

SVERIGES UTSÄDESFÖRENINGENS TIDSKRIFT

Journal of the Swedish Seed Association

2 2012



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 Prof. Tomas Bryngelsson
Område växtförädling och bioteknik
SLU
Box 101
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 persons:
Anders Nilsson: Anders.Nilsson@slu.se
Tomas Bryngelsson: Tomas.Bryngelsson@slu.se

Styrelseordförande (*Chairman*)

Eva Karin Hempel

Övriga styrelseledamöter (*Board Members*)

Jens Weibull

Anders Nilsson

Tomas Bryngelsson

Otto von Arnold

Magnus Börjesson

Annette Olesen

Morten Rasmussen

Roland von Bothmer

Omslagsbild/coverphoto:

Sortförsök i korn / *Barley variety trials*, (R. von Bothmer)

Årgång (Volume) 120

2012

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)

Weibull, J.:		
Från redaktören		
<i>(From the editor)</i>		4
Presentation av redaktionsrådet		
<i>(The editorial council)</i>		5
Andersson, B.:		
Sortprovning av jordbruksväxter – vad provas och hur går provningen till		
<i>(Variety testing of agricultural crops – what is tested and how is it done)</i>		6
Hempel E. K.:		
En växtodlares funderingar		
<i>(A farmer's wonderings)</i>		11
Engstedt, M.:		
Behov av sorter inom svensk trädgårdsnäring		
<i>(The need for cultivars in Swedish horticulture)</i>		13
Hägnefelt, A.:		
Hur utvecklar vi svensk sortprovning?		
<i>(How do we develop Swedish variety testing?)</i>		15
Börjeson, M.:		
Hur hämtar odlare sin sortinformation?		
<i>(How do growers obtain their variety information?)</i>		17
Heneen W. K., Geleta M., Brismar K., Hasterok R., Bryngelsson T.:		
Rybs-kål-kromosomadditionslinjer: En cytogenetisk resurs		
<i>(Brassica rapa – B. oleracea chromosome addition lines: A cytogenetic resource)</i>		19
Nilsson, A.:		
Aktuellt från Utsädesföreningen 2012		
<i>(News from the Seed Association)</i>		38

Från redaktören

From the editor

Jens Weibull

Det nummer av Sveriges UtsädesFörenings Tidskrift som du just nu håller i din hand innebär i viss mån ett skifte. Under mer än 20 år har Roland von Bothmer tjänstgjort som redaktör för tidskriften: han har läst oräkneliga artiklar, påmint författare, gjort milda språkliga korrigeringar, bevakat konferenser, funderat över lämpliga teman och – inte minst – slitit för att tidskriften skulle uppstå igen. Tack, Roland, för dina storartade insatser! Det är hart när obegripligt hur du har haft tid till allt detta arbete parallellt med din övriga gärning vid SLU.

Jag som, med viss bävan men stor glädje, tar över efter Roland har alltid haft mitt hjärta hos växtförädling och växtförädlingsforskning. Det ligger väl i generna, kan jag tro. En kort presentation är på sin plats, eftersom alla läsare inte känner mig. Efter agronomexamen och påföljande doktorsarbete rörande resistensförädling mot havrebladlus i korn och havre arbetade jag som resistensförädlare vid Weibullsholm under åren 1989 till 1993. Jag lämnade företaget i samband med att Svalöf Weibull AB bildades och återgick till grundforskningen under en period, bland annat i Chile. Under åren 1995-2000 var jag verksam vid dåvarande Nordisk genbanken i Alnarp som ansvarig för samlingen av stråsäd och för att bygga upp ett samarbete kring bevarande av genresurser i Baltikum. Det var ett stimulerande arbete tillsammans med duktiga baltiska kollegor, som också innebar många kontakter med den ryska genbanken i St. Petersburg. De senaste 12 åren har jag tillsammans med kollegor vid SLU/Centrum för biologisk mångfald varit ansvarig för att bygga upp Sveriges nationella program för genresurser eller Programmet för odlad mångfald, POM, som vi hellre säger. Från 2012 är jag verksam vid Jordbruksverket i Jönköping och fortsätter mitt arbete med växtgenetiska resurser.

Min ambition med föreningens tidskrift är att fortsatt kunna hålla diskussionen om svensk växtförädling och växtförädlingsforskning vid liv. Den är idag, skulle jag vilja påstå, ett unikt forum i Sverige för dessa viktiga framtidsfrågor. Vi står under 2000-talet inför många verkligt stora utmaningar som alla har en koppling till vårt ämne: den globala livsmedelsförsörjningen, jordbrukets och trädgårdsnäringsens framtid i Sverige, GM-teknikens vara eller inte vara, växtförädlingens framtida kompetensförsörjning, och många fler. Här finns utrymme för ett rikt idéutbyte, en spännande omvärldsbevakning, kritiska analyser och lovande framsteg. Ytterligare en ambition är att tidskriften ska hålla sin utgivningstakt, detta nummer till trots.

Jag kommer att aktivt verka för att tidskriften håller

en spännande bredd, en vetenskaplig stringens och ett nyhetsvärde i artiklarna för att kunna öka antalet prenumeranter. Det är i sig en förutsättning för att Sveriges UtsädesFörening ska kunna leva vidare som en livaktig förening och viktigt diskussionsforum. Till min hjälp har jag därför bjudit in en grupp väl meriterade personer som ska kunna berika tidskriftens innehåll och de presenteras i detta nummer. Samtidigt har Roland accepterat att finns kvar som *redaktör emeritus*.

I det aktuella numret återfinns ni bl.a. bidrag från ett seminarium på Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien i november 2011 om svensk sortprovning samt en spännande vandring i *Brassica*-genetikens värld. God läsning!

The present issue of the Journal of the Swedish Seed Association (JSSA) indicates a shift. Roland von Bothmer – after more than 20 years and thousands of manuscript pages – has finally decided to step down. It is with warm gratitude and a slight uneasiness that I, Jens Weibull, now take over as editor. Roland has however promised to serve as editor emeritus for still some time to come, together with the newly established editorial board (page 5).

In brief, my own professional career has always centred on plant breeding and plant breeding research. Since 1995 my focus widened to plant genetic resources in a broad sense, among other things as coordinator for the Swedish national programme POM (www.pom.info). Since more than a year I am working at the Swedish Board of Agriculture.

The current issue of JSSA includes presentations from a seminar about variety testing and held at the Royal Academy of Forestry and Agriculture, as well as an exciting contribution on Brassica genetics. Good reading!

Jens Weibull



Presentation av redaktionsrådet



Tomas Bryngelsson

Tomas är professor vid Institutionen för växtförädling, SLU, i Alnarp. Tomas verksamhet spänner över flera av växtgenetikens områden och minst det genetiska samspelet mellan våra grödor och deras skadegörare. Han har också varit huvudhandledare för ett stort antal doktorander.



Roland Lyhagen

Roland var tidigare verksam med oljeväxtförädling, information och marknadsföring vid Sveriges Utsädesförening och efterföljande företag i Svalöv mellan 1971 och 2009. Han driver som pensionär eget skogsbruk, är aktiv som botanist och skribent samt spelar i jazzorkester.



Larisa Gustavsson

Larisa är Agr dr och har fördjupat sig inom genetiska resurser av frukt och bär, särskilt äpple. Just nu leder hon ett projekt rörande kvantitativ resistens mot fruktträdskrafta, *Nectria galligena*, i äpple. Hon är sedan flera år också koordinator för två Sida-projekt i Centralasien (Tadjikistan och Kirgistan).



Inger Åhman

Inger är professor i växtförädling med inriktningen resistens mot skadegörare i stråsäd. Nuvarande arbetsplats är Institutionen för växtförädling, SLU, i Alnarp. Innan dess arbetade hon drygt 18 år som resistensförädlare vid Svalöv Weibull AB.



Per Henriksson

Per är utbildad vid SLU med inriktning mot växtförädling och växtpatologi. Efter examen arbetade han med praktisk konventionell växtförädling och har även varit engagerad i förädling, produktutveckling och marknadsreglering på EU-nivå av GMO-egenskaper. Numera är han verksamhetsansvarig för branschföreningen Svenska Utsädesföretagens Förening (SVUF).

The newly established editorial council comprises five merited persons with solid back-grounds in plant breeding, plant breeding research and seed business. Tomas Bryngelsson is professor of plant breeding at SUAS (Swed. Univ. Agric. Sci.) in Alnarp, Larisa Gustavsson (PhD Agr) is a specialist in genetic resources of fruits and berries, Per Henriksson manages the Swedish Seed Trade Association (SVUF), Roland Lyhagen is a former breeder that moved into variety information and marketing and, finally, Inger Åhman is professor in plant breeding at SUAS with a current focus on cereal pests and diseases.

Sortprovning av jordbruksväxter – vad provas och hur går provningen till

Variety testing of agricultural crops – what is tested and how is it done

Björn Andersson

Sortprovningen syftar till att ge kunskap om odlingsvärdet hos olika sorter av jordbruksväxter. Med odlingsvärde menas såväl avkastning och kvalitet hos skördevaran som olika agronomiska egenskaper, t.ex. motståndskraft mot skadegörare, stråstyrka och mognadstid. Provningsområdet omfattar både helt nya och oprövade sorter och sorter som redan finns ute på marknaden. Provningsområdet genomförs över hela landet i de områden där de aktuella växtslagen odlas. I denna artikel beskrivs den officiella odlingsvärdeprovningen i Sverige som omfattar provning av både svenska och utländska sorter.

Odlingsvärdeprovning för intagning på svensk sortlista

För att en sort ska få marknadsföras i landet måste den vara godkänd och intagen på en sortlista, antingen den svenska eller den EU-gemensamma sortlistan. Det är Jordbruksverket som beslutar om godkännande av nya sorter och intagning på den svenska sortlistan. Ett godkännande bygger på att sorten uppfyller två kriterier. Det ena är att sorten ska kunna särskiljas från andra sorter och att den är enhetlig och stabil. Det andra är att sorten i odlingsvärdeprovning har visat ett tillfredsställande odlings- och bruksvärde vid jämförelse med andra sorter på sortlistan. För sorter på EU-listan krävs inget godkännande av Jordbruksverket för att de ska få marknadsföras i Sverige, den öppna marknaden inom EU innebär att dessa sorter får säljas fritt i landet.

Odlingsvärdeprovning för intagning på svensk sortlista benämns VCU-provning där VCU står för Value for Cultivation and Use. Provningsområdet utförs i försök med konventionell odling. Enligt gällande föreskrifter ska en ny sort provas i minst två år innan den kan provas för intagning på sortlistan. För vallväxterna innebär det minst två vallanläggningsår som följs av 2-4 skördeår beroende på växtslag. Antalet provningsförsök i de olika arterna anges i

tabellerna 1 och 2. Korn, havre, rödklöver, timotej och ängssvingel provas i hela landet medan övriga växtslag endast provas i södra och mellersta Sverige med Dalarna och Gästrikland som nordgräns.

Tabell 1. Antal officiella provningsförsök per år för intagning på svensk sortlista. Tabellen avser grödor i öppet bruk. I tabellen ingår endast de arter där nya sorter har anmälts till VCU-provning under något av de senaste fem åren.

Art	Antal försök per år		Art	Södra och mellersta Sverige
	Södra och mellersta Sverige	Norra Sverige		
Höstvete	10	-	Höstraps	9
Höstråg	5	-	Vårtraps	7
Rågvete	5	-	Årter	5
Vårvete	5	-	Åkerböna	3
Vårkorn	7	4	Potatis	3
Havre	6	3	Sockerbetor	3

Tabell 2. Antal officiella provningsförsök per år för intagning på svensk sortlista. Tabellen avser vall- och grovfoderväxter. I tabellen ingår endast de arter där nya sorter har anmälts till VCU-provning under något av de senaste fem åren.

Art	Antal nyanläggningar per år		Antal vallår per nyanläggning	
	Södra och mellersta Sverige	Norra Sverige	Södra och mellersta Sverige	Norra Sverige
	Rödklöver	3	4	2
Vitklöver	3	-	3	-
Blålusern	3	-	3	-
Timotej	3	4	2	3
Ängssvingel, rörsvingel, rörsvingelhybrid	3	4	2	3
Hundaxing	3	-	2	-
Engelskt rajgräs	3	-	2	-
Ängsgröe och rödsvingel till bete	3	-	3	-

Antalet nya sorter som anmäls till VCU-provning varierar betydligt mellan olika arter och även från år till år. Under den senaste femårsperioden har antalet nyanmälda sorter varit störst i sockerbetor

Tabell 3. Antal officiella försök med fortlöpande odlingsvärdeprovning 2011. Grödor i öppet bruk.

Art	Antal försök 2011			
	Konventionell odling		Ekologisk odling	
	Södra och mel- lersta Sverige	Norra Sverige	Södra och mel- lersta Sverige	Norra Sverige
Höstvete	28	-	3	-
Höstråg	11	-	2	-
Rågvete	16	-	2	-
Höstkorn	8	-	-	-
Vårvete	12	-	4	-
Vårkorn	30	4	4	4
Havre	23	3	3	4
Höstraps	24	-	-	-
Vårrips	11	-	-	-
Oljelin	5	-	-	-
Ärter	12	-	4	-
Åkerbönor	3	-	4	-
Lupin	1	-	1	-
Sojabönor	-	-	1	-
Sockerbetor	6	-	-	-
Potatis, färsk	1	-	-	-
Potatis, höst/vinter	-	-	4	1
Ensilagemajs	9	-	-	9
Kärnmajs	3	-	-	3

med omkring 35-45 nya sorter per år. I höstvete, vårkorn, havre, höstraps och vårraps har 5-10 nya sorter årligen anmälts och i höstråg, rågvete, vårvete och ärter ca 1-5 nya sorter per år. Antalet sorter av åkerböna, potatis, vallväxter är betydligt mindre och det anmäls i medeltal mindre än en ny sort per art och år. Av de sorter som anmäls till provning är det i regel endast en liten del som godkänns och tas in på den svenska sortlistan och sedan släpps ut på marknaden.

Fortlöpande odlingsvärdeprovning för marknad och rådgivning

Kunskapen om nya sorter är oftast inte heltäckande när de har genomgått en svensk tvåårig VCU-provning eller i än högre grad om de har tagits in direkt till Sverige från EU-listan. I det senare fallet är det inte givet att resultaten från det land där de har godkänts blir desamma under svenska förhållanden. Därför provas de i regel på ett liknande sätt som i VCU-provningen innan de marknadsförs. Även efter det att en sort har marknadsförts finns ett behov av en fortsatt provning så att odlingsvärdet fortlöpande kan bedömas i jämförelse med andra sorter.

Den fortlöpande odlingsvärdeprovningen utförs

i huvudsak i försök med konventionell odling och i begränsad omfattning i ekologisk odling. Antalet försök anges i tabellerna 3 och 4. Provningen av VCU-sorter ingår som en integrerad del i den fortlöpande odlingsvärdeprovningen. Det innebär för t.ex. höstvete att i 10 av de totalt 28 försöken provas både VCU-sorter, nya EU-sorter och marknads-sorter. Antalet försök kan variera något från år till år beroende på finansieringsmöjligheterna, men har varit relativt stabilt under senare tid.

Utformningen av sortprovningen i stråsäd och trindsäd har nyligen ändrats genom införandet av s.k. basförsök. I basförsöken ska alla sorter som är i officiell provning i respektive växtslag ingå. Så har det av olika skäl inte alltid varit tidigare, särskilt inte i de växtslag där antalet sorter är stort. Basförsöken utgör ca 50 % av det

totala antalet försök i växtslagen med många försök och en något större andel i de med få försök. En motsvarande förändring har även beslutats för provningen av vallväxter genom att införa tre fasta försöksplatser som är anpassade till odlingen av respektive växtslag. I likhet med basförsöken ska alla sorter som är i officiell provning ingå på dessa platser.

I höstraps provas linjesorter och hybrider var för sig, och för närvarande i vardera 9 försök. I övriga växtslag samprovas i förekommande fall linjesorter och hybrider i samma försök.

Antalet provade sorter är störst i sockerbeter och höstraps och har successivt ökat den senaste femårsperioden. Det uppgår nu till ca 80 sorter av sockerbeter och nästan 70 av höstraps. Intresset för oljeväxter återspeglas även i provningen av vårraps som under senare år har omfattat 25-30 sorter. I höstvete och vårkorn har antalet provade sorter legat stabilt kring 40-50 under flera år. Provningen i de övriga stråsädesslagen omfattar 10-20 sorter per år och i trindsäden ca 10 sorter per art och år. I potatis dominerar provningen helt av försök i ekologisk odling och omfattar 7-8 sorter. Odlingsvärdeprovningen i majs kom igång 2002 och

Tabell 4. Antal officiella försök med fortlöpande odlingsvärdeprovning 2011. Vall- och grovfoderväxter.

Art	Antal försök 2011				
	Insådd	Vall I	Vall II	Vall III-IV	Summa
<u>Södra och mellersta Sverige</u>					
Rödklöver	3	3	-	-	6
Vitklöver	3	4	3	1	11
Blålusern	3	3	3	-	9
Timotej	7	3	6	-	16
Ängssvingel, rörsvingel, rörsvingelhybrid	6	4	4	4	18
Hundäxing	-	1	3	-	4
Engelskt rajgräs	5	3	3	2	13
Ängsgröe och rödsvingel till bete	-	2	-	-	2
Vallgräs, ekologisk odling	3	-	2	1	6
<u>Norra Sverige</u>					
Rödklöver	4	4	4	4	16
Timotej, ängssvingel, rörsvingel	4	4	4	4	16
Rörflen	-	1	3	5	9

har expanderat kraftigt. Under en följd av år har ca 40 majssorter årligen provats med en topp på 59 sorter 2010. I vallväxterna har antalet provade sorter varierat betydligt från år till år, men en viss stabilisering tycks ha skett de senaste åren. För närvarande provas ca 20 sorter av engelskt rajgräs och svingelarterna, och något mindre av timotej och rödklöver. Av vitklöver och blålusern provas ca 10 sorter per art och av hundäxing ca 5 sorter.

Var och av vem utförs provningen?

Provningen utförs i de områden i landet där de aktuella växtslagen odlas allmänt och oftast med en koncentration till slättbygderna. Det finns ett starkt önskemål från sortägare och sortrepresentanter att försöken ska läggas på fasta platser där försöksutföraren har god kännedom om odlingsförhållandena och nära till försöken. I södra och mellersta Sverige läggs dock försöken med grödor i öppet bruk till större delen ut hos enskilda jordbrukare. Med bra försöksvärdar återkommer flertalet försök oftast till samma gårdar och de blir därmed en form av fasta försöksplatser. I vallväxter utförs provningen där VCU-sorter ingår på fasta försöksgårdar med Ultuna (Uppland), Rådde gård (Västergötland), och fr.o.m. 2012 Lilla Böslid (Halland) som huvudorter i södra och mellersta Sverige. Vid provning av lusern och hundäxing placeras försöken på Hall-

freda försöksstation (Gotland) i stället för Rådde gård. I norra Sverige placeras samtliga provningsförsök på de fasta platserna Öjebyn (Norrbotten), Röbbäcksdalen (Västerbotten), Ås (Jämtland) och Offer/Lännäs (Ångermanland).

Merparten av försöksutförandet i fält utförs av Hushållningssällskapens försöksavdelningar medan SLU och ytterligare några aktörer svarar för en mindre del.

Hur går provningen till?

Sådd

Försöken sås med förutbestämda utsädesmängder varvid mängden räknat i antal grobara kärnor/frön per ytenhet ska vara densamma för alla sorter i respektive växtslag. Försöksutföraren får dock

anpassa mängden om förhållandena vid sådd påtagligt avviker från det normala, t.ex. mycket tidigt eller sen såtidpunkt. Riktvärdena anpassas så långt möjligt efter de som tillämpas i praktiken och ses regelbundet över. Utsädet ska betas på ett enhetligt sätt med föreskrivna medel så att alla sorter i det aktuella växtslaget får samma behandling. Försöken i vallväxter genomförs i renbestånd med undantag för vitklöver som samodlas med ängsgröe. De kan anläggas med eller utan skyddsgröda beroende på vad som anses bäst och är gängse rutin i det område där försöket är beläget.

