

# FØJO II

Forskning i  
økologisk jordbrug  
og økologiske fødevarer  
systemer  
2000 - 2005



Forskningscenter for Økologisk Jordbrug og Fødevarer  
systemer

## **FØJO II**

Forskning i økologisk jordbrug og økologiske fødevarsystemer  
2000 - 2005

### **Redaktion**

Linda S. Sørensen og Claus Bo Andreasen

### **Korrektur**

Grethe Hansen

### **Grafisk tilrettelæggelse**

Sine Claudell, Enggaardens Tegnestue

### **Fagligt indhold**

Projektbeskrivelserne er udarbejdet af de enkelte projektledere/-medarbejdere

### **Fotos**

Kim Nielsen (side 12 og 15)  
Hanne Lindhard Pedersen (side 13 og 14)  
Henrik Haugaard-Nielsen (side 24, 25 højre kolonne, 26)  
Bjarne Jørnsgaard (side 25, venstre kolonne)  
Henning C. Thomsen (side 28-30)  
Per Schjønning (side 32, 33 og 35)  
Henny B. Rasmussen (side 48 og 50)  
René Gislum (side 49)  
Ulla Andersen (side 51 øverst)  
Henning S. Villadsen (side 51 nederst)  
Mette Sustman Carter (side 57)  
Søren O. Petersen (side 56 nederst og 58 øverst)  
Lisbeth Nielsen (side 80)  
Mette Vaarst (side 84-87)  
Jørgen B. Kjær (side 92-95)  
Helena Meyer (side 100 øverst og side 101)  
Marianne Kjær Bonde (side 100 nederst)  
Herwig Leirs (side 102)  
Annette Nygaard Jensen (side 108-111)  
Erling Nielsen (side 146)  
Preben Klarskov Hansen (side 154)  
Ilse Ankjær Rasmussen (side 155)

Herudover er der fotos af Henning C. Thomsen, Sine Claudell og  
Claus Bo Andreasen

### **Tryk**

Rounborg, Holstebro

ISBN 87-991343-0-6



Forskningscenter for Økologisk Jordbrug og Fødevarer-systemer (FØJO) har siden midten af 90'erne initieret og koordineret forskning, der medvirker til at udvikle økologisk jordbrug og fødevarerproduktion.

FØJO er et såkaldt forskningscenter uden mure, hvor aktiviteterne bygger på et samarbejde mellem forskere og forskningsinstitutioner samt organisationer, virksomheder og myndigheder inden for det økologiske jordbrug. Forskere fra omkring 20 danske forskningsinstitutioner deltager i samarbejdet. Samtidig står FØJO for et omfattende Europæisk samarbejde på området.

Fra 1996 til 2000 gennemførte FØJO det første koordinerede forskningsprogram i økologisk jordbrug. Forskningen viste bl.a., at økologisk jordbrug har et betydeligt potentiale i forbindelse med beskyttelse af miljø- og naturværdier, bedre velfærd og sundhed for husdyrene samt i forbindelse med bestræbelserne på at opnå bedre fødevarer-kvalitet.

På den baggrund blev der i slutningen af 2000 iværksat et nyt forskningsprogram, FØJO II. Til og med 2005 blev der i regi af dette program gennemført 41 forskningsprojekter inden for forskellige områder af økologisk jordbrug og fødevarerproduktion.

Forskningen i FØJO II har givet et væld af resultater, som kan anvendes i forhold til at udvikle produktionen på det enkelte landbrug eller den enkelte fødevarer-virksomhed. Andre resultater viser, hvorledes samfundet kan bruge økologisk jordbrug til at sikre samfundsmæssige goder som for eksempel rent drikkevand, mindre udslip af drivhusgasser og sundere fødevarer. Samtidig giver forskningen nye perspektiver i forhold til at påvirke det samlede jordbrug i en mere bæredygtig retning.

Det er vigtigt, at mulighederne i forskningen bliver udnyttet fuldt ud, og at alle har lige adgang til resultaterne. Formålet med denne bog er derfor at give en samlet og lettilgængelig oversigt over projekterne i FØJO II, hvad målet med projekterne har været og hvilke overordnede resultater forskningen har givet.

Hvis du vil have mere information om forskningsarbejdet, er du velkommen til at besøge [www.foejo.dk](http://www.foejo.dk). Her kan du bl.a. få direkte adgang til de 1145 rapporter og artikler, som indtil videre er udgivet som følge af FØJO II-projekterne.

God læselyst

April 2006

*Thomas Harttung, formand for FØJO's bestyrelse*

*Henrik Refsgaard, formand for FØJO's brugerudvalg*



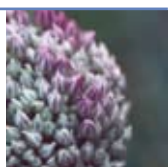
	<b>Introduktion</b> .....	6
<b>I.</b>	<b>Plantedyrkning, miljø og vegetabiliske fødevarer</b> .....	8
I. 1	Økologisk dyrkning af væksthushgrønsager .....	8
I. 2	Økologisk æble dyrkning .....	12
I. 3	Modeller for kvælstofdynamik og planteproduktion .....	16
I. 4	Kvalitet og produktion af brødhvede .....	20
I. 5	Dyrkning af frøbælgplanter i økologisk jordbrug .....	24
I. 6	Økologisk dyrkning af rækkeafgrøder .....	28
I. 7	Jordkvalitet i økologisk jordbrug .....	32
I. 8	Regulering af rodukrudt .....	36
I. 9	Termisk båndbehandling til ukrudtsbekæmpelse .....	40
I. 10	Økologiske grønsager og efterafgrøder .....	44
I. 11	Dyrkning af økologisk kløver- og græsfrø .....	48
I. 12	Forebyggelse af mykotoksinproblemer .....	52
I. 13	Drivhusgasser og kvælstoffiksering i kløvergræs .....	56
I. 14	Bekæmpelse af skurv i økologiske æbler .....	60
I. 15	Betydningen af kløvergræs på N-udvaskningen .....	64
I. 16	Grundvandsbeskyttelse med økologisk dyrkning .....	68
<b>II.</b>	<b>Husdyrproduktion, sundhed og animalske fødevarer</b> .....	72
II. 1	Økologisk mælkeproduktion .....	72
II. 2	Kvalitet af økologisk mælk og ost .....	76
II. 3	Kvalitet af økologisk okse- og svinekød .....	80
II. 4	Sundhed og velfærd i kalveholdet .....	84
II. 5	Antibiotikabehandling og antibiotikaresistens .....	88
II. 6	Forskning i fjerkræproduktionssystemer .....	92
II. 7	Foder og fodringsstrategier i økologisk svineproduktion .....	96
II. 8	Sundhedsstyring i økologisk svineproduktion .....	100
II. 9	Ressourcer, miljø og økonomi i økologisk svineproduktion .....	104
II.10	Salmonella og campylobacter i økologisk svineproduktion .....	108



