

Bedre Afgrøder til Fremtidens Jordbrug

En udredning vedrørende forædling af bedre plantesorter

Udvalget bestod af: Sven B. Andersen (Københavns Universitet), Thomas H. Thomsen (LKF-Vandel), Christian Sig Jensen (DLF-Trifolium), Morten Rasmussen (NordGen), Morten Gylling (Fødevarerøkonomisk Institut), Morten Haastrup (Videncentret for Landbrug), Inger Bertelsen (Videncentret for Landbrug), Ahmed Jahoor (Nordic Seed), Bruno Sander Nielsen (Landbrug & Fødevarer)

Endvidere har følgende leveret input: Gerhard Deneken (NaturErhvervstyrelsen), Per Grupe (Økologisk Landsforening), Gunter Backes (Københavns Universitet)



Table of Contents

Baggrund	4
Resumé	5
Anbefalede tiltag.....	6
Omstilling til mere grøn konventionel produktion:	6
Specielt for økologisk produktion:	7
Sammendrag	8
Øget produktivitet gennem forædling.....	8
Genetiske ressourcer	9
Forædling af sorter	9
Bedre økonomi gennem forædling	11
Indsatsområder	11
Udviklingen indenfor økologi	12
Sorter til økologisk jordbrug	12
I Forædling for grøn omstilling.....	14
Globalisering og grøn omstilling af fødevarerproduktion.....	15
Trends i udviklingen de sidste 15-20 år.	15
Overordnede (globale) udfordringer	16
Hovedelementer i den nuværende danske fødevarerproduktion	17
Frøkæden: Fra genetiske ressourcer til sorter.....	17
Biologisk diversitet, bevaring og anvendelse af biologiske ressourcer.....	18
Forskning og uddannelse relateret til forædling af plantesorter	22
Præforædling	24
Strukturudviklingen i forædlingserhvervet gennem de seneste 20 år	25
Forskning og forædling for klimatilpasning	26
Sortsafprøvning og frøcertificering.....	28
Beskyttelse af plantenyheder (IPR-rettigheder)	32
Dansk udsædsproduktion – nu og i fremtiden	34
Betydningen af afgrødernes genetiske sammensætning	35
Samspillet mellem sorter og dyrkning	35
Sortstilpasning i Danmark til begrænset input	37
Forædling og anvendelse af genetiske ressourcer	39
Krydsning, rendyrkning og selektion.....	39
Krydsningsforældre og diversitet.....	40

Forædling for resistens mod sygdomme og skadedyr	42
Forædling for udbytte, kvalitet og andre komplekse egenskaber	45
Betydningen af ny teknologi i forædlingen.....	45
Forædlingsmæssige muligheder og begrænsninger	47
Forædling for grøn omstilling	48
Økonomisk og Biologisk Potentiale.....	48
Byg.....	49
Hvede	51
Kartofler	54
Græsmarksplanter	56
Forslag til indsatsområder:	57
II Bedre plantesorter til økologisk jordbrug.....	61
Baggrund	62
Sammendrag.....	62
Økologiske jordbrugsprincipper.....	64
Forsknings- og udviklingsprogrammer for Økologisk Jordbrug	64
Forædling af planter til jordbruget	66
Økologiens forhold til planteforædling.....	68
Behovet for specielle økologiske forædlingsprogrammer.....	69
Arter af særlig interesse for økologisk produktion	72
Egenskaber af betydning for forædling for økologisk jordbrug.....	74
Konkurrenceevne overfor ukrudt	74
Næringsstof-forsyning.....	74
Sorter med høj grad af sygdomsresistens.....	75
Produktkvalitet og stabilitet	76
Sorter med øget genetisk diversitet	76
Bevarings sorter i økologisk jordbrug.	77
Participatorisk planteforædling	78
Anbefalede tiltag fra det offentlige og erhvervet:.....	78
Litteratur	80
KOMMISSORIUM	84

Baggrund

Fødevarerministeriet nedsatte i januar 2012 udvalget med henblik på udarbejdelse af en udredning, der belyser mulighederne for at styrke den samlede danske landbrugsproduktion samtidig med at klima- og miljøbelastningen reduceres gennem forædling af mere robuste plantesorter. Samtidig ønskes højere produktivitetstilvækst og øget værdiskabelse. Initiativet er en del af aktivitet 15 i Fødevarerministeriets handlingsplan 2011-13 for jordbrugets plantegenetiske ressourcer og en del af Initiativ 4 i ministeriets ØkologiVision.

Baggrunden var ideer blandt fagfolk om et uudnyttet potentiale af plantegenetiske ressourcer i landbrugsproduktionen til at opnå plantesorter til mere effektiv og miljøvenlig konventionel produktion, samt sorter som bedre passer til økologisk jordbrug.

Kommissoriet for udredningen indeholdt følgende hovedpunkter:

1. Betydningen af afgrødernes genetiske sammensætning, herunder
 - a. En mere bæredygtig planteproduktion
 - b. En mere markedsdrevet økologisk produktion
 - c. En højere produktivitetstilvækst og øget værdiskabelse
2. Eksisterende udviklings- og forædlingsaktiviteter
3. Forslag til fremtidig indsats indenfor afprøvning, udvikling og forædling af plantesorter.

Kommissoriet indeholdt et ønske om, at forholdene for økologisk jordbrug blev behandlet i et særligt afsnit. Straks efter nedsættelsen af udvalget fremsatte Fødevarerministeriet ønsket om en hurtig fremstilling af forholdene for økologisk jordbrug, hvilket forelå april 2012 med titlen ”Bedre Plantesorter til Økologisk Jordbrug”. Denne del, som næsten uændret udgør den sidste del af denne udredning, fokuserer på de dele af komplekset, som er specielle for den økologiske produktion.

I denne endelige udredning er det forsøgt gennem afsnittet ”Forædling for grøn omstilling” at give en mere fyldestgørende fremstilling af kommissoriets problemstillinger, så de to afsnit så vidt muligt komplementerer hinanden. En række af de økologiske aspekter, der indgår i den økologiske deludredning (afsnit II) indgår samtidig i deludredningen om den grønne omstilling (afsnit I), da målene og redskaberne dækker både økologisk og konventionel forædling.

Der er lagt vægt på at give politikere og andre beslutningstagere det bedst mulige grundlag for prioritering indenfor et både miljømæssigt, fagligt og økonomisk meget komplekst område. Udvalget giver således ikke anvisninger på, hvordan eventuelle initiativer til grøn omstilling skal finansieres, eller hvem der skal udføre dem. I stedet peges på indsatsområder, hvor miljø- og forædlingsmæssige muligheder falder sammen med et økonomisk råderum, som evt. kan udnyttes gennem investering kombineret med faglig og politisk nytænkning.

Udvalget har ikke direkte inddraget sundhedsaspekter, naturforvaltning og markedstilgang i overvejelserne. Derimod er der taget udgangspunkt i ønsket om et klart reduceret miljøaftryk, ved at udvalget har fokuseret på de arealmæssigt mest udbredte landbrugsafgrøder samt på afgrøder, hvor Danmark stadig har et forædlingshåndtag i form af konkurrencedygtige private forædlingsprogrammer. Denne fokusering har bl.a. udeladt grønsagsforædling, hvor der ikke sker dansk forædling, samt forædling af prydplanter. Potentialet ved større nicheproduktion af specielle sorter og eventuel forædling af sådanne er behandlet kort i den økologiske del af

udredningen. Nicheproduktion af specialprodukter anses af udvalget for at have stor betydning for den generelle forståelse for planters diversitet og anvendelsesmuligheder, men har begrænset miljømæssig effekt på grund af lille arealanvendelse.

Forsiden viser hvede sorter ved Københavns Universitet 2005.

Resumé

Danmark har et af verdens mest produktive og miljøvenlige jordbrugssystemer, og danske landmænd og planteforædlere har gennem de seneste 20 år vist, at de er i stand til at tilpasse sig ganske betydelige restriktioner i anvendelsen af næringsstoffer og pesticider. På trods af en kraftig reduktion i antallet af planteforædlingsprogrammer globalt er der stadig konkurrencedygtig dansk privat forædling indenfor de vigtigste jordbrugsafgrøder, hvilket er et vigtigt håndtag til en endnu bedre anvendelse af plantegenetiske ressourcer for at opnå højere produktivitet med mindre miljøaftryk.

Anvendelsen af den privatbaserede forædling til dette formål kan styrkes yderligere ved etablering af præforædlingsplatforme, som kan forbinde den private forædling med de genetiske ressourcer, som bl.a. findes i globale genbanker, og hos firmaerne selv. Den største og første genetisk bestemte reduktion af pesticidforbruget i landbruget vil sandsynligvis kunne opnås ved en indsats for at bringe nye gener for resistens overfor sygdomme og insekter ind i forædlingsprogrammerne. På lidt længere sigt er der endvidere store både økonomiske og miljømæssige muligheder gennem en indsats for forædling af sorter, som bedre udnytter næringsstoffer samt muliggør bedre ukrudtsbekæmpelse.

For at knytte det økologiske jordbrug til en sådan forøget fremgang gennem forædling af mere robuste og resistente plantesorter, bør sortsafprøvningen for egnethed til økologisk dyrkning forstærkes, og der bør igangsættes forsknings- og udviklingsprogrammer for større anvendelse af proteinafgrøder som lupin, hestebønne og ært.

Anbefalede tiltag

Omstilling til mere grøn konventionel produktion:

1. **Etablering af et nationalt initiativ for reduceret brug af fungicider og insekticider i alle større afgrøder**, som en løbende aktivitet med samlet budget i størrelsesorden 100 Mio Kr. om året. Man bør undersøge mulighederne for at inddrage relevante udenlandske produktions- og forædlingsområder f.eks. det sydlige Sverige, samt det igangværende Nordiske PPP i programmet, som bør struktureres efter plantearter og sygdomme. Det nationale initiativ bør sætte sig et ambitiøst mål om reduktion med en tredjedel til halvdelen af fungicid- og insekticidforbruget i løbet af en 20 års periode, under iagttagelse af at den opnåelige reduktion vil være stærkt influeret af de yderligere udfordringer, som klima ændringer bringer med sig i form af nye sygdomme, nye skadevoldere, samt helt nye afgrødevalg til gavn både for miljø og økonomi. Vigtige nye plantelinjer og information, som frembringes gennem programmet, bør gøres tilgængelige for alle private forældre gennem NordGen.
 - a. Styrket overvågning og varsling for sygdomme, som periodevis nedbryder sygdomsresistensgener, så større tab på grund af pludselig nedbrydning af resistens kan undgås gennem rettidig udskiftning af sorter (virker indenfor 1-2 år)
 - b. Fastholdelse af krav til sygdomsresistens for sortsgodkendelse (dette virker til dels allerede)
 - c. Genetisk kortlægning af resistens og forbedrede selektionsmetoder (dette virker indenfor 8-12 år)
 - d. Identifikation og introduktion af nye resistensgener fra genetiske ressourcer af dyrket eller vildt materiale (virker indenfor 12-15 år)
2. **Forsknings- og udviklingsprogram vedrørende anvendelsen af genomisk selektion i forædlingen af alle større afgrøder.** Dette skal gennemføres som et offentligt/privat partnerskab direkte i forædlingsprogrammerne gennem et fællesfinansieret program mellem forædlingsvirksomhederne og offentlige institutioner, så de opnåede indeks bliver direkte anvendelige. Samlet ramme omkring 100 Mio kr. over 5 år. Programmet skal fremme en hurtigere koncentreret af gener for udbytte, kvalitet, sygdomsresistens og næringsstof- og foderudnyttelse, som allerede findes i det tilpassede forædlingsmateriale.
3. **Styrkelse af basal forskning omkring udnyttelsen af de vigtigste plantenæringsstoffer, især N og P i afgrøderne.** Det skal bl.a. undersøges, i hvor høj grad optagelsen og udnyttelsen af næringsstofferne er bestemt af morfologiske (rodvækst) eller metaboliske egenskaber (transport, fordeling, omsætning, indlejring). Der bør gennemføres forædlingsforskning udvikles bedre screeningsmetoder til forædling for næringsstofudnyttelse.
4. **Undersøgelse af mulighederne for at forbedre fosfatbalancen i husdyrproduktion.** Dansk-udviklede mutant byg og hvede linjer med reduceret fytatindhold samt GM hvede og byg med ændret fytaseaktivitet, undersøges for bedre fosforprofil i dyreproduktionen, bl.a. gennem en kombination af markforsøg og fodringsforsøg.
5. **Tilpasning til klimaforandringer gennem en øget indsats for bedre forståelse for planters nedarvning af tolerance overfor abiotisk stress, såsom tørke, varme og kulde.** Sammen med øvrige tiltag omkring bl.a. sygdomsresistens skal dette sikre fremtidig planteproduktion overfor forventet øget abiotisk stress i forbindelse med den globale opvarmning.
6. **Interdisciplinær basal forskning omkring ukrudtskontrol i moderne planteproduktion.** Udvikling af screeningsmetoder til forædling af sorter, som klarer sig overfor ukrudt

gennem komplementation med dyrkningsmetoder (såtæthed, sædskifte, mekanisk, præcisionslandbrug etc.).

7. **SES-afprøvning for sortsgodkendelse og sporbarhed bør fastholdes i offentlig regi** som grundlaget for godkendelse af nye sorter. For landbrugsplanter bør endvidere fortsat kræves værdigodkendelse, som kan identificere de nye sorter, der er bedst egnede i Danmark.
8. **Danmark bør indføre samme forædlingsfritagelse i patentlovgivningen**, som eksisterer i lovgivningen fra Tyskland, Frankrig Schweiz. Samfundet har en interesse i størst mulig fri adgang til genetiske ressourcer til fremtidig forædling, uden at det fjerner incitamentet til langsigtet investering i forbedring af vores dyrkede planter. Danmark bør i øvrigt i EU arbejde for en fælles adoptering af disse regler.
9. **Ministeriet bør undersøge mulighederne for og effekterne af en differentieret miljølovgivning**, der i begrænsninger og afgifter for pesticider skelner mellem udsædsproduktion og primærproduktion. For nogle afgrøder (kløver, kartoffel, græs, spinat) vil en begrænset ”ekstra” indsats med pesticider i udsædsproduktionen miljømæssigt betale sig godt i form af reduceret behandlingshyppighed i den langt større primærproduktion. Det vil samtidig være med til at sikre en dansk, højkvalitets udsædsproduktion for alle de væsentligste afgrøder i fremtiden, samt bidrage til at opretholde eller styrke eksporten.

Specielt for økologisk produktion:

Tiltag for tilpasning af eksisterende konventionel forædling mod økologi

1. **Økonomisk støtte til den tilvalgte økologiske afprøvning** (f.eks. 1:1 offentlig: privat finansiering) af nye sorter for deres anvendelighed i økologisk produktion. Afprøvningen bør omfatte udbyttensniveau, kvalitet, sygdomsresistens og konkurrenceevne overfor ukrudt af speciel betydning for økologisk dyrkning.
2. **Fokus på økologisk relevante problemstillinger i den generelle forsknings- og udviklingsindsats** og i forædlingsprogrammer i forhold til resistens, kvalitet og konkurrenceevne overfor ukrudt.

Tiltag for bedre proteinforsyning til økologisk jordbrug.

3. **Dansk afprøvning for dyrkningsegnethed af udenlandske sorter af ærter, hestebønner, lupin og lucerne**
4. **På baggrund af afprøvningsaktiviteterne vurderes, om det eksisterende sortsudbud er tilstrækkeligt til at sikre proteinforsyningen til den økologiske produktion** samtidig med, at behovet for og mulighederne og potentialet for at opstarte et præforædlingsprogram indenfor den pågældende afgrøde vurderes.

Tiltag for økologisk nicheproduktion

5. **Det foreslås, at fødevareministeriet nedsætter et særligt udvalg** med repræsentanter for forædlere, planteproducenter og myndigheder til at afklare, behov og barrierer for eksisterende nicheproduktion, samt hvordan man evt. juridisk kan opfylde disse behov uden at kompromittere sikkerhed og kvalitet på såsædsmarkedet.

Sammendrag

Ca. 60 procent af Danmarks overfladeareal udnyttes til jordbrugsformål, som genererer en stor produktion af planteprodukter, fortrinsvis korn og græs, som er grundlaget for en stor animalsk produktion af kød og mælkeprodukter og en agroindustriel eksport på mere end 120 milliarder kr. årligt. Til human konsum produceres endvidere hvede, byg, rug, kartofler, havre og raps samt sukkerroer og kartofler til industriel fremstilling af sukker og stivelse. Endvidere bidrager landbruget med ca. 1.5 Mio tons halm årligt til energiformål.

Jordbrugsproduktionen i Danmark har de sidste ca. 20 år været underkastet tiltagende begrænsninger i adgangen til at bruge handelsgødning og pesticider, samtidig med at der er udviklet en økologisk produktion, som helt afskriver sig anvendelsen af disse hjælpemidler.

Globalt er der i den samme periode sket store investeringer i udvikling og markedsføring af gensplejsede afgrøder i mange forskellige lande, samtidig med at der er stigende efterspørgsel efter kødbaseret kost, råstoffer til bioenergi og plantebaserede råstoffer til biobaseret industri.

Globalt står vi overfor menneskeskabte klimaforandringer, som i store dele af verden forventes at vanskeliggøre fødevarereproduktionen på trods af, at stigningen i den globale befolkning kræver, at verdens fødevarereproduktion øges med 70 – 100 pct. frem til år 2050. Samtidig kræver en omstilling til et fossilt uafhængigt samfund anvendelse af biomasse til industrielle nonfood produkter og energi.

Øget produktivitet gennem forædling

Såvel de miljøbetingede begrænsninger som behovet for øget produktivitet understreger behovet for bedre metoder til anvendelsen af de biologiske systemer, så der opnås øget produktionsværdi med lavere input af hjælpestoffer. I denne udredning peges specielt på mulighederne for øget produktionsværdi med mindre input og miljøeffekt gennem udvikling af mere robuste, sygdoms- og insekteresistente sorter.

Plantesorter er botaniske enheder af afgrødeplanter, som kan kendes fra hinanden, og som ikke ændrer sig ved opformering. Sortsforsyningen til landbrugsproduktionen sker gennem en **frøkæde**, som sikrer, at landmænd, når de investerer i udsæd, får kvalitetsfrø af den rigtige sort. Denne frøkæde kombinerer planter med forskellige gener (**genetiske ressourcer**) og ny **viden** om nedarvning gennem **præforædling**, så der opnås planter, som egner sig til **sortsudvikling**. Udvikling af nye sorter til markedet sker i Danmark i private forædlingsfirmaer, gennem krydsning og udvalg. Efterfølgende **sortsgodkendes** sorten til markedsføring, og opformeret frø **certificeres** for sortsægthed, sundhed og kvalitet. Finansieringen af den private forædling af sorter sikres gennem en **plantenyhedsbeskyttelse**, som muliggør licensindtægter fra dyrkerne til forædlerne i det omfang sorten bliver dyrket.

På trods af en kraftig global koncentration af forædlingsfirmaerne har Danmark stadig konkurrencedygtig privat forædling af nogle af de vigtigste landbrugsafgrøder som byg, hvede, kartofler, græs og kløver. Disse aktiviteter finansieres i Danmark primært gennem forædlerafgifter eller anden form for indtægt fra salg af udsæd. For den konventionelle produktion er der nu god dokumentation for, at denne forædling af planter i vores dyrkningsområde de sidste 50 år har genereret en konstant udbyttefremgang. I korn har det ligget på ca. 0,5% om året sammen med en tilsvarende årlig udbyttefremgang som følge af forbedrede dyrkningsmetoder.

Danske kornforædlere har gennem de sidste 15-20 år tilpasset sig restriktionerne på forbruget af kvælstof og pesticider i Danmark gennem udvikling af kornsorter, som er bedre at dyrke med mindre input end deres konkurrenter i nabolandene. Den danske private forædling har således været en støtte for det danske landbrug under omstillingen til mere miljøvenlig produktion. Sorter, som er genkendelige og stabile, så landmanden ved hvad han køber, og forædleren sikres indtægt, har været en vigtig drivkraft i den positive udvikling mellem forædlingsvirksomhederne og planteproducenterne, som er kommet særlig langt i Danmark, hvor mere end 80 % af udsæden er certificeret. Denne høje grad af organisation og tillid i frøkæden i Danmark er et stærkt udgangspunkt for i fremtiden at udvikle mere robuste og resistente sorter til konventionel produktion med mindre input og fortsat udvikling af den økologiske produktion.

Genetiske ressourcer

Genetiske ressourcer blev et centralt globalt emne med Konventionen om Biologisk Diversitet (Rio konventionen) indgået 1991, som tillagde hver nation ansvaret for og rettighederne til deres biologiske mangfoldighed. De fleste afgrøder stammer oprindeligt fra temmelig snævre geografiske områder, hvorfra de er blevet spredt gennem agerbruget de seneste ca. 10 000 år. Under dyrkningen forskellige steder i verden er der genereret store genetiske forskelle i de fleste afgrøder, hvilket i dag er grundlaget for forædlingsfremgang. Det er dog sandsynligvis kun en mindre del af den totale mængde af genforskelle i en art, som er blevet indbygget i de dyrkede planter, mens resten af forskellene f.eks. for sygdomsresistens, udbytte og kvalitet stadig findes i afgrødernes vilde slægtninge i deres oprindelsesområder.

Den praktiske bevarelse af de globale plantegenetiske ressourcer sker i dag i et meget stort antal fortrinsvis nationale genbanker, som sikrer materialet enten gennem frø eller samlinger af levende planter eller gennem beskyttelse af de vilde arters levesteder. For at sikre udveksling og fortsat anvendelse af planternes mangfoldighed findes The International Treaty of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA), som også Danmark er tilsluttet, og som arbejder på koordinering af hele systemet af genbanker og sikre en fri udveksling af planterne gennem udvekslingskontrakter (sMTA).

Danmark driver i fællesskab med de øvrige nordiske lande den fælles genbank, NordGen, hvor man sikrer det dyrkede materiale gennem frølagre og samlinger af kloner forskellige steder i Norden, bl.a. med sikkerhedslager på Svalbard. Udover bevaringsarbejdet får NordGen stadig større betydning som institution for udveksling af viden om de bevarede planteprøver, samt forsyning af prøver til forskning, udvikling og forædling gennem det internationale genbanksystem.

Forædling af sorter

Plantesorter er generelt blevet mere rendyrkede gennem det sidste århundrede, hvilket vil sige, at planterne indenfor sorterne er mere ensartede. Dette er nødvendigt, når man skal finde de bedste sorter og kontrollere sortsæghed i handlen. Større diversitet i afgrøderne på marken kan opnås gennem dyrkning af sortsblandinger, mens man ikke med gældende regler kan markedsføre dynamiske populationer, som er opformerede blandinger. Selv om sorterne er blevet mere rendyrkede, ser det ikke ud til, at genforskellene mellem forskellige sorter er blevet mindre på grund af forædlingen. Forskning og uddannelse med relation til forædling af plantesorter findes i dag fortrinsvis ved Københavns, Aarhus og Ålborg universiteter med stærke miljøer omkring bl.a. sygdomsresistens, næringsstofudnyttelse, ukrudtskonkurrence,

genetiske markørsystemer og genomforskning og tilhørende uddannelse af kandidater. Der findes ikke i Danmark en egentlig planteforædlingsuddannelse. Forskning og uddannelse, som retter sig mod planteforædling, indgår som en del af begrebet Plant Science.

Præforædling er forædlingsaktiviteter, som ikke direkte fører til sorter, og som derfor ikke kan finansieres gennem forædlerafgift. Det kan f.eks. bestå i indkrydsning af nye gener for resistens, udbytte eller kvalitet fra fremmed materiale ind i en tilpasset afgrøde for efterfølgende sortsudvikling. Præforædling er ofte af stor betydning for landbruget, miljøet og samfundet, fordi den bringer nye gener ind i sortspuljen, men der er ofte lang vej fra præforædling til afkast i form af sorter, hvorfor sådan præforædling traditionelt har været udført af offentlige forsknings- og udviklingsinstitutioner. Med indslusningen af sektorforskningen i universitetssektoren er præforædlingsaktiviteterne i Danmark blevet stærkt reduceret, hvilket kan komme til at hæmme den fremtidige fremgang i den private sortsudvikling, bl.a. fordi Danmark stiller særlige krav om miljøhensyn til jordbrugsproduktionen. Internationalt forsøger store firmaer at finansiere deres langsigtede forædlingsinvesteringer f.eks. i gensplejsning gennem udtagning af patentrettigheder på planterne.

Den globale opvarmning forventes at hæve gennemsnitstemperaturen med 1-1½ grader i løbet af de næste 50 år, hvilket vil forlænge dyrkningssæsonen, samtidig med at der sker ændringer i nedbørsmønstret. Det forventes at føre til forøget stress for afgrøderne i form af tørke, varme og pres fra sygdomme og skadedyr. Disse problemer modgås bedst gennem sikring af et diversificeret forædlings- og sortsmateriale med stor tilpasningsevne i produktionen.

Godkendelse af nye plantesorter i Danmark og Europa kræver, at de kan kendes fra alle andre sorter, at de er ensartede, og at de ikke ændrer sig ved opformering, hvilket undersøges ved en SES afprøvning (selvstændig, ensartet, stabilitet). For landbrugssorter kræves endvidere, at sorten er en nyhed derved, at den medfører en forbedring, hvilket afgøres ved en værdiafprøvning gennem prøvedyrkning. Værdiafprøvningen kan være for konventionel eller økologisk dyrkning eller begge dele og offentliggøres til brug for valg af sorter i produktionen. Hvis sorten kan godkendes, optages den på sortsliste og kan markedsføres. Øget diversitet i produktionen er mulig gennem anvendelse af sortsblandinger, som også kan stabilisere udbyttet.

Certificeret udsæd fremstilles under særlige regler og kontrol for at undgå blanding med andre sorter eller tilstedeværelsen af sygdomme. Certificeringen af frøet omfatter endvidere undersøgelser, som sikrer, at frøet er af den rigtige sort, fri for sygdomme og har høj spireevne.

Plantenyhedsbeskyttelse er den måde, hvorpå man i Europa sikrer finansiering af fortsat forædling af nye sorter. Sorter, som er godkendt, kan opnå nyhedsbeskyttelse ifølge UPOV konventionen, så sortsejeren kan kontrollere opformering af sorten og opkræve forædlingsafgift af dyrkerne. Beskyttelsen gælder imidlertid kun sorten selv, mens alle frit kan anvende den til videre forædling, ligesom der generelt gives ret til fremstilling af egen udsæd, dog mod betaling af forædlerafgift. Sorter kan endvidere indeholde gener, hvis anvendelse er belagt med patentkrav. Sådanne planter kan imidlertid ikke markedsføres i Europa uden at gennemgå den normale sortsgodkendelse. I forbindelse med den fremtidige udvikling på patentområdet bør det sikres, at fremtidens europæiske patentlovgivning vil give mulighed for videreførelse og fremstilling af egen udsæd også fra plantesorter, som indeholder patentbelagte gener.

Langt de fleste forædlingsprogrammer består i dag af krydsning af eksisterende sorter eller tilpassede plantelinjer efterfulgt af en avanceret procedure for rendyrkning og selektion for at finde de sjældne afkom, som er gode nok til at blive til nye sorter. Hvis forædlingsprogrammet skal resultere i nye gode sorter, skal begge krydsningsforældrene normalt være tilpasset dyrkningsområdet. Ellers er der tale om præforædling, som ikke kan nyhedsbeskyttes og finansieres ved forædlerafgift. Private forædlere har derfor ofte begrænset økonomisk mulighed for at bringe afgørende nye gener ind i forædlingen.

Specielt forædling for resistens overfor sygdomme og skadedyr er effektivt som middel til at nedbringe brugen af pesticider. De fleste resistensgener holder imidlertid op med at fungere efter kortere eller længere tid i dyrkning, hvorfor der hele tiden må bringes nye gener for resistens ind i forædlingen gennem præforædling fra utilpasset eller vildt materiale. Specielt vilde slægtninge til vores dyrkede arter er en rig kilde til nye gener for resistens, og indkrydsningen af generne gennem præforædling tilfører samtidig forædlingen andre vigtige gener for udbytte, kvalitet og robusthed, som kan sikre videre sorts fremgang.

Teknologien til at fremstille nye bedre sorter udvikles stadig. Gennem de seneste 60 år har især udviklingen af kromosomfordoblede haploider, fingerprinting teknologi (molekylære markører) og gensplejsning bidraget til hurtigere og mere effektiv forædling. Specielt fingerprinting teknologien udvikles for tiden hastigt til at anvende meget store antal markører til ”genomisk selektion”, som kan få stor betydning.

Bedre økonomi gennem forædling

En egentlig miljøvurdering for overordnet at vurdere potentialet i forædling for grøn omstilling i landbruget vil være meget kompliceret og usikker. Udvalget har i stedet taget udgangspunkt i de udgifter, landbruget har til de vigtigste inputfaktorer i de vigtigste plantearter (korn, kartofler og græsmarksplanter), som påvirker miljøet, og hvor der stadig er dansk forædling. På landsplan koster gødning til planterne for korn, kartofler og græs i størrelsesordenen 4 Mia kr. årligt (inklusive udgifter til husdyrgødning), bekæmpelsen af sygdomme koster ca. 600 Mio kr. og ukrudtsbekæmpelse gennem ukrudtsmidler koster ca. 550 Mio kr. årligt.

Til sammenligning er den samlede forædling af nye sorter i Danmark i størrelsesordenen 120 Mio kr årligt. Det er klart, at i det omfang man kan substituere dele af inputudgifterne ovenfor med forædling af sorter, som bedre udnytter næringsstoffer eller kræver mindre ukrudts- eller sygdomsbekæmpelse, samtidig med uændret eller større produktionsværdi, kan det blive til gavn både for landbrugets og samfundets økonomi og for miljøet. Samtidig vil en sådan indsats i første omgang drevet af det konventionelle jordbrug også kunne få stor betydning for økologisk produktion, i det omfang forædlingen anvender metoder, som kan accepteres af økologerne. Det er endvidere vigtigt, at de danske vidensmiljøer prioriterer forædlingsforskning inden for de afgrøder, som har betydning for dansk landbrug og danske forædlere.

Indsatsområder

Gennemgangen af de vigtigste afgrødeplanter med dansk forædling (korn, kartofler og græsmarksplanter) for mulighederne for forædling for bedre næringsstofudnyttelse, bedre resistens eller konkurrence mod ukrudt viser, at forædling for resistens overfor sygdomme og insekter er det område, hvor en ekstra indsats har de bedste muligheder for at lykkes på kort sigt.

Der foreslås derfor etablering af et stort nationalt initiativ til reduktion af anvendelsen af fungicider og insekticider i landbruget gennem præforædling for at bringe et stort antal nye resistensgener ind i forædlingsmaterialet, så de hurtigt kan føres ud i produktionen gennem den private sortsudvikling.

Forædling for bedre næringsstofudnyttelse har et stort økonomisk potentiale, men kendskabet til egenskabens nedarvning er endnu fragmentær, og området bør således videreudvikles gennem en forstærket basal forskningsindsats indenfor afgrøderne. Forædling af sorter, som muliggør bedre bekæmpelse af ukrudt, er ligeledes et komplekst problem, hvor genetiske forskelle i planterne skal kombineres med nye dyrkningsmæssige tiltag. Disse muligheder bør udforskes yderligere gennem programmer, hvor forædlingsforskere arbejder sammen med jordbrugsforskere, bl.a. med udgangspunkt i den viden der er genereret i tidligere økologiske forskningsprogrammer.

Udviklingen indenfor økologi

Økologisk jordbrug udgør ca. 7 % af det totale jordbrug i Danmark, og der er et politisk mål om at udvide denne andel til omkring det dobbelte. Danmark importerer for tiden større mængder af økologisk korn og proteinprodukter, som måske kunne produceres af danske økologiske landmænd. Samtidig står den økologiske produktion overfor udfordringer med hensyn til at reducere sin afhængighed af input fra konventionelle produktionssystemer, og danske økologiske varer har et problem med at konkurrere på prisen med importerede varer.

Den økologiske produktion af planter sker indenfor de rammer, der er fastsat i Økologiforordningen, som sætter regler for, hvilke forædlings- og dyrkningsmetoder, der kan accepteres i den økologiske produktion. Tidligere forskningsprogrammer med formål at støtte udviklingen af økologisk jordbrug har omfattet FØJO I (1996-2000), FØJO II (2000-2005) og FØJO III (2006-2010) samt det nuværende program Organic RDD.

Ingen af disse programmer har haft væsentlige elementer rettet mod forædling af planter, selvom der er genereret vigtig viden om bl.a. såsædsproduktion og sorters sygdomsresistens til økologisk produktion. På denne baggrund er der nu etableret en acceptabel produktion af økologisk såsæd for de store kornafgrøder, græs og kløver, mens de fleste mindre afgrøder stadig anvender konventionelt ubejdset udsæd. Det er kun på meget få områder lykkedes at finansiere en egentlig forædling af planter specifikt til økologi.

Sorter til økologisk jordbrug

Plantesorter, som anvendes i økologisk landbrug i dag, er for langt størstedelens vedkommende forædlet til det konventionelle system, mens den sidste opformering af såsæd, hvis det er muligt, gennemføres økologisk. Der er generelt ikke problemer med de metoder, der bruges til forædling af planter til konventionelt jordbrug i forhold til reglerne for økologi, når blot der ikke anvendes genetisk modifikation (GMO) i forædlingsprogrammet. De vigtigste plantearter, som forædles til konventionelt landbrug, vårbyg, vinterhvede, græs, kløver og kartofler har også stor anvendelse i økologisk produktion, selvom deres procentvise betydning kan være forskellig for de to systemer.

Samtidig har undersøgelser klart vist, at mange af de gener, der giver forøget udbytte i det konventionelle produktionssystem, også øger udbyttet under økologiske forhold, selvom de muligvis har mindre effekt på grund af forskelle mht. næringsstofforsyning og blandt andet

konkurrencen fra ukrudt. Udover højt udbytte er en lang række ønskede egenskaber ved planterne de samme for økologer og konventionelle, selvom deres procentvise betydning kan være noget forskellig i de to produktionssystemer. Det er derfor klart, at økologisk landbrug har gavn af den omfattende planteforædling for konventionelt jordbrug, selvom ikke alle sorterne opfylder økologernes behov.

Sammenfaldende for den konventionelle og den økologiske produktion er der en række planteegenskaber, som gennem de senere år også har fået tiltagende betydning. Det gælder resistens overfor nogle af de sygdomme, som spredes med udsæd, og derfor vanskeliggør økologisk udsædsproduktion, bedre bageevne i hvede, samt bedre evne til at optage næringsstoffer fra jorden, både tidligt og senere i vækstforløbet kombineret med høj konkurrenceevne mod ukrudt. For de afgrøder, hvor der findes en god konventionel forædling, foreslås en støtteordning til finansiering af målrettet afprøvning af nye og eksisterende plantesorter for deres egnethed til økologisk dyrkning.

En sådan ordning vil på kort tid kunne identificere flere økologisk egnede sorter, og stimulere det økologiske såsædsmarked, så det etablerede forædlingssystem begynder at fremstille sorter, der endnu bedre passer til det økologiske segment. I denne forbindelse er det vigtigt, at offentligt forsknings- og udviklingsarbejde sammen med virksomhederne understøtter udviklingen med indsatser indenfor planters genetiske evner til at konkurrere med ukrudt, til at optage og udnytte næringsstoffer, for resistens mod sygdomme og for bedre kvalitetsegenskaber.

For økologisk jordbrug og også i et vist omfang konventionel produktion er lokal produktion af planteprotein til føde og human ernæring af stor betydning for at reducere afhængigheden af importeret soja. Det bedste protein fås fra soja, som imidlertid er relativt dårligt tilpasset det danske klima, og på nuværende tidspunkt præsterer for lave udbytter. Derfor bør der sættes på ærter, hestebønner og lupiner for at reducere afhængigheden af importeret soja, også selvom proteinet fra disse arter ikke helt kan erstatte sojaprotein. Det anslås, at en femdobling af det eksisterende areal med disse arter er nødvendig, for at sikre proteinforsyningen i den økologiske produktion.

For at stimulere denne udvikling foreslås et offentligt støttesystem til udvidet afprøvning af flere sorter af ærter, hestebønne og lupin for deres evne til at fungere i økologisk dyrkning under danske forhold. Endvidere bør staten sætte på basal og anvendt forskning for de pågældende arter med henblik på øget forståelse for deres resistens overfor sygdomme, bladlus, deres indhold af væksthæmmende stoffer, deres konkurrenceevne overfor ukrudt samt protein kvalitet, både til foder og til human ernæring.

