

SVERIGES UTSÄDESFÖRENINGENS TIDSKRIFT

Journal of the Swedish Seed Association

2 2013



C

	Olja	Stärkelse	Socker	Protein
	% lagringsprodukt/ torr vikt knöl			
Odlad	26	30	17	5
Vild	6	59	8	8

SVERIGES UTSÄDESFÖRENING

Swedish Seed Association

Sveriges Utsädesförenings Tidskrift

Journal of the Swedish Seed Association

Redaktör och ansvarig utgivare
Editor: J. Weibull

Redaktionsråd (*Editorial Council*):
Tomas Bryngelsson
Larisa Gustavsson
Per Henriksson
Roland Lyhagen
Inger Åhman

Adress (*Address*): Sveriges Utsädesförening,
c/o Anders Nilsson
SLU, LTV-fakulteten
Box 53
230 53 Alnarp

Tel. +46 40 41 51 74
Bankgiro: 485-0657

Tidskriften utkommer med 2 nummer per år. Information om medlemskap och prenumeration framgår av avsnittet medlemsinformation samt på hemsidan www.sveuf.se

Membership in the Swedish Seed Association (SUF) gives a possibility to follow how plant breeding and related issues in agri- and horticulture are developing in the Nordic countries. Seminars and workshops are arranged in Alnarp and Stockholm. The journal of The Swedish Seed Association is published with 2 issues per year.

The membership annual fee together with subscription of the journal is SEK 300. You can become a member in SUF by paying the fee to the Swedish Bank giro account 485-0657. **Indicate your name, address and e-mail address.**

On www.sveuf.se you find more information about The Swedish Seed Association and its activities.

Contact person:
Anders Nilsson: Anders.Nilsson@slu.se

Styrelseordförande (*Chairman*)

Eva Karin Hempel

Övriga styrelseledamöter (*Board Members*)

Jens Weibull

Anders Nilsson

Dave Cervin

Otto von Arnold

Magnus Börjesson

Annette Olesen

Morten Rasmussen

Roland von Bothmer

Omslagsbild/coverphoto:

Är jordmandel (*Cyperus esculentus* L.) en ny oljeväxt att räkna med? Läs mer på sid. 6! (Anders S. Carlsson)

Årgång (Volume) 122

2013

Nr (No.) 2

SVERIGES UTSÄDESFÖRENINGENS TIDSKRIFT

Journal of the Swedish Seed Association

Organ för svensk växtförädling
Publication of Swedish Plant Breeding

ISSN 0039-6990

Innehållsförteckning

(Contents)

Jens Weibull: Från redaktören <i>(From the editor)</i>	4
Anders S. Carlsson: Färsk olja ersätter fossil olja <i>(Fresh oil replaces fossil oil)</i>	6
Rodomiرو Ortiz: Sailing in the Gene Pool: Using Genetic Diversity in Plant Breeding <i>(Att segla i genpoolen: Användning av genetisk diversitet i växtförädlingen)</i>	13
Li-Hua Zhu: Genväg till ett hållbart jordbruk <i>(A shortcut to a sustainable agriculture)</i>	21
Inger Åhman: Genrevolution i växtförädlingspraktiken <i>(The gene revolution put into plant breeding practice)</i>	26
Karin Tengwall: Växtförädling och dess betydelse <i>(Plant breeding and its importance)</i>	29
Anders Nilsson: Växtförädling – en livsviktig verksamhet <i>(Plant breeding – a vital activity)</i>	31
Anders Nilsson: Aktuellt från Utsädesföreningen 2013 <i>(News from the Seed Association 2013)</i>	35

Från redaktören

From the editor

Jens Weibull

Jag läste kurserna i växtförädling på Ultuna i slutet av 1970-talet. Vi var väl 15-20 studenter som gick grundkursen för professor James MacKey, och sedan blev vi färre och färre. Och kanske var det inte så konstigt, med kurslitteratur på tyska, besvärlig populationsgenetik och annat. Som jag minns det var vi bara en handfull entusiastiska studenter i de fördjupade kurserna. Och det gällde att passa på: alla kurser utom just grundkursen gick bara vartannat år, så vi som längtade efter att bli växtförädlare fick ge oss till tåls. Några av oss blev också växtförädlare, under kortare eller längre tid, och en del är faktiskt fortfarande verksamma.

På den tiden var dessutom molekylärbiologin ännu i sin linda som kursämne för unga agronomer. Mina egna erfarenheter inskränkte sig till en (!) veckas kurs i cell- och molekylärbiologi vilket låter fullständigt skrattretande i dag med tanke på ämnesrådets makalösa utveckling de senaste 30 åren. Säg den växtförädlare i dag som inte är bekant med begrepp som mikrosatelliter, QTL, SNP-markörer, TILLING, m.m. Utan de molekylärgenetiska och bioteknologiska metoderna kommer vi heller inte att kunna möta de stora utmaningarna som ligger framför oss.

FAO uppskattar att jordens befolkning kommer att nå mer än 9 miljarder år 2050. Det mycket sannolika scenario, i kombination med fortsatta klimatförändringar, kommer att kräva enorma insatser för att säkra en hållbar matförsörjning. Bedömningen är att den sammantagna livsmedelsproduktionen måste öka med 70 % under samma period. Ja, ni läste rätt. Till detta kommer behovet av att utveckla energigrödor för att på sikt ersätta de fossila bränslena. Här kommer växtförädlingen – precis som under det gångna århundradet – att spela en helt avgörande roll. Utmaningarna är svindlande, problematiken komplex. Och jag frågar mig: – Var finns den nya generationen växtförädlare som vill ta sig an problemen?

Om man söker i SLU:s kurskatalog på ämnet *Växtförädling* (och *Breeding*, för den delen) finner man att det ges tre längre kurser för sammanlagt 45 högskolepoäng, vilket motsvarar nio månaders heltidsstudier. Åtminstone en av dem är på mer avancerad nivå. Om jag jämför med min egen studietid så kan det kanske gå på ett ut, tidsmässigt sett. Den stora skill-

naden ligger nog i att ”våra” kurser var fler och mer specialiserade – fast kortare förstås – och med ämnesrubriker som hägrade för studenterna: *Köksväxtförädling*, *Resistensförädling*, *Polyploidiförädling*, osv. Jag minns att jag som ung framtida resistensförädlare, med världssvältens lösning som arbetsuppgift, verkligen längtade efter att få sätta tänderna i J.E. van der Planks *Disease resistance in plants*.

Jag känner inte till hur många studenter som i dag läser kurserna i växtförädling vid SLU. Den mer avancerade kursen som jag har föreläst på – *Advanced plant breeding and genetic resources* – brukar samla en liten handfull skara, ofta internationella studenter som läser till en Master of Science. Visst skulle man väl önska sig att den intressanta kursen i stället hade samlat 20-30 vetgiriga unga som såg en framtid i växtförädlingens tjänst? För, som sagt, utmaningarna saknas verkligen inte.

Mot den bakgrunden är det sannerligen glädjande att SLU inför sommaren 2013 låt installera fyra nya professorer i växtförädling, varav en i ämneskombination med genetik, samt en i växtskydd med särskilt fokus på resistens. Fyra av dem bidrar i detta nummer med betraktelser från sina respektive installationsföreläsningar. Vi serveras nedslag från växtförädlingsforskningens absoluta frontlinjer bland annat inom områdena genetiska resurser, resistensförädling, nya oljegrödor och genteknikens lovande möjligheter.

En annan som var ung strax före krigsslutet i mars 1945, och dessutom intresserad av växtförädling, hette som flicka Karin Tengwall. Hon träffade och gifte sig så småningom med Carl Gustaf som hette André i efternamn och som skulle komma att bli professor i teologi och sedermera universitetskansler. Genom honom fick SUT:s redaktör emeritus tillgång till en fin uppsats om växtförädlingens betydelse och möjligheter, nämligen Karins studentuppsats. Den är verkligen ett tidsdokument och kanske är det särskilt roligt att hon uppmärksammade förädlingens möjligheter när det gällde skogsträden. Hennes slutord, att växtförädlingen nog skulle komma att ge det krigshärjade Europa levnadsstandarden åter, besannades verkligen. Roland von Bothmer och jag enades om att uppsatsen förtjänar att tryckas, tillsammans med

några samtidsbilder.

I numret finner du slutligen dels en sammanfattning från föreningens seminarium *Växtförädling – en livsviktig verksamhet* som anordnades i Riksdagen i början av året, dels en redogörelse av föreningens aktiviteter under det gångna året. Allt i pregnant prosa av föreningens sekreterare Anders Nilsson. God läsning!

I took the courses in plant breeding at Ultuna at the end of the 1970s. I guess we were some 15-20 students taking the basic course for Professor James MacKey, and then we became fewer and fewer. And maybe it was not so strange, with literature in German, troublesome population genetics, and more. As I recall, we were only a handful of enthusiastic students in the advanced courses. And it came to fit in: all courses, except just the basic course, were given only every other year. So we who longed to become plant breeders simply had to stay patient. Some of us did become breeders, for varying periods of time, and some are actually still active.

At that time, moreover, molecular biology was in its infancy as a course topic for young agronomists. My own experience was limited to one (!) week's course in cell and molecular biology which today sounds completely ridiculous, given the field's unprecedented growth over the past 30 years. Mention any plant breeders today who are not familiar with concepts such as microsatellites, QTL, SNP markers, TILLING, etc. Without the molecular genetics and biotechnological methods, we will not be able to meet the great challenges that lie ahead. FAO estimates that the World's population will reach more than 9 billion by 2050. This very probable scenario, in combination with continued climate change, will require enormous efforts to ensure sustainable food supply. It is estimated that, overall, food production must increase by 70 % over the same period. Yes, you read that right. Added to this is the need to develop energy crops in order to eventually replace fossil fuels. Here, plant breeding – just as in the past century – will play a decisive role. The challenges are staggering, the problems complex. And I ask myself: – Where is the new generation of plant breeders who will want to tackle the problems?

If you look up the SLU's course catalogue on the subject of *Plant Breeding* (and *Breeding*, for that matter), one finds that three longer courses are given totaling 45 credits, equivalent to nine months full-time study. At least one of them is on the more advanced level. If I compare that with my own study time it might go out evenly, at least in terms of time. A major difference is probably that we had a larger number of shorter courses that were more specialized,

with subject headings that seemed exciting: *Vegetable breeding*, *Resistance breeding*, *Ploidy breeding*, etc. As a young tentative resistance breeder, convinced to combat global famine, I really longed to sink my teeth into JE van der Plank's *Disease resistance in plants*. I do not know how many students today take courses in plant breeding at SLU. The more advanced course that I have lectured on – *Advanced plant breeding and genetic resources* – typically gathers a small handful, often international, students studying for a Master of Science. Surely we would have wished for the interesting course to instead collect 20-30 inquisitive young people seeing a future in the service of plant breeding? For, as I said, the challenges are certainly there.

Against this background, it is indeed gratifying that SLU just before summer had four new professors in plant breeding installed, as well as in pest management with special focus on plant resistance. Four of them contribute in this issue with some reflections from their respective installation lectures. Through them, we visit the absolute front lines of plant breeding research in areas including genetic resources, resistance breeding, the development of new oil crops, and the promising opportunities of genetic engineering.

Another who, just before the end of the war in March 1945, was young and interested in plant breeding, was Karin Tengwall. She met, and eventually married, Carl Gustaf Andrén who was to become a professor of theology and later the University Chancellor. Through him, SUT's editor emeritus got access to a nice essay on the importance and possibilities of plant breeding, namely Karin's student essay. It is truly a piece of history and perhaps particularly interesting as she paid attention to the opportunities in terms of forest tree breeding. Her final words, that plant breeding probably would help give the war-torn Europe back its standard of living, really came true. Roland von Bothmer and I agreed that the essay deserved to be printed, along with some contemporary images.

Finally, in this issue you will find a summary of the seminar *Plant Breeding – an essential activity*, organized by the Swedish Seed Association in the Parliament at the beginning of the year, in addition to a review of the association's activities that have taken place during the past year. Good reading!



Jens Weibull
jens.weibull@telia.com

Färsk olja ersätter fossil olja

Fresh oil replaces fossil oil

Anders S. Carlsson

Inledning

Petroleum, eller mineralolja, ligger till grund för stora delar av det moderna samhället och vi står fortfarande i ett starkt beroendeförhållande till denna. Globalt används årligen ungefär fyra miljarder ton mineralolja och den allra största delen (90 %) används som bränsle och för produktion av energi (Dyer *et al.*, 2008). En mindre del av mineraloljan, cirka 400 miljoner ton eller 10 % av den totala användningen, används som råvara inom den petrokemiska och tillverkningsindustrin (Dyer *et al.*, 2008). Exemplet på användningsområden är många och inkluderar lösningsmedel, tvättmedel, smöroljor, plaster, syntetisk fiber, syntetiskt gummi, och konstgödsel. Produkter som har sitt ursprung i mineralolja finns runt omkring oss i samhället, från kläder och skor som vi har på oss, bilen som vi använder till arbetet, datorn och telefonen som vi använder dagligen, förpackningar som maten kommer i, till konstgödseln som lantbrukaren använder i odlingen.

Problemet med mineraloljeberoendet är att det utgör ett hinder för en hållbar utveckling av samhället. Mineralolja är ett fossilt bränsle och utgör därigenom en begränsad resurs. Under de senaste ca 100 åren har uttaget av denna råvara ständigt kunnat ökas i takt med att konsumtionen har ökat, genom att nya oljefält har hittats och kunnat tas i bruk. Men förr eller senare nås den punkt då efterfrågan kommer att överstiga produktionen. Många menar att denna punkt, den s.k. "peak oil", redan har inträffat eller snart kommer att inträffa (Bardi 2009). Följden blir att priset på råvaran successivt kommer att höjas, vilket i sin tur medför högre priser på drivmedel och energi och därmed en ökande press på samhällets olika sektorer (Lutz *et al.*, 2012). En annan stor nackdel som följer på användandet av fossila bränslen är att det bidrar till ett nettoutsläpp av koldioxid (CO₂). Ökningen av CO₂ omnämns som en av de främsta orsakerna till att jordens medeltemperatur under de senaste 100 åren har ökat mer än förväntat. I en nyligen

publicerad rapport från FN:s klimatpanel (IPCC 2013) beskrivs utförligt om de stora förändringar i jordens miljö och klimat som förväntas bli resultatet av den globala uppvärmningen. Rapporten pekar bland annat på hur den höjda medeltemperaturen förväntas medföra att avsmältningen av polarisarna och Grönlands glaciärer ökar, vilket får till följd att havsnivån kommer att stiga cirka en halvmeter till år 2100. En sådan höjning kommer att medföra stora problem för städer och befolkningsskoncentrationer i kustnära områden. Ändrade nederbördsmönster över Europa är troliga med mindre nederbörd i söder och mer samt med större variation i norr. Sammantaget utgör detta en stor utmaning för jordbruket.

Alternativ till mineralolja

Den fossila oljans tillkortakommanden, som att den är en begränsad resurs och att dess användning för med sig stora miljöproblem, gör att vi behöver hitta alternativ till den. Biobaserad råvara förs fram som ett förslag och då i form av t.ex. skogsråvara, skogsavfall och skörderester. I Sverige har sådan råvara fått en relativt stor användning som bränsle i fjärrvärmeverk, industripannor och biogasanläggningar. I detta sammanhang bör framhållas att biobaserad råvara endast till en del kan ersätta den enorma volym fossil olja som globalt används som bränsle och energi. Men vi måste ha tilltro till att nya alternativa metoder och tekniker för att generera energi och bränsle på sikt kommer att kunna växlas in. Den fossila olja som används som råvara i den kemiska industrin (ungefär 10 % av den totala användningen) framstår med avseende på mängd som fullt realistisk att kunna ersätta med biobaserade alternativ. Den kemiska industrin har för sin framställning av olika produkter ett fundamentalt behov av kolstrukturer som erhålls via råvaran. Här har växtolja bra förutsättningar att fungera som ett alternativ till fossil olja genom sin molekylärt strukturella likhet. Växtolja består, liksom fossil olja, av olika typer av kolstrukturer och kolkedjor.

Den fossila oljan som används som råvara i den kemiska industrin uppgår till omkring 400 miljoner ton. Att ersätta denna mängd fossil olja med växtolja i ett slag är kanske en för stor utmaning, men för att visa på en möjlig start har vi skissat på en vision där 40 % av den fossila oljan som används i kemiindustrin om 20 år har ersatts med växtolja (Carlsson *et al.*, 2011). Vi har då tagit hänsyn till att en del av växtoljan också om 20 år kommer att behövas till livsmedel (ungefär 150 miljoner ton i jämförelse med dagens 128 miljoner ton). Industrin ställer stora krav på de råvarumolekyler som behövs i olika produktionsprocesser och även om vanlig växtolja idag används för ett mindre antal industriella tillämpningar, så räcker kvaliteten inte till när den mäts mot fossil olja. Ett krav för att lyckas med omställningen är därför att den kemiska strukturen i växtoljan optimeras. En optimering av kvaliteten kan ske antingen genom att vanlig växtolja omvandlas med hjälp av avancerade industriella metoder eller genom att förädlade specialolja växter tas fram som producerar funktionella råvarumolekyler. Ett annat krav är att den totala växtolja produktionen i världen ökar kraftigt från dagens 160 till 380 miljoner ton. Detta inkluderar 150 miljoner ton för livsmedel och 230 miljoner ton till industriell användning. En växtolja produktion på 380 miljoner ton innebär en ökning av dagens produktion med två och en halv gång, vilket är en mindre ökning än vad växtolja produktionen har ökat mellan 1990 och 2010.