<b>III.</b>	<b>Jordbrug og samfund</b> .....	112
III. 1	Forbrugernes interesse for økologiske fødevarer .....	112
III.2	Scenarieanalyser for udvikling af økologisk jordbrug .....	116
III.3	Recirkulering af næringsstoffer fra by til land .....	120
III.4	Økologisk kost og sundhed – et flergenerationers dyreforsøg .....	124
III.5	Naturkvalitet i økologisk jordbrug .....	128
III.7	Produktions- og afsætningsvilkår i den økologiske fødevarekæde .....	132
III.8	Distributionsformens betydning for troværdigheden af økologiske fødevarer ....	136
III.9	Forarbejdning af økologiske produkter.....	140



<b>IV.</b>	<b>Forskningsfaciliteter</b> .....	144
	Forskningsfaciliteter og værkstedsarealer i økologisk jordbrug .....	144



<b>VI.</b>	<b>Forædling og produktion af GMO-fri, økologisk såsæd</b> .....	148
VI. 1	Sund udsæd til økologisk produktion af korn og bælgssæd .....	148
VI.2	Egenskaber ved sorter af vårbyg til økologisk dyrkning .....	152
VI.3	Redskaber til at undgå iblanding af GMO i raps og flerårige græsser .....	156
VI.4	Bælgssæd i økologisk dyrkning – forbedring af sygdomsresistens .....	160
VI.5	Metoder til sikring af GMO-fri økologisk udsæd af grønsagsfrø og foderafgrøder .....	164
	<b>Om FØJO</b> .....	168

De angivne romertal er projektnumre, som anvendes til identifikation af projekterne.

I FØJO II er hovedvægten blevet lagt på at udvikle bæredygtige produktionssystemer, der i sig selv bygger på ønsket om aktivt at tilgodese forhold vedrørende natur, miljø, husdyrvelfærd, husdyrsundhed, fødevarekvalitet m.m. Målet har været at medvirke til, at de økologiske principper kan genfindes i de økologiske produkter, som dermed kan fremstå som reelle alternativer til konventionelle produkter.

Formålet med denne bog er at give en samlet oversigt over de 41 forskningsprojekter, som i perioden 2000 – 2005 er gennemført i forskningsprogrammet FØJO II.

For hvert projekt beskrives baggrund og formål: Hvilke problemstillinger har gjort, at projektet er blevet iværksat, og hvad har målet for projektet været. Dernæst følger en kort beskrivelse af de forsøg eller undersøgelser, som er gennemført i projektet. Afslutningsvis beskrives overordnede og praksisorienterede resultater, som projektet har givet.

For hvert projekt er der en henvisning til en projekthjemmeside på [www.foejo.dk](http://www.foejo.dk). Via denne side kan man bl.a. få direkte adgang til "Organic Eprints", som indeholder alle projektets publikationer – både faglige og videnskabelige.



## Organic Eprints

Organic Eprints er et såkaldt "Open access archive", hvori forskere, der arbejder med økologisk produktion, kan lægge deres artikler og publikationer. Brugere af forskningen har via internettet fri adgang til publikationerne. Arkivet blev etableret af FØJO i 2002, men drives nu i et samarbejde med den schweiziske forskningsinstitution FiBL og det tyske forbundsprogram for økologisk forskning BLE.

Arkivet er blevet en stor succes for FØJO, og arkivet besøges dagligt af flere tusinde forskningsbrugere fra hele verden, som søger efter forskningsbaseret information om økologisk jordbrug og fødevarerproduktion.

## Løbende formidling

På [www.foejo.dk](http://www.foejo.dk) er det endvidere muligt at tegne abonnement på FØJOenyt, som er FØJO's elektroniske nyhedsbrev. FØJOenyt fortæller bl.a. om nye forskningsresultater, om temadage, markvandring osv. Nyhedsbrevet er gratis, og det udkommer seks gange årligt. Via [www.foejo.dk](http://www.foejo.dk) er der også adgang til "økologgen". På denne side fortælles om de erfaringer, som gøres i det praktiske forsøgsarbejde eksempelvis med nye maskiner, nye dyrkningsteknikker osv.

## Ny forskning

Via [www.foejo.dk](http://www.foejo.dk) er der adgang til information om nye forskningsprojekter, inden for økologisk jordbrug og fødevarerproduktion. I 2006 påbegyndes et nyt forskningsprogram "FØJO III", som gør, at der løbende kommer nye resultater.





## Økologisk dyrkning af væksthushgrønsager

I økologisk jordbrug skal grønsager dyrkes i jord, men ved dyrkning af væksthushgrønsager direkte i jorden er der risiko for store udvaskningstab.

I et nyudviklet dyrkningssystem for væksthushgrønsager kombineres anvendelsen af økologisk kompost med dyrkning i jord. Efter endt dyrkning kan komposten spredes på marken, og i forhold til andre dyrkningssystemer er der et meget lille tab af næringsstoffer.

Udbyttet er konkurrencedygtigt, selv med konventionelle systemer, og der er ingen sikre kvalitetsforskelle mellem tomaterne i dette system og andre systemer.

Ved dyrkning af væksthushgrønsager er der behov for store mængder gødning, og i økologisk produktion kan det give problemer. Det kan være vanskeligt at skaffe næringsstoffer nok fra økologiske kilder, og når afgrøderne dyrkes direkte i jorden, kan der ske store udvaskningstab. Planteernæringen er svær at styre så præcist som ved konventionel produktion, og derfor kan der, på grund af forkert forsyning, opstå periodiske kvalitetsproblemer.

Disse problemer, kombineret med store omkostninger i omlægningsfasen og risiko for sædskifteproblemer i væksthushene, har ført til interesse for at dyrke økologiske væksthushgrønsager i afgrænsede bede uden adgang til jorden. Komposten i bedene kan udskiftes, og drænvandet kan opsamles. Samtidig bliver omlægningen billigere, fordi man i høj grad kan udnytte det udstyr, der allerede findes i drivhusene.

Mange anser dog dyrkning i afgrænsede bede for at være i modstrid med ideerne bag økologisk jordbrug. Fordelene ved jordens alsidige indhold af næringsstoffer og sporstoffer udnyttes ikke, ligesom planterødder i jord kan afsøge et stort volumen og dermed opnå en relativt stabil forsyning med vand.

Det er derfor oplagt at kombinere fordelene ved dyrkning direkte i jord og dyrkning i afgrænsede bede. Eksempelvis kunne det meste af komposten tilføres i et afgrænset bed, så planterne udvikler deres rodsystem både i bedet og i jorden udenfor. Mængden af tilført kompost nedbringes, så udvaskning bedre undgås, drænvandet opsamles, og komposten udskiftes, så der her ikke opbygges sædskiftesygdomme.



## Undersøgelser af eksisterende systemer

Undersøgelserne har vist et betydeligt overskud af næringsstoffer, og at det i praksis er vanskeligt at håndtere så store mængder af organisk gødning uden, at det giver en betydelig risiko for tab. Resultaterne peger dog også klart på, at der kan skabes forbedringer, både ved udvikling af gødnings- og dyrkningsstrategier og f.eks. ved podning af tomaterne på mere effektive rodsystemer, hvilket vi fik lejlighed til at undersøge.