I Forædling for grøn omstilling

Globalisering og grøn omstilling af fødevareproduktion

Trends i udviklingen de sidste 15-20 år.

Den danske jordbrugs- og fødevareproduktion har gennem de sidste 15-20 år levet højt på de store produktivetsforbedringer, der skete i løbet af de foregående årtier siden anden verdenskrig. De oprindelige midler til at øge og effektivisere fødevareproduktionen var større og færre landbrugsbedrifter, mekanisering, handelsgødning og pesticider, samt en planteforædling, som skaffede sorter med stadigt stigende udbytter og derfor gav afkast for investeringerne.

Resultatet blev et enestående effektivt og konkurrencedygtigt dansk landbrug, som kunne frigøre størstedelen af befolkningen fra det tidligere arbejdsintensive landbrugsarbejde, så de i stedet kunne uddanne sig og beskæftiges på anden vis. Mens antallet af beskæftigede i landbruget blev reduceret fra ca. 500 000 personer i 1950 til ca. 60 000 omkring 1990, og antallet af landbrugsbedrifter blev reduceret til ca. en fjerdedel, blev produktionen ca. tredoblet, hvilke vil sige en ca. 25-dobling af produktionen pr. beskæftiget person (Den Store Danske 2009).

På trods af den konstante reduktion i antallet af landbrugsbedrifter og beskæftigede i landbruget samt reduktion af landbrugsarealet er vores jordbrugs- og fødevareproduktion stadig en afgørende nationaløkonomisk faktor med en eksportværdi på over 100 milliarder kroner årligt svarende til omkring 20 % af Danmarks samlede vareeksport (Fødevareministeriet 2012)

Mange andre steder i verden er midlerne fra den grønne revolution stadig de vigtigste redskaber til at bringe store befolkningsgrupper ud af fattigdommen, selvom gennemførelsen ofte forsinkes af politiske og samfundsmæssige problemer. Dette gælder f.eks. Asien, Sydamerika og dele af Afrika, hvor strukturudvikling mod færre og større brug, mekanisering, gødning og pesticider frigør befolkningen fra det traditionelle jordbrugsarbejde til et liv i byerne.

I Danmark har den intensiverede fødevareproduktion ført til stigende krav fra samfundet om begrænsning i brugen af især handelsgødning og pesticider gennem tre såkaldte vandmiljøplaner samt to pesticid handlingsplaner og senest ”Grøn vækst” planerne. De to første vandmiljøplaner I og II halverede udledningen af kvælstof til vandmiljøet, og indsatsen overfor næringsstofudvaskningen er videreført i vandmiljøplan III (Vandmiljøplan III, 2004). En grøn omstilling af fødevareproduktionen har således i én forstand allerede været i gang i mere end to årtier med særlig indsats på reduceret input og forbedret kulturteknik. Nærværende udredning vil dels pege på de muligheder, forædlingen af de dyrkede afgrøder kan bidrage med, dels på de tiltag hvorigennem forædlingens potentiale udnyttes bedst.

De sidste 20 år har understøttet udviklingen af en voksende økologisk produktion i Danmark og internationalt. Økologerne afskriver sig helt anvendelsen af handelsgødning og pesticider, hvilket betyder, at udfordringer med at sikre næringsstofforsyningen til planterne samt kontrollere ukrudt, sygdomme og skadedyr i produktionen skal løses ad anden vej, hvorfor forebyggelse spiller en afgørende rolle i den økologiske produktion.

Internationalt er der sket store investeringer i gensplejsede plantesorter, GMO, som markedsføres og videreudvikles mange steder i verden.

Samlet kan man tale om et sammenstød mellem de tendenser, der kommer fra et stort globalt fødevarermarked, hvor Danmarks største erhverv traditionelt har afsat en stor del af sin produktion, og lokale ønsker om oprindelighed både for den producerede vare og for vores miljø. Pris og kvalitet er helt afgørende faktorer for afsætningen både internationalt og nationalt, men de behøver måske ikke altid at stå i modsætning til f.eks. ønskerne om reduceret miljøbelastning. Grøn omstilling i landbrugsproduktionen omfatter blandt andet en større anvendelse af biologiske redskaber til at flytte ligevægten i det biologiske system mod en tilstand, der både betyder bedre miljø og forbedret effektivitet i fødevarereproduktionen.

Overordnede (globale) udfordringer

Der er et forstærket politisk fokus i retning af et biobaseret samfund, hvor planteproduktionen også skal erstatte fossile råstoffer samtidig med, at der i den kommende reform af EU landbrugspolitikken (CAP) er lagt op til en mere bæredygtig produktion (den såkaldte grønning)

Dette betyder, at såvel dansk som det globale landbrug står overfor meget betydelige udfordringer i forhold til

- Stigende global befolkning og forventet stigende global middelklasse, der efterspørger mere kødbaseret kost
- Menneskeskabte klimaforandringer, som forringer dyrkningsbetingelserne i store dele af verden, herunder i Mellem- og Sydeuropa med deraf følgende større udsving i høstudbytter både som følge af udsving i temperatur og nedbør og ændrede forekomster af skadegørere, samt som følge af, at udtørring og forsaltning vil gøre store arealer ufrugtbare i fremtiden.
- Udfasning af fossile energikilder i takt med at priserne stiger, hvorfor der er behov for biomassebaserede alternativer til at stabilisere sol-og vindkraftdominerede energisystemer og til transport, herunder specielt tung transport
- Langsigtet omlægning fra de nuværende oliebase materialer såsom plast til biobaserede produkter

Dette stiller krav til udvikling af afgrøder, som er robuste i forhold til de fremtidige dyrkningsbetingelser herunder både biotisk og abiotisk stress, samtidig med at jordbrugsproduktionen ikke alene skal tilfredsstille den stigende efterspørgsel efter fødevarer, men også efter råvarer til produktion af biobaserede materialer og energi. Det kan dog også forventes, at der vil ske en teknologisk udvikling i form af bioraffinering og lignende, der vil øge mulighederne for en mere flersidig anvendelse af afgrøderne i forhold til, hvad vi kender i dag.

Biotisk og abiotisk stress

Biotisk stress af afgrøder kommer fra angreb af levende organismer, herunder sygdomme og skadedyr.

Abiotisk stress er problemer som afgrøder udsættes for fra dyrkningsmiljøet. Det kan være varme, kulde, tørke eller andre miljøbestemte forhold.

Hovedelementer i den nuværende danske fødevareproduktion

Omkring 60 procent af det samlede danske areal på 4.3 Mio hektar anvendes til dyrkning af afgrøder, fortrinsvis korn og græsmarksplanter, samt majs, raps, sukkerroer og kartofler, se tabel 1.

Tabel 1. De vigtigste afgrødeplanter, deres dyrkningsareal og anvendelse (Kilde: Danmarks Statistik)

Afgrøde	Areal (ha, 2011)	Anvendelse
Vinterhvede*	724 487	Foder, mel,
Vårbyg*	471 143	Foder, malt
Vinterbyg*	130 882	Foder
Majs	173 693	Foder
Raps*	152 220	Olie, foder
Rug	56 097	Mel, foder
Havre	42 304	Gryn
Sukkerroer	39 945	Sukker
Kartofler*	40 532	Konsum, industri, stivelse
Græs og Kløver i omdrift*	329 135	Foder
Græs uden for omdrift*	186 652	Foder
Frøgræs*	66 122	Frø

*Forædling af sorter i Danmark

Den store vegetabiliske produktion leverer råmaterialer til konsum og industri, samt foder til en stor animalsk produktion omfattende ca. 20 Mio slagtesvin årligt (2011) og ca. 565 000 malkekøer som årligt producerer ca. 4800 Mio kg mælk.

Tabel 2. Anvendelsen af kornproduktionen (perioden 1/7-2010 til 30/6-2011) i alt 8.485 Mio tons (Kilde: Danmarks Statistik)

Lagre primo	2,671 Mio tons
Mel, gryn	0,175 Mio tons
Industriformål	0,301 Mio tons
Udsæd	0,277 Mio tons
Foder	6,498 Mio tons
Lagre ultimo	1,001 Mio tons

Udover den primære høst af korn (tabel 2) bidrager kornproduktionen med ca. 5,4 Mio tons halm, hvoraf ca. 1,5 Mio tons bjærges til energiproduktion, 1,8 Mio tons bruges til foder og strøelse, mens 2,2 Mio tons halm nedmuldes på markerne. Tal for høstår 2011 (Kilde: Danmarks Statistik). Halm fra kornproduktionen kan evt. i fremtiden anvendes til andre formål i et mere biobaseret samfund, f.eks. til fremstilling af biobrændstof til biler eller råstoffer til industrien (Biorefining Alliance 2012).

Frøkæden: Fra genetiske ressourcer til sorter

Intensiveringen af fødevareproduktionen har omfattet næsten alle dele af produktionssystemet, specielt mekaniseringen, den agrokemiske industri, gødningsindustrien samt dyrkningsteknik og sortsudvikling. I denne udredning fokuseres omkring potentialet i en fortsat styrkelse af sortsudviklingen, for bedre at kunne anvende de genetiske ressourcer i fremtidens planteproduktion.

Plantesorter er botaniske enheder af afgrødeplanter, som kan kendes fra hinanden, og som ikke ændrer sig ved opformering. Forsyningen af plantesorter til fødevareproduktionen udgør en frøkæde, som starter med de genetiske ressourcer, der er baggrunden for det levende materiale, hvormed man producerer fødevarer. Når de biologiske ressourcer kombineres med menneskelig viden og investering fører det gennem præforædling og forædling til sorter, som bedre egner sig til dyrkningen. I moderne fødevareproduktion markedsføres forbedrede sorter herefter på basis af et godkendelsessystem, som sikrer sorterens identitet og brugsfrøets kvalitet overfor dyrkerne. Det muliggør samtidig tilbagebetaling af forædlerafgift til opretholdelse af forædlingen gennem såkaldt plantenyhedsbeskyttelse. Se tabel 3.

Tabel 3. Oversigt over frøkæden til sikring af gode frø og sorter i fødevareproduktionen

Genetiske ressourcer	Alverdens forskellige planter med forskellig arvemasse tilpasset forskellige forhold
Menneskelige ressourcer, viden	Uddannelse og viden om biologiske, samfundsmæssige, økonomiske og miljømæssige sammenhænge for produktion
Præforædling	Identifikation og fremavl af planter med egenskaber af betydning for produktionen inden det giver sorter
Forædling	Udvikling og markedsføring af nye sorter med bedre dyrkningsegenskaber
Sortsgodkendelse	Afprøvning af nye sorter for genkendelighed og dyrkningsværdi for markedsføring
Frøcertificering	Afprøvning af opformerede frøpartier for sortsægthed og frøkvalitet for godkendelse som certificeret udsæd
Plantenyhedsbeskyttelse	Forædleres rettigheder over sorter til sikring af indtjening og fremtidig forædling af nye sorter

Biologisk diversitet, bevaring og anvendelse af biologiske ressourcer

En del af effektiviseringen af de moderne landbrug såvel i Danmark som internationalt er opnået gennem reduktion af diversiteten i produktionssystemet i form af dyrkning af færre forskellige afgrøder, et mere ensartet sædskifte og større grad af specialisering i hhv. plante og animalsk produktion. Denne effektivisering på bekostning af diversiteten er et resultat af, at færre forskellige afgrøder og større fokus på enten plante- eller animalsk produktion giver bedre muligheder for at specialisere sig og dermed for at forbedre effektiviteten i produktionssystemet, især når det gælder mekanisering, bygninger og uddannelse.

Udviklingen forstærker kravene til frøforsyningen for at skaffe nye og bedre plantesorter, som kan tilfredsstille stigende krav til udbytte, sygdomsresistens, kvalitet og andre egenskaber i specialiserede produktionssystemer. Behovet for genetisk diversitet kommer dermed tilbage, fordi forædlingsmæssig fremgang i udbytte, sygdomsresistens og kvalitet nødvendigvis gør nye gener i sorterne. Hvis man kun forædler med nogle få gode sorter, som genetisk er meget ens, så får man ikke meget fremskridt.

På denne måde er ansvaret for bevarelsen af genetisk diversitet i forbindelse med udviklingen af de moderne intensive landbrug i første omgang flyttet fra den primære produktion til forædlingsprogrammerne, hvor man har brug for diversiteten i forædlingen for at sikre foræd-

lingsmæssige fremskridt. Samtidig har primærproduktionen og samfundet naturligvis en stærk interesse i forsat forædlingsmæssigt fremskridt og fri adgang til forskellige planter.

For at sikre den biologiske mangfoldighed udover den ofte snævre tids- og artsmæssige ramme, som forædlingsprogrammerne kan finansiere, er der de seneste 50 år verden over oprettet genbanker, hvis formål det er at sikre bevarelsen og udvekslingen af den biologiske mangfoldighed i et langt tidsperspektiv, samtidig med at intensiveret fødevarerproduktion lægger globalt pres på de biologiske ressourcer. Internationalt er bevarelsen af biologisk mangfoldighed og adgangen til det biologiske materiale reguleret ved Konventionen om Biologisk Diversitet (Rio konventionen) fra 1991, som besluttede, at både ansvaret for bevarelsen af de genetiske ressourcer og rettighederne over dem er nationale anliggender.

Med den nationale ret over den lokale biologiske mangfoldighed fra Rio konventionen rejser sig spørgsmålet om adgang til at bruge f.eks. plantegenetiske ressourcer i forædlingsprogrammerne i andre lande end der, hvor de nu findes. De fleste afgrødeplanter stammer fra relativt begrænsede geografiske områder, hvor deres vilde slægtninge stadig findes, og hvor de ofte også viser stor genetisk forskellighed. Vigtige danske afgrøder, som byg, hvede og rug stammer fra forskellige områder i Mellemøsten, hvor de har mange vilde slægtninge med store genetiske forskelle. Kartoffler og majs stammer fra Sydamerika, hvor man også finder deres vilde slægtninge med stor mangfoldighed, mens roer og raps stammer fra middelhavsområdet. For nogle af de vigtige græsser f.eks. rajgræs indgår Danmark geografisk som en del af oprindelsesområdet, hvor der er meget genetisk variation.

Under domesticeringsprocessen, hvor man gennem de sidste 5-10 000 år har forandret de vilde planter til afgrøder, er det normalt kun en meget lille del af de oprindelige genforskelle, som er blevet indbygget i afgrøderne. Afgrøderne er herefter spredt gennem jordbruget til forskellige dele af verden, hvor de efterfølgende gennem forædling er blevet lokalt tilpassede. De fleste nationer har besluttet at bevare den biologiske mangfoldighed i fortrinsvis nationale genbanker verden over, og disse genbanker har således fået en helt central betydning for udvekslingen af biologisk materiale til fødevarerproduktionen, ikke blot fra de områder i verden, hvor afgrøderne har deres oprindelse, men som et mere generelt middel til at udveksle dyrkede planter, såvel de nutidige sorter som gamle mere oprindelige sorter. Denne udveksling af plantemateriale er helt central for stadig forædlingsmæssig fremgang i fødevarerproduktionen, fordi man ikke får forædlingsmæssig fremgang uden nye gener.

Bevaringen af biologisk mangfoldighed i genbanker omfatter opbevaring af frø, samt vegetativt formerede planter. Frø kan oftest nedtørres og fryses for langtidsopbevaring, hvor spireevne måles regelmæssigt og planterne opformeres igen, når spireevnen af frøet reduceres. Forskellige typer af vegetativt formerede arter som f.eks. mange frugtarter bevares i særlige markgenbanker eller klonarkiver, hvor man søger at holde planterne sunde og ungdommelige, så de stadig kan give formeringsmateriale. For nogle vegetativt formerede planter er der endvidere udviklet bevaringsteknik, hvor små dele af planten nedfryses i flydende kvælstof, hvorefter de kan opbeva-

Bevaring af Plantegenetiske Ressourcer

Ex situ bevaring

Frø af mange planter kan opbevares i længere tid efter nedtørring og evt frysning.

Vegetativt formerede planter f.eks. frugttræer bevares under dyrkning i samlinger i særlige markgenbanker

Cryopreservering er muligt for nogle planter, hvor skudspidserne nedfryses og opbevares i flydende kvælstof

In situ bevaring

Vilde planter og vilde slægtninge til afgrøder forsøges bevaret gennem beskyttelse af deres voksesteder

res i meget lang tid. Udover bevaringen af dyrket plantemateriale i genbanker har hver nation endvidere ansvaret for at beskytte vilde planter i deres område. Dette gennemføres normalt gennem nationale tiltag for at sikre særlige voksesteder for de enkelte arter.

Genbankernes opgave med at fremme udveksling af biologisk materiale, f.eks. dyrkede plantesorter fra andre eller det samme dyrkningsområde eller historiske sorter gennemføres ved på bestilling at udlevere små prøver af opformeringsmateriale, mod underskrift af en standardaftale, som beskrevet nedenfor. Informationen om, hvad der findes at bestille i genbankerne, publiceres normalt på internettet i form af frit tilgængelige databaser. Dette informationsarbejde, om hvilke planter, der er tilgængelige, og hvilke egenskaber de besidder, er måske den største og vigtigste opgave for genbankerne. Uden gode beskrivelser af planternes egenskaber er det vanskeligt at bestille materiale til særlige formål, og man må så selv hjemtage et stort antal prøver til dyrkning, for at lave beskrivelser. Karakterisering af samlingerne er et af genbanksystemets største udfordringer, fordi det er en meget kostbar proces, som i dag kun kan finansieres i offentligt regi. Som alternativ til en generel karakterisering af de bevarede planter har genbankerne en vigtig funktion ved at indsamle og publicere egenskaber ved bevarede planter. Det kan være egenskaber, som er fundet i forbindelse med forsknings- og forædlingsprogrammer, så efterfølgende brugere mere effektivt kan udvælge materiale.

Danmark er tilsluttet den internationale aftale for plantegenetiske ressourcer for fødevarer og jordbrug (ITPGRFA 2001), som tilstræber at sætte alle genetiske ressourcer ind i et internationalt multilateralt system af genbanker, der sikrer adgang til materialet til bevaring, forskning, undervisning og forædling. Internationalt omfatter aftalen om fri udveksling kun et mindre antal afgrødearter, den såkaldte Annex 1 liste, men Europa tilstræber at opnå fri udveksling af alt plantemateriale opbevaret i genbanker, og alt genbank materiale udveksles derfor under samme betingelser.

Den praktiske overdragelse sker med en såkaldt standard aftale sMTA (standard Material Transfer Agreement). Ved underskrivelsen af aftalen afskriver modtageren af plantematerialet sig muligheden for bl.a. at patentere eller på anden måde forhindre andre adgang til materialet og forpligter sig til kun at videregive materialet under en tilsvarende sMTA. sMTAen indfører også en tilbagebetalingsforpligtelse (benefit sharing) ved udnyttelse af materialet, hvilket er tiltænkt finansiering af det internationale genbanksystem. Evt. tilbagebetalinger fra Norden vil således ikke komme de Nordiske systemer til gavn, men overføres til FAO. Det er væsentligt i den forbindelse, at sorter, der beskyttes via plantenyhedsbeskyttelse i det ”almindelige system”, ikke pålægges tilbagebetaling, ligesom anvendelse til formål udenfor aftalens ret snævre rammer heller ikke udløser krav om tilbagebetaling. Aftalen og sMTA systemet er derfor et middel til internationalt at holde de plantegenetiske ressourcer tilgængelige for forædling i bred forstand og dermed muliggøre udveksling og forædlingsmæssig fremgang.

Danmark indgår i et fælles Nordisk samarbejde omkring bevaring og udveksling af biologisk mangfoldighed gennem organisationen NordGen (NordGen 2012). Alle de frøformerede arter opbevares i den fælles Nordiske genbank ved Nordgen, mens samlinger af vegetativt formerede arter bevares i særlige dyrkningssystemer ved hhv. Københavns og Aarhus universiteter. De frøformerede arter lagres dels i basislager i Danmark ved Aarhus universitet, ved NordGen i Alnarp i Sverige, samt i sikkerhedslager på Svalbard i Norge, i alt ca. 42 000 forskellige frøprøver. De vegetativt formerede arter er delvist sikkerhedskopierede ved forskellige landbrugsmuseer og lignende institutioner, som på denne måde yder et vigtigt bidrag. For alle arter er det NordGens mandat at gøre både det biologiske materiale samt viden om dette tilgængeligt, samt styrke bæredygtig bevarelse og anvendelse af de genetiske ressourcer. Det

Nordiske samarbejde omkring bevaring af genetiske ressourcer indgår i et større europæisk samarbejde med 42 lande, der tilsammen har omkring 1.1 Mio prøver, som forsøges tilgængeliggjort gennem et fælles databasesystem EURISCO (EURISCO 2012). Globalt omfatter genbanksamlinger anslået 7.4 Mio planteprøver i omkring 1750 genbanker (PGRFA 2012). Spørgsmålene om bevaring af Jordbrugets Plantegenetiske ressourcer i Danmark er yderligere behandlet i Fødevareministeriets handlingsplan for Jordbrugets Plantegenetiske ressourcer (Fødevareministeriet 2011) samt i Fødevareministeriets plan for bevaring af plantegenetiske ressourcer i de vilde slægtninge til jordbrugets afgrøder (Bjørn et al 2011).

Diversiteten af dyrkede afgrøder og deres slægtninge.

Under udviklingen af de moderne landbrug i løbet af de sidste 100 år er de sorter, der dyrkes, gradvist blevet mere og mere rendyrkede. Dette vil sige, at de enkelte planter indenfor sorten er blevet mere genetisk ens. Graden af ensartethed indenfor sorterne afhænger af arterne, idet selvbestøvende arter som byg og hvede tåler høj grad af rendyrkning, mens mere krydsbestøvende arter som græs og kløver ikke kan rendyrkes så meget. Specielt vegetativt formerede arter som bl.a. kartoffel består i princippet af kloner, som er meget ensartede indenfor sorten. Der er stadig internationalt en diskussion af, hvilken betydning man skal lægge i sorternes ensartethed, f.eks. med hensyn til dyrkningssikkerhed. Rendyrkningen af sorterne er imidlertid en stor fordel forædlingsmæssigt og afprøvningsmæssigt, fordi man mere tydeligt ser forskellen på gode og mindre gode afkom, hvis de er genetisk ensartede.

En simpel og effektiv måde at opnå blandinger med høj grad af intern genetisk diversitet er anvendelsen af sortsblandinger, hvor rendyrkede godkendte sorter blandes som brugsfrø. Hermed opnår man genetisk diversitet i plantematerialet på marken, samtidig med at man ved, hvad man dyrker, så man f.eks. hvert år kan udskifte sorter, der bliver sygdomsmodtagelige i blandingen. Der er rapporteret forbedret udbyttestabilitet med sådanne sortsblandinger under danske forhold (Kiaer et al 2012).

Nogle økologiske landbrug er endvidere interesseret i dyrkning af dynamiske populationsorter, som består af krydsningsafkom fra flere forældre (composite cross populations) eller sortsblandinger, som er opformeret i mange generationer i et bestemt dyrkningsområde uden systematisk rendyrkning. Ideerne bag sådanne dynamiske populationsorter er bl.a. beskrevet af Döring et al (2011) og bygger på antagelsen om, at forskellige plantetyper udnytter forskellige nicher i miljøet (komplementation) samt at blandingen sikrer mod fuldstændig misvækst. Disse fordele vil også kunne opnås med de ovenfor beskrevne sortsblandinger. Endvidere antages det, at dynamiske sortsblandinger gennem naturlig selektion i blandingen tilpasser sig lokale dyrkningsmiljøer og dyrkningsmetoder på en måde, der tilgodeser et højere udbytte og udbyttestabilitet. Denne sidste antagelse har endnu ikke kunnet påvises i praksis. Gældende lovgivning giver indtil videre ikke mulighed for handel med udsæd af dynamiske populationer af selvbestøvende arter, fordi de ikke kan godkendes som sorter (Se senere om Selvstændighed, Ensartethed og Stabilitet, SES)

For bevaring af afgrødeplanternes vilde slægtninge har Fødevareministeriet udarbejdet en handlingsplan (Bjørn et al 2011). De vilde slægtninge som agerkål og agersennep i Danmark har generelt ikke stor betydning for forædlingen af vores dyrkede afgrøder, men de udgør en lokalt tilpasset genpulje, som måske i fremtiden kan blive interessant. De betydeligste afgrødeplanter i Danmark stammer fra andre dele af verden, hvor deres vilde typer og vilde slægtninge findes. Det gælder f.eks. byg og hvede, som stammer fra Mellemøsten, majs og kartofler, som stammer fra Sydamerika. Bevarelsen af det vilde materiale fra afgrødeplanternes

oprindelsessteder kan blive af stor betydning for fremtidens forædling, fordi disse vilde typer og slægtninge besidder en meget stor genpulje, som forholdsvis let kan indkrydses i forædlingsprogrammerne. For græsmarksplanter er Danmark en del af oprindelsesområdet, og vi har således direkte adgang til disse ressourcer.

Forskning og uddannelse relateret til forædling af plantesorter

Fødevarerhvervenes evne til omstilling og videreudvikling afhænger i høj grad af en stadig uddannelse af nye generationer med både bred viden og fagligt fokus. Det danske landbrugssystem er internationalt kendt for stor evne til at videreformidle og anvende ny viden gennem et uafhængigt rådgivningssystem, hvilket bl.a. bygger på et solidt uddannelses- og forskningssystem, som hurtigt bringer ny viden ud til producenter og aftagere.

Videregående forskningsbaserede uddannelsesforløb med relevans for landbruget findes i universitetsmiljøerne ved Københavns Universitet samt ved Århus Universitet. Ved begge uddannelsesinstitutioner fører treårige bachelor uddannelser frem mod en række toårige kandidatuddannelser (MSc.).

For begge videregående uddannelsesmiljøer gælder det, at der stadig uddannes forskellige typer af kandidater rettet mod rådgivning og forskning ved jordbruget i Danmark, (KU: Agriculture, Animal Science, forest and nature Management, AAU: Agroenvironmental Management og Agrobiologi). Kandidaterne fra disse uddannelser er godt basalt funderede og kan fungere i f.eks. rådgivningssektoren efter nogen videreuddannelse.

Ingen af de to universitetsmiljøer uddanner egentlige planteforædlere, men uddannelserne giver muligheder for tilegnelse af basal viden indenfor planters genetik og biologi, samt muligheder for specialisering indenfor planteforædling gennem kandidatspecialer og evt. efterfølgende under et Phd projekt. Ved Københavns universitet findes stadig enkelte kurser og professorater dedikeret forædling af planter. Såvel kandidater som personer med en Phd grad indenfor planteforædlingsområdet fra et af universiteterne kræver nogle års efteruddannelse i et eller flere planteforædlingsmiljøer, før de kan forestå selvstændig forædling og man må forvente, at der bliver mangel på personer med uddannelse indenfor planters anvendte genetik i fremtiden.

Strukturudviklingen mod færre og større private forædlingsfirmaer både i Danmark og internationalt har ført til en generel reduktion af antallet af personer, som beskæftiger sig med forædling af nye plantesorter og dermed også en betydelig reduktion i antallet af uddannede indenfor forædlingssektoren. Det kan således undertiden være vanskeligt at finde personer med tilstrækkelig erfaring til forædlingsprogrammerne både nationalt og internationalt.

Internationalt findes stadig studiemuligheder med egentlige MSc inden for forædlingsuddannelse på universitetsniveau bl.a. CIHEAM i Zaragoza, Spanien, Wageningen i Nederlandene, Aberystwyth i Wales og flere amerikanske universiteter. Det er imidlertid mere og mere udbredt, at universitetskurser med relevans for planteforædling udbydes som del af en mere generel pakke om Plant Science.

Ligesom på medicin og dyreområdet, går den bioteknologiske udvikling hurtigt på planteområdet. Anvendelsen af gensplejsede planter til produktion i Europa er stadig meget begrænset, men gensplejsede sorter, som har fået indsat et eller flere nye gener, dyrkes nu på store arealer (160 Mio ha i 2011) især i Amerika og Asien, og det globale areal stiger år for år (ISAAA

2011). Markedsføringen af sådanne GM planter har specielt i Europa givet anledning til en betydelig diskussion, herunder i forhold til etiske, sundhedsmæssige og miljømæssige aspekter på trods af, at godkendelse til markedsføring sker på baggrund af særdeles grundige vurderinger. Denne diskussion har samtidig haft afgørende indflydelse på vores opfattelse af, hvad plantesorter er, hvad de kan præstere, og hvilke rettigheder man kan have over sådanne sorter.

Forskningen i planters genomer, dvs. opbygningen og funktionen af deres arvemasse, har fået et voldsomt opsving gennem de sidste 10 år, hvor mange forskellige afgrødeplanter har fået eller er ved at få deres arvemasse fuldt sekventeret. Sekvensen af arvemassen er nøglen til at identificere plantens gener og derigennem indirekte til udforskningen af deres virkemåde og hele plantens fysiologi og kommunikation med omgivelserne. Nye teknologier til at øge fremavlen vha. genom-assisteret selektion er med stor succes blevet udviklet og implementeret indenfor dyreavl og søges nu videreudviklet til planteforædling. Informationen om generne fra denne "Plant Science" forskning er imidlertid meget kompleks. I Danmark findes stærke forskningsmiljøer i planters genomer ved universiteterne i Aarhus, Ålborg, Odense og København. Ved Københavns universitet oprettes for tiden et Plant Science Center, som vil styrke genomforskningen indenfor planter betydeligt i de kommende år. Ved Aarhus Universitet er der opbygget stærke kompetencer inden for genomisk selektion.

Forskning i planters sygdomsresistens og plantesygdommenes patologi findes også som stærke miljøer ved både Københavns og Aarhus universiteter. Den basale forskning i samspillet mellem planter og deres sygdomme har genereret meget stor molekylær viden om resistensgenerne i planterne og de tilsvarende gener i sygdomsorganismerne, som gør dem aggressive. Der findes stadig ingen sikre metoder til på basis af gensekvenser at udpege nye anvendelige sygdomsresistensgener. En lang række tiltag for udvikling af sygdomsresistensgener gennem genetisk manipulation er på vej, men det er stadig usikkert, hvor hurtigt sådanne redskaber kan blive anvendelige i praksis (Collinge et al 2010)

Også stærke forskningsmiljøer indenfor planters ernæring findes både ved Aarhus og Københavns universiteter, specielt med hensyn til planters udnyttelse af kvælstof og fosfor, som er de mest problematiske næringsstoffer med hensyn til miljøaftryk.

Planteforædlere har ofte en interesse i en mere praktisk identifikation af eksisterende genetiske forskelle f.eks. for sygdomsresistens, rodudvikling, kvalitet og udbytte, som hurtigt kan samles sammen i nye bedre sorter gennem krydsning og udvalg. Dette gøres effektivt med genetiske markørsystemer, der genererer et fingerprint, som kan bruges til at udvælge planter med ønskede genkombinationer inden de prøvedyrkes.

I Danmark har der traditionelt været et tæt og frugtbart samarbejde mellem sektorforskning, universiteter og forædling af planter. Med nedlæggelsen af sektorforskningen og med de senere års universitetsfusioner, med forøget fokus på volumen både i uddannelse og forskning, er der en reel risiko for, at dette samarbejde svækkes eller helt forsvinder, så overførslen af viden fra den basale universitetsforskning til sortsudviklingen reduceres.

Forskning og uddannelse udgør den videnandel, som investeres i alle led i frøkæden for at udvikle bedre afgrødeplanter.

Præforædling

Ved præforædling forstås forædlingsarbejde som er prækompetitivt. Det vil sige forædlingsaktiviteter, som ikke direkte fører til sorter, som kan lede til markedsandele, og hvis resultater ikke kan beskyttes gennem patentering, sortsbeskyttelse eller hemmeligholdelse. Man skelner ofte mellem tre hovedtyper af præforædlingsaktiviteter:

- indkrydsning af nye gener i en klimatilpasset sort eller forædlingslinie (introgression),
- udvidelse af afgrøders genetiske basis (base broadening) og
- udvikling af ny forædlingsteknologi (metode- og værktøjsudvikling).

Tidsperspektivet er ofte karakteristisk for præforædlingsprogrammer, som kan forløbe over 10-30 år, mens kommerciel forædling af sorter sjældent har mere end en 10 årig horisont.

Vigtige typer af præforædling omfatter f.eks. indkrydsning af nye gener for sygdomsresistens eller kvalitetsegenskaber i lokalt tilpasset forædlingsmateriale, som efterfølgende kan få stor betydning for dyrkningsområdet. Meget berømte eksempler på tidligere præforædling er bl.a. identifikationen af *mlo*-genet, som gør bygplanten fuldstændig resistent overfor sygdommen meldug. Efter at *mlo*-resistensen først blev påvist på forskningscenter Risø (Jørgensen 1992), har resistensen vist sig usædvanlig holdbar, og forskellige typer af genet er blevet indkrydset i flertallet af nordeuropæiske vårbygsorter, hvilket gennem de sidste 25 år har sparet producenter og miljø for store mængder af pesticider. Et andet eksempel på præforædling, som har virket, er anvendelsen af kromosomstykker fra rug i hvedeforædlingen. I forbindelse med forædling af kornarten triticale, som er en krydsning mellem rug og hvede, dannes undertiden hvedelinier, som har fået overført et stykke af et kromosom fra rug. Rugen er kendt for at besidde resistensgener overfor mange forskellige sygdomme, og hvedesorter med sådanne stykker af rugkromosomer bruges i stort omfang i hvedeproduktionen, som et middel til at kontrollere rustsygdomme og derved reducere pesticidanvendelsen. Indenfor metodeudvikling som præforædling er der de sidste 30 år opnået metoder til fremstilling af kromosomfordoblede haploider (DH) og mange typer af molekylære markørssystemer til effektivisering af forædlingsprogrammerne.

Resultaterne af præforædling er af stor betydning for samfundet, fødevarerproducenterne og miljøet, men det er ikke attraktivt for private firmaer i hård indbyrdes konkurrence at gennemføre præforædlingsprogrammer, som koster millioner af kr., hvis konkurrenterne efterfølgende frit kan overtage og markedsføre resultaterne uden at skulle dele gevinsten. For plantearter, som majs og raps, hvor det er muligt at markedsføre hybridsorter, giver såsædsystemet en vis beskyttelse af præforædlingsresultater overfor konkurrenter, og for sådanne arter findes generelt betydelige præforædlingsprogrammer i privat regi. For plantearter som byg og hvede, hvor sorterne kan indgå direkte i videre forædlingsprogrammer, er det derimod vanskeligt at opnå privat finansiering af fremadrettede præforædlingsprogrammer. Internationalt forsøger store firmaer at beskytte deres langsigtede præforædlingsresultater gennem patentering, som imidlertid endnu næsten kun fungerer for gensplejsede produkter og kræver meget store investeringer globalt. Alternativet på nationalt eller regionalt plan vil være, at det offentlige støtter offentlig privat samarbejde omkring præforædling, hvis resultater derefter stilles frit til rådighed på markedet (som ved det nuværende nordiske Private Public Partnership, se nedenfor), eller at fødevarerhvervet nationalt eller regionalt i fællesskab finansierer præforædlingen evt. med støtte fra det offentlige.

Præforædling i samarbejde med offentlige vidensinstitutioner har været væsentligt mere udbredt i udlandet end i Danmark, hvor planteforædling generelt har været privat finansieret. I lande som USA og England startede forædlingen i offentlig regi og begge lande har siden opretholdt en ret væsentlig præforædlingsaktivitet indenfor mange plantearter ved forskellige vidensinstitutioner. I Tyskland opretholdes stadig præforædlingsprogrammer ved adskillige universitets- og forskningsinstitutioner. Et godt eksempel er arbejdet med at krydse nye gener for sygdomsresistens fra vild byg ind i det dyrkede bygmateriale i samarbejde med private forædlere ved The Technical University of Munich i Tyskland. Denne præforædling har resulteret i en række nye meldugresistensgener indbygget i mindst 20 nye bygsorter dyrket i både Tyskland og Danmark, og generne bruges stadig til forædling af nye bygsorter. Man har i øvrigt i Tyskland en lang tradition for offentlig private samarbejder blandt andet gennem den tyske forædlerforening GFZ (GPZ 2012).