Gödsling

I södra och mellersta Sverige gödulas försöken för stråså, oljeväxter, trindsäd och sockerbetor med gårdens givor som förutsäts vara de som normalt rekommenderas ifråga om mängd och tidpunkt. Övriga växtslag gödulas med förutbestämda givor och tidpunkter. I norra Sverige gödulas alla växtslag med förutbestämda givor.

Ogräsreglering

Försöken med konventionell odling ska hållas ogräsfria och ogräset bekämpas rutinmässigt med kemiska medel enligt gällande rekommendationer.

I de ekologiska försöken utförs ingen ogräsbekämpning, varken kemiskt eller mekaniskt. Sorternas konkurrensegenskaper mot ogräset bestäms genom en inventering av ogräsförekomsten.

Växtskydd och tillväxtreglering

Sorternas resistens och allmänna motståndskraft mot sjukdomar är viktiga egenskaper som har fått särskild aktualitet i och med att EU-direktivet om Integrated Pest Management träder i kraft 2014 och även mot bakgrund av risken för utvecklad fungicidresistens.

I försöken med stråsäd, höstraps och åkerböna i södra och mellersta Sverige ingår bekämpning av svampsjukdomar som ett försöksled genom att halva försöket lämnas obehandlat och den andra halvan behandlas. Syftet är att få kunskap om sorternas motståndskraft mot sjukdomar och att i de behandlade leden få fram sorternas avkastningspotential. I stråsäd sprutas de behandlade leden intensivt med olika preparat och vid flera tillfällen för att hålla rent från de svampsjukdomar som går att bekämpa. I försöken med höstraps sprutas de behandlade leden mot bomullsmögel och i åkerböna mot främst bön- och chokladfläcksjuka. Försöken med vårraps svampbekämpas inte alls och här låter man sorternas känslighet för bomullsmögel helt slå igenom på avkastningen.

Skadedjur bekämpas rutinmässigt i alla försök med stråsäd och höst- och vårraps i södra och mellersta Sverige. I stråsåden är det bladlöss och trips som bekämpas och i oljeväxterna jordloppor och rapsbaggar samt i höstraps även sniglar. Dessa behandlingar utförs över hela försöket.

Tillväxtreglerande medel används inte i odlingsvärdeprovingen.

Graderingar, räkningar och mätningar

Graderingar samt olika räkningar och mätningar utförs för att bestämma olika beståndsegenskaper hos sorterna och ett flertal är standardmässiga i alla växtslag.

Planttäthet som är en subjektiv skattning av plantantalet ska alltid graderas i stråsäd, oljeväxter och trindsäd. I vallväxterna graderas täckningsgrad som är ett samlat mått på plantantal och utbredning. I de övervintrande växtslagen utförs dessa graderingar både höst och vår och ger därmed upplysning om övervintringen hos de olika sorterna. I potatis bestäms beståndsetableringen genom observation av tidpunkten för uppkomst samt räkning av antal stånd och stjälkar, och i sockerbetor genom planträkning i stället för gradering av planttäthet.

Angrepp av sjukdomar och skadedjur ska alltid

graderas när det finns graderbara skillnader mellan sorterna. Särskilt sjukdomsangreppen är viktiga att dokumentera då det i många växtslag finns betydande sortskillnader i resistens och motståndskraft. Gradering av sjukdomsförekomsten är en subjektiv metod som kräver god kunskap i diagnosticering och stor erfarenhet av att bedöma angreppsgraden. Genom modern DNA-teknik är det numera möjligt att på ett objektivt sätt bestämma förekomsten av ett flertal sjukdomar, men metoden har ännu inte kommit till rutinmässig användning i sortförsöken.

Stråstyrka hör också till de egenskaper som regelmässigt ska graderas i berörda växtslag. Graderingen utförs vid skörd och i korn även vid gulmognad. I förekommande fall graderas även stråbrytning och axbrytning.

Mognadstiden bestäms i alla försök med stråsäd, oljeväxter och trindsäd. I södra och mellersta Sverige görs en subjektiv uppskattning av mognadstidpunkten, men i norra Sverige bestäms mognadstiden genom upprepad mätningar under mognadsförloppet av vattenhalten. I samband med skörd ska i förekommande fall andelen grönskott graderas.

I vallväxterna bestäms sorternas utvecklingshastighet genom uppskattning av tidpunkten för begynnande knoppning, ax- eller vippgång och i samband med skörd uppskattas även utvecklingsstadiet hos respektive sort.

Beståndshöjden mäts i alla försök med stråsäd, oljeväxter och trindsäd när beståndet är fullt utvuxet. Drösning och spill mäts i försöken med trindsäd efter skörd genom vägning. I stråsäd och oljeväxter uppskattas eventuell drösning och spill genom gradering.

Förutom det som angetts ovan ska allt som kan inverka på försökens genomförande och resultat antecknas och i förekommande fall graderas, t.ex. skador av olika slag.

Skörd och analys av skördevaran

Försöken i stråsäd, oljeväxter och trindsäd skördas normalt vid en och samma tidpunkt även om sorterna mognar oliktidigt. Detta kan medföra en risk för att tidiga eller sena sorter missgynnas. Om det är betydande skillnader i mognadstid kan därför olika skördetidpunkter komma ifråga. I korn och ibland även havre görs separata försök med tidigt mognande sorter. Efter skörd bestäms vattenhalt och renhet i skördevaran. Avkastningen räknas därefter om till vattenhaltskorrigerad ren vara.

I vallväxtförsöken i södra och mellersta Sverige skördas rödklöver, lusern, timotej, svinglar, hundäxing och engelskt rajgräs tre gånger och vitklöver och betesgräs fyra gånger. I norra Sverige tas för närvarande två delskördar. Alla sorter skördas samtidigt. Förstaskörden utförs vid föreskrivna utvecklingsstadier för respektive växtslag och de följande delskördarna enligt föreskrivet schema. I samband med skörd bestäms torrsubstanshalten och graderas andelen insådd art. Värdena används för att bestämma sorternas renvikt uttryckt som torrsubstansskörd.

De kvalitetsegenskaper som bestäms rutinmässigt i stråsäd exklusive majs är rymdvikt, tusenkornvikt, proteinhalt, stärkelsehalt och förekomst av ergosteroler (mögelgifter) samt i vete och råg även falltal. Vidare analyseras bakningsegenskaper hos brödvete samt malkvalitet i malkorn.

I oljeväxterna bestäms rutinmässigt råfetthalt och i trindsäden tusenkornvikt och proteinhalt. Dessutom utförs en kokbarhetsanalys i ärna.

Vallväxternas foderkvalitet bestäms inte rutinmässigt i vallväxtprovingen. I majs bestäms torrsubstanshalt och stärkelsehalt och i ensilagemajs även ett antal parametrar för att kunna bedöma foderkvaliteten.

Organisation och finansiering

VCU-provningen genomförs av SLU på uppdrag av Jordbruksverket. I uppdraget ingår att ansvara för planering och tillsyn av försöken samt bearbetning, sammanställning och redovisning av försöksresultaten. Ansvariga institutioner är växtproduktionsekologi och norrländsk jordbruksvetenskap. Den fortlöpande officiella odlingsvärdeprovningen organiseras i ett samarbete mellan de regionala försöksorganisationerna (Skåneförsöken, Anima-liebältet, Försök i Väst, Östra SverigeFörsöken och Sveaförsöken), Svensk Raps, Nordic Beet Research (NBR) samt SLU och i samverkan med sortägare och sortrepresentanter. Även här har SLU ett samordningsansvar på motsvarande sätt som för VCU-provningen. Tidigare genomfördes VCU-provningen i separata försök men är numera helt integrerad med den fortlöpande odlingsvärdeprovningen.

VCU-provningen finansieras fullt ut av sortägare och sortrepresentanter. Den fortlöpande odlingsvärdeprovningen finansieras av ett flertal aktörer och intressenter: Stiftelsen Lantbruksforskning, Lantmännen, Scandinavian Seed, Svensk

Raps, NBR, Hushållningssällskapen, m.fl. SLU finansierar de stödfunktioner till provningsverksamheten som tillhandahålls genom FältForsk. Dessa innefattar försöksdatabasen, statistisk expertis, allmänna samordnings- och kvalitetsfrågor samt ordförandeskapet i ämneskommitté Sorter. I försöksdatabasen redovisas allt om försöken längs hela kedjan från planering fram till färdigt resultat (<http://www.slu.se/faltforsk>).

The article is an account of the Swedish variety testing for VCU (Value for Cultivation and Use) and official listing. Official testing is carried out during two years. Though most agricultural crops are being tested some have increased in number over the last couple of years (sugar beet, oil seed rape), while others have diminished (field bean, potato, fodder crops). Variety trials are being carried out by regional advisory services and coordinated by the Swedish University of Agricultural Sciences. Among other things the article describes the mode of field testing, and aspects of plant protection, scoring, harvesting and quality analysis.

Björn Andersson
SLU/Inst. för växtproduktionsekologi
Box 7043
750 07 Uppsala

En växtodlares funderingar

A farmer's wonderings

Eva Karin Hempel

Klimatförändringar, krav på ökad produktion, högre och annan kvalitet, mindre näringsämnesläckage och minskad användning av växtskyddsmedel: detta och några för mig i dag okända utmaningar är vad som väntar mig som växtodlare nu och i framtiden. En del av lösningarna finns förmodligen i ny bättre teknik och en ökad fokus på markens långsiktiga bördighet, men också i nya grödor och nya bättre sorter av de grödor som vi i dag odlar.

Idag finns ett stort fokus på en grödas avkastningsförmåga. Men vad är viktigt för mig som odlare? Vad hjälper det mig att en sort har hög avkastningskapacitet om den inte klarar vintern? Odlingssäkerhet blir allt viktigare. Hellre en vetesort med något lägre avkastning som klarar vintern, ger hög proteinhalt vid låg N-giva och som håller sig frisk, än en sort som kan ge rekordskörd under de få år då odlingsförutsättningarna är optimala.

När det gäller spannmål är det kärnskörden som premieras, trots att den totala biomassaproduktionen blir allt viktigare. Det är brist på halm och vi behöver mullråämne för att säkerställa mullhalten i marken. Sorterna som vi odlar har blivit mer stråstyva och det är bra, men samtidigt har de också blivit kortare och därmed mer känsliga för att svampsmitta ska ta sig från skörderester på marken upp i kärnan. Priset på halm är idag på vissa platser lika högt som priset på kärnan. De två senaste vintrarna har med tydlighet visat att övervintringsförmågan är viktig. Det är intressant att se de stora skillnaderna mellan sorterna. Med ökade variationer i väderleken ställs högre krav på antal år som en sort är i prövning. Samtidigt som det är viktigt att vi odlare får tillgång på nytt och bättre sortmaterial, så snabbt som möjligt. En ekvation som är svår att lösa.

I dag så är det oljeskörden i en rapssort som bestämmer om den ska godkännas eller inte. Det finns rapssorter i försök som ger en markant högre proteinskörd än de sorter som vi använder idag, men eftersom inte proteinskörden betalas för idag, så sorteras de sorterna bort. I diskussionen om

ökad hållbarhet i animalieproduktionen pekas ofta på behovet av mer närproducerat foder. Vidare har försök visat att mjölken från kor som äter ett foder med raps i innehåller högre halter av omega-3 än mjölk från kor som äter ett mer traditionellt foder. En ökad användning av raps kan ge nyttigare mjölk och en ökad hållbarhet i mjölkproduktionen. För att få fram mer rapsprotein, så skulle en odling av rapssorter med högt proteininnehåll t.ex. på kontrakt till foderindustrin vara en lösning. Med då måste det till andra kriterier för att en sort ska godkännas än dem vi har i dag. Detta var ett exempel på att sortprovningsskriterierna kan vara ett hinder i utvecklingen. Finns det fler hinder?

Förädlingen av sockerbetor tycker jag är ett bra exempel på att man kan kombinera högre avkastning och ökad odlingssäkerhet. Detta tillsammans med en satsning på förbättrad odlingsteknik har lett till att skördarna under en lång tid har ökat och idag är de bästa odlarna uppe i skördar som man för tio år sedan trodde var omöjliga. Ambitionen att öka ytterligare känns både inspirerande och möjlig. Samma utveckling ser vi inom oljeväxtodlingen. Samtidigt ser vi stagnerande eller sjunkande skördar inom spannmålsodlingen. Vad kan vi lära av sockerbets- och oljeväxtodlarna? Hur kan vi dra nytta av de framsteg som växtförädlingen ger? Är det sorterna i sig som hindrar utvecklingen eller vad är det? På senaste tid har diskussionen om den långsiktiga bördigheten i marken blivit intensivare. Mullhalten, strukturen, näringsinnehållets och dräneringens betydelse för den långsiktiga produktionsförmågan har belysts. Det senaste tillskottet i detta är frågan om s.k. läglighetskostnader. Vikten av att göra allt i rätt tid och med bra teknik har lyfts. I Danmark har det under en tid förts en diskussion om vad som är en optimal storlek på ett växtodlingsföretag. Man har sett storleksnackdelar: kommer man över en viss arealstorlek, så ökar läglighetskostnaderna. Är det minimerad tilmånsats och kostnadsjakten som är skulden till att spannmålsskördarna inte ökar? Sockerbetsodlarna är fokuserade på intäkter. Givetvis måste man vara

effektiv. Men det finns kostnader som genererar intäkter och kostnader som man ska undvika. Bra utsäde är definitivt en kostnad som genererar intäkter. Det och en bra etablering av en gröda är de två viktigaste förutsättningarna för en god skörd.

Still today, the most valued cultivar trait is yield. But as a farmer, one faces a whole spectrum of needs and challenges: increased production, better qualities, less nutrient leakage and use of pesticides, and more. The climate changes we expect to happen will also challenge us. Protein yield in oilseed crops could be prized higher, winter hardiness must be retained and future crops should contribute in maintaining sufficient levels of organic matter in our soils. Plant breeding, new crop varieties and crop husbandry are vital for farmers that strive for cost efficiency and sustainable production.

Eva Karin Hempel
Stävie Möllväg 80
235 91 Vellinge

Behov av sorter inom svensk trädgårdsnäring

The need for cultivars in Swedish horticulture

Magnus Engstedt

Efter att ha diskuterat de stora växtslagen övergår vi nu till s.k. minor crops. Det är grödor allt ifrån sparris, dill på några tiotals hektar till jordgubbar som omfattar 2 500 ha i Sverige.

Vi inom trädgårdsodlingen är kanske små arealmässigt, men dessa grödor är mycket viktiga för de enskilda odlarna. Många specialgrödor kan omsätta flera hundratusentals kronor, ja ända upp till miljonen per ha.

Eftersom det står stora pengar på spel med höga insatser i dyrbar odlingsteknik- odlingstunnlar för bär kostar 500 000 per ha- finns det inte utrymme för misstag. Små fel kan ge dramatiska ekonomiska effekter. I det här sammanhanget är det självklart att odlarna måste ha tillgång till de bästa sorterna. Sorter som ger hög skörd och hög kvalitet är ett viktigt konkurrensmedel.

Situationen i Sverige är inte så uppmuntrande när det gäller sortprovning av trädgårdsväxter. Det finns ingen officiell sådan. De sortförsök som sker är odlarägda. Trädgårdsnäringen har alltid varit något av en experimentell verkstad, där odlarna själva testat nya sorter.

Svensk trädgårdsnäring är nästan helt utlämnad till de sorter som utvecklas internationellt. Ett undantag utgör frukten. SLU Balsgård har varit framgångsrika och har genom åren fått fram viktiga äpplesorter som Mio, Alice, Aroma och Katja. Inom plantskolesektorn har man fått fram en hel del sorter, men sedan är det dåligt.

Inom jordgubbar och hallon har vi inga svenska sorter. De länder som är framgångsrika är Holland, Tyskland, USA och Skottland. Inom bär är dock havtorn ett lysande undantag med två rykande aktuella sorter som Svenne och Lotta. Inom grönsaker i växthus och på friland utvecklas inga sorter, och heller inte inom prydnadsväxter under glas.

Svensk trädgårdsnäring är mycket beroende av de sorter som utvecklas i utlandet. Internationella kontakter är viktiga och sådana försöker vi på olika sätt upprätthålla. Som rådgivare är det viktigt att delta i internationella symposier och på så sätt bygga upp ett stort nätverk. Speciellt bärodslarna

gör många, både långa och korta, studieresor. På så vis kan rådgivare och odlare tillsammans se och utvärdera vad som händer i omvärlden när det gäller odlingsteknik, odlingssystem och inte minst sorter. Detta är väldigt effektivt och ger den snabbaste introduktionen av ny teknik i den svenska odlingen.

Utländska plant- och fröleverantörer har av tradition varit aktiva gentemot den svenska odlarkåren. På senaste bärkonferensen på Hooks Herrgård fanns inte mindre än nio utländska plantleverantörer från fyra länder på plats.

Nya bättre sorter är ständigt i fokus. Nya sorter är ett oundgängligt konkurrensmedel. Vi behöver sorter inom bärodlingen som ger bättre kvalitet, smak och hållbarhet. Vidare behövs sorter med bättre motståndskraft mot framför allt jordburna sjukdomar.

Inom frukt och bär söker vi inte bara nya sorter. Det är oerhört viktigt med sundhet i frö- och plantmaterialet. Genom ökande import får vi tyvärr också in gamla och nya sjukdomar.

Utvecklingen av nya odlingssystem är något som förändrar kraven på sorter. Plastlistodling gör att vi blir mindre herbicidberoende. Vi kan alltså använda sorter som annars är känsliga för herbicider.

Tunnelodling förändrar villkoren för växtskydd. Tunnlar skapar ett helt annat klimat med mindre grämögelandrepp som följd. Däremot kan mjöldagg angripa lättare. Andra odlingstekniska fördelar är tidigare och högre skörd, samt mycket bättre kvalitet. Detta kan göra att sorter som annars inte skulle passa plötsligt kan vara aktuella. Det kan lika ofta vara så att befintliga sorter inte fungerar in nya odlingssystem.

Inom bärodlingen använder vi olika planttyper. Vanligt är idag att etablera jordgubbar med s.k. 60-dagars plantor. Det är fryslagrade plantor sorterade efter storlek på rothals. Ju större rothalsdiameter desto fler blomklasar är "inbyggda". Dessa planteras när som helst under vår- och försommar och ger skörd redan 60 dagar efter plantering.

Detta sätt att odla för med sig kortare omloppstid och därmed mindre växtskyddsproblem. Men

inte alla sorter lämpar sig för detta system. En del plantor ger fler blomklasar än andra så det är viktigt att finna just sådana sorter som passar för detta system.

Motsvarande planttyper finns för hallon. Man kallar dem för långskottsplantor (long canes). Inom fruktodlingen produceras i Holland speciella knip-träd som med pincering ger bättre grenvinklar och tidigare blomsättning.

Denna genomgång visar att nya odlingssystem och olika planttyper plötsligt ställer nya krav på egenskaper hos de sorter vi odlar.

Öppna gränser är viktigt för att vi snabbt ska få tillgång till de nyaste sorterna. Det är viktigt för att svensk trädgårdsnäring ska kunna hävda sig i konkurrensen. I Norge har man en stark begränsning, då bruksplantor inte får importeras utan föregående karensodling i flera år. Dessutom kan inte den nya odlingstekniken tillämpas, då det inte går att producera stora 60-dagars plantor i Skandinavien av klimatiska skäl.

Ett annat intressant fenomen som har blivit mer vanligt är s.k. klubbсорter. Äppelrikets medlemmar har t.ex. exklusiv rätt att odla den nya äpplesorten Frida. Andra odlare göra sig ej besvär. Det amerikanska storföretaget Driscoll's har utvecklat ett stort antal mycket bra hallon- och jordgubbsorter. Enbart kontraktsodlare till Driscoll's får odla dessa sorter. I Spanien är hallonsorten Maravilla exempel på detta.

