen väg där olika tekniker tillsammans leder fram till de verktyg växtförädlaren idag har att tillgå. Den första moderniseringen av växtförädlingen, som skedde i början av 1900-talet, präglades av Darwins teorier och återupptäckandet av Mendels ärftlighetslära. Genom selektion (urval av exemplar med vissa egenskaper) istället för massförökning fick man rena linjer, och genom riktade korsningar kombinerades egenskaper för ökad produktivitet, hårdighet och motståndskraft mot olika växtsjukdomar. Under senare delen av 1900-talet har det framför allt varit tekniska genombrott inom genetiken samt cell- och molekylärbiologin som har påverkat vilka förädlingsmetoder som kommit att användas. Exempel på tekniker som används är cell- och vävnadskulturer för uppförökning av utsäde befriat från smittsamma växtvirus, kromosomtalsfördubbling för att möjliggöra polyploidisering och korsningar av närbesläktade arter, somatiska hybridiseringar för att möjliggöra produktion av hybridutsäde, samt mutationsförädling med hjälp av joniserande strålning och mutagena ämnen.

Kunskapen om att DNA är bärare av det genetiska arvet, vilket är en direkt följd av den modell av DNA-molekylens struktur som Watson & Crick beskrev 1953, har bidragit till utvecklingen av molekylära metoder för urval av kvantitativa

egenskaper (s.k. QTL-mapping), samt metoder för MarkörAssisterad Selektion (MAS). Under det senaste decenniet har DNA-sekvenseringstekniken, i kombination med möjligheten att hantera stora datamängder, lagt grunden till storskaliga metoder för att kartlägga vilka anlag en viss organism bär på, samt när och under vilka förutsättningar de olika anlagen är aktiva. Den tekniska utvecklingen är endast i startgroparna och kommer med stor sannolikhet att innebära utökade möjligheter att både förstå och styra olika biologiska processer, samt att använda molekylära markörer för att selektera för allt mer komplexa egenskaper.

Under 1980-talet utvecklades en molekylärbiologisk metod att föra in enskilda gener i en växt, med hjälp av en naturligt förekommande jordbakterie (*Agrobacterium tumefaciens*). Metoden gör det enklare, jämfört med konventionell växtförädling, att överföra egenskaper mellan individer inom en art eller mellan närbesläktade arter. Dessutom möjliggör metoden genöverföring i fall där konventionella metoder inte duger p.g.a. artbarriärer – *Agrobacterium* flyttar naturligt gener från sig själv in växten. Genom så kallad så kallad rekombinant DNA-teknik (genteknik) är det möjligt att bestämma vilka gener som *Agrobacterium* ska föra över till växten. Vilka gener som ska flyttas bestäms i sin tur av vilka förädlingsmål förädlaren satt upp.

Andra tekniker som förväntas få stort genomslag inom den närmaste 5–10-årsperioden är olika

tekniker för mutagenes av enskilda gener, till exempel CRISPR/Cas9-systemet som kan användas för att inducera slumpvisa mutationer i specifika gener, eller ODM-tekniken (OligonucleotideDirected Mutagenesis) som används för att introducera riktade förändringar i växternas DNA utan att rekombinant-DNA tillförs. Ett exempel på en tillämpning av ODM-tekniken är raps och majs som gjorts okänsliga för vissa herbicider.

Utan att överdriva kan man hävda att den

tekniska utvecklingen inom den experimentella biologin och dess tillämpningar inom medicin och jord- och skogsbruk är jämförbar med utvecklingen inom informationsteknologin. Vilka specifika tekniker som kommer att dominera är omöjligt att förutse, men ambitionen med den föreslagna agendan är att peka på möjligheterna och vikten av att satsa på en fortsatt teknikutveckling av växtförädling baserad på 1900-talets och 2000-talets vetenskapliga upptäckter. Om vi ska nå målet med en biobaserad ekonomi kan vi inte avstå från att koppla upp oss mot omvärlden.

Den tekniska utvecklingen inom den experimentella biologin och dess tillämpningar är jämförbar med utvecklingen inom informationsteknologin.

VÄXTBIOTEKNIKEN I SVERIGE

Universitet och högskolor

Forskning inom växtbioteknik bedrivs vid flera av landets universitet, såsom universiteten i Stockholm, Göteborg, Örebro och Kalmar (Linnéuniversitetet) samt Kungliga Tekniska Högskolan (KTH). Universitetsövergripande centrubildningar finns i Umeå (Umeå Plant Science Center, UPSC), Uppsala (Linnécentrum) och Lund/Alnarp (PlantLink), i samtliga fall med Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) som ingående part. Ett antal av de större projekten presenteras i Appendix 1.