I det Nordiske område har især Sverige tidligere offentligt støttet præforædlingsaktiviteter for en lang række plantearter gennem projektstøtte til de tidligere forædlingsfirmaer Svalöf AB og Weibull, som i dag er inkorporeret i fødevarekoncernen Lantmännen, der ejes af ca. 35 000 landmænd. Tidligere har Danske forædlere og planteproducenter nydt godt af denne svenske indsats, idet mange af de sorter af byg og hvede, der blev dyrket i Danmark 1960-1990 var forædlet i Sverige eller havde forældre af svensk oprindelse. Den Svenske indsats indenfor området er i de senere år mindsket kraftigt.

Danmark bidrager for tiden til to præforædlingsprojekter i et såkaldt Public-Private Partnership (PPP) (Public Private Partnership on Prebreeding 2011). Et projekt for fodergræsser og et for byg. Dette Nordiske public-private partnerskab for præforædling har en økonomisk ramme på knap 24 Mio kr. over 3 år. Programmet er 50/50 finansieret, dvs. de 12 Mio kommer fra forædlingspartnerne, mens de 5 nordiske landes landbrugsministerier har fremskaffet de resterende 12 Mio kr. til programmet. Af de 13 Nordiske forædlingsvirksomheder deltager de 12 i netværket.

Formålet med bygprojektet er at udvikle sorter, som er bedre tilpasset det fremtidige klima i Norden. Samarbejdspartnerne afprøver og analyserer et genetisk bredt bygmateriale for at finde genetiske markører, som følger sygdomsresistens og stresstolerance, så disse egenskaber hurtigt kan samles sammen i fremtidige sorter. Græsprojektet har som formål at udvikle fundamentet for fremtidig forædling af rajgræs til det Nordiske klima. Rajgræs har bedre foderværdi end de græsarter, der nu dyrkes længere nordpå. Ved at skabe rajgræssorter, som kan producere i mere nordligt og barskt klima, vil man kunne forbedre fodringseffektiviteten af husdyrene og dermed mindske miljøeffekten. Begge projekter forløber som pilotprojekter over to år og administreres af det fællesnordiske genbanksystem Nordgen, der leverer en del af plantematerialet. Et tredje Nordisk præforædlingsprojekt omfatter sygdomsresistens i æble.

Strukturudviklingen i forædlingserhvervet gennem de seneste 20 år

Antallet af forædlingsvirksomheder er faldet markant verden over gennem det sidste århundrede. Det verdensomspændende opkøb af forædlingsfirmaer tog for alvor fat i kølvandet på en højesteretsafgørelse i USA sommeren 1980, som tillod patentering af levende organismer på baggrund af deres genetiske kode. Denne afgørelse var en hovedårsag til, at store dele af kemikalie- og farmaceutindustrien kastede sig ind i investeringsopkøb af frøfirmaer de efterfølgende år. Det er også årsagen til, at samme firmaer i dag (2009) kontrollerer ca. 40 % af verdens planteforædling (Schenkelaars et al 2011). Også i Danmark er der sket en kraftig koncentreringsproces. I løbet af de sidste 25 år er antallet af forædlingsfirmaer faldet fra 25 til 5: To

forædlingsfirmaer for korn (Nordic Seed og Sejet PlantBreeding) samt to firmaer for græs og kløver (DLF-Trifolium A/S og Hunsballe Frø A/S) og et firma for kartoffelforædling (Landbrugets Kartoffelfond).

Samtidig med konsolideringen er der sket en markant internationalisering indenfor firmaerne, således at mange firmaer i dag opererer i flere lande på flere kontinenter. Det har givet øget afsætning, men også ekstra udfordringer i forhold til at levere lokalt adapterede sorter. En udbredt metode til at målrette nye sorter til lokale markeder består i at lægge den sidste del af forædlingsafprøvningsprogrammet lokalt. Selve afprøvningsprogrammet varetages evt. af samarbejdspartnere, lokale landboforeninger eller af firmaerne selv. Fodermajs er et godt eksempel på lokal tilpasning gennem afprøvningsprogrammet i Danmark. Det danske areal med majs er stadig for lille (ca. 170 000 ha) til at finansiere selvstændige forædlingsprogrammer. I stedet gennemføres afprøvningsprogrammet af majssorter forædlet syd for Danmark med henblik på at identificere nye sorter, som egner sig for dansk produktion. Rugen er et andet eksempel på en betydelig afgrøde (ca. 70 000 ha), som ikke har dansk forædling, men hvor egnede sorter til produktionen alligevel skaffes gennem løbende afprøvningsprogrammet i Danmark af nye fortrinsvis tysk og polsk forædlede sorter.

For forædlingen af de store afgrøder som korn (byg og hvede) og kartofler har de danske forædlere stadig et stort hjemmemarked af udsæd til danske producenter, men de må for at opnå rentabilitet alligevel hele tiden forsøge også at sælge deres sorter i vores nabolande som Tyskland, Nederlandene, Frankrig, Polen, Sverige, England og andre områder i Europa. På samme måde vil private forædlingsfirmaer i disse europæiske lande forsøge at afsætte udsæd af deres sorter i Danmark. Derfor foregår forædlingen af sorter af korn og kartofler i meget hård konkurrence om, hvem der kan lave de sorter, der passer bedst til producenterne og forbrugerne i hele Nordeuropa. Sammen med konkurrencen følger også et udbredt samarbejde om forædlingen mellem firmaer på tværs af landegrænserne med gensidig afprøvningsprogrammet af hinandens sorter og udveksling af nye plantelinjer og ideer, så der for korn og kartofler på en måde er tale om et stort sammenhængende forædlingsprogrammet for området. For forædlingen af plæne- og fodergræssorter gælder stort set de samme regler, men afsætningsområdet for græssorter er mere globalt. Det meste dansk forædlede græsfrø afsættes stadig i Europa, men betydelige markeder findes også i Amerika, Australien, New Zealand og Asien, hvorfor afprøvningsprogrammet og samarbejdsområdet her er geografisk langt større.

De vigtigste forædlingsprogrammer i Danmark omfatter forædling af hvede og byg ved to firmaer (Sejet PlantBreeding og Nordic Seed), forædling af græs og kløver ved to firmaer (DLF-Trifolium og Hunsballe frø) samt forædling af kartofler ved Landbrugets Kartoffelfond.

Tabel 4 De væsentligste planteforædlingsprogrammer i Danmark

Plantart	Forædlingsfirma	Ejerskab
Græs og kløver	DLF-Trifolium	Danske frøproducenter
Hvede og byg	Sejet PlantBreeding	DLG og Carlsberg
Hvede og byg	Nordic Seed	DLA Agro
Kartofler	LKF-Vandel	Landbrugets Kartoffelfond

Forskning og forædling for klimatilpasning

Der findes en række undersøgelser, som beskriver udviklingen af det forventede klima i Danmark over de næste ca. 100 år. Fremskrivningerne baseret på forskellige scenarier er na-

turligvis behæftet med nogen usikkerhed både med hensyn til de antagelser, der gøres for scenarierne, samt med hensyn til de modeller der bruges til fremskrivningerne.

For mange områder i Europa forventes temperaturstigningerne på 2-5°C indtil år 2100 sammen med ændrede nedbørsforhold at bevirke en generel reduktion i fødevarereproduktionen især i middelhavsområdet (Olesen et al 2011). I denne henseende synes Danmark at være relativt heldigt stillet, idet temperaturstigningen bevirker mildere vintre og lidt varmere somre, hvilket for nogle arter vil muliggøre en længere vækstsæson. Regnmængden forventes generelt i Danmark at stige med 20-40 % i vinterhalvåret og blive reduceret med omkring 10-25% i løbet af sommerperioden (Olesen et al 2006). Omkring 2050 skulle vi således have middeltemperaturer både i vinter og sommerhalvåret, som er 1-1.5 grader højere end det nuværende. På samme tidspunkt kan vi forvente nogen forøgelse af nedbøren i vinterhalvåret og en reduktion i regnmængden i sommerperioden, mens nedbøren forår og efterår forventes nogenlunde uændret (Olesen et al 2006).

Temperaturstigningen på ca. en grad frem til 2050 vil kunne forlænge vækstsæsonen, for græsmarksplanter og roer med ca. en måned, og den øgede CO₂ mængde i atmosfæren vil også øge produktionsevnen. Vores nuværende sorter af korn, specielt vintersæd vil måske ikke kunne udnytte denne længere vækstsæson, fordi de højere temperaturer får dem til at modne tidligere (Børgesen og Olesen 2011, Patil et al 2012), men der findes stor genetisk variation i forædlingsmaterialet for både tidlig vækst om foråret og senere afmodning, så sorterne vil formentlig kunne gradvis tilpasses til udnyttelse af den ændrede vækstsæson. En forlænget vækstsæson i fremtiden kan evt. også medføre indførelse af nye sædskifter med plads til to høstbare afgrøder pr dyrkningssæson eller introduktion af flerårige afgrøder med længere vækstperiode for at bidrage til øget planteproduktion eventuelt til helt nye anvendelser.

Generelt mangler landbrugsproduktion under danske forhold ikke vand, men der kan nogle år forekomme underskud og dermed vandstress for planterne i sommerhalvåret, især på lette jorder. Denne tendens vil blive forstærket med den reducerede nedbør i sommerperioden. Da nedbøren endvidere ikke er jævnt fordelt hverken årsmæssigt eller geografisk, må man forberede sig på hyppigere tilfælde af stress for afgrøderne både på grund af periodevis højere temperatur og vandmangel. For dyrkningssikkerheden er der derfor gode grunde til at udforske mulighederne for at forædle planter, som er mere tolerante overfor forskellige former for stress, og som har rodsystemer, der bedre sikrer vandforsyningen i fremtiden. Der findes i litteraturen beskrevet genetiske forskelle, som bestemmer forskellige rodsystemer, men det er dårligt forstået, hvilke typer af rodnet, der er bedst til forskellige vækstforhold. (Kumar et al 2012)

En evt. forøget regnmængde i vinterperioden vil kunne bevirke øget udvaskning af næringsstoffer, især kvælstof og fosfor, som frigives ved mineralisering ved de højere temperaturer, uden at planterne er i stand til at udnytte dem (Børgesen og Olesen 2011, Patil et al 2012). Det vil i nogen grad kunne modvirkes gennem forædling af vintersorter af korn og græs, som bliver ved med at vokse og optage næringsstoffer sent i vækstsæsonen samt udvikler et dybt rodnet, som evt. kan optage næringsstofferne tidligt om foråret, så snart væksten starter, inden næringsstofferne vaskes endeligt uden for rækkevidde.

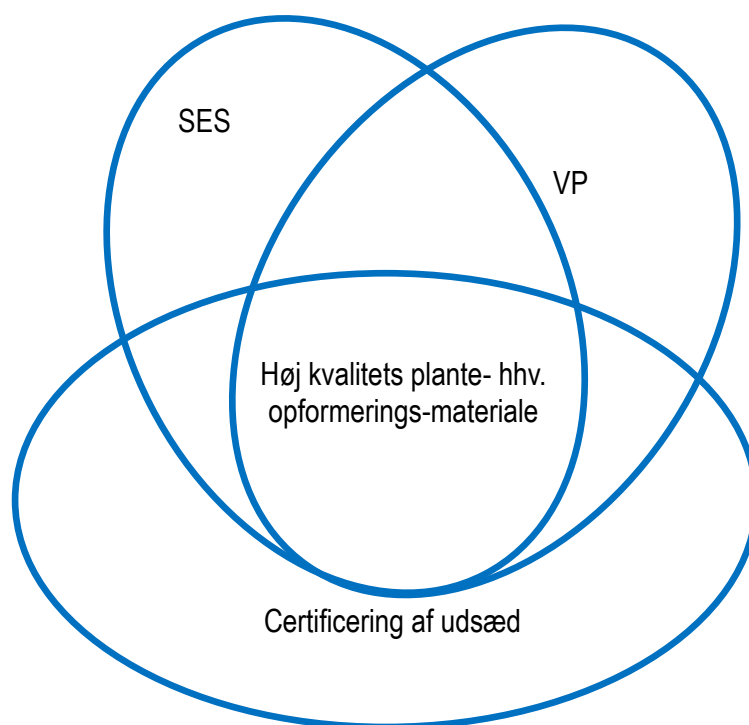
De forventede varmere somre og mildere vintre i fremtiden forventes at føre til forøget sygdomstryk og problemer med skadedyr, hvilket igen kan føre til forøget pesticidanvendelse og udfordringer i den økologiske produktion. En bedre udnyttelse af sygdomsresistens og evt.

resistens overfor skadedyr gennem forædling af mere resistente sorter vil være et af de mest effektive tiltag mod denne udvikling.

Med en stigning i gennemsnitstemperaturen på ca. en grad indtil 2050 vil nye plantearter formentlig også blive mere dyrkningsegne i Danmark. Man må forvente, at forskellige typer af fodermajs vil få større udbredelse, ligesom dyrkning af alternative proteinafgrøder bl.a. ærter, lupin og hestebønne af særlig interesse for økologisk produktion vil blive lettere, og måske kan også dyrkning af soya blive rentabelt på sigt.

Sortsafprøvning og frøcertificering

I Danmark og Europa findes lovgivning vedrørende handel med såsæd og opformeringsmateriale af planter, som sikrer at landmænd gennem køb af certificeret udsæd garanteres kvalitet og sortsægthed. Certificeringen af udsæd omfatter således dels en kontrol af, hvorvidt det er den pågældende sort i ren tilstand, samt en afprøvning af frøets kvalitet og sundhed. Det er således ikke i Europa tilladt at udbrede plantemateriale, som ikke er godkendt til sortslisten. I dette afsnit gennemgås kort de tre hovedprincipper for denne sikring af udsædskvalitet og forædlingsfremgang: SES afprøvning, værdiafprøvning og certificering.



Figur 1. Nye sorter skal kunne kendes fra hinanden (SES) og være en forbedring i forhold til det eksisterende (VP), og udsæden til landmanden skal certificeres som garanti for sortsægthed og kvalitet.

For at kunne kontrollere, at certificerede frøpartier består af den rigtige sort i ren tilstand, skal en ny sort kunne kendes fra alle andre sorter af samme art på sortlisten. Nye sorter kan derfor kun blive godkendt, hvis de består en såkaldt SES (selvstændighed, ensartethed og stabilitet) afprøvning, som omfatter undersøgelser af, hvorvidt sorten kan kendes fra andre sorter, at den ikke er en blanding, samt om den kan opformeres uden at forandre sig.

For sorter af landbrugsplanter gælder endvidere, at de skal bevise deres værdi gennem en såkaldt værdiafprøvning, hvor sorten prøvedyrkes i konkurrence med andre sorter fra listen. Nye sorter

godkendes kun, hvis de er bedre end eksisterende f.eks. med hensyn til dyrkningsegenskaber, kvalitet eller udbytte. Formålet med såsædslovgivningen er således udover at sikre landbruget sundt frø af de rigtige sorter også at fremme en stadig forædlingsmæssig fremgang.

Afprøvning for selvstændighed, ensartethed og stabilitet (SES):

En ny sort godkendes, hvis den opfylder kriterierne mht. morfologisk forskellighed fra andre kendte sorter, ensartethed i udtrykket af sortens morfologiske egenskaber og et stabilt udtryk af de morfologiske egenskaber over generationer. SES afprøvning gennemføres af NaturErhvervstyrelsen, Afdeling for Sortsafprøvning.

- Sortsidentiteten beskrives og en prøve af sorten indlejres i frøbanken ved Afdeling for Sortsafprøvning, hvilket beskriver sorten fremover.
- I afprøvningen, der tilgodeser disse aspekter, inkluderes nationalt godkendte sorter samt godkendte sorter fra andre lande i forsøgene. Inkludering af andre landes sorter er en forpligtigelse, den danske afprøvning påtager sig ved at have ratificeret UPOV-konventionen samt ved at være medlem af den Europæiske Union.

Tabel 5. Antal plantesorter afprøvet for SES i Danmark, 2011

Vinterraps	230
Vårraps	45
Vinterbyg	9
Vårbyg	44
Vinterhvede	35
Vårhvede	2
Hestebønner	4
Rajsvingel	2
Sukkerroer	65
Foderbede	12

Værdiafprøvning

Sorter af landbrugsplanter skal udover at opfylde kravene til SES have en tilfredsstillende dyrknings- og nytteværdi, hvorved forstås, at sorten i forhold til andre sorter, der er optaget på sortlisten, ved sine egenskaber frembyder en forbedring i dyrkningen eller i udnyttelsen af afgrøden eller af de produkter, der fremstilles heraf, i hvert fald i en bestemt egn. Enkelte ugunstige egenskaber kan opvejes af andre gunstige egenskaber. Vurderingen baserer sig dermed på en helhedsorienteret betragtning af alle udbytte-, dyrknings- og kvalitetsegenskaber, der er specifikke for hver enkelt art.

For at afgøre om nye sorter udgør en forbedring dyrkes de i konkurrence med hinanden og eksisterende sorter i særlige dyrkningsforsøg flere steder i Danmark koordineret og gennemført af NaturErhvervstyrelsen (A-afprøvning). Denne sortsafprøvning, for at se om nye sorter kan optages, er koordineret med samtidig yderligere prøvedyrkning for at opnå information til vejledning af landmændene (Landsforsøgene) og antallet af forsøgssteder afhænger af arten. For korn gennemføres endvidere udbytteforsøg (A+ og B-afprøvning) under Videncentret for Landbrugs

ledelse med og uden fungicidanvendelse, ligesom der i kornforsøgene anvendes en koordineret fungicidbehandling, som ligger i den lave ende af det aktuelle rådgivningsniveau. Foruden udbyttesforsøgene gennemføres endvidere en særlig afprøvning af kornsorter mht. sygdomsmotagelighed og dyrkningsegenskaber (OBS-parceller), hvor sorterens modtagelighedsprofil overfor svampesygdomme bestemmes under naturligt smittetryk.

Standardprotokollen for prøvedyrkningen tager højde for de artstypiske anvendelsesmuligheder. Sortsanmelderen kan imidlertid ved anmeldelse oplyse om yderligere egenskaber, som man vil have taget med i vurderingen i forbindelse med evt. godkendelse. Derefter vil disse egenskaber blive undersøgt ad hoc og medtaget i vurderingen af, om sorten frembyder en forbedring. Således er der de seneste år undersøgt fx sorter af vårbyg med speciel aminosyresammensætning, ærter til snackproduktion (marrowfat-ærter), bederoer til energiproduktion, lysblomstret raps, der i et specielt dyrkningssystem begrænser udbredelsen af glimmerbøsser (biller), kartofler til chipproduktion, samt sorter af vårbyg specielt egnet til økologiske dyrkningsbetingelser.

Til afprøvning af sorters egenskaber under økologisk dyrkning findes en særlig økologisk værdiafprøvning, som også er integreret i en større økologisk afprøvning (Landsforsøg) med henblik på vejledning af økologiske landmænd, når de skal vælge sorter.

Resultaterne fra de forskellige værdiafprøvninger (Værdiafprøvning, Landsforsøgene, konventionelt samt økologisk) publiceres sammen med registreringer fra OBS-parcellerne i SortInfo (SortInfo 2012) og stilles til rådighed for rådgivere og landmænd til brug ved valg af sort til næste sæson. For enkelte kornarter (vinterhvede, vinterbyg og vårbyg) findes tillige en overbygning til Sortinfo, der hedder Sortsvalg, som på basis af historiske resultater og sorterens modtagelighed beregner sandsynligheden for svampeangreb i den kommende dyrkningssæson samt et forventet merudbytte korrigeret for udgiften til forventede sprøjtninger. Århus Universitet gennemfører endvidere sortsafprøvninger og -undersøgelser hvert år, typisk med specifik fokus på sygdomsmotagelighed. Disse data samles ligeledes i Sortinfo og stilles til rådighed for alle brugere. Afprøvningsresultaterne er tilgængelige i SortInfo allerede få dage efter forsøgene er høstet, hvilket er med til at sikre, at danske landmænd har adgang til den nyeste viden, når de skal vælge sorter til den kommende sæson. SortInfo er på dette område uden sidestykke i Europa og bruges af nabolande bl.a. Skåne området.

Foruden ovennævnte afprøvninger gennemføres, der blandt andet supplerende sortsforsøg hos lokale rådgivningscentre. Disse afprøvninger koordineres ligeledes fra Videncentret for Landbrug, og resultaterne fra de supplerende forsøg kan også ses i SortInfo. Sortsanmelderne gennemfører normalt også yderligere afprøvninger, der er med til at udvælge de sortslinjer, som er potentielle og velegnede sorter til danske dyrkningsbetingelser. Resultaterne forbliver i virksomhederne og bidrager dermed til planteforædlingsprocessen.

Tabel 6. Dansk værdiafprøvning af plantesorter 2011. Sortsliste omfatter værdiafprøvning for optagelse på sortslisten, mens landsforsøgene er yderligere forsøg med henblik på vejledning og EU-sortsliste omfatter afprøvning af sorter fra den fælles EU sortsliste. Antal sorter afprøvet.

Art	Sortsliste	Landsforsøg	EU-sortsliste
Vinterhvede	42	34	21
Vinterhvede, brød		12	
Vinterbyg	13	29	16
Vinterrug	12	13	9
Triticale	3	10	8
Vårbyg	50	32	18
Vårbyg økologisk	1	10	
Havre	5	10	8
Havre, økologisk		3	
Vårtriticale			2
Vårtriticale, økologisk		2	
Vårhvede	2	12	12
Markært	0	10	10
Hestebønne	4	5	2
Vinterraps linjer	23	11	3
Vinterraps hybrider	97	38	13
Vårraps	13	5	4
Kartofler	9		
Majs	26	99	85
Sukkerroer	65	25	
Foderbede	12	4	1
Fodergræs	7	17	
Rødkløver	1	1	

Afprøvning af sorter af landbrugs- og grønsagsarter med henblik på optagelse på sortsliste er baseret på ”Bekendtgørelse om en fortegnelse over godkendte sorter af landbrugsplante- og grønsagsarter (sortslisten)” (nr. 51 af 24. januar 2000), der er udarbejdet i overensstemmelse med Rådets Direktiv 70/457/EØF hhv. 53/2002 om den fælles sortsliste og henholdsvis Rådets direktiv 70/458/EØF hhv. 55/2002 om handel med grønsagsfrø. Lovgivningen omfatter de væsentligste landbrugs- og grønsagsarter. Adgangen til optagelse af nye sorter på den fælles europæiske sortsliste (Common Catalogue) er for nuværende de nationale bestemmelser, og den europæiske sortsliste er således foreningsmængden af alle nationale sortslistes.

Den europæiske frølovgivning er pt. under revision, og der kan over de næste 1 til 2 år, hvor frølovgivningen skal forhandles på plads, forekomme ændringer. Det første udkast til fremtidig frølovgivning antyder dog ikke markante ændringer mht. kravene for sortslisteoptagelsen. I ud-

kastet åbnes mulighed for at anmelde nye sorter til den europæiske sortslisteoptagelse centralt i Europa. Det forventes, at dette primært vil være interessant for de arter, hvor der udelukkende er krav om SES-godkendelse (grønsager, frugt og prydplanter).

Frøcertificering:

I frøcertificeringen undersøges de enkelte opformeringspartier af en sort mht. spireevne, sortsrenhed og udsædsbårne sygdomme. Alle opformeringsgenerationer af en sort undersøges, men sidste generation i opformeringsprocessen (brugsfrøet) undersøges kun stikprøvevis for sortsrenhed og sortsægted (kontroldyrkning). Desuden skal opformeringen til certificering af udsæd ske med opfyldelse af minimumsafstande til andre sorter af samme art i sted (afstand til andre marker i samme dyrkningssæson) og tid (sædskifte mellem dyrkningssæsoner). Analyserne gennemføres typisk af den, der er ansvarlig for opformeringen, hvorefter data leveres til NaturErhvervstyrelsen. Overholder det enkelte frøparti normerne certificeres partiet, og det kan markedsføres overfor landmændene. I Danmark har anvendelsen af certificeret udsæd fortsat et højt niveau (mere end 80%). De resterende 20 procent såsæd baserer sig på hjemmeavlet udsæd (Farm Saved Seed (FSS)).

Beskyttelse af plantenyheder (IPR-rettigheder)

Plantenyhedsbeskyttelse og patenter

Sorter, som har klaret kravene til SES (Selvstændighed, Ensartethed og Stabilitet) til optagelse på sortslisten, kan opnå en Dansk Plantenyhedsbeskyttelse, hvis sorten også er ny og har et godkendt navn. Plantenyhedsbeskyttelsen i Danmark og Europa baserer sig på konventionen ”The International Union for the Protection of New Varieties of Plants, UPOV ” (UPOV 1991). I Danmark reguleres det ved Lov om plantenyheder (lov nr. 866 af 23. december 1987 med de ændringer, der følger af lov nr. 1107 af 21. december 1994, nr. 1086 af 20. december 1995 og senest ved lov 412 af 31. maj 2000). Kriterierne for at opnå dansk eller europæisk plantenyhedsbeskyttelse er de samme. Konsekvenserne er dog væsentlig forskellige, idet den danske plantenyhedsbeskyttelse kun gælder indenfor det danske territorium, mens den europæiske plantenyhedsbeskyttelse gælder i alle 27 medlemsstater af den europæiske Union.

Plantenyhedsbeskyttelse er en intellektuel ejendomsbeskyttelse og betyder bl.a., at man kun må opformere sorten med henblik på videresalg med sortsejerens tilladelse og kun på sortsejerens betingelser. Det giver sortsejeren mulighed for at opkræve licensafgift ved salg af udsæd af sorten. Ifølge UPOV er det tilladt landmanden at producere udsæd af sorten til brug på egen ejendom (hjemmeavlet udsæd eller Farmers Rights), stadig mod betaling af en rimelig forædlerlicens. I Danmark udgør forædlerafgiften for hjemmeavlet udsæd det halve af den licens, som betales ved køb af certificeret udsæd. I modsætning til patenter på egenskaber i en plante gør nyhedsbeskyttelsen under UPOV ikke krav på plantens nedarvede egenskaber. Plantenyhedsbeskyttede sorter kan dermed uden betingelser indgå i krydsninger med henblik på fremstilling af nye sorter.

Foruden Plantenyhedsbeskyttelse kan anvendelsen af enkelte gener (transgen eller muterede specifikke egenskaber) beskyttes ved patenter reguleret gennem patentlovgivningen. Sådanne patentbelagte gener kommerialiseres typisk gennem sorter og deres opformeringsmateriale. Plantemateriale, der indeholder patenterede gener, kan dermed samtidig være underlagt to lovgivninger: Plantenyhedsbeskyttelse og patenter, men det kan kun med den gældende frølovgivning markedsføres i Europa, hvis det kan klare kravene til sortsgodkendelsen, dvs. SES og vær-

diafprøvning. Dette krydsfelt mellem patentlovgivning og plantenyhedsbeskyttelse er for tiden under debat og har senest været genstand for diskussion i forbindelse med indførelse af det europæiske enhedspatent juni 2012.

Udvikling i GM og patentering

Med de store kemikalievirksomheders opkøb af mindre forædlingsvirksomheder og forædlingsprogrammer opstod en ny branche af "life-science" virksomheder, som har brugt genetikken til at markedsføre kemien og omvendt. Det betød, at den første generation af GM planter primært besad egenskaber forbundet med herbicidtolerance. Herbicid-tolerante afgrøder udgør i dag majoriteten af de dyrkede GM-afgrøder og anvendes især i Syd- og Nordamerika, samt Kina og Indien, men også afgrøder, som er blevet gjort resistente overfor nogle insekter (Bt-afgrøder), dyrkes på store arealer. Anden generations GM afgrøder, der inkluderer mere komplekse egenskaber som sygdomsresistens, tørketolerance, kvælstofudnyttelse, rodvækst, etc. har været under udvikling i flere år og er for nogle egenskabers vedkommende tæt på kommerialisering.

Biotekindustriens hyppigt anvendte patenteringsstrategi for nyudviklede kemikalier fulgte med over i udviklingen af GM-afgrøder og vil måske fremover blive udviklet til også at omfatte vigtige gener i konventionelle afgrøder.

Såkaldte "Plant patents" har været opnåelige i USA siden 1930, men adskiller sig fra normale patenter ved kun at gælde for den specifikke sort, ikke for dens afkom ved frø eller eventuelle mutanter og udløber efter 20 år, hvorefter materialet er "public domain". Endvidere kan sådanne "Plant patents" kun opnås for vegetativt formerede planter, dog ikke knoldafgrøder som kartoffel. Disse plantepatenter bruges i USA til at beskytte nye vegetativt formerede plantesorter meget på samme måde som under plantenyhedsbeskyttelsen i Europa.

Oprindeligt var det internationalt harmoniserede patent-system ikke tiltænkt planter, men i kølvandet på en stribe afgørende retssager i USA i midten af firserne fulgte den udbredte praksis med at kontrollere anvendelsen af plantesorter gennem såkaldte Utility Patents, som meget mere ligner generelle patenter. Denne form for patentbeskyttelse på plantesorter må i dag betegnes som den mest gængse i USA. En oversigt over muligheder og begrænsninger ved sådanne patenter i USA, Europa og Australien og deres forhold til plantenyhedsbeskyttelsen i Europa kan findes i Plant Variety Rights (2012).

Alle nationer, som har tilsluttet sig TRIPS (Agreement on Trade-Related Intellectual Property Rights) forpligter sig til at muliggøre beskyttelse af nye plantesorter (Plant Breeders Rights), enten gennem muligheder for patentering eller andre effektive såkaldte "sui generis" systemer. I EU betød det, at planter i en lang periode var helt udelukket fra patentering. Denne holdning blev imidlertid ændret med det såkaldte "Bioteknologidirektiv" (Direktiv 98/44/EC 2008), hvor man indførte modifikationer af patentlovgivningen for at muliggøre beskyttelse af teknologier

Plantenyhedsbeskyttelse

Plantenyhedsbeskyttelse giver ret til at bestemme over sortens opformering, men sorten er fri til videre forædling.

Patenter på Planter

Plantesorter kan patenteres i USA og Australien, hvis de er nyskabelser, ikke hvis de er fundet i naturen.

Plantesorter kan ikke patenteres i Europa, kun egenskaber i planterne. Patenterede egenskaber markedsføres ved sorter som Plantenyhedsbeskyttes

”gemt” i plantesorter. Således har man siden 1998 kunnet opnå patentbeskyttelse men kun på *planteegenskaber, plants per se, og molekylære teknikker*, ikke på plantesorter. Dette betyder i praksis, at patenter på planter i Europa omfatter nye egenskaber i planten, som kan overføres til forskellige sorter, men ikke sorterne selv. Beskyttelsen af sorterne henvises stadig til det Europiske system for plantenyhedsbeskyttelse.

Der foregår pt. et omfattende udredningsarbejde i EU vedr. forholdene omkring beskyttelse og udnyttelse af plantesorter, dels gennem patentering, dels gennem den internationale plantenyhedsbeskyttelse. Diskussionen centrerer sig især omkring

- Definitionen på, hvad der i forhold til Bioteknologidirektivet (98/44/EC) samt den europæiske patentkonvention (EPC) artikel 53(b), er patenterbart, og
- hvordan de i UPOV fastlagte rettigheder for forædleres adgang til plantenyhedsbeskyttede sorter skal håndteres i forhold til patenterede planter og sorter (USA) og sorter, der både nyder patentbeskyttelse og plantenyhedsbeskyttelse.

Tyskland, Frankrig og Schweiz har allerede i den nationale lovgivning taget stilling til spørgsmålene således, at den gængse forskningsfritagelse, der ligger i de internationale patentaftaler, er blevet udvidet til også at omfatte forædling indenfor patenteret biologisk materiale. Ifølge denne fritagelsesklausul må planter, der indeholder en patenteret egenskab, bruges til videre forædling. Hvis den patenterede egenskab imidlertid stadig findes i den nyudviklede sort, skal forædleren opnå licensaftale fra patentholderen, før sorten kan markedsføres. Der arbejdes i øjeblikket fra flere sider heriblandt ”International Seed Federation” (ISF), på at få denne regel udvidet og harmoniseret til resten af EU. Det centrale er at fastholde forædlernes ret til frit at anvende den tilgængelige naturlige plantevariation, hvad enten den findes i plantenyhedsbeskyttede eller patentbeskyttede plantesorter.

Bioteknologidirektivet indeholder i øvrigt mulighed for ansøgning om tildeling af tvangslicens (artikel 12, stk. 1), men dette redskab er endnu ikke taget i brug, og det er et spørgsmål om instrumentet er effektivt i praksis. I øjeblikket er Carlsberg og Heineken blandt de få firmaer, der har sorter med EU-patenterede egenskaber på markedet. Det drejer sig om bygplanter, der indeholder en mutation i *Lox1*-genet, førende til mindre *LOX1* protein og bedre smagsstabilitet i øl. Carlsberg og Heineken har indtil videre givet egenskaben ud i licens til udvalgte forædlingsfirmaer, men har forbeholdt sig retten til selv at anvende alle sorter med *Null-Lox* i ølproduktionen. Det vides ikke, hvorledes Carlsberg og Heineken forholder sig til forædlingsmæssig anvendelse af de ikke patenterede gener i sorterne.

Selvom det således må forventes, at flere plantesorter også på det europæiske marked i fremtiden vil indeholde patenterede egenskaber, så er der med de allerede eksisterende direktiver i den Europæiske patentlovgivning kun begrænsede muligheder for egentlig monopoldannelse, vedrørende de gener i planterne, som ikke er omfattet af patenterne. Bioteknologidirektivet indeholder ligeledes en undtagelse fra almindelige patentregler, som muliggør anvendelse af hjemmeavlet udsæd af sorter dækket af patent, som det kendes fra plantenyhedsbeskyttelsen.

Dansk udsædsproduktion – nu og i fremtiden

Anvendelsen af certificeret udsæd i Danmark er blandt de højeste i verden, og der er i markedet en stor opmærksomhed på værdien af godt, sundt frø, både i forhold til det efterfølgende udbytte, men også i forhold til besparelser på pesticidforbruget i afgrøden. En sund, ren, spiredygtig udsæd giver ikke blot sunde planter, men den sikrer også minimering af overførte ukrudtsfrø til

marken samt en hurtig afgrødeetablering, der begrænser det konkurrerende ukrudts vækstbetingelser. Modsat vil en dårlig udsæd ofte resultere i en mere sygdomsbelastet afgrøde samt en ukrudtsopformering, der i mange tilfælde vil kræve ekstra bekæmpelsesindsats. Således belastes miljø og økonomi unødigt ved at gå på kompromis med udsædskvaliteten.