Nya oljegrödor

Den gröna sektorn med jord- och skogsbruket kommer att spela en central roll i omställningen från fossil olja till växtolja inom industrin. Kraven ovan ger realistiska förutsättningar för sektorn att leverera de kraftiga ökningarna i både kvalitet och kvantitet av växtolja som kommer att behövas. I detta sammanhang avses bland annat att nya innovativa produktionsformer för växtolja kan utvecklas och erbjudas näringen. Detta inkluderar en breddning av den relativt smala produktionsbasen där för närvarande endast sju oljegrödor tillsammans svarar för den totala globala växtolja produktionen. Denna uppgick 2012 till omkring 160 miljoner ton per år (Tabell 1). Av oljegrödorna står endast fyra stycken – oljepalm, sojaböna, raps och solros – för hela 85 % av produktionen (USDA 2013) och störningar på någon av dessa grödor kan i ett slag kraftigt minska tillgången på växtolja. Nya högvärdiga

och uthålliga oljegrödor behöver därför utvecklas. Dessa kommer med stor sannolikhet att lagras i olika vegetativa vävnader, alternativt knölar eller rötter, som generellt har större lagringskapacitet än frön. Att ta fram dessa nya oljegrödor är en utmaning för växtförädlingen, men betydligt mer realistiskt idag än för bara 20 år sedan. De stora landvinningar som har skett under de senaste två-tre decennierna i både kunskapsläge och teknikområden, har fört med sig fantastiska möjligheter att utveckla nya grödor. Denna delvis nya situation innebär också att den gröna sektorn parallellt med att leverera livsmedel på sikt kan komma att bli den kanske viktigaste råvaruleverantören till den kemiska industrin. I följande avsnitt kommer jag att beröra bakgrund och forskning som syftar till att ta fram kunskap som ligger till grund för att utveckla nya högvärdiga oljegrödor som kan öka växtolja produktionen kraftigt.

Tabell 1

Global växtolja produktion 2012 (USDA 2013)

Oljegröda	Oljeproduktion (miljoner ton)	Procent av total produktion (%)
Oljepalm	55	34
Sojaböna	43	27
Raps	25	15
Solros	14	9
Palmkärna	6	4
Jordnöt	6	3
Bomullsfrö	5	3
Kokosnöt	4	3
Oliv	3	2
Total produktion	160	

Det centrala sockret

Dominerande lagringsprodukter i växten såsom olja, socker och stärkelse har ett gemensamt ursprung i luftens koldioxid. Via klyvöppningar tar växten upp koldioxid som absorberas i den fuktiga miljön runt cellerna inne i bladen och förs vidare in till kloroplasterna. I kloroplasterna byggs koldioxiden genom fotosyntesreaktionen in i enklare kolhydrater som till en stor del exporteras ut ur kloroplasten och används för produktion av socker (sukros) i cytosolen eller "cellvätskan". Sockret fungerar både som energikälla och som byggstenar för olika processer runt om i växten dit det transporteras via floemet (transportsystem i växten). Produktionen av molekyler som är

avsedda för långtidslagring som till exempel olja, stärkelse och socker, sker i speciella celler i lagringsorgan och är alltså beroende av ett inflöde av socker som producerats i bladen via fotosyntesen. Det är intressant att notera att när socker transporteras ut från bladen till olika lagringsvävnader i växter, kommer det att användas för att tillverka olika typer av lagringsprodukter beroende på växtslaget (Fig. 1). I en rapsplanta transporteras socker från bladen via floemet till fröerna där det används i tillverkningen av olja för upplagring. I en veteplanta används sockret för att tillverka stärkelse som lagras upp i vetekärnan. I rot- och knölgörödor transporteras sockret ner i den underjordiska delen av växten där det t.ex. i potatis importerats till knölnarna och används för att tillverka stärkelse för upplagring medan det i en sockerbeta importerats till roten och lagras som socker. Vi vet idag att flödet av socker för att bygga olika lagringsprodukter styrs av den genetiska informationen som är unik för respektive växtslag. Styrningen av sockerflödet skulle kunna liknas vid att växter har en genetisk switch eller omkopplare som bestämmer i vilken upplagringsform som sockret kommer att byggas in och som varierar beroende på växtslaget (Fig. 2). I raps är omkopplaren ställd på produktion av olja, hos vete på stärkelse och i en sockerbeta på sockerupplagring (Fig. 2). Genom att identifiera en genetisk omkopplare för olje- och stärkelseproduktion öppnar sig möjligheten att utveckla nya högoljegrödor genom att t.ex. omvandla stärkelse- och/eller sockergrödor till oljegrödor.

Dirigenter

Vi känner idag till att det som vi hitintills har benämnt genetisk omkopplare ligger nedbäddad i den genetiska informationen. Ett sådant exempel är speciella gener som har rollen att styra många andra gener som var och en kodar för olika enzym. Styrningen handlar om att reglera när, hur mycket, hur länge samt var i växten enskilda gener skall vara aktiva, d.v.s. att enzymer bildas. Vi kan likna sådana gener vid en dirigent för en symfoniorkester som styr när olika instrumentalister skall spela och när de skall vara tysta. Genom val av partitur och sammansättning av musiker och instrument skapas olika typer av musik som klassisk, pop- eller folkmusik. Vi skulle kunna se den genetiska informationen i form av alla olika gener som finns inbyggda i DNA-molekylen, som partituret i växten vilket gör att vissa kan spela en oljevals

och andra en stärkelse- schottis, eller varför inte en proteinhambo? Speciella ”dirigenter” eller transkriptionsfaktorer uttolkar sedan partituret, där en ensam transkriptionsfaktor kan ”dra igång” en hel biosyntesväg genom att aktivera de gener som kodar för de olika ingående enzymerna och som resulterar i att en specifik produkt lagras i en speciell lagringsvävnad, t.ex. ett frö eller en stamknöl.

Transkriptionsfaktorer

Vi är intresserade av att identifiera transkriptionsfaktorer som styr bildningen av lagringsolja. I detta arbete använder vi oss av olika modellväxter för att studera hur distributionen av socker (kolstrukturen) till oljeproduktion fungerar. Traditionella frö-oljeväxter lagrar mest olja i den delen av fröet som omfattas av embryot. De modellväxter som vi arbetar med har det gemensamt att de alla lagrar olja i icke-embryovävnad. Vi studerar havre som lagrar ovanligt mycket olja i endospermvävnaden i fröet, jordmandel som lagrar ovanligt mycket olja i sina underjordiska stamknölar och poppel som under vissa delar av året lagrar olja i kambiet (tillväxtskiktet omedelbart under barken). Det kan tilläggas att alla fröväxter har en eller flera transkriptionsfaktorer som styr bildningen av lagringsolja. Detta beror på att en större eller mindre mängd lagringsolja återfinns i embryot på fröet där det lagras för att ge energi åt fröet när det så småningom gror. Gener för dessa transkriptionsfaktorer finns alltså i genomet för typiska oljegrödor som raps och solros, men de finns också i stärkelsegrödor som potatis och vete och i en sockerlagrande gröda som sockerbeta. I de senare icke-oljegrödorna är alltså transkriptionsfaktorn för oljebildning bara aktiv i fröets embryo, men inte i någon annan vävnad som t.ex. rot eller knöl. Jag skall här beröra den del av vårt arbete som är fokuserad på att identifiera transkriptionsfaktorer för oljebildning och som resulterar i oljeupplagring i speciella lagringsvävnader och som kan komma att vara viktiga för att utveckla nya innovativa oljegrödor. Jag kommer att exemplifiera med studierna av jordmandel och redogöra för en del av resultaten som har kommit fram ur denna forskning.

Jordmandel

Jordmandel (*Cyperus esculentus* L.), är ett halvgräs (Fig. 3 A) släkt med t.ex. med papyrus (*Cyperus papyrus* L.) och har använts som gröda under lång tid

i bland annat i Egypten (Carlsson 2010). I likhet med ett par andra *Cyperus*-arter producerar jordmandel en mängd stamknölar som är en halv till två cm stora och innehåller stärkelse (Fig. 3 B). Men till skillnad från de andra *Cyperus*-arterna, och för den delen de flesta andra knöl- eller rotproducerande växter (till exempel potatis, kålrot, kassava, eller sockerbeta) som antingen lagrar stärkelse eller socker, innehåller knölna hos jordmandel förutom stärkelse också höga halter av både olja och socker (Turesson *et al.*, 2010). En typisk sammansättning hos jordmandelknölar är 25 % olja, 30 % stärkelse, 17 % socker. Resten är fibrer och protein (Linssen *et al.*, 1989) (Fig. 3 C). En undersökning av hur näringsammansättningen varierar under knölutvecklingen visar att både stärkelse- och oljehalten ökar successivt under hela knölutvecklingen, med en tidigare start och snabbare inlagring av stärkelse jämfört med olja (Fig. 4). Intressant är att socker uppvisar en kraftig uppgång i procentuell halt direkt från början men minskar sedan snabbt och utgör endast ett par procent av sammansättningen efter två veckor. Socker är utgångsämnet för både stärkelse och olja, och minskningen i sockerhalten kan antas hänga samman med produktionsökningen av de två lagringsprodukterna. Efter att ha fastslagit förändringarna i näringsammansättningen var vi intresserade av att studera den genetiska bakgrunden d.v.s. försöka identifiera vilka gener som är aktiva vid specifika stadier i knölutvecklingen. Vi var t.ex. speciellt intresserade av att fastställa om jordmandel har en transkriptionsfaktor som styr sockret till oljebildning i knölna och som aktiveras strax innan oljeproduktion och inlagring sätter igång.

CeWri1, en oljetranskriptionsfaktor i jordmandelknölar

RNA från två olika knölutvecklingsstadier (Fig. 4), sekvenserades med hjälp av pyrosekvensering och analyserades utifrån vilka gener som ökade i aktivitet mellan en tidigare och en senare fas. Den första fasen var strax före inlagringen av olja startar och den senare när sockerhalten har minskat. Gener som är direkt involverade i oljebiosyntesen, som t.ex. i bildningen av fettsyror i kloroplasten och i de sista stegen av oljebildningen, uppvisade en kraftig ökning i aktivitet. En gen med hög likhet till en transkriptionsfaktor som styr bildningen av lagringsolja i frön hos *Arabidopsis* kunde identifieras. Genen för denna transkriptionsfaktor i jord-

mandel, *CeWri1*, blev aktiv strax innan inlagringen av olja började och uppvisade därefter en ökad aktivitet med en allt ökande inlagring i knölna. För att fastställa att *CeWri1* är en transkriptionsfaktor som kan aktivera bildning av lagringsolja i en vävnad, testade vi den med hjälp av en *agrobacterium*-baserad metod i tobaksblad. *Agrobacterium* transformeras med genen som man vill undersöka och därefter sprutar man in transformerade *agrobacterium* i bladet på en tobaksplanta (Fig. 5). Inne i bladet kommer *agrobacterium* att förena genen med bladcellernas DNA och på så sätt blir den insatta genen aktiv i bladet. Efter ett par dagar kan man analysera bladet som infiltrerats och studera den eventuella effekten av den överförda genen (Fig. 5). Metoden ger ett *transient* eller övergående uttryck av en gen och den transgena vävnaden är begränsad till endast den delen av bladet som infiltrerades av *agrobacterielösningen*. Som metod är den utmärkt för att få en snabb bekräftelse på vilken funktion eller aktivitet en gen har. Analysen av blad som infiltrerats med *CeWri1* visade att oljebiosyntesen hade slagits på och resulterat i en kraftig ökning av halten lagringsolja i bladet. Detta var ett tydligt bevis på att *CeWri1* är en transkriptionsfaktor som i jordmandelknölar aktiverar oljebildning och styr sockret till produktion av lagringsolja som sedan lagras upp i cellerna i knölen.

Olja i potatis

Vi har nu isolerat *Wri1*-liknande gener som fungerar som transkriptionsfaktor för oljebildning i havreendosperm, poppelkambium, potatisfrö och frö av *Arabidopsis*. Gemensamt är att alla dessa, efter att de infiltrerats i tobaksblad, kraftigt aktiverar bildning av lagringsolja i bladen. Våra och andra forskargrupperns resultat visar tydligt att *Wri1*-liknande transkriptionsfaktorer har en ytterst viktig reglerande roll i bildningen av lagringsolja genom att aktivera en lång rad gener med betydelse för produktionen av oljan (Cernac and Benning 2004; Pouvreau *et al.*, 2011). Resultaten pekar också mot att när väl en *Wri1*-liknande transkriptionsfaktor aktiveras i en växtvävnad så bildas lagringsolja i denna. För att pröva detta antagande valde vi att testa potatis som normalt inte har någon eller ytterst låga halter av lagringsolja. Vi testade därför sådana transkriptionsfaktorer i potatisknölar genom att överföra dels *CeWri1*-genen och dels *AtWri1*-genen (från *Arabidopsis*) genom transformation av potatis med hjälp av *agrobacterium*.

Analysen av knölar från potatis transformerad med antingen den ena eller den andra Wri1-genen visade att oljebildning hade aktiverats i knölarerna och en ökning i lagringsoljehalter på upp till 150 gånger kunde uppmätas.

Resultaten är intressanta och visar på möjligheten att styra om sockerflödet från stärkelse till oljeproduktion i ett typiskt stärkelselagrande organ. Det stödjer vidare antagandet att det är möjligt att på sikt utveckla högavkastande och hållbara oljegrödor där oljeupplagringen sker i vegetativa delar av växten, inkluderande oljelagrande varianter som till exempel ”oljepotatis”, ”oljekassava” eller ”oljebeta” av de idag utmärkande stärkelse- och sockerlagrande ursprung.

Tillkännagivande

Forskningsarbetet som beskrivs är ett samarbete mellan många forskare. Jag vill här särskilt nämna Per Hofvander och Åsa Grimberg vid SLU/Institutionen för växtförädling i Alnarp.

Referenser

- Bardi, U. 2009. Peak oil: The four stages of a new idea. *Energy* 34, 323-326.
- Carlsson, A.S. 2010. Oljeproducerande knölar! karakterisering av olje och stärkelseupplagring i stamknölar hos jordmandel (*Cyperus esculentus*). Alnarp: LTJ-fakultetens Område 1, Växtförädling och Bioteknik #14.
- Carlsson, A.S., Yilmaz, J.L., Green, A.G., Stymne, S. & Hofvander, P. 2011. Replacing fossil oil with fresh oil - with what and for what? *Eur J Lipid Sci Technol* 113, 812-831.
- Cernac, A. & Benning, C. 2004. WRINKLED1 encodes an AP2/EREB domain protein involved in the control of storage compound biosynthesis in *Arabidopsis*. *Plant J* 40, 575-585.
- Dyer, J.M., Stymne, S., Green, A.G. & Carlsson, A.S. 2008. High-value oils from plants. *Plant J* 54, 640-655.
- IPCC. 2013. Working Group I Contribution to the IPCC 5th Assessment Report - Changes to the underlying scientific/technical assessment. Geneva Switzerland IPCC Secretariat.
- Linsens, J.P.H., Cozijnsen, J.L. & Pilnik, W. 1989. Chufa (*Cyperus esculentus*) - a new source of dietary fiber. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 49, 291-296.
- Lutz, C., Lehr, U. & Wiebe, K.S. 2012. Economic effects of peak oil. *Energy Policy* 48, 829-834.

Pouvreau, B., Baud, S., Vernoud, V., Morin, V., Py, C., Gendrot, G., Picbon, J.P., Rouster, J. & Rogowsky, P.M. 2011. Duplicate maize Wrinkled1 transcription factors activate target genes involved in seed oil biosynthesis. *Plant Physiol* 156, 674-686.

Stoller, E.W. & Weber, E.J. 1975. Differential cold tolerance, starch, sugar, protein, and lipid of yellow and purple nutsedge tubers. *Plant Physiol* 55, 859-863.

Turesson, H., Marttila, S., Gustavsson, K.-E., Hofvander, P., Olsson, M.E., Bulow, L., Stymne S. & Carlsson, A.S. 2010. Characterization of oil and starch accumulation in tubers of *Cyperus esculentus* var. *sativus* (Cyperaceae): A novel model system to study oil reserves in nonseed tissues. *Am J Bot* 97, 1884-1893.

USDA. Table 03: Major vegetable oils: World supply and distribution (Commodity View) 2013. US Department of Agriculture, 26 October, 2013.