Flera av forskningsmiljöerna i Sverige håller världsklass. Artiklar som produceras i dessa miljöer citeras dubbelt så många gånger som världsgenomsnittet, vilket gör växtbiologi till ett av Sveriges starkaste vetenskapliga ämnesområden. Forskningen har ofta formen av stora, tvärvetenskapliga program med inriktning mot hållbart nyttjande av naturresurser, där ökad produktion av biomassa, och nya produkter och material står i fokus, vid sidan av mera grundvetenskapliga frågeställningar kring växters tillväxt, utveckling och interaktioner med andra organismer. Ett antal projekt bedrivs i nära samarbete med aktörer från näringslivet och/eller ansvariga myndigheter.

Företag

På företagssidan står SkogForsk för huvuddelen av det konventionella förädlingsarbetet av skogsträd, ofta i samarbete med universitetsforskare. En tydlig bioteknologisk inriktning har forskningsföretaget SweTree Technologies som bland annat arbetar med förbättrad fibersammansättning och ökad biomassa hos svenska skogsträd, men även med utländska trädslag som Eukalyptus. Skogsbolag med intresse inom skogsbioteknik omfattar Sveaskog, Holmen, Stora Enso och Bergvik Skog. I den utsträckning som skogsträdsförädling sker med hjälp av modern bioteknologi inom dessa bolag sker detta i trädslag som inte är avsedda att växa i Europa.

Inom jordbrukssektorn bedriver ett fåtal företag förädling av grödor för svenska förhållanden. Syngenta Seeds AB arbetar med sockerbeta, raps och stråsäd, Lantmännen Lantbruk bedriver förädling i höst- och vårvete, höst- och vårraps, vårkorn, havre, vallgräs, vallbaljväxter, rågvete, potatis och salix. Findus förädlar konservärt, medan rybs förädlas av Svalöf Consulting AB. Fram till 2012 bedrev även BASF förädling i potatis för nordeuropeiska förhållanden, men den verksamheten är nu flyttad till USA.

Crop Tailor och Scandinavian Biotechnology Research AB är två små bioteknikföretag som är specialiserade på havreförädling respektive lipidbioteknik. Med ett gynnsammare klimat för växtbioteknik skulle de ha goda förutsättningar att kunna utveckla sin verksamhet kraftigt.

Som potentiella mottagare av gentekniskt förädlade grödor noteras företag som sysslar med bioenergi (t.ex. SunPine, Statoil), smörjoljor (Axel Christiernsson), ytbehandling (Bona) samt delar av livsmedels- och förpackningsindustrin. Lantbrukarnas riksförbund (LFR) är öppet för att importerat GM-foder kan komma att användas inom djurproduktionen om ett fortsatt konsumentförtroende kan bibehållas. I ett internationellt/Europeiskt perspektiv finns flera små eller medelstora företag som bedriver växtförädling med bioteknikinriktning, till exempel BreCon, OakLabs och Greenovations i Tyskland, KeyGene i Holland samt

svenska BiMaC Innovations. Inom läkemedels- och livsmedelsindustrin används i hög utsträckning proteiner framställda med hjälp av genteknik. Möjlighet finns att framställa sådana proteiner i växter men i Sverige finns f.n. inget företag som sysslar med sådan s.k. ”molecular farming”.

Organiserade samarbeten mellan näringsliv och universitet finns inom ett antal områden. Ett exempel är företaget SweTree som hanterar och kommersialiserar forskningsidéer inom skogsbiotekniken. Flera forskningsprogram med växtbioteknisk inriktning har stark näringslivsrepresentation i styrgrupper och programkommittéer, t.ex. MistraBiotech och UPSC Berzelii Center för Skogsbioteknologi. Slutligen kan nämnas industri-doktorander, som är en väletablerad och uppskattad modell för utbildningssamarbete mellan universitet och näringsliv.

”En väl fungerande innovationsprocess är helt nödvändig för att Sveriges forskning i världsklass inom växtbiotekniken ska komma till nytta. Detta innebär att ”dödens dal” i innovationsprocessen behöver överbryggas med en mängd bra uppfinningar som ges tillräcklig finansiering för att nå marknaden. Detta är en mycket stor möjlighet för Sverige att bygga en ny kunskapsindustri.”