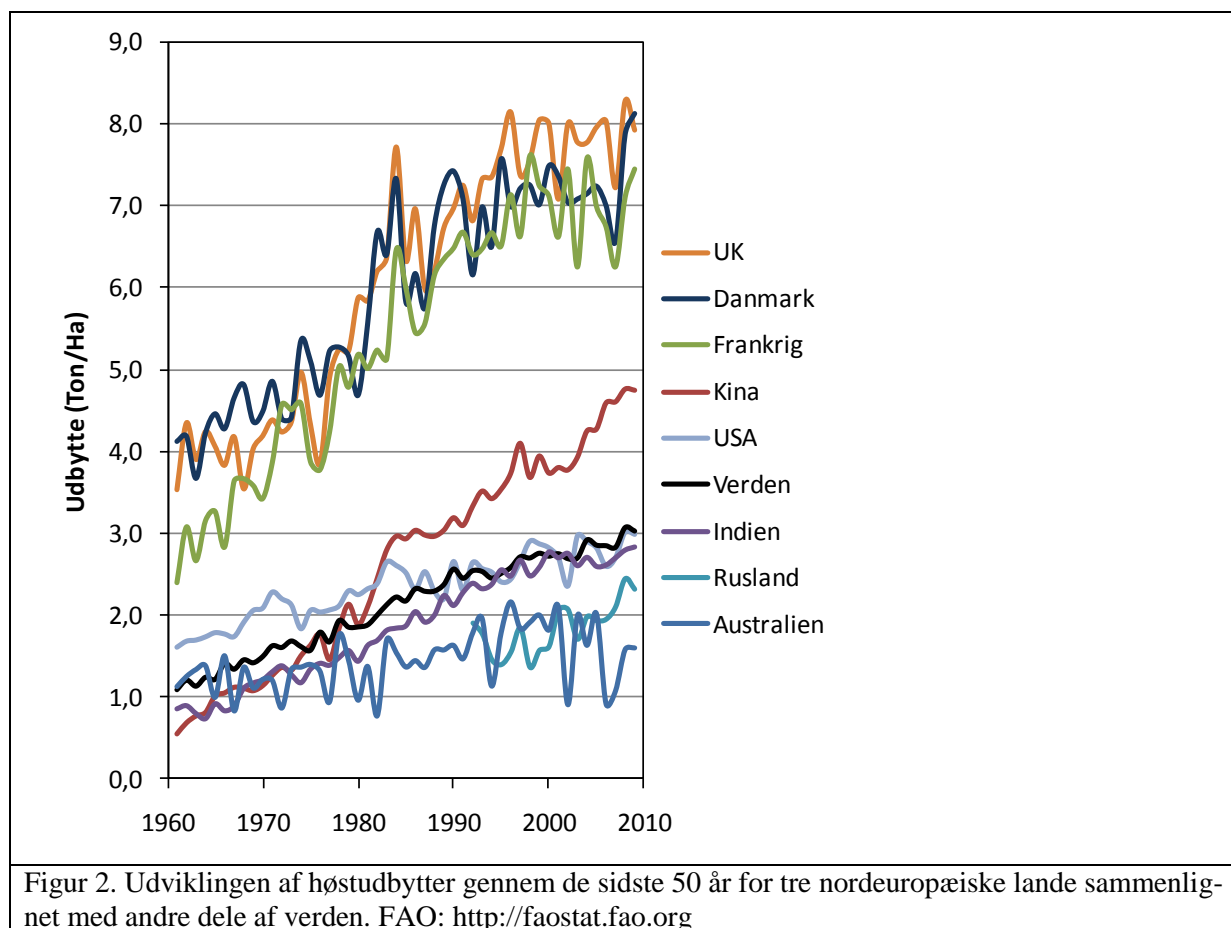
For professionelle danske frøavlere er levering af højkvalitets udsæd helt afgørende. Dertil har de tilladte bekæmpelsesmidler udgjort et væsentligt redskab. Med de gennemførte stramninger på pesticidforbruget og med øgede afgifter er der imidlertid opstået markante problemer med at opretholde en lønsom dansk produktion af visse afgrøder. Det drejer sig bl.a. om hvidkløver, hvor pesticidafgiften, der vil koste en avler 500 kr./ha, vil betyde at en stor del af avlen eventuelt flyttes til områder/lande, der har bedre rammevilkår. For spinat har adgangen til herbicidet Asulox vital betydning for frøproduktionen. Produktionen er således helt afhængig af fortsat 'minor use' (særregler for små specielle anvendelser) registrering. I tilfælde af at denne ikke kan opnås, er der store problemer med at fremstille rent spinatfrø i Danmark.

Betydningen af afgrødernes genetiske sammensætning

Samspelet mellem sorter og dyrkning

Det er en gammel diskussion, hvorvidt den genetiske sammensætning i en dyrket afgrøde er vigtigere end kulturtiltagene for opnåelse af et højt og stabilt udbytte med ønsket kvalitet. I virkeligheden opstår dyrkningsresultatet gennem et samspil mellem begge faktorer. Hvis man ønsker at høste brødhvede med høj bagekvalitet, så skal man dyrke en hvedesort, som har særlige gener, der fremmer bageevne og samtidig målrette dyrkningsstrategien, f.eks. ved en ekstra tildeling af kvælstofgødning, så kernen får et højt proteinindhold. Hvis man ønsker at høste byg, som egner sig til maltning, så skal man dyrke en bygsort, som har særlige gener, der fremmer maltning og samtidig ikke giver for meget kvælstof, så der ender med at være for meget protein i kernen. En højtforædlet plantesort viser normalt kun sit værd, hvis den dyrkes under de rigtige forhold. Hvis man dyrker en "god" sort under dårlige forhold, udnyttes kun en lille del af dens genetiske potentiale og tilsvarende vil en "dårlig" sort også kun i begrænset omfang betale tilbage for højere input og god kulturteknik.

Samspelet mellem særligt tilpassede sorter og tilhørende dyrkningsmetoder er gennem de sidste 60 år gradvist udviklet til et højt niveau i Nordeuropa, så man konstant har kunnet forbedre høstudbyttet for korn, typisk med ½ til 1 procent om året. Der er imidlertid tegn på en langsommere stigning i høstudbyttet i Nordeuropa gennem de sidste 20 år.



Analyser af resultaterne fra den Britiske sortsafprøvning af vinterhvede og vinterbyg (Mackay et al 2011) har vist, at ca. halvdelen af fremgangen i høstudbyttet perioden 1948-1980 kan tilskrives forædlingen af bedre sorter, mens den anden halvdel af fremgangen skyldes forbedring af andre faktorer, herunder input i form af gødning, pesticider og forbedret dyrkningsteknik, samt eventuelle klimaændringer. Efter 1980 er der stadig en klar fremgang i høstudbytterne som følge af forædlingen, mens der ikke mere er klar fremgang på grund af de andre faktorer. For vårbyg viser undersøgelsen, at der i hele perioden næsten kun har været fremgang på grund af forædlingen, mens andre faktorer har haft lille betydning for stigning i høstudbyttet. På Nordeuropæisk plan kan man således måske forklare de senere års mindre stigning i de årlige høstudbytter som et resultat af mindre input i form af hjælpemidler, lavere dyrkningsintensitet eller klimaændring, mens den årlige forbedring som følge af forædlingen ser ud til at fortsætte.

Også i Danmark, hvor der de sidste ca. 20 år har været restriktioner på anvendelse af handelsgødning og pesticider, er der tegn på, at den årlige forædlingsmæssige fremgang i vinterhvede stadig er næsten uændret, svarende til 1,1 % pr. år (Petersen et al 2010). Udbyttet stigningen er dog til dels sket på bekostning af et generelt faldende proteinindhold i det høstede korn, hvilket delvis udhuler værdien af det større høstudbytte. De danske hvedeforædlere har således været hurtige til at tilpasse sig nye rammebetingelser, herunder begrænsninger i kvælstoftilførslen. Et udredningsarbejde gennemført i samarbejde mellem Aarhus universitet og Videncentret for Landbrug indikerer, at begrænsningerne i kvælstof, et mere begrænset sædskifte, struktur- og afgrødeskader som følge af tung trafik i marken samt reduceret manage-

ment er de primære årsager til, at den forædlingsmæssige fremgang i form af bedre sorter ikke mere viser sig i en samlet udbyttetigning i praksis (Petersen et al 2010).

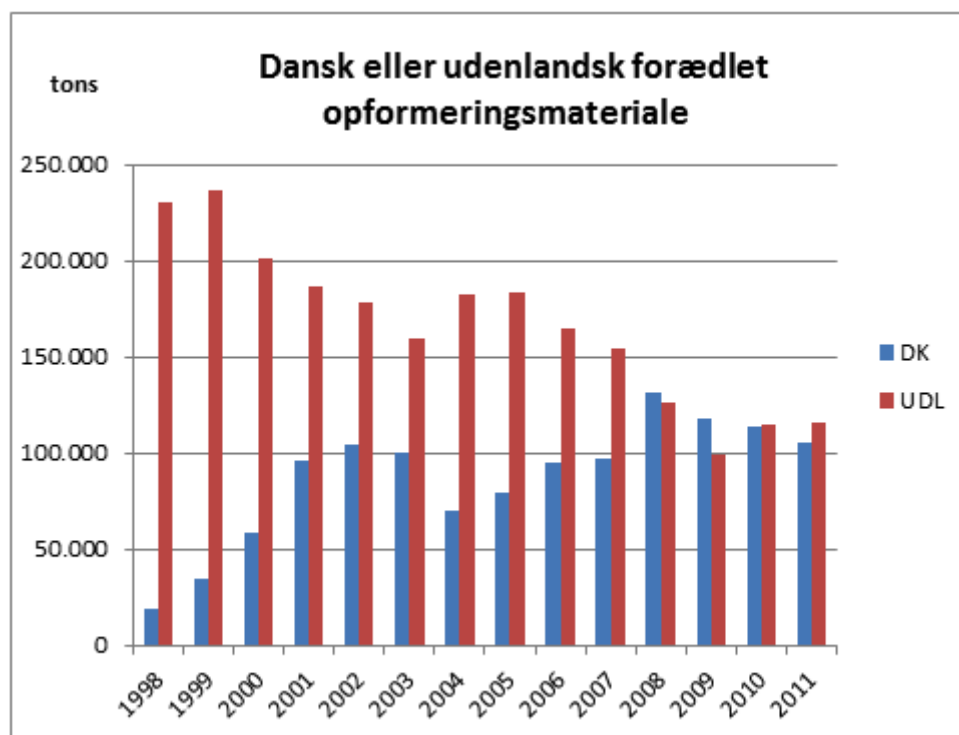
En væsentlig drivkraft i ovennævnte udvikling i Nordeuropa har været reglen om kun at acceptere frø af godkendte sorter. Plantesorter defineres som botaniske enheder, der kan kendes fra hinanden og som ikke ændrer sig ved opformering. Sorterne skal kunne klare en SES afprøvning og have ny værdi for blive godkendt til markedsføring i Europa, hvilket betyder, at landmanden kan være sikker på, at det er den rigtige sort med de rigtige gener, han køber som såsæd. Denne sikkerhed for sortsægthed motiverer til investeringer i de bedste sorter i form af hjælpestoffer og bedre dyrkningsteknik, samt køb af certificeret udsæd. Certificeret udsæd, hvor frø eller andet formeringsmateriale opformeres under et fælles kontrolsystem og testes for renhed, sundhed og kvalitet, giver yderligere producenterne sikkerhed for deres investeringer i produktionen.

Salget af udsæd, som udløser forædlerlicens, stimulerer på samme tid forædlingen til at frembringe nye sorter med endnu bedre gener til produktionssystemet, og principperne i UPOV plantenyhedsbeskyttelsen sikrer forædlerne fri adgang til at bruge alle sorter på markedet til videre forædling. Denne opbygning af gensidig tillid mellem private forædlingsvirksomheder og planteproducenterne er kommet særlig langt i Danmark, hvor mere end 80 % af kornproduktionen er baseret på anvendelse af certificeret udsæd. Samtidig skal alle bedrifter over 17,6 ha (5,3 ha for kartofler) ifølge lovgivningen betale licensafgift for nyhedsbeskyttede sorter, når de benyttes som hjemmeavlet udsæd.

Sortstilpasning i Danmark til begrænset input

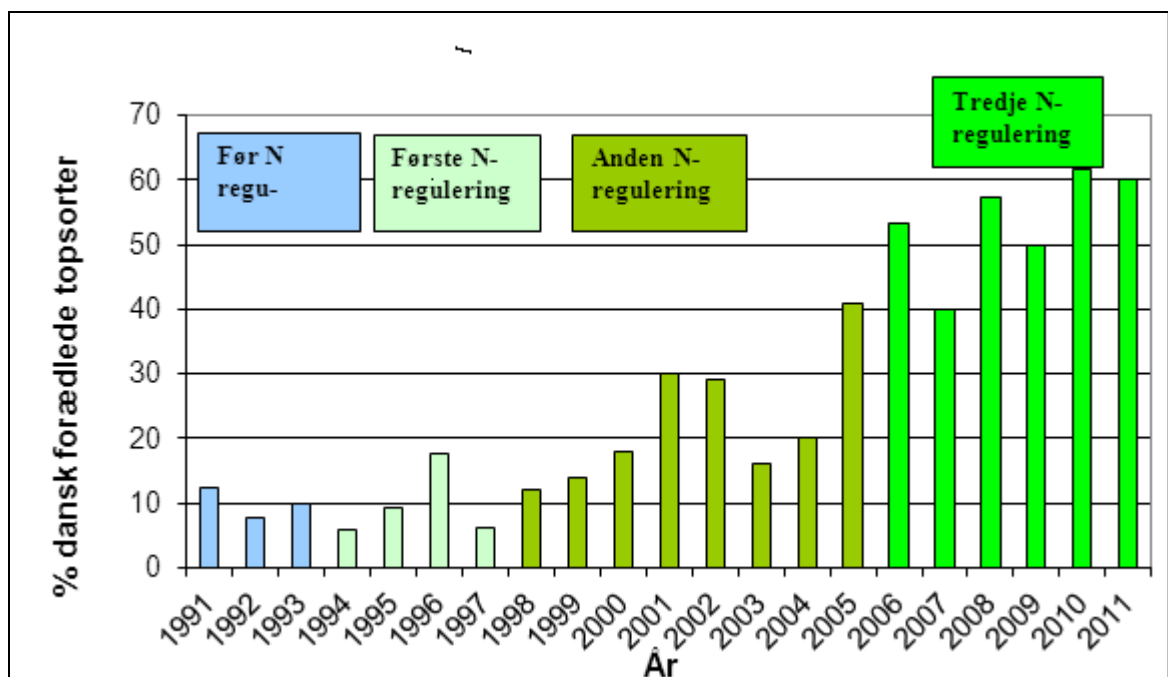
Danmark er de sidste 25 år gået betydeligt foran vores nabolande med hensyn til reduktion af især udvaskning af kvælstof og fosfor fra jordbrugsproduktionen, samt reduktion i pesticid-anvendelse. Dette er bl.a. sket gennem en kvoteordning for reduceret brug af kvælstof i handelsgødning, hvis anvendelse er blevet ca. halveret fra 400 000 tons i 1990 til omkring 200 000 tons i 2003 gennem to vandmiljøplaner (VMP I 1987 og VMP II 1998). Yderligere restriktioner på anvendelse af kvælstof og fosfor er indført med VMP III, (Vandmiljøplan III 2004). Disse restriktioner har forandret betingelserne for Dansk planteproduktion i forhold til vores naboer, hvis forædlere konkurrerer også på det danske marked.

I figur 3. ses hvordan forholdet mellem opformeringen af dansk forædlede og udenlandsk forædlede sorter har udviklet sig i perioden efter de to sidste vandmiljøplaner. Det er tydeligt, at de dansk forædlede sorter har haft fremgang i perioden i forhold til de udenlandsk forædlede konkurrenter.



Figur 3. Mængder af dansk (DK) eller udenlandsk (UDL) forædledede plantesorter opformeret til dyrkning i Danmark, perioden 1998-2011 under indførelse af miljørestriktioner på planteproduktionen (figuren omfatter også sorter af kornarter, hvor der ikke er dansk forædling). Kilde: Naturerhvervsstyrelsen

Figur 4. viser videre, hvordan dansk forædledede sorter har klaret sig i sortsafprøvningen (landsforsøgene) i perioden henover indførelsen af alle tre vandmiljøplaner. Det er tydeligt, at de dansk forædledede sorter i perioden er kommet til at udgøre en større og større andel af de sorter, der klarer sig bedst under de danske forsøgsforhold med reduceret input. Der ses også på begge figurer tydelige toppe svarende til de sidste to vandmiljøplaner, mens den første vandmiljøplan ikke synes at have haft stor betydning for sortenes formåen.



Figur 4. Andel top sorter fra danske forældre, som yder mindst forholdstal 100 i landsforsøgene (Tybirk, 2012).

Det er vanskeligt at sige med sikkerhed, hvad der virkelig er sket i forædlingen med indførelsen af vandmiljøplanerne, men der er næppe tvivl om, at de lokale forædlingsprogrammer med reduceret næringsstofftilførsel har ført til udvikling af sorter, som generelt fungerer bedre under de nye dyrkningsforhold end de sorter, der er forædlet andre steder med adgang til større input. Denne tilpasning af sortsmateriale i Danmark har utvivlsomt hjulpet fødevarerproduktionen igennem tilpasningen til de ændrede krav, en hjælp som man ikke havde fået uden danske forædlingsprogrammer. Endvidere er der indikationer fra toppene på figurerne, at sådanne ændrede krav til dyrkningssystemet begynder at virke gennem sorterne fra forædlingen allerede 3-5 år efter indførelsen. Dette viser, at de endnu eksisterende danske forædlingsprogrammer for vores vigtigste landbrugsafgrøder kan være et vigtigt redskab i en yderligere grøn omstilling i fremtiden. Men det har som før nævnt været med et faldende proteinindhold som en negativ sideeffekt.

Forædling og anvendelse af genetiske ressourcer

Krydsning, rendyrkning og selektion

Oprindeligt begyndte forædlingen af plantesorter for mere end hundrede år tilbage ved, at man opdagede, at udvalg og rendyrkning af eksisterende landsorter kunne give bedre afkom, hvis udsæd man derefter kunne sælge. I dag begynder næsten alle forædlingsprogrammer med, at man krydser to eller flere eksisterende sorter for at fremstille nye kombinationer af deres gener. Det er imidlertid yderst sjældent, at et afkom fra sådanne krydsninger er godt nok til at blive til en ny sort. Derfor består størstedelen af de fleste planteforædlingsprogrammer af komplicerede flerårige afprøvninger, for

Krydsning og udvalg

Nye sorter forædles normalt gennem krydsning af eksisterende sorter eller forædlingslinier.

A x B

F1

Afkom med nye genkombinationer

Ved krydsningen mellem forældrene A og B blandes deres gener i krydsningsplanten F1. Videre afkom fra denne F1 har nye kombinationer af generne og kan i sjældne tilfælde være bedre end forældrene, så de kan blive til nye sorter.

at finde de bedste afkom, der kan blive til nye sorter.

Plantesorter, som formeres med frø, kan simpelt opdeles i 3 hovedtyper: Linjesorter og populationsorter, som kan opformerer ved fri bestøvning, så frøet bliver relativt billigt samt hybridsorter, hvor opformering og frøfremstilling er mere kompliceret, og hvor frøet derfor også bliver dyrere. Stort set alt plantemateriale af hvede og byg, der dyrkes i Danmark og Nordeuropa består af linjesorter, mens nogle arter f.eks. rug, majs og raps i stort omfang sælges som hybridfrø. Forædling af frøformerede sorter kræver rendyrkning, hvilket vil sige, at man gennem indavl bringer genkombinationerne på en form, så afkommet ligner forældreplanten og bliver ensartet. Rendyrkning er nødvendigt både for at finde de sjældne gode genkombinationer efter krydsning og for efterfølgende opformering til en ensartet sort, og rendyrkningen er ofte en integreret del af forædlingsprogrammet. Graden af rendyrkning afhænger af plantearten og sortstypen. Linjesorter af f.eks. byg og hvede rendyrkes til stor ensartethed, mens populationsorter af f.eks. græs og kløver rendyrkes mindre og disse sorter er derfor mere uensartede. Ved forædling af hybridsorter indavles forældrelinjerne kraftigt, hvorefter brugsfrøet fremstilles ved sammenkrydsning af to eller flere forældrelinier.

Plantearter, som er vegetativt formeret (knolde, stiklinger etc.), som f.eks. kartofler, markedsføres som klonsorter, hvis udsæd også er relativt kostbar. Forædling af klonsorter, f.eks. kartofler, æbler m.m. behøver ikke rendyrkning, fordi opformeringen ved kloning bevirker, at afkommet har de samme gener som deres udgangsplante. Klonsorter giver meget ensartede sorter, som imidlertid ofte er langsomme og relativt kostbare at formere, og som ofte inficeres af virus og bakteriesygdomme, der spredes med formeringsmaterialet.

Krydsningsforældre og diversitet

Chancen for at finde en ny sort i afkommet fra en krydsning afhænger i meget høj grad af, hvilke gener der allerede findes i de to forældre til krydsningen. Evnen til at give højt udbytte og kvalitet i moderne sorter afhænger af et meget stort antal gener, som gør dem specielt egnede til produktionen i området. Hvis man derfor krydser med en eller begge forældre, som ikke har mange sådanne gener (god tilpasning), så vil chancen for godt afkom fra krydsningen være så lille, at man ikke kan finde sorter i afkommet. Forædlingsaktiviteter, som skal føre til nye sorter, er derfor nødt til at bruge krydsningsforældre, som begge er tilpasset produktionsområdet. På den anden side er man også nødt til at krydse med forældre, som er tilstrækkeligt forskellige til, at ombytningen af deres gener kan skabe noget nyt og bedre.

Typer af sorter

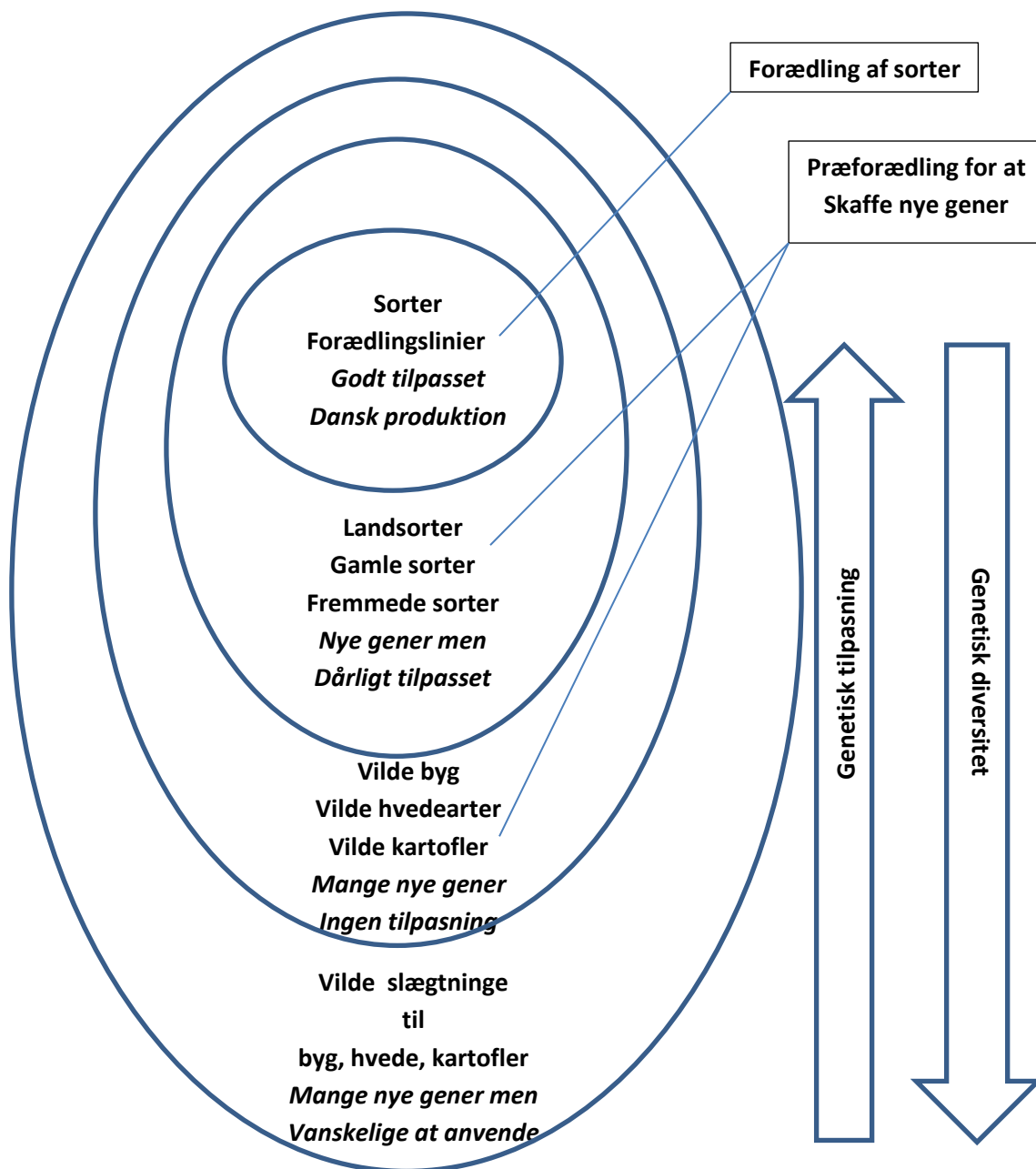
Liniesorter: Meget ensartede sorter f.eks. af byg og hvede. Sempel såsædsfremstilling ved udsåning og høst med isolation. Hjemmeavlet udsæd mulig.

Populationsorter: Mindre ensartede sorter f.eks. af græs og kløver. Sempel såsædsfremstilling ved udsåning og høst med isolation. Hjemmeavlet udsæd mulig.

Hybridsorter: Meget ensartede sorter f.eks. af majs, rug og raps. Kompliceret såsædsfremstilling ved sammenkrydsning af to eller flere indavlede forældrelinier. Hjemmeavlet udsæd ikke mulig.

Klonsorter: Meget ensartede sorter af f.eks. kartoffel og æble, hvor udsæd fremstilles ved vegetativ formering (knolde aflæggere etc). Hjemmeavlet udsæd mulig.

Dette er dilemmaet vedr. Genetisk diversitet i privat finansierede forædlingsprogrammer. Firmaer, som vover at bruge meget fremmed forædlingsmateriale, med mange nye gener vil formentlig på lang sigt bidrage til fremskridt i regionen ved at bringe nye gener ind i forædlingen. De høster imidlertid sjældent selv gevinsten i form af meget gode nye sorter, der i stedet opnås af konkurrenterne, som efterfølgende krydser videre med sorterne efter at antallet af ”gode” gener er blevet opkoncentreret.



Figur 5. Genetisk diversitet og forædling af sorter. Nye sorter fås normalt kun ved krydsning med godt tilpassede forældre. Præforædling skaffer nye gener til forædlingen fra mindre tilpassede sorter eller vilde typer gennem mere langsigtede programmer af krydsning og udvalg.

Disse forhold tilskynder naturligvis ikke private forædlingsvirksomheder til at bringe nye gener ind i forædlingspopulationen. Internationalt har man derfor frygtet, at sorterne på markedet efterhånden kommer til at ligne hinanden så meget, at fremskridtet går i stå. En meta-analyse af mængden af genforskelle (diversitet) i forædlede sorter fra det forrige århundrede (van de Wouw et al 2010) baseret på mange undersøgelser med molekulære markører har imidlertid vist, at der ikke er sket en klar reduktion i diversiteten af sorterne for en række plantearter. Fra 1950 til 1960 skete et generelt fald i sorternes diversitet på omkring 6%, måske på grund af forædlingens fjernelse af uønskede gener, men efterfølgende har forædlingsprogrammerne tilsyneladende bragt nye gener ind i materialet.

Der er derfor ikke tegn på, at moderne privat forædling generelt reducerer den genetiske diversitet i det dyrkede materiale, men det vides ikke særligt sikkert, hvor meget genetisk mangfoldighed, der oprindeligt var, i det gamle plantemateriale, som dyrkedes før forædlingen begyndte. Det forekommer sandsynligt, at en øget indsats for at bringe flere nye gener ind i forædlingsmaterialet for byg, hvede og kartofler i vores forædlingsområde kombineret med forstærket sortsudvikling ville kunne give et årligt fremskridt i kvalitet og udbytte højere end den ca. 0,5% årlig forædlingsfremgang, vi hidtil har set.

Forædling for resistens mod sygdomme og skadedyr

Siden 1950 har forædlingen for planter med høj grad af resistens overfor en række sygdomme været en afgørende del af næsten alle planteforædlingsprogrammer i Nordvesteuropa.

Specifikke resistensgener

Den forædlingsmæssigt hurtigste tilgang er at anvende sygdomsresistens, som kun nedarves af et enkelt gen, og sådanne simpelt nedarvede typer af sygdomsresistens kan man ofte finde mod en del plantesygdomme, hvis man gennemsøger forskelligt materiale af arten, f.eks. fra genbanker. Det er meget sjældent, at man finder nye stærke sygdomsresistensgener i det lokalt tilpassede plantemateriale, de findes næsten altid i helt fremmede sorter evt. vilde slægtninge af arten.

Man kan ikke direkte forædle med sådanne resistente planter fra ikke tilpasset materiale, fordi afkommet så får alt for få gener for tilpasning til dyrkningsområdet, til at der kan komme sorter ud af det. Når et nyt gen for sygdomsresistens er fundet, består det videre arbejde derfor af et præforædlingsprogram, hvor man gennem en række krydsninger bringer genet ind i eksisterende forædlingsmateriale, som har tilstrækkeligt mange gode gener for dyrkningsegnethed til, at der efterfølgende kan skabes sorter i nye krydsningsafkom. De fleste planteforædlingsprogrammer benytter sig stadig i stor udstrækning af sygdomsresistens, som er nedarvet ved enkeltgener.

Simplet nedarvet resistens har den store ulempe, at den kun i meget sjældne tilfælde er holdbar over længere tid. Det vil sige, hvis man laver en god sort med den pågældende resistens og efterfølgende dyrker sorten over store arealer i produktionen, så begynder sorten næsten altid at blive modtagelig mod sygdommen igen. Denne resistensnedbrydning skyldes ikke en ændring i sorten, men derimod en selektion af sjældne aggressive typer af den sygdomsfremkaldende organisme, som derefter angriber afgrøden. Nedbrydning af resistens ved anvendelse på store arealer er et generelt fænomen for næsten alle typer af resistens mod alle skadedyr både virus, bakterier, svampe og insekter. Hvor hurtigt resistensen holder op med at

virke, afhænger både af planteart, sygdom, resistensgenet, samt af hvor stor en del af det samlede areal der dyrkes med sorten.

I vores dyrkningsområde vedbliver nye gode resistensgener i korn i de fleste tilfælde at fungere 3-5 år i produktionen, inden de holder op med at virke, så der må findes nye resistensgener til erstatning. Hvis sygdomsresistensen i en kornsort holder i 5 år, så er det oftest tilstrækkeligt, fordi sorten så alligevel vil blive udkonkurreret af nye sorter med større udbytte. For kartofler holder sådanne resistensgener mod kartoffelskimmel generelt meget kortere tid. Det er stadig meget vanskeligt at forudse, hvor længe et nyt resistensgen vil være virksomt, hvis det anvendes i produktionen og derfor svært at planlægge, hvornår der skal skiftes til en ny sort med et andet resistensgen.

Forældre af byg, hvede, kartofler og græs forsøger derfor generelt at sikre sig, at deres nye sorter er sygdomsresistente ved at samle så mange nye resistensgener i sorterne som muligt. Hvis anvendelsen af nye gener imidlertid kræver et stort præforædlingsprogram for at bringe dem ind fra fremmed materiale af arten, så afstår man ofte fra at bruge dem, fordi udgifterne til præforædlingen er for store i forhold til de indtjeningsmuligheder, forædlerne har på sorterne. For samfundet eller fødevareproduktionen samlet kan der derimod godt være god økonomi i at gennemføre præforædlingen, fordi resistensen sparer store produktionsudgifter til pesticider, som ikke afspejler sig tilstrækkeligt i forædlerafgifterne. For økologisk produktion er det af afgørende betydning, at sorterne ikke pludselig fra det ene år til det andet bliver meget modtagelige for sygdomme, og en forstærket indsats for at sikre mere holdbar sygdomsresistens i sorterne er derfor vigtigt også for større økologisk produktion.

Den stadige søgen efter nye virksomme resistensgener overfor en lang række sygdomme og deres efterfølgende indkrydsning i forædlingsmaterialet, som er foregået de sidste 60 år, er formentlig en vigtig kilde til også andre nye gener i forædlingen, så der stadig skabes udbyttefremgang i de store afgrøder. Under indkrydsningen af nye resistensgener i forædlingsmaterialet følger også andre gener, som efterfølgende sorteres fra, hvis de virker dårligt, og indbygges i de nye sorter, hvis de har positiv effekt. Hvis man derfor gennem et fælles program øger indsatsen med identifikation og indkrydsning af nye resistensgener mod de vigtigste sygdomme i det tilpassede forædlingsmateriale, så vil man udover at få mere sygdomsresistente sorter også kunne øge diversiteten i forædlingen gennem nye gener, som tilfældigt følger med, så også fremgangen i udbytter og kvalitet kan forøges.

Forædling for stabil sygdomsresistens

Der findes enkelte eksempler på resistensgener som vedbliver at være virksomme over meget lang tid. Mlo-resistensgenet i byg overfor meldug er et sådant meget berømt eksempel, hvor genet stadig er effektivt mod sygdommen efter 25 års meget udbredt anvendelse i Europa. En stor international basal forskningsindsats har genereret meget viden om genets virkemåde, men der findes stadig ikke molekylære metoder til at fremstille eller finde nye sådanne holdbare resistensgener. En lang række tiltag er under udvikling baseret på gensplejsning, men der mangler endnu virkelige gennembrud på området (Collinge et al 2010).

Foruden de ovenfor beskrevne specifikke gener for sygdomsresistens findes der rigtig mange andre gener, som giver en delvis resistens overfor de fleste sygdomme og insekter i afgrøderne. Der er mange gode både videnskabelige og praktiske argumenter for, at man vil kunne opnå høj grad af resistens i sorterne, hvis man samler flere af disse ”partielle resistensgener” evt. med specifikke gener (pyramidisering) i den samme sort. Hvis generne har forskellig

virkemekanisme, vil sådan pyramidisering formentlig sikre, at resistensen i de nye sorter ikke pludselig holder op med at virke. Molekylære genetiske markører til selektion af resistens har nu muliggjort sådan pyramidisering af resistensgener i sorterne, men vi ved endnu kun lidt om, hvor godt princippet fungerer i praksis, selvom der findes eksempler, hvor det har virket.

Sygdomsresistensgener fra vilde slægtninge

Forædlingsmæssigt er det lettest, hvis man kan finde nye resistensgener direkte i de dyrkede planter af arten, men den stadige søgen efter nye gener gør dem efterhånden sjældne, så man må søge i plantemateriale, som er genetisk mere fremmed. I forbindelse med udviklingen af afgrødeplanterne fra deres vilde slægtninge har man normalt kun inkorporeret en meget lille del af de forskellige gener, som stadig findes i de vilde slægtninge til vores afgrødeplanter.

Genforskellene i de vilde slægtninge til vores afgrøder er resultatet af lang tids evolution, hvor de vilde planter har udviklet mange forskellige gener for at klare sig i forskellige situationer, herunder angreb af svampe, bakterier eller insekter. De vilde slægtninge til vores afgrødeplanter, som stadig findes i de områder af verden, hvorfra afgrøderne stammer, er derfor meget rige kilder til nye gener ikke blot for sygdomsresistens, men også for andre egenskaber for udbytte, kvalitet, næringsstofudnyttelse og konkurrence. Anvendelsen af disse gener til fødevarerproduktion kræver imidlertid investering i mere langsigtede præforædlingsprogrammer, som med den gældende beskyttelse af plantenyheder ikke kan betale sig for private firmaer.

Med udviklingen indenfor genetik er generne fra de vilde slægtninge af vores vigtigste afgrødeplanter i princippet nu tilgængelige for præforædling uden anvendelse af gensplejsning.

For byg findes den vilde forfader *Hordeum spontaneum*, i store dele af Mellemøsten og i mange genbanker verden over. Arten besidder en meget stor genetisk mangfoldighed, som uden særlige foranstaltninger kan krydses ind i dyrket byg og bruges til at forbedre afgrøden. Indkrydsningen kræver blot mange krydsningsgenerationer med udvalg, for at undgå de fleste af generne fra den vilde plante, som ødelægger dyrkningsværdien.

For brødhvede findes over store dele af Mellemøsten og det vestlige Asien en mængde vilde slægtninge, som har stor genetisk diversitet fra deres naturlige udvikling. Generne fra de fleste af disse slægtninge kan forholdsvis let bringes ind i brødhveden gennem direkte krydsning eller såkaldt resynthetisering, hvorefter de med præforædlingprogrammer kan bringes ind i fremtidens hvedesorter. Indkrydsningen af ønskede gener fra den vilde baggrund kræver blot en del krydsninger med udvalg. Forædlingen af triticale, som er en krydsningsart mellem rug og hvede, har genereret en lang række hvedesorter, som tilfældigt har fået overført stykker af kromosomer fra rug. Især hvedesorter med såkaldt 1B/1R kromosomer dyrkes udbredt til foder i Danmark, fordi de har god resistens overfor en række rustsygdomme.

For kartoflerne findes et stort antal vilde slægtninge i Sydamerika med meget stor genetisk variation både for sygdomsresistens og for andre egenskaber som kvalitet. Metoderne til krydsningen med mange af slægtningene er etableret, og den efterfølgende præforædling for at bringe ønskede gener ind i sortsbaggrunden uden at medbringe gener for vilde egenskaber fungerer, men kræver mange krydsninger med udvalg.

Indkrydsning af gener fra de vilde slægtninge til sortsmateriale kræver generelt så omfattende præforædlingsindsats og nogle gange særlige tiltag for at overkomme krydsningsbarrierer, at

det ikke kan finansieres af private forædlingsprogrammer. Dette område er derfor et indlysende indsatsområde for et evt. fælles præforædlingsprogram med henblik på mere langsigtede resultater for en mere grøn planteproduktion.