Abstract

Plant oil is chemically similar to fossil oil and has great potential to replace it in several industrial processes such as in the manufacture of lubricants, plastics and paints. There is therefore a great need to develop new high-yielding oil crops to ensure the expected rising demand for plant oil. Storage tissues of plants import sugar that is converted into various types of storage products such as starch and oil, or stored as sugar. Which end-product it will be is determined by specific genes known as transcription factors, or conductor genes, which regulate the activity of numerous genes in a coordinated manner. Conductor genes can regulate the switching-on or seclusion of genes such as those involved in a biosynthetic pathway, thereby controlling which products to be produced. We study various model plants that store oil in non-embryonic tissues in order to understand the genetic basis for the regulation of sugar to formation of oil. Such a model plant is chufa that stores starch and sugars, but also up to 30 % oil, in their tubers. In that sense nut sedge (*Cyperus esculentus* L.) is unique because most other tuber or root crops only store starch or sugar in their underground storage organs. Through detailed biochemical and molecular studies of nutsedge tubers, we have acquired a picture of how the composition of the oil, starch and sugar in the tubers change during

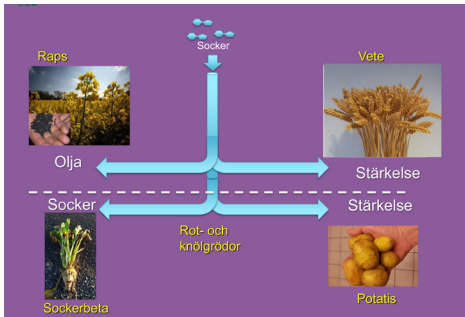
tuber development. By analyzing which genes are active during specific stages of development, we have been able to identify genes of importance for oil storage. We have identified a gene (CeWri1) corresponding to the transcription factor (AtWri1) that in *Arabidopsis* controls the sugar into oil formation in storage tissue of the seed. When we activate CeWri1 in tobacco leaves this triggers oil formation in the leaves. We have also tried to activate CeWri1 and AtWri1 in potato and could see an increase in storage oil concentrations up to 150 times in the potato tuber. These results are interesting and show the possibility to re-direct the flow of sugar from starch into oil, even in typical starch-storing bodies.

Anders S. Carlsson är professor i växtförädling med inriktning mot bioteknik vid SLU. Han disputerade i botanik med fysiologisk inriktning vid avdelningen för fysiologisk botanik vid Botaniska Institutionen, Göteborgs Universitet. Efter postdoktorvistelse hos Professor John Browse vid Washington State University, USA, anställdes han som forskare 2000 vid Institutionen för växtförädling vid SLU, Alnarp. Han blev docent i genetik och växtförädling 2006. Anders forskning har alltsedan början av forskarstudierna varit inriktat på lipidernas roll i växter.

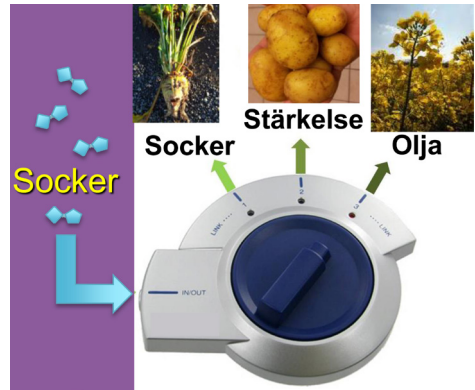


Anders S. Carlsson
SLU, Växtförädling
Box 101
230 53 Alnarp
anders.carlsson@slu.se

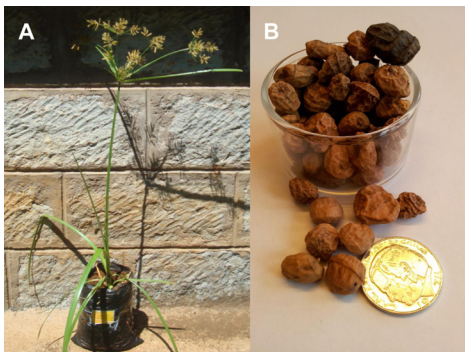
Figurer



Figur 1. Beroende på växtslaget används sockret, som producerats i bladen med hjälp av fotosyntesen, för att tillverka olika lagringsprodukter i speciella lagringsorgan.

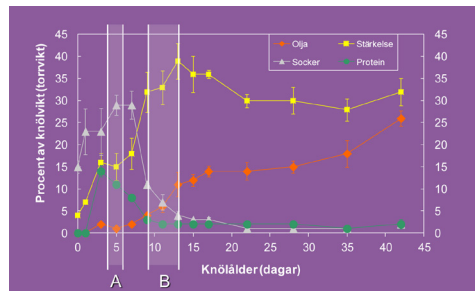


Figur 2. Sockerflödet in till ett lagringsorgan styrs av den genetiska informationen som likt en genetisk omkopplare bestämmer vilken enzymatisk biosyntesväg som skall vara aktiv och därigenom vilken lagringsprodukt som skall produceras och lagras.

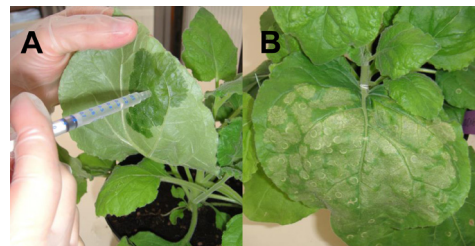


	Olja	Stärkelse	Socker	Protein
% lagringsprodukt/ torrvtikt knöl				
Odlad	26	30	17	5
Vild	6	59	8	8

Figur 3. (A). Jordmandeln (*Cyperus esculentus* L.) är en perenn C4-växt som tillhör skärmagssläktet inom familjen halvgräs (Cyperaceae). Den har en unik förmåga att ackumulera höga halter av olja, socker och stärkelse i sina knölar och har sedan länge odlats i t.ex. gamla Egypten och används fortfarande som en gröda i Afrika, Asien och vissa europeiska länder som Spanien. (B) och (C). De odlade varianterna lagrar lägre stärkelse och högre fett- och sockerhalter i sina mogna knölar (1-2 cm i längd) jämfört med sina vilda släktingar (tabell 1)(Linssen *et al.*, 1989; Stoller and Weber 1975).



Figur 4. Sammansättningen av stärkelse, olja, socker och protein i knölar av jordmandel under utvecklingen från initiering av knölen och upp till 40 dagar. Värdena är beräknade som procent av varje lagringsprodukt per torrvtikt knöl. A och B representerar ett tidigt stadium respektive ett senare stadium från vilka RNA sekvenserades för att kunna analysera skillnaden i genuttryck mellan dessa två stadier.



Figur 5. A). En lösning innehållande *Agrobacterium* transformerad med en gen som skall undersökas, sprutas in och fyller upp mellanrummet mellan mesofyllcellerna i bladet. B). Efter ungefär 6 dagar analyseras bladet med avseende på oljehalt. Fläckarna visar områden i bladet med en förändrad oljesammansättning och oljehalt.

Sailing in the Gene Pool: Using Genetic Diversity in Plant Breeding

Att segla i genpoolen: Användning av genetisk diversitet i växtförädlingen

Rodomiرو Ortiz

Abstract

Sustained gains in plant breeding rely on genetic variation in each crop gene pool through genetic manipulations, which include conventional cross-breeding and biotech-aided methods. Selection is the most important factor of evolutionary change, both in nature and agriculture. Plant breeding deals with identifying useful characters, manipulating the crop genetic variation, and putting gene(s) into usable forms that may include exotic and wild genetic resources. Optimal DNA marker alleles linked to loci controlling agronomic or quality traits may facilitate to understand plant breeding or to incorporate useful genetic variation into the adapted cultivar gene pool. For example, micro-satellite analysis of Nordic spring wheat cultivars bred during the 20th century reveals that genetic variation increased from 1900 to 1940 and again from 1960 onwards. Some alleles were lost during the first quarter of the century but new alleles were brought in during the second half of the century. Similarly, allozyme analysis of Andean and North American potatoes, suggests that allozyme frequency changes resulted from directional selection of the isozyme marker linked to loci affecting agronomic or quality traits. There were allozymes in the North America cultivars that were not observed in the farmer selections from the Andes and Chile, which confirms that potato breeders introgressed exotic genes from wild and other cultivated potatoes. This finding suggests that broadening the genetic base of crops such potato should target specific chromosome (or regions therein). Genetic diversity now matters more than ever, because plant breeders can incorporate in their genetic knowledge-led crop improvement methods of this 21st century, wild, landrace or other germplasm sources, which may be further selected with the recent advances in gene technology: transgenics and omics, and always driven by end-user needs.

Keywords: adaptation, agro-biotechnology, crop evolution, genetic broadening, genome-wide association, germplasm enhancement, polyploidy

This article reviews the use of genetic variation for the betterment of crops through germplasm enhancement, the first step in a long-term sustainable plant breeding approach (Allard 1999). This article provides examples of the utilization of landraces, farmers' cultivars and wild species in the amelioration of crops worldwide. When appropriate biotechnology tools are cited as potential enhancers of plant breeding methods (Ortiz 2003a) or for monitoring genetic variation in crop gene pools, which could lead to better germplasm enhancement (Tanksley *et al.* 1989).

Using genetic variation in crop breeding: Assessing gains in cultivar releases and association genetics using international nursery sets

Comparisons of genetic improvement over time offer a means to identify the associated morphotype changes (Austin *et al.* 1989). For example gains due to plant breeding during the 20th century in Nordic spring wheat (*Triticum aestivum* L.) were reported by Ortiz *et al.* (1998a), who indicated that genetic gains were significant in the improvement of early heading, short plant height, high grain yield and harvest index, as well as more kernels per unit area. On average, fresh straw weight was low in newer cultivars grown under high input conditions, while number of fertile tillers was lower in newer cultivars when grown under low input conditions (Ortiz *et al.* 2003).

Plant breeders could monitor changes in chromosome segments by assessing cultivar released across years with DNA markers (Donini *et al.* 2000). Likewise, a genetic ideotype ensuing from selected allelic assortments may be determined by assessing cultivar genotypes throughout successive

cycles of plant breeding (Ortiz 2002a). Incorporating novel and useful genetic variation into the breeding pool(s) may be facilitated by selecting for markers that are linked to loci controlling desired trait(s). In this regard, DNA microsatellites revealed that genetic variation in released Nordic spring wheat cultivars was enhanced by plant breeding in the first half of the 20th century followed by a decrease during the third quarter of the 20th century –owing to using backcrossing as selection method– while genetic variation was again increased in the last quarter in Nordic wheat by plant breeders by adding new sources of variation (Christiansen *et al.* 2002). Similarly, allozyme surveys in Andean (*Solanum tuberosum* Group Andigena) and North American (*S. tuberosum* Group Tuberosum) tetraploid potato cultivars (Ortiz and Huamán 2001) suggested that the broadening of genetic variation in this crop was chromosome-specific and most likely in specific regions within chromosome arms bearing genes preferably selected by both farmers and breeders (Ortiz 2001a).

The Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) dispatches to a network of researchers its improved wheat germplasm through nursery sets targeted to specific agro-ecological environments. Data from these trials are returned to CIMMYT, catalogued and analyzed for deciding on breeding populations and schemes. The Elite Spring Wheat Yield Trial (ESWYT) set includes about 30 to 50 lines that are distributed each year (from 1979 until now) to partners in over 40 national partners worldwide. Full pedigrees and selection history are known, and phenotypic data for grain yield, other agronomic traits, host plant resistance to pathogens and pests, and quality are available and kept in databases curated by CIMMYT. Crossa *et al.* (2007) used mapped diversity array technology (DArT) markers to find associations with resistance to stem rust, leaf rust, yellow rust, and powdery mildew, plus grain yield in five ESWYT sets. Their research was based on linkage disequilibrium, which was useful for identifying associations between trait variation of interest and DArTs. They used two linear mixed models for assessing marker–trait associations incorporating information on population structure and covariance between relatives. There were several linkage disequilibrium clusters bearing multiple host plant resistance genes. Likewise, many associated markers were in genomic regions known pre-

viously to include genes or quantitative trait loci influencing the same traits, thereby providing an independent validation of this association genetics approach. Furthermore, this research allows identifying many new chromosome regions for grain yield as well as for host plant resistance to powdery mildew and rusts.

The integration of the phenotypic and genotypic data, pedigree and DNA sequencing information will lead to developing a phenome atlas (DeLacy *et al.* 2008), which represents all the regions of a genome that influence heritable phenotypic variation for a trait. The phenome atlas will also provide means for analyzing and mining large databases that are available in various plant breeding programs worldwide. As a result, there will be an increased understanding of the genetic basis and environmental interaction of complex agronomic traits, thereby improving the efficiency for identifying useful new genetic variation from available gene pools. Moreover, plant breeding programs may improve their precision and efficacy of developing trait-based markers and their ability to predict the performance of elite breeding lines in a range of environments.

Unlocking genebanks through sound sampling of their diversity

Genebanks are genetic diversity reservoirs and sources of alleles for sustainable genetic enhancement of crops (Ortiz 1999). *Ex situ* collections should be subjected to phenotypic and molecular characterization to facilitate the potential use of this genetic endowment for the amelioration of crops. Indeed, breeding gains depend on capitalizing on the useful genetic variation present in the crop gene pools, which for many crops is being conserved in genebanks.

There are about 1500 genebanks and germplasm collections worldwide holding about 6 million accessions, of which the CGIAR Consortium accounts approximately 10%. In recent decades CGIAR Consortium genebanks undertook research to determine the extent of genetic variation available among accessions, because this knowledge enables proper germplasm management and breeding of improved parental sources for new cultivars, which allows to maximize the utilization of wild and cultivated gene pools in crop breeding.

Plant breeders seldom access accessions from

some genebanks with large germplasm collections. A systematic assessment of the genetic diversity in such collections has helped to establish core collections which, as advocated initially by the late Sir Otto Frank (Frankel and Brown 1984), should be subsets of large collections, containing chosen accessions that capture most of the genetic variability in the entire collection, e.g. approximately 10% of the total number of accessions. A core collection improves therefore the management and utilization of a germplasm collection. The entire collection can be stratified into groups sharing common characteristics according to taxonomy, geographic or ecological origin, and neutral or non-neutral descriptors, followed by sampling within these groups (Brown 1989). Genetic studies in selected crops have shown that both common widespread and localized alleles occurring in the entire collection are contained in the core subset. Only rare localized alleles may be excluded during the aforementioned sampling process. The core subset often provides an entry point to the entire collection for further investigation of the genetic diversity or for the utilization of these resources. Core collections, which are *a priori* selected by the curator, are often of limited use to those users of the genebank germplasm collection that are interested in specific trait or domain. The current revolution in information technology makes it possible for users to make such selections themselves directly on the Worldwide Web using a stratified sampling in the domain(s) of interest (Mahalakshmi *et al.* 2003). This approach allows a more focused selection of the germplasm accessions that show variation for the trait of interest to the user compared with the use of core collections. Likewise, Upadhyaya and Ortiz (2001) proposed the mini core subset for sampling large core collections without losing species diversity. They were able to show that a mini core subset in chickpea (*Cicer arietinum* L.) with a small number of accessions captured most of the useful variation of this food legume crop.

The International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics (ICRISAT) possesses one of the largest genebanks of the world with approximately 115,000 accessions of cereals (sorghum – *Sorghum bicolor* L., millets) and legumes (chickpea, groundnut – *Arachis hypogaea* L., pigeonpea – *Cajanus cajan* (L.) Huth) (Reddy *et al.* 2002). Research undertaken on the large global collection of sorghum landraces and genetic stocks held at

ICRISAT (in excess of 35,000 accessions) demonstrates how the challenge of maintaining a large number of accessions and the related information documented for this collection can be addressed by gene bank curators. Different sampling strategies, either random or non-random, were proposed to obtain core subsets of reduced size (Grenier *et al.* 2000). Three subsets were established following a random sampling within a stratified collection (logarithmic strategy: L), sampling based upon morpho-agronomic diversity (principal component score strategy: PCS), and sampling based upon an empirical knowledge of sorghum (taxonomic strategy: T). These subsets did not differ significantly their overall phenotypic diversity according to a two-dimensional representation of the morpho-agronomic diversity and the Shannon-Weaver diversity indices. When comparisons for morpho-agronomic and passport data were considered, the PCS subset looked similar to the entire landrace collection. The L subset showed differences for characters associated with the photoperiod reaction that was considered in the stratification of the collection. The T subset was the most distinct from the entire landrace collection as it over-represented the landraces selected by farmers for specific uses and covered the widest range of geographical adaptation and morpho-agronomic traits.

Partial assessment of host response to five sorghum diseases provided another means to quantify the importance of agro-biodiversity in resistance breeding (Lenné and Ortiz 2002). Frequency distributions of host response to major sorghum pathogens were the same between the entire collection and core subsets for all diseases, except between the entire collection and the L core subset for grain mold. This was not surprising because the sampling strategy for this core subset and the material included in the screening for this disease did not match. The L core subset had the widest range of adaptation to photoperiod whereas only photoperiod insensitive germplasm had been screened for grain mold. The lack of accessions that fall in the highest resistance class for some diseases in the core subsets is the result of sampling statistics, but the χ^2 tests for homogeneity clearly confirmed that the entire collection and the core subsets included the same distribution of variation with only the above stated exception for grain mold in the L core subset. New accessions with high resistance to specific diseases are likely to be identified by complet-

ing the screening of the core subsets. This rational, targeted approach may also be cost-effective and more precise than long term screening of the entire collection. Furthermore, this analysis also shows that large sample sizes do not appear to always be associated with capturing useful variation for disease resistance (i.e., entire vs. core collections), neither when the sampling was defined by breeding objectives (like the L subset), a mirror of the entire collection (PCS subset) or by maximizing farmers' landraces (T subset).