– Mats Johnson, VD SweTree Technologies AB

INNOVATIONSPROCESSEN

Ett exempel på en väl utprovad modell för kommersialisering

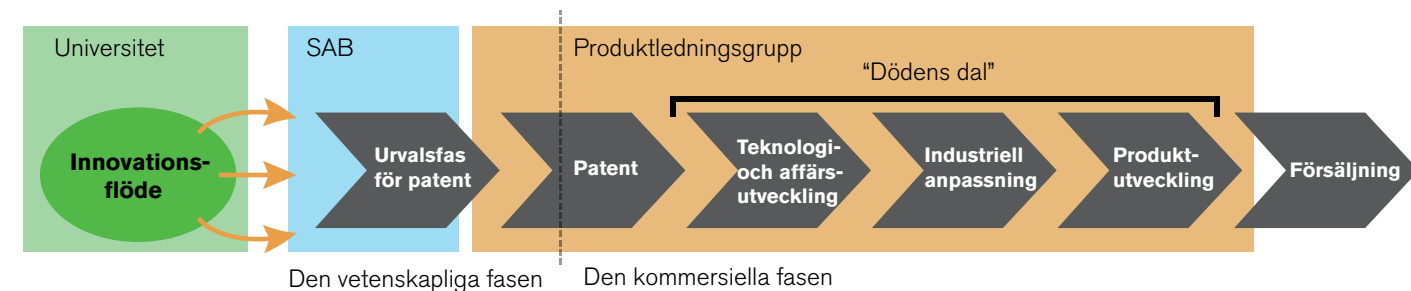
av biotekniska forskningsresultat, utan att ett multinationellt företags forsknings- och kommersialiseringsresurser står till buds, är företagen Woodheads AB och SweTree Technologies AB, båda med säte i Umeå.

Woodheads AB är ett holdingbolag som ägs av en grupp seniora forskare vid Sveriges lantbruksuniversitet, universiteten i Umeå, Uppsala och Stockholm, samt vid KTH. Woodheads är största ägare i forskningsbolaget SweTree Technologies som har förstahandsrätt till de patenterbara forskningsresultat som ägarna av WoodHeads levererar.

Aktörerna bakom de två företagen är på det klara med att övergången från den vetenskapliga fasen till den kommersiella är utomordentligt dyrbar och kräver ett stort potentiellt värde hos en innovation. Stora företag har finansiella resurser för att bära dessa kostnader och kan därför acceptera ett visst risk-

tagande när det gäller marknadsvärdet på den tänkta innovationen. För små aktörer är det nödvändigt att en viss uppfinning kan patenteras tidigt i processen från uppfinning till innovation för att möjliggöra den svåra passagen av ”dödens dal” som man så målande talar om. Med detta menas den djupa dalgång av negativt kassaflöde – då utgifterna är stora men inga försäljningsintäkter ännu föreligger – som ligger mellan uppfinning och kommersialisering. I figuren nedan består denna ”dödens dal” av de tre stegen närmast före steget produktförsäljning:

Inom Woodheads/SweTree Technologies anger man följande centrala framgångsfaktorer för innovationskedjan: Man måste i grunden ha forskning av världsklass att bygga på, och det ska vara stora forskningsmiljöer som håller kritisk massa inom flera centrala forskningsfält. Detta ger ett ständigt flöde av potentiellt användbara forskningsresultat, samtidigt som det är hög sannolikhet för att dessa resultat inte samtidigt har genererats på annat håll



Innovationskedjan leder till att forskning kommer samhället till nytta i form av olika slag av tillämpningar – produkter, processer, nya rutiner, etc. Figuren visar schematiskt hur forskningsbaserade innovationer framtagna inom akademien, genom tidiga patent och ett nära samarbete med näringslivet, kan leda till färdiga produkter som svarar mot marknadens behov.

i världen. Det är viktigt att flödet har kritisk massa, eftersom det till slut är tämligen få upptäckter som håller hela vägen ut till marknaden.

Inom den grundläggande strategi som lagts fast – att överbrygga ”dödens dal” genom att satsa på tidiga patent – krävs det en hög grad av lyhördhet och opportunism, så att man anpassar den kommersiella strategin efter aktuell teknologi och marknadssituation. Det krävs också aktivt deltagande från forskarna, bl.a. för att garantera att kompletterande vetenskapliga studier snabbt kan genomföras vid behov, och att teknisk områdeskunskap i världsklass är med i anpassningen av ursprunglig idé och teknologi till de marknadsmöjligheter som finns.

Slutligen krävs det att det verkligen finns ett reellt

behov hos marknaden som är tillräckligt högt prioriterat för att kunderna/industrin ska vara beredda att bidra till att överbrygga ”dödens dal”. Avsevärda projektinvesteringar är ofta nödvändiga för att ta en teknologi till marknaden, vare sig den aktuella innovationen gäller en ny teknologi, en ny lösning på ett gammalt problem, eller en ny kvalitetsegenskap hos råvaran. Sådana investeringar är essentiella för att nå fram till marknaden, eftersom tidiga teknikbolag generellt är underfinansierade och behöver skapa intäkter så tidigt som möjligt. För teknikbolagen blir det en balansgång mellan att skapa tidig finansiering från potentiella kunder (som då också kan ge input i hur teknologin får bästa värdet på marknaden) men ändå behålla kontrollen över teknologin för att kunna skapa maximalt värde i teknikbolagen på sikt.