Forædling for udbytte, kvalitet og andre komplekse egenskaber

Komplekse egenskaber som udbytte, kvalitet, foderudnyttelse, smag m.m. bestemmes normalt af et stort antal gener, der hver især bidrager lidt til egenskaben. Ved at krydse sorter, som hver især er gode, fordi de har lidt forskellige gener for f.eks. udbytte, skaber man afkom med nye genkombinationer, og der opstår sjældne afkom med højere udbytte end begge forældre (transgression). Ved at finde sådanne sjældne afkom i forædlingsprogrammerne, opnås gradvist bedre og bedre sorter. Denne identifikation af nye bedre sorter i krydsningsafkommet omfatter en sofistikeret kombination af opformering, rendyrkning og prøvedyrkning i flere generationer, som er helt central for alle succesfulde forædlingsprogrammer.

Man kan øge det årlige fremskridt i forædlingen af komplekse egenskaber ved at øge antallet af krydsningsafkom, der afprøves, ved at forbedre selektionsmetoderne, så man mere sikkert finder de bedste afkom eller ved at afkorte forædlingscyklus, så bedre sorter findes hurtigere til næste forædlingscyklus. Endvidere er bedre metoder til sikker udpegning af gode krydsningsforældre af stor betydning. Selektionsmetoderne til at finde de bedste afkom i forædlingsprogrammerne er under stadig udvikling, bl.a. gennem identifikation af bedre forsøgssteder, bedre forsøgsmetoder og bedre databehandling. Introduktionen af markørsystemer i forædlingen udgør andre forsøg på at effektivisere selektionen. I flere vigtige plantearter er forædlingscyklus blevet afkortet med flere år gennem indførelse af DH teknik eller andre metoder til hurtigere rendyrkning.

Betydningen af ny teknologi i forædlingen

Der sker en stadig udvikling i de teknikker som anvendes i forædlingen af plantesorter. For ca. 100 år siden var genopdagelsen af Gregor Mendels teorier for nedarvning af enkelte gener en kilde til stor inspiration. Gennem første del af forrige århundrede udvikledes omfattende teori og metoder til praktisk håndtering af komplekse egenskabers nedarvning, den såkaldte kvantitative genetik, som er det praktiske idegrundlag for forædling af dyr og planter.

Indenfor de sidste 50 år er der især sket fem genetiske nyskabelser af betydning for forædlingen af planter.

- 1) *Kromosomfordoblede haploider* (DH) er planter, som med forskellig teknik udvikles direkte fra plantens kønsceller (gameter) uden en normal befrugtningprocess, hvorefter de kromosomfordobles for at opnå normal fertilitet. Fordelen ved anvendelsen af sådanne planter i forædlingen er, at man opnår komplet rendyrkning i løbet af en enkelt generation, mod normalt 5-6 generationer i traditionelle programmer, så der spares 4-5 generationer. Teknikkerne fungerer i dag i forædling af majs, hvede, byg, raps og nogle havebrugsarter og har været med til at øge forædlingsfremgangen de sidste 15 år gennem at afkorte den tid, det tager at fremstille nye sorter og dermed bringe nye f.eks. resistensgener ud til produktionen.
- 2) *Molekylære markører* er en lang række teknikker til at genkende små forskelle i arvemassen mellem individer, så man får et fingerprint bestående af en række bånd, der er karakteristisk for det enkelte individ. Der er i princippet ikke meget forskel på de fingerprint metoder man bruger i kriminalsager og nogle af dem, der anvendes i planteforædlingen. I

forædlingen studerer man, hvordan mange sådanne bånd nedarves og specielt hvilke bånd, der nedarves sammen med gener for vigtige egenskaber, som resistens, kvalitet og udbytte. Hvis man kender denne information om sit forædlingsmateriale, kan man i princippet tidligt frasortere en masse afkom, som ikke har det rigtige fingerprint. Teknikken fungerer i dag i mange praktiske forædlingsprogrammer, men mest for simpelt nedarvede egenskaber, som et middel til at bortsortere uønskede afkom uden at være nødt til at prøvedyrke dem. Molekylære markørsystemer er under stadig og hastig udvikling hen mod systemer, hvor meget store antal markører kan analyseres samtidig.

- 3) *Genomisk Selektion* bruger et meget stort antal molekylære markører til at forudsige værdien af kompliceret nedarvede komplekse egenskaber som udbytte baseret på et fingerprint. Hvis disse systemer bringes til at fungere godt i planter vil man kunne flytte en betydelig del af selektionsarbejdet fra markerne til laboratorier og derved øge forædlingsfremskridtet. Håbet er også, at man via disse systemer langt bedre end i dag vil kunne forudsige præforædlingsindsatsen for at bringe gener fra vilde slægtninge ind i det eksisterende forædlingsmateriale.
- 4) *Gensplejsning* af levende organismer er udviklet gennem de seneste 40 år, først indenfor mikroorganismer, men senere også for planter og dyr. Ideen om eksistensen af gener, som bærere af arven formuleret for ca. 100 år siden materialiserede sig i sidste del af forrige århundrede i en grad, så man kunne isolere gener som rene kemiske stoffer bestående af DNA. Hvis DNA strengen flyttes fra én passende organisme over i en anden, så tilføres denne organisme den egenskab, som genet koder for. Som et resultat af evolutionen ligner generne i meget forskellige organismer stadig hinanden så meget, at man nogle gange kan få et gen fra f.eks. en bakterie til at fungere i en plante eller et dyr, eventuelt efter nogen modifikation. For planter har det været muligt med bakterielle gener at gøre mange plantearter tolerante overfor bredspektrede ukrudtsmidler, især Roundup (stoffet glyphosat), for at opnå bedre kontrol med ukrudt. Ved indsættelse af særlige genkonstruktioner fra bakterien *Bacillus thuringiensis* (Bt) har man opnået effektiv og specifik resistens overfor insekter tilhørende *Coleoptera*, som bl.a. omfatter sommerfugle, hvis larver ødelægger mange afgrøder. Genkonstruktioner fra forskellige plantevira indsat i en række planter bruges i dag på store dyrkningsområder, fordi de gør planterne resistente overfor de pågældende sygdomme. Gensplejset resistens overfor insekter eller vira holder op med at virke på samme måde som andre forædlede resistenser, hvis man dyrker sorterne over store arealer. Teknologien har imidlertid afgangende åbnet døren på klem til anvendelse af genetiske forskelle på tværs af traditionelle artsgrænser i forædlingen af planter.
- 5) *Genomforskningen* begyndte for alvor med opdagelsen af strukturen af DNA molekylet, og har taget voldsomt fart i løbet af de seneste 8-10 år især med udviklingen af bedre metoder til DNA sekventering. Ligesom for mennesker er det muligt at sekventere arvemassen for en plante, så den fås som en lang kode af fire bogstaver A, C, G og T, som udgør de fire basale genetiske byggesten adenin, cytosin, guanin og thymin. Med en komplet kode har man nøglen til organismens gener og dermed i princippet til en forståelse af mekanismerne i dens funktioner og vekselvirkning med omverdenen. Modelplanten *Arabidopsis thaliana* er den plante, som er bedst genomisk udforsket, og den fungerer som model for forståelsen af afgrødernes genomfunktion. Princippet om gener og arvemasse har vist sig langt mere kompliceret end forventet, og genomforskningen har stadig begrænset anvendelighed i planteforædling.

Udover de ovennævnte genetiske værktøjer har en række andre faktorer haft stor indflydelse på udviklingen indenfor planteforædling. Udviklingen indenfor EDB og analyseværktøjer, så langt større og mere komplekse informationsmængder kan håndteres, en øget mekanisering så

et langt større antal afkom rationelt kan håndteres i mark og laboratorier, og endelig udviklingen af en række non-destruktive analysemetoder, så relativt præcise mål for f.eks. kvalitetsegenskaber kan opnås langt tidligere og billigere i forædlingen. Udviklingen indenfor disse områder er stadig i fuld gang, og fremover forventes den kombinerede mekanisering og analysekraft at kunne rationalisere selve håndteringen af forædlingsmaterialet yderligere.

Udviklingen på GM området kan blive en trussel mod fremtidige selvstændige danske og europæiske forædlingsprogrammer, hvis nye gensplejsede genetiske egenskaber viser sig at være af afgørende betydning. Det kunne være forskellige former for stress tolerance (tørke, varme etc.), som evt. ville kunne øge produktionsevnen afgørende. Det kunne også være nye genetiske systemer til kontrol af sygdomme i produktionen eller mere effektiv udnyttelse af næringsstoffer. Hvis sådanne nyskabelser kan generere en stor merværdi i produktionen, vil de kunne finansiere en kraftig håndhævelse af patentrettigheder og dermed ændre vores øjeblikkelige billede af sortsudbydere radikalt. Der er ikke noget, der tyder på, at sådanne trusler er overhængende, men det er vanskeligt sikkert at vurdere potentialet i den store mængde af forskning og tilhørende patentansøgninger. Den bedste måde at imødegå disse trusler på er formentlig, at sikre at vores danske forædlingsprogrammer er konkurrencedygtige gennem adgang til de samme forædlingsmæssige redskaber som udenlandske konkurrenter, så de har et stort program med forædlingsmateriale, som er dyrkningsværdigt i området. Derved vil de være i en god position til at indgå samarbejder om fælles udnyttelse af eventuelle afgørende nyskabelser.

Forædlingsmæssige muligheder og begrænsninger

Planter er biologiske solfangere, der binder solenergien i kemiske forbindelser, som andre organismer herefter kan udnytte. Forskellige planter har under evolutionen tilpasset sig mange forskellige vækstforhold, men de skal alle have kuldioxyd, lys, vand og næringsstoffer, samt en passende temperatur for at vokse. Nogle arter er tilpasset forhold med manglende eller forkert balancerede næringsstoffer, begrænset vandforsyning eller ekstreme temperaturer, men så vokser de normalt også langsomt og producerer kun lidt.

Også afgrødeplanter er tilpasset forskellige dyrkningsforhold gennem deres forskellige gener. Forskellige arter og deres sorter kan tilpasses ikke optimale dyrkningsforhold med manglende vand eller næringsstoffer eller lave temperaturer, men i de fleste tilfælde producerer de så også mindre end under optimale forhold. Gennem den sidste halvdel af forrige århundrede uden stærke begrænsninger på inputfaktorer er fremgangen i produktionsværdien i Europa delvist opnået gennem øgede udbytter baseret på højere input. Med begrænsningen på inputfaktorerne bliver disse af større betydning, så det mere gælder om at generere højere værdi med mindre input.

Næsten alle afgrødeplanter er tilpasset vækstforhold med begrænset konkurrence fra ukrudt, fordi dyrkerne fra gammel tid har luget dem. Gennem lugearbejdet har man således skubbet ligevægten i konkurrencen mellem afgrøde og ukrudt til fordel for et større høstudbytte. I løbet af de sidste 50 år er dette lugearbejde i udviklede konventionelle landbrugssystemer blevet overtaget af sprøjtning med specielle ukrudtsmidler, som skelner mellem afgrøde og ukrudt, mens økologiske producenter anvender en vifte af kulturtekniske tiltag og mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Man kan utvivlsomt forædle afgrøder med større generel konkurrenceevne overfor ukrudt, men næppe uden at det medfører reduktion af udbyttet, hvis ukrudtet konkurrerer. Derimod er

det muligt, at der kan udvikles nye former for ukrudtsbekæmpelse (kulturteknik, mekanisk eller lign), som kombineret med særlige genetiske egenskaber i afgrøderne i fremtiden kan reducere eller helt erstatte brugen af ukrudtsmidler. Der er klart et behov for at få udforsket, hvilke muligheder kombinationen mellem nye gener og nye metoder til ukrudtskontrol kan generere.

Et stort antal afgrødeplanter er gennem de sidste 50 år blevet forædlet, så de producerer særlig godt, hvis de får god forsyning af næringsstoffer, specielt kvælstof og fosfor. Det er næppe muligt afgørende at nedsætte planternes næringsstofforsyning uden også at miste udbytteværdi, men planter kan måske forædles til bedre at optage de tilgængelige næringsstoffer. Særlige egenskaber i planten kan måske forædles, så de passer til forskellige gødningstyper (handelsgødning, husdyrgødning etc.) eller tildelingsmetoder, så der opnås bedre optagelse og dermed udnyttelse af næringsstofferne. Formen og typen af rodnettet, størrelse, dybde og rodhår, samt tidsmæssige udvikling kunne være centrale faktorer for at opnå dette.

Der er allerede en lang tradition for forædling af planter, så de bliver mere resistente overfor forskellige sygdomme, som ellers må kontrolleres med andre midler. Der kendes rigtig mange gener, som gør planter mere eller mindre resistente overfor forskellige sygdomme, og der er stor viden om, hvordan man udnytter sådanne resistensgener i forædling og produktion. Forædling af sorter med mere sygdomsresistens er således et område, som med stor sikkerhed hurtigt giver resultat i form af reduceret pesticidanvendelse i fødevarerproduktionen.

En forudsætning for at forædle planter for en egenskab er, at forskellige gener og genvariationer for egenskaben er udviklet gennem tilpasningen til varierende biotiske og abiotiske vækstforhold. Alle plantearter kæmper i naturen med deres fjender i form af virus, svampe, bakterier og insekter og har derfor udviklet gener og ofte komplicerede forsvarsmekanismer overfor angriberne. Det er derfor generelt muligt at forædle resistens overfor sygdomme og insekter i afgrødeplanter. Alle plantearter har gennem flere perioder været udsat for mangel på et eller flere næringsstoffer og har derfor udviklet genetisk betingede strategier til at klare sådanne situationer, ligesom alle plantearter har udviklet genetik til at klare sig i konkurrencen om ressourcerne med hinanden. Forædling af vores afgrødeplanter i dag retter sig imidlertid ofte til vækstsituationer, som er meget forskellige fra dem, de har mødt i naturen.

Afgrøderne dyrkes i udstrakt grad som monokulturer, der stiller helt andre krav til sygdomsresistens, end når de vokser i blandinger. Forædlingen mod bedre næringsstofudnyttelse af afgrøderne, sker med næringsstoffniveauer i dyrkningen, som er langt højere end dem, planterne normalt møder uden for dyrkning, og når vi ønsker bedre konkurrence med ukrudt, så efterlader vi stadig ikke vores planter alene, men vil stadig hjælpe dem mod ukrudtet. Derfor har forædlingen af bedre plantesorter altid været et forsøg på at finde særlige genkombinationer, som ofte klarer sig dårligt udenfor agerbruget og derfor er sjældne i vilde planter, men som fungerer godt sammen med særlige dyrkningstiltag. Specielt i en fremtidig indsats for bedre kontrol med ukrudt og bedre udnyttelse af næringsstoffer i planteproduktionen er denne kombination af gener og dyrkningsteknik helt central.

Forædling for grøn omstilling

Økonomisk og Biologisk Potentiale

Diskussionen om potentialet ved forædling for en mere grøn planteproduktion må omfatte både betydningen for miljøet, økonomien i produktionen og det biologiske spørgsmål om,

hvad der kan lade sig gøre indenfor en passende tidshorisont. Økonomien i produktionen må nødvendigvis være en væsentlig drivfaktor i en sådan omstilling mod samme eller større produktionsværdi med mindre miljøaftryk. Ændringer, hvor disse to forhold peger i samme retning, samtidig med at det er forædlingsmæssigt muligt, har et potentiale.

Tabel 7. Input omkostninger for vigtige afgrøder (gødning uden husdyrgødning)
(Kilde <http://farmtonline.dk>) (Mio kr., 2011/2012)

	Vårbyg	Vinterhvede	Kartofler ^a	Grovfoder til slæt ^b	Samlet udgift
Udsæd	248	380	182	103	913
N-gødning	431	828	52	520	1831
P-gødning	151	301	16	154	622
K-gødning	170	455	48	510	1183
Ukrudt	38	238	23	-	299
Sygdomme	71	220	88	-	379
Skadedyr	13	17	1	-	31
Gødningsspredr	66	202	6	110	384
Sprøjtning	132	303	74	-	509
Areal (1000 ha)	471	721	40	263 ^c	

^aGennemsnit af lægge, konsum og stivelseskartofler
^bGræs og kløvergræs i omdrift med 4 slæt årligt
^cCa 80% af græs i omdrift

I tabel 7 er samlet årlige omkostninger for de vigtigste inputfaktorer for de vigtigste afgrødeplanter: Vårbyg, vinterhvede, kartofler og græsmarksplanter i dansk landbrug. Det ses, at udgifter til handelsgødning inklusiv spredning udgør ca. 4 milliarder årligt, hvilket dog er en forsimplet beregning, da der ikke er taget højde for udnyttelse af husdyrgødning. Ukrudtsbekæmpelse inklusiv sprøjtning udgør ca. 554 Mio kr. og bekæmpelsen af sygdomme koster ca. 634 Mio kr. årligt. Til sammenligning udgør licensindtægterne, som delvis finansierer planteforædlingen i Danmark, kun ca. 100 Mio kr. årligt.

Det er klart, at i det omfang man kan substituere dele af inputudgifterne ovenfor med forædling af sorter, som bedre udnytter næringsstoffer eller kræver mindre ukrudts- eller sygdomsbekæmpelse, samtidig med uændret eller større produktionsværdi, så kan det blive til gavn både for landbrugets økonomi og for miljøet. Samtidig vil en sådan indsats i første omgang drevet af det konventionelle jordbrug også kunne få stor betydning for økologisk produktion, i det omfang forædlingen anvender metoder, som kan accepteres af økologerne.

Nedenfor gennemgås potentialet i forskellige tiltag for forædling for grøn omstilling for hver af de fire store afgrøder som eksempler med særlig vægt på forædlingsmæssige muligheder.

Byg

Vårbyg er en af Danmarks betydeligste landbrugsafgrøder dyrket på ca. 470 000 ha i 2011, fortrinsvis til maltning og foder. Udover vårbyg, som sås om foråret, findes der vintertyper af byg, som sås om efteråret og først blomstrer efter en kold vinter. Begge typer af byg dyrkes i Danmark, men vinterbyg på et væsentlig mindre areal (ca. 140 000 ha i 2011). Vinterbyg er imidlertid en afgrøde, hvor dansk planteforædling står stærkt både hjemme og i vore nabolande.

Tabel 8. Vigtige sygdomme i vårbygproduktionen

Sygdom	Skadeomfang ved angreb	Anvendelig specifik resistens	Uspecifik resistens	Sprøjtebehov ved angreb
Bygmeldug	begrænset ^A	Meget	Noget	Begrænset ^A
Bygrust	Betydelig	Noget	Noget	Middel
Bladplet	Betydelig	Uholdbar	Meget	Højt
Skjoldplet	Betydelig	Uholdbar	Meget	Højt
Ramularia	Betydelig	Uholdbar	Dårlig kendt	Middel
Bipolaris	Nogen	Uholdbar	Dårlig kendt	Middel
Fusarium (aks)	Betydelig	Nej	Dårlig kendt	Middel

^A så længe *mlo* er virksomt

Bygafgrøder angribes af en del forskellige sygdomme, som gennem forædlingen af nye sorter forsøges kontrolleret med gener for sygdomsresistens (tabel 8). I dyrkningssituationer, hvor resistensen ikke er tilstrækkelig, behandles der med fungicider i konventionelle systemer, mens økologisk produktion kan lide alvorlige tab. For bygmeldug og bygrust, som kan skabe kraftige epidemier, kendes specifikke resistensgener, som er meget effektive, men som ofte kun forbliver virksomme i nogle år. Bedst kendt er meldugresistensgenet *mlo*, som har været fuldt effektivt overfor alle typer af meldugsvampen de sidste 25 år og anvendes meget i vårbyg i Nordeuropa. De stærke specifikke gener bruges mod meldug og rust i mange af sorterne, men der vil kunne opnås større sikkerhed mod pludselig udvikling af sygdomsmotagelighed, hvis man samtidig introducerer også partiel resistens i sorterne.

For de øvrige bladsygdomme tilstræbes resistens i sorterne med flere partielle resistensgener samtidig, enten fordi det er vanskeligt at finde gode resistensgener mod sygdommen, eller fordi man har erfaring for, at sådanne gener kun er effektive i kort tid.

En præforædlingsindsats for at gøre flere gode resistensgener tilgængelige for sortsudviklingen vil muliggøre fremtidige sorter med flere resistensgener over for de forskellige sygdomme. Det vil give mere sikker resistens, end det kendes i dag og derfor en kraftig reduktion af fungicidanvendelsen, og den reducerede modtagelighed overfor de vigtigste sygdomme vil også gøre økologisk produktion mere sikker.

Flere andre sygdomme på byg som: Rødsot, gulrust, sortrust og sribesygge er for tiden ikke så alvorlige i produktionen, men det kan evt. ændre sig med forandret klima eller på grund af ændringer i sygdomspopulationerne. Udsædsbårne sygdomme, som inficerer kernen f.eks. nøgen bygbrand og bladplet kontrolleres i dag effektivt i det konventionelle system gennem pesticidbehandling (bejdsning) af frøet, men de kan være besværlige i økologisk produktion, hvor man ikke bejdsrer frøet. Også bladlus behandles i dag med pesticider i det konventionelle system, men kan være alvorlige i økologisk produktion. Det er også muligt at forædle resistens overfor bladlus i byg.

Byg stammer oprindeligt fra flere områder af Mellemøsten, hvor den blev udviklet til afgrødeplante for 9-10 000 år siden (Morell and Clegg 2007) og har formentlig været dyrket i Danmark i 5-6000 år. Den vilde byg, hvorfra afgrøden blev udviklet (*Hordeum spontaneum*), vokser stadig i store dele af Mellemøsten og det vestlige Asien, hvor den har dannet et stort antal forskellige varianter tilpasset forskellige miljøforhold og sygdomspres. Vilde byg indeholder rigtig mange forskellige sygdomsresistensgener, som kan bringes ind i forædlingsmaterialet ved simpel krydsning (Backes et al 2003). Indbygningen af sådanne resistensgener i

dyrkningsværdige sorter kræver imidlertid betydelig præforædlingsindsats, som ikke kan finansieres af private forædlingsfirmaer.

Hvede

Vinterhvede er Danmarks arealmæssigt største landbrugsafgrøde dækkende omkring 720 000 ha i 2011. Den dyrkes både til fremstilling af mel og brød, men især til foder. Hvede findes også som to typer: vårtyper, der sås om foråret og vintertyper, som sås om efteråret og først blomstrer efter en vinter. I Danmark dyrkes et mindre areal (ca. 14 000 ha) med vårtyper, hvoraf ca. halvdelen dyrkes økologisk.

Tabel 9. Vigtige sygdomme i vinterhvede

Sygdom	Skadeomfang ved angreb	Anvendelig specifik resistens	Uspecifik resistens	Sprøjtebehov ved angreb
Gulrust	Høj	Meget	Meget	Høj
Meldug	Høj	Meget	Meget	Høj
Brunrust	Begrænset	Meget	En del	Begrænset
Bladplet	Betydelig	Uholdbar	Meget	Middel
Septoria	Betydelig	Uholdbar	Meget	Høj
Fusarium	Betydelig	Nej	Noget	Middel

Også hvedeproduktion udfordres af en række sygdomme, hvoraf de vigtigste er nævnt i Tabel 9. Gulrust og meldug er svampesygdomme, som kan skabe alvorlige epidemier i Danmark med store udbyttetab, hvis sorterne ikke er resistente. Brunrust er normalt ikke alvorlig i Danmark, men kendes som en meget alvorlig sygdom internationalt og kan evt. skade også dansk produktion i fremtiden, hvis sorterne ikke holdes resistente. Disse sygdomme kontrolleres for øjeblikket fortrinsvis gennem forædling med specifikke resistensgener, som imidlertid kun er virksomme i produktionen i en kort årrække, hvorefter de udskiftes gennem nye sorter. Det kan være vanskeligt at forudse, hvornår resistensgenerne holder op med at virke, så der må fungicidbehandles i konventionel produktion. For økologisk produktion kan sådanne pludselige nedbrud af resistens give store tab.

Præforædling for større tilgængelighed af flere specifikke resistensgener i forædlingen kan gøre det muligt i fremtiden, at markedsføre sorter med flere resistensgener overfor hver af sygdommene, så der bliver lille chance for, at en sort pludselig bliver modtagelig. Endvidere er det muligt også at samle flere gener for uspecifik resistens mod gulrust, meldug og brunrust i sorterne, hvilket også begrænser skaderne, hvis den specifikke resistens nedbrydes.

Bladsygdommene bladplet og septoria på hvede skyldes andre svampe, mod hvilke man normalt ikke kan finde meget effektive resistensgener. Kontrollen med disse sygdomme sker derfor i konventionel produktion ved at bruge sorter, som er mest mulig resistente samt ved at supplere med fungicidbehandling. Økologisk produktion må alene anvende den delvise resistens, som findes i sorterne.

Resistens kan forædles ved at samle flere forskellige delvis effektive resistensgener mod hver af sygdommene i sorterne, bl.a. ved hjælp af genetiske markører. Hvis man gennem et præforædlingsprogram finder flere anvendelige resistensgener også i fremmed materiale, og gør dem tilgængelige for sortsudviklingen, vil man kunne gøre fremtidens hvedesorter stort set resistente mod disse sygdomme. Dette kunne afgørende reducere fungicidbehandling i konventionel produktion og gavne produktionssikkerheden i økologisk produktion.

Aksfusariose forårsages af specielle typer af en stor svampeslægt *Fusarium*, som angriber både byg og hvede og inficerer aks og kerner. Sygdommen kan reducere udbyttet kraftigt i byg og hvede, og svampen kan danne giftige toksiner i de inficerede kerner, med alvorlig effekt på mennesker og dyr, hvis de spiser kornet (Jørgensen et al 2008). Der findes en stor international videnskabelig litteratur vedr. forskellige toksiner, deres giftighed og metoder til deres bestemmelse i inficeret korn. Sygdommen kan i nogen grad kontrolleres gennem sprøjtning med fungicider, der dog ikke er fuldt effektive, samt gennem dyrkningsmæssige tiltag f.eks. jordbearbejdning, anvendelse af sundt udsæd og undgåelse hvedeafgrøder efter majs.

Endvidere er der muligheder for at forædle mere resistente sorter, som ikke angribes så meget af svampen. Højere sorter angribes generelt mindre af *Fusarium* end meget lave sorter, hvilket muligvis skyldes, at akset på lave sorter inficeres lettere gennem vandsprøjt fra jorden. Resistens overfor *Fusarium* er imidlertid generelt komplekst nedarvet og alle kendte gener giver ufuldstændig resistens. For hvede er beskrevet flere gener, som giver nedsat sygdom fra den kinesiske sort Sumai3, generne er kortlagt med markører og indgår i mange hvedeforædlingsprogrammer. For byg er der kun få gener beskrevet, som reducerer *Fusarium* problemerne, men hvis man tester dyrket bygmateriale i et område, så finder man genetiske forskelle i modtageligheden overfor *Fusarium*, og det vil være muligt at samle generne sammen i fremtidens sorter (Chrпова et al 2011).

En eventuel fremtidig forædlingsindsats omkring fusariose i byg og hvede bør koncentrere sig om at samle de gener for øget resistens, som allerede findes i det dyrkede materiale i vores område f.eks. gennem en fremtidig indsats med genetiske markører. Et præforædlingsprogram kunne eventuelt inddrage også samlingerne af ældre tilpasset materiale i NordGen. Endvidere kunne der gennemføres screening for bedre resistens overfor sygdommen i vilde slægtninge til byg og hvede for at finde stærkere gener for resistens end dem, det hidtil har været muligt at finde i dyrket materiale. For alt arbejdet med *Fusarium* i både byg og hvede er der meget udtalt behov for bedre metoder til at måle graden af sygdomsangreb på planterne og toksindannelse i kernerne.

Hvedeafgrøder angribes af andre sygdomme bl.a. goldfodssyge og knækkefodssyge, som kun i begrænset grad kan kontrolleres med pesticider. Disse sygdomme bekæmpes bedst gennem anvendelsen af sygdomsfri udsæd kombineret med et godt sædskifte, hvor der ikke f.eks. dyrkes hvede efter hvede eller hvede efter rug, men veksles med andre afgrøder, så sygdommen ikke opbygges i jord og døde plantedele. Andre sygdomme som septoria, bladplet, *Fusarium* og stinkbrand kan inficere kernerne og spredes med såsæden, hvilket kan kontrolleres til konventionel brug gennem bejdsning, men kan være besværligt ved økologisk produktion. En evt. forøgelse af resistens i sorterne vil således også få betydning for økologien gennem mere sikker forsyning med økologisk fremstillet såsæd.

Det videnskabelige grundlag for forædling for bedre næringsstofudnyttelse i korn er stadig temmelig grundlæggende. Betydelige sortsforskelle i udnyttelseseffektiviteten af næringsstoffer som kvælstof, fosfor, mangan og zink er dokumenteret i en række forskellige landbrugsafgrøder (Cai et al. 2012, Guo et al. 2012). Det er i en del tilfælde lykkedes at kortlægge kromosomale områder for næringsstofudnyttelsen og i nogle få tilfælde også at afdække de bagvedliggende gener (Hirel et al. 2001; Yamaya et al. 2002; Habash et al. 2007). Disse gener spiller en central rolle i næringsstoffernes optagelse og indbygning i planter, og har i nogle tilfælde desuden en direkte indflydelse på kerneantal og størrelse i kornarterne (Martin et al., 2006). Det vil sandsynligvis være muligt at selektere for egenskaben som del af udbyttet i

et fremtidigt genomisk selektionsprogram, ligesom det måske vil være muligt at identificere nye gener for egenskaben i ikke tilpasset eller vildt materiale, så de efterfølgende kan krydses ind i de dyrkede afgrøder.

En særlig problemstilling knytter sig til kornafgrødernes lagring af fosfat i særlige kemiske forbindelser kaldet fytater i kernen. Når kernens fosfat findes som fytat, kan husdyr ikke udnytte det, så det går ufordøjet gennem tarmsystemet og udskilles med gødningen. Herved er der risiko for udvaskning samtidig med, at husdyrenes behov har været tilgodeset gennem tilsætning af foderfosfat. Der er i tidligere forskningsprojekter ved Københavns universitet udviklet både byg (Hatzack et al 2000) og hvedetyper, hvor mutationer i generne, bevirker nedsat indbygning af fosfat som fytater. Både ved Aarhus og Københavns universitet er endvidere i tidligere forskningsprojekter udviklet gensplejsede byg- og hvedetyper med højere indhold af enzymer (phytaser), som kan frigøre fosfat fra fytat i kernerne, så husdyrene kan udnytte det (Brinch-Pedersen et al 2000). Det er endnu uklart, hvor stor virkning sådanne ændringer i hvede og byg vil have i praktisk anvendelse. De hidtil udviklede plantelinjer kunne bidrage med nyttig viden om effektiviteten af sådan videre forædling for bedre anvendelse i praksis, hvis de afprøves i større markforsøg kombineret med fodringsforsøg.

Kornafgrøders evne til at producere godt under konkurrence med ukrudt har demonstreret betydelige sortsforskelle (Reid et al 2009). Egenskaben er imidlertid meget kompliceret nedarvet og virkemekanismerne stadig dårligt forstået. Der er mange måder, hvorpå man ad kulturteknisk vej kan forbedre afgrødernes konkurrenceevne f.eks. gennem anvendelse af specifikke ukrudtsmidler, som skelner mellem afgrøde og ukrudt, mekanisk behandling (radrensning, ukrudtsharvning, hypning) (Tersbøl og Andreasen 2002) eller større afgrødetæthed (Weiner et al 2010). Sædskiftet, hvor der skiftes mellem forskellige afgrøder i marken forskellige år, er endnu en vigtig faktor for kontrol af flerårigt ukrudt samt et vigtigt middel til at reducere mængden af ukrudtsfrø i jorden. Endvidere er mange ukrudtsplanter rigtig gode til at tilpasse sig, så nye bekæmpelsesmetoder normalt fører til selektion af ukrudtstyper, som alligevel kan klare sig. En simpel forædling af mere konkurrencedygtige afgrøder må derfor forventes hurtigt at blive overkommet gennem selektion af nye typer af ukrudt. Videre udvikling af de eksisterende metoder til mekanisk ukrudtsbekæmpelse kombineret med ny teknologi i præcisionsjordbrug og særlige egenskaber i fremtidens sorter vil formentlig kunne muliggøre en væsentlig reduktion i brugen af ukrudtsmidler.

Brødhveden, som vi dyrker i Danmark, både til foder og bagning stammer ligesom byg fra forskellige områder af Mellemøsten, hvor der stadig findes et stort antal hvedearter, som er nært beslægtede. Brødhveden er resultatet af sammenkrydsning af tre forskellige hvedearter gennem de sidste 8-10 000 år og besidder derfor kromosomer fra tre hvedearter, hvorfor den betegnes som hexaploid (AABBDD). Tetraploid hvede (AABB), som er en af forfædrene til brødhveden, er resultatet af sammenkrydsning af to hvedearter AA og BB, og dyrkes på store arealer i verden, bl.a. til pastaproduktion. Tetraploid hvede findes i modsætning til brødhveden som vilde planter i store dele af Mellemøsten og Vestasien, hvor de gennem evolution er tilpasset mange

Brødhvedens oprindelse

AA x BB

AABB x DD

AABBDD

Brødhveden AABBDD er en kombination af tre forskellige hvedearter: AA, BB og DD gennem de sidste 6-8000 år. AA og DD er kendte arter, mens BB er ukendt. Man kan lave hveden igen (resyntetisere) ved at krydse tetraploid hvede AABB med *Aegilops tauchii* DD for at bringe nye gener ind i hvedeforædling.

forskellige klimaer og sygdomme. Såvel de dyrkede som de vilde tetraploide hvedetyper er rige kilder til nye gener i brødhvedeforædlingen ikke kun i form af sygdomsresistens, men måske også udbytte, kvalitet og andre komplekse egenskaber (Ghaffary et al 2012).

Genpuljen fra tetraploid hvede (AABB) kan indføres ved krydsning med en diploid hvedeart (DD) gennem såkaldt resyntetisering. Også den vilde diploide *Aegilops tauschii* (DD) findes i mange typer med mange forskellige gener og kan derfor også bidrage til fremtidens hvedeforædling.

Endelig kan brødhveden krydses med mange forskellige andre hvedearter og andre kornarter, som f.eks. rug og få overført stykker af arvemassen med bl.a. resistensgener. Et godt eksempel har været overførsel af stykker af rugkromosomer til hvede fra forædlingen af triticale, som er en krydsning mellem rug og hvede. Flere sådanne rugtranslokationer bruges i dag aktivt i resistensforædling i hvede også i Danmark.

Anvendelsen af f.eks. sygdomsresistensgener fra vilde typer af hvede er således i princippet mulig, men stadig kun lidt udnyttet, bl.a. fordi indkrydsningen af generne til dyrkningsværdige typer af hvede kræver betydelig præforædlingsindsats, som normalt ikke betaler sig for private firmaer.

Kartofler

Kartoffel stammer oprindeligt fra Sydamerika (Peru og Bolivia), men dens vilde slægtninge findes i det meste af Amerika. Siden opdagelsen af Amerika spredtes typer af kartofler sig først til Europa og siden Asien og anvendes i stort omfang både til human konsum og til industrielle formål. Dyrkede kartofler findes i et meget stort antal forskellige typer tilpasset smag og anvendelse, og de tilhører næsten alle arten *Solanum tuberosum*, som har vist en formidabel evne til at tilpasse sig forskellige klimaforhold, dog klarer den sig dårligt i høje temperaturer i tropiske områder. Kartoffler har haft stor betydning for menneskers ernæring i Nordeuropa gennem de sidste to århundreder.

Genetisk er kartofler tetraploide med tetravalent nedarvning, dvs. de har fire sæt af de basale 12 kartoffelkromosomer, hvilket bevirker kompliceret udspaltning i forædlingsprogrammer. Til gengæld opformeres planten ved at tage knolde fra generation til generation, så der kræves ikke rendyrkning for at opnå stabilt afkom. En hvilken som helst god plante kan opformeres som en klonsort. Til gengæld er opformeringen lidt langsommelig og udsæd bliver relativt kostbar. Endvidere betyder klonformeringen med knolde, at sorterne ofte bliver inficeret med virus- og bakteriesygdomme, som spredes med knoldene. Der kræves derfor en stadig indsats for at sikre sygdomsfri læggekartofler til producenterne.

I forædlingsprogrammer krydses normalt to gode kartoffelsorter, for at frembringe et stort antal krydsningsfrø med nye kombinationer af generne i de oprindelige forældre. De planter, der spirer fra frøet, danner normalt kun nogle få små knolde. Disse bruges derefter som læggekartofler i et 5-8 generationers opformerings og selektionsprogram for at finde de sjældne klonafkom, som er gode nok til at blive til nye sorter.