Undersøgelser af jord, der havde været dyrket med økologiske tomater i 4, 10 eller 15 år, viste ingen klare effekter af "økologisk alder". Muligvis opvejes den store tilførsel af organisk materiale af, at temperatur og fugtighedsforhold giver anledning til en langt hurtigere omsætning end under udendørs forhold. Dette kan have stor betydning for værdien af tungtomsættelige organiske gødninger.

Undersøgelse af kvalitet viste ikke nogen klar effekt af, om tomaterne blev dyrket økologisk eller konventionelt, men en tydelig effekt af sortsvalg og af hvor modne tomaterne var ved høst. Det ser altså ikke ud til, at økologisk dyrkning i sig selv er garanti for en god smag og kvalitet, men at der skal arbejdes målrettet på at opnå dette.

## Fremstilling af plantebaseret kompost

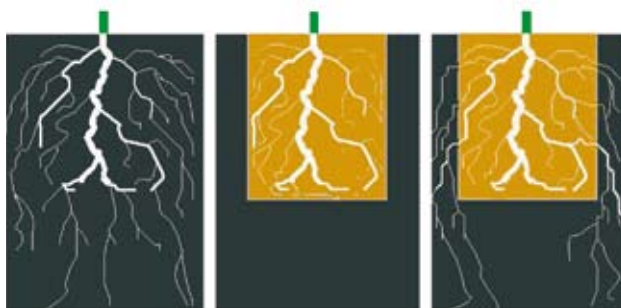
Storskala-komposteringsforsøg blev igangsat i efteråret 2001 med hvedehalm og kløvergræshø som materiale. I forsøgene testede vi hypotesen, at forskudt tilsætning af en





del af det næringsrige materiale ville forhindre en betydelig immobilisering under nedbrydningen af den kulstofrige hvedehalm. Resultaterne bekræftede hypotesen og viste, at efter 7½ uges kompostering var der dobbelt så meget tilgængeligt kvælstof i de behandlinger, der kun havde fået tilført en del af det kvælstofrige materiale fra starten.

Dyrkningsforsøg viste, at komposten var egnet som dyrkningsmedium, men at den var for næringsrig, hvorfor nye komposteringsforsøg med et højere udgangs C/N forhold blev igangsat. Resultaterne viste, at komposteringsproces-



Venstre: dyrkning i jord

Midt: dyrkning i afgrænsede bede

Højre: dyrkning i "blandet" system

sen kan påvirkes, blot ved at forskyde tilsætningen af N-rigt materiale. Det giver grund til at tro, at vi på baggrund af planterester kan danne en næringsrig kompost, der er anvendelig som dyrkningsmedium. De kommende undersøgelser vil derfor i højere grad fokusere på strukturen.

### Udvikling af dyrkningssystemer for tomater

Der blev i 2001 lavet et indledende forsøg med substrat til dyrkning af tomater i afgrænset bed. Forsøget viste bl.a., at den anvendte dybstrøelseskompost fra starten immobiliserede næringsstoffer, så der ikke var noget tilgængeligt til tomaterne. Kløvergræshø som dyrkningssubstrat frigav til gengæld mange næringsstoffer helt fra starten. Begge medier havde problemer med dårlig fysisk struktur. På baggrund af disse resultater har vi fremstillet et dyrkningssubstrat, der består af en blanding af dybstrøelse, kløvergræs og spagnum.

Med dette dyrkningssubstrat er der lavet forsøg med dyrkning af tomater i afgrænsede bede, direkte i jorden og i et "blandet" system. I det "blandede" system startes tomaterne i dyrkningsmediet i de afgrænsede bede, men får mulighed



for også at sprede deres rodsystem til jorden uden for bedene. Alle behandlinger blev tildelt det samme dyrkningssubstrat.

Det "blandede" system har givet de bedste resultater, men forskellene i udbytte, tilvækst og næringsstofkoncentrationer er ikke store. Sidst på sæsonen opdelte vi parcellerne og eftergødgede halvdelen af hver parcel. Til eftergødskningen har vi brugt lucernepiller. Målinger af udbytte og næringsstofindhold i planterne tyder på, at eftergødskningen har virket godt.

Resultaterne viser altså, at vi kan dyrke tomater med godt resultat i afgrænsede bede, også i en længere sæson, og at vi kan forsyne tomaterne med en stor del af de næringsstoffer, som de har behov for, ved hjælp af plantemateriale. Plantemateriale kan bruges både som en vigtig del af det dyrkningssubstrat planterne etableres i og til eftergødskning.

Samlet må det konkluderes, at det blandede system har virket rigtig godt og kan anbefales til praksis. Det har mange fordele i forhold til det helt åbne system og giver mindst lige så højt udbytte. Det er ikke sikkert, at det blandede system

er helt så godt som det lukkede til at reducere rodsygdomme, men udbyttet er højt og næringsstofudnyttelsen er klart bedre. Det lukkede system har også nogle klare fordele, men det er svært at styre og vil kræve megen udvikling, inden det kan anvendes i praksis.

### Projektleder

Kristian Thorup-Kristensen, forskningsleder  
Danmarks JordbrugsForskning,  
Forskningscenter Årslev, 5792 Årslev  
E-mail: kristian.thorupkristensen@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Jørn Nygaard Sørensen, Dorte Bodin Dresbøll,  
Anette Kistrup Thybo, Merete Edelenbos og  
Jens Barfod, Danmarks JordbrugsForskning

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/i1.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/i1.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Økologisk æble dyrkning

Økologiske æbler sælges oftest til frisk konsum, hvilket betyder, at de skal leve op til høje kvalitetskrav. Frugterne skal opfylde størrelseskrav og være hele og sunde. Den værste skadevolder er æbleskurv. Skurv forårsager brune til sorte pletter på frugten og kan angribe så kraftigt, at æblerne bliver uegnede til spisning. Denne svampesygdom er årsag til meget stor nedgang i udbytte og kvalitet i økologisk produktion.

Kobber er et effektivt middel mod svampesygdomme og bruges til økologisk æbleproduktion i de fleste europæiske lande. Det er dog ikke godkendt i Danmark, og der er udsigt til et totalt forbud i EU. For at forbedre kvaliteten og udbyttet i en økologisk æbleproduktion må man derfor finde den bedste kombination af kvælstofforbrug, grundstamme og planteafstand til at forebygge æbleskurvinfektioner og dermed forbedre frugtkvaliteten og produktiviteten.