Det multinationella företaget GlaxoSmithKline tillverkar förutom läkemedel även svartvinbärsdrycken Ribena med global omsättning på c. 3 miljarder kronor. Företaget äger hela förädlingsprogrammet av svarta vinbär på Scottish Crop Research Institute, SCRI, i Skottland. Det är här de förnämsta sorterna för vårt klimat förädlas.

The author discusses the current status for horticultural cultivar development in Sweden and expected needs for the immediate future. While today's breeding is restricted to very few crops (apple, hawthorn) Swedish growers depend upon foreign cultivars for their production. Innovative growing techniques raise demands on highly specialised plant types. Recent developments reduce the need for pesticides, increases fruit set and shortens time to harvest.

Magnus Engstedt
Länsstyrelsen i Jönköpings län
551 86 Jönköping

Hur utvecklar vi svensk sortprovning?

How do we develop Swedish variety testing?

Annette Hägnefelt

I Sverige har det aldrig funnits någon officiell provningsverksamhet för köksväxter liknande den som finns för lantbruksväxter. Åtminstone inte under de dryga 20 år som jag varit verksam i trädgårdsbranschen. Givetvis har odlarna ändå haft och har ett behov av att få kännedom om nytt sortmaterial. Detta behov har hittills tillfredsställts på andra sätt.

Dagens försöksverksamhet kan sammanfattas under följande olika underrubriker:

Open Days hos förädlare/leverantörer

De mest klassiska och allmänt kända öppna dagarna går av stapeln i Holland vecka 39. Till just denna enda vecka har de förädlande företagen sina demonstrationsfält skördefärdiga. Där visas egna standard sorter med lämpliga konkurrentsorter för att jämföras med nyheter från deras förädlingsprogram. Evenemanget lockar besökare från hela världen: Asien, Nord- och Sydamerika och givetvis från många länder i Europa. Sortförsöken kombineras ofta med maskinutställningar, vilket många gånger lockar lika mycket som grönsaksfälten.

Försöken som får betecknas som generalistförsök har fördelen att de olika sorterna verkligen är odlade under samma förhållande och att olika karaktärer därmed blir jämförbara. Undantaget är förstås resistensegenskaperna då fältet naturligtvis skyddas på bästa möjliga sätt för att vara presenterbart för alla besökare. Men egenskaper som tidighet, växtsätt, form, färg m.m., och i många fall smak, kan jämföras på ett bra sätt.

Växthuskulturerna är inte på motsvarande sätt samlade till någon speciell vecka, men förädlarna brukar åtminstone en gång per år bjuda in till House Fairs eller liknande events. Kostnaderna begränsas för odlaren till rese- och hotellkostnader, men för växtförädlingsföretaget är det naturligtvis en betydande utgift.

"Officiella" odlarförsök

Som rubriken antyder är dessa försök inte subjektivt utförda av opartiska aktörer. Försöken bekostas

av odlare med synnerligen stort intresse, av ekonomiska föreningar eller av industrin. Oftast skänker fröfirmorna utsädet till försöken medan alla arbetsinsatser görs av odlingsvärden. När det är dags för skörd bjuds olika intressenter till visning och i många fall görs också mer eller mindre omfattande statistiska bedömningar av olika egenskaper som avkastning, sjukdomsangrepp och enhetlighet i olika karaktärer. Resultaten redovisas i en begränsad krets och publicering är inte aktuell. Dessa försök är bra och viktiga då de genomförs på för grödan rätt odlingsmark och med modern teknisk maskinutrustning i kombination med specialistodlingskompetens för aktuell kultur. Försök är relativt billiga men arbetskrävande för odlingsvärden.

Individuella odlarförsök

Sorter som provas hos enskilda odlare är en ren överenskommelse mellan fröleverantör och odlare. För det mesta är de odlingstekniska förutsättningarna bra. Tyvärr är inte alltid uppföljningen den bästa, vilket inte heller kan krävas av en enskild aktör. Resultaten är naturligtvis mycket betydelsefulla för den enskilde odlaren liksom för de som levererat fröet. Sorter som odlaren finner konkurrenskraftiga får en större betydelse i odlingen året efter. Dessa privata försök kan aldrig ersättas av försök som är gjorda på speciella försöksinstitutioner. Det är mycket viktigt att läsaren har insikt i hur stora skillnader som finns mellan två olika odlingsföretag av t.ex. isbergssallat. Vi talar lätta jordar på Kristianstadsslätten jämfört med tyngre jordar nära Malmö. I princip alla praktiska förutsättningar som bäddläggning, bäddbredd, planteringsmaskiner, bevattningssystem m.m. skiljer mellan olika odlare, vilket gör att genetiken i salatsorterna uttrycks på olika sätt på de olika lokalerna. Varje initierad forskare förstår att två plantor i bredd på en bädd påverkar plantutvecklingen annorlunda jämfört om det finns fem plantor i bredd – eller hur?

Försök på försöksstationer

Numera finns inga försöksstationer för grönsaker i Sverige. Norge har sina försöksringar och eventuellt har Danmark någon verksamhet kvar på Forskningscenter Årslev. Även Åland har en station där man under många år genomfört sortförsök.

NIAB i England, ett annat exempel, bedriver en mycket professionell försöksverksamhet mot avgift. Försöken genomförs hos försöksvärdar i respektive kulturs odlingsdistrikt. Givetvis är dessa försök kostsamma och det är huvudsakligen förädlingsföretagen som är beställare. Försöksresultaten publiceras inte allmänt till branschfolk.

Försök på universitet och utbildningsenheter

Detta är fortfarande relativt vanligt i många länder och även i Sverige. Målet är i första hand utbildningssyfte. De universitet som bedriver forskning på någon enskild gröda, som exempelvis morot på University of California, har ibland omfattande odlingsförsök. Tyvärr brottas dessa institutioner ofta med att inte ha helt optimala odlingsjordar och mycket ofta gammal och otidsenlig utrustning. Däremot är de statistiska utvärderingarna omfattande och mycket professionellt genomförda.

Försök i samband med DUS-tester

Sortlisteprovning görs i många olika länder i Europa. Olika grödor är fördelade i olika länder för att effektivisera de mycket omfattande studier som behövs för varje enskild art. Dessa försök är enbart till för att säkerställa att nya sorter är särskiljbara, enhetliga och stabila. Försöken har inget med odlingsvärde eller avkastning att göra.

Sammanfattande funderingar

Hur utvecklar vi svensk sortprovning? är rubriken på detta föredrag. Det är för mig uppenbart att svenska/nordiska odlare skulle ha en stor nytta av mer sakenliga och vederhäftiga försök. Likaså är det önskvärt att våra utbildningsenheter bör ha ett närmare samarbete med den praktiska näringen. Idag står man dock långt från varandra. Att berätta för en odlare att man vill göra ett randomiserat blockförsök med fyra upprepningar är idag lika otänkbart som att ta med en statistiker och skära ett (!) enda isbergssallathuvud i en odling och sedan konstatera att den sorten är stocklöpningsbenägen! I min framtidsvision har forskaren blivit

mer praktisk och odlaren mer teoretisk. Kanske ska forskaren vara mer statistiker än växtfysiolog eller hortonom?

Botanister lägger slumpvis ut försöksrutor i naturen och räknar olika arter inom rutan för att där efter kunna jämföra med en annan ruta en bit bort. Kan vi göra avkastningsförsök i ett perfekt morotsfält hos en odlare på samma sätt? Tänk att statistikern gräver/kräver (?) tre olika sorter på slumpvisa platser tre, två resp. en vecka före skörd för att få svar på vilken sort som är tidigast.

Ett annat exempel kan vara att i en vitkålsodling väga 8 huvud x 10 platser x 3 sorter på ett exemplariskt skött vitkålsfält. Jämför med ytterligare en odlare och så får vi en lokal till! Varför gör vi det så svårt? Odlaren är bra på att odla och forskaren är bra på att göra försök. Kombinera detta. Det som behövs för att öka avkastningen i odlingen är vad jag som förädlare lärt mig som en produkt av samspelet "genotype x environment".

Utmaningen ligger i att kombinera bra arronderade fält med bra konventionell teknisk utrustning, god insikt i kulturens näringsbehov och rätt växtskyddsåtgärder med sunda försöksplaner av en praktisk statistiker.

In Sweden, cultivars of vegetables are not required to undergo official trials prior to listing. How, then, do growers obtain appropriate information about their qualities? The author, with more than 20 years of experience, lists several other alternatives: breeder's or reseller's open days, grower's 'official' trials, individual grower's trials, trials carried out at testing stations abroad, field trials and universities, etc. Each of these approaches is described more in detail. Improving Swedish cultivar testing should include a combination of even trial sites, appropriate technical equipment, insight in nutrient requirements and crop protection measures, sound experimental set-ups and a field-trained statistician.

Annette Hägnefelt
Weibulls Horto
Herrestadsvägen 24
276 50 Hammenhög

Hur hämtar odlare sin sortinformation?

How do growers obtain their variety information?

Magnus Börjeson

Undertecknad driver gårdarna Högåsa och Härna utanför Linköping med totalt 260 ha KRAV-certifierad växtodling, huvudsakligen utsädesproduktion. På Högåsa finns också en KRAV-gris uppfödning av slaktsvin varför en del av spannmålen används i den egna fodertillverkningen. Viss kommersiell odling av färsk vit ekologisk sparris har också förekommit under en femårsperiod i samarbete med två kompanjoner.

Som framgår ovan så är valet av sorter för den egna odlingen starkt begränsad redan med den ekologiska driftsinriktningen. Det gör dock inte valet av sort mindre viktigt, men ramarna är snävare. Det är dessutom en liten marknad som kräver viss samordning för att kunna få rationella volymer fröer av raps och spannmål i såväl utsädesodlarled som i slutförbrukarled. Sortvalet påverkas förutom av marknaden också av det faktum att t.ex. en resistensgenskap blir mycket viktig när alternativet att skydda grödan kemiskt mot angrepp inte finns att tillgå. Det odlings tekniska mervärdet kan då bli betydligt större än vad nettot av olika doser i en växtskyddsbehandling i konventionell odling kan innebära.

Efter att under ca 35 år ha bedrivit utsädesproduktion på Högåsa konventionellt kan flera avgörande skillnader märkas när ekologiska grödor skall väljas ut: långsträigt kan gå före kortsträigt, resistens går före marginella merskördar, liksom förmåga att konkurrera med begränsad växtnäringssats. Odlingssystem som innefattar mekanisk ogräsreglering med putsning av fröodlingar, ogräsharvning och hackning efter sådd med ökade radavstånd ger nya kombinationer av krav på grödan. En snabb etablering och ogräskonkurrens samt en robust svampresistens blir speciellt värdefulla egenskaper. Om dessutom sortblandningar i lämpliga kombinationer kan medföra en ökad odlings säkerhet, vilket både forskning och praktisk erfarenhet tyder på, så blir sortvalet mer komplext och en än mer intressant fråga speciellt i en ekologisk odling, men även i konventionella system.

Frågan om förbättrade möjligheter att styra grödornas egenskaper med modern bioteknik reses ofta som en väg att nå nya framsteg. Hittills har den moderna biotekniken många gånger inneburit en sammanfogning av egenskaper med en tillhörande växtskyddsinsats och därmed blir det inte aktuellt för ekologisk odling. Ingen vet ännu om framtidens ekologiska odling kommer att tillåta användning av så kallade GM-grödor i Sverige, men diskussionen och utvecklingen av regelverk och koncept kommer att ge svaret i sinom tid.

Den utveckling av klimatet som innebär att odlingszonerna rör sig med en hastighet av en meter i timmen leder till att nya frågeställningar blir aktuella i den zon som Högåsa och Härna befinner sig. Enligt experterna kan vi räkna med högre tryck av skadegörare på våra grödor. Vi kan också förvänta oss mer extrema vädersvängningar. Successivt kan vi också få möjligheter att odla grödor och sorter som tidigare endast fungerat längre söderut. Även om en del av effekterna skall ses på längre sikt påverkar det redan nu gröd- och sortval hos många odlare.

Sammantaget är valet av gröda och sort ett komplext samspel oavsett odlingsinriktning. Odlare behöver så bra information som möjligt för att göra så bra val som möjligt. Med en marknad som allt oftare är än mer dynamisk än klimatet så behöver hela produktionen vara hårt trimmad för att vara uthållig. Utöver förädlingsframsteg i kilogram räknat bör sortförädlingen också fortsatt vara en motor för kvalitetsframsteg och nischutveckling. Att motsvara alla dessa förväntningar, och speciellt på våra nordliga breddgrader med en relativt begränsad odlingsyta, är naturligtvis något av en utopi. För odlare i just detta område är det därför speciellt viktigt att det finns en organisation och funktion för att utveckla och prova konkurrenskraftiga sorter. Det är också ett samhällsintresse att våra förutsättningar tas tillvara och det är en stor välfärdsvinst om det kan ske i samarbete mellan privat och offentlig sektor.

Hur inhämtar då odlarna sin information idag

inför aktuella sortval? I Östergötland är tillgången på konkurrerande och aktiv rådgivning mycket god. En viktig del i rådgivningserbjudandet är att kunna ge relevant och aktuell sortinformation till den enskilda brukaren alternativt informera via rådgivningsbrev som sammanfattar de viktigaste punkterna och frågorna att ta hänsyn till i odlingsstrategin kring specifika sorter. För egen del är rådgivarna Per Ståhl och Madeleine Wiström på Hushållningssällskapet behjälpliga med bevakning av nyheter och värdering av desamma. Tillgången till sortinformation upplever man som lantbrukare inte som en bristvara, problemet är att fånga fakta som sammanvägt ger bra beslutsunderlag. Om underlaget är bristfälligt p.g.a. för få försök, för få resultatår eller andra försöksbrister så ökar risken för felaktiga beslut. Grödors tålighet mot extrema väder är speciellt svårt att fånga upp. Odlare som valt mindre prövade sorter har t.ex. upplevt stora utvintringar de senaste åren. Många lantbrukare söker mycket aktivt aktuell information om sorter på nätet och den efterfrågan kommer att öka. Visningar av sortförsök i praktiken är också en icke föraktfull del i valet av sort. Det är bra att se sorterna med egna ögon i en jämförelse och det visualiserar bättre än vad siffror om utvintring och stråstyrka kan erbjuda. Kollegor är alltid viktiga för informationsinhämtning, så också när det gäller sortval. Ett bra statistiskt underlag genom SLU:s och de regionala försöksorganisationernas försök är alltid värdefullt.

Handelns roll är naturligtvis viktig och styr valet av sorter för de olika grödorna. Kontrakt på marknaden knyts ofta till krav på en specifik sort eller ibland ett fåtal sorter. En stor del av odlingen utgörs dock av produktion för gårdens foderbehov och då kan specifika fodervärden avgöra valet. En egen erfarenhet av vilka typer av sorter som passar för gårdens olika delar ger en förfinad information som bygger på eget kunnande och gör att t ex valet av en speciell hybrid istället för en linjesort av raps blir bättre underbyggt. Timing och risktagande har alltid sin del i framgång och därför lyckas en del utmanande val och andra inte.

Det finns ingen enhetlig bild av hur odlare inhämtar sin information. Det som dock är tydligt är att efterfrågan är stor på information som både har stabil grund, men som också presenteras på ett sätt som ger så bra bild som möjligt av sorternas egenskaper och deras ekonomiska betydelse. Känslighetsanalyser som tar in växtföljd, odlingsystem

och kapacitetsutnyttjande kan vidareutvecklas av rådgivningsföretag som beslutsunderlag. Den detaljnivå som informationen presenteras med idag kan dock förta den systemanalys som ligger närmare lantbrukarens vardag vilken också präglas av maskinsamarbeten, entreprenörer och diverse läglighetseffekter.

Växtförädling och sortval är och kommer att vara viktiga pusselbitar i en konkurrenskraftig svensk växtodling. Det är ett individuellt ansvar att göra sina val så bra som möjligt, men det är också ett nationellt ansvar att ge grundförutsättningar för att utveckling och provning av nya sorter sker på ett professionellt sätt. Allt annat vore ett misstag och dålig resurshushållning.

Organic production underlines certain requirements as regards selection of crop varieties: resistance to diseases rather than maximum yield, higher competitive ability for nutrients and against weeds, more biomass (straw) for organic matter, etc. Crop traits and cultivation techniques go hand in hand. Variety information is critical for making good decisions in order to reach cost-efficiency and competitiveness. But solid and independent information is not so easy to find. We rely on many sources such as the regional advisory services, university field trials, market information and others. As organic growers we try to make well-founded choices, but we depend upon the continuous sound development and testing of new varieties.

Magnus Börjeson
Högåsa Gärd AB
590 76 Vreta Kloster

Rybs-kål-kromosomadditionslinjer: En cytogenetisk resurs

Brassica rapa – *B. oleracea* chromosome addition lines: A cytogenetic resource

Waheeb K. Heneen, Mulatu Geleta, Kerstin Brismar,
Robert Hasterok and Tomas Bryngelsson

Bakgrund

Ett sätt att studera en arts kromosomuppsättning (genom) är att utveckla s.k. monosomiska ”alien” additionslinjer (MAAL). Det innebär att artens olika kromosomer, som utgör det haploida kromosomtalet, finns var för sig i en kromosombakgrund av en annan art. För det mesta väljs genom av en besläktad art som bakgrund. Man kan betrakta det som ett tillvägagångssätt för att dissekera den genetiska uppsättningen hos en art i en annan arts genetiska bakgrund i en serie MAAL. Utvecklade MAAL brukar omfatta monosomiska plantor som bär på den extra kromosomen samt plantor av bakgrundsarten.

Tre användningsområden av MAAL-serier kan nämnas. För det första gör MAAL det möjligt att studera enstaka geners uttryck samt att hänföra gener och genkopplingsgrupper (gener som nedärvs tillsammans) till specifika kromosomer. Det kan gälla kvalitativa gener, som ensamma eller i hög grad styr specifika egenskaper, eller kvantitativa gener, som finns på mer än en kromosom och i mindre grad påverkar en egenskap. I båda fallen är det viktigt att veta hur de olika generna ytrar sig, alltså på vilket sätt de kontrollerar egenskapen ifråga. Det andra användningsområdet för MAAL är studier av kromosomernas evolution och släktskap mellan närliggande arter. Förekomsten och graden av parning mellan den främmande kromosomen och bakgrundskromosomerna är ett uttryck för genetiska likheter mellan specifika kromosomer från två arter. Parningen leder till genetisk rekombination och utbyte av kromosomsegment, alltså genöverföring mellan kromosomer som tillhör olika arter. Teoretiskt åskådliggör intergenomisk kromosomparning släktskapsgraden och kromosomevolutionen hos besläktade arter. Den praktiska tillämpningen är utnyttjande av genöverföringen vid växtförädling. Ofta är det önskvärt att över-

föra specifika gener mellan sinsemellan besläktade grödor eller från vilda arter till besläktade grödor. MAAL kan vara ett redskap för detta ändamål. Det tredje användningsområdet för MAAL är som ett gynnsamt material för fysisk lokalisering av gener och DNA-markörer längs kromosomen med hjälp av fluorescerande *in situ*-hybridisering (FISH). Närvaron av endast en kromosom från en art i en annan arts bakgrund underlättar identifiering av den främmande kromosomen både i mitotiska delningar och i än högre grad vid detaljerade analyser på de mindre kondenserade pachytenkromosomerna under meios. Genom användning av fluorescerande plasmid- eller BAC (bakteriella artificiella kromosomer)-prober lokaliserar gener och specifika DNA-segment längs kromosomerna. Det är högst önskvärt att integrera de tre karteringsmetoderna, nämligen cytologisk karakterisering i form av kromosomkaryotypanalyser, fysisk kartering av gener och specifika DNA-sekvenser längs kromosomer samt genetisk kartering av kopplade gengrupper, som reflekterar det genetiska avståndet, alltså rekombinationsfrekvensen, mellan närliggande gener eller markörer längs kromosomerna.