Præforædlingsprogrammer omfatter normalt introduktion af gener for f.eks. sygdomsresistens, kvalitet etc. fra andre typer af kartoffel end dem, der dyrkes i vores område. Selvom de lokalt dyrkede sorter stadig har meget stor genetisk mangfoldighed, så er fremgang i forædlingen afhængig af, at der hele tiden bringes nye gener ind i det tilpassede dyrkningsmateria-

le. Krydsningsafkom fra sådanne programmer, hvor den ene krydsningsforældre ikke har gener, der gør den velegnet i området, har normalt ingen chance for at skabe en ny sort. Først efter adskillige gentagne cykler af krydsning og udvalg opnås afkom med så mange gener for god tilpasning, at der er en chance for at få sorter med nye gener for sygdomsresistens, kvalitet eller udbytte. I præforædlingsprogrammer for kartoffel er det også muligt at skaffe nye gener for sygdomsresistens, kvalitet og udbytte fra en stor del af de vilde slægtninge gennem særlige krydsningsprogrammer, som overkommer krydsningsbarrierer (diploidisering). For kartoffelrædningen er de vilde slægtninge således en rig kilde til nye og bedre gener, som vil kunne udnyttes i fremtiden til nedbringelse af f.eks. pesticidanvendelsen.

Kartoflerne har et betydeligt input på omkring 300 Mio kr. årligt (næringsstoffer, sygdomme og ukrudt) med tilhørende miljøeffekter, som i et vist omfang vil kunne reduceres ved forædling af bedre sorter.

Det er kendt, at der er forskelle i forskellige tilpassede sorters udnyttelse af f.eks. kvælstof med størst betydning for sorter til stivelse, med lang vækstperiode. Et forskningsprogram til afklaring af hvordan evnen til at udnytte tilførte næringsstoffer er nedarvet i kartofler og hvor godt kartofler responderer på genetisk selektion for egenskaben, samt hvordan en sådan selektion kan gennemføres effektivt ville kunne få afgørende betydning for forædlingen af sorter til mere grøn konventionel produktion samt sorter, som bedre egner sig for økologisk kartoffelproduktion. Dyrkningsmæssigt arbejdes på at forbedre næringsstofudnyttelsen bl.a. ved at placere gødningen i kammen, samt skabe optimal vandforsyning. Der er endvidere et potentiale for mere behovsbestemt gødsning gennem brug af bladanalyser.

Bladsygdomme i kartoffelproduktionen omfatter især kartoffelskimmel og bladplet. Specielt angreb af kartoffelskimmel kræver gentagne sprøjtninger med fungicider gennem vækstsæsonen for at kontrollere sygdommen, som ellers fuldstændig kan ødelægge både planter og knolde. Dosis og valg af fungicid kan justeres i forhold til risikoen for skimmel og sorterens resistens. Bladsygdomme er en af kartoffelproduktionens værste problemer og langt den største årsag til fungicidsprøjtning i produktionen og problemer i den økologiske produktion. For den konventionelle kartoffelproduktion aktualiseres problemet af den igangværende udfasning af uspecifikke fungicider mod disse sygdomme.

Der findes rigtig mange kendte resistensgener mod kartoffelskimmel, men deres virkning nedbrydes meget hurtigt, hvis man bruger dem alene eller nogle få gener samtidigt. For at opnå sorter med skimmelresistens, som er funktionel i længere tid, er det nødvendigt at samle flere resistensgener med forskellige virkningsmekanismer i sorten. Dette er næsten umuligt med traditionel selektion baseret på afprøvning i marken, men vil kunne opnås ved i stedet at selektere med molekulære markører for generne. Med sådanne metoder vil det også være muligt at samle gener sammen, som alene kun giver svag resistens, men hjælper hinanden med f.eks. at forsinke sygdomsudviklingen. Tilsvarende metoder kan anvendes til at samle gener sammen for resistens overfor bladplet.

Nye gener for resistens både overfor skimmel og bladplet kan fås fra kartofflens vilde slægtninge gennem præforædlingsprogrammer, hvor selektionen støttes af molekulære markører. En sådan kombineret øget indsats indenfor resistensforædling i kartoffel vil måske ikke fuldstændig kunne afskaffe anvendelsen af fungicidsprøjtning mod skimmel og bladplet i den konventionelle kartoffelproduktion, men den vil mærkbart kunne reducere problemet gennem sorter, som enten slet ikke får sygdommene eller først senere i sæsonen skal fungicid sprøjtes,

og udviklingen af sorter med større resistens overfor bladsygdomme vil afgørende forbedre mulighederne i den økologiske kartoffelproduktion.

Kartoflerne dyrkes normalt i rækker på kamme og har problemer med ukrudt i den første del af dyrkningssæsonen, fordi afgrøden her er relativt åben. Der findes imidlertid gode mekaniske metoder til ukrudtsbekæmpelse i kartofler (hypning), og udvalget mener derfor, at en indsats for forædling for grøn omstilling på kartoffelområdet skal fokuseres på andre områder end ukrudtsbekæmpelse.

Udover de ovenfor nævnte komplekse egenskaber af direkte betydning for forædling for grøn omstilling findes en lang række genetisk betingede egenskaber, som er af ligeså stor betydning for markedsføring af en kartoffelsort. Det gælder f.eks. resistens overfor en lang række sygdomme, specielt forskellige typer af virus og svampe samt resistens overfor skadedyr som lus og nematoder. Endelig er forædlingen af kartofler stærkt afhængig af meget komplekse genetisk bestemte kvalitetsegenskaber for forskellige sortstyper..

Græsmarksplanter

Græsmarksplanter omfatter en række plantearter, som ofte dyrkes i blandinger, f.eks. under danske forhold kløver og græs. Produkterne fra græsmarksplanterne bruges i dag fortrinsvis som foder til drøvtyggere, der kan udnytte cellulosen i planternes cellevægge, men i fremtiden kan disse meget produktive dyrkningssystemer måske også levere udgangsmateriale til energiproduktion eller kemisk industri i et mere biobaseret samfund.

Græsmarksproduktion udgør tilsammen 580 000 ha i Danmark, ca. 330 000 ha dyrket som en del af sædskiftet og ca. 185 000 ha uden for sædskifte, dvs. som mere vedvarende græsmarker. Endvidere udgør frøproduktionen af græs og kløver fortrinsvis til eksport ca. 65 000 ha. En del græsmarker afgræsses direkte af husdyrene, men en stor del høstes maskinelt 3 til 4 gange i løbet af vækstsæsonen og fodres enten friskt eller konserveres som ensilage eller hø og bruges herefter som vinterfoder.

Græsmarkerne er således en meget afgørende del af vores landbrug, som udgør hovedgrundlaget for mælkeproduktionen, ikke mindst den økologiske. Man bruger kun i meget begrænset omfang pesticider i konventionel græsmarksproduktion, men derimod et betydeligt input af kvælstof og kaligødning, især på de marker, der indgår i sædskifte.

Af kløverarterne dyrkes i Danmark mest rødkløver og hvidkløver, som bidrager til dyrkningssystemet fortrinsvis ved at fikserer kvælstof i samarbejde (symbiose) med rhizobiumbakterier, så planterne får et højt proteinindhold. Både rødkløver og hvidkløver forædles og markedsføres som populationssorter, med betydelig diversitet indenfor sorterne, og for begge arter forædles for at opnå god samdyrkningssevne i græsblandinger, samt resistens overfor en række sygdomme. Specielt rødkløver, men også til dels hvidkløver, har ofte problemer med at overleve de tre år i en græsblanding, som er det normale for en græsmark i sædskifte. En god evne til samdyrkning, så man får en passende blanding mellem kløver og græs i marken i alle tre år, er derfor et vigtigt forædlingsmål for kløverne. For hvidkløver er evnen til at begynde væksten tidligt om foråret en ønskværdig egenskab, da det vil kunne give et højere proteinindhold i første slæt fra kløvergræsmarkerne.

En række græsarter dyrkes enten alene eller i blandinger med hinanden med eller uden kløver. I Danmark dyrkes fortrinsvis rajgræs, som har den bedste udnyttelsesgrad og den bedste næringssammensætning for dyrene.

Ligesom kløverne markedsføres de fleste græsser som populationsorter med diversitet indenfor sorten, og forædlingen søger at opnå god resistens mod sygdomme, bl.a. kronrust og sneskimmel, hvilket er vigtigt, da det normalt ikke kan betale sig at anvende pesticider i græsmarker. Sorternes evne til at vokse godt i en årrække uden omlægning (persistens) er en vigtig egenskab for at få høj stabil foderforsyning ligesom deres evne til at producere stabilt gennem hele vækstsæsonen. Endvidere forædles for sorternes fordøjelighed og indhold af kemiske forbindelser, som lignin, sukker og protein med henblik på dyrenes evne til at udnytte foderet bedst muligt.

Danmark udgør en del af oprindelsesområdet for de fleste af de græsmarksplanter, vi dyrker, og afgrøderne, som vi bruger dem, er ikke forandret særligt meget fra deres vilde typer. Der findes derfor i de fleste af arterne stadig en meget stor genetisk mangfoldighed, som kan anvendes i fremstillingen af bedre sorter. I forhold til kvælstoftildelingen undersøges det i øjeblikket, om der vha. genomisk selektion for kvælstofudnyttelse i rajgræs dyrket i vandkultur kan opnås forbedringer. Det er endvidere sandsynligt, at kvælstoftildelingen yderligere vil kunne reduceres, hvis der findes sorter af græs og kløver, som samarbejder bedre, så der altid er det rigtige forhold mellem arterne i afgrøden og dermed en bedre kvælstofforsyning.

Forslag til indsatsområder:

Gennem de sidste ca. 60 år med adgang til brug af inputfaktorer er der opnået en betydelig fremgang i landbrugets produktionsværdi. Ca. halvdelen af denne fremgang er opnået gennem forbedret dyrkningsteknik samt input af især gødning og pesticider, mens den anden halvdel af fremgangen er opnået gennem forædling. I denne udredning er det beskrevet, på hvilke områder en øget indsats for udvikling af robuste og sygdomsresistente sorter til landbrugsproduktionen, kan medvirke til en fremtidig mere miljøvenlig planteproduktion i Danmark.

De tre hovedaktiviteter ved den konventionelle planteproduktion, som påvirker miljøet er:

1. Bekæmpelsen af sygdomme og skadedyr ved brug af fungicider og insekticider,
2. Tab af en del af de næringsstoffer der tilføres jorden, fortrinsvis kvælstof og fosfor, for at gøde afgrøderne, samt
3. Ukrudtsbekæmpelsen med herbicider.

En egentlig tilbundsgående miljøvurdering af effekten af forskellige tiltag vil være meget omfattende og behæftet med stor usikkerhed, hvorfor vi her i stedet har taget udgangspunkt i de økonomiske incitamenter, der følger af udgifterne til input i produktionen. Disse udgifter for de mest betydende afgrøder er derefter underkastet en faglig vurdering af de forædlingsmæssige muligheder for at påvirke de tre miljøhovedfaktorer. Dette resulterer i nedenstående forslag med henblik på at opnå forbedringer i såvel miljø som økonomi.

Forædling for resistens overfor diverse sygdomme, fortrinsvis svampe, som angriber dyrkede afgrøder, er kendt og veldokumenteret. Miljømæssigt er sprøjtemidler med betydelig miljøeffekt allerede afskaffet, men med en årlig udgift på omkring 600 Mio kr. til bekæmpelse af sygdomme i korn, kartofler og græs er der stadig økonomisk incitament til at gøre en ekstra

forædlingsindsats for at imødekomme ønsket om yderligere reduktion. Sådanne tiltag bør omfatte styrkelse af aktiviteterne til at samle (pyramidisere) resistensgener, som allerede findes i de tilpassede afgrøder i nye mere resistente sorter, f.eks. gennem genetisk kortlægning af resistensgenerne samt forbedrede screeningsværktøjer til at inficere planterne med sygdommene og måle graden af resistens.

Endvidere bør en fremtidig indsats for mere sygdoms- og insektresistente plantesorter omfatte identifikation af nye resistensgener i ikke tilpasset dyrkede eller vilde typer af afgrøderne, samt indførelse af sådanne nye resistensgener i det tilpassede afgrødemateriale, så de bliver direkte tilgængelige for fremtidig sortsudvikling i den private forædling. Udover at forstærke resistensen i fremtidens plantesorter vil dette også medføre introduktion af mange andre nye gener i forædlingspuljen, hvilket afgørende vil muliggøre forædlingsfremgang inden for andre vigtige egenskaber som kvalitet, udbytte og resistens overfor andre skadevoldere som nematoder, virus og svampe, der ikke sprøjtes.

Endelig bør en indsats for forøget sygdoms- og insektresistens omfatte etablering af et bedre overvågningssystem til at advare, når resistensen i sorterne holder op med at virke. Denne opgave problematiseres yderligere af, at opformeringen af nye sorter kræver investering og introducerer 1-2 års reaktionstid, hvilket er den tid, det tager at fremstille såsæden.

Effektiviteten ved en forædlingsindsats for at forbedre afgrødernes næringsstofudnyttelse er indtil videre mindre sikker, men det er et vigtigt emne i forhold til udbytte, kvalitet og miljø også set i lyset af, at planteproduktionen i det fremtidige mere biobaserede samfund ikke kun skal opfylde behovet for fødevarer, men også skal levere råvarer til materialer og en del af energiforbruget. Samtidig er god forsyning med næringsstoffer et af de vigtigste midler til at øge produktion og kvalitet af afgrøder, hvilket ses af en årlig udgift til gødning (handelsgødning og husdyrgødning) på i størrelsesordenen 4 milliarder kr. Der er derfor rigtig meget både økonomisk og miljømæssigt at opnå gennem evt. forædling af planter med større evne til at optage og udnytte næringsstofferne i produktionssystemet. Udover at samle gener for bedre næringsstofudnyttelse, som allerede findes i vores afgrøder, bør det derfor også undersøges gennem en mere basal forskningsindsats, om man kan finde nye gener med større virkning på egenskaben i ikke tilpasset dyrket eller vildt materiale af afgrøderne.

Der er sikre tegn på, at der findes gener, som påvirker afgrødernes evne til at optage og udnytte næringsstoffer, ligesom der er tydelige tegn på genetisk forskellig størrelse og struktur af afgrøders rodsystem, hvilket kan have afgørende betydning for næringsstofudnyttelsen. Med vores nuværende viden udgør genforskelle i evnen til at udnytte næringsstoffer i afgrøderne en kompleks egenskab, som lettest forbedres ved gradvist at samle de ønskede gener sammen i sorterne. Dertil kræves stadig bedre metoder til måling af planters næringsstofudnyttelse. Bedre næringsstofudnyttelse vil vise sig som uændrede udbytter eller kvalitet med reduceret næringsstofftilskud eller højere udbytter og bedre kvalitet med samme input. Metoderne til at samle gener for komplekse egenskaber hurtigere sammen i nye sorter vil formentlig kunne forbedres gennem etablering af effektive metoder til genomisk selektion med markører og evnen til næringsstofudnyttelse kan således indgå i en generel indsats på dette område, som også har betydning for økologisk produktion.

Den faglige vurdering af forædlingsmuligheder viser, at forædlingsindsats mod bedre ukrudtsbekæmpelse er det indsatsområde, som med vores nuværende viden og forædlings-teknik vil være det mindst effektive, fordi vores videnskabelige forståelse for planters konkurrenceevne endnu er begrænset. Ukrudtsbekæmpelsen er endvidere det område, hvor alter-

nativer til forædling, f.eks. gennem sædskifter, mekanisk bekæmpelse mv. har den største virkning. På trods heraf, udgør herbicidanvendelsen i den konventionelle produktion både en økonomisk udgift og et aftryk på miljøet og kontrol af ukrudt er et væsentligt problem i økologisk produktion. Mulighederne for at erstatte herbicider gennem forædling bør derfor underkastes en øget basal videnskabelig udforskning, hvor også potentialet ved specielle sortsegenskaber kombineret med andre former for ukrudtsbekæmpelse (sædskifter, mekanisk bekæmpelse etc.) klarlægges.

Konkret foreslås følgende tiltag med følgende hovedpunkter:

1. Etablering af et nationalt initiativ for reduceret brug af fungicider og insekticider i alle større afgrøder, som en løbende aktivitet med samlet budget i størrelsesorden 100 Mio Kr. om året. Man bør undersøge mulighederne for at inddrage relevante udenlandske produktions- og forædlingsområder f.eks. det sydlige Sverige, samt det igangværende Nordiske PPP i programmet, som bør struktureres efter plantearter og sygdomme. Det nationale initiativ bør sætte sig et ambitiøst mål om reduktion med en tredjedel til halvdelen af fungicid- og insekticidforbruget i løbet af en 20 års periode, under iagttagelse af at den opnåelige reduktion vil være stærkt influeret af de yderligere udfordringer, som klima ændringer bringer med sig i form af nye sygdomme, nye skadevoldere, samt helt nye afgrødevalg til gavn både for miljø og økonomi. Vigtige nye plantelinjer og information, som frembringes gennem programmet, bør gøres tilgængelige for alle private forædlere gennem NordGen.
 - a. Styrket overvågning og varsling for sygdomme, som periodevis nedbryder sygdomsresistensgener, så større tab på grund af pludselig nedbrydning af resistens kan undgås gennem rettidig udskiftning af sorter (virker indenfor 1-2 år)
 - b. Fastholdelse af krav til sygdomsresistens for sortsgodkendelse (dette virker til dels allerede)
 - c. Genetisk kortlægning af resistens og forbedrede selektionsmetoder (dette virker indenfor 8-12 år)
 - d. Identifikation og introduktion af nye resistensgener fra genetiske ressourcer af dyrket eller vildt materiale (virker indenfor 12-15 år)
2. Forsknings- og udviklingsprogram vedrørende anvendelsen af genomisk selektion i forædlingen af alle større afgrøder. Dette skal gennemføres som et offentligt/privat partnerskab direkte i forædlingsprogrammerne gennem et fællesfinansieret program mellem forædlingsvirksomhederne og offentlige institutioner, så de opnåede indeks bliver direkte anvendelige. Samlet ramme omkring 100 Mio kr. over 5 år. Programmet skal fremme en hurtigere koncentreret af gener for udbytte, kvalitet, sygdomsresistens og næringsstof- og foderudnyttelse, som allerede findes i det tilpassede forædlingsmateriale.
3. Styrkelse af basal forskning omkring udnyttelsen af de vigtigste plantenæringsstoffer, især N og P i afgrøderne. Det skal bl.a. undersøges, i hvor høj grad optagelsen og udnyttelsen af næringsstofferne er bestemt af morfologiske (rodvækst) eller metaboliske egenskaber (transport, fordeling, omsætning, indlejring). Der bør gennem forædlingsforskning udvikles bedre screeningsmetoder til forædling for næringsstofudnyttelse.
4. Undersøgelse af mulighederne for at forbedre fosfatbalancen i husdyrproduktion. Dansk-udviklede mutant byg og hvede linjer med reduceret fytatindhold samt GM hvede og byg med ændret fytaseaktivitet, undersøges for bedre fosforprofil i dyreproduktionen, bl.a. gennem en kombination af markforsøg og fodringsforsøg.

5. Tilpasning til klimaforandringer gennem en øget indsats for bedre forståelse for planter nedarvning af tolerance overfor abiotisk stress, såsom tørke, varme og kulde. Sammen med øvrige tiltag omkring bl.a. sygdomsresistens skal dette sikre fremtidig planteproduktion overfor forventet øget abiotisk stress i forbindelse med den globale opvarmning.
6. Interdisciplinær basal forskning omkring ukrudtskontrol i moderne planteproduktion. Udvikling af screeningsmetoder til forædling af sorter, som klarer sig overfor ukrudt gennem komplementation med dyrkningsmetoder (sætæthed, sædkifte, mekanisk, præcisionslandbrug etc.).
7. SES-afprøvning for sortsgodkendelse og sporbarhed bør fastholdes i offentlig regi som grundlaget for godkendelse af nye sorter. For landbrugsplanter bør endvidere fortsat kræves værdigodkendelse, som kan identificere de nye sorter, der er bedst egnede i Danmark.
8. Danmark bør indføre samme forædlingsfritagelse i patentlovgivningen, som eksisterer i lovgivningen fra Tyskland, Frankrig Schweiz. Samfundet har en interesse i størst mulig fri adgang til genetiske ressourcer til fremtidig forædling, uden at det fjerner incitamentet til langsigtet investering i forbedring af vores dyrkede planter. Danmark bør i øvrigt i EU arbejde for en fælles adoptering af disse regler.
9. Ministeriet bør undersøge mulighederne for og effekterne af en differentieret miljølovgivning, der i begrænsninger og afgifter for pesticider skelner mellem udsædsproduktion og primærproduktion. For nogle afgrøder (kløver, kartoffel, græs, spinat) vil en begrænset ”ekstra” indsats med pesticider i udsædsproduktionen miljømæssigt betale sig godt i form af reduceret behandlingshyppighed i den langt større primærproduktion. Det vil samtidig være med til at sikre en dansk, højkvalitets udsædsproduktion for alle de væsentligste afgrøder i fremtiden, samt bidrage til at opretholde eller styrke eksporten.

II Bedre plantesorter til økologisk jordbrug

Baggrund

Denne udredning retter sig mod mulighederne for gennem planteforædlingsrelaterede tiltag, at støtte udviklingen mod en mere markedsdrevet økologisk fødevarerproduktion i Danmark, med en større andel end de nuværende ca. 7%.

Udredningsgruppens er nedsat af Fødevarerministeriet og dens opgave omfattede oprindeligt en samlet udredning med særskilt behandling af konventionelt og økologisk jordbrug med hensyn til afgrødernes genetisk bestemte egenskabers betydning for at nå:

- En mere bæredygtig planteproduktion
- En mere markedsdrevet økologisk produktion
- En højere produktivitetstilvækst og øget værdiskabelse

Skønt kommissoriet gælder en samlet redegørelse for begge produktionssystemer, blev der ved arbejdets opstart opfordret til indenfor en måned, at udarbejde en foreløbig fremstilling vedrørende økologisk jordbrug. Nærværende udredning indeholder derfor en kort, ikke udtømmende beskrivelse af den nuværende forsyning med sorter til økologisk jordbrug, samt mulige tiltag for at styrke forholdene på sortsområdet med ovenstående prioriteter in mente. Da de behandlede emner i høj grad er sammenfaldende for både konventionel og økologisk landbrug vil enkelte elementer finde yderligere uddybning i den endelige udredning.

Gruppen har ikke i denne version inddraget sundhedsaspekter, naturforvaltning og markeds-tilgang. Vi har alene fokuseret på, hvilke tiltag fra myndigheder og erhverv relateret til forædling af planter, som med udgangspunkt i den nuværende situation kan forventes at understøtte en yderligere udvikling af den økologiske fødevarerproduktion i Danmark. Desværre har gruppen ikke kunnet opnå enighed på alle områder. Den foreliggende udredning afspejler således konsensus for det store flertal af udvalget, mens især repræsentanten for Økologisk Landsforening har en anden opfattelse på flere centrale områder og derfor ikke har kunnet tilslutte sig.

Sammendrag

Økologisk jordbrug udgør ca. 7 % af det totale jordbrug i Danmark, og der er et politisk mål om at udvide denne andel til omkring det dobbelte. Danmark importerer for tiden større mængder af økologisk korn og proteinprodukter, som måske kunne produceres af danske økologiske landmænd. Samtidig står den økologiske produktion overfor udfordringer med hensyn til at reducere sin afhængighed af input fra konventionelle produktionssystemer, og danske økologiske varer har et problem med at konkurrere på prisen med importerede varer. Denne udredning retter sig mod mulighederne for gennem planteforædlingsrelaterede tiltag at støtte en udvidelse af den økologiske fødevarerproduktion i Danmark.

Den økologiske produktion af planter sker indenfor de rammer, der er fastsat i Økologiforordningen, som sætter regler for, hvilke forædlings- og dyrkningsmetoder, der kan accepteres i den økologiske produktion. Tidligere forskningsprogrammer med formål at støtte udviklingen af økologisk jordbrug har omfattet FØJO I (1996-2000), FØJO II (2000-2005) og FØJO III (2006-2010) samt det nuværende program Organic RDD. Ingen af disse programmer har haft væsentlige elementer rettet mod forædling af planter, selvom der er genereret vigtig viden om bl.a. såsædsproduktion og sorters sygdomsresistens til økologisk produktion. På den-

ne baggrund er der nu etableret en acceptabel produktion af økologisk såsæd for de store kornafgrøder, græs og kløver, mens de fleste mindre afgrøder stadig anvender konventionelt ubejdset udsæd. Det er kun på meget få områder lykkedes at finansiere en egentlig forædling af planter til økologi.

Forædlingen af nye plantesorter i Danmark og vores nabolande foregår næsten udelukkende i private forædlingsfirmaer i en kombination af internationalt samarbejde og konkurrence. På trods af en kraftig koncentration af forædlingsaktiviteterne har vi stadig forædling af nogle af de vigtigste landbrugsafgrøder som byg, hvede, kartofler, græs og kløver i Danmark. Disse aktiviteter finansieres i Danmark udelukkende gennem forædlerafgifter eller anden form for indtægt fra salg af udsæd. For den konventionelle produktion er der nu god dokumentation for, at denne forædling af planter i vores dyrkningsområde de sidste 50 år har genereret en konstant udbyttefremgang i korn på ca. 0,5% om året sammen med en tilsvarende årlig udbyttefremgang som følge af forbedrede dyrkningsmetoder. Der er endvidere indikationer for, at danske kornforædlere gennem de sidste 15-20 år, hvor der har været restriktioner på forbruget af kvælstof og pesticider i Danmark, har genereret kornsorter, som er bedre at dyrke med mindre input end deres konkurrenter i nabolandene og således har været en støtte for det danske konventionelle landbrug under omstillingen til mere miljøvenlig produktion. Sorter, som er genkendelige og stabile, så landmanden ved hvad han køber, og forædleren sikres indtægt, har været en vigtig faktor for denne positive udvikling mellem forædlingsvirksomhederne og planteproducenterne. I Danmark finansieres godkendelse og afprøvning af nye sorter primært af forædlerne.

Plantesorter, som anvendes i økologisk landbrug i dag, er for langt størstedelens vedkommende forædlet til det konventionelle system, mens den sidste opformering af såsæd, hvis det er muligt, gennemføres økologisk. Der er generelt ikke problemer med de metoder, der bruges til forædling af planter til konventionelt jordbrug i forhold til reglerne for økologi, når blot der ikke anvendes genetisk modifikation (GMO) i forædlingsprogrammet, og de vigtigste plantearter, som forædles til konventionelt landbrug, vårbyg, vinterhvede, græs, kløver og kartofler har også stor anvendelse i økologisk produktion, selvom deres procentvise betydning kan være forskellig for de to systemer. Samtidig har undersøgelser klart vist, at mange af de gener, der giver forøget udbytte i det konventionelle produktionssystem, også øger udbyttet under økologiske forhold, selvom de formentlig har mindre effekt på grund af forskelle mht. næringsstofforsyning og blandt andet konkurrencen fra ukrudt. Udover højt udbytte er en lang række ønskede egenskaber ved planterne de samme for økologer og konventionelle, selvom deres procentvise betydning kan være noget forskellig i de to produktionssystemer. Det er derfor klart, at økologisk landbrug har gavn af den omfattende planteforædling for konventionelt jordbrug, selvom ikke alle sorterne opfylder økologernes behov.

Sammenfaldende for den konventionelle og den økologiske produktion er der en række planteegenskaber, som gennem de senere år også har fået tiltagende betydning. Det gælder resistens overfor nogle af de sygdomme, som spredes med udsæd, og derfor vanskeliggør økologisk udsædsproduktion, bedre bageevne i hvede, samt bedre evne til at optage næringsstoffer fra jorden, både tidligt og senere i vækstforløbet kombineret med høj konkurrenceevne mod ukrudt. For de afgrøder, hvor der findes en god konventionel forædling, foreslås en støtteordning til finansiering af målrettet afprøvning af nye og eksisterende plantesorter for deres egnethed til økologisk dyrkning. En sådan ordning vil på kort tid kunne identificere flere økologisk egnede sorter, og stimulere det økologiske såsædsmarked, så det etablerede forædlingsystem begynder at fremstille sorter, der endnu bedre passer til det økologiske segment. I denne forbindelse er det vigtigt, at offentligt forsknings- og udviklingsarbejde sammen med

virksomhederne understøtter udviklingen med indsatser indenfor planters genetiske evner til at konkurrere med ukrudt, til at optage og udnytte næringsstoffer, for resistens mod sygdomme og for bedre kvalitetsegenskaber.

For økologisk jordbrug er lokal produktion af planteprotein til føde og human ernæring af stor betydning for at reducere afhængigheden af importeret soja. Det bedste protein fås fra soja, som imidlertid er relativt dårligt tilpasset det danske klima, og på nuværende tidspunkt præsterer for lave udbytter. Derfor bør der sættes på ærter, hestebønner og lupiner for at reducere afhængigheden af importeret soja, også selvom proteinet fra disse arter ikke helt kan erstatte sojaprotein. Det anslås at en femdobling af det eksisterende areal med disse arter er nødvendig for at tilfredsstille behovet for protein i økologisk produktion. For at stimulere denne udvikling foreslås et offentligt støttesystem til udvidet afprøvning af flere sorter af ærter, hestebønne og lupin for deres evne til at fungere i økologisk dyrkning under danske forhold. Endvidere bør staten sætte på basal og anvendt forskning for de pågældende arter med henblik på øget forståelse for deres resistens overfor sygdomme, bladlus, deres indhold af væksthæmmende stoffer, deres konkurrenceevne overfor ukrudt samt proteinkvalitet, både til foder og til human ernæring.

Økologiske jordbrugsprincipper

Økologisk landbrug bygger på principper om menneskets omgang med naturen, og disse principper er udmøntet i regler, for den økologiske produktion, f.eks. hvilke teknikker og hjælpemidler, der må anvendes (IFOAM 2012). Reglerne er udtryk for et kompromis mellem det, man gerne vil opnå, og den økonomiske virkelighed, som landbrugsproduktionen, forarbejdningen og afsætningen står i.

De økologiske produktionsregler er fastlagt i Økologiforordningen (Anonymous 2007). Den økologiske regeludvikling sker i EU regi i dialog med sektoren, herunder i regi af den internationale økologiorganisation IFOAM. Økologiforordningen tager udgangspunkt i nogle basale principper, som kræver at man:

1. respekterer naturens systemer og kredsløb og bevarer og fremmer jordbundens, vandets, planternes og dyrenes sundhed og deres indbyrdes balance
2. bidrager til en høj grad af biodiversitet
3. udnytter energi og naturressourcerne, herunder vand, jord, organiske stoffer og luft på en ansvarlig måde
4. overholder høje dyrevelfærdsstandarder og navnlig opfylder dyrs artsspecifikke adfærdsbehov

Forsknings- og udviklingsprogrammer for Økologisk Jordbrug

Indenfor de sidste 15 år har der været gennemført en række forsknings- og udviklingsprojekter for udviklingen af Økologisk jordbrugsproduktion i Danmark. Disse har omfattet FØJO I – III og det nuværende Organic RDD

Forskningsprogrammet FØJO I gennemførtes i perioden 1996 til 2000 som en samling delprojekter med deltagelse af en lang række aktører både indenfor avlere og forsøgsinstitutioner og universiteter (Tersbøl og Andreassen 2002). Især delprogrammet ”Strategiske og grundlagsskabende aktiviteter i økologisk jordbrug med vægt på biologiske og miljømæssige aspekter” finansieret af det Strategiske Miljøforskningsprogram (SMP) samt delprogrammet

”Produktionsorienterede forsknings- og udviklingsopgaver i økologisk jordbrug” finansieret fra Fødevarerministeriet var rettet mod planteproduktion og dens bæredygtighed i forhold til det omgivende miljø. Resultaterne indikerede komplicerede sammenhænge mellem en lang række både biologiske og ikke biologiske dyrkningsfaktorer af betydning for det økologiske dyrkningssystem. For planteproduktionen var fokus i FØJO I især planternes forsyning med kvælstof samt deres konkurrence med ukrudt som afgørende faktorer for produktionen. For kvælstofforsyningen var det klart, at kvælstoffiksering fra kløvergræs er af afgørende betydning, og der blev udviklet bedre strategier både for anvendelsen af kløvergræs i sædskifterne samt for anvendelse af husdyrgødningen gennem bedre teknik til bl.a. kompostering for at undgå tab ved udvaskning. Det blev klart, at kløvergræs i sædskifte enten til nedpløjning eller til kvægfoder kan levere mængder af kvælstof sammenlignelige med dem, der anvendes i konventionelle brug, men det kræver, at en del af arealet dyrkes for denne afgrøde, og der er betydelige problemer med at få gjort kvælstoffet tilgængeligt for planterne, når de har brug for det. Med hensyn til ukrudt blev der i FØJO I fokuseret på problemerne med ukrudtsarter, som formeres med frø, og der blev udviklet bedre strategier til kontrol af disse ukrudtsarter i en række forskellige afgrøder, fortrinsvis baseret på udnyttelsen af sædskifter eller mekaniske tiltag som ukrudtsharvning og hypning af kartofler. Forskningsprogrammerne under FØJO I omfattede endvidere en større indsats omkring jordens fertilitet.

I det efterfølgende FØJO II økologiske forskningsprogram fra 2000-2005 gennemførtes indenfor planteproduktion 13 forskellige projektområder, som bl.a. førte til udgivelsen af såkaldte ”Vidensynteser” for forskellige forsknings- og produktionsområder. Der er herunder bl.a. gennemført forskningsprojekter: ”Sund udsæd til økologisk produktion af korn og bælg-sæd”, ”Egenskaber ved sorter af vårbyg til økologisk dyrkning” og ”Bælgsæd i økologisk dyrkning – forbedring af sygdomsresistens”. Af særlig interesse for denne udredning er vidensyntesen: ”Forædling af korn og bælg-sæd samt produktion af såsæd i økologisk jordbrug” (Kristensen et al 2001). Vidensyntesen opfordrede kraftigt til en indsats for at sikre såsædsproduktionen bl.a. ved at løse problemerne med udsædsbårne sygdomme. Endvidere opfordredes til etablering af specielle forædlingsprogrammer omfattende selektion for egenskaber, som er vigtige for økologisk produktion. Ti år efter vidensyntesen kan det konstateres, at disse ting ikke eller kun i meget begrænset omfang er gennemført. Markedet for økologisk såsæd har for de fleste kornarter kunnet finansiere en såsædsproduktion, som opfylder behovet, mens det for andre afgrøder, bl.a. mange grønsager ikke er tilfældet. Kun på meget få områder har markedet kunnet finansiere egentlig forædling af sorter specielt for økologisk produktion.

Endvidere er der i perioden 2006-2010 gennemført et tredje forskningsprogram FØJO III, med det overordnede formål at bidrage til en bæredygtig udvikling af økologiske fødevarer-systemer og til at styrke integriteten i den økologiske sektor i relation til de økologiske principper. Centralt for denne udredning var projektet: Høj frøkvalitet (Boelt 2012) hvis hovedformål var, at opretholde integriteten i økologisk jordbrug gennem produktion af GMO-fri udsæd af høj kvalitet i plantearter og sorter med særlig værdi for økologer. Projektet har bl.a. studeret effekten på plantesygdomme af samdyrkning mellem korn og bælg-sæd, hvordan denne samdyrkning påvirker kvalitet, samt fundet konventionelt forædlede sorter af triticale, der har resistens overfor den udsædsbårne sygdom stinkbrand. Under DFFE er der 2009 bevilget midler til et projekt Bioteknologisk hvedeforædling til økologisk landbrug (Anonymous 2009).

Fra 2011 er der iværksat en række økologisk orienterede forskningsprojekter under Organic RDD finansieret fra Fødevarerministeriet under ”Grønt udviklings- og Demonstrationspro-

gram, GUDP (90 Mio kr.). Ingen af disse projekter retter sig mod forædling. Fra 2012 og de næste fire år er der afsat en særlig årlig pulje på 5 mio. kr. til forædling og sortsafprøvning til økologisk produktion under GUDP.