Den skadevolder, som oftest forhindrer en god ydre kvalitet af frugten, er æbleskurv. Skurv forårsager brune til sorte pletter på frugten og kan i nogle år og på nogle sorter angribe så kraftigt, at æblerne bliver meget små, misdannede og fuldstændigt uegnede til spisning. Denne svampesygdom er årsag til en meget stor nedgang i kvalitet og udbytte i økologisk produktion. Udbyttet af udvalgte sorter hos økologiske avlere ligger fra 0-50 procent af udbyttet hos traditionelle avlere. I gennemsnit for 6 æblesorter var udbyttet hos økologiske avlere på 14 procent af de traditionelle udbytter. Mange økologiske avlere bruger økologiske bekæmpelsesmidler for at forsøge at kontrollere svampesygdomme.

Kobber er et effektivt middel, som bruges til økologisk æbleproduktion i de fleste europæiske lande. Midlet er dog ikke længere godkendt i Danmark, og der forventes et totalt forbud mod kobber i hele EU. Begyndende nedbrydning af resistensen i de skurvresistente sorter har yderligere forværet udsigterne for en økonomisk rentabel æbleproduktion.

### Metoder til forebyggelse

En af de vigtigste metoder til at forebygge æbleskurv er at plante modstandsdygtige eller resistente sorter. Af dyrkningstekniske tiltag er det vigtigt at have mindre åbne træer med en moderat vækst, da infektionsbetingelserne for æbleskurv derved bliver reduceret. Højt niveau af tilgængeligt kvælstof giver træer med en hurtigere og længere vækstsæson, og dermed forbedrede infektionsbetingelser for skurv. Øget tilførsel af kvælstof reducerer desuden plantens



*Ingrid Marie med mekanisk renholdelse i trærekken*

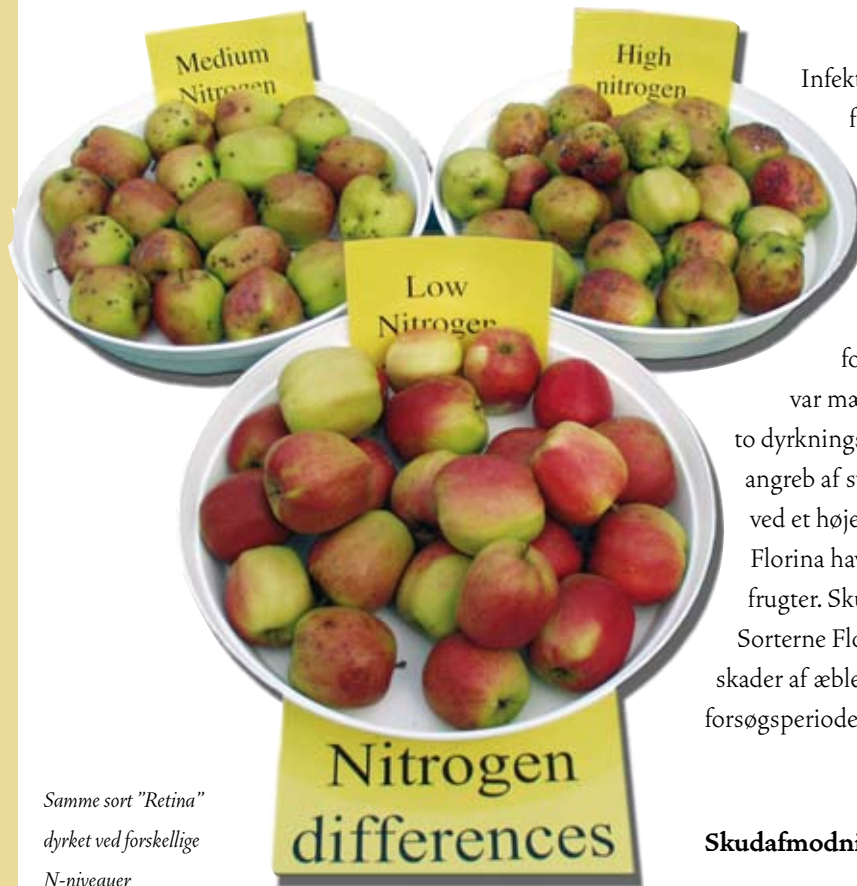


indhold af phenoler, hvilket også øger æbleskurvens muligheder for at trænge ind i planten.

For at optimere den økologiske æbleproduktion er effekten af gødskning, grundstammer og planteafstand på angreb af æbleskurv, udbytte og frugtkvalitet blevet undersøgt. I forsøget er der valgt sorter, som er modstandsdygtige, men ikke resistente over for æbleskurv. Sprøjtning med svovl er blevet udført ved store udslyngninger af askosporer. Varslingsprogrammet RIMpro bruges til forudsigelse af disse alvorlige infektionsperioder.

### **Dækafgrøders indflydelse på frugtkvalitet**

I et afsluttet forsøg blev dækafgrøders indvirkning på kvalitet og udbytte i æbler undersøgt.



Samme sort "Retina"  
 dyrket ved forskellige  
 N-niveauer

De følgende dækafgrøder blev etableret i kørebanen:

- 1) En svagt voksende græsblanding (golf); 2) Kløvergræs;
- 3) Enårig dækafgrøde. Der blev holdt mekanisk rent i træerækken, og forsøget var ugødet og usprøjtet.

Frugt fra træer, dyrket i en svagtvoksende græsbane (1), havde mindre tilgængelighed af kvælstof og derved et mindre kvælstofindhold i træet. Dette gav den bedste frugtfarve. En lavere kvælstoftilførsel resulterede i en bedre frugtudvikling.

Infektionerne af æbleskurv var mere talrige på æbler fra træer i den enårig dækafgrøde. Denne jordbehandling gav den største tilførsel af kvælstof til træerne. Frugten fra træer i den svagtvoksende græsbane havde den procentvis største andel af salgbar frugt. På trods af at totaludbyttet var større for træer, dyrket i den enårig dækafgrøde, var mængden af salgbar frugt den samme fra de to dyrkningssystemer. Dette skyldes, at det procentvise angreb af sygdomme på frugten var større på frugt dyrket ved et højere kvælstofindhold. Sorterne Otava, Prima og Florina havde de største udbytter. Vanda havde de største frugter. Skurvresistensen var nedbrudt i de fleste sorter. Sorterne Florina, Retina og Redfree havde kun mindre skader af æbleskurv. Kun Florina opretholdt resistensen i forsøgsperioden.

### Skudafmodning i æble

Æbleskurv, som overvintrer i vedet, er meget tæt på det nye løv og der nye frugter og har derfor en kort smittevej til modtagelige blade og frugter om foråret. Derfor er det vigtigt at reducere mulighederne for, at skurven overvintrer i grene og knopskel. Ved tidlig skudafmodning og løvfald ville potentialt for udvikling af æbleskurv reduceres i æbleplantager. Derved bliver skudafmodningstidspunktet også relevant for økologisk produktion. Skudafmodning og endeknopdannelse i æbler afhænger af sorten af grundstammen. Hvis man, ud fra viden om skudafmodning af grundstammer og sorter,

kan anbefale de tidligst afmodnede til økologisk produktion vil risikoen for overvintrende æbleskurv og dermed smittrykket i plantagen det næste forår kunne reduceres.