Enhancing crop breeding through an evolutionary approach

There are many wild tuber-bearing *Solanum* species, but only a few are cultivated (Ortiz 2001a). This wild and cultivated germplasm consists of diploid, triploid, tetraploid, pentaploid, and hexaploid species. Ploidy manipulation, i.e. scaling up and down the chromosome number, provides a means to incorporate diploid wild and cultivated germplasm into breeding stocks of tetraploid potato (Ortiz 1998, Peloquin *et al.* 1999). The late Prof. Stanley J. Peloquin and his co-workers at the University of Wisconsin-Madison were able to manipulate chromosome sets of wild and cultivated potato germplasm using haploids, $2n$ gametes and the endosperm balance number (EBN) (Ortiz *et al.* 2005, 2010). Maternal haploids (i.e. sporophytes with the gametic chromosome number) are easily obtained through gametogenesis from most tetraploid potato landraces and cultivar (Peloquin *et al.* 1989a). Haploid-species hybrids ensued from crossing these 'haploids' with wild or primitive cultivated diploid species. These haploid-species hybrids are often vigorous and show improved tuberization under long-day environments, where most wild tuber-bearing *Solanum* species seldom show tubers. The minimal chromosome differentiation among these taxa allows chromosome pairing and recombination. The EBN affects the success of a cross between two tuber-bearing *Solanum* species. This endosperm dosage system, which is common to other angiosperm genera (Ehlenfeldt and Ortiz, 1995), requires a correct balance of 2:1 maternal to paternal contributions for proper seed development (Johnston *et al.* 1980). Wild species and diploid landraces are the source of genetic diversity in this breeding strategy (Ortiz 2003b). The haploids "capture" this genetic diversity in crosses with the diploid germplasm and the haploid-spe-

cies hybrids transmit this genetic diversity to the tetraploid cultigen pool through $2n$ gametes, i.e. having the sporophytic chromosome number.

Ploidy manipulations allow the Centro Internacional de la Papa (CIP) to transfer traits such as host plant resistance to pests and pathogens, adaptation to abiotic stresses, and tuber quality to the potato cultigen pool (Ortiz *et al.* 1994). The bred-diploid germplasm may be further used as a source of allelic variation to enhance tuber yield because non-additive intra- and inter-locus interactions are important for this trait in tetraploid potato cultivars (Peloquin *et al.* 1989b).

Potatoes are vegetatively propagated from tubers but botanical true seed may be an alternative source, especially where potato farmers may be planting commercial fields using direct seeding or propagules derived from true seed (Ortiz 1997b). New potato cultivars for production from true seed should have plant characteristics for true seed production, and for tuber production from true seed propagules (Golmirzaie and Ortiz 2004). Such a cultivar could be a synthetic tetraploid hybrid from bilateral ($2x \times 2x$) or unilateral sexual polyploidization ($4x \times 2x$) using either seedling or tuberlet propagules derived from true seed (Ortiz, 1997b). Golmirzaie and Ortiz (2002) noted that two-parent open-pollinated true potato seed synthetics may be a feasible option by selecting the right parents for the base population. They also showed that four-parent control synthetics (i.e. double crosses) were the best for tuber weight and size, followed by the two-parent control synthetics. True potato seed synthetics derived from polycrosses involving tetraploid potato cultivars or breeding clones may be further included in adaptive testing trials with the aim of locally selecting promising genotypes for cultivar release(s).

Triploid plantains are interspecific hybrids of the diploid species *M. acuminata* Colla. and *M. balbisiana* Colla. Plantain (*Musa* spp. AAB Group) cultivars show a wide range of morphological variation in spite of low gene flow via pollen among triploid plantains as determined by Wright's F_{ST} (Ortiz *et al.* 1998b). This finding was not surprising because this vegetatively propagated crop shows a very low male fertility. This variation observed in plantains arose most likely from mutations that accumulated throughout its history of cultivation. Plantain breeders have been widening the genetic base of this crop through the use of

wild and cultivated diploid germplasm (Vuylsteke *et al.* 1997). Tetraploid ($2n = 4x$) hybrids are obtained by hybridizing $2n$ egg cells (= 33 chromosomes) from triploid ($2n = 3x$) plantains and haploid ($n = 11$) pollen from diploid ($2n = 2x$) accessions. On average, it takes 1000 seeds, produced from hand-pollination of 200 plants (0.12 ha), to obtain one selected tetraploid hybrid per year. Tetraploid hybrids combining heavy and stable yield were developed by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) under the leadership of the late Dirk R. Vuylsteke (Ortiz 2001b) or by the late Phil Rowe at the Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), and shared with local breeders for testing this breeding material worldwide prior to given to farmers, who today grow some of the plantain and banana (*Musa* spp. AAA Group) hybrids in the tropics.

Ortiz (1997a) proposed an evolutionary crop breeding method for further improvement of the plantain genome, which ensued from the genetic knowledge accumulated during the conventional cross breeding of plantains at IITA in Nigeria (Ortiz 2000). The sources of adapted allelic diversity are heterozygous triploid plantains. This diversity will only be released after crossing these plantains with diploid accessions showing the desired trait (particularly host plant resistance to pathogens and pests). Tetraploid hybrids with desired host plant resistance, short plant height, early maturity, and high yielding bunch weight with suitable fruit quality are selected on the basis of specific combining ability in the segregating populations. The selected primary tetraploid hybrids are then crossed with selected bred-diploids to obtain improved secondary triploid hybrids (Ortiz 1997a). These triploid hybrids may result from artificial hand-pollination or through isolated polycrosses among selected tetraploid and diploid parents according to their specific combining ability (Ortiz and Crouch 1997). These synthetic populations derived from polycrosses can be tested in other locations to identify promising offspring for cultivar development.

End-user market-driven plant breeding

Plant breeding assists in closing the gap between actual and potential yield in stressed environments. Crops, or cultivars within crops, are replaced with others that show better fitness in an environmental gradient arising from a physical limiting

factor. Farmers and plant breeders search for crop or cultivar adaptation in these gradients arising from the specific stress. We should keep in mind, however, that a phenotype (P) will be also influenced by many factors and their interactions as indicated in the equation below (Ortiz 2002b):

$$P = \text{Genotype} \times \text{Environment} \times \text{Crop Management} \\ \times \text{Policy (affecting both people and markets)} \times \text{Institutional Arrangements} \times \text{Social Demographics}$$

For example, the adoption of IITA high yielding and pod shattering resistant soybean (*Glycine max* L.) cultivars in Nigeria confirms the above paradigm (Ortiz and Hartmann 2003). Average farmers' yields increased in Nigeria from 310 kg ha⁻¹ in 1991 to 730 kg ha⁻¹ in 2001, which led to a nearly 3× increase in production – from 145,000 t (tonnes) to 429,000 t, within the same period – though soybean area grown increased by only 26 %. Children who consume soybeans were able to show a significantly better nutritional status than those that did not. Not surprisingly, several health centers and hospitals in Nigeria continue using soybean products to treat malnourished children, and the industry grew from one processing soybean factory in 1987 to above 80 at the beginning of the last decade. This story illustrates that government policy and farm-level technology influenced the success of soybean in this country (Sanginga *et al.* 1999). This crop also contributed to the economic independence of women and generation of more income allowing acquisition of new household items and payment of medical bills and school fees. The genes behind this success of soybean cultivars for Nigeria were for determining promiscuous nodulation (Kueneman *et al.* 1984) and seed longevity that were introduced from very 'wild' sprawling soybean, mostly germplasm from Indonesia. As noted by Singh *et al.* (2005) the most difficult task for IITA soybean breeders was to get back to a good agronomic type while maintaining the new traits.

Conclusion

Above are just a few examples of exploiting useful genetic diversity for the betterment of important food crops, particularly for broadening the genetic base of crop breeding pools with sources of variation that are available in genebanks from both wild species and landraces (Tanksey and McCouch

1997). A good understanding of interplay of genetics, plant breeding systems and biotechnology offers other means to bring genes from landraces and wild species into breeding pools. Systematic research is needed to ascertain what general concepts underpin plant breeding programs for incorporating exotic sources of variation into elite bred-germplasm. In particular, genomics offer a powerful aid for such an endeavor aiming to better use the sources of variation available in gene banks, and to enhance the efficiency of gene transfer throughout the breeding process.

References

- Allard, R.W. 1999. *Principles of Plant Breeding*, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York.
- Austin, R.B., Ford, M.A. & Morgan, C.J. 1989. Genetic improvement in the yield of winter wheat: a further evaluation. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 112, 675–689.
- Brown, A.H.D. 1989. Core collections: A practical approach to genetic resources management. *Genome* 31, 818–824.
- Christiansen, M.J., Andersen, S.B. & Ortiz, R. 2002. Diversity changes in an intensively bred wheat germplasm during the 20th century. *Mol. Breed.* 9, 1–11.
- Crossa, J., Burgueño, J., Dreisigacker, S., Vargas, M., Herrera, S., Lillemo, M., Singh, R.P., Trethowan, R., Franco, J., Warburton, M., Reynolds, M., Crouch J.H. & Ortiz, R. 2007. Association analysis of historical bread wheat germplasm using additive genetic covariance of relatives and population structure. *Genetics* 177, 1889–1913.
- DeLacy, I.H., Dieters, M.J., Crossa, J., Godwin, I.D., Arief, V., Batley, J., Davenport, G., Dreisigacker, S., Edwards, D., Huttner, E., Lambrides, C.J., Manes, Y., Payne, T., Singh, R.P., Duveiller, E., Warburton, M., Wenzl, P., Kilian, A., McLaren, G., Braun, H.-J., Crouch, J., Ortiz, R. & Basford, K.E. 2008. Towards a Wheat Phenome Atlas and a Phenome Atlas Toolbox: What are they? What progress? In: Appels, R., Eastwood, R., Lagudah, E., Landgride, P., Mackay, M., McIntyre, L. & Sharp, P., eds., *Proceedings of the 11th International Wheat Genetics Symposium*. Brisbane, Australia, 24–29 August 2008. Sydney University Press, Sydney, 394–396.
- Donini, P., Law, J.R., Koebner, R.M.D., Reeves, J.C. & Cooke, R.J. 2000. Temporal trends in the diversity of UK wheat. *Theor. Appl. Genet.* 100, 912–917.
- Frankel, O.H. & Brown, A.H.D. 1984. Plant genetic resources today: a critical appraisal. In: Holden, J.H.W. and Williams, J.T. eds., *Crop Genetic Resources: Conservation & Evaluation*, George Allen & Urwin Ltd., London, 249–257.
- Golmirzaie, A.M. & Ortiz, R. 2003. Inbreeding and true seed in tetrasomic potato. IV. Synthetic cultivars. *Theor. Appl. Genet.* 104, 161–164.
- Golmirzaie, A.M. & Ortiz, R. 2004. Diversity in reproductive characteristics of potato landraces and cultivars for producing true seed. *Genet. Resour. Crop Evol.* 51, 759–763.
- Grenier, C., Bramel, P.J., Hamon, J., Chantereau, J., Deu, M., Noirot, M., Reddy, V.G., Kresovich, S., Prasada Rao, K.E., Mahalakshmi, V., Crouch, J.H. & Ortiz, R. 2000. Core collections, DNA markers and bio-informatics: new tools for “mining” plant genetic resources held in gene banks – Sorghum as an example. In: Oono, K., Komatsuda, T., Kadowaki, K. and Vaughan, D., eds., *Integration of Biodiversity and Genome Technology for Crop Improvement*, National Institute of AgroBiological Resources, Tsukuba, 139–140.
- Johnston, S.A., den Nijs, T.P.N., Peloquin, S.J., Han-neman Jr., R.E. 1980. The significance of genetic balance to endosperm development in interspecific crosses. *Theor. Appl. Genet.* 57, 5–9.
- Kueneman, E.A., Root, W.R., Dashiell, K.E. & Joh-nenberg, J. 1984. Breeding soybean for the tropics capable of nodulating effectively with indigenous *Rhizobium* spp. *Plant Soil* 82, 387–396.
- Lenné, J.M. & Ortiz, R. 2002. Agrobiodiversity in pest management. In: Leslie, J.F., ed., *Sorghum and Millet Diseases III*, Iowa State University Press, Ames, 309–320.
- Mahalakshmi, V., van Hintum, T.J.L. & Ortiz, R. 2003. Enhancing germplasm utilization to meet specific user needs through interactive core selections. *Plant Genet. Resour. Newsltr.* 136, 14–22.
- Ortiz, R. 1997a. Secondary polyploids, heterosis and evolutionary crop breeding for further improvement of the plantain and banana genome. *Theor. Appl. Genet.* 94, 1113–1120.
- Ortiz, R. 1997b. Breeding for potato production from true seed. *Plant Breed. Abstr.* 67, 1355–1360.
- Ortiz, R. 1998. Potato breeding via ploidy manipulations. *Plant Breed. Rev.* 16, 15–86.

- Ortiz, R. 1999. Not just seed repositories: a more proactive role for gene banks. In: Nordic Gene Bank 1979-1999, Nordic Gene Bank, Alnarp, 45–49.
- Ortiz, R. 2000. Understanding the *Musa* genome: an update. *Acta Hort.* 540, 157–168.
- Ortiz, R. 2001a. The state of use of potato genetic diversity. In: Cooper, H.D., Spillane, C. and Hodgkin, T., eds., *Broadening the Genetic Bases of Crop Production*, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) – International Plant Genetic Resources Institute, Rome – CAB International, Wallingford, 181–200.
- Ortiz, R. 2001b. Dedication: Dirk R. Vuylsteke: *Musa* scientist and humanitarian. *Plant Breed. Rev.* 21, 1–25.
- Ortiz, R. 2002a. Germplasm enhancement to sustain genetic gains in crop improvement. In: Engels, J.M.M., Ramanatha Rao, V., Brown, A.H.D. and Jackson, M., eds., *Managing Plant Genetic Diversity*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome – CAB International, Wallingford, 275–290.
- Ortiz R. 2002b. Crop technology: trends and prospects. In: Freeman, H.A., Rohrbach, D.R. and Ackello-Ogutu, C., eds., *Targeting Agricultural Research for Development in the Semi-Arid Tropics of Sub-Saharan Africa*. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, 173–234.
- Ortiz, R. 2003a. New science to improve the food crops of the African poor. *Am. Biotech. Lab.* 21(4), 32–34.
- Ortiz, R. 2003b. Analytical breeding. *Acta Hort.* 622, 235–247.
- Ortiz, R. & Crouch, J.C. 2007. The efficiency of natural and artificial pollinators in plantain (*Musa* spp. AAB group) hybridisation and seed production. *Ann. Bot.* 80, 693–695.
- Ortiz, R., Frusciante, L. & Carputo, D. 2005. Stanley J. Peloquin: potato geneticist and cytogeneticist. *Plant Breed. Rev.* 25, 1–19.
- Ortiz, R. & Hartmann, P. 2003. Beyond crop technology: the challenge for African rural development. In: *Reference Material of the Sub-Saharan Africa Challenge Program "Building Livelihoods through Integrated Agricultural Research for Development – Securing the Future for Africa's Children"*. Forum for Agricultural Research in Africa, Accra, 39–72.
- Ortiz, R. & Huamán, Z. 2001. Allozyme polymorphism in tetraploid potato gene pools and the effect of human selection. *Theor. Appl. Genet.* 103, 792–796.
- Ortiz, R., Iwanaga, M. & Peloquin, S.J. 1994. Breeding potatoes for developing countries using wild tuber bearing *Solanum* spp. and ploidy manipulations. *J. Genet. Breed.* 48, 89–98.
- Ortiz, R., Simon, P., Jansky, S. & Stelly, D. 2010. Ploidy manipulation of the gametophyte, endosperm, and sporophyte in nature and for crop improvement – A tribute to Prof. Stanley J. Peloquin (1921-2008). *Ann. Bot.* 104, 795–807.
- Ortiz, R., Lund, B. & Andersen, S.B. 2003. Breeding gains and changes in morphotype of Nordic spring wheat (1901-1993) under contrasting environments. *Genet. Resour. Crop Evol.* 50, 455–459.
- Ortiz, R., Madsen, S. & Andersen, S.B. 1998a. Diversity in Nordic spring wheat cultivars (1901–1993). *Acta Agric. Scand. Sect. B Soil Plant Sci.* 48, 229–238.
- Ortiz, R., Madsen, S. & Vuylsteke, D. 1998b. Classification of African plantain landraces and banana cultivars using a phenotypic distance index of quantitative descriptors. *Theor. Appl. Genet.* 96, 904–911.
- Peloquin, S.J., Boitoux, L.S. & Carputo, D. 1999. Meiotic mutants in potato; valuable variants. *Genetics* 153, 1493–1499.
- Peloquin, S.J., Jansky, S.H. & Yerk, G.L. 1989a. Potato cytogenetics and germplasm utilization. *Am. Potato J.* 66, 629–638.
- Peloquin, S.J., Yerk, G.L., Werner, J.E. & Darmono, E. 1989b. Potato breeding with haploids and 2n gametes. *Genome* 32, 1000–1004.
- Reddy, L.J., Kameswara Rao, N., Bramel, P.J. & Ortiz, R. 2002. *Ex situ* genebank management at ICRISAT. In: Bhag Mal, Mathur, P.N., Ramanatha Rao, V. and Sajise, P.E., eds., *Proceedings Fifth Meeting of South Asia Network on Plant Genetic Resources (SANPGR)*, National Bureau of Plant Genetic Resources, New Delhi, India, 9–11 October 2000. International Plant Genetic Resources Institute South Asia Office, New Delhi, 77–85.
- Sanginga, P.C., Adesina, A.A., Manyong, V.M., Otite, O. & Dashiell, K.E. 1999. *Social impact of soybean in Nigeria's Southern Guinea Savanna*. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan.