EN VÄG FRAMÅT FÖR SVERIGE

I agendan har vi tecknat en övergripande bild av de utmaningar och de möjligheter som förädlingen av träd och grödor medför, om vi i Sverige väljer att ta till oss agendans vision om ett hållbart och produktivt jord- och skogsbruk. Centralt för vår vision är ett framtida jord- och skogsbruk som förutom bränsle och mat även förmår producera helt nya biobaserade råvaror till Sveriges framtida gröna industrier.

För att infria agendans vision krävs dels att vi fokuserar på de befintliga styrkeområden där Sverige redan idag ligger i framkant internationellt, dels att vi prioriterar vissa nyckelområden som är specifika för Sverige och/eller där Sverige har särskilt goda förutsättningar att bidra till den internationella utvecklingen.

Klimatförändringen förväntas leda till ett varmare och blötare klimat i de norra delarna av Europa. Det innebär en längre tillväxtsäsong som ger möjlighet till att odla nya sorters grödor. Klimatförändringarna påverkar dock inte de nordiska ljusförhållandena och därför är en förädling inriktad på att anpassa växterna

till nordens ljusa nätter en förutsättning för att kunna odla nya sorter och utnyttja den längre tillväxtsäsongen. För att anpassa jord- och skogsbruket till ett varmare men också blötare klimat krävs även en satsning på förädling inriktad mot abiotisk stress och resistensegenskaper.

Vi måste öka satsningarna på excellent grundforskning och bioteknologiska tillämpningar

Vid sidan av de förväntade klimatförändringarna är befolknings- och köpkraftsökning den övergripande globala process som förväntas påverka villkoren för jord- och skogsbruket allra mest. Flera människor i absoluta tal, liksom en större andel medelklass i de folkrikaste länderna – t.ex. BRIC – kommer att medföra kraftigt ökad efterfrågan på jord- och skogsbrukets produkter, liksom på andra typer av



Nyckelområden för en biobaserad ekonomi

- **Klimatanpassning**
- **Grundforskning och ny växtbioteknik**
- **Innovationsprocessen**
- **Nya förnybara produkter**
- **Hållbarhet och produktivitet**

bioråvaror. Detta i kombination med krav på minskad resursåtgång och minskade negativa miljöeffekter vid produktionen tecknar den ekvation som skall lösas: Bibehållen eller helst ökad produktivitet hos skräddarsydda, mångfunktionella grödor och träd ska åstadkommas med mindre förbrukning av insatsvaror och större miljöanpassning. Detta kommer att kräva mycket ny kunskap och teknikutveckling.

Teknikutvecklingen inom växtförädlingen ger oss möjlighet att använda hela växten, vilket ökar möjligheterna för en biobaserad ekonomi

Sverige ligger väl framme internationellt inom ämnesområdet växtbiologi. Väl utvecklad infrastruktur och flera starka forskningsmiljöer utgör dessutom en grogrund för nya växtbioteknologiska innovationer. En ökad satsning på excellent grundforskning och bioteknologiska tillämpningar inom ämnesområdet är vitalt för att uppnå agendans vision. Dessutom krävs ökade insatser för att stödja

innovationsprocessen. Den modell för att överbrygga den s.k. dödens dal som SweTree Technologies anammat utgör ett föredöme som kan utvecklas även för jordbrukssektorn.

Förädling för nya förnybara och klimatsmarta produkter från jord- och skogsbruket utgör en grundbult i bygget av en biobaserad ekonomi. Sverige har stark forskning inriktad mot förnybara oljor och fetter från grödor, mot trädens vedegenskaper och vedkemi, samt mot frågor kring hur restprodukter från jord- och skogsbruk kan användas.

Agendans huvudbudskap är att teknikutvecklingen inom växtförädlingen nu ger oss möjligheten att anpassa förädlingsmålen för en biobaserad ekonomi så att de omfattar hela växten, vilket innebär en samtidig förädling mot mål som ger en ökad produktivitet och hållbarhet, samt nya kvalitativa egenskaper. Den anger också en riktning, en väg framåt, där två traditionellt sett skilda näringar – skogen och jordbruket – samverkar för att gemensamt uppnå målet om en biobaserad ekonomi. Det kommer att ge synergieffekter inte bara mellan jord- och skogsbruket utan också med angränsande näringar, som till exempel akvakultur (odling av mikroalger) och bioraffinaderier. En satsning på växtbioteknik utgör därmed en samlande kraft för en rad olika näringar som på sikt kan bidra till att öka Sveriges konkurrenskraft.