Skudafmodningen i 51 grundstammer viste, at de grundstammer, som havde en god vinterhårførhed også havde en tidlig skudafmodning. MM106 er en grundstamme med meget dårlig vinterhårførhed og den seneste skudafmodning af de medtagne grundstammer; men meget almindeligt brugt. Denne grundstamme bør formentlig udgå som anbefalet til økologisk dyrkning. Overraskende havde den meget kraftige svenske grundstamme A2 en tidlig skudafmodning.

Denne grundstamme vil være aktuel at prøve i økologiske plantager, hvor der ønskes store træer eller kraftig vækst. Den svage grundstamme M9, som anbefales til intensive plantninger, havde en tidlig skudafmodning og vil derfor også være aktuel for økologiske plantninger. Det samme gør sig gældende for en russisk frosthårfør grundstamme, B9.

### **Intensiv økologisk æbleproduktion**

I to store forsøg er skurvinfektionerne undersøgt i relation til gødningsniveau. Derfor valgtes ikke-skurvresistente sorter Discovery og Ingrid Marie. Disse sorter er stadig forholdsvis modstandsdygtige over for sygdomme og bliver anbefalet til økologisk dyrkning.

I 2004 og 2005 er frugtkvaliteten og udbyttet i forsøget blevet målt. Frugtkvaliteten består af ydre og indre frugt-

kvalitet. Ydre frugtkvalitet er frugtstørrelse, frugtfarve samt skader fra sygdomme og skadedyr på overfladen af frugten. Indre frugtkvalitet er frugtens fasthed samt indhold af sukker og stivelse. Desuden bliver frugterne i EU-projektet (QLIF) undersøgt for smag (sensorik) og indhold af sekundære metabolitter. Frugternes kvalitet vil blive relateret til dykningsmetoden, specielt til mønsteret for kvælstoftilgængeligheden, grundstammen og planteafstanden. Dette vil danne grundlag for optimeret dyrkningsvejledning for økologisk æbledyrkning i Danmark.

#### **Projektleder**

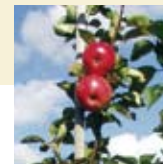
Hanne Lindhard Pedersen, seniorforsker  
Danmarks JordbrugsForskning,  
Forskningscenter Årslev, 5792 Årslev  
E-mail: Hanne.Lindhard@agrsci.dk

#### **Projektdeltagere**

Marianne Bertelsen og Birka Falk Kühn,  
Danmarks JordbrugsForskning

#### **Publikationer og mere information**

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/i2.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/i2.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Modeller for kvælstofdynamik og planteproduktion

Pålidelige matematiske simuleringsmodeller af dyrkningssystemer kan bl.a. anvendes som støtte til at designe sædskifter og udarbejde dyrkningsplaner, som optimerer produktionen. Samtidig kan modelanalyser give et overblik over produktionens påvirkning af det omgivende miljø, f.eks. i forhold til nitratudvaskning.

Økologisk jordbrug bygger på et komplekst samspil med jordbundsfaunaen, og det kræver mange data at udarbejde modeller for dette samspil. I projektet er der videreudviklet to simuleringsmodeller, som på forskellig måde giver mulighed for modellering af driftsforhold og miljøbelastning. Endvidere er der udviklet en model for, hvordan forskellige dyrkningsstrategier påvirker jordbundsfaunaen.

Produktionen i økologisk jordbrug og dennes indvirkning på miljøet afhænger af et komplekst samspil af biologiske, fysiske og kemiske faktorer, hvoraf nogle er stærkt afhængige af klimaet. Ved hjælp af scenarieanalyser med simuleringsmodeller, der kan efterligne hele sædskifter, kan man undersøge og beregne effekter på produktion, jordens frugtbarhed, biodiversitet og miljø. Dette forudsætter imidlertid, at modellerne er solidt funderede på videnskabelige data fra både kort- og langtidseksperimenter. Projektet benytter tre supplerende simuleringsmodeller, Daisy, FASSET og FieldEco.

To af de anvendte modeller, FASSET og Daisy, er baseret på beskrivelse af næringsstofpuljerne og deres dynamik, vandbevægelse og afgrødevækst i jord-plant-atmosfære systemet. FieldEco er baseret på en beskrivelse af jordbundsfaunaen og dennes samspil mellem forskellige niveauer i fødekæden, populationernes indbyrdes rækkefølge og betydning for frigørelsen af næringsstoffer. FieldEco's hovedrolle i projektet er at kunne beregne, om jordbundsfaunaen har en







afgørende indflydelse på kvælstofomsætningen og plantetilgængeligheden af kvælstof. Desuden skal den kunne belyse forskellige dyrkningsstrategiers effekt på biodiversiteten af jordbundsfaunaen.

### **Modellernes udvikling, tilpasning og efterprøvning**

De tre modeller Daisy, FASSET og FieldEco er blevet videreudviklet, justeret og efterprøvet på baggrund af sammenligninger af modellernes resultater med konkrete observerede værdier i givne forsøg. Modellerne har været testet mod følgende konkrete forsøgsdatasæt: "Burrehøjvej-eksperiment"; "Næringsstofhusholdningsforsøget" og "Sædskifteforsøgene".



### **FASSET-modellen**

Modellen har med få justeringer vist sig anvendelig til at fange nogle af eftervirkningerne ved forskellige græsnings-systemer samt at komme ud med simuleringer for de forskellige afgrøder, der generelt ligger inden for spektret i de konkrete forsøgsdata. Endvidere har modellen vist sig i stand til at indfange fundamentale forskelle imellem behandling med forskellige mængder organisk gødning og fangafgrøder.

I forbindelse med slutevalueringen af Vandmiljøplan II (VMP II) er Fasset-modellen blevet benyttet til at vurdere forskellen i kvælstofudvaskning mellem økologisk og konventionel planteavl. Effekter af VMP-II blev også vurderet på udviklingen i udvaskningen fra konventionel planteavl samt



hvilke tiltag, der yderligere kunne reducere udvaskningen fra økologisk planteavl. Resultaterne viser, at der kun er meget små forskelle i kvælstofudvaskningen mellem konventionelle og økologiske planteavlssædskifter.

### Daisy-modellen

Daisy-modellen har været anvendt til simulering af Burrehøjvej- og Sædskifteforsøgsdata og har fokuseret på simulering af 1) kløvergræs og græsning, 2) forskellige fangafgrødespecifikationer indflydelse på nitratkoncentrationen og udvaskningssimuleringen og 3) sammenligninger imellem forskellige moduler for jordens organiske stof.

Simuleringerne af de første tre års græsvækst, kløvergræsvækst og græsning er blevet optimeret, og kløvergræsmodellen fungerer ganske godt for de involverede steder og behandlinger. Til simulering af konkurrerende undersæede afgrøder er modellen dog for følsom over for en række parametre, mens den til simulering af eftervirkningen af græsmarken anses for at være tilstrækkelig.