- Singh, B.B., Hakizimana, F., Kueneman, E.A. & Ortiz, R. 2005. Soybean production and utilization in Africa. In: Moscardi, F., Hoffman-Campo, C.B., Ferreira Saraiva, O., Galerani, P.R., Krzyzanowski, F.C. & Carrao-Panizzi, M.C., eds., *Proceedings VII World Soybean Research Conference – VI International Soybean Processing and Utilization Conference – III Congresso Brasileiro de Soja*. Foz de Iguazu, PR, Brazil, 29 February – 5 March 2004. Brazilian Agricultural Research Corporation – National Soybean Research Center, Min. Agric., Livestock and Food Supply, Londrina, 56–70.
- Tanksley, S.D. & McCouch, S.R. 1997. Seed banks and molecular maps: unlocking genetic potential from the wild. *Science* 277, 1063–1066.
- Tanksley, S.D., Young, N.D., Paterson, A.H. & Bonierbale, M.W. 1989. RFLP mapping in plant breeding: new tools for an old science. *Biotechnology* 7, 257–264.
- Upadhyaya, H.D. & Ortiz, R. 2001. A minicore subset for capturing diversity and promoting utilization of chickpea genetic resources in crop improvement. *Theor. Appl. Genet.* 102, 1292–1298.
- Vuylsteke, D., Ortiz, R., Ferris, R.S.B. & Crouch, J.H. 1997. Plantain improvement. *Plant Breed. Rev.* 14, 267–320.

Sammanfattning

Fortsatta framsteg inom växtförädlingen förlitar sig på en användning av den genetiska variationen i varje grödas genpool, vilket inkluderar konventionell korsningsförädling och bioteknologiska metoder. Urvalet är den viktigaste faktorn för evolutionära förändringar, både i naturen och i jordbruket. Växtförädling handlar om att identifiera användbara egenskaper, att utnyttja grödans genetiska variation, och att sätta in gen(er) i användbara former av kulturväxten. Generna kan komma från exotiska och/eller vilda genetiska resurser.

Lämpliga DNA-marköralleler, kopplade till loci som kontrollerar agronomiska eller kvalitetsegenskaper, kan både underlätta vår förståelse av förädlingsprocessen och föra in ny användbar genetisk variation i den anpassade sortens genpool. Till exempel visar en analys av mikrosatelliter i nordiska vårvetesorter från 1920-talet att den genetiska variationen ökade under perioden 1900–1940, och återigen från 1960 och framåt. Vissa alleler gick förlorade under första kvartalet

av århundradet, men nya alleler fördes in under den andra halvan av 1900-talet. På samma sätt visar analyser av andinska och nordamerikanska potatissorter att förändringar i frekvensen av olika allozymer orsakades av riktade urval av en isoenzymmarkör som är kopplad till loci som påverkar agronomiska eller kvalitetsegenskaper. Eftersom det fanns allozymer i nordamerikanska sorter som inte observerades i jordbrukarnas urval i de sydamerikanska sorterna bekräftar det att potatisförädlare hade infört exotiska gener från vilda och andra odlade potatissorter. Det antyder att arbetet för att bredda den genetiska basen hos grödor som potatis bör inriktas mot specifika kromosomer (eller kromosomregioner).

Den genetiska mångfalden är viktigare än någonsin eftersom växtförädlare idag kan utnyttja, i kombination med de genetiska och kunskapsbaserade metoderna av detta århundrade, arvsmassa från vilda arter, lantraser eller andra genkällor. I det fortsatta arbetet kommer fortsatta framsteg att kunna göras med de senaste framstegen inom gen-tekniken – transgenomik och andra ”omics”-tekniker – och alltid med tanke på slutanvändarnas behov.

Rodomi Ortiz innehar en fakultetsprofessor i genetik och växtförädling vid SLU. Han är doktor i växtförädling och genetik från Univ. Wisconsin-Madison, och arbetade som ung forskare vid UNALM (Perú) och Rutgers Univ. i New Jersey. Var forskare och chef för olika Consortium Centers inom CGIAR, och innehade en nordisk professur i växtgenetiska resurser vid dåvarande KVL i Danmark. Hans publikationslista omfattar mer än 700 rapporter, varav ca 50 % är tidskriftsartiklar eller redigerade bokkapitel. Rodomi har erhållit flera internationella vetenskapliga utmärkelser, inte minst för hans arbete rörande banan.



Rodomi Ortiz
SLU, Växtförädling
Box 101
230 53 Alnarp
rodomi.ortiz@slu.se

Genväg till ett hållbart jordbruk

A shortcut to a sustainable agriculture

Li-Hua Zhu

Inledning

Jordens befolkningsökning och klimatförändringar är två stora utmaningar vi har framför oss. Ett av de tydliga resultaten av klimatförändringarna är global uppvärmning, så har t.ex. The American Meteorological Society rapporterat att år 2012 var ett av de tio varmaste åren som någonsin har noterats i USA (<http://www.refinery29.com/2013/08/49292/climate-change-facts#page-1>). Sedan början av 1920-talet har den globala medeltemperaturen ökat med -0.8°C per år (IPPC, 2007), vilket säkerligen påverkar produktionen av råvaror för livsmedelsändamål (Marvin *et al.* 2013). Världens befolkning kommer att öka till ca 10 miljarder till 2050 (UN, 2012, 2013). Fler livsmedelsråvaror måste därför produceras på samma eller mindre odlingsyta, och nya växtslag måste utvecklas. Utan tvekan spelar växtförädlingen en stor roll i detta sammanhang.

Genom växtförädling kan växtens genetiska arvsmassa modifieras för att få fram önskade egenskaper. Traditionell växtförädling gör det möjligt att förbättra en viss önskad egenskap genom att korsna två växter, men korsningar och urval är tidskrävande metoder. Dessutom får man oftast med inte bara den önskade utan även andra egenskaper, på grund av att den genetiska informationen från båda föräldrarna blandas okontrollerat. Med den moderna metoden genteknik, även kallad genetisk modifiering (GM), kan man däremot modifiera endast en eller ett fåtal gener medan de andra goda egenskaperna bibehålls. Denna teknik är särskilt lämplig för att förbättra sorter som har ett fåtal oönskade egenskaper. Dessutom erbjuder gentekniken möjligheten att introducera nya egenskaper till existerande sorter där traditionella korsningar inte kan användas på grund av släktbarriärer. Genteknik är därför både precisare och effektivare än traditionell växtförädling. Tekniken har använts i många år och många GM-grödor har producerats. Sedan den första GM-grödan kommersialiserades 1996 ökar den kommersiella produktionen varje år

och finns nu i totalt 28 länder (James, 2013).

I vår forskning syftar vi till att tillämpa genteknik i växtförädlingen för att få fram lönsamma, hälsosamma och miljövänliga växter för hortikultur och agrikultur. Vi fokuserar på egenskaper såsom rotbildning, blomning, plantstorlek samt oljekvaliteter och -kvantiteter.

Förbättrad rotbildning, reducerad plantstorlek och tidig bördighet

Svagväxande grundstammar är av stor betydelse i modern fruktodling för att få låga träd med tidig bördighet och hög produktion. Detta är avgörande för hög planttäthet, enklare hantering och mekanisk skörd som i sin tur leder till sänkta kostnader. Grundstammar påverkar inte bara trädstorlek utan även tidpunkt för blomning, fruktsättning, näringsupptagning, sjukdomsresistens, hårdighet samt anpassning till olika jordar och odlingsförhållanden. Trots det stora antalet grundstammar på marknaden finns det inga ideala grundstammar för äpple i kommersiell produktion. Många svagväxande grundstammar har dålig rotbildningsförmåga och dålig förankring i marken. Andra grundstammar är alltför starkväxande och används därför inte i kommersiell fruktodling. För päron finns det ingen svagväxande grundstam av släktet *Pyrus*, dit de flesta odlade päronsorterna hör. Kvitten, som idag används som pärongrundstam, är frostkänslig och icke-kompatibel med flera andra sorter. Förbättrad rotbildning hos svagväxande äpple- och pärongrundstammar är därför nödvändig. Med hjälp av genteknik har vi introducerat *rolB*-genen från *Agrobacterium rhizogenes*, en jordbakterie som naturligt påverkar rotbildningen hos värdväxten, in i äppel- och pärongrundstammarna. Därmed har vi kunnat tag fram transgena linjer med betydligt förbättrad rotbildning (Zhu *et al.*, 2001; Zhu *et al.*, 2003). Genom att ympa på icke-transgena äppel- eller päronsorter har vi fått möjlighet att i fält utvärdera dessa grundstammars inverkan på tillväxt och fruktkvalitet.

Planthöjden kontrolleras naturligt av växthormonet gibberellin (GA) (Richards *et al.* 2001). En reglering av GA-biosyntesen är därför en genväg för att kunna kontrollera planthöjden. För nuvarande kontrolleras planthöjden av fruktträd huvudsakligen genom att använda svagväxande grundstammar. För prydnadsväxter används vanligtvis kemiska metoder, s.k. retarderingar, för att minska plantstorleken genom att reducera den endogena GA-halten. Tyvärr är effekten av sådana kemiska behandlingar inte långvarig, och dessutom har nästan alla mer eller mindre negativa miljö- och hälsoeffekter. Gentekniken erbjuder ett bättre sätt för att producera kompakta plantor utan eller med minskad användning av kemisk behandling. Gener som är involverade i GA-biosyntesen har identifierats och karakteriserats i en del växtslag och har visat sina funktioner för reglering av planthöjden (Richards *et al.* 2001; Zhu *et al.* 2008). Det finns också andra gener (t.ex. *rolB*) som kan reducera planthöjden (Fig. 1).



Fig. 1. Rhododendron som är transformerade med *rolB*-genen visar en reducerad planthöjd. Från vänster till höger: transgena linjer (T) och en icke-transgen kontrollplanta (brukar kallas vildtyp, VT).

Traditionell växtförädling är en tidskrävande och kostsam process, och särskilt för vedartade växter som äpple eller päron som har en lång juvenil fas, då ingen blomning sker. Genom genteknik kan man förkorta den juvenila fasen och få tidig börjighet eller tidig blomning (Fig. 2).



Fig. 2. Transformerade nejlikelinjer (T) med en gibberellin-gen som visar tidig blomning, medan vildtypen (VT) inte blommar under samma förhållanden i växthus.

Förbättring av oljekvalitet och -kvantitet

Vegetabiliska oljor är ett bra alternativ för fossila oljor som [kommer att][förväntas] ta slut om 50 år. Oljan från växter har flera fördelar: den är (1) förnyelsebar, (2) relativt "ren" med låg giftighet som lätt kan brytas ned av mikrober i vatten och jord, och den är (3) billigare vid produktion i bulkkvantiteter eftersom den kräver mindre energi för att ge färdiga produkter. För närvarande finns det en begränsning av produktionen av specifika industrioljor från växter, antingen på grund av låg oljeavkastning eller låga halter av önskade oljekvaliteter. Nya oljeväxter behöver därför utvecklas för industriändamål, vilket görs möjligt med hjälp av genteknik. Det är viktigt att en sådan oljeväxt inte korsas med oljeväxter för livsmedelsändamål. Eftersom sammansättningen hos industrioljor inte är densamma som hos matoljor kan en blandning av dessa få negativa konsekvenser för livsmedels säkerheten.

Oljekål (*Crambe abyssinica*) är en passande oljegröda för industribruk eftersom den inte kan korsas med andra livsmedelsolja. Denna oljeväxt används idag inte för livsmedel eller foder p.g.a. en hög erukasyrahalt (55-60%). Den är därför lämplig för produktion av industrioljor, t.ex. erukasyra eller vaxester som är två viktiga råmaterial för kemiindustrin. Oljekål har ungefär samma fröavkastning som våraps (dvs. hög-erukasyra-raps, HEAR), som idag används för [majoriteten][huvuddelen] av erukasyraproduktionen. Odlingen av HEAR är dock bekymmersam eftersom plantorna lätt kan korsas med raps för livsmedelsolja. Gällande vaxestrar finns det nästan ingen växt som kan producera detta i fröoljan, med undantag för ökenväxten joboba (*Simmondsia chinensis*), som kan producera över 90% vaxestrar i sin fröolja. Tyvärr är jobobans fröskörd är väldigt låg. Till skillnad från HEAR och joboba orsakar inte oljekål samma bekymmer och har betydligt högre fröavkastning. Fastän oljekål innehåller naturligt höga halter erukasyra, skulle en ytterligare ökning minska produktionskostnaderna betydligt. Varje 10% ökning av erukasyra kan halvera produktionskostnaderna för industribruk.

Under de senaste åren har vi utvecklat ett effektivt transformeringsprotokoll för oljekål. Vi har med hjälp av genteknik tagit fram oljekållinjer som innehåller [mycket] höga halter erukasyra (73%) och vaxestrar (upp till 60%), genom att reglera ut-

trycket av några gener som är viktiga för lipidbiosyntesen (Li et al, 2010; Li et al 2012; Gruan et al 2013; Zhu *et al.* ej publicerad). En sådan oljekål-sort kan fungera som en liten "kemisk fabrik" för produktion av erukasyra eller vaxester. Ett fältförsök utfördes 2012 under insektsnät för att utvärdera hur dessa transgena linjer beter sig under fältförhållanden. Tillväxten och fröutvecklingen blev långsammare än hos vildtypen, förmodligen på grund av nätet. Vi planerar ett nytt fältförsök utan insektsnät under 2014 och förväntar oss ett bättre resultat.

Perenna oljeväxter som växtnä-ringsstopp

Ett annat miljöproblem är relaterat till näringsläckage, och särskilt till ytvattnet. Växtnäringsläckage till sötvatten och kustområden har lett till övergödning, ett allvarligt problem för kustnära ekosystem i hela världen. Sådan övergödning orsakas främst av överdriven användning av gödningsmedel och jordbearbetning i modernt jordbruk med ettåriga grödor (Bergström *et al.* 1986; Gustafsson 1987). Plantering av två- eller fleråriga grödor samt användning av fånggröda skulle kunna minska behovet av markberedning, och därmed också produktionskostnaderna och näringsläckaget. Dock finns det begränsat med lämpliga grödor samt matchande odlingsystem, särskilt för regioner med kallt klimat (Jensen 1991; Lemola *et al.* 2000; Känkänen och Eriksson 2007). För att utveckla en ny oljeväxt har vi därför nyligen startat ett projekt med domesticering av fältkrassing (*Lepidium campestre*) (Fig. 3) genom genteknik. Projektet stöds av MISTRA och SLU, samt SLU/Rektors strategiska medel.

Fältkrassing tillhör Brassicaceae-familjen (korsblomstriga växter) och har stor potential att bli en ny gröda för livsmedel- eller industrioljeproduktion. Förutom den höga fröavkastningspotentialen (5 ton/ha, vilket är ca 30 % högre än genomsnittet för höstraps), är den också kylhärdig och kan odlas i regioner med kallt klimat där höstraps inte trivs. Den har en del goda agronomiska egenskaper, såsom en upprätt plantstatus, förgrening endast i den övre delen av stammen och är motståndskraftig mot angrepp av rapsbagge (Merker och Nilsson 1995). Självbefruktning och diploiditet är också viktiga egenskaper som underlättar den genetiska modifieringen. Fältkrassing har potential att bli en fånggröda

(Merker och Nilsson 1995) eftersom den är en tvåårig växt. Det har rapporterats att, till skillnad från många andra fånggrödor, har fältkrassing visat en positiv effekt på avkastningen av moderna grödor som korn (Merker *et al.* 2010). Detta odlingsystem skulle kunna bidra till en minskning av näringsläckage och jordbearbetning.

Även om fältkrassing har potential att bli en ny olje- och fånggröda, finns det flera allvarliga problem som måste lösas innan en eventuell kommersialisering. Ett problem är att fältkrassingens skidor har stor benägenhet att splittras eller drösa, vilket kan leda till en förlust av frö på upp till 50 %. Ett annat problem är att fröoljan innehåller höga halter av erukasyra och linolensyra (Nilsson *et al.* 1998; Andersson *et al.* 1998). Erukasyra är en näringshämmande fettsyra och dess innehåll i livsmedelsolja bör vara mindre än 5 %. Linolensyra är en omega-3-fettsyra och anses ha positiva hälsoeffekter. Den är dock mycket benägen för oxidation, vilket gör att linolensyrerik olja snabbt härsknar och därför inte lämpar sig för livsmedelsindustrin. Förutom oljekvalitet har fältkrassing också låg oljehalt, endast ca 20 % jämfört med ca 45 % i raps.

I det nämnda projektet kommer vi att förbättra dessa egenskaper. För att kunna uppnå detta ändamål behövs en regenererings- och transformeringsmetod. Eriksson & Merker (2009) utvecklade tidigare ett regenereringsprotokoll som gav högst 70 % regenereringsfrekvens, men misslyckades med transformeringen av fältkrassing. Vi har nyligen utvecklat ett nytt regenereringsprotokoll med 93 % regenereringsfrekvens och ett effektivt transformeringsprotokoll som kan underlätta för genetisk modifiering av fältkrassing (Ivarson *et al.* 2013). Hittills har vi fått många transgena linjer med olika önskade gener. Vi kommer att utvärdera dessa linjer i biotron med avseende på egenskaper som ökad oljehalt, förbättrad oljesammansättning och minskad drösnings. Vi kommer i fortsättningen att försöka kombinera alla de önskade egenskaperna i en växt för att producera en ideal linje av fältkrassing.