APPENDIX 1 - STÖRRE FORSKNINGSPROGRAM

UPSC Berzelii Center för Skogsbioteknik

UPSC Berzelii Center för Skogsbioteknik är en stark forskningsmiljö inriktad mot skogsbioteknik. Den finansieras av VR, VINNOVA och deltagande företag. Forskningen har organiserats i tre fokusområden:

- Trädens tillväxt och produktivitet
- Vedbildning och vedkvalitet
- Säsongs- och åldersberoende kontroll av perenna växters tillväxt och utveckling

Forskningen är inriktad på att förstå den grundläggande biologi och kemi som ligger bakom viktiga egenskaper hos träden. Centret som är helt lokaliserat till UPSC har också sex industriella partners – Sveaskog, Holmen Skog, Bergvik Skog, Stora Enso, SweTree Technologies och Syngenta Seeds.

Programdirektör: Ove Nilsson

Hemsida: <http://www.upsc.se/berzelii-home.html>

PlantComMistra

PlantComMistra är ett Mistrafinansierat forskningsprogram som ska hitta nya, mer hållbara lösningar för bekämpning av bladlus i stråsäd, framför allt korn. Programmet är uppdelat i tre delprogram:

- Nya odlingsmetoder
- Nya genotyper
- Ökad effekt av bladlusens naturliga fiender

Genom att kombinera insektsekologi och växtfysiologi på ett tvärvetenskapligt sätt, och genom att inkludera alla led från grundforskning till tillämpning, är programmet unikt även sett i ett internationellt perspektiv. Forskningen sker i samarbete mellan fyra institutioner vid SLU Alnarp, SLU Umeå, SLU Uppsala och Stockholms universitet.

Projektledare: Robert Glinwood och Velemir Ninkovic

Hemsida: <http://www.mistra.org/forskning/genomford-forskning/plantcommistra.html>

Mistra Biotech

MistraBiotech är ett Mistra- och SLU-finansierat forskningsprogram som är inriktat på användningen av bioteknik för en hållbar och konkurrenskraftig jordbruks- och livsmedelsproduktion i Sverige. Programmet är uppdelat i sex delprogram:

- Växtbioteknik för innovativa produkter
- Nya molekylära förädlingsmetoder
- Etik
- Konsumenters attityder och val
- Svensk konkurrenskraft
- Centrum för analys och syntes (AgriSA)

Programmet förväntas bidra till utvecklingen genom att ta fram kunskaper som behövs för att producera mer mat av hög kvalitet till rimliga kostnader, med mindre insatser, minskad miljöpåverkan och friskare grödor och boskap. Målet är hållbara produktionssystem, från ett miljömässigt, socialt och ekonomiskt perspektiv. Forskare

från SLU, KTH och Lunds Universitet deltar i forskningen.

Programledare: Sven Ove Hansson
Hemsida: <http://www.slu.se/mistrabiotech>

Samba

Forskningsprojektet ”Molekylär växtförädling av Salix” – SAMBA2 är ett samarbetsprojekt mellan fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap (SLU) och Lantmännen Lantbruk, och finansieras av Energimyndigheten, SLU och Lantmännen SW Seed. Programmet är uppdelat i fem delprojekt:

- Genetisk bakgrund för tillväxt och resistens
- Ökad tillväxt
- Förbättrad rostresistens
- Förbättrad insektsresistens
- Test och applicering av markörer inom växtförädlingen

Målet med projektet är att utveckla förädlingsmetoder för viktiga, komplexa egenskaper hos Salix där man med traditionella metoder har svårt att göra effektiva urval. Genkartor kommer att konstrueras som ett led i att studera genetiken bakom resistens, tolerans och tillväxtegenskaper. Det långsiktiga målet är att utveckla molekylära markörer för användning inom växtförädlingen och möjliggöra ett tidigt urval av lovande individer.

Programledare: Sara von Arnold
Hemsida: http://www.samba-webb.se/index_sv.html

TC4F

Trees and Crops for the Future (TC4F) är ett forskningsinitiativ inriktat mot utvinning av förnybara råvaror från träd och jordbruksgrödor. TC4F finansieras av pågående stora forskningsprogram vid SLU i Umeå och Alnarp samt Umeå Universitet och Skogforsk. Programmet omfattar fyra temaområden:

- Impact of climate and nitrogen on carbon dynamics in forests
- Forest genetics and the next generation of forest trees
- Sustainable and adaptive forest management
- Other renewable plant resources and non-food crops

Programmet syftar till att bygga upp en vetenskaplig kunskapsbas och nödvändiga teknikplattformar för att producera förnybara råvaror från skogsträd och jordbruksgrödor.