Daisy-modellen har også været anvendt på simuleringer af grønsagssædskifter. Disse har fortrinsvis fokuseret på betydningen af fangafgrøders roddebyde samt fangafgrøders placering i sædskiftet for hele sædskiftets kvælstofudnyttelse og tab. Resultaterne har underbygget, at især rodvækststigheden og den maksimale roddebyde har stor betydning for fangafgrødernes evne til at "gøre rent" efter flere års udvaskning af nitrat. De kan hermed placeres strategisk i sædskiftet, og ikke nødvendigvis altid i situationer med høj udvaskningsrisiko i det indeværende år.

### FieldEco

Tilpasning og efterprøvning af FieldEco er blevet udført i forhold til Burrehøjvej-eksperimentet. Simuleringerne af datasættet er ganske gode. Modellen har været anvendt til at undersøge effekten af regnorm på kvælstofdynamikken i økologiske sædskifter. Simuleringerne viste et 30% højere niveau for mineralisk N i jorden i scenarier med regnorm end i scenarier uden regnorm. Effekten var højest i sensommer og efterår. Dette understøtter antagelsen om, at regnorm kan spille en rolle for kvælstofdynamikken i økologisk dyrkning.



## Ny model udviklet for jordens organiske stof

Et af delprojekterne har fokuseret på modellering af omsætning af de organiske stoffer kulstof (C) og kvælstof (N) i to af simuleringsmodellerne, FASSET og Daisy. Her er der lagt særlig vægt på at kunne beskrive jord-plant systemer, hvor en stor del af næringsstoftilførselen sker på organisk form, f.eks. i form af kvælstoffiksering i afgræssede kløvergræsmarker eller i form af husdyrgødning. Formålet var at forbedre og videreudvikle modellen for jordens organiske stofomsætning i Daisy og FASSET-modellen.

Til dette formål har vi sammenstillet verdens største samling af data fra felt- og laboratorieeksperimenter omkring omsætning af organisk stof. Disse er samlet i en database koblet med et modelkompleks med moduler for henholdsvis simulering, optimering og grafisk fremstilling. Dette har givet et meget stærkt fundament for udviklingen af en ny model, CN-SIM. Dette arbejde er blevet anerkendt også internationalt, idet resultaterne peger på en revurdering af fundamentale parametre i mange internationale jordmodeller.

### Projektledere

Jørgen Aagaard Axelsen  
Danmarks Miljøundersøgelser, 8600 Silkeborg  
E-mail: jaa@dmu.dk

Lars Stoumann Jensen,  
Den Kgl. Veterinær og Landbohøjskole,  
1871 Frederiksberg C  
E-mail: lsj@kvl.dk

Jørgen E. Olesen,  
Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele  
E-mail: Jorgen.E.Olesen@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Jørgen Berntsen, Kristian Thorup-Kristensen,  
Bjørn M. Pedersen, Ib Sillebak Kristensen,  
Danmarks JordbrugsForskning, Anders Pedersen,  
Per Abrahamsen og Søren Hansen,  
Den Kgl. Vet. Og Landbohøjskole og  
Ruth Grant, Danmarks Miljøundersøgelser.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/i3.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/i3.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



## Kvalitet og produktion af brødhvede

Sædskifter med flerårige afgræsningsmarker og hyppig tilførsel af afgrøderester og husdyrgødning ophober betydelige mængder organisk bundet kvælstof i jorden med risiko for udvaskning. Bedre styring af frigivelsen af dette kvælstof i vækstperioden kan forbedre kvælstofudnyttelsen.

Græsmerkernes gode eftervirkninger har givet øget udbytte og kvalitet af efterfølgende brødhvede sammenholdt med brødhvede dyrket i et rent kornsædskifte. Udbytte og kernekvalitet har ikke kunnet øges via jordbearbejdnig.

## Øget kvalitet og produktion af brødhvede

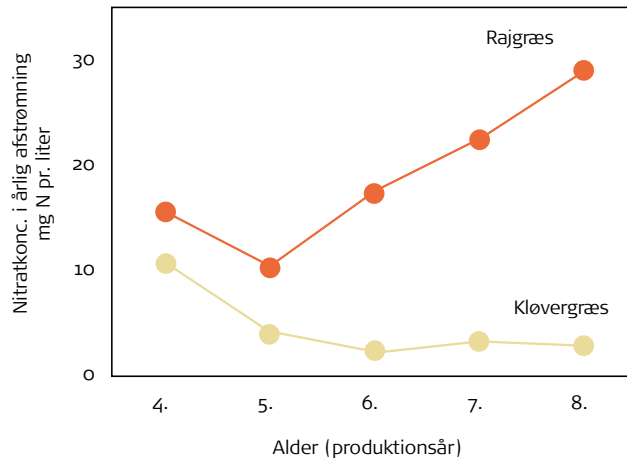
I økologisk jordbrug ønskes blandt andet en høj næringsstofudnyttelse med mindst mulig miljøbelastning. Kvælstof (N) er afgørende både for planteproduktionens omfang og kvalitet og for belastningen af det omgivende miljø. Mængden af plantetilgængeligt kvælstof er primært styret af sædskiftet samt tilførsel af gødning og afgrøderester. Jordbearbejdnig og placering af flydende husdyrgødning udgør potentielt vigtige styringsredskaber for frigivelse af kvælstoffet.

Gennem inddragelse af hele produktionskæden fra jord-til-bord søges der i dette projekt skabt et bedre grundlag for en helhedsorienteret rådgivning vedrørende kvælstofhusholdningen i økologisk planteproduktion - specielt i forbindelse med at øge omfang og kvalitet af dansk produceret brødhvede.

## Eftervirkning af græsmarker

Vi har fulgt fire forskellige typer græsmarker på lerblandet sandjord til og med det 8. produktionsår: ugødet kløvergræs og gødet rajgræs henholdsvis afgræsset med malkekøer og til slæt. I afgræsningsmarkerne var udvaskningen altid lavere fra kløvergræs end fra rajgræs. Forskellen var moderat i år 4 og 5, men i år 6-8 var den betydelig. Udvaskningen fra kløvergræs udgjorde kun 9-13% af den tilsvarende for rajgræs. Det skyldes, at kløvergræs i det første produktionsår fikserer 2-300 kg N pr. ha, hvorefter fikseringen falder. I 8. års marken

blev den målt til at være ca. 100 kg pr. ha. Forklaringen er en selvregulerende mekanisme i kløvergræs, som bevirker, at et højere indhold af mineralsk kvælstof i jorden reducerer kvælstoffikseringen. Ligeledes var udbyttet i 8. års kløvergræs betydeligt reduceret i forhold til de første år. En lavere kløvergræsproduktion resulterede i mindre afgræsning og deraf mindre afsætning af kvælstof i gødnings- og urinpletter.