MAAL har utvecklats hos en del grödor. Som exempel kan nämnas vete som bär på enstaka kornkromosomer (Szakács and Molnár-Láng, 2010), havre med enstaka majs-kromosomer (Rines *et al.*, 2009), samt att kromosomer från närbesläktade vilda arter kan finnas hos ris (Khush, 2010), sockerbeta (Gao *et al.*, 2001), potatis (Dong *et al.*, 2005), tomat (Ji and Chetelat, 2003) och gurka (Chen *et al.*, 2004). Hos kålarter (*Brassica*) har man utvecklat MAAL både inom *Brassica*-släktet och mellan *Brassica* och närliggande släkten (Budahn *et al.*, 2008; Prakash *et al.*, 2009; Ziolkowski *et al.*, 2011).

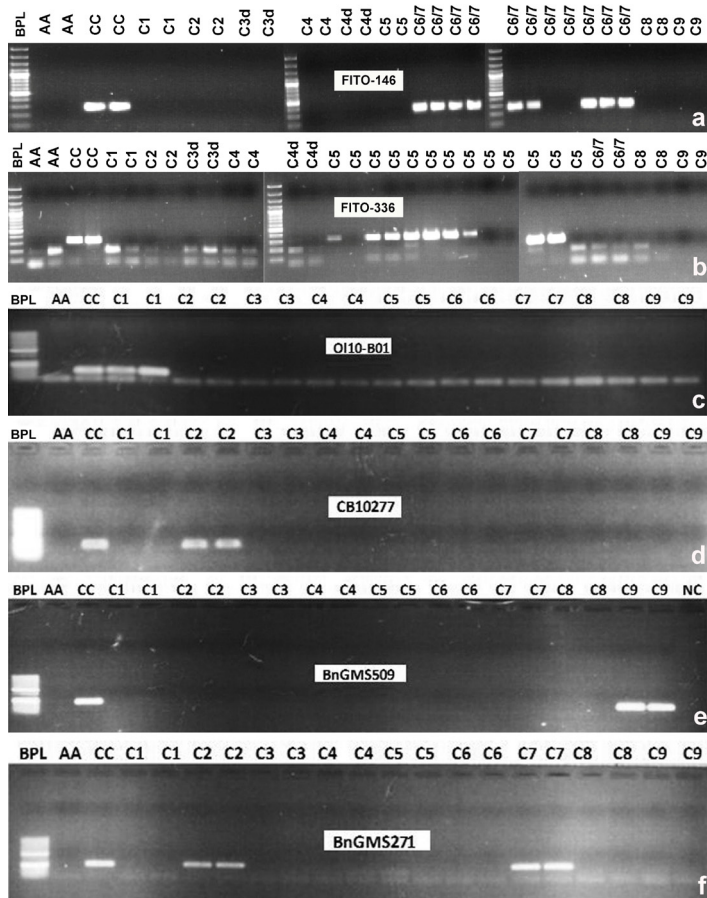


Fig. 1. Agarose gels of electrophoresed DNA extracted from plants carrying different C chromosomes after PCR reactions using different C-genome specific SSR primer pairs; a and b, eight different C chromosomes; c-f, all nine C chromosomes; a, primer pair FITO-146 marking C6/7 in 9 out of 11 plants; b, primer pair FITO-336 amplifying two A-genome specific alleles and one C-genome specific allele, the latter marking C5 in 9 out of 13 plants; c, primer pair OI10-B01 specific to C1; d, primer pair CB10277 specific to C2; e, primer pair BnGMS509 specific to C9; f, primer pair BnGMS271 marking both C2 and C7. BPL=Base pair ladder exhibiting clear bands (a and b) or less differentiable bands (c-f).

Dissektion av kålens genom i rybsens bakgrund

Vi valde att dissekera kålens (*Brassica oleracea* L.) genom, betecknat CC (kromosomtal $2n=18$) i rybsens (*B. rapa* L.) genom, betecknat AA ($2n=20$). Grunden för vårt val var att kål och rybs är ursprungsarterna bakom tillkomsten av raps (*B. napus* L., AACC, $2n=38$). Kommersiella rapssorter har övervägande svarta frön och växtförädlare är intresserade av att utveckla gulfröiga sorter. Gulfröighet medför ökade olje- och proteinhalter och mindre fiberhalt, vilket är önskvärda förädlingsmål

inom både olje- och foderindustri (Shirzadegan and Röbbelen, 1985; Slominski *et al.*, 1999). Samtidigt vet man att gula frön är känsliga för vissa miljöförhållanden som hög temperatur och översvämningar och att man bör selektera för toleranta sorter (Van Deynze *et al.*, 1993; Zhang *et al.*, 2008). Flera försök har gjorts att utveckla gulfröig raps genom interspecifica korsningar (Chen *et al.*, 1988; Meng *et al.*, 1998; Rahman, 2001; Wen *et al.*, 2008). Utveckling av gulfröig raps kan vara möjlig, om man har tillgång till gulfröiga kål- och rybsorter (Wen *et al.*, 2008). Renodlad gulfröig rybs finns representerad i de tillgängliga "yellow sarson"-sorterna, medan kålsorterna har övervägande svarta frön. Därför har vi valt att kartlägga den genetiska styrningen av den svarta fröfärgen hos kål. Det gäller lokaliseringen av dessa gener och att få kännedom om hur de påverkar fröfärgen. Att separera kålens kromosomtyper i nio olika MAAL skulle belysa den genetiska kontrollen bakom egenskapen svartfröighet. Förståelsen av hur fröfärgen styrs hos kål är ett steg i förädlingsarbetet för att få fram gulfröiga kålsorter och följaktligen även gulfröiga rapssorter.

Tidigare försök att utveckla rybs-kål-additionslinjer har gjorts av Quiros och medarbetare (Quiros *et al.*, 1987; McGrath and Quiros, 1990; McGrath *et al.*, 1990; Hu and Quiros, 1991). De framställde sju av nio möjliga MAAL. För karakterisering och differentiering av MAAL fastställde de kromosomspecifika isozym- och molekylära RFLP (restriction fragment length polymorphism)-markörer, utan att bestämma vilka kromosomer som

inom både olje- och foderindustri (Shirzadegan and Röbbelen, 1985; Slominski *et al.*, 1999). Samtidigt vet man att gula frön är känsliga för vissa miljöförhållanden som hög temperatur och översvämningar och att man bör selektera för toleranta sorter (Van Deynze *et al.*, 1993; Zhang *et al.*, 2008). Flera försök har gjorts att utveckla gulfröig raps genom interspecifica korsningar (Chen *et al.*, 1988; Meng *et al.*, 1998; Rahman, 2001; Wen *et al.*, 2008). Utveckling av gulfröig raps kan vara möjlig, om man har tillgång till gulfröiga kål- och rybsorter (Wen *et al.*, 2008). Renodlad gulfröig rybs finns representerad i de tillgängliga "yellow sarson"-sorterna, medan kålsorterna har övervägande svarta frön. Därför har vi valt att kartlägga den genetiska styrningen av den svarta fröfärgen hos kål. Det gäller lokaliseringen av dessa gener och att få kännedom om hur de påverkar fröfärgen. Att separera kålens kromosomtyper i nio olika MAAL skulle belysa den genetiska kontrollen bakom egenskapen svartfröighet. Förståelsen av hur fröfärgen styrs hos kål är ett steg i förädlingsarbetet för att få fram gulfröiga kålsorter och följaktligen även gulfröiga rapssorter.

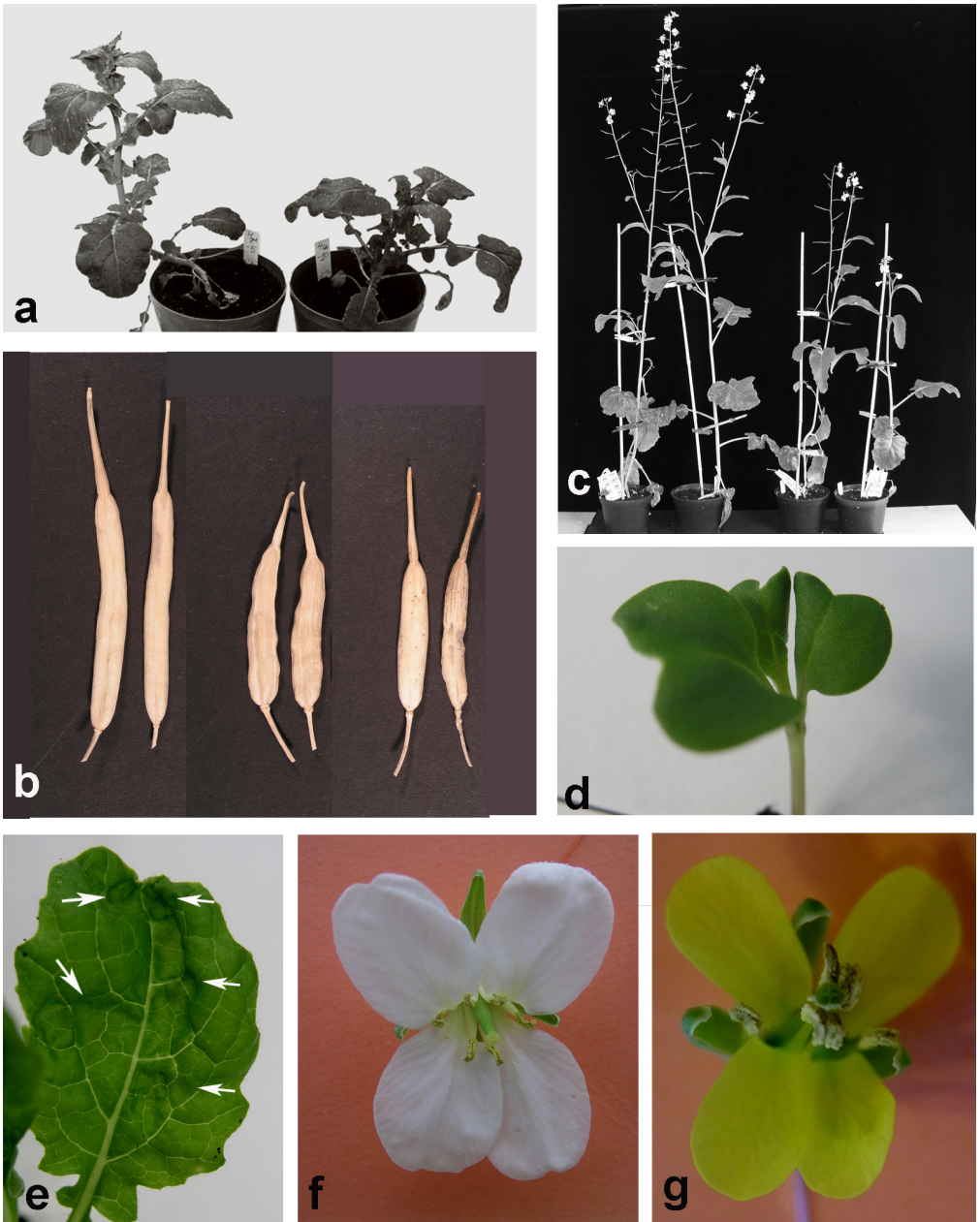


Fig. 2. Morphological features differentiating C chromosome carriers from non-carriers in the offspring of monosomic plants; a, differences in plant vigour between a non-carrier (left) and a carrier (right) of C4; b, differences in silique size between non-carrier (left) and carriers of C2 (middle) and C9 (right); c, difference in size between carriers of an intact C4 (left) and C4d with a deletion (right); d, tricotyledons in a carrier of C1; e, puckered leaf surface of a C5 carrier; f and g, white flower of a C4 carrier and yellow flower characteristic of C4 non-carriers as well as carriers of any other C chromosomes.

var representerade i de olika MAAL. Fröfärgen var inte heller en egenskap som studerades i dessa arbeten.

Vårt arbete med forskningsprojektet ”utveckling av rybs-kål-additionslinjer” startades 1988 av Baoyuan Chen och fortsattes i en senare fas av Bifang Cheng. Deras tålmodiga och sakkuniga arbete ledde till doktorsavhandlingar, som de försvarade vid Sveriges lantbruksuniversitetets Institution för växtförädling i Svalöv 1989 respektive 1996. När de lämnade Sverige för Kanada 1996, hade de utvecklat sex MAAL och identifierat kålkromosomerna hos fyra av dessa linjer.

Framställning av åtta MAAL

Den ursprungliga korsningen bakom våra MAAL gjordes mellan vitblommig svartfröig kinesisk kål *Brassica oleracea* var. *alboglabra* (No. 4003) som moder och gulblommig gulfröig rybs *B. rapa* var. *trilocularis* (yellow sarson, K-151) som fader (Chen *et al.*, 1988). Genom s.k. embryoräddningsodling i näringsmedium erhöles hybrider (genom AC, $2n=19$), som efter kromosomförubbling med colchicin gav upphov till raps *B. napus* (No. 7406) (AAC, $2n=38$). Återkorsning av den resyntetiserade rapsen till föräldern *B. rapa* resulterade i en hybrid, den s.k. sesquidiploiden (AAC, $2n=29$). Återkorsning av denna hybrid till *B. rapa* ledde till uppkomsten av aneuploider (AA+1-9 C-kromosomer) och *B. rapa*-euploider (AA, $2n=20$). Kromosomtalsbestämningar gjordes på aneuploiderna och deras avkomor, för att hitta monosomiska plantor med enstaka C-kromosomer (AA+1 C-kromosom, $2n=21$) (Chen *et al.*, 1992; Cheng *et al.*, 1994a).

Aneuploida och monosomiska plantor karakteriserades med hjälp av molekylära DNA-markörer, för att fastställa vilka markörer som är specifika för de olika C-kromosomerna. Som DNA-markörer användes RAPD (random amplified polymorphic DNA)-markörer i arbetet med att utveckla åtta MAAL (Jørgensen *et al.*, 1996; Chen *et al.*, 1997a, b; Heneen and Jørgensen, 2001). Kromosomspecifika markörer är värdefulla verktyg för att säkerställa närvaron av en viss C-kromosom och för differentiering mellan de olika MAAL. Utöver karakterisering och differentiering av MAAL bidrog RAPD-analyserna till att bevisa förekomsten av kromosomsegmentutbyte mellan A- och C-kromosomer som följd av homoeologisk parning och genetisk rekombination. Vidare konstaterades att

en viss RAPD-markör var genetiskt nära kopplad (=närbelägen) till genen för fröfärgen på kromosom C1 (Chen *et al.*, 1997b). DNA-markörer som är närbelägna till gener av agronomiskt intresse kan utnyttjas i selektionsarbetet vid växtförädling.

Fem C-kromosomer i fem MAAL kunde identifieras som C1, C4, C5, C8 och C9 genom jämförelser med den beskrivna karyotypen av *B. oleracea* var. *alboglabra* (Cheng *et al.*, 1995) och genom FISH-analyser (Cheng *et al.*, 1995; Chen *et al.*, 1997a, b; Hasterok *et al.*, 2005). De andra tre C-kromosomerna betecknades som D, E och F (Heneen och Jørgensen, 2001; Heneen och Brismar, 2001), innan det konstaterats att de motsvarar C2, C3 respektive C6 eller C7. Således förväntades det att den saknade MAAL skulle vara för C6 eller C7. Under upprätthållandet och förökningen av MAAL för C3 förlorade C-kromosomen en arm, så att den kvarvarande armen syns som en telocentrisk kort kromosom, och följaktligen betecknas den tillgängliga linjen som MAAL för C3d (d för deletion). Vidare utvecklades en parallell linje till MAAL för C4 där C-kromosomen saknar ett segment från sin korta arm. Linjen med det deleterade kromosomsegmentet betecknas som MAAL för C4d.

Framställning av den saknade MAAL

För att kunna utveckla en ny MAAL som bär på den saknade C-kromosomen användes två föräldrarna. Det ena var att framställa ett nytt aneuploidmaterial genom att upprepa återkorsningarna mellan den resyntetiserade rapsen och AA-föräldern *B. rapa* och mellan AAC-hybrider och AA-föräldern. På det sättet fick vi tillgång till ett nytt material som omfattar aneuploida plantor ($2n=20$ A-kromosomer + 1-9 C-kromosomer) samt euploida AA-plantor. Av detta material såddes 52 frön som gav upphov till 47 plantor och av dessa valdes 23 plantor som var klena i sin tillväxt. Dessa plantor betraktades som presumtiva aneuploider som skulle vidareanalyseras med hjälp av molekylära DNA-prober. Det andra förfarandet var att analysera dessa plantor med SSR (simple sequence repeat, också kallat mikrosatellit)-prober som DNA-markörer, istället för RAPD-prober.

SSR

Jämfört med andra DNA-markörer är SSR i högre grad reproducerbara och polymorfa. Vidare har ett stort antal *Brassica*-specifika SSR-markörer utvecklats

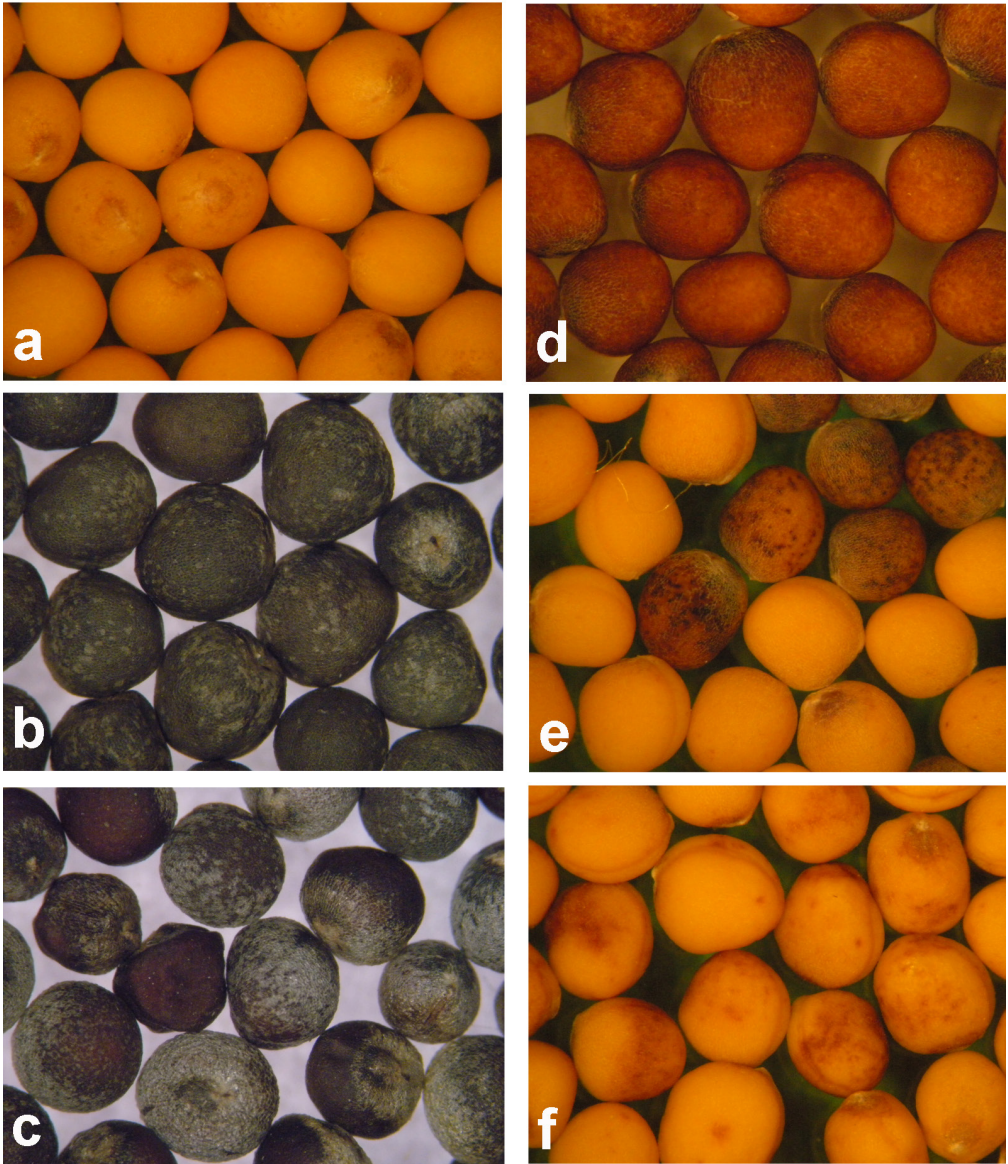


Fig. 3. Main seed colour types of the *Brassica* material studied; a, yellow exemplified by *B. rapa* var. *trilocularis* (yellow sarson, K-151); b, black in *B. oleracea* var. *alboglabra* (No. 4003); c, black, dark grey and brown in resynthesized *B. napus* (No. 7406); d, brown seeds harvested from a C1-carrier; e, yellow and brown seeds harvested from a C4-carrier; f, yellow seeds with brown spots/patches selected from a mixture with pure yellow seeds harvested from a C2-carrier as an example (see text).