Programledare: Eva Johansson
Hemsida: <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/trees-and-crops-for-the-future/>

ShapeSystem

Systems Biology of Plant Cell Shape (ShapeSystem) är ett femårigt forskningsprojekt finansierat av Knut och Alice Wallenbergs stiftelse som syftar till att ta reda på hur växtceller finner sin form. Målet med projektet är att förstå, modellera och förutsäga de molekylära och cellulära mekanismer som driver växtcellens utveckling. I projektet medverkar forskare inom växtgenetik, molekylär- och cellbiologi, kemi och fysik från SLU samt universiteten i Umeå, Lund och Linköping.

Projektledare: Markus Grebe

BioImprove

BioImprove är ett Formasfinansierat forskningsprogram inriktad mot biomassa och vedbildning i Hybridasp. Syftet är att förbättra möjligheterna till förädling av vedmassa för bioenergiproduktion. Projektet omfattar forskargrupper verksamma både inom kemi och växtbiologi vid Umeå Universitet och SLU i Umeå.

Programledare: Hannele Tuominen
Hemsida: <http://www.bioimprove.se>

Bio4Energy

Bio4Energy är ett forskningsprogram och en stark forskningsmiljö som syftar till miljövänlig bioraffinering av skogsråvara och organiskt avfall. Programmet omfattar såväl skogsträdsförädling som förbättrad efterbearbetning av biomassa Bio4Energy finansieras av direkta medel från den svenska regeringen, samt medel från SLU, Umeå Universitet och Luleå Tekniska Universitet.