Figur 1. Koncentration af nitrat i afstrømningsvand fra hhv. kløvergræs og rajgræs

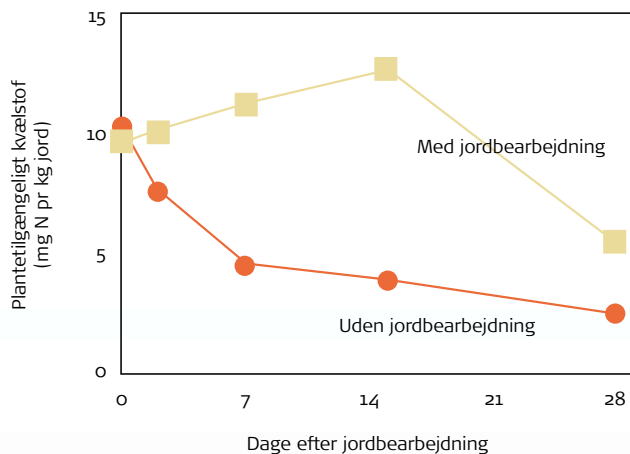
Den meget lave udvaskning fra 4-8 år gamle kløvergræsmarker med afgræsning giver et fingerpeg om, at græsrigge kvægsædskifter under ekstensiv drift er en velegnet produktionsform f.eks. i områder med grundvandsinteresser. Græsmarkernes gode eftervirkning betyder også, at udbytte og kvalitet af en efterfølgende brødhvede forøges væsentligt sammenlignet med brødhvede dyrket i et rent kornsædskifte.

## Jordbearbejdning

Jordbearbejdning foretages almindeligvis for at gøre jorden klar til såning eller for at nedmulde planterester og husdyrgødning. Ved mekanisk ukrudtsbekæmpelse sker der også en jordbearbejdning. Den mekaniske bearbejdning af jorden forventes at fremme omsætningen af organisk bundet kvælstof fra jorden. Hvis det er tilfældet, vil jordbearbejdning, foretaget i vækstsæsonen, kunne bidrage til, at der kan opnås bedre brødhvedekvalitet. Mulighederne for at anvende jordbearbejdning som indirekte kvælstofkilde er blevet undersøgt i vinterhvede.

Rækkefræsning i vinterhvede





Figur 2. Indhold af plantetilgængeligt kvælstof i jord med og uden bearbejdning

Jorden mellem vinterhvederækkerne blev løsnet til ca. 6 cm's dybde i maj. Jordbearbejdningen bevirkede, at jordens indhold af plantetilgængeligt kvælstof i de efterfølgende uger var højere i den løsnede jord sammenlignet med uforstyrret jord. Der var dog tale om beskedne stigninger beregnet til højst 10 kg N pr. ha. Stigningerne må især skyldes, at rødder, som blev beskadiget ved jordbearbejdningen, ikke kunne optage kvælstof i samme takt som i uforstyrret jord. Derved ophobedes plantetilgængeligt kvælstof i den bearbejdede jord i marken, medens plantetilgængeligt kvælstof i uforstyrret jord løbende blev optaget i hveden.

Jordbearbejdningen havde generelt kun en beskedne indflydelse på kerneudbytte og kvælstofoptagelse. Der kunne således hverken opnås højere udbytte eller bedre kernekvalitet.

### Betydning af gødningsplacering

Ved at øge kornafgrøders optagelse af kvælstof i flydende husdyrgødning (gylle) og mindske ukrudts adgang til tilførte næringsstoffer kan gødningens placering være med til at optimere næringsstofudnyttelse og kernekvalitet.

Gødningskvælstof tildelt med henblik på at fremme afgrødens produktivitet vil også være tilgængelig for ukrudt. Det er klart, at dyrkningsmetoder, der har en positiv effekt på afgrødens optagelse af det tilførte kvælstof, samtidig vil reducere ukrudtets optagelse af gødningskvælstof.

Afgrødens optagelse af tilført kvælstof er meget intensiv i en kort periode i foråret efter gødningsudbringning. Afhængig af udbringningsmetoden vil forholdet mellem ukrudt og afgrøden påvirkes af forskellige faktorer. Forhold, der svækker afgrødens evne til at optage det med gødningen tilførte

*Fra bagetest af vårhvede dyrket efter kløvergræs. Vårhveden var gødet med (fra venstre mod højre) 0, 115, 230 kg N i gylle*



kvælstof, vil også påvirke konkurrencen mellem ukrudt og afgrøde om andre vækstfaktorer som lys og vand. Desuden vil muligheden for at gennemføre en effektiv og prisbillig ikke-kemisk, mekanisk ukrudtsregulering blive reduceret.

### Kvalitet af brødhvede

Det er vigtigt at finde sorter, der er særligt velegnede til brødhvedeproduktion under økologiske produktionsbetingelser. Til dette formål savnes brugervenlige metoder til test af brødhvedekvalitet. I samarbejde med de øvrige aktiviteter inden for projektet er samspillet mellem sortsvalg, kvælstof-forsyning og bagekvalitet blevet belyst for økologisk dyrket hvede.

De indtil nu opnåede resultater har tydeliggjort problemer med et lavt protein- og glutenindhold i økologisk dyrket vinterhvede, men det ser ud til, at enkelte sorter klarer sig bedre end gennemsnittet.

Endvidere viser resultaterne, at både type og mængde af gødning påvirker kernernes proteinindhold og glutenindhold i mel. Ved alle gødningsniveauer medførte anvendelse af ajle et højere protein- og glutenindhold, hvorimod bagevolumen ikke var signifikant forskellig for de to gødnings-

typer. Kvalitetsmålinger på vårhvede dyrket efter ompløjning af græsmarker viste, at græsset alene resulterede i en god bagekvalitet. Kvaliteten svarede til hvede dyrket med 150 kg N pr. ha tilført kvælstof, hvis den foregående afgrøde var korn. Yderligere tilførsel af gylle gav forøgede protein- og glutenindhold. Glutenstrukturen blev blødere og mere strækbar, men gav ikke en forøgelse af brødvolumen.

### Projektleder

Bent T. Christensen, Danmarks JordbrugsForskning,  
8830 Tjele  
E-mail: Bent.T.Christensen@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Jørgen Eriksen, Ingrid K. Thomsen, Jens Petersen,  
Karsten Rasmussen, Johannes Ravn Jørgensen,  
Lene Pedersen og Peter Sørensen,  
Danmarks JordbrugsForskning

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/i4.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/i4.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





*Samdyrkning med hestebønne og hvede*

## Dyrkning af frøbælgplanter i økologisk jordbrug

Fra 2005 har alle fodermidler skullet være produceret økologisk. Hovedformålet med projektet har været at vurdere potentialet for dyrkning af flere frøbælgplanter (ært, hestebønne og lupin) i økologiske dyrkningssystemer.