lats eller fastställt under de senaste åren i studier avseende genetisk diversitet, koppling till gener av agronomiskt intresse, etablering av genetiska kartor och integrering av olika sådana kartor (Lowe *et al.*, 2004; Piquemal *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2007; Fu *et al.*, 2007; Gao *et al.*, 2007; Radoev *et al.*,

2008; Iniguez-Luy *et al.*, 2008, 2009; Cheng *et al.*, 2009; Basunanda *et al.*, 2010; Navabi *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2011). Vi hade tillgång till ett stort antal sådana markörer som var lämpliga att testa på våra MAAL. Syftet med att testa dessa prover på MAAL var att fastställa vilka SSR markörer som är

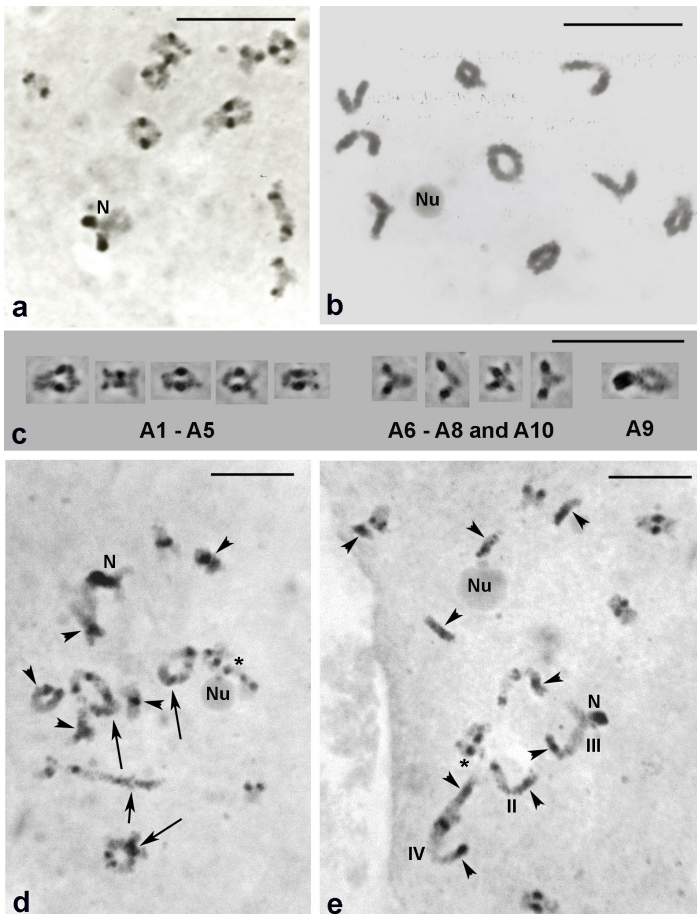


Fig. 4. Diakinesis chromosomes; a and c, differentially condensed and stained chromosomes of *Brassica rapa* ($2n=20$), arranged in groups with median/submedian centromeres (A1-A5) and submedian/subterminal centromeres (A6-A8 and A10) and the nucleolar chromosomes (A9) in c; b, homogeneously condensed and stained chromosomes of *B. oleracea* ($2n=18$); d, resynthesized *B. napus* ($2n=38$), 3 IV (long arrows marking two C chromosomes pairing with an A chromosome) + 1 III (short arrow marking two C chromosomes pairing with an A chromosome) + 5 II (C chromosomes, arrow heads) + 5 II (A chromosomes, unmarked) + 1 II (A nucleolar chromosomes, marked by N) + 1 I (A chromosome, asterisk); e, sesquidiploid (AAC, $2n=29$), 1 IV (arrowheads marking C chromosomes) + 1 III (arrowhead marking a C chromosome pairing with the nucleolar A pair "N") + 1 II (heteromorphic, arrowhead marking the C chromosome) + 7 II (A chromosomes, unmarked) + 5 I (C chromosomes, arrowheads) + 1 I (A chromosome, asterisk). Nu = nucleolus. Scale bar = 10 μ m.

C-genom- och C-kromosom-specifika, med avsikt att bestämma C-kromosomens identitet hos de befintliga åtta MAAL och att upptäcka aneuploida plantor som bär på den nionde C-kromosomtypen, som saknades bland de tidigare utvecklade MAAL. Av 151 SSR-markörer testade på de tillgängliga åtta MAAL och deras föräldrararter visade det sig att 15 C-genomspecifika markörer inte var kännetecknande för någon av de åtta MAAL.

Följaktligen kan dessa 15 SSR vara kandidater till specifika markörer för C-kromosomen i den saknade MAAL. Tio av de 15 markörerna kännetecknade en nyproducerad aneuploid planta med $2n=21$ samt monosomiska avkommor från en annan aneuploid planta med $2n=23$. Dessa monosomiska plantor blev starten till utvecklingen av den saknade nionde MAAL.

Totalt testades 151 SSR-markörer på de nio MAAL som representerar C-genomets olika kromosomer, samt på föräldrarna AA och CC. Det visade sig att 63 markörer var kännetecknande för både A- och C-kromosomer, medan 88 var "C-genom-specifika". Av dessa 88 markörer var 64 specifika för enstaka C-kromosomer, 17 var utmärkande för två till fem C-kromosomer, fem kännetecknade inte någon av de nio MAAL, och två märkte alla nio MAAL (Geleta *et al.*, 2012). Antalet kromosomspecifika SSR varierade mellan två och tio och det är dessa SSR som är ytterst värdefulla för differentiering av C-kromosomerna och MAAL (Table 1). SSR som kännetecknar mer än en C-kromosomtyp påvisar

förekomsten av duplikationer vilket är utmärkande för de olika genomen hos *Brassica* (McGrath *et al.*, 1990; Parkin *et al.*, 2003; Lysak *et al.*, 2007). Att fem C-genomspecifika SSR inte utmärkte någon MAAL, medan två SSR märkte alla nio MAAL, kan vara ett resultat av kromosomstrukturella förändringar och genetisk rekombination mellan A- och C-kromosomer. Dessa sju SSR-markörer är inte aktuella för MAAL-karakterisering.

Exempel på SSR-karakterisering av åtta, och i ett senare skede alla nio, utvecklade MAAL visas i Fig. 1. En C-genomspecifik markör, FITO-146, visade sig vara utmärkande för C6/7 i en jämförelse mellan plantor från åtta linjer som bär på olika C-kromosomer (Fig. 1a). Vissa SSR-markörer, som FITO-336, var utmärkande både för A- och C-kromosomer, men de amplifierade fragmenten hade olika storlek och var således fortfarande användbara för differentiering mellan A- och C-kromosomerna och mellan C-kromosomerna inbördes (Fig. 1b). Markören FITO-336 var specifik för C5. Både beträffande FITO-146 och FITO-336 förblev enstaka plantor, som bär på C6/7 respektive C5, omärkta med dessa markörer, medan resten av plantorna var märkta (Fig. 1a och b). Detta tyder på avsaknad eller förändring av specifika DNA-sekvenser i C-kromosomen hos dessa enstaka plantor. Det kan bero på strukturella förändringar eller vara ett resultat av segmentutbyte i samband med genetisk rekombination. Exempel på jämförelser mellan alla nio MAAL visas i Fig. 1c-f

där SSR markörerna Ol10-B01, CB10277 och BnGMS509 var specifika för enstaka C-kromosomer, d.v.s. C1, C2 respektive C9 (Fig. 1c-e) medan SSR-markören BnGMS271 var utmärkande för både C2 och C7 (Fig. 1f).

Fastställda SSR, specifika för C-genomets olika kromosomer, är ett värdefullt hjälpmedel för differentiering mellan C-kromosombärare och euploida AA-plantor hos avkommor från monoso-

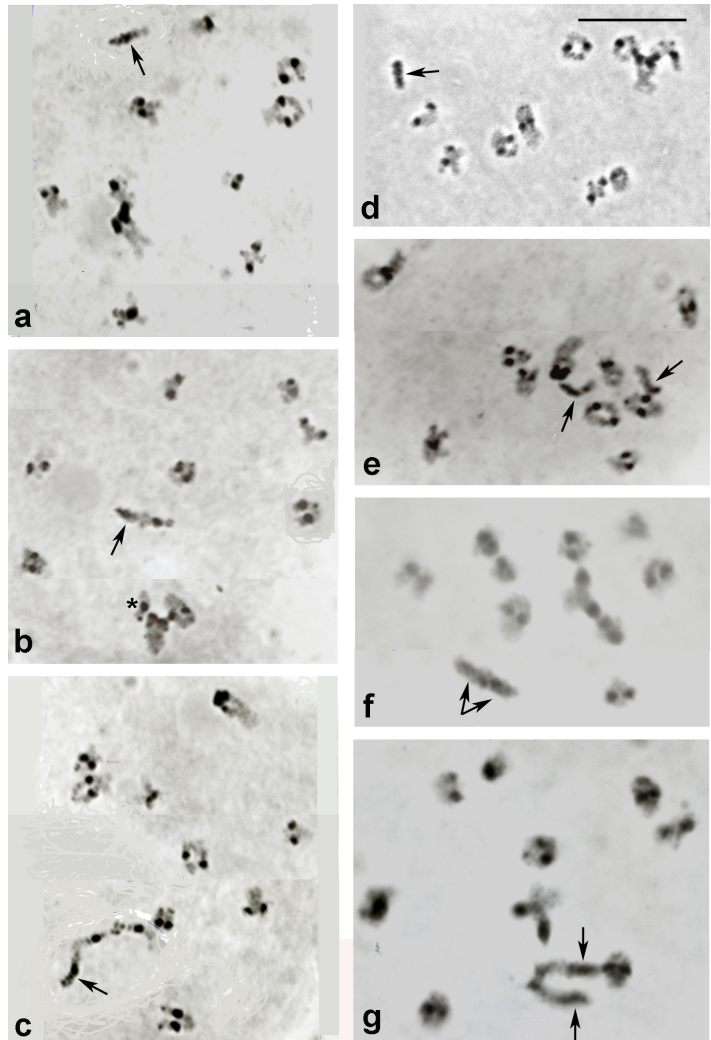


Fig. 5. Diakinesis chromosomes in mono- and disomic *Brassica* plants; a-c, monosomic for C2 (arrows); a, C chromosome as a univalent; b, C chromosome as part of a heteromorphic bivalent and one A chromosome as a univalent (asterisk); c, C chromosome as part of a trivalent; d, monosomic for C6 which appears as a univalent (arrow); e-g, disomic for C6 (arrows); e, C chromosomes as univalents; f, C chromosomes as a bivalent; g, C chromosomes as part of a quadrivalent. Scale bar = 10 μ m.

miska plantor. Vidare kan dessa SSR utnyttjas för upptäckt av integrerade C-kromosommarkörer i A-genomet hos euploida avkommor från monosomer, som en följd av intergenomisk genetisk rekombination.

Kromosomstudier på den nyetablerade MAAL och på den befintliga linjen för C6/7 i jämförelse med CC-karyotypbeskrivningen (Cheng et al., 1995) ledde till att vi kunde identifiera C-kromo-

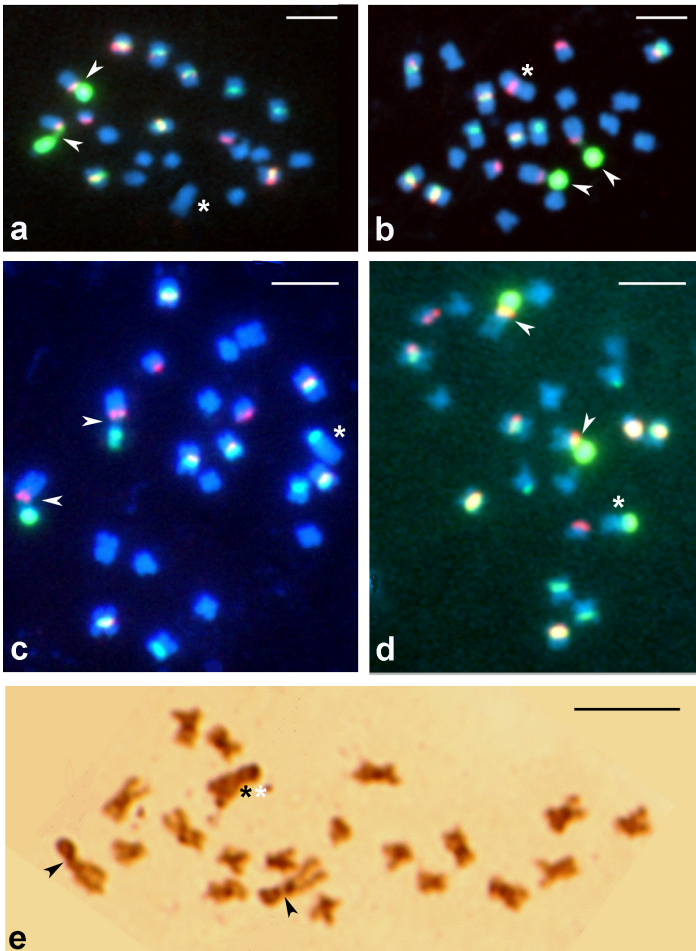


Fig. 6. FISH (a-d) and silver nitrate staining (e) applied on mitotic chromosomes of monosomic plants and identification of the C chromosome (asterisks) and nucleolar A pair (arrowheads); a, C4 identified by being the largest unlabelled chromosome; b, C5 carrier of 5S rDNA; c and d, C8 and C9 carriers of 45S rDNA appearing as small and large bands, respectively; e, C9. Scale bar = 10 μ m.

somen i den nyetablerade linjen som C7 och den i den befintliga linjen som C6.

Morfologi

Avkommor från C-kromosombärande monosomiska rybsplantor brukar omfatta mestadels euploida rybsplantor ($2n=20$) samt monosomer ($2n=21$), några disomer (plantor som har två C kromosomer av samma typ, $2n=22$), och eventuellt plantor med strukturella kromosomförändringar (se nedan). Allmänna morfologiska egenskaper som kännetecknar rybsplantor som bär på C-kromosomer är mindre storlek och nedsatt vigör

samt resulterande små skidor och lägre fertilitet, jämfört med deras euploida syskonplantor. Detta exemplifieras i Fig. 2a och b. Skillnader i plantans storlek och vigör förekom även vid jämförelse mellan monosomiska plantor, som bär på den intakta C4, och plantor som bär på C4d, som saknar ett segment i den korta armen (Fig. 2c). Den negativa effekten på plantans tillväxt kan vara kopplad till deletionens positionseffekt eller till förlust av tillväxtfrämjande gener i det deleterade segmentet. En annan egenskap, som präglar C-kromosombärande plantor hos olika MAAL, är antocyaninfärgning av stammen.

Det finns också morfologiska drag som är förknippade med närvaron av specifika C-kromosomer. Sådana egenskaper är till stor hjälp för identifiering av plantor som bär på C-kromosomen ifråga. Hos MAAL för C1 är förekomsten av groddplantor med tre hjärtblad (Fig. 2d), eller två hjärtblad där det ena är dubbelt så stort som det andra, förknippad med

sannolik närvaro av C1. Plantor som bär på C5 kännetecknas av sina tydligt bubbliga blad, som framträder under hela plantans tillväxt (Fig. 2e). Närvaron av C4 gör att plantan blir vitblommig, vilket är fallet hos *B. oleracea* var. *alboglabra*, istället för gulblommig som hos föräldern *B. rapa* var. *trilocularis* (Fig. 2f och g) och hos alla andra MAAL. C4 bär på anlaget för vit blomfärg, som är dominant över rybsens gula blomfärg. Hos MAAL för C4d däremot, är plantor som bär på denna strukturellt förändrade C-kromosom gulblommiga liksom hos *B. rapa* och alla andra MAAL. Detta tyder på att genen för vit blomfärg försvunnit i samband

med deletionen i kromosomens korta arm. Alltså har i detta fall den inträffade deletionen åskådliggjort lokaliseringen av blomfärgsgenen. Den mest betydelsefulla egenskap som särskiljer mellan närvaro och frånvaro av en C-kromosom är fröfärgen.

Fröfärg

Fröfärgens betydelse för att känna igen C-kromosombärande frön eller plantor av rybs grundar sig på förhållandet att rybs bär på den recessiva genen för gula frön (Fig. 3a), medan den extra kalkkromosomen härstammar från ett genom som innehåller dominanta gener för svart fröfärg (Fig. 3b). Den svarta färgens dominans märks på frönas svarta, mörkbruna eller gråa färg hos raps (Fig. 3c) som är resyntetiserad från dessa föräldratyper. Följaktligen kommer närvaron av enstaka kalkkromosomer, som är anlagsbärare för den mörka fröfärgen, i rybsplantor eller rybsfrön att göra att den mörka färgen kommer till uttryck. Huvudsakligen är det två grader av fröpigmentering som yttrar sig vid närvaro av endera av sju olika kalkkromosomer.

De två mest påtagliga effekterna i samband med närvaro av C-kromosomen uttrycks på plantnivå hos MAAL för C1 och på frönivå hos MAAL för C4. I dessa två fall blir hela fröskalet pigmenterat, vid närvaro av C1 blir det mörkt brunt (Fig. 3d) och vid närvaro av C4 blir det brunt med mörka prickar (Fig. 3e). C1-bärande plantor producerar endast bruna frön (Fig. 3d), oberoende av om dessa frön bär på den extra kromosomen eller inte. Alltså ger bruna frön i detta fall upphov till två sorters plantor, varav den ena sorten bär på C1 ($2n=21$) och producerar endast bruna frön, och den andra sorten är euploid ($2n=20$), saknar C1 och producerar gula frön. Ett sådant mönster tyder på maternell kontroll av fröfärgen (Heneen and Brismar, 2001). Alltså är det moderplantans genotyp som styr färgen på producerade frön, som antingen bär på eller saknar genen för fröpigmentering. C1 är den enda C-kromosomen som verkar på moderplantans nivå. Liksom alla andra MAAL omfattar MAAL för C1 euploida plantor ($2n=20$) och C-kromosombärande plantor ($2n=21$). Andelen brunfröiga avkommor som bär på C1 (30,3%) avspeglar transmissionsfrekvensen av C-kromosomen mellan generationerna.

