

Bedre plantesorter til økologisk jordbrug

Sven B. Andersen, Københavns Universitet

Lars H. Jacobsen, Aarhus Universitet

Thomas H. Thomsen, Landbrugets Kartoffelfond

Christian S. Jensen, DLF-Trifolium

Morten Rasmussen, NordGen

Morten Gylling, Fødevareøkonomisk Institut, KU

Morten Haastrup, Videncentret for Landbrug

Inger Bertelsen, Videncentret for Landbrug

Ahmed Jahoor, Nordic Seed

Bruno S. Nielsen, Landbrug & Fødevarer

Gerhard Deneken, NaturErhvervstyrelsen

Endvidere input fra: Anders Borgen, Agrologica og Gunter Backes, Københavns Universitet.

Indhold

Baggrund	3
Sammendrag	3
Økologiske jordbrugsprincipper	5
Forsknings- og udviklingsprogrammer for økologisk jordbrug	5
Forædling af planter til jordbruget	7
Økologiens forhold til planteforædling	9
Behovet for specielle økologiske forædlingsprogrammer	10
Arter af særlig interesse for økologisk produktion	13
Egenskaber af betydning for forædling for økologisk jordbrug	15
Sorter med høj grad af sygdomsresistens	16
Sorter med øget genetisk diversitet	18
Bevaringssorter i økologisk jordbrug	19
Participatorisk planteforædling	19
Anbefalede tiltag fra det offentlige og erhvervet	19
Litteratur	21

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 Fødevareministeriet og dens opgave omfattede oprindeligt en samlet udredning med særskilt behandling af konventionelt og økologisk jordbrug med hensyn afgrødernes genetisk bestemte egenskabs 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 markedstilgang. 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 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 financiere 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 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, foreslåes 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 indsatsen 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 beste 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 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). 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 bælgssæd”, ”Egenskaber ved sorter af vårbyg til økologisk dyrkning” og ”Bælgssæd i økologisk dyrkning – forbedring af sygdomsresistens”. Af særlig interesse for denne udredning er vidensyntesen: ”Forædling af korn og bælgssæd 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 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 bælgssæd, 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 projektet Bioteknologisk hvedeforædling til økologisk landbrug (Anonymous 2009).

Fra 2011 er der iværksat en række økologisk orienterede forskningsprojekter under Organic RDD finansieret fra Fødevareministeriet under ”Grønt udviklings- og Demonstrationsprogram, 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. Ansøgninger fra den første ansøgningsrunde er under behandling nu.

Forædling af planter til jordbruget

I Danmark bruges ca en procent (100 mill 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 milliard 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.

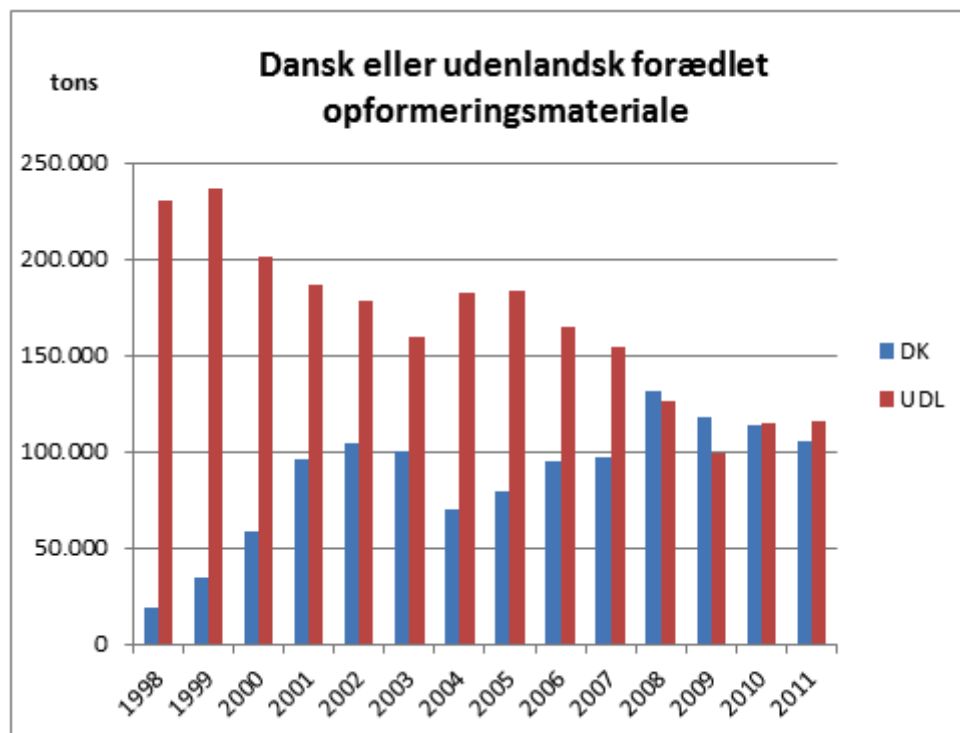
Planteforædlingen i Danmark må ses som en del af en større helhed afhængig af, hvilken planteart der forædles. For forædlingen af korn (byg og hvede) og kartofler har de danske forædlere stadig et stort hjemmemarked af udsæd til danske producenter, men de må for at opnå rentabilitet alligevel hele tiden 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 plantelinier 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 familiebaserede forædlingsfirmaer til langt færre og større firmaer hver med aktiviteter i mange europæiske lande. Denne koncentration af investeringer og viden er affødt af den ovenfornævnte 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 ovenfor nævnte 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) forædlede 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 opformeres 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 sortsliste. 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 trans-genese, 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 hybridsorter 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

GMO, cis- og transgenese, cellefusion i planter. Haploider og hybridsorter.