Forædling af planter til jordbruget

I Danmark bruges ca. en procent (100 Mio Kr.) af planternes produktionsværdi til fremstilling af nye bedre sorter af især hvede, byg, kartofler og græs. Opformering og fremstilling af udsæd til brug for producenterne koster yderligere ca. 10 gange dette beløb (1 Mia Kr.). I dag foregår stort set al forædling af plantesorter i Danmark i privat regi finansieret gennem forædlerafgifter eller anden form for indtægt fra salg af udsæd. Denne udsædsbestemte indtægt til de private forædlere bestemmer således også i høj grad, hvilke plantearter og sortstyper, der i praksis forædles. Hvis indtægterne fra salg af udsæd for en art eller en type af sorter bliver for lille, så vil private firmaer i området opgive at forædle de pågældende arter og sorter.

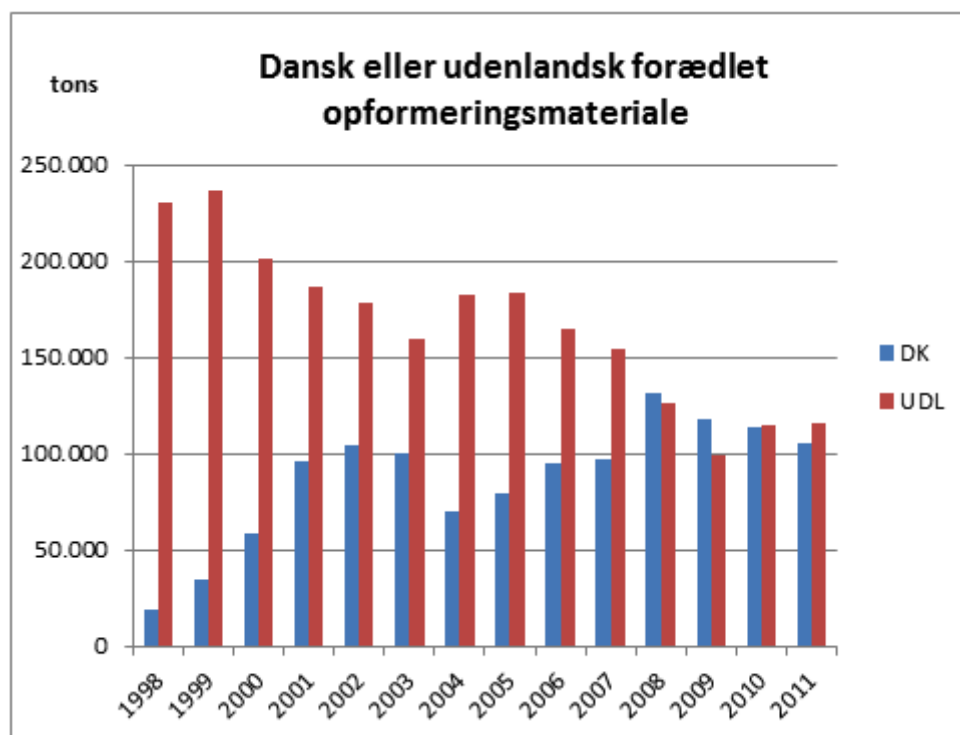
Planteforædlingen i Danmark må ses som en del af en større helhed afhængig af, hvilken plantearart der forædles. For forædlingen af korn (byg og hvede) og kartofler har de danske forædlere stadig et stort hjemmemarked af udsæd til danske producenter, men de må for at opnå rentabilitet alligevel hele tiden forsøge også at sælge deres sorter i vores nabolande som Tyskland, Holland, Frankrig, Polen, Sverige, England og andre områder i Europa. På samme måde vil private forædlingsfirmaer i disse europæiske lande forsøge at afsætte udsæd af deres sorter i Danmark. Derfor foregår forædlingen af sorter af korn og kartofler i meget hård konkurrence om, hvem der kan lave de sorter, der passer bedst til producenterne og forbrugerne i hele Nordeuropa. Sammen med konkurrencen følger også et udbredt samarbejde om forædlingen mellem firmaer på tværs af landegrænserne med gensidig afprøvning af hinandens sorter og udveksling af nye plantelinjer og ideer, så der for korn og kartofler på en måde er tale om et stort sammenhængende forædlingsprogram for området. For forædlingen af plæne- og fodergræssorter gælder stort set de samme regler, men afsætningsområdet for græssorter er mere globalt. Det meste græsfrø afsættes stadig i Europa, men betydelige markeder findes også i Amerika, Australien, New Zealand og Asien, hvorfor afprøvnings og samarbejdsområdet her er geografisk langt større. Der er nu god dokumentation for, at denne forædlingsindsats sammen med bedre dyrkningsmetoder for vores dyrkningsområde har betydet en årlig forbedring af kornudbyttet på ca. én procent over de sidste 50 år. Generelt kan ca. halvdelen af denne udbytteforøgelse per år tilskrives forædlingen, men der er tegn på, at denne forædlingsandel af fremgangen er blevet større i de sidste årtier (Mackay et al 2011). For Danmark viser vinterhvede nogen tegn på stagnerende udbyttefremgang siden 1990, måske på grund af reduceret input af kvælstof samt andre ændringer i dyrkningen, mens der stadig er tegn på, at fremgangen som følge af planteforædling fortsætter (Petersen et al. 2010).

Gennem de sidste 50 år har den private forædling i Nordeuropa gennemgået en kraftig strukturudvikling fra mange små ofte familiebaseerede forædlingsfirmaer til langt færre og større firmaer hver med aktiviteter i mange europæiske lande. Denne koncentration af investeringer og viden er affødt af den ovenfor nævnte kombination af konkurrence og samarbejde om, hvem der mest effektivt kan tilfredsstille ønskerne fra producenter og forbrugere. Det betyder også, at investeringerne er mindre bundet til deres ophavslande eller områder. Af nød eller lyst flytter man forædlingsaktiviteterne hen, hvor det er mest effektivt. Lokalt for Danmark har vi imidlertid stadig kunnet fastholde to forædlingsfirmaer for korn (NordicSeed og Sejet PlantBreeding) samt to firmaer for græs og kløver (DLF-Trifolium A/S og Hunsballe Frø A/S) og et firma for kartoffelforædling (Landbrugets Kartoffelfond). Dette har været muligt

på trods af, at store firmaer som Monsanto, Syngenta og BASF i de sidste årtier har investeret kraftigt i forædling af afgrødeplanter.

Det er et resultat af den ovenfornævnte strukturudvikling i forædlingsaktiviteterne, at der generelt ikke forædles sorter specielt til nicheproduktioner, herunder økologisk produktion, fordi disse ikke aftager tilstrækkeligt meget udsæd til at finansiere separate forædlingsprogrammer. For en del arter f.eks. kartofler har udviklingen endvidere medført, at flere sorter, som dyrkes i Danmark, er forædlet i udlandet uden direkte at være udvalgt for det danske dyrkningsmiljø eller økologi.

Gennem de sidste 15 år er Danmark gået betydelig foran sine nabolande med hensyn til restriktioner på kvælstoftilførsel og forbrug af pesticider i planteproduktionen, hvilket gradvist har ændret rammerne for den konventionelle produktion i forhold til vores naboer. Samtidig har vi oplevet en tydelig stigning i andelen af det danske landbrugsareal, der er dyrket med sorter forædlet i Danmark, mens dyrkning af sorter forædlet i udlandet er gået tilsvarende tilbage i Danmark (Figur 1.) Ændringen i sortsvalg kan delvis tilskrives, at danske forædlere i perioden har fremstillet sorter med bedre sygdomsresistens og bedre udnyttelse af næringsstoffer, som bedre passer til det reducerede input end de sorter, der er forædlet i udlandet. På denne måde har den lokale danske forædling formentlig været en afgørende støtte under omstillingen af den danske landbrugsproduktion mod mindre miljøbelastning, en støtte, som vi næppe havde fået, hvis forædlingen udelukkende var foregået i udlandet.



Figur 1. Mængder af dansk (DK) eller udenlandsk (UDL) forædledede plantesorter opformeret til dyrkning i Danmark, perioden 1998-2011 under indførelse af miljørestriktioner på planteproduktionen. Kilde: Naturerhvervsstyrelsen

En væsentlig faktor for den positive udvikling mellem forædlingsvirksomhederne på den ene side og planteproducenterne på den anden side har været et klart defineret sortsbegreb. Plantesorter skal være genkendelige og stabile over tid, for at man kan kende sorten, når den op-

formeres og handles som såsæd. Både genkendelighed og stabilitet fordrer en vis grad af genetisk ensartethed afhængig af plantearten, men derudover må sorter af landbrugsplanter normalt også bevise deres værdi gennem flerårige dyrkningsforsøg, hvor deres udbytte og andre egenskaber, som resistens og kvalitet vurderes i konkurrence med andre sorter af arten. I Danmark afprøves nye sorter flere forskellige steder i landet i to år, før de evt. optages på sortliste. Denne afprøvning sammen med sorterens genkendelighed sikrer, at forædleren får sin forædlerafgift og dermed finansiering af videre forædling. Samtidig giver sortsbetegnelsen landmanden sikkerhed for, hvad han køber, når han investerer i såsæd. Afprøvningen af nye sorter er fuldt finansieret af forædleren.

Økologiens forhold til planteforædling

Økologiens forhold til planteforædling gennemgås i store træk i Anonymous (2001). I det store og hele accepterer økologer de almindelige metoder, der anvendes til forædling af nye plantesorter. Faktisk er der kun én uomgængelig undtagelse, og det er, at gensplejsning ikke må være anvendt. Med gensplejsning menes både cis- og transgenese, men også cellefusion.

Med hensyn til anvendelsen af specielle teknikker i forædlingen, så er der indtil videre ikke forbud mod at bruge kromosomfordoblede haploider og hybrid-sorter til forædling af sorter, der kan anvendes i økologisk jordbrug (Anonymous 2011). Det diskuteres i økologiske kredse, hvorvidt disse metoder burde forbydes. Ligesom for GMO, så er hovedargumentet, at der i haploidforædlingen anvendes metoder, bl.a. kemikalier, som ikke er tilladt i økologisk landbrug. Derfor mener nogle økologer, at disse forædlingsmetoder også bør forbydes i den økologiske planteforædling.

Genetiske markører er en nyere bioteknologisk metode, som for tiden udvikles hurtigt og vinder udbredelse i planteforædlingen. Markør assisteret selektion (MAS) ændrer ikke i sig selv no-

GMO, cis- og transgenese, cellefusion i planter. Haploider og hybrid-sorter.

GMO er Genetisk Modificerede Organismer, som omfatter alle levende organismer, der er blevet modificeret ved gensplejsning. Dette vil sige, at et eller flere af organismens gener har været isoleret i et laboratorium og efter kemisk modifikation indsat og bragt til at fungere i organismen.

Cis-gene planter dækker over GMO planter, hvor de indsatte gener kun stammer fra den samme planteart.

Trans-gene planter er GMO planter, som har fået indsat konstruktioner af gener, der helt eller delvis stammer fra andre organismer, f.eks. fra bakterier.

Cellefusion dækker over teknik til sammensmeltning af planteceller fra forskellige forældreplanter, enten fra den samme art eller fra forskellige arter. Når de sammensmeltede celler derefter udvikles til planter har disse ofte genetiske egenskaber fra begge forældre.

Haploider og hybrid-sorter

Haploidteknik til forædling omfatter metoder til opfostring af planters æg eller pollen til planter med halveret kromosomtallet (haploide). I nogle systemer kopierer planten selv sine kromosomer, i andre tilfælde behandles den kemisk for at opnå kromosomkopieringen. Kromosomfordoblede haploider giver stabilt afkom og kan spare 3-4 generationer i forædlingsprogrammer af byg, hvede og raps.

Hybrid-sorter er sorter hvis brugsfrø er fremstillet gennem krydsning mellem to eller flere indavlede forældrelinier. For krydsbestøvende arter er hybrid-sorter ofte mere højtydende og ensartede, end mere simple sorter, til gengæld er hybridfrøet normalt mere kostbart. For at kontrollere krydsningen under fremstillingen af hybridfrø anvendes nogle gange særlige kemikalier eller plantelinier, som er afledt fra cellefusion.

get ved planterne, men er blot et hjælpemiddel til hurtigere og lettere at finde de planter i forædlingsmaterialet, som har de bedste egenskaber. Dette gør, at der ikke er problemer med anvendelse af denne bioteknologiske teknik i forhold til de økologiske principper, selvom de mødes med modvilje i visse økologiske kredse. Udviklingen af genetiske markører til udvalg for vigtige egenskaber er kostbar og især forskning indenfor økologisk landbrug har begrænsede ressourcer, hvorfor det er et spørgsmål om prioritering. Her vil den økologiske landbrugsproduktion kunne nyde godt af de mange egenskaber fælles med det konventionelle landbrug, som MAS udvikling kan rettes mod. Dermed kan udviklingen af ny teknologi ske fælles med de langt større ressourcer for forædling for konventionel produktion, og man undgår en stærk samling af alle ressourcer for sortsudvikling for økologi omkring en eller nogle få arter eller sorter.

Genetiske markører i forædlingen af planter bruger de samme teknikker, som anvendes til fingerprinting (DNA analyse) i mennesker til genkendelse af individer eller tilstedeværelsen af bestemte gener i deres genom. Til planteforædling udvikles teknikken for tiden hurtigt til samtidig genkendelse af mange forskellige gener, så værdien af nye planter i forædlingsprogrammerne kan bestemmes tidligt ud fra en fingerprint.

Behovet for specielle økologiske forædlingsprogrammer.

De sorter, som anvendes i økologisk landbrug i Danmark i dag, er for langt hovedparten sorter, der er forædlet til konventionelt landbrug. I nogle tilfælde, men langt fra altid er sorterne også udvalgt efter, hvordan de forventes at klare sig under de dyrkningsmæssige forhold i økologisk landbrug. Et interessant spørgsmål er, i hvilket omfang den omfattende konventionelle forædling også kommer økologer til gode, når de dyrker de konventionelt forædlede sorter? En række plantearter f.eks. vårbyg til foder og malt, vinterhvede, græs, kløver og kartofler forædles kommercielt under konventionelle forhold. Alle disse arter har også betydning for den økologiske produktion, selvom f.eks. vinterhvede betyder forholdsvis mindre for økologerne end for de konventionelle avlere.

Der er en række undersøgelser af plantesorters udbytte, som viser en klar sammenhæng mellem, hvor godt den samme sort yder under hhv. økologiske og konventionelle dyrkningsforhold (Przystalski et al 2008, Burger et al 2008, Vlaschostergios and Roupakias 2008). Det er sandsynligt, at sorter, som generelt giver høje udbytter i konventionelle systemer også i gennemsnit yder godt i økologiske produktionssystemer. Med hensyn til udbyttens niveau er der derfor god grund til at tro, at plantesorter, som er forædlet til konventionelle dyrkningssystemer også er fordelagtige at dyrke for økologiske producenter. Det er imidlertid ikke sikkert, at alle sorter, som fungerer godt i det konventionelle landbrug også er gode til økologisk produktion, fordi de økologiske produktionssystemer stiller andre udfordringer til blandt andet resistens overfor sygdomme og til konkurrence overfor ukrudt. Det afvises hermed heller ikke, at en direkte forædling af nye sorter specielt for økologisk jordbrug, som foreslået af Löschenberger et al (2008) ville kunne producere sorter, som er bedre end dem, man nu får fra den eksisterende konventionelle sortsforædling. Det viser blot, at de gener, som basalt bestemmer høstudbytte, er stort set de samme i konventionel og økologisk produktion, hvorfor den selektion for udbytte, som i dag finder sted under konventionelle forhold også er til gavn for økologiske dyrkere.

Tabel 1. Plantearter af betydning for økologisk landbrug, hvor der sker vidtgående konventionel forædling for det danske dyrkningsområde			
Planteart	Økologisk/Totalt areal, tal fra 2010	Interesse for økologer	Forædlingsaktiviteter
Vinterhvede	4.925/750.000 ha	Stinkbrand resistens, bagekvalitet bedre ukrudtskonkurrence ved lavt næringsstofniveau, hvor der ikke anvendes mineralsk gødning	Danmark og nabolande
Vårhvede	5.625/14.000 ha	Stinkbrand resistens, bagekvalitet bedre ukrudtskonkurrence ved lavt næringsstofniveau, hvor der ikke anvendes mineralsk gødning	Sverige, Tyskland m.m.
Rug	7.401/52.000 ha	Resistens mod Stængelbrand og meldrøjer	Tyskland
Triticale	1.250/42.000 ha (var i 2009 ved nedbrud af resistens 7850 ha)	Resistens mod blad sygdomme	Tyskland, Sverige, Danmark
Vinterbyg	946/144.000		DK og nabolande
Vårbyg	12.590/431.000 ha (modenhed) 4.225 ha (helsæd)	Bygstribesygge, bygbladplet, bedre ukrudtskonkurrence ved lavt næringsstofniveau, hvor der ikke anvendes mineralsk gødning	Danmark og nabolande
Havre	7.619/57.000 ha	Bedre kvalitet, havre nematoderesistens	Sverige, Norge, Finland, Canada
Raps	500/16.500 ha	Jordloppe resistens	Danmark, Sverige, Tyskland m.m.
Kartofler	1.217/38.000 ha	Skimmelresistens	Danmark og nabolande
Græs og kløver (Kløvergræs)	60.629/540.000 ha	Kløvergræs til foder Bedre varighed (persistens) i rødkløver Tidlig forårsvækst i hvidkløver	Danmark og nabolande
Kløver		Til grøngødning	Danmark og nabolande

Der findes mange egenskaber, som er fælles for konventionel og økologisk forædling, selvom de ofte vægtes forskelligt i de to systemer. Størrelsen af høstudbyttet er af afgørende betydning for begge produktionssystemer, og for de økologiske producenter er det lavere udbytte i økologisk produktion en af årsagerne til den højere pris på økologiske produkter. En høj grad af resistens overfor en række forskellige plantesygdomme er også fælles for de to systemer

f.eks. Fusarium og bladsygdomme, selvom nogle sygdomme er mere alvorlige i det økologiske system, fordi man her ikke kan anvende pesticider, mens andre er af mindre betydning pga. bedre sædskifter. Konkurrence overfor ukrudt er en anden meget kompliceret egenskab af stor betydning for det økologiske jordbrug, fordi man ikke kan anvende ukrudtsmidler. Denne sidste egenskab vil imidlertid også blive af afgørende betydning for den fremtidige konventionelle produktion, hvis man vil reducere anvendelsen af pesticider.

Der findes imidlertid visse egenskaber, som er meget ønskværdige for økologisk produktion, men som har begrænset betydning for de konventionelle avlere, og som derfor ikke forædles særlig meget i det eksisterende konventionelle forædlingsystem. Resistens overfor sygdomme, som spredes ved frøet, f.eks. stinkbrand i vinterhvede og bladplet, nøgenbrand og stribesyge i vårbyg har betydning for den økologiske såsædsproduktion, som kræver, at den sidste opformeringsgeneration sker uden brug af kemikalier. I nogle år kasseres 20-50% af såsæds-partierne på grund af for høje forekomster af sådanne udsædsbårne sygdomme (Nielsen et al 2006). Vinterhvedens bagekvalitet og differentieringen i forhold til forskelle i fx smag er en anden egenskab, som har en forøget interesse for begge produktionsformer, men interessen er særligt udtalt hos økologerne, hvor afgrøderne samtidig ofte dyrkes med mindre kvælstoftilførsel.

Etableringen af forædlingsprogrammer specielt rettet mod økologiske produktionssystemer

vil være meget kostbare og vil næppe kunne finansieres af erhvervet gennem det begrænsede økologiske frømarked. Forædlerne vil ikke blot kunne yde en sådan service for det økologiske landbrug uden at få store økonomiske tab, medmindre der tilvejebringes et større marked for frø til specielt økologisk produktion lokalt eller regionalt. For plantearter, hvor der allerede foregår en omfattende forædling til den konventionelle produktion, vil det derfor for økologerne være oplagt at udnytte dette gennem en målrettet afprøvning, for at identificere de konventionelt forædlede sorter, der egner sig bedst til dyrkning under økologiske forhold. Et sådant afprøvningssystem for nye sorters anvendelighed i økologisk dyrkning er etableret siden sidst i 1990'erne i regi af Videntretet for Landbrug for blandt andet vårbyg. Med den nuværende ordning betales udgifterne til sådan afprøvning af sorterens egnethed for økologi af forædleren i nogle tilfælde støttet af projektmidler. Det har vist sig vanskeligt at finansiere denne økologiske afprøvning i tilstrækkelig grad på grund af den begrænsede afsætning af

Afprøvning eller forædling til økologisk landbrug - korn

Et fuldt økologisk forædlingsprogram for vårbyg anslås at koste i størrelsesordenen 3 mio. kr. årligt. Det er dog muligt at sænke omkostningerne til 1,5 – 2 mio. kr. årligt, såfremt det økologiske forædlingsprogram kan køre sideløbende med et konventionelt forædlingsprogram og dele en række fælles faciliteter. (www.landbrugsinfo.dk 2012)

Det økologiske vårbyg areal (13.000 ha. i 2011) vil generere omkring 1 mill. kr. i forædlerafgifter, der efter fradrag for omkostninger til at holde sorterne på sortslisten vil kunne anvendes til forædling. Der vil således skulle dyrkes mindst dobbelt så meget vårbyg end det nuværende areal eller der skal satses på eksport til vore nabolande for at financiere et forædlingsprogram for arten.

Afprøvning af en konventionelt forædlet sort for anvendelighed til økologi koster 30 000 kr. Man vil således årligt kunne afprøve 50-100 konventionelt forædlede sorter for anvendelighed til økologi for den pris et forædlingsprogram koster.

Mens helt ny sortsudvikling vil tage ca 10 år, så giver afprøvningen af eksisterende sorter resultater i løbet af 3-4 år.

økologisk såsæd.

En effektiv måde at støtte hurtig udvikling mod en større økologisk produktion i Danmark kunne således være en støtteordning til mere omfattende målrettet afprøvning af sorter for økologisk dyrkning, som kunne bevirke, at flere konventionelt eller decideret økologisk forædlede plantesorter blev afprøvet for deres dyrkningsværdi under økologiske dyrkningsforhold. Dette vil formentlig relativt hurtigt føre til et større udbud af sorter, som egner sig til økologisk produktion, samt en bedre vejledning af de økologiske dyrkere med hensyn til, hvilke sorter og arter de skal dyrke. Samtidig ville det stimulere afsætningen af såsæd af sådanne sorter og dermed yderligere stimulere både forædling og afprøvning af nye sorter og plantearter for økologiske anvendelser. Hvis der med sådanne tiltag etableres et større marked for økologisk såsæd, vil flere forældre i fremtiden lave sorter specielt til dette segment.

Derudover er det vigtigt fra det offentlige at støtte udviklings- og forskningssamarbejde med de etablerede forældre for de mest betydende plantearter med henblik på at introducere sygdomsresistens og kvalitet af særlig betydning for økologisk landbrug. Allerede nu er der flere steder i Europa etableret private forædlingsprogrammer for økologisk landbrug. Således har firmaerne Vitalis (Enza Saaden) og Bejo etableret økologisk forædling af grønsagssorter, mens Kultursaat AG (Bingenheimer) og Rein Saat i Østrig har fuldt program for grønsagsforædling, som i hele forædlingskæden fungerer under økologiske betingelser. Darzau Getreidezuchtung, Dottenfelder Hof og Getreidezuchtung Peter Kunz, har forædling af alle kornarterne under økologiske betingelser, og Edelhof og Saatbau Linz har programmer, der foregår under økologiske forhold med henblik på det økologiske marked. Getreidezuchtung Peter Kunz i Schweiz, som er det ældste rent økologiske forædlingsprogram i Europa, har nu en markedsandel på 75-80 % af det økologiske marked for korn i Schweiz. Noget tyder altså på, at de økologiske landmænd i Schweiz har en præference for sorter fra et rent økologisk forædlingsprogram. Der udbydes endvidere kartoffelsorter specielt til økologisk produktion: kartofler med sigte på økologisk avl, bl.a. Bionica (fra Meijer), Tuluca (fra Agrico) og Sarpo Mira (fra Danespo). Anders Borgen har startet et meget lille forædlingsprogram for bl.a. byg, hvede, hirse og spelt, der som det eneste i Danmark foregår økologisk.

Arter af særlig interesse for økologisk produktion

Selvom de fleste afgrøder er fælles for konventionelt og økologisk landbrug, så adskiller afgrødefordelingen i det økologiske landbrug sig en del fra fordelingen i konventionel produktion. Således er vårhvede en af de mest dyrkede arter i økologisk landbrug, mens den fylder mindre forholdsmæssigt i det konventionelle landbrug. Også dyrkning af kløver-græs blandinger er relativt mere udbredt i økologisk end konventionelt landbrug. I tabel 2 nævnes nogle afgrøder, som efterspørges af økologiske landmænd, men som spiller en relativt mindre rolle konventionelt. For disse afgrøder er der derfor heller ikke er nogen egentlig forædling af sorter til det danske dyrkningsområde.

Af kornarterne i tabel 2 må nøgen byg, nøgen havre og spelt betegnes som nicheafgrøder, dog med en betydelig interesse for specialprodukter. En række kløverarter anvendes i det økologiske landbrug til kvælstoffiksering enten ved dyrkning i rækker mellem andre afgrøder, eller som mellemafgrøder til nedpløjning. For at stimulere en udvikling med flere anvendelige sorter, som er egnede for økologisk produktion i sådanne arter, bør der gennemføres målrettet afprøvning til økologisk landbrug af flere sorter fra udlandet.

Tabel 2. Plantearter af økologisk interesse, hvor der lidt eller ingen forædling for det danske dyrkningsområde		
Planteart (øko-areal 2010)	Økologisk interesse	Forædlingsaktiviteter
Nøgen byg	Sorter med speciel farve etc. til human konsum, foder med højere fordøjelighed	Tyskland: Getreidezüchtung Darzau
Nøgen havre	Human konsum og foder, kun få sorter i Danmark	Canada
Spelt	Modtagelig for stinkbrand, sorter uden indblanding af hvede med bedre udbytte	Schweiz
Rødkløver og andre kløverarter	Mere persistens til kløvergræsmarker,	Tjekkiet, Sydeuropa, Danmark
Lucerne		
Ært (1492 ha modenhed, 2617 ha helsæd)	Resistens mod lejesæd, lus, ærtesyge, konkurrence mod ukrudt	Tyskland, Frankrig
Hestebønne (766 ha)	Usikkert udbytte, Bedebladlus	England/Tyskland/Polen
Lupin (smalbladet) (611ha)	Ukrudtskonkurrence og fordøjelighed, kan erstatte soja Udbytte og tidlig høst	Frankrig, (Danmark)
Sojabønne	Er endnu ikke tilpasset Danmark	Sydeuropa, USA

Ært, hestebønne og lupin i Tabel 2 har en vigtig potentiel funktion som proteinkilder i det økologiske landbrug til især enmavede dyr som svin og fjerkræ, selvom proteinet fra disse arter ikke helt kan erstatte sojaprotein. Det er erfaringsmæssigt svært at hæve proteinindholdet væsentligt i korn uden kraftig udbyttenedgang, og proteinet i korn har generelt dårlig sammensætning af aminosyrer. Den ernæringsmæssigt bedste protein fås fra soja, men denne plante er relativt dårligt tilpasset vores klima og præsterer ikke konkurrencedygtige udbytter (Petersen 2011). Ærter dyrkes og forædles syd for Danmark, og selvom de har været dyrket en del også i Danmark, så har de generelt problemer med lejesæd, sygdomme og ukrudt under danske forhold. Hestebønner dyrkes og forædles meget i England og Tyskland, både til foder og til human konsum, men de nu kendte sorter har problemer som følge af angreb af bladlus og en ofte for sen afmodning. Smalbladet lupin forædles og dyrkes bl.a. i Frankrig. Der er udviklet sorter af lupin i Danmark med særlig determineret vækst, men de har stadig dårlig konkurrenceevne overfor ukrudt, selvom ukrudtsharvning kan løse noget af problemet.

For at løse økologiens problemer med proteinforsyning til enmavede dyr kræves en ca. femdobling af arealet fra de nuværende 5.500 ha til 27.000 ha (Olsen 2011). En udvidet afprøvning af eksisterende sorter forædlet andre steder for deres anvendelighed i Danmark og til økologiske dyrkningssystemer kunne være et hurtigt middel til at skaffe flere og bedre sorter til de økologiske avlere. Dette vil igen stimulere såsædsmarkedet og dermed indirekte forædlingen af sorter, som endnu bedre egner sig til økologisk dyrkning i Danmark. Endvidere bør der fra statens side satses på basal og anvendt forskning indenfor de pågældende arter for at øge vores forståelse for planternes resistens overfor sædskiftesygdomme, bladlus og indhold af væksthæmmende stoffer samt deres evne til at konkurrere med ukrudt samt deres protein-kvalitet (aminosyresammensætning). I forbindelse med f.eks. afprøvningen af hestebønnesorter kunne man udvikle et præforædlingsprojekt i samarbejde med insektspecialister i Dan-

mark og Sverige, for at få en bedre og sikrere test for, hvor hurtigt bedeblandlusen opformerer på de forskellige sorter. En sådan test vil kunne give sorter med større dyrkningssikkerhed og samtidig lede til videre genetisk kortlægning af de gener, der bestemmer resistensen, så forædlerne effektivt kan indbygge den i nye sorter. For smalbladet lupin bør der ligeledes foretages en udvidet afprøvning af eksisterende sorter. På baggrund af afprøvningsresultater bør det derefter vurderes, om der er belæg og muligheder for med succes at etablere et præforædlingsprogram i samarbejde med forskere og afprøvning.

Egenskaber af betydning for forædling for økologisk jordbrug.

Konkurrenceevne overfor ukrudt

I de fleste afgrøder bekæmpes ukrudt i konventionelt landbrug med pesticider. Undtaget er en stor del af græsmarkerne og visse specialafgrøder, hvor der ikke findes godkendte herbicider på markedet. I økologisk landbrug bekæmpes ukrudt enten mekanisk med radrensning og ukrudtsharvning eller ved brænding. Alternativt bekæmpes ukrudtet helt eller delvist ved at sikre, at kulturplanterne har tilstrækkelig konkurrenceevne samt gennem sædskiftet.

Det genetiske grundlag for dyrkede planters konkurrenceevne overfor ukrudt er endnu kun lidt forstået. Egenskaber som tidlig dækning af dyrkningsarealet samt høje planter senere i vækstsæsonen medfører skygning og dermed hæmning af ukrudtsfloraen, men det genetiske grundlag for disse egenskaber og sammenhængen mellem dem og udbyttet er dårligt forstået. Nogle planter af f.eks. rug udskiller kemiske forbindelser fra rødderne, hvorved de hæmmer udviklingen af ukrudt. Sorter af rug og hvede med sådanne allelopatiske egenskaber har bl.a. været studeret i Sverige, men har endnu ikke fundet anvendelse i praksis. For økologisk jordbrug, hvor næringsstofforsyningen er lav, har rodudviklingen sammen med røddernes evne til at optage de næringsstoffer, der frigives fra jorden formentlig også en afgørende betydning for planternes evne til at konkurrere med ukrudt. Også det genetiske grundlag for disse egenskaber er endnu meget lidt kendt.

En udforskning af det genetiske grundlag for effektiv ukrudtskonkurrence og dets relationer til udbytte og kvalitetsegenskaber i vigtige dyrkede planter vil kræve en mere langsigtet basal forskningsindsats, som vil have stor betydning både for den økologiske produktion, men også for det konventionelle landbrugs muligheder for i fremtiden at nedbringe anvendelsen af pesticider i produktionen. En sådan indsats for at afdække vigtige komponenter for dyrkede planters konkurrenceevne med ukrudt bør omfatte både konkurrence under høje og lave næringsstoffniveauer.

Næringsstof-forsyning

I økologisk landbrug er næringsstofforsyningen mere begrænset end i konventionelt landbrug, først og fremmest fordi økologiske landbrug ikke må anvende handelsgødning, og kun i begrænset omfang kan indkøbe husdyrgødning, når anvendelsen af konventionel husdyrgødning er udfaset i 2021. Planter, der har evne til at producere ved lavt næringsstoffniveau, er derfor at foretrække på mange økologiske landbrug. Planternes forsyning med næringsstoffer, fortrinsvis kvælstof og fosfor under økologiske forhold er i imidlertid ikke kun et spørgsmål om, hvor meget gødning der tilføres, men bestemmes også af, hvornår næringsstofferne frigøres, så de kan optages af planterne. Specielt næringsstoffer fra planterester eller husdyrgødning frigøres ofte over længere tid og ofte på tidspunkter, hvor planterne ikke eller kun i ringe grad kan optage og udnytte dem.

Med de lovbestemte begrænsninger i tilførsel af kvælstof og fosfor i konventionel planteproduktion har planternes evne til at optage næringsstoffer, som findes i lave koncentrationer, også været interessant for konventionelle producenter gennem længere tid. Formentlig er der allerede gennem de sidste 15-20 års forædling i Danmark under forhold med reduceret næringsstofftilførsel blevet forædlet sorter med bedre næringsstofudnyttelse. Se Figur 1.

Også det videnskabelige grundlag for planters genetisk bestemte evne til at optage og udnytte næringsstoffer er dårligt forstået. Der er derfor brug for en generel udviklings- og forskningsindsats for at belyse den genetiske baggrund for planters evne til at producere effektivt under forhold med lav forsyning af næringsstoffer. Resultaterne vil kunne anvendes ikke blot til at forbedre produktionen i økologisk jordbrug, men formentlig også til bedre produktion i konventionelle brug med reduceret tilførsel af handelsgødning. Disse egenskaber må ses i sammenhæng med planterens evne til at konkurrere med ukrudt, som beskrevet ovenfor.

Sorter med høj grad af sygdomsresistens

Planter i fødevarerproduktionen angribes generelt af en lang række forskellige sygdomme, som også findes i naturen, men som i dyrkingssystemerne udvikles til alvorlige epidemier, hvis der ikke gribes ind. Et vigtigt middel til at kontrollere sygdomsproblemer består i forædling af sorter, som er resistente eller modstandsdygtige overfor de vigtigste sygdomme. Da sygdommene hele tiden ændrer sig, må sortsudviklingen følge med for at sikre sundt dyrkningsmateriale. De fleste sygdomme kan bekæmpes med pesticider, men det er ikke tilladt i økologisk produktion.

Tabel 3. Betydningen af nogle udsædsbårne sygdomme for korn	
Udsædsbåren sygdom	Betydning i produktionen
Hvedestinkbrand	Op til 70 procent udbyttetab i forsøg med kraftige angreb. Angreb gør kornet uegnet til brød og opfodring, hvorfor tabet reelt nærmer sig 100 procent ved kraftige angreb.
Bygstribesygge	Knap 1 procent i udbyttetab pr. procent angrebne planter.
Nøgen bygbrand	Udbyttetabet varierer, men generelt ca. 0,75 procent pr. procent angrebne planter.

For det økologiske produktionssystem er især en række sygdomme, som udbredes med såsæden et problem. I konventionelle systemer kontrolleres disse sygdomme for det meste gennem behandling af frøet med fungicider (bejdsning), hvorved der kan fremstilles sygdomsfrit såsæd til konventionelle landmænd. I princippet anses bejdsning med kemikalier ikke for god økologi, men det accepteres dog under opformeringen af sorter indtil den sidste generation, inden frøet sælges til økologerne. Denne begrænsede brug af bejdsning i økologisk såsædsfremstilling giver undertiden problemer med sygdomme som nøgen bygbrand, byggens stribesygge og hvedens stinkbrand. Ofte må 20-50 % af såsædsparterne kasseres på grund af for meget infektion med disse sygdomme (Nielsen et al 2006), som hvis de kommer ud til avlerne helt vil ødelægge høsten. Nematoder for havre, hvede og kartofler, som kan overleve længe i jorden og spredes med udsæd hører også til denne gruppe af sygdomme. Der findes metoder med børstning eller varmtvandsbehandling af frøet, bl.a. udviklet under de tidligere FØJO forskningsprogrammer, men sådanne tiltag er generelt meget kostbare for større

mængder såsæd. Derfor er forædling af planter, som er resistente eller modstandsdygtige overfor disse frøbårne sygdomme det økonomisk mest effektive middel.