Hos MAAL för C4, å andra sidan, producerar plantor med den extra kromosomen två sorters frön, pigmenterade frön som bär på C kromosomen och gula frön som saknar denna kromosom

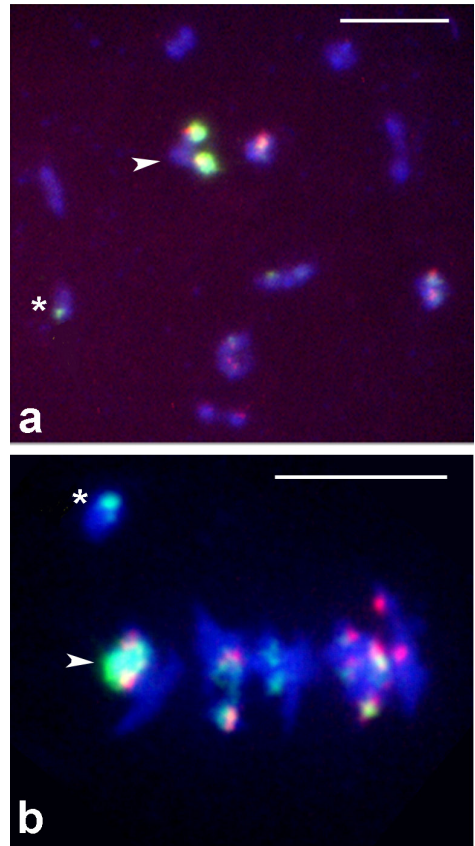


Fig. 7. FISH applied on meiotic chromosomes of a monosomic plant carrying C8 which appears as a univalent (asterisks) and identification of the nucleolar A pair (arrowheads); a, diakinesis; b, metaphase I. Scale bar = 10 μ m.

och således är rybsfrön (Fig. 3e). Alltså är det i detta fall embryonal och inte maternell styrning av fröfärgen. Det kan också uttryckas som att frönas två genotyper utmärks var och en med sin egen fenotyp vid C4-styrning, medan det är en fenotyp som är gemensam för två genotyper vid C1-styrning av fröfärgen. Det är värt att notera att frön som bär på C4d har svagare brun färg än den som framkallas av den intakta C4. Detta kan bero på att deletionen i C4d leder till positionseffekt eller till förlust av en mindre betydande fröfärgsgen i det deleterade segmentet. C1 och C4 kan betraktas som bärare av kvalitativa fröfärgsgener.

Utöver C1- och C4-kromosomerna, som har en märkbar effekt på fröfärgen, är det inte mindre än fem ytterligare C-kromosomer som påverkar fröfärgen, dock i betydligt mindre omfattning. Ef-

fekten yttrar sig som svagt synliga bruna prickar/fläckar på några gula frön, som produceras av planter som bär på C2, C5, C6 och C7 (Fig. 3f). En fraktion gula frön med ännu mindre tydliga bruna prickar produceras hos planter som bär på C3d. I det senare fallet kan ett preparermikroskop behövas för att särskilja brunprickiga gula frön från helt gula frön. Färggenerna på dessa fem kromosomer kan betraktas som kvantitativa gener som i relativt mindre grad bidrar till fröpigmentering. Det återstår att fastställa, om pigmentering i form av prickar/fläckar förorsakas av ofullständig genetisk penetrans, epigenetiska faktorer, DNA-transposoninsättning, eller andra faktorer. Färgstyrningen hos generna på dessa fem kromosomer alltså är embryonal, liksom är fallet hos C4. Liksom hos MAAL för C4 är det euploida *B. rapa*-planter, som erhålles från pigmentfria gula frön. Även hos MAAL för C2-C7 utgör andelen bruna eller prickiga/fläckiga frön (32,0-36,7%) transmissionsfrekvensen av C-kromosomen.

Alla planter hos MAAL för C8 och C9 producerar gula frön oberoende av när- eller frånvaro av C-kromosomen. Det innebär att dessa kromosomer saknar kvalitativa eller kvantitativa gener som påverkar fröfärgen.

Fastställandet att det finns minst två gener med märkbar effekt och fem gener med smärre effekter på fröfärgen hos *B. oleracea* var *alboglabra* är i linje med tidigare erhållna indirekta indicier (Chen and Heneen 1992). Uppenbarligen styrs fröfärgsegenskapen av kvalitativa och kvantitativa gener med betydande respektive bidragande inverkan på pigmentackumulering. Studier på pigmenteringens kemi, d.v.s. produktionen och inlagringen av till exempel fenoliska ämnen och polymerer som proantocyanidin och lignin, belyser den bakomliggande mångfalden av styrande genetiska faktorer (Marles and Gruber, 2004; Akhoy *et al.*, 2009; Jiang and Deyholos, 2010). Hos raps har man, genom korsningar mellan svartfröiga sorter och förmodat gulfröiga linjer, konstaterat att det är tre eller fyra gener som styr fröfärgen och att styrningen är både maternell och embryonal (Shirzadegan, 1986; Van Deynze and Pauls, 1994; Rahman *et al.*, 2010). I dessa studier var den svarta fröfärgen dominant över den gula färgen, men partiell dominans av gul färg över brun har också rapporterats i särskilda material (Liu *et al.*, 2005; Badani *et al.*, 2006).

Intresset för fröfärgsegenskapen hos raps har

lett till att många studier har ägnats åt definiering av molekylära markörer som är nära kopplade till fröfärgsgenerna, för att de ska kunna utnyttjas för markörassisterad selektion (Van Deynze *et al.*, 1995; Somers *et al.*, 2001; Badani *et al.*, 2006; Liu *et al.*, 2006b; Fu *et al.*, 2007; Xiao *et al.*, 2007; Rahman *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2011). I vårt arbete med MAAL för C1 fastställdes att en viss RAPD-markör var relativt nära genen för bruna frön och att avsaknad av denna DNA-markör associerades med fröfärgsgenens frånvaro, vilket resulterade i att fröna blev gula (Chen *et al.*, 1997a). Avkomor som saknar fröfärgsgenen på C-kromosomen, speciellt i MAAL för C1 och C4, är av intresse för vidare användning vid förädling för gulfröiga *B. oleracea* och *B. napus*.

En skillnad mellan svarta och gula *Brassica*-frön ligger i fröskalets tjocklek. Fröskalet är tjockare hos svarta frön (Heneen and Brismar, 2007), vilket innebär en hög skalfiberhalt och följaktligen låg smältbarhet hos enkelmagade djur. Detta är en bidragande orsak till utveckling av gulfröiga sorter, vilket är ett önskemål inom rapsförädlingen. Tjocka fröskal uppvisar stora palissad- och aleuronceller och har därmed möjlighet till ökad inlagring av pigmentpolymerer.

Cytologi

Kromosomalsbestämningar och differentiering mellan C-kromosomen och bakgrundens A-kromosomer gjordes på meiotiska delningar i pollenmoderceller samt på mitotiska celldelningar i rotspetsar. Beteckningarna A1-A10 och C1-C9 för *B. rapa*- och *B. oleracea*-kromosomer är enligt det gängse systemet vid beskrivning av dessa arters karyotyper (Cheng *et al.*, 1995) och diakineskromosomer (Cheng *et al.*, 1994b; Heneen *et al.*, 1995). Meiosens diakinesestadium visade sig vara lämpligt för differentiering mellan A- och C-kromosomer efter färgning med Snow's karmin. Under tidig diakines, innan kromosomerna ytterligare kondenseras vid sen diakines och metafase I, är det kromatinkondenseringsmönstret som gör det möjligt att skilja mellan A- och C-kromosomer. Utmärkande för *B. rapa* under tidig diakines är ett tydligt differentierat kondenseringsmönster längs kromosomerna, vilket inte är fallet hos *B. oleracea* (Fig. 4a-c). Kännetecknande för A-kromosomer är att kromatinet syns mer kondenserat och starkare färgat nära centromerregionen, medan det är mindre kondenserat och svagare färgat längs resten av

armarna (Fig. 4a och c). Hela den korta armen i ett par relativt stora nukleokromosomer är heterokromatisk och starkt färgad, vilket gör att de är lätt identifierbara (A9). Resten av kromosomparen kan klassificeras i två grupper, fem stora par med median/submedian starkt färgad centromerregion (A1-A5) och fyra kortare par med submedian/subterminal starkt färgad centromerregion (A6-A8 och A10) (Fig. 4c). Diakineskromosomerna hos *B. oleracea* var. *alboglabra* visar emellertid mer eller mindre jämnt kromatinkondenserings- och färgningsmönster längs hela sin längd (Fig. 4b).

Exempel på skillnader i kondensering och differentiering i kromatinet mellan A- och C-kromosomer i diakinesstadiet hos den resyntetiserade rapsen ($2n=36$, AACCC) och hos den efter åter korsning uppkomna sesquidiploiden ($2n=29$, AAC) visas i Fig. 4d och e. Genom parning mellan homologa A-kromosomer och homoeologa A- och C-kromosomer bildas homo- respektive heteromorfa bivalenter samt multivalenter. Oparade A- eller C-kromosomer framträder som univalenter. Hos monosomiska plantor i alla MAAL förekommer den extra C-kromosomen oftast i oparat tillstånd som univalent (Fig. 5a och d), men den kan också para sig med en homoeolog A-kromosom och bilda en heteromorf bivalent (Fig. 5b), eller med ett par homoeologa A-kromosomer och bilda en trivalent (Fig. 5c). Alltså är det viktigt att inte betrakta alla univalenter som C-kromosomer hos monosomiska plantor. Förekomsten av till synes intakta C-kromosomer som univalenter i pollenmoderceller varierade mellan 39% och 83% hos åtta MAAL, medan frekvensen hos MAAL för C3d, som består av endast en kromosomarm, var 90%. Beträffande parningen mellan A- och C-kromosomer visade det sig att den oftast sker mellan kromosomer som hör till grupper med liknande centromerposition, d.v.s. att parningen kan ske mellan kromosomer med median/submedian centromer eller mellan kromosomer med submedian/subterminal centromer. Trots de omfattande kromosomlagringar och duplikationer som har skett under evolutionen och differentieringen av A- och C-kromosomer hos de besläktade arterna *B. rapa* och *B. oleracea* (Parkin *et al.*, 2003; Lysak *et al.*, 2007), råder homoeologi mellan kromosomer med liknande centromerlägen hos dessa arter.

Parning mellan C-kromosomen och bakgrundens A-kromosomer kan ske främst med en viss typ av A-kromosomer och mindre ofta med en annan

typ av dessa kromosomer (Fig. 4c). Ett exempel är att nukleokromosomen C9, som bär på rDNA (ribosomalt DNA), parar sig i första hand med nukleokromosomer (A9) och i andra hand med en A-kromosom med median/submedian centromer (A1-A5). Utöver C9 parar sig även C8, som också bär på rDNA, och C4 med nukleokromosomer i A-bakgrunden. Således kan det vara olika homoeologigrader mellan C-kromosomen och olika typer av bakgrundens A-kromosomer eller mellan olika C-kromosomer och samma A-kromosomtyp. Detta kan vara ett resultat av ofta förekommande duplikerade och triplikerade DNA-sekvenser hos kromosomuppsättningarna AA och CC (McGrath *et al.*, 1990; Parkin *et al.*, 2003; Lysak *et al.*, 2007). Parning mellan C-kromosomen och två par A-kromosomer leder till uppkomst av pentavalenter. Kromatinkondenseringen som kännetecknar A- och C-kromosomer gör det möjligt att skilja mellan A- och C-kromosomer och mellan olika A-kromosomtyper hos sådana pentavalenter.

Avkommor från monosomiska plantor med en C-kromosom ($2n=21$) omfattar euploida *B. rapa*-plantor, plantor med $2n=20$ där en A-kromosom ersatts med en homoeolog C-kromosom, monosomer (Fig. 5a och d), disomer ($2n=22$) med två kopior på C-kromosomen (Fig. 5e-g) samt plantor med strukturella kromosomförändringar, såsom deletioner och translokationer, i A- och/eller C-kromosomer. Närvaron av C-kromosomen i två exemplar hos disomer gör att dessa plantor är cytologiskt stabila och utgör värdefulla genetiska källor för växtförädlingen. Under meiosen framträder de två C-kromosomerna hos disomer ibland som univalenter (Fig. 5e), men oftast parar de sig med varandra och bildar en bivalent (Fig. 5f), och i några fall parar de sig med ett par homoeologa A-kromosomer och formar en kvadrivalent (Fig. 5g).

FISH med DNA-prober är ett lämpligt tillvägagångssätt för identifiering av C-kromosomen hos monosomer och lokalisering av specifika DNA-sekvenser. Exempel på användning av FISH med rDNA prober på mitotiska kromosomer hos fyra MAAL visas i Fig. 6a-d. C4 som inte bär på rDNA blir inte märkt, men kan ändå identifieras genom att vara den största bland de omärkta kromosomerna (Fig. 6a). C5 som bär på 5S rDNA samt C8 och C9 som bär på 45S rDNA blir märkta och lätt identifierade på sina specifika fluorescerande band, som skiljer sig från de band som utmärker A-kro-

mosomerna (Fig. 6b-d) (Hasterok et al. 2005). C9 som är nukleolkromosomen hos *B. oleracea* var. *alboglabra* är också identifierbar efter färgning med silvernitrat, som synliggör nukleolbildningsregionerna hos C-kromosomen och nukleolkromosomerna i A-bakgrunden (Fig. 6e).

Som exempel på FISH-användning på meioskromosomer visas C8 som univalent under sen diakines och metafase I (Fig. 7a och b). Liksom hos mitotiska celler är bandningsmönstret specifikt för C8 i jämförelse med mönstret hos rDNA-bärande A-kromosomer.

Utöver 5S och 45S rDNA-prober, som karakteriserade C5, C8 och C9 (Fig. 6b-d; Hasterok et al. 2005), användes ett antal andra A- och C-genomspecifika samt kromosomspecifika prober (Xiong och Pires, 2011), och dessutom en kombination av FISH och genomisk *in situ*-hybridisering (GISH), för att identifiera fyra andra C-kromosomer, nämligen C1, C3d, C4 och C6 (Heneen et al., 2012). Med hjälp av FISH och GISH påvisades möjliga fall av inkorporering av C-kromatin i A-kromosomer och A-kromatin i C-kromosomer vilket kan vara resultat av genetisk rekombination eller strukturella kromosomförändringar (Heneen et al., 2012). Sådana händelseförlopp förekommer ofta under utvecklingen av MAAL, redan hos den resyntetiserade rapsen (AACC) (Attia and Röbbele, 1986; Heneen et al., 1995; Sharpe et al., 1995; Song et al., 1995; Pires et al., 2004; Lukens et al., 2006; Gaeta et al., 2007; Gaeta and Pires, 2010; Szadkowski et al., 2010; Xiong et al., 2011), hos triploiden (AAC) (Attia et al., 1987; Nozaki et al., 2000; Howell et al., 2005; Leffon et al., 2006) samt hos aneuploider (AA + 1-9 C kromosomer) och MAAL som är slutprodukten (Heneen and Jørgensen, 2001). Det är högst sannolikt att sådana förlopp har skett vid utvecklingen av alla nio utvecklade MAAL. Detta gör det önskvärdt att etablera olika MAAL för varje C-kromosomtyp med inkorporerat A-kromatin i C-kromosomen, och olika AA-linjer med inkorporerat C-kromatin i A-kromosomerna som resultat av genetisk rekombination, samt linjer som kännetecknas av definierade kromosomstrukturella förändringar.

Korrespondens mellan cytologiska och genetiska kromosomnumreringar

Omfattande molekylär genetiska studier har lett till karakterisering av A- och C-kromosomer hos

Brassica rapa, *B. oleracea* och *B. napus* som genetiska kopplingsgrupper A1-A10 och C1-C9 (Parkin et al. 2005; <http://www.brassica.info/resource/maps/lg-assignments.php>; Wang et al., 2011). Genetiska kopplingsgrupper som motsvarar de cytologiskt karakteriserade kromosomerna kunde fastställas genom användning av FISH-prober, som är genom- och kromosomspecifika (Howell et al., 2008; Xiong och Pires, 2011). Användning av dessa FISH-prober på rybsplanter som bär på enstaka C-kromosomer gjorde det möjligt att fastställa de genetiska kopplingsgrupperna av C-kromosomer hos MAAL för C1, C3-C6, C8 och C9 (Heneen et al., 2012). Detta bekräftades genom karakterisering av dessa sju linjer med SSR-markörer (Geleta et al., 2012), som i andra studier (Lowe et al., 2004; Piquemal et al., 2005; Inguiz-Luy et al., 2008; Cheng et al., 2009) konstaterats vara lokaliserade i specifika genetiska kopplingsgrupper. De genetiska kopplingsgrupper som kännetecknar C-kromosomerna i de återstående två MAAL för C2 och C7 påvisades endast genom sina specifika SSR-markörer (Geleta et al., 2012). Korrespondensen mellan de cytologiska och genetiska numreringarna av de nio C-kromosomerna hos MAAL, baserad på FISH- och SSR-analyser eller endast på SSR-analyser finns i Tabell 2.

Därmed integrerades den cytologiska kromosomnumreringen av *B. oleracea* var. *alboglabra* (Cheng et al., 1995) med den fysiska DNA-probekarteringen (Heneen et al., 2012) och den molekylära SSR-karakteriseringen (Geleta et al., 2012) av dessa kromosomer hos MAAL. Detta gjorde det möjligt att hänvisa till olika C-kromosomer hos MAAL med deras genetiska kopplingsgruppers numreringar, vilka numera används i *Brassic*-litteraturen. Följaktligen utgör de etablerade nio MAAL ett lämpligt genetiskt förråd för olika användningsområden (se nedan).

Tillgänglighet och vidmakthållande av MAAL

Begränsade mängder frön från de olika MAAL och från föräldrarna *B. rapa* var. *trilocularis* (K-151) och *B. oleracea* var. *alboglabra* (No. 4003) samt från den resyntetiserade rapsen *B. napus* (No. 7406) finns tillgängliga hos genbanken NordGen (www.nordgen.org). En beskrivning av materialet och dess förökning lämnas av genbanken i samband med leverans av beställt material. Beträffande MAAL för C1 levereras bruna frön, som ger upp-

hov till euploida *B. rapa* eller till C1-bärrplanter. De frön vars odrott har tre hjärtblad, eller två hjärtblad där det ena är nästan dubbelt så stort som det andra, kommer högst sannolikt att ge upphov till C1-bärande planter. Planter som producerar endast bruna frön ansvarar för linjens förökning.

För MAAL för C2, C4, C4d, C5, C6 och C7 levereras selekterade bruna frön eller gula frön med bruna fläckar/prickar, som sannolikt ger upphov till C-bärande planter. Dessa selekterade frön härstammar från monosomiska planter som producerar en blandning av rent gula och bruna eller brunfläckiga frön. Förökning av dessa linjer görs genom att selektera bruna eller brunfläckiga frön generation efter generation. Ytterligare belägg för att erhålla planter från dessa frön bär på den extra C-kromosomen är blommans vita färg hos C4-bärrare, blommans gula färg hos C4d-bärrare, och bladens bubbliga yta hos C5-bärrare.

Fröna som levereras från MAAL för C3d är sorterade till synes gula frön, men med hjälp av ett preparermikroskop kan man särskilja gula frön med svagt bruna prickar från rent gula frön. Det är prickiga frön som sannolikt ger upphov till C3d-bärande planter. Linjen förökas genom fortsatt selektion av prickiga frön.

Levererade frön från MAAL för C8 och C9 är endast rent gula frön utan fläckar eller prickar. Hos dessa två linjer bör man så en stor mängd frön och cytologiskt undersöka erhållna planter för val av C-bärande planter till vidare förökning.

I samtliga fall bör man bekräfta erhållna plantors monosomiska tillstånd genom cytologiska analyser och SSR-analyser.

Användningar och framtids-perspektiv

MAAL är lämpliga för att hänföra molekylära markörer och gener till specifika kromosomer och för dokumentering av genernas uttryck. Kopplingen mellan DNA-markörer och gener som styr agromiska karaktärer kan följaktligen utnyttjas för markörassisterad selektion, då MAAL kan fungera som övergångsmaterial i förädlingsarbetet. Således är det önskvärt att definiera kromosomspecifika SSR kopplade till gener som styr viktiga karaktärer såsom fröfärgen, mängden av vissa fettsyror, sjukdomsresistens och vitalitet. För karteringsändamål är MAAL ett alternativ till användning av ett stort antal polymorfa molekylära markörer på ett stort antal avkommor efter korsningar mellan genetiskt skilda föräldragenotyper.