Programledare: Stellan Marklund
Hemsida: <http://www.bio4energy.se>

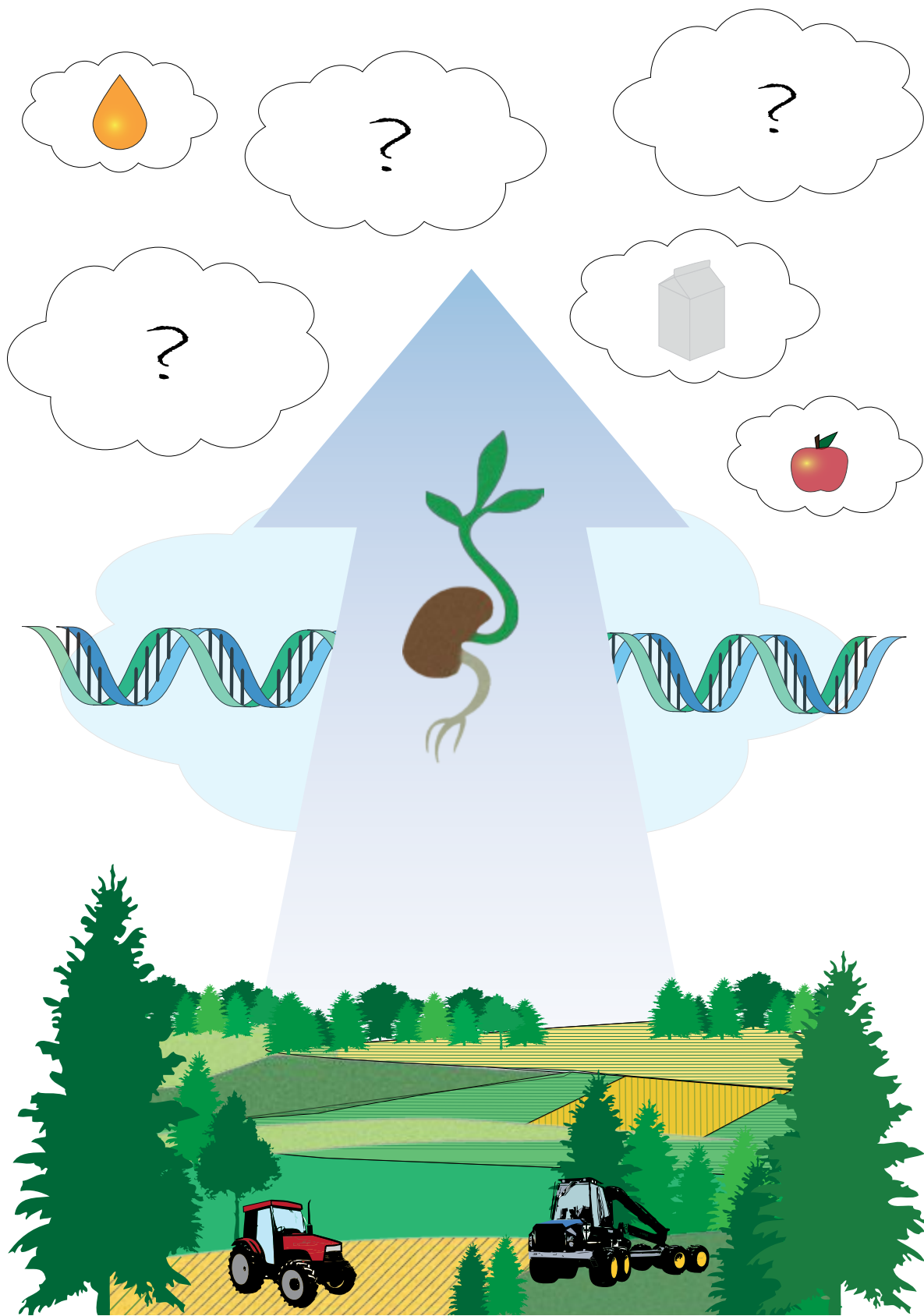
EpiFate

Epigenetic regulation of cell Fate in plants är ett femårigt projekt som finansieras av Knut och Alice Wallenbergs stiftelse. I projektet studeras de signalerings- och programmeringshändelser som styr vilka utvecklingsvägar en växtcell kommer att följa. Målet är att utveckla verktyg som medger att vi kan manipulera initiering och fortskridande av celldöd och andra händelser i cellcykeln, så att utbytet av ekonomiskt intressanta egenskaper i växten kan förbättras.

Programledare: Lars Hennig
Hemsida: <http://epigenetics-slu.wix.com/epifate>

APPENDIX 2 - DELTAGARE I WORKSHOPEN

DEN 12 MARS 2014



Deltagarna i work-shopen som hölls i Stockholm den 12 mars 2014 utgick från den här figuren för att diskutera tankar och visioner om växtbioteknik för en biobaserad ekonomi.

Deltagare	Universitet/företag
Benedicte Albrechtsen	Umeå universitet
Henrik Aronsson	Göteborgs universitet
Christer Björkman	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Peter Bozhkov	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Christina Dixelius	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Jan Eksvärd	Lantbrukarnas riksförbund, LRF
Torbjörn Fagerström	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Bo Gertsson	Lantmännen Lantbruk
Fredrika Gullfot	Simris Alg AB
Johannes Hanson	Umeå Plant Science Centre, UPSC och Umeå universitet
Sven Ove Hansson	Kungliga tekniska högskolan, KTH och Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Magnus Hertzberg	Swetree Technologies AB
Daniel Hofius	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Stefan Jansson	Umeå university
Mats Johnson	SweTree Technologies AB
Anders Kvarnheden	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Claudia Köhler	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Anna Lehrman	Mistra Biotech och Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Cajsa Lithell	Frilans inom vetenskapspresentation och illustration (tidigare SLU)
Valeri Naydenov	SunPine AB
Bill Newson	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Totte Niittylä	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU och Umeå Plant Science Centre, UPSC
Ove Nilsson	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Marie Nyman	The Swedish Gene Technology Advisory Board
Rodomiro Ortiz	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Katharina Pawlowski	Stockholms universitet
Björn Risby	Bergvik Skog
Åke Strid	Örebro University
Sten Stymne	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Chuanxin Sun	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU och Linnean Center for Plant Biology, LCPU
Jens Sundström	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Kristofer Vamling	Jordbruksverket
Knut Wälstedt	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Li-Hua Zhu	Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

APPENDIX 3 - FÖRETAG OCH FORSKNINGSCENTRA SOM STÖDJER DEN HÄR FORSKNINGSAGENDAN

Följande företag och organisationer har deltagit i utformningen av agendan Växtbioteknik för en biobaserad ekonomi och ställer sig också bakom agendans huvudsakliga intentioner. Bifogat är även foljebrev från Lantbrukarnas riksförbund (LRF), Lantmännen, Stora Enso Biomaterials, SweTree Technologies och Syngenta.



BERGVIK SKOG



HOLMEN

syngenta



23 September 2014

Stödbrev "Växtbioteknik för en biobaserad ekonomi"

Stora Enso ger sitt fulla stöd till forskningsagendan "Växtbioteknik för en biobaserad ekonomi". Vi ser att biotekniska lösningar för en ökad och uthållig produktion av vedråvara utvecklas i snabb takt och på en global nivå, och det är viktigt att Sverige upprätthåller internationellt kompetitiv forskning och utveckling inom området.

Stora Enso har ett intresse av att utveckla och utvärdera biotekniska tillämpningar i ett brett perspektiv, från föröknings-tekniker till molekylär-baserad selektion och förädling. Vi tror att bioteknik är särskilt värdefullt för en framtida biobaserad ekonomi där bioraffinering av skogsträd kommer att vara en hörnsten. Möjligheter att utveckla snabbväxande skogsträd med modifierade vedpolymerer anpassade till att minska processkostnader, och att öka värdeutbytet ser vi som särskilt attraktiva. Vi är också intresserade av biotekniska lösningar för att öka överlevnad och utbyte, tex utveckling av resistens mot skadedjur och sjukdomar. Vi följer även med intresse nya möjligheter att tillämpa biotekniska lösningar på barrträd som öppnats i och med sekvenseringen av gran-genomet av svenska forskargrupper.