Fig. 3 Fältkrassing som odlas i växthus före blomning (vänster) och efter blomning (höger)

Referenser

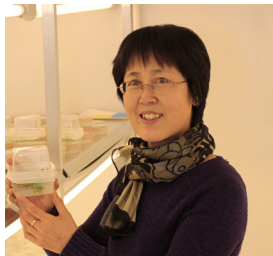
- Andersson, A.A.M., Merker, A., Nilsson, P., Sorensen, H. & Åman, P. 1999. Chemical composition of the potential new oilseed crops *Barbarea vulgaris*, *Barbarea verna* and *Lepidium campestre*. J Sci Food Agric 79, 179-186.
- Bergström, L. & Brink, N. 1986. Effects of differentiated applications of fertilizer N on leaching losses and distribution of organic N in the soil. Plant and Soil 93, 333-345.
- Eriksson, D. & Merker, A. 2009. An efficient adventitious shoot regeneration protocol for *Lepidium campestre* (L.) R. BR. Prop Ornam Plants 9, 78-83.
- Guan, R., Lager, I., Li, X.Y., Stymne, S. & Zhu, L.H. 2013. Genetically engineered high erucic acid *Crambe abyssinica* has shown a delayed seed development and oil accumulation. Plant Biotech J online, doi, 10.1111/pbi.12128. pp. 1-11.
- Gustafsson, A. 1987. Nitrate leaching from arable land in Sweden under four cropping systems. Swed J Agric Res 17, 169-177.
- IPCC, in Climate Change 2007, The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. S. Solomon *et al.*, Eds. (Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK and New York, 2007), pp. 1-21.
- Ivarson, E., Ahlman, A., Li, X.Y. & Zhu, L.H. 2013. Development of an efficient regeneration and transformation method for the new potential oilseed crop *Lepidium campestre*. BMC Plant Biology 13,115. doi,10.1186/1471-2229-13-115
- James, C. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops, 2012 (url: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/44/highlights/>).
- Jensen, E.S. 1991. Nitrogen accumulation and residual effects of nitrogen catch crops. Acta Agric Scand 41, 333-344.
- Känkänen, H. & Eriksson, C. 2007. Effects of undersown crops on soil mineral N and grain yield of spring barley. Eur J Agron 27, 25-34.
- Lemola, R., Turtola, E. & Eriksson, C. 2000. Undersowing Italian ryegrass diminishes nitrogen leaching from spring barley. Agric Food Sci in Finland 9, 201-216.
- Li, X.Y., Fan, J., Guan, R. & Zhu, L.H. 2013. Efficient selection and evaluation of transgenic lines of *Crambe abyssinica*. Front Pl Sci 4,162. doi, 10.3389/fpls. 2013.00162.
- Li, X.Y., van Loo, E.N., Gruber, J., Fan, J., Guan, R., Frentzen, M., Stymne, S. & Zhu L.H. 2012. Development of ultra-high erucic acid oil in the industrial oil crop *Crambe abyssinica*. Pl Biotech J.10, 862-870.
- Li, X.Y., Ahlman, A., Lindgren, H. & Zhu, L.H. 2011. Highly efficient in vitro regeneration of the industrial oilseed crop *Crambe abyssinica*. Ind Crops & Prod 33, 170-175.

- Li, X.Y., Ahlman, A., Yan, X., Lindgren H. & Zhu L.H. 2010. Genetic transformation of a dedicated oilseed crop *Crambe abyssinica*. *Pl Cell & Tiss Org Cult* 100, 149-156.
- Marvin, H.J.P., Kleter, G.A., van der Fels-Klerx, H.J. (Ine), Noordam, M.Y., Franz, E., Willems, D.J.M. & Boxall, A. 2013. Proactive systems for early warning of potential impacts of natural disasters on food safety, Climate-change-induced extreme events as case in point. *Food Control* 34, 444-456.
- Merker, A., Eriksson, D. & Bertholdsson, N. 2010. Barley yield increases with undersown *Lepidium campestre*. *Acta Agric Scand Section B - Soil & Plant Sci* 60, 269-273.
- Nilsson, P., Johansson, S.Å. & Merker, A. 1998. Variation in seed oil composition of species from the genera *Barbarea* and *Lepidium*. *Acta Agric Scand Section B – Soil and Plant Sci.* 48, 159-164.
- Richards, D.E., King, K.E., Ait-ali, T. & Harberd, N.P. 2001. How gibberellin regulates plant growth and development, a molecular genetic analysis of gibberellin signalling. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 52, 67-88.
- “World Population Prospects, the 2012 Revision – “Low variant” and “High variant” values”. UN. 2012. Retrieved June 15, 2013.
- “World population projected to reach 9.6 billion by 2050 – UN report”. UN News Centre. June 14, 2013. Retrieved June 16, 2013.
- Zhu, L.H., Holefors, A., Ahlman, A., Xue, Z.T. & Welander, M. 2001. Transformation of the apple rootstock M.9/29 with the *rolB* gene and its influence on rooting and growth. *Plant Science* 160, 433-439.
- Zhu, L.H., Li, X.Y., Ahlman, A. & Welander, M. 2003. The rooting ability of the dwarfing pear rootstock BP10030 (*Pyrus communis*) was significantly increased by introduction of the *rolB* gene. *Plant Science* 165, 829-835.

Abstract

Climate change and world population increase are two major challenges that human beings face. One of the consequences of climate change is global warming, which surely affects agricultural production and food supply. The global population is expected to reach between 8.3 and 10.9 billion by 2050, meaning more food is needed, which will be produced using almost the same or even reduced areas of agricultural land. To ensure sustainable agricultural production of raw material for food purposes, all plant breeding methods including modern technologies are needed to breed new genotypes with improved product quality and better coping with the changing climate. Compared to conventional breeding methods, genetic engineering is an essential, modern approach for improving plant properties in a more precise and efficient manner. The technology has been applied in plant research for over 30 years and the commercial production of cultivars obtained using this technology has been rapidly growing, especially in recent years and in developing countries. Using this technology, we have improved some important agronomic traits such as plant size, rooting capacity and oil qualities and quantities. Some of these improved plant materials are now in field trials for evaluating their potential commercial values.

Li-Hua Zhu tog ut en grundexamen i trädgårdsvetenskap vid Jilin Agri. Univ., MSc i växtfysiologi vid Henan Agri. Univ. och doktorsexamen i växtfysiologi vid Huazhong Agri. Univ. i Kina. Hon fortsatte som forskare vid Chinese Academy of Forestry i Kina, Wageningen Agri. Univ. och sedan vid SLU, Alnarp, där hon antogs som docent 2002 och professor i växtförädling 2011. Hennes forskning kring rotbildning, tillväxtsätt, blomning, sjukdomsresistens och oljekvaliteter/kvantiteter har fokuserat på bioteknikens tillämpning i växtförädlingen för att ta fram agroprodukter som är lönsamma, miljövänliga och hälsosamma.



Li-Hua Zhu
SLU, Växtförädling
Box 101
230 53 Alnarp
li-hua.zhu@slu.se

Genrevolution i växtförädlingspraktiken

The gene revolution put into plant breeding practice

Inger Åhman

Genetikens fantastiska utveckling

År 2013 var ett jubileumsår för några viktiga milstolpar när det gäller våra kunskaper om arvsmassan. För 60 år sedan publicerade Watson & Crick (1953) att arvsmassan, deoxiribonukleinsyra (DNA), har en dubbelspiralformad struktur. Trettio år senare, 1983, kom konferensrapporter om att man lyckats föra in ny DNA i en växts arvs-massa och fått denna DNA att leda till ett nytt protein i växten, via så kallad gentransformation. Ytterligare 20 år senare, 2003, rapporterades att hela DNA-sekvensen från människa kartlagts.

År 2013 var jag en av fyra forskare vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) som blev installerad som professor i växtförädling, i mitt fall med specialisering inom resistens mot skadegörare i stråsäd. Min forskarbana i den riktningen började i slutet av 1970-talet med studier av samspel mellan växtskadegörare och deras värdväxter, kunskaper som jag efter doktorexamen 1986 vid SLU och ett post doktorsår i USA fick chansen att tillämpa som växtförädlare vid dåvarande Svalöf AB, senare Svalöf Weibull AB. År 2006 kom jag tillbaka som forskare vid SLU och kunde där fortsätta med samma forskningsinriktning. Jag är ytterst tacksam över att ha fått vara verksam under en tidsperiod när mitt forskningsområde haft en så explosionsartad utveckling!

Förutom de milstolpar som "fyllde jämna år" 2013 vill jag lägga till några viktiga kunskapsframsteg av betydelse för växtförädling, och jag börjar med det allra viktigaste: Genom Gregor Mendels korsningar av ärtor med olika egenskaper och uppföljning i flera generationer blev det klarlagt att egenskaper nedärvs (Mendel 1865). Ett annat mycket viktigt genetiskt kunskapslyft är detta att kombinationer av tre nukleotidbaser i DNA via RNA kodar för en viss aminosyra i proteinkedjorna (1960-talet). Med den kunskapen är det möjligt att designa nya proteiner. Inom teknikområdet är tekniken för uppförökning av DNA genom en process kallad PCR (Polymerase Chain

Reaction) enligt min mening den mest betydelsefulla (1980-talet). Sammantaget har de senaste 150 årens ökade genetik-kunskaper revolutionerat möjligheterna för praktisk växtförädling!

Stimulerande utmaningar

Min forskning har som mål att generera kunskap och växtmaterial som kan komma till nytta i praktisk växtförädling, och då speciellt för att få fram sorter med bättre motståndskraft mot viktiga skadegörare i jordbruksgrödor. De nya kunskaperna om genetik, inklusive de nya teknikerna, har varit viktiga i det arbetet. Men de nya teknikerna kräver dock specialistkunskaper och det är både av den anledningen och av tidsskäl som det varit nödvändigt för mig att samarbeta med sådana experter. Dessutom är samarbete stimulerande!

Jag har haft förmånen att få arbeta med resistensförädling i olika grödor, som växtförädlats olika länge, alltifrån korn som var en av de första grödorna som medvetet började förbättras av svenska pionjärer inom växtförädling vid förra sekelskiftet, till raps som mer intensivt började växtförädlas i samband med andra världskriget. Och slutligen, till salix som inte förädlats alls för ändamålet som odlingsvärd energigröda.

Domesticering av salix

Ursprungsmaterialet för salixförädlingen har varit insamlat vilt material eller kloner som använts för andra ändamål t.ex. vid korgproduktion. Metoden har varit klassisk korsningsförädling där urvalen har gjorts i fält. Urval för resistens mot viktiga skadegörare har gjorts samtidigt med urval för hög tillväxt av stambiomassa och ett upprätt växtsätt. Jämfört med grödor som växtförädlats under mer än ett århundrade, som t.ex. våra sädeslag, har det varit betydligt lättare att hitta variation i resistens hos salix, både mot skadeinsekter och mot den viktigaste sjukdomen som är bladrost, och framstegen har varit stora genom de nya sorterna. Jag har även samlat in nytt växtförädlingsmaterial från naturen

och karakteriserat både detta och även korsningspopulationer för resistensegenskaper. Den informationen kan användas för genkartering, något som gör det möjligt att välja ut lovande avkommor med hjälp av genmarkörer för viktiga växtgenskaper. Det i sin tur innebär att man kan hitta de mest lovande plantindividerna redan på fröplantstadiet och därmed slippa att kлона upp och i fält testa alla avkommor från en korsning (Berlin Kolm *et al.* 2011).

Bladlusresistens i korn

I ett annat projekt har jag bedrivit förädling av korn för ökad resistens mot havrebladlus. Också här hämtades resistensegenskaperna från en vild släkting, ett vildkorn från Israel. I det fallet krävs upprepade återkorsningar till odlingsvärt korn med mellanliggande urval för resistens innan det är lönt att testa i fält. Under drygt 20 år har materialet odlats och testats i växthus och laboratorium. Urvalsmetoden har byggts på att väga enskilda bladlöss efter en viss tid av tillväxt på testplantan. Bladlusioners storlek påverkar hur många avkommor de får, vilket i sin tur påverkar utvecklingen av bladluspopulationen i fält. Det är en mycket tidskrävande urvalsmetod. Först i fjol var odlingsgenskaperna så pass goda att materialet kunde testas i fält. Resultatet var slående då den bästa linjen bara hade en tiondel så många bladlöss som den moderna kornsort som var moder till linjen. Också detta projekt bygger på klassisk växtförädling, men i senare generationer har även en genetisk markör för bladlusresistensen använts vid urvalen. På så sätt har vi kunnat halvera antalet förädlingslinjer som behövde testas med bladlöss. Nya, och ännu bättre markörer, är under utveckling bland annat med ledning av jämförelser mellan mottagliga och resistenta förädlingslinjers genuttryck (Delp *et al.* 2009). En annan mycket viktig förklaring till förädlingsframstegen har varit att icke-klyvande linjer har framställts efter varje korsning genom att använda tekniken med fördubblade haploider. Sådana linjer gör det möjligt att utföra försök med upprepningar och därmed göra säkrare urval. Det finns ännu inget exempel på någon marknadsförd stråsädessort som förädlats att bli resistent mot havrebladlus, vilket delvis beror på att säkra urval är svåra och dyra att göra.

Transgen raps

Jag har även fått vara med om att ta fram och utvärdera transgen raps, d.v.s. raps med en egenskap hämtad från en annan art. Eftersom det är kostsamt att ta fram och även att få tillstånd att odla transgena växter är det ingen metod som man tar till om det finns andra möjligheter. Syftet i detta fall var att öka resistensen mot rapsbagge, en viktig skadegörare mot vilken det inte finns tillräcklig resistens hos växter som är korsningsbara med raps. Arbetet inleddes med att olika typer av proteiner från ett antal andra grödor testades som tillskott till födan för rapsbaggelarver (Åhman & Melander 2003). Ett lektin från ärt visade sig i hög koncentration kunna döda larverna. Genen för detta ärtlektin fördes sedan in i raps tillsammans med en genreglerande sekvens, en så kallad promotor (Melander *et al.* 2003). Denna promotor gjorde att proteinet bara bildades i pollen och inte i andra växtdelar. Det är logiskt att ha resistensfaktorn där eftersom en stor del av rapsbaggens föda utgörs av pollen i olika utvecklingsstadier. Det innebär samtidigt att man inte behöver förvänta sig några effekter på organismer som lever på andra växtdelar (Ekbom *et al.* 2008). Av flera skäl kom aldrig denna raps ut på marknaden, men utomlands har andra transgena växter som majs och bomull medfört ett avsevärt minskat behov av kemisk bekämpning mot skadliga insektslarver över stora arealer.

Mottaglighetsgener: Ett nytt angreppssätt

På senare tid har tyngdpunkten i forskningen som rör samspelet mellan skadegörare och växter skiftat över från att försöka klarlägga vilka växtgenskaper som motverkar skadegörarna till vilka växtgenskaper som gynnar dem. I det sammanhanget är det också viktigt att man har ändrat synen på växten, från att betrakta den som ett passivt offer till en högst anpassningsbar organism, hos vilken inducerade förändringar delvis beror på vilken skadegörare som angriper. Likaså har man med tiden fått en mycket mer dynamisk syn på skadegöraren, hur den genom att avge vissa proteiner styr och förändrar växten till sin egen fördel. Om man slår ut sådana mottaglighetsgener hos värdväxten blir resultatet en mer resistent växt (Åhman 2013) och jag hoppas framöver få uppleva att riktad mutagenes av mottaglighetsgener blir en viktig del i växtförädlingen!

Referenser

- Berlin Kolm, S., Björkman, C., Bonosi, L., Ghelardini, L., Lehrman, A., Nordb, N.-E., Rönnerberg-Wästljung, A.C., Samils, B., Stenberg, J.A., Stenlid, J., Weib, M., Åhman, I. & von Arnold, S. 2011. Nya salixsorter med modern växtförädlings teknik. Fakta Jordbruk – rön från Sveriges lantbruksuniversitet 1, 4p.
- Delp, G., Gradin, T., Åhman, I. & Jonsson, L.M.V. 2009. Microarray analysis of the interaction between the aphid *Rhopalosiphum padi* and host plants reveals both differences and similarities between susceptible and partially resistant barley lines. *Molecular Genetics and Genomics* 281, 233-248.
- Ekbom, B., Lehrman, A., Åhman, I. 2008. Risk och nyttovärdering av raps som genmodifierats för insektresistens. Fakta Jordbruk – om forskning vid Sveriges lantbruksuniversitet 1, 4p.
- Melander, M., Åhman, I., Kamnert, I. & Strömdahl, A.-C. 2003. Pea lectin expressed transgenically in oilseed rape reduces growth rate of pollen beetle larvae. *Trans. Res.* 12, 555-567.
- Åhman, I. & Melander, M. 2003. Potato proteins, and other plant proteins, as potential transgenic resistance factors to pollen beetles in oilseed rape. *Ann. appl. Biol.* 143, 253-260.
- Åhman, I. 2013. Breeding for inducible resistance. Introductory lecture at IOBC-WPRS Working group meeting on "Induced resistance in plants against insects and diseases", Avignon, 10-13 June 2013. *IOBC-WPRS Bulletin* 89: 311-317.

Tack

Tack till alla samarbetspartner som har gjort det möjligt för mig att använda de nya växtförädlings teknikerna (se t.ex. referenslistan). Tack också till teknisk personal som noggrant och tålmodigt hjälpt mig med det praktiska arbetet. Jag vill också tacka handledare och chefer som stöttat mig i arbetet. Finansiellt stöd har erhållits från FORMAS (SJFR), Energimyndigheten, Stiftelsen Lantbruksforskning, Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning, Jordbruksverket, MISTRA, EU, SLU samt Lantmännen Lantbruk.

Abstract

Pre-breeding for pest and disease resistance in agricultural crops like barley, oilseed rape and salix, using traditional as well as recent breeding techniques as they develop, is described. The research has contributed to the emergence of salix as a valuable bioenergy crop with resistance to the most important pests and diseases. A long-term pre-breeding attempt using wild barley as a resistance source has recently been validated in a field trial for bird-cherry oat aphid resistance with very promising results. Also, transgenic oilseed rape targeting resistance to pollen beetle has been developed using a gene from another crop, the pea lectin gene from pea.