MAAL med C-kromosomer som strukturellt skiljer sig från det normala är värdefulla genetiska linjer för DNA-markör- och genkartering. Två exempel är de tillgängliga MAAL för C3d med endast en kromosomarm av C3, och MAAL för C4d med ett deleterat segment i den korta armen av kromosom C4. Dessa linjer är lämpliga för markör- och genkartering av en begränsad kromosomdel, hela den ena armen hos C3d, och det deleterade segmentet hos C4d vid jämförelse med en intakt C4.

Brassica rapa – *B. oleracea* MAAL utgör en genetisk resurs för fortsatt integrering av C-kromosomernas cytologiska, fysiska och genetiska kartor. I arbeten med fysisk FISH-kartering av en kromosomarm eller en hel kromosom och för CCP (comparative chromosome painting) används heltäckande intilliggande BAC-prober för kromosommålning. Tekniken har tillämpats på *Arabidopsis thaliana* och *Brassica*-arter (Koornneef *et al.*, 2003; Schranz *et al.*, 2006; Lysak and Lexer, 2006; Lysak *et al.*, 2006, 2007; Schubert, 2007). Fördelen med att applicera FISH och kromosommålning på MAAL är närvaron av endast en C-kromosom i AA-bakgrunden. Detta underlättar den fysiska karakteriseringen av C-kromosomen med DNA-prober, samt i förekommande fall samtidig markering av homoeologa ställen hos A-kromosomer. Tillämpning av kromosommålning på parade A- och C- diakineskromosomer leder till definiering av exakt vilka A-kromosomer som parar sig med C-kromosomen i första och andra hand istället för den grova hänvisningen till A-kromosomtyper (Fig. 4c). Kartläggning av homoeologin mellan A- och C- kromosomer belyser genöverföringen mellan dessa kromosomer samt släktskap och fylogeni hos dessa genom.

Många SSR-markörer är karterade till specifika genetiska kopplingsgrupper (Lowe *et al.*, 2004; Piquemal *et al.*, 2005; Inguiz-Luy *et al.*, 2008; Cheng *et al.*, 2009), som utmärker specifika C-kromosomer, men det är högst önskvärt att veta var i kromosomen de är fysiskt lokaliserade. Fysisk kartering av SSR-markörers lägen i kromosomer (Cuadrado and Jouve, 2010) på *Brassica*-material förväntas kunna ge en fingervisning om ungefärliga lägen på markörernas nära kopplade gener. Jämförelser mellan olika markörers fysiska och genetiska lägen belyser den fysiska lokaliseringen av genetisk rekombination.

Tillämpning av "nästagenationssekvensering" på MAAL för analys av C-kromosomen eller AA-

bakgrunden gör det möjligt att utveckla markörer för kopplingskartering, markörassisterad selektion, kartläggning av C-kromosomens transkriptom samt upptäckt av intergenomiskt segmentutbyte (Varshney *et al.*, 2009). De erhållna kunskaperna om maternell och embryonal styrning av fröfärgen, och att det är kvalitativa och kvantitativa anlag som styr pigmenteringens omfattning är grunden för vidare kartering av dessa gener och deras koppling till molekylära DNA-markörer. Därmed kan man selektera för frånvaron av pigmenteringsgener i förädlingsarbetet med att utveckla gulfröiga *B. oleracea*- och *B. napus*-arter. MAAL lämpar sig också för kartering av andra gener av agronomiskt intresse, såsom gener för sjukdomsresistens, oljans fettsyresammansättning, glukosinolatsammansättning, vitalitet och hur de olika C-kromosomerna påverkar fröstorleken.

Tack

Detta arbete är dedicerat till minnet av en uppskattad ledare och kollega, professor Arne Hagberg. Vårt tack till professor Baoyuan Chen, som startade projektet och har bestått oss med de sex först utvecklade additionslinjerna. Vårt tack går även till Anna Zborowska, Ann-Charlotte Ström-dahl, Therese Bengtsson och Britt Green (†) för all uppskattad teknisk hjälp. Arbetet har stötts ekonomiskt av Nilsson-Ehle-donationerna, Kungliga Fysiografiska Sällskapet i Lund.

Summary

The aim of this project was to dissect the genome of *Brassica oleracea* var. *alboglabra* ($2n=18$, genome CC) so that each of its nine chromosome types would be present alone in a background of *B. rapa* var. *trilocularis* ($2n=20$, genome AA). Accordingly nine different monosomic alien addition lines (MAAL, $2n=21$, AA + 1 C chromosome) have been developed. Such MAALs are useful materials for studies on relating genes to specific chromosomes, gene expression without additive effects of genes on other C chromosomes, physical mapping of genes and DNA markers, homoeology and gene transfer between A and C chromosomes, and as bridging materials for plant breeding.

This project was started in Sweden in 1988 by Baoyuan Chen (now at Bayer Crop Science, Saskatoon, Canada) with later inputs from Bifang Cheng (now at AgriFood Canada, Saskatoon, Canada). They left Sweden for Canada in 1996 after

development of six MAAL and cytological defining of the C chromosome in four of these lines. The interest in developing yellow-seeded oilseed rape (*B. napus*, $2n=38$, genomes AACCC) was the reason for starting the project of developing the MAALs between the progenitors of oilseed rape. The use of a yellow-flowered yellow-seeded *B. rapa* and a white-flowered black-seeded *B. oleracea* to resynthesize *B. napus* for development of the MAALs was a means to dissect the C genome to determine which chromosomes that carry seed colour genes, and in what way they affect seed colour. This knowledge would be required when breeding for yellow-seeded *B. oleracea* and *B. napus*.

The MAALs were developed by backcrossing the resynthesized *B. napus* to the *B. rapa* parent, followed by backcrossing to *B. rapa* or selfing of the obtained sesquidiploid (AAC) in order to obtain aneuploids (AA + 1-9 C chromosomes). Selection and development of eight MAALs was attained by cytological screening, identification of the C chromosome(s), and molecular DNA characterization by RAPD (random amplified polymorphic DNA) markers of the aneuploids. For obtaining the missing MAAL, a new batch of aneuploids was produced and microsatellite DNA markers (SSR, simple sequence repeats) were employed, which enabled the development of the ninth MAAL.

The developed MAALs harboured C1, C2, C3d, C4, C4d, C5, C6, C7, C8 and C9. The 'd' in C3d and C4d designated deletions. C3d was only one chromosome arm of C3, while a short segment was deleted in the short arm of C4d. Distinctive morphological features of plants carrying the C chromosome comprised number or heteromorphy of cotyledons, puckered leaf surface, flower colour and seed colour. MAAL for C4 was white-flowered, while MAAL for C4d was yellow-flowered, indicating that the dominant gene for white flower colour was situated in the deleted chromosome segment. Two C chromosomes, C1 and C4 were carriers of major genes for pigmentation of the entire seed coat. Five C chromosomes, C2, C3, C5, C6 and C7 carried minor genes which were expressed as pigmented patches or spots on the yellow seeds. The seed colour gene on C1 was maternally controlled, thus all seeds produced by C1-carrier plants were brown irrespective of their genotype. Seed colour genes on the other six C chromosomes were controlled through the embryo. Thus, plants carrying these chromosomes produced a mixture

of pure yellow seeds and brown-patched/spotted yellow seeds. The yellow seeds were AA euploids, while the pigmented seeds were C chromosome carriers. The transmission of the C chromosome was on average 33% in the different MAALs.

During meiosis, the C chromosome either remained unpaired as a univalent or paired with a homoeologous A chromosome forming a heteromorphic bivalent, or paired with a pair of A chromosomes forming a trivalent, or paired with two pairs of A chromosomes forming a pentavalent. Thus, a C chromosome could have more than one type of homoeologous A chromosomes. The C chromosomes tended to pair with A chromosomes that have similar centromeric positions, indicating a conserved karyotypic homoeology between *B. rapa* and *B. oleracea*.

The application of FISH (fluorescent *in situ* hybridization) and GISH (genomic *in situ* hybridization) using genome and chromosome specific DNA probes revealed the C chromosomes in terms of their molecular linkage groups in seven MAALs. The determined correspondence between the cytological and genetical linkage numerals was substantiated by the specificity of defined SSR probes, also known from the literature to be mapped to specific linkage groups. SSR probes mapped by other researchers and found in the present work to be specific to the C chromosomes in the two remaining MAALs disclosed the linkage groups of these chromosomes. Thus, the nine MAALs are carriers of C chromosomes representing the nine different linkage groups of *B. oleracea*. Consequently, cytologically characterized C1-C9 chromosomes correspond to the genetic linkage groups C9, C1, C5, C3, C4, C6, C2, C7 and C8, respectively. This is valuable for the future use of the MAALs in research and breeding.

Maintenance and propagation of the MAALs, and their availability at the NordGen gene bank (www.nordgen.org), are indicated.

Prospects for future use of the nine developed MAALs comprise defining and mapping of genes of agronomic interest, like those controlling seed colour, and their linked molecular markers, chromosome painting of the C and A chromosomes by using BAC contigs and exactly defining homoeology and pairing preferences between these chromosomes, physical localization of SSR markers, and further integration of cytological, physical and genetic linkage maps.

References

- Akbou, L., Ashe, P., Tan, Y.F., Datla, R. and Selvaraj, G. 2009. Proanthocyanidin biosynthesis in the seed coat of yellow-seeded, canola quality *Brassica napus* YN01-429 is constrained at the committed step catalyzed by dihydroflavonol 4-reductase. *Botany* 87, 616-625.
- Attia, T. and Röbbelen, G. 1986. Meiotic pairing in haploids and amphidiploids of spontaneous versus synthetic origin of rape, *Brassica napus* L. *Canad. J. Genet. Cytol.* 28, 330-334.
- Attia, T., Busso, C. and Röbbelen, G. 1987. Digenomic triploids for an assessment of chromosome relationships in the cultivated diploid *Brassica* species. *Genome* 29, 326-330.
- Badani, A.G., Snowdon, R.J., Wittkop, B., Lipsa, F.D., Baetzel, R., Horn, R., De Haro, A., Font, R., Lühs, W. and Friedt, W. 2006. Colocalization of a partially dominant gene for yellow seed colour with a major QTL influencing acid detergent fibre (ADF) content in different crosses of oilseed rape (*Brassica napus*). *Genome* 49, 1499-1509.
- Basunanda, P., Radoev, M., Ecke, W., Friedt, W., Becker, H.C. and Snowdon, R.J. 2010. Comparative mapping of quantitative trait loci involved in heterosis for seedling and yield traits in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Theor. Appl. Genet.* 120, 271-281.
- Budahn, H., Schrader, O. and Peterka, H. 2008. Development of a complete set of disomic rape-rapish chromosome-addition lines. *Euphytica* 162, 117-128.
- Chen, B.Y. and Heneen, W.H. 1992. Inheritance of seed colour in *Brassica campestris* L. and breeding for yellow-seeded *B. napus* L. *Euphytica* 59, 157-163.
- Chen, B.Y., Heneen, W.K. and Jonsson, R. 1988. Resynthesis of *Brassica napus* L. through interspecific hybridization between *B. alboglabra* Bailey and *B. campestris* L. with special emphasis on seed colour. *Plant Breed.* 101, 52-59.
- Chen, B.Y., Simonson, V., Lannér-Herrera, C. and Heneen W.K. 1992. A *Brassica-alboglabra* addition line and its use for gene mapping, intergenomic gene transfer and generation of trisomics. *Theor. Appl. Genet.* 84, 592-599.
- Chen, B.Y., Cheng, B.F., Jørgensen, R.B. and Heneen, W.K. 1997a. Production and cytogenetics of *Brassica campestris-alboglabra* chromosome addition lines. *Theor. Appl. Genet.* 94, 633-640.

- Chen, B.Y., Jørgensen, R.B., Cheng, B.F. and Heneen, W.K. 1997b. Identification and chromosomal assignment of RAPD markers linked with a gene for seed colour in a *Brassica campestris-alboglabra* addition line. *Hereditas* 126, 133-138.
- Chen, J.-F., Luo, X.-D., Qian, C.-T., Jabn, M.M., Staub, J.E., Zhuang, F.-Y., Lou, Q.-F. and Ren, G. 2004. *Cucumis* monosomic alien addition lines: morphological, cytological and genotypic analyses. *Theor. Appl. Genet.* 108, 1343-1348.
- Chen, W., Zhang, Y., Liu, X.P., Chen, B.Y., Tu, J.X., Fu, T.D. 2007. Detection of QTL for six yield-related traits in oilseed rape (*Brassica napus*) using DH and immortalized F₂ populations. *Theor. Appl. Genet.* 115, 849-858.
- Cheng, B.F., Chen, B.Y. and Heneen, W.K. 1994a. Addition of *Brassica alboglabra* Bailey chromosomes to *B. campestris* L. with special emphasis on seed colour. *Heredity* 73, 185-189.
- Cheng, B.F., Heneen, W.K. and Chen, B.Y. 1994b. Meiotic studies on a *Brassica campestris-alboglabra* monosomic addition line and derived *B. campestris* primary trisomics. *Genome* 37, 584-589.
- Cheng, B.F., Heneen, W.K. and Chen, B.Y. 1995. Mitotic karyotypes of *Brassica campestris* and *Brassica alboglabra* and identification of the *B. alboglabra* chromosome in an addition line. *Genome* 38, 313-319.
- Cheng, X., Xu, J., Xia, S., Gu, J., Yang, Y., Fu, J., Qian, X., Zhang, S., Wu, J. and Liu, K. 2009. Development and genetic mapping of microsatellite markers from genome survey sequences in *Brassica napus*. *Theor. Appl. Genet.* 118, 1121-1131.
- Cuadrado, Á. and Jouve, N. 2010. Chromosomal detection of simple sequence repeats (SSRs) using nondenaturing FISH (ND-FISH). *Chromosoma* 119, 495-503.
- Dong, F., Tek, A.L., Frasca, A.B.L., McGrath, J.M., Wielgus, S.M., Helgeson, J.P. and Jiang, J. 2005. Development and characterization of potato-*Solanum brevidens* chromosomal addition/substitution lines. *Genet. Genome Res.* 109, 368-372.
- Fu, F.-Y., Liu, L.-Z., Chai, Y.-R., Chen, L., Yang, T., Jin, M.-Y., Ma, A.-F., Jan, X.-Y., Zhang, Z.-S., and Li, J.-N. 2007. Localization of QTLs for seed color using recombinant inbred lines of *Brassica napus* in different environments. *Genome* 50, 840-854.
- Gaeta, R.T. and Pires, J.C. 2010. Homoeologous recombination in allopolyploids: the polyploidy ratchet. *New Phytol.* 186, 18-28.
- Gaeta, R.T., Pires, J.C., Iniguez-Luy, F., Leon, E. and Osborn, T.C. 2007. Genomic changes in resynthesized *Brassica napus* and their effect on gene expression and phenotype. *Plant Cell* 19, 3403-3417.
- Gao, D., Guo, D. and Jung, C. 2001. Monosomic addition lines of *Beta corolliflora* Zoss in sugar beet: cytological and molecular-marker analysis. *Theor. Appl. Genet.* 103, 240-247.
- Gao, M.Q., Li, G.N., Yang, B., Qiu, D., Farnham, M. and Quiros, C. 2007. High-density *Brassica oleracea* linkage map: identification of useful new linkages. *Theor. Appl. Genet.* 115, 277-287.
- Geleta, M., Heneen, W.K., Stoute, A.I., Mutucumaru, N., Scott, R.J., King, G.J., Kurup, S. and Bryngelsson, T. 2012. Assigning *Brassica* microsatellite markers to the nine C-genome chromosomes using *Brassica rapa* var. *trilocularis* – *B. oleracea* var. *alboglabra* monosomic alien addition lines. *Theor. Appl. Genet.* 125, 455-466. DOI: 10.1007/s00122-012-1845-3.
- Hasterok, R., Wolny, E., Kulak, S., Zdziechiewicz, A., Maluszynska, J. and Heneen, W.K. 2005. Molecular cytogenetic analysis of *Brassica rapa*-*Brassica oleracea* var. *alboglabra* monosomic addition lines. *Theor. Appl. Genet.* 111, 196-205.
- Heneen, W.K. and Brismar, K. 2001. Maternal and embryonal control of seed colour by different *Brassica alboglabra* chromosomes. *Plant Breed.* 120, 325-329.
- Heneen, W.K., Brismar, K. 2007. Seed coat structure and colour in *Brassica*. *Scanning* 29, 71-72.
- Heneen, W.K. and Jørgensen, R.B. 2001. Cytology, RAPD, and seed colour of progeny plants from *Brassica rapa-alboglabra* aneuploids and development of monosomic addition lines. *Genome* 44, 1007-1021.
- Heneen, W.K., Chen, B.Y., Cheng, B.F., Jonsson, A., Simonsen, V., Jørgensen, R.B. and Davik, J. 1995. Characterization of the A and C genomes of *Brassica campestris* and *B. alboglabra*. *Hereditas* 123, 251-267.
- Heneen, W.K., Geleta, M., Brismar, K., Xiong, Z., Pires, J.C., Hasterok, R., Stoute, A.I., Scott, R.J., King, G.J. and Kurup, S. 2012. Seed colour control, homoeology, and linkage groups of the C-genome chromosomes revealed in *Bras-*

- sica rapa* – *B. oleracea* monosomic alien addition lines. *Ann. Bot.* 109, 1227-1242. DOI: 10.1093/aob/mcs052.
- Howell, E.C., Armstrong, S.J., Barker, G.C., Jones, G.H., King, G.J., Ryder, C.D. and Kearsey, M.J. 2005. Physical organization of the major duplication on *Brassica oleracea* chromosome O6 revealed through fluorescence *in situ* hybridization with *Arabidopsis* and *Brassica* BAC probes. *Genome* 48, 1093-1103.
- Howell, E.C., Kearsey, M.J., Jones, G.H., King, G.J. and Armstrong, S.J. 2008. A and C genome distinction and chromosome identification in *Brassica napus* by sequential fluorescence *in situ* hybridization and genomic *in situ* hybridization. *Genetics* 180, 1849-1857.
- Hu, J. and Quiros, C.F. 1991. Molecular and cytological evidence of deletions in alien chromosomes for two monosomic addition lines of *Brassica campestris-oleracea*. *Theor. Appl. Genet.* 81, 221-226.
- Iniguez-Luy, F.L., Voort, A.V., Osborn, T.C. 2008. Development of a set of public SSR markers derived from genomic sequence of a rapid cycling *Brassica oleracea* L. genotype. *Theor. Appl. Genet.* 117, 977-985.
- Iniguez-Luy, F.L., Lukens, L., Farnham, M.W., Amasino, M. and Osborn, T.C. 2009. Development of public immortal mapping populations, molecular markers and linkage maps for rapid cycling *Brassica rapa* and *B. oleracea*. *Theor. Appl. Genet.* 120, 31-43.
- Ji, Y. and Chetelat, R.T. 2003. Homoeologous pairing and recombination in *Solanum lycopersicon* monosomic addition and substitution lines in tomato. *Theor. Appl. Genet.* 106, 979-989.
- Jiang, Y.Q. and Deyholos, M.K. 2010. Transcriptome analysis of secondary-wall-enriched seed coat tissues of canola (*Brassica napus* L.). *Plant Cell Rep.* 29, 327-342.
- Jørgensen, R.B., Chen, B.Y., Cheng, B.F., Heneen, W.K. and Simonsen, V. 1996. Random amplified polymorphic DNA markers of the *Brassica alboglabra* chromosome of a *B. campestris-alboglabra* addition line. *Chromosome Res.* 4, 111-114.
- Khush, G.S. 2010. Trisomics and alien addition lines in rice. *Breeding Science* 60, 469-474.
- Koornneef, M., Fransz, P. and de Jong, H. 2003. Cytogenetic tools for *Arabidopsis thaliana*. *Chromosome Res.* 11, 183-194.
- Leflon, M., Eber, F., Letannew, J.C., Chelysheva, L., Coriton, O., Huteau, V., Ryder, C.D., Barker, G., Jenczewski, E. and Chèvre, A.M. 2006. Pairing and recombination at meiosis of *Brassica rapa* (AA) × *Brassica napus* (AACC) hybrids. *Theor. Appl. Genet.* 113, 1467-1480.
- Liu, X.P., Tu, J.X., Chen, B.Y. and Fu, T.D. 2005. Identification and inheritance of a partially dominant gene for yellow seed colour in *Brassica napus*. *Plant Breed.* 124, 9-12.
- Liu, Z., Fu, T., Wang, Y., Tu, J., Chen, B., Zhou, Y., Ma, C. and Shan, L. 2006. Development of SCAR and CAPS markers for a partially dominant yellow seed coat gene in *Brassica napus* L. *Euphytica* 149, 381-385.
- Lowe, A.J., Moule, C., Trick, M. and Edwards, K.J. 2004. Efficient large-scale development of microsatellites for marker and mapping applications in *Brassica* crop species. *Theor. Appl. Genet.* 108, 1103-1112.
- Lukens, L.N., Pires, J.C., Leon, E., Vogelzang, R., Oslach, L., Osborn, T. 2006. Patterns of sequence loss and cytosine methylation within a population of newly resynthesized *Brassica napus* allopolyploids. *Plant Physiol.* 140, 336-348.
- Lysak, M.A. and Lexer, C. 2006. Towards the era of comparative evolutionary genomics in Brassicaceae. *Plant Syst. Evol.* 259, 175-198.
- Lysak, M.A., Berr, A., Pecinka, A., Schmidt, M., McBreen, K. and Schubert, I. 2006. Mechanisms of chromosome number reduction in *Arabidopsis thaliana* and related Brassicaceae species. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 103, 5224-5229.
- Lysak, M.A., Cheung, K., Kitzschke, M. and Bureš, P. 2007. Ancestral chromosomal blocks are triplicated in Brassicaceae species with varying chromosome number and gene size. *Plant Physiol.* 145, 402-410.
- Marles, M.S. and Gruber, M.Y. 2004. Histochemical characterisation of unextractable seed coat pigments and quantification of extractable lignin in the Brassicaceae. *J. Sci. Food Agr.* 84, 251-262.
- McGrath, J.M. and Quiros, C.F. 1990. Generation of alien chromosome addition lines from synthetic *Brassica napus*: morphology, cytology, fertility, and chromosome transmission. *Genome* 33, 374-383.
- McGrath, J.M., Quiros, C.F., Harada, J.J. and Landry, B.S. 1990. Identification of *Brassica oleracea* monosomic alien chromosome addi-