Vi hoppas att Vinnova kommer att stödja en fortsatt utveckling av svensk växtbioteknik med utgångspunkt från denna forskningsagenda, och stimulera samarbete mellan akademi och industri för att nå praktiska lösningar med både ekonomisk och miljömässig bärighet. Vi deltar gärna i en utveckling av forskningsagendan till konkreta forskningsprogram.

Björn Sundberg,



Vice President Forest Biotechnology
Stora Enso, Biomaterials



Domile: Stora Enso AB
VAT nr: SE 556173-036001
Business ID: 556173-0360

Växtbioteknik för en biobaserad ekonomi

SweTree Technologies stöd för en strategisk forskningsagenda

SweTree stödjer att en rationell agenda skapas för detta område. SweTree och forskarna som vi samarbetar med har ett stort fokus på biologiska möjligheter och problem kopplat till träd och skog över hela världen. Det är mycket viktigt för svenskt skogsbruks utveckling och för Sveriges möjlighet att bygga upp en världsledande kunskapsindustri inom området att växtbioteknikområdet stöds brett för att en fortsatt forskning och utveckling i världsklass ska kunna uppehållas och förstärkas.

I en värld med stora utmaningar vad gäller ökad befolkning som strävar att leva på samma levnadsvillkor som vi gör i Sverige och klimatförändringar finns också stora möjligheter för de som har den rätta kunskapen. En ökad effektivitet i vår produktion av mat och material med ett integrerat miljötank kommer att bli ett värdefullt kunskapsområde i framtiden. Växtbioteknik kommer med stor sannolikhet bli ett nyckelområde för att vi ska kunna ta tillvara de möjligheter som växtriket ger som alternativ till fossila råvaror.

För vår del så är det självklart framförallt skogsnära applikationer som är av intresse. Vi skulle gärna se en förstärkt forskning i ex. runt rotbildning, näringsupptag, växternas förmåga att hantera olika former av stress såsom skadedjur, sjukdomar och toka, adaption till nya klimatförhållanden och ökad produktionsförmåga (kanske framförallt med ökad effektivitet). Av intresse är också ökad forskning, utveckling och adaption av nya teknologier för att kunna utföra denna typ av forskning och ha möjlighet att skjuta forskningsfronten framåt. Jag tänker i ex. på nya sätt att studera geners funktion och nya sätt att åstadkomma genförändringar.

Umeå 2014/09/12



Mats Johnson
CEO

SweTree Technologies AB
Box 4095, SE-901 03 Umeå, Sweden
Tel: +46 905 55 00, Fax: +46 905 55 40
info@sweetree.com, www.sweetree.com

Växtbioteknik för en biobaserad ekonomi

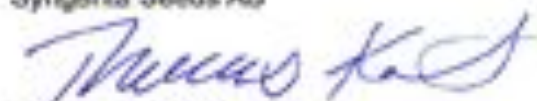
Stöddebrev från Syngenta Seeds AB

Syngenta Seeds AB är mycket positivt till initiativet att skapa en nationell strategisk agenda kring växtbioteknik och en biobaserad ekonomi. För tillfället sker mycket stora globala förändringar som ökar utmaningarna för jordbruket: klimatförändringar, befolkningstillväxt, förändrade kostvanor, användandet av jordbruksmark för produktion av andra produkter och ett ökat krav på ett hållbart jordbruk. För att klara dessa utmaningar krävs att hela kedjan för matproduktion samarbetar och bidrar med nytänkande.

Genom att använda moderna metoder inom växtförädling ser vi en stor potential att bidra till att klara av dessa utmaningar, men det kommer att krävas mycket grundforskning och utvecklingsarbete, både inom akademisk och industriell forskning. En ökad samverkan mellan akademien och näringslivet är också viktigt för att kunna säkerställa att nya forskningsresultat leder till innovativa lösningar på de utmaningar jordbruket står inför. Denna utveckling sker i många delar av världen, men det är viktigt att den delvis är lokalt förankrad för att kunna anpassas till den miljö och förutsättningar som finns i respektive region. Inom Europe finns ett utbrett motstånd mot lösningar som innebär en användning av modern genteknik i förädlingsledet. Syngenta instämmer med agendans ståndpunkt att vi måste vara öppna för att använda bästa möjliga teknik – även om det innebär gentekniska lösningar – och att det därför är viktigt att vi är förberedda, både vad gäller forskning och industriella applikationer.

Syngenta Seeds AB strävar efter att utveckla den svenska växtförädlingen och jordbruket, och vi ser agendan "Växtbioteknik för en biobaserad ekonomi" som en viktig del i detta arbete.

Syngenta Seeds AB



Dr. Thomas Kraft

Head of Genetics projects