For luftbårne sygdomme skelner man mellem bred (horisontal) og snæver (vertikal) resistens. Den brede resistens er ikke altid helt effektiv og er meget ressourcekrævende at arbejde med, men har til gengæld den fordel, at den normalt virker over længere tid. I modsætning til dette, giver snæver resistens en total beskyttelse overfor skadegøreren, men kan dog brydes ned over en årrække. I dag forskes og forædles der mod begge typer resistens indenfor flere afgrøder, men i praksis har den snævre resistens vundet indpas i de fleste resistente sorter, fordi den umiddelbare effekt har været stor, og fordi arbejdet med denne type resistens er mindre ressourcekrævende. Desuden har man været i stand til hurtigt at udskifte sorterne eller i det konventionelle system kontrollere sygdommene med fungicider, når resistensen blev nedbrudt. Sidstnævnte mulighed har økologerne ikke kunnet benytte sig af, og derfor kan et nedbrud i denne resistensform være fatal, således som det bl.a. skete med triticales i 2009. De nye forædlingsmetoder baseret på genetiske markører åbner imidlertid for helt nye muligheder for også at forædle brede resistenser ind i sorterne, hvilket både kan reducere pesticidforbruget og sikre længere levetid for sorterne i fremtiden. Sådant en udvikling vil også kunne gavne økologisk landbrug i fremtiden. Alle konventionelle sorter af vinterhvede, triticales, vinterbyg, vårbyg, havre og vårhvede testes i markforsøg både med og uden svampemidler, hvilket også kan bruges i vurderingen af deres anvendelighed til økologisk produktion.

Produktkvalitet og stabilitet

Økologisk og konventionel produktion har langt hen ad vejen en fælles interesse i produktkvalitet, men der kan være forskelle i vægtning indenfor nogle afgrøder. Økologisk produktion er ofte afhængig af lokal produktion og afsætning. Det gælder bl.a. i foderforsyningen til husdyrproduktionen, som i økologisk produktion i højere grad er afhængig af bedriftens egenproduktion af foder. Økologisk produktion er også dominerende indenfor lokal afsætning gennem gårdbutikker og torve-markeder. I sådanne produktioner kan en svigtende kvalitet ikke altid erstattes af import af produkter med bedre kvalitet. Det gælder bl.a. bagekvalitet i hvede, hvor flere økologiske møller er markedsmessigt afhængige af og udelukkende anvender dansk produceret økologisk hvede, mens de fleste møller, der producerer konventionel mel til bagning, anvender en større eller mindre andel af importeret korn for at sikre proteinindhold og bagekvalitet. For at sikre, at sådanne økologiske melproduktioner hvert år har tilstrækkelig forsyning af hvede med tilstrækkelig bagekvalitet, er der behov for sorter med god og især stabil bagekvalitet fra år til år. Stabiliteten af udbyttet er derfor generelt vigtigt for mange økologiske producenter, hvor der er færre strenge at spille på i forhold til at løse dyrkningsmæssige udfordringer i sæsonen

Sorter med øget genetisk diversitet

Såsædslovgivningen i Danmark (og EU) kræver, at alle plantesorter til salg i landbruget skal afprøves og godkendes gennem en værdiafprøvning med sideløbende SES-afprøvning. Sidstnævnte sikrer, at alle sorter, der lovligt kan handles i landbruget, er Selvstændige, Ensartede og Stabile. Dette system har sikret og sikrer i dag, at den økologiske såvel som den konventionelle landmand kun får udsæd af afprøvet kvalitet. Systemet har endvidere fungeret som en afgørende barriere mod oversvømmelse af dårlige sorter fra udlandet, der ikke er tilpassede lokale forhold.

Mens en stor del af de økologiske landmænd værdsætter og drager nytte af den sikring af kvalitet, stabilitet og ensartethed der ligger i det nuværende sortssystem, er andre økologiske landmænd interesserede i øget anvendelse af sorter med mere intern diversitet. På dette område støder disse interesser i nogle tilfælde sammen med den eksisterende såsædslovgivning. Sorter af korn, raps og kartofler er generelt meget ensartede, mens sorter af græs og kløver indeholder mere variation.

For byg og hvede er der ifølge lovgivningen mulighed for at bruge sortsblandinger hvor 3-4 forskellige sorter blandes i lige forhold og leveres til landmanden. Dette giver en god mulighed for at dyrke hvede og byg med øget diversitet på marken og samtidig opnå øget diversitet og stabilitet med hensyn til udbytte og sygdomsresistens. Sådanne sortsblandinger er allerede i dag tilgængelige i disse arter, men kun lidt anvendt i det konventionelle landbrug, selvom der er tegn på at de faktisk giver øget udbyttestabilitet (Østergaard et al 2005). Lovgivningen giver også mulighed for at landmanden kan indkøbe flere forskellige sorter separat og benytte dem som komponenter i blandinger, der fremstilles på bedriften.

Indenfor nogle økologiske landbrug er der endvidere interesse for dyrkning af dynamiske populationssorter bestående af krydsningsafkom fra flere forældre (composite cross populations) eller sortsblandinger, som er opformeret i mange generationer i et bestemt dyrkningsområde. Ideerne bag populationssorterne er bl.a. beskrevet af Döring et al 2011 og omfatter antagelsen om at forskellige plantetyper udnytter forskellige nicher i miljøet (komplementation) samt at blandingen sikrer mod fuldstændig misvækst. Disse fordele vil også kunne opnås med de ovenfor beskrevne sortsblandinger. Derudover antages, at dynamiske sortsblandinger gennem naturlig selektion i blandingen tilpasser sig lokale dyrkningsmiljøer og dyrkningsmetoder på en måde, der tilgodeser et højere udbytte og udbyttestabilitet. Denne sidste antagelse har endnu ikke kunnet påvises i praksis. Gældende lovgivning giver ikke mulighed for handel med udsæd af dynamiske populationer, fordi de ikke kan godkendes som sorter (Selvstændighed, Ensartethed og Stabilitet, SES)

Det bør også i fremtiden være et krav for at få lov at markedsføre sorter, at de er ensartede nok til, at de kan genkendes, samt at de er stabile over år, så landmanden ved, hvad han får, når han køber en bestemt sort. EU-lovgivningen vedr. sortslisteoptagelse og handel med opformeringsmateriale er imidlertid under revision. Parallelt med denne revision har én af EU-domstolens generaladvokater udtalt sig i sagen Kokopelli mod Graines Beaumaux. På basis af dette er det muligt, at nicheudviklingen i den europæiske frølovgivning i fremtiden kan få en større fleksibilitet end i den nuværende lovgivning. En sådan udvikling bør kun støttes, hvis den undgår at kompromittere kvaliteten i såsædsforsyningen til det øvrige landbrug.

Bevaringssorter i økologisk jordbrug.

Bevaringssorter af landbrugsafgrøder er i følge EU direktiv 2008/62/EC (EU direktiv 2008) landracer eller sorter, med speciel tilpasning til lokale eller regionale områder, og som er betydningsfulde for bevarelse af genetisk diversitet af arterne. Sådanne bevaringssorter er derfor fritaget for en del af de ellers gældende regler for sortsgodkendelse (bl.a. kravene om selvstændighed, ensartethed og stabilitet) og kan markedsføres i meget begrænsede mængder i de geografiske områder, hvor de er udviklede med henblik på bevarelse af genetisk diversitet.

Der er via Landdistriktsprogrammet indført en støtteordning til demonstration af plantegenetiske ressourcer, og en række bevaringssorter af korn, frugt og grønsager er i den forbindelse blevet afprøvet for deres dyrkningsværdi i økologisk landbrug. For korn er der

opnået resultater som støttes af litteraturen (Jones et al 2010) og som viser, at udbyttet med moderne sorter under økologisk dyrkning kun er lidt højere end for bevaringssorterne. Specielt for mængden af opnået protein er der stort set ingen fremgang med de nye sorter. Denne begrænsede udbyttefremgang i det økologiske produktionssystem skyldes formentlig det lave kvælstofniveau under økologiske dyrkningsforhold, som bevirker, at sorterne bliver meget lidt forskellige med hensyn til udbytte.

Participatorisk planteforædling

Økologiske landmænd er på nogle punkter i den situation, at de afgrøder eller sorter, de ønsker at dyrke udgør en lille niche. Almindelige royalty-aftaler kan ikke finansiere forædling til deres specifikke behov. I disse situationer kan øget brugerinddragelse af landmændene i forædlingsprocessen være en mulighed i såkaldt participatoriske programmer. Kartoffelforædlingen i bl.a. Danmark og Nederlandene har i nogle tilfælde brugt denne model, og ladet landmænd foretage en del af udvælgelsen på egen bedrift. At modellen bruges i kartoffelforædlingen og ikke i andre afgrøder herhjemme skyldes nok, at kartofler formeres vegetativt, hvilket gør selektionsarbejdet for landmændene lettere.

Systemet passer godt med de økologiske målsætninger om selvforsyning eller i hvert fald mest mulig inddragelse i alle led i fødevarekæden. Støtteordningen for plantegenetiske ressourcer kunne evt. anvendes til at støtte op om denne type af græsrodsforædling især for de små afgrøder, som ikke kan bære en rentabel kommerciel forædling i Danmark.

Anbefalede tiltag fra det offentlige og erhvervet:

Tiltag for tilpasning af eksisterende konventionel forædling mod økologi

For plantearter, hvor der allerede er en markedsbaseret konventionel forædling, foreslås nedenstående initiativer for at skaffe flere egnede plantesorter til gavn for økologien og samtidig stimulere forædlingen mod mere økologisk orienteret sortsudvikling.

- 1) Økonomisk støtte til den tilvalgte økologiske afprøvning (f.eks. 1:1 offentlig: privat finansiering) af nye sorter for deres anvendelighed i økologisk produktion. Afprøvningen bør omfatte udbytteneiveau, kvalitet, sygdomsresistens og konkurrenceevne overfor ukrudt af speciel betydning for økologisk dyrkning. Ordningen bør omfatte sorter af vårhvede, vinterhvede, vårbyg, kartofler, rug, triticale, havre og græs/kløver. Det kan passende gennemføres i forbindelse med det allerede eksisterende system for afprøvning af sorter i Danmark, som det eksempelvis sker i Nederlandene (Przystalski et al 2008, Boller et al 2008).
- 2) Udviklings- og forskningsprogrammer i samarbejde med eksisterende forædlingsprogrammer for at udvikle fremtidige sorter med sygdomsresistens og kvalitet af betydning for økologisk produktion. Dette kunne bl.a. omfatte fremstillingen af sorter med sygdomsresistens, som bygger på mere end et enkelt gen i sorten, herunder resistens overfor sygdomme, som spredes med frøet.
- 3) Styrkelse af forskningsprogrammer fælles med konventionel forædling for at identificere nye gener for sygdomsresistens i vilde slægtninge og overføre dem til forædlet plantemateriale, så de kan understøtte fremtidig forædling af mere resistente sorter.

- 4) Basale forskningsprogrammer fælles med konventionel forædlingsforskning for at opnå bedre forståelse af dyrkede planters konkurrence med hinanden og med ukrudt. Dette skal føre til fremtidig systematisk forædling af sorter, med både højt udbytte og konkurrenceevne overfor ukrudt til nedbringelse af brugen af ukrudtsmidler. For økologisk jordbrug bør der lægges vægt på konkurrenceevne baseret på evnen til at konkurrere om tilgang til næringsstoffer også gennem hele vækstsæsonen, da disse ofte er begrænsede i de økologiske dyrkningssystemer, mens der mere konkurreres om lys og vand i de konventionelle systemer.

Tiltag for bedre proteinforsyning til økologisk jordbrug.

For alternative proteinafgrøder til foder af enmavede dyr samt til human konsum foreslås en kombination af forøget afprøvning af sorter forædlet andre steder eventuelt i kombination med præforædlingprogrammer, alt efter behov.

- 5) Ærter, hestebønner, lupin og lucerne forædles i betydeligt omfang indenfor EU, og der er derfor mange sorter, som kan afprøves for dyrkningsegnethed i Danmark under økologiske forhold. Ærter forædles i betydeligt omfang syd for Danmark og afprøvningen bør bl.a. undersøge forskellige sorters evner overfor ærtesyge, bladlus, lejesæd og ukrudtskonkurrence, samt for samdyrkning med f.eks. byg til danske økologiske forhold. Hestebønner forædles i England og Tyskland, og afprøvningen bør bl.a. undersøge sorterens resistens overfor bedebbladlus samt deres tidlighed. Lupin forædles bl.a. i Frankrig, Østrig og Danmark, hvor der er udviklet særlige sorter med afsluttet vækst og lave indhold af væksthæmmende stoffer. Der bør etableres et udvidet afprøvningsprogram for sådanne sorter af smalbladet lupin for deres egnethed til dyrkning i Danmark under økologiske forhold.
- 6) På baggrund af afprøvningsaktiviteterne vurderes det for de enkelte proteinafgrøder, dels hvorvidt det eksisterende sortsudbud er tilstrækkeligt nu og i fremtiden, dels om de opnåede resultater er tilstrækkelige til at sikre proteinforsyningen til den økologiske produktion. I de tilfælde hvor det eksisterende sortsmateriale ikke er tilstrækkeligt vurderes mulighederne og potentialet for at opstarte et præforædlingsprogram indenfor den pågældende afgrøde. Under et sådant program vil forskere og forædlere i samråd med økologerne udvælge de mest afgørende forædlingsmål.

Tiltag for økologisk nicheproduktion

- 7) Udvalget finder, at man vanskelig kan overvurdere betydningen af den gældende såsædslovgivning og sortsbeskyttelse som midler til at stimulere fortsat positiv udvikling mellem forædlere og planteproducenter mod mere bæredygtig markedsdrevet økologisk og konventionel produktion. Samtidig er der ønsker om mere frihed til bl.a. udveksling af økologiske nicheafgrøder, som undertiden støder mod begrænsningerne i såsædslovgivningen, herunder bl.a. kravet om SES (selvstændighed, ensartethed og stabilitet) godkendelse, som ikke kan finansieres for små nicheproduktioner. Det foreslås derfor, at fødevarerministeriet nedsætter et særligt udvalg med repræsentanter for brugere forædlere, planteproducenter og myndigheder til at afklare, hvor store disse behov er, hvilke barrierer de møder, samt hvordan man evt. juridisk kan opfylde disse behov uden at kompromittere sikkerhed og kvalitet på såsædsmarkedet.

Litteratur

- Anonymous (2001): Plant Breeding techniques. An evaluation for organic plant breeding. FiBLDOS-SIER No. 2. September 2001. <http://www.seedalliance.org/uploads/pdf/FiBL-PlantBreeding.pdf>
- Anonymous (2007): Rådets forordning (EF) Nr. 834/2007 om økologisk produktion og mærkning af økologiske produkter og om ophævelse af forordning (EØF) nr. 2092/91. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:189:0001:0023:DA:PDF>
- Anonymous (2009): BIOBREED. Biotechnology Assisted wheat breeding for organic agriculture. <http://molbreed.life.ku.dk:8080/biobreed>
- Anonymous (2011): IFOAM position on the use of organic seed and plant propagation material in organic agriculture. http://www.ifoam.org/press/positions/Seed_Position_Paper.pdf
- Backes G, Madsen LH, Jaiser H, Stougaard J, Herz M, Mohler V, Jahoor A (2003): Localisation of genes for resistance against *Blumeria graminis* f.sp herdei and *Puccinia graminis* in a cross between a barley cultivar and a wild barley (*Hordeum vulgare* ssp spontaneum) line. *Theoretical and Applied Genetics* 106, 353-362
- Biorefining Alliance (2012): <http://www.biorefiningalliance.com>
- Bjørn GK, Kristiansen K, Jacobsen LH (2011): Bevaring af plantegenetiske ressourcer i de vilde slægtninge til jordbrugets afgrøder. <http://1.naturerhverv.fvm.dk/publikationer.aspx?ID=8943>
- Boelt B (2012): FØJO III projekt: Høj frøkvalitet. http://www.icrofs.dk/Sider/Forskning/foejoIII_seed.html
- Boller B, Tanner P, Schubiger FX (2008): Breeding forage grasses for organic conditions. *Euphytica* 163: 459-467.
- Brinch-Pedersen H, Olesen A, Rasmussen, Holm PB (2000): generation of transgenic wheat (*Triticum aestivum* L.) for constitutive accumulation of an *Aspergillus* phytase. *Molecular Breeding* 6, 195-206.
- Børgeesen CD, Olesen JE (2011): A probabilistic assessment of climate change impacts on yield and nitrogen leaching from winter wheat in Denmark. *Nat.Hazards Earth Syst. Sci.* 11:2541-2553.
- Burger H, Schloen M, Schmidt W, Geiger HH (2008): Quantitative genetic studies on breeding maize for adaptation to organic farming. *Euphytica* 163: 501-510.
- Cai, HG; Chu, Q; Yuan, LX; Liu, JC; Chen, XH; Chen, FJ; Mi, GH; Zhang, F (2012) Identification of quantitative trait loci for leaf area and chlorophyll content in maize (*Zea mays*) under low nitrogen and low phosphorus supply. *Molecular Breeding* 30: 251-266.
- Chrpova J, Sip V, Stockova L, Stemberkova L, Tvaruzek L (2011): Resistance to *Fusarium* head blight in spring barley. *Czech J Genet Plant Breed* 47: 58-63.
- Collinge DB, Jørgensen HJL, Lund OS, Lyngkjær MF (2010): Engineering pathogen resistance in crop plants: Current Trends and Future Prospects. *Annu. Rev. Phytopathol.* 48: 269-291.
- Den Store Danske (2009) : Landbrug – strukturændringer i det danske landbrug efter 1850. [http://www.denstoredanske.dk/Natur_og_milj%C3%B8/Landbrug_og_havebrug/Landbrug_generelt/landbrug/landbrug_\(Struktur%C3%A6ndringer_i_det_danske_landbrug_efter_1850\)](http://www.denstoredanske.dk/Natur_og_milj%C3%B8/Landbrug_og_havebrug/Landbrug_generelt/landbrug/landbrug_(Struktur%C3%A6ndringer_i_det_danske_landbrug_efter_1850))
- Direktiv 98/44/EC (2008): <http://www.droit-technologie.org/actuality-1175/the-directive-98-44-ec-for-the-legal-protection-of-biotechnological-in.html>
- Döring TF, Knapp S, Kovacs G, Murphy K, Wolfe MS (2011): Evolutionary plant breeding in cereals – into a new era. *Sustainability* 3: 1944-1971.
- EU Directive (2008): Seeds and Plant Propagating Material – Conservation varieties, http://ec.europa.eu/food/plant/propagation/conservation_varieties/index_en.htm
- EURISCO (2012): http://eurisco.ecpgr.org/home_page.html
- Fødevareministeriet (2011): Fra Genbank til Spisebord. Fødevareministeriets handlingsplan 2011-13 for jordbrugets plantegenetiske ressourcer. <http://1.naturerhverv.fvm.dk/publikationer.aspx?ID=8943>
- Fødevareministeriet (2012): Dansk landbrug i tal. http://www.fvm.dk/dansk_landbrug_i_tal.aspx?ID=44927
- Ghaffary SMT, Tabib SM, Faris JD, Friesen TL, Visser RGF, van der Lee TAJ, Robert O, Kema GHJ (2012): New broad-spectrum resistance to septoria tritici blotch derived from synthetic hexaploid wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 124, 125-142

- Guo, Y; Kong, FM; Xu, YF; Zhao, Y; Liang, X; Wang, YY; An, DG; Li, SS (2012) QTL mapping for seedling traits in wheat grown under varying concentrations of N, P and K nutrients. *Theoretical and Applied Genetics* 124: 851-865
- GPZ 2012: <http://www.gpz-online.de/index.html>
- Habash DZ, Bernard S, Schondelmaier J, Weyen J, Quarrie SA 2007 The genetics of nitrogen use in hexaploid wheat: N utilisation, development and yield. *Theoretical and Applied Genetics* 114, 403-419.
- Hatzack F, Johansen KS, Rasmussen SK (2000): Nutritionally relevant parameters in low-phytate barley (*Hordeum vulgare* L.) grain mutants. *Journal of Agricultural and food chemistry* 48, 6074-6080
- Hirel B, Bertin P, Quillere I, Bourdoncle W, Attagnant C, Dellay C, Gouy A, Cadiou S, Retailiau C, Falque M, Gallais A (2001) Towards a better understanding of the genetic and physiological basis for nitrogen use efficiency in maize. *Plant Physiol.* 125, 1258-1270.
- IFOAM (2012): Principper for Økologisk Jordbrug.
http://www.ifoam.org/about_ifoam/pdfs/POA_folder_danish.pdf
- ISAAA (2011): <http://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/16/default.asp>
- ITPGRFA (2001): <http://www.planttreaty.org/>
- Jones H, Clarke S, Haigh Z, Pearce H, Wolfe M (2010): The effect of the year of wheat variety release on productivity and stability of performance on two organic and two non-organic farms. *Journal of Agricultural Science* 148: 303-317.
- Jørgensen JH (1992): Discovery, characterization and exploitation of Mlo powdery mildew resistance in barley. *Euphytica* 63: 141-152
- Jørgensen LN, Thrane U, Collinge DB, Jørgensen HJL, Jensen JD, Spliid NH, Nielsen GC, Rasmussen PH, Nicolaisen M, Justesen AF, Giese H, Bach IC (2008): Fusarium på korn skader planter, husdyr og mennesker.
http://planteforskning.dk/content/download/2793/34235/file/Fusarium%20svampe%20pa%20korn_ny%20version.pdf
- Kiaer LP, Skovgaard IM, Ostergard H(2012): Effects of inter-varietal diversity, biotic stresses and environmental productivity on grain yield of spring barley variety mixtures. *Euphytica* 185: 123-138.
- Kristensen L, Nielsen BJ, Bertelsen I, Nielsen GC, Scheel C, Borgen A, Østergaard H, Jørnsgaard B (2001): Forædling af korn og bælgssæd samt produktion af sæsæd i økologisk jordbrug.
http://www.icrofs.dk/Sider/Publikationer/pdf/vidensynteser/Foraeding_korn_rap_15.pdf
- Kumar B, Abdel-Ghani, Reyes-Matamoros J, Hochholdinger F, Lubberstedt T (2012): Genotypic variation for root architecture traits in seedlings of maize (*Zea mays* L. inbred lines. *Plant Breeding* 131, 465-478
- Löschenberger F, Fleck A, Grausgruber H, Hetzendorfer H, Hof G, Lafferty J, Marn M, Neumayer A, Pfaffinger G, Birschtzky J (2008): Breeding for organic agriculture: the example of winter wheat in Austria. *Euphytica* 163: 469-480.
- Mackay I, Horwell A, Garner J, White J, McKee J, Philpott H (2011): reanalyses of the historical series of UK variety trials to quantify the contributions of genetic and environmental factors to trends and variability in yield over time. *Theoretical and Applied Genetics* 122: 225-238.
- Martin A, Lee J, Kichey T, Gerentes D, Zivy M, Tatout C, Dubois F, Balliau T, Valot B, Davanture M, Terce-Laforgue T, Quillere I, Coque M, Gallais A, Gonzalez-Moro MB, Bethencourt L, Habash DZ, Lea PJ, Charcosset A, Perez P, Murigneux A, Sakakibara H, Edwards KJ and Hirel B 2006 Two cytosolic glutamine synthetase isoforms of maize are specifically involved in the control of grain production. *Plant Cell* 18, 3252-3274
- Morell PL, Clegg MT (2007): Genetic evidence for a second domestication of barley (*Hordeum vulgare*) east of the Fertile Crescent. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 104: 3289-3294.
- Nielsen BJ, Pinnschmidt H, Wolffhechel H, Justesen AF, Borgen A (2006): Udsædsbårne sygdomme i økologisk sæsæd – betydning og skadetærskler. Sammendrag af indlæg Plantekongres 2006. In Graugaard S, Rasmussen H (eds). Side 368-369. ISBN: 87-984996-8-8.
- NordGen (2012): <http://www.nordgen.org/>

- Olsen LE(2011): Behov for en femdobling af arealet med økologisk bælg­sæd, hvis husdyrene skal fodres med dansk dyrket bælg­sæd.
http://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/Planteavl/Afgroeder/Baelgsaed/Sider/110302_omlaegning_fodringen_danskproduceret_protein.aspx
- Olesen JE, Jacobsen BH, Thorup-Kristensen K, Andersson N, Kudsk P, Jørgensen LN, Hansen LM, Nielsen BL, Boelt B (2006): Tilpasning til klimaændringer i landbrug og havebrug. DFJ rapport Markbrug 128, pp40.
- Olesen JE, Trnka M, Kersebaum KC, Skjelvåg AO, Seguin B, Peltonen-Sainio P, Rossi F, Kozyra J, Micale F (2011): Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *Europ. J. Agronomy* 34: 96-112.
- Patil RH, Laegdsmand M, Olesen JE, Porter JR (2012): Sensitivity of crop yield and N losses in winter wheat to changes in mean and variability of temperature and precipitation in Denmark using the FASSET model. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science* 62, 335-351
- Petersen J, Knudsen L, Haastrup M, Olesen JE (2010): Causes of winter wheat yield changes since 1990. DJF Report Plant Science No 147, 11-24.
- Petersen J (2011): Dyrkning af sojabønner i Danmark. Plantekongres 2011: Sammendrag af indlæg, 181-182.
- Petersen PH, Hørfarter R, Svendsgaard J (2012): Analyse af pesticidforurening af almene vandindvindings-boringer taget ud af drift i perioden 1999-2008.
http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/Pesticidhaandtering/Sider/pl_po_12_094.aspx
- Petersen J, Knudsen L, Haastrup M, Olesen JE (2010): Causes of winter wheat yield changes since 1990. DJF Report Plant Science No 147, 11-24.
- PGRFA (2012): <http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/i1500e.pdf>
- Plant variety Rights (2012): <http://www.patentlens.net/daisy/patentlens/1234.html>
- Przystalski M., Osman A., Thiernt EM, Rolland B, Ericson L, Østergård EM, Levy L, Wolfe M, Büchse A, Piepho HP, Krajewski P (2008): Comparing the performance of cereal varieties in organic and non-organic cropping systems in different European countries. *Euphytica* 163: 417-433.
- Public Private Partnership on Prebreeding (2011):
<http://www.nordgen.org/index.php/en/content/view/full/1907>
- Reid TA, Navabi A, Cahill JC, Salmon D, Spaner D (2009): A genetic analysis of weed competitive ability in spring wheat. *Canadian Journal of Plant Science* 89: 591-599.
- Robinson, R., 1996. *Return to resistance*, Available at: www.sharebooks.ca/system/files/Return-to-Resistance.pdf.
- Schenkelaars P, deVriend H, Magnier A, Miller D (2011): Drivers of consolidation in the seed industry and its consequences for innovation.
<http://www.cogem.net/showdownload.cfm?objectid=fd19882d-1517-64d9-cce48761143669bd&objecttype=mark.hive.contentobjects.download.pdf>
- Sortinfo (2012): <http://www.sortinfo.dk/Oversigt.asp>
- Tersbøl M, Andreassen CB (2002): Resultater af forskning i FØJO I. Udgivet af Forskningscenter for Økologisk Jordbrug. http://www.foejo.dk/publikation/rapport/rap_18.pdf
- Tybirk E (2012): Hvilke hvedesorter udnytter kvælstoffet bedst? Indlæg på Plantekongres 2012.
- UPOV (1991): <http://www.upov.int/portal/index.html.en>
- US Plant Patents (1930): <http://www.uspto.gov/web/offices/pac/plant/#1>
- Van de Wouw M, van Hintum T, Kik C, van Treuren R, Visser B (2010): Genetic diversity trends in twentieth century crop cultivars: a meta analysis. *Theor Appl Genet* 120: 1241-1252.
- Vandmiljøplan III (2004): Miljøministeriet og Fødevarerministeriet.
<http://www2.sns.dk/udgivelser/pdf/vandmiljoeoplan.pdf>
- Vlachostergios DN, Roupakias DG (2008): response to conventional and organic environment of thirty-six lentil (*Lens culinaris* Medik.) varieties. *Euphytica* 163-449.
- Weiner J, Andersen SB, Will WKM, Gripenrot HW, Olsen JM(2010): Evolutionary agroecology: the potential for cooperative, high density, weed-suppressing cereals. *Evolutionary Applications* 3: 473-479.

- Yamaya T, Obara M, Nakajima H, Sasaki S, Hayakawa T, Sato T (2002) Genetic manipulation and quantitative-trait loci mapping for nitrogen recycling in rice. *J. Exp. Bot.* 53, 917-925
- Østergaard H, Kristensen K, Jensen JW (2005): Stability of variety mixtures of spring barley. In Lammerts van Bueren ET, Goldringer I, Østergaard H (eds) *Proceedings of the Cost SUSVAR/ECO-PB Workshop on Organic Plant Breeding Strategies and the use of Molecular markers*, 17-19 January 2005. Driebergen, The Netherlands, 28-30.

Fødevarerministeriets udredningsgruppe

”Bedre afgrøder til fremtidens jordbrug”

Baggrund

Dansk landbrug skal udvikles og styrkes, samtidig med at erhvervets klima- og miljøbelastning skal formindskes. Det er et ambitiøst mål, og der er ingen simpel måde, hvorpå dette mål kan nås. Tværtimod må det forventes, at der vil indgå en lang række forskellige elementer i en mulig løsning.

For planteproduktionens vedkommende har en række fagfolk tidligere påpeget overfor Fødevarerministeriet, at de fremtidige afgrøders genetisk bestemte egenskaber formentlig vil have stor indflydelse på, om ovennævnte mål vil kunne nås. Ved at benytte plantesorter med de rigtige egenskaber vil det således blive væsentlig lettere at komme i mål. Men det kræver, at sådanne sorter vil være tilgængelige for fremtidens danske landbrug.

Der ligger utvivlsomt mange værdifulde genetiske egenskaber gemt i bl.a. genbankernes samlinger af plantegenetiske ressourcer. Udfordringen er at få disse egenskaber identificeret og krydset ind i de sorter, der skal dyrkes i fremtiden. Her ser fagfolkene alvorlige problemer, bl.a. fordi dansk forædling er ophørt i en række afgrøder. Fagfolkene peger derfor på behovet for en større offentlig indsats indenfor udvikling af plantesorter.¹² En nylig offentliggjort nordisk rapport peger i samme retning.³

Det økologiske jordbrug er for øjeblikket i høj grad afhængig af sorter udviklet til den ikke-økologiske produktion. Det er en udfordring for både produktion og produktudvikling, da konventionelle sorter og udsæd ikke nødvendigvis fungerer optimalt i økologisk produktion. Udvikling af specifikke sorter til det økologiske jordbrug foregår stort set ikke i Danmark, fordi markedet pt. er for lille til, at det kan svare sig.

På baggrund af ovenstående finder Fødevarerministeriet, at der er behov for at få en forskningsbaseret vurdering af, hvilke landbrugs- og samfundsmæssige potentialer, der ligger i at udvikle og anvende afgrøder med særlige egenskaber. Til at afklare denne problemstilling igangsætter Fødevarerministeriet et udredningsarbejde om bedre afgrøder til fremtidens jordbrug – konventionelt såvel som økologisk.

Nedsættelsen af udredningsgruppen indgår som aktivitet i 15 i Fødevarerministeriets handlingsplan 2011-13 for jordbrugets plantegenetiske ressourcer og som en del af Initiativ 4 i ministeriet Økologivision.

Udredningsgruppens opgave

Udredningsgruppen skal aflevere en rapport af et omfang på op til 100 sider, der kan danne grundlag for Fødevarerministeriets beslutning om en eventuel fremtidig indsats på området.

¹ Plantedirektoratets notat af 9. juli 2009 om mangel på egnet plantemateriale til fremtidens landbrug.

² Oplægget ”Grøn vækst og forædling i Danmark”, Sven Bode Andersen, Københavns Universitet

³ Measures to promote Nordic plant breeding, Anders Nilsson og Roland von Bothmer, TemaNord 2010:518

Rapporten skal særskilt behandle det konventionelle og det økologiske jordbrug. Den skal endvidere skelne mellem forskellige typer af afgrøder.

Rapporten skal indeholde et kort resume med de vigtigste vurderinger og konklusioner.

Rapporten skal redegøre for udredningsgruppens vurdering af en række forhold, jf. efterfølgende oversigt. Derudover kan udredningsgruppen selv vælge at tage andre forhold op.

1. Betydningen af afgrødernes genetiske sammensætning

Udredningsgruppen skal overordnet vurdere, hvilken betydning afgrødernes genetisk bestemte egenskaber spiller i forhold til at nå:

- En mere bæredygtig planteproduktion,
- En mere markedsdrevet økologisk produktion,
- En højere produktivitetstilvækst og øget værdiskabelse.

Udredningsgruppen bør bl.a. tage følgende konkrete problemstillinger op:

- mulighederne for at mindske pesticidforbruget ved planteproduktion gennem anvendelse af mere robuste plantesorter,
- mulighederne for at forbedre næringsstofudnyttelsen og dermed mindske udvaskningen gennem anvendelse af mere miljøvenlige plantesorter,
- mulighederne for at udvikle kvalitetsfødevarer ud fra særlige plantesorter,
- muligheder og problemer i at bruge mere genetisk diverse sortstyper end de gængse SES-godkendte sorter i den økologiske produktion (f.eks. sortsblandinger, populationsorter og bevaringsorter).

Analysen skal inddrage effekterne af de forventede klimaforandringer.

Betydningen af et bredt sortsudbud for jordbrugserhvervets fortsatte fleksibilitet og udviklingsmuligheder bør ligeledes omtales.

2. Eksisterende udviklings- og forædlingsaktiviteter

Udredningsgruppen skal kort redegøre for den "forsyningskæde", der på nuværende tidspunkt frembringer de plantesorter, som benyttes i dansk landbrug. Fokus skal specielt lægges på de eksisterende afprøvnings, udviklings- og forædlingsaktiviteter, såvel offentlige som private. Udviklingstendenser og fremtidsperspektiver skal omtales. Det skal også vurderes, i hvilken udstrækning udenlandske udviklingsaktiviteter bidrager til at dække den danske efterspørgsel efter tilpassede plantesorter.

Redegørelsen skal munde ud i en vurdering af, hvorvidt de eksisterende forædlingsaktiviteter – i lyset af de nuværende udviklingstendenser - kan forventes fremover at frembringe de ønskede plantesorter til dansk jordbrug.

3. Forslag til fremtidig indsats indenfor afprøvning, udvikling og forædling af plantesorter

Udredningsgruppen skal belyse perspektiverne ved en øget indsats indenfor afprøvning, udvikling og forædling af plantesorter. Udredningsgruppen skal skønne over, hvad en sådan øget indsats vil koste.

Udredningsgruppen skal endvidere redegøre for, hvilken betydning de seneste tekniske fremskridt indenfor genetisk kortlægning og markørbaseret selektion har haft for anvendeligheden af genetiske ressourcer og mulighederne for at udvikle nye plantesorter.

Udvikling af mere robuste og miljøvenlige sorter er blot et af flere virkemidler, som kan medvirke til at mindske landbrugets miljøbelastning og øge erhvervets konkurrenceevne. Udredningsgruppen bør derfor vurdere – gerne med udgangspunkt i en cost-benefit analyse - hvilken betydning udvikling af de nævnte sorter vil have i sammenligning med andre mulige virkemidler.

Udredningsgruppens sammensætning

Formand: Sven Bode Andersen, Københavns Universitet.

Øvrige deltagere (afventer endelig indstilling fra nedenstående):

NN, Aarhus Universitet

NN, Økologisk Landsforening

NN, LKF Vandel

NN, DLF-Trifolium

NN, NordGen

NN, Fødevareøkonomisk Institut

NN, Videncentret for Landbrug

NN, Kornforædler (Nordic Seed eller Sejet)

NN, Landbrug og Fødevarer

NN, NaturErhvervstyrelsen (spec. Sortsafprøvningsaspektet)

Forholdet til Fødevareministeriet

Fødevareministeriet har taget initiativ til at få rapporten udarbejdet, og ministeriet finansierer arbejdet. Fødevareministeriet kan komme med forslag til emner, som udredningsgruppen kan tage op, men blander sig i øvrigt ikke i udredningsgruppens arbejde. Udredningsgruppen kan under sit arbejde rådføre sig med hvem, den måtte finde relevant.

Udredningsgruppen er således eneansvarlig for rapporten og dermed for dennes faglige vurderinger.

Rapporten vil indgå i Fødevareministeriets beslutningsgrundlag, men ministeriet har på forhånd ingen forpligtelser til at følge rapportens vurderinger og konklusioner. I den forbindelse kan Fødevareministeriet sende den færdige rapport i høring for at få andre interessenters syn på rapporten og dens anbefalinger.

Publicering

Fødevareministeriet vil publicere rapporten via ministeriets hjemmeside.

Finansiering af udredningsgruppens arbejde

Aftales med formanden

Tidsplan

Udredningen skal foreligge primo marts.