Inger Åhman, som är professor i växtförädlings, bedrev 1981-1986 doktorandstudier vid Sveriges lantbruksuniversitet med examen i växtpatologi, inriktning entomologi. Efter s.k. post doc vid Cornell University i USA i ett år påbörjade hon en drygt 18 år lång anställning som resistensförädlare vid Svalöf AB/Svalöf Weibull AB. Hon blev docent vid SLU 2003. Sedan 2006 leder Inger en forskargrupp vid SLU som arbetar med växtförädlings för att lindra effekter av olika skadegörare, med särskild huvudinriktning mot skadegörare i stråsåd.



Inger Åhman
SLU, Växtförädlings
Box 101
230 53 Alnarp
inger.ahman@slu.se

Växtförädling och dess betydelse

Plant breeding and its importance

Karin Tengwall

(Uppsatsskrivning i studentexamen 15 mars 1945 vid Helsingborgs högre allmänna läroverk för flickor)

Vid 1800-talets slut uppstod ett nytt verksamhetsområde för naturvetenskapsmännen. Det var växtförädlingen, som grundar sig på de ärftlighetslagar den österrikiske munken Greger Mendel på 1860-talet uppställde på grundval av noggranna undersökningar. Som vi få se har växtförädlingen fått en oerhörd stor betydelse.

Man kan skilja på två olika grenar av växtförädling: förädling av säd och örter i allmänhet samt förädling av träd. Denna uppdelning grundar sig till stor del på att man använder sig av olika metoder vid förädlingen.

Här i Sverige har särskilt förädling av sädeslagen fått stor betydelse. För att veta hur man går till väga anför jag här som exempel förädling av vete. Det svenska vetet gav inte tillräcklig avkastning, men så fanns det en engelsk sort, som var mycket rik. Denna odlades på försök, men som väntat, uthärdade den inte frosten. Hur skulle man nu kunna kombinera köldhärdighet och god avkastning? Jo, man korsade de två arterna, men härigenom uppkommo talrika heterosygoter och tämligen få homosygoter. Det svåraste arbetet var att få fram tillräckligt många av det senare slaget. Detta kan delvis åstadkommas genom inbördes korsning och självbefruktning av bastarder. Denna inavel har betydelse, därför att det finns fler chanser, att anlagen, som förekomma parvis, skola få lika komponenter, dvs bli homosygoter. Man kan sedan företaga en utgallring av växter med icke önskade anlag och därefter fortsätta korsningen med de önskade. Så småningom har man nått det eftersträfvade resultatet. Den här nämnda förädlingen av vete tog cirka femton år.

Vid trädförädlingen har man använt sig av delvis avvikande metoder. Sådana äro röntgen- och annan strålbehandling, köldchocker och giftinsprutningar. Resultatet av dessa behandlingar är

kromosomförubbling. Man får alltså inte några nya egenskaper i vanlig bemärkelse utan det är de gamla, som förändras. Kromosomförubblingen inverkar särskilt på växternas storlek. Hos skogsträden har man också fått fram bättre virke, snabbare återväxt och dylikt.

Fruktträdsförädlingen har framför allt gällt äpplen. Ovetande om ärftlighetslagarna kommo våra förfäder ganska långt genom urval av bra växter, men detta urval kan inte fullföljas längre än till en viss gräns. Sedan får den moderna växtförädlingen taga vid med t. ex. kromosomförubbling. Man har t.o.m. fått fram tetraploida äpplen, dvs. sorter med ett kromosomtall som är fyra gånger så stort som det normala. Dessa äpplen bli emellertid alltför stora för att det skall löna sig att föra dem i marknaden. Trots detta äro de tetraploida äpplena av stor betydelse, ty vid korsning med en diploid sort får man konstant triploider. Dessa äro också stora och synnerligen vitaminrika.

Här har nu i korta drag beskrivits vilka metoder man har till sitt förfogande vid växtförädling av olika slag. Då man nämner, att endast här i landet inkomsten av skörden ökats med omkring hundra millioner kronor årligen tack vare de förbättrade sädeslagen, förstår man till fullo betydelsen av växtförädling. Under krisårens avspänning ha vi på många sätt försökt göra oss självförsörjande. Detta gäller bl. a. oljeproduktionen. Genom korsning och förädling av förut nämnda oljeväxter har man nått tämligen goda resultat. Eftersom trädförädlingen är ganska ung har man ännu inte fått se resultaten i praktiken. Att de bli av stor betydelse är det ingen tvekan om. Då vår export till stor del består av trävaror är det ju synnerligen viktigt, att dessa äro förstklassiga. Var och en inser betydelsen av starkt virke, stor avkastning och snabb återväxt.

Tändsticksindustrin väntar sig mycket av jätteasp, som är en polyploid asp. Vad beträffar fruktförädlingen skulle det vara av stor betydelse om vi hade sorter, som förbli färska ett helt år. Därigenom skulle import vara så gott som onödig.



Detta skulle inte endast ha ekonomisk betydelse utan också betydelse för folkhälsan, ty den svenska frukten är betydligt vitaminrikare än den utländska, därför att den inte behöver plockas förrän den är mogen.

Växtförädlingen har alltså gjort stora framsteg och fått vittomfattande betydelse för det mänskliga välbefindandet, men ännu mer kommer säkert att göras för att människorna efter kriget skola kunna återfå sin forna levnadsstandard.

Abstract

This brief essay on the importance and value of plant breeding was prepared for student exams in 1945. Karin Andrén, born Tengwall, postulated that plant breeding would be of great importance for regaining wellbeing in in post-war Europe. Her prediction would come true.

Kommentar

Jag sommarjobbade 15 juni – 15 juli 1943 på Sveriges Utsädesförening i Svalöv och arbetade med korsning av oljeväxter.



Karin Andrén, f. Tengwall
Klostergatan 10
222 22 Lund

Växtförädling – en livsviktig verksamhet

Plant breeding – a vital activity

Anders Nilsson

Denna artikel utgör en sammanfattning av de inledande föredragen och den efterföljande diskussionen i samband med seminariet "Växtförädling - en livsviktig verksamhet" som hölls i Riksdagen 13 februari 2013. Seminariet var ett samarrangemang mellan Sveriges Utsädesförening och Kristdemokraterna.

I den inbjudan som skickades ut inför seminariet framhölls följande:

Enligt IPCCs senaste bedömningar av de klimatförändringar vi står inför kommer vi att gå mot en värld där medeltemperaturen har ökat väsentligt mer och snabbare än vad som angetts i tidigare prognoser. Det talas nu om +4°C till år 2100. För Norden kommer genomslaget att bli än kraftigare, kombinerat med ändrat mönster för nederbörden. Vi kan räkna med att trycket från skadegörare ökar, liksom risken för förlust av näringsämnen. För flera av dagens viktigare jordbruksområden, globalt sett, kommer förutsättningarna för odling att försämrats genom minskad nederbörd, medan de bli bättre i Skandinavien genom en längre växtperiod. En växande global befolkning och ökat välstånd ställer krav på ökad produktion, samtidigt som bioenergi och råvaror baserad på gröna kolatomer för industrin tas fram. Det här betyder att odling i Norden kommer att bli viktigare i ett internationellt perspektiv, men också att det ekologiska avtrycket måste minimeras.

För odlingen i en kunskapsbaserad bioekonomi krävs tillgång till sorter som är anpassade till vårt klimat och till de krav som ges av de ramar för odlingen som samhället ställer upp och av konsumenterna och olika aktörer på marknaden. Det behövs en växtförädling som förmår svara upp mot dessa behov för viktiga aktuella växtslag och för olika delar av landet. Växtförädling är en långsiktig verksamhet där vi nu utnyttjar den förädling som initierades för 15-20 år sedan. Sedan dess har omfattningen av de mer tillämpade delarna av svensk växtförädling, dvs. framställning av nya sorter i olika växtslag, minskat genom mindre insatser i

privat verksamhet och från samhällets sida. Förutsättningarna för verksamheten har också ändrats med olika tillämpningar av växtgenetisk forskning. Samhället ger nu stöd till ett begränsat förädlingsprogram vid Sveriges lantbruksuniversitet och dessutom till olika forskningsprojekt inom området. Ett nordiskt partnerskap för samverkan mellan förädlingsföretagen och akademien har initierats. I Danmark har en utredning nyligen lagt fram förslag om kraftigt ökade insatser i hela kedjan från forskning till växtförädling till underlag för rådgivning som delar i en strategi för att stärka dansk lantbruk samtidigt som klimat- och miljöbelastningen minskas.

Är nuvarande satsningar i Sverige och i våra grannländer tillräckliga eller behöver mer göras? Gör vi rätt prioriteringar i kedjan bevarande – utveckling – nyttiggörande av genetiska resurser? Behöver det offentliga engagemanget i kedjan stärkas och i så fall var? Vilka politiska beslut är nödvändiga?

Ett 40-tal personer hade hörsammat inbjudan och deltog i seminariet. De följande avsnitten utgör sammanfattningar av förberedda presentationer samt inlägg som gjordes i den efterföljande diskussionen.

Roland von Bothmer, SLU: NordGen bygger på mer än 30 års samarbete i Norden för bevarande av genetisk diversitet. Betydelsen av tillgång till diversitet visas av den utmaning som förädling för resistens mot skadegörare innebär, t ex för resistens mot mjöldagg i vete och mot potatisbladmögel i potatis. Men modern växtförädling har mer och mer inneburit att högförädlad material utnyttjas utan att tillföra nya genkällor samtidigt som hänsyn till många olika egenskaper ska vägas samman. Stora skillnader mellan rekordskördar och uppåtdåda medelskördar innebär att vi måste sträva mot en uthållig intensifiering utan större tillförsel av insatsmedel.

I växtförädlingen leder detta till att pre-breeding, dvs. steget mellan den praktiska förädlingen

och forskningen, måste förstärkas. I denna ingår att införa nya egenskaper i en anpassad genetisk bakgrund, att bredda den genetiska basen i takt med klimatförändringar och att utveckla ny metodik för förädlingsarbetet.

Viktiga budskap: kontinuerlig växtförädling är en förutsättning för jordbrukets utveckling och livsmedelsproduktionen, det behövs ett ökat samarbete mellan bevarande och utnyttjande av genetiska resurser och den offentligt stödda växtförädlingen behöver stärkas, särskilt för att ta fram regionala sorter.

Jan Eksvärd, LRF: Globalt sett måste matproduktionen öka kraftigt, vattenbristen hanteras, distributionen av maten förbättras och människor ha råd att köpa maten. Detta ska ske med knapphet på fossil energi och med minimal miljöpåverkan. Det svenska jordbruket står inför stora utmaningar: att leverera livsmedelstrygghet och råvaror för energi och industri, att minska sin belastning på miljön och beroendet av fossil energi, att anpassa sig till ändrad konsumtion och förändrat klimat. Vi kan inte öka skördarna med mer handelsgödsel och den svenska konsumtionen av livsmedel kräver idag en skuggareal i andra länder på ca 1 miljon ha.

I Sverige har ökningen av skördarna i höstvetete stagnerat mer än i andra länder i norra och västra Europa. Utmaningar vi står inför och dagens situation visar på behov av nya odlingstekniker och strategier, t ex fleråriga grödor, fler skördar per år, integrerat växtskydd, åtgärder för minskat läckage och inbindning av kol. Växterna måste anpassas till dessa nya förutsättningar med nya egenskaper i befintliga och nya grödor – N-effektivitet, resistens, flerårighet, lågt upptag av kadmium, anpassning till långa dagar för att kunna bidra till ett mer hållbart jordbruk. Det är osannolikt att de globala utsädesföretagen är intresserade av att ta fram sådana sorter för små nordiska marknader.

För att kunna visa om nya egenskaper bidrar till en mer hållbar produktion behövs ett system som redovisar miljönytta och miljöpåverkan. Nuvarande system för godkännande av GM-växter blockerar utvecklingen och behöver förändras så att det blir teknikneutralt. Det är egenskaperna som är viktiga, inte hur de har tagits fram. Ett sådant granskningssystem skulle ge växtförädlarna tillgång till fler verktyg som kan utnyttjas för att ta fram växter med de egenskaper som behövs och samtidigt ge odlare och konsumenter önskad trygghet.

Det skulle behövas en utredning som visade hur växtförädling kan bidra till hållbar produktion och konkurrenskraft i nordliga regioner. Samtidigt borde samarbetet över landsgränserna utvecklas. Dessutom borde det statliga stödet till växtförädling växlas upp snarast.

Anders Nilsson, SLU: De regionala klimatskillnaderna är stora i Norden, öst-väst likväl som nord-syd, och detta visar sig i valet av sorter i växtslag där vi har flera förädlingsprogram i Norden, t ex korn eller vallgräs.

Det finns en lång tradition av samverkan mellan samhälle – lantbruk i växtförädlingen som ledde fram till bildandet av Svalöf AB och därefter Svalöf Weibull AB. Under 80-talet satsades gemensamt ca 40 miljoner SEK/år på kommersiellt olönsam förädling och pre-breeding i dåtida värde. Sedan 2009 finns ett nationellt program för växtförädling på SLU (nu 6 miljoner SEK/år) och med fem små aktiviteter: sortframställning i äpple/vinbär och potatis, resistensförädling i korn och två mer forskningsinriktade projekt (tolerans för vattenmättnad i korn samt samspel mellan potatis och potatisbladsmögel). Dessutom ger Formas och SLF tillsammans stöd till växtförädlingsprojekt, liksom Energimyndigheten. Mistra, Strategiska Forskningsstiftelsen, Formas och EUs ramprogram har gett stöd till större växtbiotekniska projekt under senare år.

I Norge och Finland har de delvis statsägda företagen, Graminor respektive Boreal, omfattande stöd till sortframställning i grödor som inte kan förädlas kommersiellt (höstsäd, vallväxter, proteingrödor, potatis, frukt och bär) och dessutom till pre-breeding i företagen eller i samverkan företag – institut/ universitet. Stödet uppgår till närmare 30 miljoner SEK/år i respektive land. I en norsk utredning som nyligen avlämnats föreslås en rad åtgärder för att höja den norska spannmålsproduktionen, bland annat förstärkt växtförädling.

DLF Trifolium, Sejet, Nordic Seed och Vandel bedriver kommersiell förädling av vallväxter, höstvetete, korn och potatis i Danmark. Det finns inget direkt engagemang från samhället i växtförädling annat än som tillämpade forskningsprojekt. En utredning, som utgör en del av en vision om stärkt danskt lantbruk med mindre klimat- och miljöpåverkan, har nyligen föreslagit en stor satsning på resistensförädling, utveckling av genomisk selektion och växtförädlingsforskning, totalt mer än 100 miljoner DKR/år.

Sedan 2011 finns ett nordiskt samarbete för pre-breeding i ett Offentligt-Privat Partnerskap (PPP) som samtliga nordiska förädlare anslutit sig till med ett samlat bidrag från länderna med 4 miljoner DKR/år och lika mycket från förädlingsföretagen. Motiv för satsningen var behoven av anpassning till ett förändrat klimat och av att möta miljökrav samt utväxlingen av gemensamma insatser. Tre projekt har startats, i korn, rajgräs och äpple. Verksamheten utvärderas för inför en eventuell fortsättning efter 2013.

Bo Gertsson, Lantmännen Lantbruk: Växtförädling handlar om att skapa genetisk variation och att därefter selektera fram den eller de individer som bäst svarar mot de krav som ställts upp. Korsningar mellan sorter och med genbanksmaterial eller närbesläktade arter utnyttjas för att ta till vara befintlig variation; olika tekniker för mutationer eller genetisk modifiering används för att skapa ny variation i de fall den inte finns tillgänglig. För selektion har traditionella metoder med graderingar och analyser kompletterats med indirekta mätmetoder, bildanalys och genetiska markörer. Nästa steg är analys av hela arvsmassan, s.k. genomisk selektion.

Lantmännen Lantbruk arbetar i sin växtförädlingsavdelning både med sorter ur den egna förädlingen och med sorter som licensierats från andra förädlare, eftersom man har ansvar för att Lantmännen har en komplett och konkurrenskraftig sortportfölj i sin försäljning av utsäde på den svenska marknaden. Kommersiell förädling bedrivs i vete, vårkorn, havre, rågvete, raps, vallgrödor, potatis och Salix. Förädlingen bedrivs vid förädlingsstationer i Sverige, Tyskland och Nederländerna samt i samarbete med partners. Insatser i pre-breeding är beroende av hur stort respektive förädlingsprogram är. För att bekosta en långsiktig och kraftfull satsning på pre-breeding krävs en stor marknad eller ett mervärde. Detta är fallet i t ex höstrapsprogrammet som har en kommersiellt finansierad förädlare för pre-breeding. För mindre marknader, som den nordiska, krävs i allmänhet en koppling till konsortier, PPP-projekt eller andra offentligt finansierade projekt. För förädling för Norrland finns också ett statligt stöd som går till den kostsamma provningen av de sorter som företaget förädlat fram. För små förädlingsprogram blir den avslutande provningen med officiella försök en oproportionerligt stor del av förädlingskostnaden.

För utveckling av lämpliga sorter för små mark-

nader och som inte bedöms som kommersiellt intressanta finns det två principiella möjligheter under förutsättning av ett statligt stöd: att i Sverige prova sorter som tagits fram av andra förädlare för andra marknader eller att sätta upp särskilda förädlingsprogram. Lantmännen är beredda att medverka i båda modellerna med sin erfarenhet och struktur för förädling.