- tion lines with molecular markers reveals extensive gene duplication. *Mol. Gen. Genet.* 223, 198-204.
- Meng, J.L., Shi, S.W., Gan, L., Li, Z.Y. and Qu, X.S. 1998. The production of yellow-seeded *Brassica napus* (AACC) through crossing interspecific hybrids of *B. campestris* (AA) and *B. carinata* (BBCC) with *B. napus*. *Euphytica* 103, 329-333.
- Navabi, Z.K., Stea, K.E., Pires, J.C., Xiong, Z., Sharpe, A.G., Parkin, I.A.P., Rahman, M.H., and Good, A.G. 2011. Analysis of B-genome chromosome introgression in interspecific hybrids of *Brassica napus* × *B. carinata*. *Genetics* 187, 659-673.
- Nozaki, T., Mishiba, K., Mii, M. and Koba, T. 2000. Construction of synteny groups of *Brassica alboglabra* by RAPD markers and detection of chromosome aberrations and distorted transmission under the genetic background of *B. campestris*. *Theor. Appl. Genet.* 101, 538-546.
- Parkin, I.A.P., Sharpe, A.G. and Lydiat, D.J. 2003. Patterns of genome duplication within the *Brassica napus* genome. *Genome* 46, 291-303.
- Parkin, I.A.P., Gulden, S.M., Sharpe, A.G., Lukens, L., Trick, M., Osborn, T.C. and Lydiat, D.J. 2005. Segmental structure of the *Brassica napus* genome based on comparative analysis with *Arabidopsis thaliana*. *Genetics* 171, 765-781.
- Piquemal, J., Cinquin, E., Couton, F., Rondeau, C., Signoret, E., Doucet, I., Perret, D., Villeger, M.-J., Vincourt, P. and Blanchard, P. 2005. Construction of an oilseed rape (*Brassica napus* L.) genetic map with SSR markers. *Theor. Appl. Genet.* 111, 1514-1523.
- Pires, J.C., Zhao, J.W., Schranz, M.E., Leon, E.J., Quijada, P.A., Lukens, L.N., and Osborn, T.C. 2004. Flowering time divergence and genomic rearrangements in resynthesized *Brassica* polyploids (Brassicaceae). *Biol. J. Linnean Soc.* 82, 675-688.
- Prakash, S., Bhat, S.R., Quiros, C.F., Kirti, P.B. and Chopra, V.L. 2009. *Brassica* and its close allies: Cytogenetics and evolution. *Plant Breed. Rev.* 31, 21-187.
- Quiros, C.F., Ochoa, O., Kianian, S.F. and Douches, D. 1987. Analysis of the *Brassica oleracea* genome by the generation of *B. campestris-oleracea* chromosome addition lines; characterization by isozymes and rDNA genes. *Theor. Appl. Genet.* 74, 758-766.
- Radoev, M., Becker, H.C. and Ecke, W. 2008. Genetic analysis of heterosis for yield and yield components in rapeseed (*Brassica napus* L.) by quantitative trait locus mapping. *Genetics* 179, 1547-1558.
- Rahman M.H. 2001. Production of yellow-seeded *Brassica napus* through interspecific crosses. *Plant Breed.* 120, 463-472.
- Rahman, M., Li, G., Schroeder, D. and McVetty, P.B.E. 2010. Inheritance of seed coat color genes in *Brassica napus* (L.) and tagging the genes using SRAP, SCAR and SNP molecular markers. *Mol. Breed.* 26, 439-453.
- Rines, H.W., Phillips, R.L., Kynast, R.G., Okagaki, R.J., Galatowitsch, M.W., Huettl, P.A., Stec, A.O., Jacobs, M.S., Suresh, J., Porter, H.L., Walch, M.D. and Cabral, C.B. 2009. Addition of individual chromosomes of maize inbreds B73 and Mo17 to oat cultivars Starter and Sun II: maize chromosome retention, transmission, and plant phenotype. *Theor. Appl. Genet.* 119, 1255-1264.
- Schranz, M.E., Lysak, M.A. and Mitchell-Olds, T. 2006. The ABC's of comparative genomics in the Brassicaceae: building blocks of crucifer genomes. *Trends Plant Sci.* 11, 535-542.
- Schubert, I. 2007. Chromosome evolution. *Current Opinion Plant Biol.* 10, 109-115.
- Sharpe, A.G., Parkin, I.A.P., Keith, D.J. and Lydiat, D.J. 1995. Frequent nonreciprocal translocations in the amphidiploid genome of oilseed rape (*Brassica napus*). *Genome* 38, 1112-1121.
- Shirzadegan M. 1986. Inheritance of seed colour in *Brassica napus* L. *Z. Pflanzenzücht.* 9, 140-146.
- Shirzadegan, M. and Röbbelen, G. 1985. Influence of seed color and hull proportion on quality properties of seeds in *Brassica napus* L. *Fette Seifen Anstrichm.* 87, 235-237.
- Slominski, B.A., Simbaya, J., Campbell, L.D., Rakow, G. and Guenter, W. 1999. Nutritive value for broilers of meals derived from newly developed varieties of yellow-seeded canola. *Animal Feed Sci. Technol.* 78, 249-262.
- Somers, D.J., Rakow, G., Prabhu, V.K. and Friesen, K.R.D. 2001. Identification of a major gene and RAPD markers for yellow seed coat colour in *Brassica napus*. *Genome* 44, 1077-1082.
- Song, K., Lu, P., Tang, K. and Osborn, T.C. 1995. Rapid genome change in synthetic polyploids of *Brassica* and its implications for polyploidy evolution. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 92, 7719-7723.

- Szadkowski, E., Eber, F., Huteau, V., Lodé, M., Huneau, C., Belcram, H., Coriton, O., Manzanares-Dauleux, M.J., Delourme, R., King, G.J., Chalhou, B., Jenczewski, E. and Chèvre, A.-M. 2010. The first meiosis of resynthesized *Brassica napus*, a genome blender. *New Phytol.* 186, 102-112.
- Szakács, É. and Molnár-Láng, M. 2010. Identification of new winter wheat – barley addition lines (6HS and 7H) using fluorescence in situ hybridization and the stability of the whole ‘Martonvásári 9 kr1’ - ‘Igri’ addition set. *Genome* 53, 35-44.
- Van Deynze, A. and Pauls, K.P. 1994. The inheritance of seed colour and vernalization requirement in *Brassica napus* using doubled haploid populations. *Euphytica* 74, 77-83.
- Van Deynze, A.E., Beversdorf, W.D. and Pauls, K.P. 1993. Temperature effects on seed colour in black- and yellow-seeded rapeseed. *Canad. J. Plant Sci.* 73, 383-387.
- Van Deynze, A.E., Landry, B.S., Pauls, K.P. 1995. The identification of restriction fragment polymorphisms linked to seed colour genes in *Brassica napus*. *Genome* 38, 534-542.
- Varshney, R.K., Nayak S.N., May G.D., Jackson S.A. 2009. Next-generation sequencing technologies for crop genetics and breeding. *Trends Biotechnol.* 27, 522-530.
- Wang, J., Lydiate, D.J., Parkin, I.A.P., Falentin, C., Delourme, R., Carion, P.W.C. and King, G.J. 2011. Integration of linkage maps for the amphidiploid *Brassica napus* and comparative mapping with *Arabidopsis* and *Brassica rapa*. *BMC Genomics* 12,101.
- Wen, J., Tu, J.X., Li, Z.Y., Fu, T.D., Ma, C.Z. and Shen, J.X. 2008. Improving ovary and embryo culture techniques for efficient resynthesis of *Brassica napus* from reciprocal crosses between yellow-seeded diploids *B. rapa* and *B. oleracea*. *Euphytica* 162, 81-89.
- Xiao, S., Xu, J., Li, Y., Zhang, L., Shi, S.J., Shi, S.W., Wu, J. and Liu, K. 2007. Generation and mapping of SCAR and CAPS markers linked to the seed coat color gene in *Brassica napus* using a genome-walking technique. *Genome* 50, 611-618.
- Xiong, Z. and Pires, J.C. 2011. Karyotype and identification of all homoeologous chromosomes of allopolyploid *Brassica napus* and its diploid progenitors. *Genetics* 187, 37-49.
- Xiong, Z., Gaeta, R.T. and Pires, J.C. 2011. Homoeologous shuffling and chromosome compensation maintain genome balance in resynthesized allopolyploid *Brassica napus*. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 108, 7908-7913.
- Zhang, X.K., Chen, J., Chen, L., Wang, H.Z. and Li, J.N. 2008. Imbibition behaviour and flooding tolerance of rapeseed seed (*Brassica napus* L.) with different testa color. *Genet. Resources Crop Evol.* 55, 1175-1184.
- Zhang, Y., Li, X., Chen, W. et al. 2011. Identification of two major QTL for yellow seed color in two crosses of resynthesized *Brassica napus* line 2127-17. *Mol. Breed.* 28, 335-342.
- Ziolkowski, P.A., Lysak, M.A. and Heneen, W.K. 2011. Cytogenetic studies in vegetable Brassicas. In: Sadowski J. and Kole, C., eds., *Genetics, Genomics and Breeding of Vegetable Brassicas*. CRC Press, USA, 257-303.

Waheeb Heneen, Mulatu Geleta and Tomas Bryngelsson
 Department of Plant Breeding and Biotechnology
 Swedish University of Agricultural Sciences
 P.O. Box 101
 SE-230 53 Alnarp, Sweden

Kerstin Brismar
 Department of Plant Protection Biology
 Swedish University of Agricultural Sciences
 P.O. Box 102
 SE-230 53 Alnarp, Sweden

Robert Hasterok
 Department of Plant Anatomy and Cytology
 Faculty of Biology and Environmental Protection
 University of Silesia
 Jagiellonska 28
 40-032 Katowice, Poland

Aktuellt från Utsädesföreningen 2012

News from the Seed Association

Anders Nilsson

Den 20 april 2012 arrangerade KSLA ett seminarium med rubriken "Husdjurens och nyttoväxternas mångfald – hur ser de svenska behoven ut i ett internationellt perspektiv?" SUF hade aktivt deltagit i utformningen av programmet genom Roland von Bothmer och undertecknad, men stod den här gången inte som medarrangör. I inbjudan konstaterades att ett fåtal arter svarar för en allt större del av vår samlade produktion av vegetabilier, medan den kommersiella växtförädlingen koncentreras allt mer till de stora marknaderna. I seminariet ställdes frågor hur det står till med vårt utnyttjande av husdjurens och nyttoväxternas genetiska resurser utifrån behoven för produktion i Sverige ur olika aspekter, bland annat: Gör Sverige rätt prioriteringar i kedjan bevarande – utveckling – nyttiggörande av genetiska resurser? Behöver det offentliga engagemanget i kedjan stärkas och i så fall var?

Bland framförda inlägg hade följande koppling till utnyttjandet av växtgenetiska resurser: "Framtida global livsmedelsförsörjning och vårt beroende av nyttoväxterna och husdjuren" av Lennart Båge, "Kulturväxternas och husdjurens roll för landskapets biologiska mångfald" av Urban Emanuelsson, "Sustainable use of plant genetic resources for Swedish use in an international perspective" av Rodomiro Ortiz, "Programmet för odlad mångfald och det internationella växtgenetiska arbetet" av Jens Weibull, "Offentligt engagemang i växtförädling i Sverige och Norden" av Anders Nilsson/ Roland von Bothmer samt "Kommersiell växtförädling av lantbruksgrödor för svensk och nordisk marknad" av Annette Olesen. Samtliga presentationer finns tillgängliga via KSLAs hemsida. Roland von Bothmer och Jan Philipsson fungerade som moderatorer för seminariet, som hade ett 50-tal deltagare.

Den efterföljande diskussionen har lett till

en skrivelse från KSLA till Landsbygdsdepartementet under hösten. I denna framhålls bl. a. att "det offentliga engagemanget för förädling av allmänt odlade grödor måste öka om vi ska ha möjligheter att få fram sorter som är anpassade till nordiskt klimat, särskilt med tanke på klimatförändringarna ... vi vill (dessutom) föreslå att Jordbruksverket ges i uppdrag att föreslå åtgärder för ett ökat offentligt engagemang för publik växtförädling som kan komplettera den kommersiella växtförädling som genomförs nationellt och internationellt för svensk marknad. Åtgärderna bör relateras till vad som behövs för anpassning av grödor för odling i hela landet med de förutsättningar vi har i fråga om klimat, politiska ambitioner, marknad och regelverk. Detta uppdrag bör avse både sortframställning och pre-breeding i nära samverkan med svensk växtförädling, medan mer långsiktiga eller forskningsinriktade projekt hänvisas till konkurrensutsatta utlysningar från Formas och Stiftelsen lantbruksforskning".

Årets sommarmöte hölls den 29 juni på Alnarp med ett 40-tal deltagare. Programmet kretsade kring de mer tillämpade delarna av det växtförädlingsuppdrag som SLU har från departementet. Inledningsvis höll Anders Nilsson ett anförande om omfattning och motiv för samhällets engagemang i växtförädlingen i Sverige och våra grannländer. Roland von Bothmer gjorde en exposé över hur växtförädlingen nu utvecklas och de utmaningar den står inför, såväl internationellt som i ett nordiskt perspektiv. Kimmo Rumpunen presenterade därefter SLUs förädling av äpple, vinbär och havtorn, Ulrika Carlson-Nilsson förädlingen av potatis och Inger Åhman resistensförädlingen i korn. Detta hade en naturlig koppling till den utvärdering av uppdraget som genomfördes under 2012 av Formas för redovisning till departementet. An-

nette Olesen lade synpunkter på verksamheten ur ett kommersiellt perspektiv. Hon betonade Lantmännen Lantbruks intresse för pre-breeding för stresstolerans och resistens i stråsåd, för utvärdering av genbanksmaterial och för en fortsättning på det nordiska partnerskapet för pre-breeding. Håkan Schroeder konstaterade i sitt inlägg att växtförädlingsuppdraget passar in i SLUs verksamhetsidé och strategi och kan erbjuda synergier mellan växtförädling och SLUs huvuduppdrag som är forskning och utbildning. Men han strök också under vikten av att långsiktig finansiering och kompetensförsörjning för verksamheten kan lösas.

I den diskussion som följde betonades betydelsen av ett ökat engagemang från samhället för publik växtförädling som ett komplement till kommersiell verksamhet. SUF bör därför fortsatt ta upp denna fråga i sina kommande möten, bl. a. med hänvisning till satsningar på tillväxt genom en biobaserad ekonomi, till minskad kommersiell växtförädling för svensk marknad och till intresset för Matlandet Sverige. Det framfördes också att SUF bör ta upp frågor om intellektuella rättigheter liksom om sortprovning, odlings säkerhet, utsädeslagstiftningen och utsädesbehandling.

Vid årsmötet omvaldes Eva Karin Hempel till föreningens ordförande. Otto von Arnold och Jens Weibull valdes till nya styrelseledamöter efter Annika Åhnberg resp. Carl Johan Lidén. Årsmötet godkände årsredovisningen som visade på ett nollresultat. För 2012 förväntas ett positivt resultat tack vare att styrelsen beslutat avstå från arvoden under året. Föreningen har under 2012 haft 65 årsbetalande medlemmar och 232 ständiga, utländska eller hedersmedlemmar, varav 62 har betalat avgift för distribution av SUFs Tidskrift och/eller lämnat ett frivilligt bidrag.

Den 30 augusti arrangerade KSLA, IVA och SUF ett välbesökt och uppskattat seminarium om genteknik och uthålligt jordbruk i Stockholm med internationellt deltagande. Syfte, upplägg, presentationer och diskussioner redovisas i ett kommande nummer av Tidskriften.

Vid möte med SUFs styrelse den 9 november berördes bl. a. den rapport som lämnats över utvärderingen av SLUs växtförädlingsuppdrag. Styrelsens ordförande har därefter skrivit

till departementet och framhållit att SUF anser ”att man bör koncentrera programmet till att inriktas mot de senare leden i förädlingskedjan, nämligen den praktiska sortframställningen och pre-breeding i direkt och etablerad samverkan med pågående svensk sortframställning för de behov som svensk odling förväntas ha på sikt ... koordineras av Jordbruksverket (som) tillsätter en styrgrupp bestående av intressenter från olika organisationer – odlare, rådgivare och förädlare – med kunskap och intresse för området. Styrgruppen bör få i uppdrag att utarbeta ett relevant och prioriterat program för olika växtslag och regioner där behov finns för konkreta växtförädlingsinsatser och får därefter besluta om vem/vilka som skall genomföra projekten. Utförare av programmet kan mycket väl vara de delar av SLU där det idag finns kompetens för uppgiften, men också andra aktörer kan vara involverade ... att anslaget till det publika växtförädlingsprogrammet successivt höjs åtminstone till 20 Mkr/år”.

Med detta nummer distribueras också ett inbetalningskort för årets avgifter. Medlemsavgiften för årsbetalande medlemmar är oförändrat 100 kr och avgiften för SUFs Tidskrift oförändrat 200 kr. Det är viktigt att ni anger på inbetalningskortet vem som betalningen avser. Också 2012 fick vi tre 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 tre som betalat utan att ge sig till känna 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!

Summary

SUF has been engaged in the following seminars and other meetings during 2012:

April 20th a seminar arranged by the Royal Swedish Academy of Forestry and Agriculture (KSLA) on “The diversity of domesticated animals and plants – the Swedish needs in an inter-

national perspective”

June 29th the summer meeting of SUF with presentations of plant breeding activities at SLU

August 30th a seminar arranged by KSLA, IVA and SUF on “Sustainable agriculture – does it need modern biotech?”

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
LTJ-fakulteten
Sveriges lantbruksuniversitet
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 referatgranskning. 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 vällyckande 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 not 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: 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