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 hybridsorter

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.

Hybridsorter er sorter hvis brugsfrø er fremstillet gennem krydsning mellem to eller flere indavlede forældrelinier. For krydsbestøvende arter er hybridsorter 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.

noget 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	4.925/75.0000 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 melldrøjer	Tyskland
Triticale	1.250/42.000 ha (var i 2009 ved nedbrud af resistens 7850 ha)	Resistens mod bladsygdomme	Tyskland, Sverige, Danmark
Vinterbyg	946/144000		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 såsædspartierne 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 Videncentret for Landbrug for blandt andet vårbyg. Med den nuværende ordning betales udgifterne til sådan

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 sortlisten 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.

afprøvning af sorterens egnethed for økologi af forædlere 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 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 forædlere i fremtiden lave sorter specielt til dette segment.

Derudover er det vigtigt fra det offentlige at støtte udviklings- og forskningssamarbejde med de etablerede forædlere 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 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 kvælstoffixering 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 sættes 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 proteinkvalitet (aminosyresammensætning). I forbindelse med f.eks. afprøvningen af hestebønnesorter kunne man udvikle et præforædlingsprojekt i samarbejde med insektspecialister i Danmark 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 næringsstofniveauer.

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 næringsstofniveau, er derfor at foretrække på mange økologiske landbrug. Planternes forsyning med næringsstoffer, fortrinsvis kvælstof og fosfor under økologiske forhold er i midlertid 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 planternes evne til at konkurrere med ukrudt, som beskrevet ovenfor.

Sorter med høj grad af sygdomsresistens

Planter i fødevarereproduktionen angribes generelt af en lang række forskellige sygdomme, som også findes i naturen, men som i dyrkningsystemerne 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.

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 sribesygge og hvedens stinkbrand. Ofte må 20-50% af såsædspartierne 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.

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.
Bygstribesyge	Knap 1 procent i udbyttetab pr. procent angrebne planter.
Nøgen bygbrand	Udbyttetabet varierer, men generelt ca. 0,75 procent pr. procent angrebne planter.

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 triticale 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, triticale, 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 markedsfølsom afhængig 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

Såsåsædslovgivningen 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 2005a). 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 selection 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 landbrugsafgrøder er i følge EU direktiv 2008/62/EC (EU directive 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 Holland 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 udbytniveau, 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 Holland (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 præforædlingsprogrammer, alt efter behov.

- 1) 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 bedebadlus 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.
- 2) 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 for økologisk nicheproduktion

- 3) Udvalget finder, at man vanskelig kan overvurdere betydningen af den gældende såsædslovgivning og sortsbeskyttelse som midler til at stimulere fortsat positiv udvikling

mellem forældre 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 niche produktioner. Det foreslås derfor, at fødevarerministeriet nedsætter et særligt udvalg med repræsentanter for brugere forældre, 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 kompromitere sikkerhed og kvalitet på såsæds markedet.

Litteratur

- Anonymous (2001): Plant Breeding techniques. An evaluation for organic plant breeding. FiBLDOSSIER 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
- Boelt B(2012): FØJO III projekt: Høj frøkvalitet. http://www.icrofs.dk/Sider/Forskning/foejoIII_seed.html
- IFOAM: Principper for Økologisk Jordbrug. http://www.ifoam.org/about_ifoam/pdfs/POA_folder_danish.pdfhttp://www.ifoam.org/about_ifoam/pdfs/POA_folder_danish.pdf
- Boller B, Tanner P, Schubiger FX (2008): Breeding forage grasses for organic conditions. *Euphytica* 163: 459-467.
- Burger H, Schloen M, Schmidt W, Geiger HH (2008): Quantitative genetic studies on breeding maize for adaptation to organic farming. *Euphytica* 163: 501-510.
- 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
- 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.
- 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 såsæd i økologisk jordbrug. http://www.icrofs.dk/Sider/Publikationer/pdf/vidensynteser/Foraedling_korn_rap_15.pdf
- 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.
- Nielsen BJ, Pinnschmidt H, Wolffhechel H, Justesen AF, Borgen A (2006): Udsædsbårne sygdomme i økologisk såsæd – betydning og skadetærskler. Sammendrag af indlæg Plantekongres 2006. In Graugaard S, Rasmussen H (eds). Side 368-369. ISBN: 87-984996-8-8.

- 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
- 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.
- 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.
- Robinson, R., 1996. *Return to resistance*, Available at: www.sharebooks.ca/system/files/Return-to-Resistance.pdf.
- 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
- Vlachostergios DN, Roupakias DG (2008): response to conventional and organic environment of thirty-six lentil (*Lens culinaris* Medik.) varieties. Euphytica 163-449.
- Østergaard H, Kristensen K, Jensen JW (2005a): 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.