Sammanfattningsvis: kommersiell växtförädling i Sverige ska möta ökade krav på hållbarhet, men har nya redskap för att göra detta. Kraven på lönsamhet gör att den kommersiella förädlingen behöver baseras på allt större marknader eller mervärden. Samtidigt behövs kritisk massa och långsiktighet för framgång. Ett offentligt stöd till växtförädling ger god utväxling, men behoven är olika i kedjan pre-breeding – förädling – provning för olika växtslag och en prioritering är nödvändig.

Från diskussionen:

Det finns starka skäl för att genomföra en utredning av hur förstärkt svensk växtförädling kan möta kraven på såväl klimatanpassning, miljökrav och en kunskapsbaserad bioekonomi som behov av förbättrad konkurrenskraft, dvs en kombination av de danska och norska utredningarna.

Värdet av det samlade stödet till växtförädling från stat och näring under 80-talet är i dagens penningvärde ca 80 miljoner SEK/år. Dagens situation är att stödet är 6 miljoner SEK/år, helt otillräckligt och snarast har karaktären av ad hoc-insatser. I ett första steg borde det offentliga stödet till kommersiellt olönsam sortframställning och pre-breeding räknas upp till 20 miljoner SEK/år i avvaktan på förslagen från en utredning. Stödet bör administreras via jordbruksverket för att möjliggöra en bredare bedömning av behovet för insatser och för fler aktörer än SLU att kunna ta del av programmet. Fortsatt stöd till projekt för tillämpad växtförädlingsforskning från Formas och SLF är ett angeläget komplement.

Det nordiska samarbetet är viktigt och den gemensamma satsningen på PPP för pre-breeding bör fortsätta och förstärkas. En lämplig nivå kan vara 16 miljoner DKR/år från länderna och lika mycket projektvis från deltagande växtförädlingsföretag, beroende på utfallet av den pågående utvärderingen. Det är också viktigt att ta hänsyn till de satsningar som våra grannländer gör på kommersiellt olönsam sortframställning i de motsvarande satsningar som Sverige gör och en fördelning

av ansvar för olika grödor bör eftersträvas.

Det finns ett behov av kompetensförsörjning inom växtförädling, inte bara till företagen, som kan mötas genom ett utökat stöd till området från staten.

För att initiativ för växtförädling ska kunna få genomslag är det nödvändigt att mål för verksamheten, behov från samhälle och näringsliv samt krav på insatser kan kommuniceras på ett verkningfullt sätt till politiker. Minst lika viktig är den kommunikation som riktas till allmänheten. Ett sätt att göra detta är att lyfta fram vilka egenskaper som kan tillföras de växter vi odlar genom växtförädling. Artiklar för pressen bör vara jordnära och ska gärna ha bra exempel att berätta.

Diskussionen om växtförädling får inte fortsatt handla om för eller emot gentekniken. I stället för att handla om olika tekniker bör vi lyfta fram egenskapernas bidrag till en mer hållbar produktion och generella behov av insatser inom växtförädling för att matcha utvecklingen av odlingstekniker. Systemet för att granska nya sorter bör vara teknikneutralt.

Växtförädling är en kontinuerlig process för en fortsatt anpassning till ändrade förutsättningar i fråga om klimat, marknad mm. Resistens mot sjukdomar och skadegörare bryts ner efter hand och måste ersättas med ny resistens.

Vi har gjort betydande satsningar på att bevara genetisk diversitet i genbanker. Nu är det nödvändigt att de här ansamlade genetiska resurserna också kommer till användning.

Länkar till

Dansk utredning <http://1.naturerhverv.fvm.dk/publikationer.aspx?ID=8943>

Norsk utredning <http://www.regjeringen.no/nb/dep/lmd/dok/rapporter-og-planer/rapporter/2013/okt-norsk-kornproduksjon.html?id=714275>

Debattartikel inför <https://www.gp.se/nyheter/debatt/1.1301715-livsviktigt-att-satsa-seminariet-mer-pa-vaxtforadling>

Debattartikel om <http://www.atl.nu/synpunkten/stora-utmaningar-f-r-svensk-v-xtf-r-dling> växtförädling

NordGen med <http://www.nordgen.org/index.php/en/content/view/full/1907>

PPP-material

Abstract

This article summarizes presentations and the discussion held at the Swedish Parliament on 13 February 2013 in a seminar organized jointly by the Swedish Christian Democratic Party and the Swedish Seed Association. The main objective of the seminar was to table matters relating to plant breeding in Sweden and, notably, the following: Are current efforts in Sweden and in our neighboring countries adequate, or need more be done? Are we setting the right priorities in the chain of conservation – development – utilization of genetic resources? Should public engagement in the chain be strengthened and, if so, where? What political decisions are necessary?



Anders Nilsson
SLU, LTV-fakulteten
Box 53
230 53 Alnarp

Aktuellt från Utsädesföreningen 2013

News from the Seed Association 2013

Anders Nilsson

Den 13 februari arrangerade Sveriges Utsädesförening och Kristdemokraterna (kd) ett seminarium i Riksdagen med rubriken "Växtförädling – en livsviktig verksamhet" på initiativ av styrelseledamoten Otto von Arnold. Seminariet samlade ett 30-tal deltagare. I inbjudan framhölls att för odlingen i en kunskapsbaserad bioekonomi krävs tillgång till sorter som både är anpassade till vårt klimat och till de krav som ges av de ramar för odlingen som samhället ställer upp, liksom av konsumenter och olika aktörer på marknaden. Det behövs en växtförädling som förmår att svara upp mot dessa behov för viktiga aktuella växtslag och för olika delar av landet. I Danmark har en utredning nyligen lagt fram förslag om kraftigt ökade insatser i hela kedjan från forskning till växtförädling, samt underlag för rådgivning, som delar i en strategi för att stärka danskt lantbruk samtidigt som klimat- och miljöbelastningen minskas.

Är nuvarande satsningar i Sverige och i våra grannländer tillräckliga, eller behöver mer göras? Gör vi rätt prioriteringar i kedjan bevarande – utveckling – nyttiggörande av genetiska resurser? Behöver det offentliga engagemanget i kedjan stärkas och, i så fall, var? Vilka politiska beslut är nödvändiga?

Roland von Bothmer framhöll inledningsvis budskapet att kontinuerlig växtförädling är en förutsättning för jordbrukets utveckling och livsmedelsproduktionen. Det behövs ett ökat samarbete mellan bevarande och utnyttjande av genetiska resurser och den offentligt stödda växtförädlingen behöver stärkas, särskilt för att ta fram regionala sorter.

Jan Eksvärd, LRF, påpekade att nuvarande system för godkännande av GM-växter blockerar utvecklingen och behöver förändras så att det blir teknikneutralt. Det är egenskaperna som är viktiga, inte hur de har tagits fram. Det skulle behövas en utredning som visade hur växtförädling kan bidra till hållbar produktion och konkurrenskraft i nordliga regioner. Samtidigt borde samarbetet över

landsgränserna utvecklas. Dessutom borde det statliga stödet till växtförädling växlas upp snarast.

Anders Nilsson redogjorde för de satsningar på växtförädling som görs från samhällets sida i Sverige och i våra nordiska grannländer. Han beskrev också hur det nordiska samarbetet i det offentligt-privata partnerskapet för pre-breeding hade utvecklats och den utvärdering som vid tillfället genomfördes som förberedelse för beslut om partnerskapets fortsättning.

Bo Gertsson, Lantmännen Lantbruk, beskrev situationen för den kommersiella växtförädlingen i Sverige. Den ska möta ökade krav på sorternas egenskaper och har nya redskap för att göra detta. Kraven på lönsamhet gör att den kommersiella förädlingen behöver baseras på allt större marknader eller mervärden. Samtidigt behövs en kritisk massa och långsiktighet för framgång. Ett offentligt stöd till växtförädling ger god utväxling, men behoven ser olika ut i kedjan pre-breeding – förädling – provning för olika växtslag, och en prioritering är nödvändig.

I den efterföljande diskussionen framfördes att insatserna från samhället för växtförädling behöver ökas för att kunna svara mot de behov som finns. Kompetensförsörjningen inom växtförädlingen behöver också säkras, inte bara till företagen utan även till växtförädlingsforskningen.

För att initiativ för växtförädling ska kunna få genomslag på politisk nivå är det nödvändigt att mål för verksamheten, behov från samhälle och näringsliv samt krav på insatser kan kommuniceras till politiker på ett verkingsfullt sätt. Minst lika viktig är den kommunikation som riktas till allmänheten. Diskussionen om växtförädling får inte fortsatt handla om för eller emot gentekniken. I stället för att handla om olika tekniker bör vi lyfta fram egenskapernas bidrag till en mer hållbar produktion, liksom generella behov av insatser inom växtförädling för att matcha utvecklingen av odlingstekniker. Systemet för att granska nya sorter bör vara teknikneutralt.

Växtförädling är en kontinuerlig process för en fortsatt anpassning till ändrade förutsättningar i fråga om klimat, marknad mm. Resistens mot sjukdomar och skadegörare bryts ner efter hand och måste ersättas med ny resistens. Vi har gjort betydande satsningar på att bevara genetisk diversitet i genbanker. Nu är det nödvändigt att de här samlade genetiska resurserna också kommer till användning.

Årets sammarmöte hölls den 24 maj på Alnarp med ett 40-tal deltagare. Programmet handlade om växtbioteknikens tillämpning i växtförädlingen. Torbjörn Fagerström presenterade sin och framlidne Sören Wibes utredning om priset för att avstå från växtbioteknik och något om vetenskapens möjligheter. Avslutningsvis konstaterade han att utmaningen är att på ett begripligt vis kunna presentera varför växtbiotekniken är en bra teknik som vi behöver. Erik Alexandersson beskrev hur verksamheten inom PlantLink, ett samarbete mellan SLU Alnarp och Lunds universitet, har utvecklats. Sten Stymne redogjorde för ICON-projektet för att ta fram oljekål, *Crambe*, med dels hög halt av erukasyra, dels vaxestrar för industriell användning. Projektet har varit framgångsrikt men, mot bakgrund av den negativa inställningen till GM-grödor i EU, hindras den fortsatta utvecklingen av svalt intresse från näringsliv och finansärer av forskning. Ett samarbete med partner i Brasilien diskuteras därför. Robert Olsson, Nordic Beet Research, konstaterade att avkastning har högsta prioritet i val av sorter av sockerbeta. Sorter som kan sås på hösten utan att gå i stock, ”vinterbetor”, är därför en intressant möjlighet. Nya herbicidtoleranta sorter som har tagits fram utan genteknik är en annan intressant ny egenskap. Håkan Schroeder konstaterade att växtbiotekniken är en viktig del av profilen för LTJ-fakulteten.

I diskussionen framhöll Sten Stymne att det nästan bara är i Sverige som försök med GM-grödor genomförs. Han konstaterade också att den negativa inställningen medfört att projekt inom växtbioteknik i praktiken är utestängda från de PPP¹-modeller som etablerats för finansiering av forskning. Flera av deltagarna i mötet konstaterade att vi i Sverige är mer benägna att ta diskussioner med motståndare till tekniken än i andra länder, men samtidigt konstaterades svårigheterna att få genomslag på EU-nivå för att biotekniken ska kunna accepteras. Förutom de argument som handlar om den direkta nyttan som följer med specifika egen-

skaper kan kopplingar göras till intresset för växter i allmänhet och för livsmedelsförsörjningen, såväl i de lokala som i de globala perspektiven.

Vid årsmötet omvaldes Eva Karin Hempel till föreningens ordförande liksom övriga ledamöter i styrelsen. Roland von Bothmer avtackades efter lång och trogen tjänst som ansvarig utgivare för Tidskriften. Dave Servin ersatte Tomas Bryngelson som sekreterare i föreningen. Årsmötet godkände årsredovisningen som visade på ett ordentligt förbättrat resultat med ett eget kapital på ca 88 000 kr vid årets utgång. Föreningen hade 65 årsbetalande medlemmar och 232 ständiga, utländska eller hedersmedlemmar under 2012, varav 62 betalade avgift för distribution av SUF:s Tidskrift och/eller lämnade ett frivilligt bidrag. Antalet betalande medlemmar har ökat något under 2013.

Den 22 augusti deltog Torbjörn Fagerström, Roland von Bothmer och Anders Nilsson i ett möte på Jordberga med ledamöter från regeringspartierna i miljö- och jordbruksutskottet med presentationer och diskussion om tillämpningen av växtbioteknik i växtförädlingen.

Under året har föreningens styrelse tagit initiativ till ett nytt dialogprojekt kring bioteknikens tillämpning i växtodlingen. Bakgrunden till detta är erfarenheter från det dialogprojekt som genomfördes i ett tidigare skede genom KSLA och som avslutades med ett seminarium på KSLA i augusti 2012. KSLA har sett positivt på detta initiativ och en grupp håller nu på att formeras. Syftet är att föra en konstruktiv diskussion om dessa frågor i denna grupp, knutet till ett antal mindre seminarier. Projektet förväntas hålla på hela 2014 och dess resultat kommer därefter att redovisas. SUF kommer att stå för vissa kostnader i sammanhanget.

Med detta nummer distribueras också ett inbetalningskort för årets avgifter. Medlemsavgiften för årsbetalande medlemmar är oförändrat 100 kr och avgiften för SUF:s Tidskrift oförändrat 200 kr. Det är viktigt att ni anger på inbetalningskortet vem som betalningen avser. *Också 2013 har vi fått några få inbetalningar som saknade avsändare och som vi inte kunnat identifiera. Detta är så klart mycket otillfredsställande.* Inbetalningskort kommer också att skickas till tidigare årsbetalande medlemmar och till ständiga medlemmar som valt att inte teckna sig för distribution av tidskriften. Vi hoppas att den vägen kunna återuppliva något medlemskap och också att de som betalat utan att ge sig till kän-

na ska kunna identifieras. Jag vill också passa på att i förväg tacka för de eventuella frivilliga bidrag som kan komma att lämnas till SUF från i första hand ständiga medlemmar!

Abstract

SUF has been engaged in the following seminars and other meetings during 2013:

February 13th – a seminar arranged in the Swedish Parliament on “Plant Breeding – a vital activity”

May 24th – the summer meeting of SUF with presentations and discussions on the application of plant biotech in plant breeding

August 22nd – with presentations and discussions on the application of plant biotech in plant breeding with members of the Swedish Parliament

With this issue of the Journal a form for the payment of the annual fees is included. The annual fee for members who pay annually is unchanged at 100 SEK. The additional fee for the distribution of the Journal of the Swedish Seed Association is also unchanged at 200 SEK. We kindly ask you to observe that the distribution of the Journal is not included any longer in the perpetual membership in SUF, now that all the costs of the association have to be covered by fees from the members and contributions from foundations, etc. We are, of course, most grateful for any supplementary contributions from perpetual members!



Anders Nilsson
SLU, LTV-fakulteten
Box 53
230 53 Alnarp

Sveriges Utsädesförenings Tidskrift publicerar på antingen svenska eller engelska artiklar, meddelanden, översiktsartiklar samt föredrag från konferenser och möten. Alla vetenskapliga originaluppsatser genomgår en referegranskning. Bidrag i form av vetenskapliga artiklar av intresse för växtförädling och närbesläktade områden mottas.

En sammanfattning på engelska eller svenska på högst 160 ord skall ingå samt 6 nyckelord som publiceras i samband med sammanfattningen.

Ett manuskript, som inskickas elektroniskt, bör inte överstiga 16 A4-sidor med dubbelt radavstånd inkluderande figurer och tabeller. Manuskript som överstiger detta sidantal ska först diskuteras med redaktören. Illustrationer skall inlämnas separat som EPS, TIFF eller JPEG format. Artikelförfattaren (-na) ombeds även att skicka in ett välliknande foto i TIFF eller JPEG-format.

Referenser skall nämnas i den löpande texten med författarens efternamn och årtal. Listan med referenser skall ges i alfabetisk ordning enligt följande:

Green, A. G. 1986. A mutant genotype of flax (*Linum usitatissimum* L.) containing very low levels of linolenic acid in its seed oil. *Can. J. Plant Sci.* 66, 499-503.

Manuskriptet tillsammans med illustrationer samt författarens namn, adress och institutionstillhörighet skall skickas till:

Jens Weibull (huvudredaktör) jens.weibull@telia.com

The Journal of the Swedish Seed Association publishes, in Swedish or English, articles, notes, commentaries, reviews as well as proceedings of meetings and seminars. All scientific original papers are subject to a referee procedure. The submission of original articles in the field of plant breeding and related areas is encouraged.

An abstract in English or Swedish not exceeding 160 words is required together with 4 to 6 keywords.

Contributions should preferably exceed 16 A4-pages with double spacing including figures and tables. Manuscripts exceeding this recommended number of pages must obtain a preapproval from the Editor. Illustrations shall be submitted separately separately in either EPS, TIFF or JPEG formats. Authors are requested to submit a recent photograph (TIFF or JPEG format) in addition to the manuscript.

References should be indicated in the text by the surname of the author(s) followed by the year of publication. The full list of references should be typed in alphabetical order as shown below:

Green, A. G. 1986. A mutant genotype of flax (*Linum usitatissimum* L.) containing very low levels of linolenic acid in its seed oil. *Can. J. Plant Sci.* 66, 499-503.

The manuscript together with illustrations and with the author's name, address and institutional affiliation should be submitted to:

Jens Weibull (Main Editor): jens.weibull@telia.com