De opnåede resultater viste, at samdyrkning af bælgplanter og korn medfører en række fordele. Der er fundet merudbytter på op til 50% sammenlignet med dyrkning af de samme afgrøder i renbestand, større proteinudbytte og bedre proteinkvalitet samt markant færre problemer med ukrudt og plantesygdomme. I jorde med begrænset tilgængelighed af kalium og fosfor reduceres væksten af hestebønner og ært, hvorimod lupin er upåvirket.

Når alt foder til økologiske husdyrbesætninger skal være økologisk produceret, kræver det øget produktion og tiltag, der kan sikre en optimal proteinforsyning, hvis det stigende behov for foder skal opfyldes. Frøbælgplanterne ært, hestebønne og lupin kan dyrkes under danske klimaforhold, og sammen med korn supplerer de hinanden godt i foderblandinger. Frøbælgplanter har også en anden vigtig rolle, nemlig at forsyne det økologiske sædskifte med kvælstof via fiksering af luftens kvælstof. På trods af mange fordele har dyrkning af frøbælgplanter været begrænset. Da de har ry for at være dyrkningsusikre pga. tørkefølsomhed, lejesæds-tilbøjelighed og sen modning.

Projektets formål var at vurdere potentialet for dyrkning af flere frøbælgplanter i økologiske dyrkningssystemer, herunder samdyrkning af frøbælgplanter og korn. Effekt af jordtype, klima, kalium- og fosfortilgængelighed samt samdyrkningens effekt på ukrudt og plantesygdomme blev undersøgt. Samtidig blev kvælstoffiksering, kvælstofbalancer, tilgængeligt kvælstof om efteråret og for den efterfølgende afgrøde bestemt. Desuden målt kvaliteten af frøbælgplanter og korn høstet til modenhed i relation til fodring af svin og fjerkræ.





## Valg af frøbælgplanter

Uafhængigt af den kornafgrøde (byg, triticale og hvede), der indgik i samdyrkingen, var der acceptable ensartede forløb i udvikling og afmodning af alle testede sorter af ært og uforgrenede lupiner. Derimod var hestebønner og forgrenede lupiner i visse år uegnede til samtidig høst. De højeste kerneudbytter blev målt i byg-ært blandingerne, mens de højeste proteinudbytter blev målt i lupin dyrket i renbestand. Mængden af kvælstof i de høstede kerner og mængden af fikseret kvælstof var mindre for ært end for hestebønner og lupin. Dette reducerede kvælstofbalancen i jorden, som dog fortsat var positiv. Udbyttestabiliteten var lav på ært og hestebønne dyrket på sandjord, hvorimod ært på lerjord udviste god stabilitet. Specielt hestebønne og de uforgrenede lupiner dyrket i renbestand var dårlige konkurrenter over for ukrudt. Betydningen heraf synes dog ikke særlig vigtig i blandinger med korn, når kornet udvikler sig normalt og selv kan udøve den nødvendige konkurrence over for ukrudtet.

*Samdyrkning med forskellige lupinsorter*



På sandjorden var forfrugtsværdien højere efter hestebønne og lupin dyrket i renbestand end efter byg dyrket i renbestand og ært-byg blandinger. Frøbælgplanter dyrket i renbestand på grovsandet jord bør altid efterfølges af en overvintrende afgrøde for at reducere tabet af kvælstof. Det var ikke muligt at påvise sådanne førsteårseffekter på lerjorden ved sammenligning af de forskellige frøbælgplanter og dyrkning i renbestand kontra blanding.

## Effekt af dyrkning på jord med lav kalium- og fosforstatus

Hestebønner og ært havde behov for supplerende kaliumtilførsel, når de blev dyrket på en grovsandet jord med lav kaliumstatus. Til gengæld var udbytterne i lupin upåvirkede. Mangelsymptomer for kalium blev påvist i ært, og hestebønnerne havde en reduceret højdevækst ved begrænset kaliumtilgængelighed. Tilsvarende var der stor effekt af

*Samdyrkning med ært og byg*



fosfortilførsel til ært og hestebønne, i modsætning til lupin. Ved samdyrkning af byg og frøbælgplanter opnåedes de største udbyttefordele ved samdyrkning ved det laveste fosforniveau. Fordelen var større for blandinger af ært-byg og hestebønne-byg end for lupin-byg. På lerjord blev fosfor og kalium udnyttet op til 28% mere effektivt i blandingsafgrøden sammenlignet med de respektive afgrøder dyrket i renbestand. Lupiners mekanisme for kalium- og fosforoptagelse kan være forskellig fra ært og hestebønner.

Måling af andre plantevækstfaktorer som lys og vand viste, at vand på lerjorde ikke spiller den store rolle for afgrødernes konkurrence og vækst. Derimod kan konkurrence om vand på grovsandet jord, særligt i de tidlige vækstfaser, give betydelige udnyttelsereduktioner i specielt ært og hestebønne og i mindre grad lupin. Bygs bedre evne til at absorbere lys, sammenlignet med ært, viste sig også som en væsentlig konkurrenceparameter.

*Forsøg med samdyrkning og dyrkning i renbestand*



## Samdyrkning af frøbælgplanter og korn

Høstudbyttet var i gennemsnit (2001-2003) 12-53% større, når afgrøderne blev samdyrket frem for dyrket i renbestand. Det er især ært-byg og hestebønne-byg-blandingerne som forbedrer udnyttelse af plantevækstfaktorer som lys, vand og næringsstoffer. Samtidig blev frøbælgplanterne presset af kornet til at øge kvælstoffikseringen. Det gav op til 40% bedre udnyttelse af jordens kvælstofressourcer sammenlignet med dyrkning i renbestand. Afgrødernes kvælstofbalancer viste dog, at blandingsafgrøderne generelt ikke var i stand til at øge jordens kvælstofindhold på længere sigt, i modsætning til hestebønne og lupin dyrket i renbestand. Ært, dyrket i renbestand, viste sig at have ringe konkurrenceevne over for ukrudt. Ukrudtsbiomassen steg, når andelen af ært, i forhold til byg, blev forøget i blandingen. Både byg og hvede var bedre til at kompensere for lave udsædsmængder ved hjælp af øget buskning, i modsætning til frøbælgplanterne.

## Plantesundhed

Samdyrkning af frøbælgplanter med byg medførte markant mindre sygdom i afgrøderne. Reduktionen blev større jo flere forskellige frøbælgplanter, der indgik i blandingsafgrøden. Ærtesyge blev således reduceret med 25% ved samdyrkning med byg, men blev ved samdyrkning med både byg, hestebønne og lupin reduceret med 40%. Plantesygdomme er specifikke for de enkelte dyrkede afgrøder. Dette bevirker, at spredning af sygdomme (især via svampe) bliver begrænset i blandingsafgrøder, da afstanden til den nærmeste vært er

større end ved dyrkning i renbestand. Den ikke-modtagelige afgrøde af en specifik sygdom kan eksempelvis udgøre en fysisk barriere, der hindrer spredning. Forsøgene viste også, at samdyrkning kan være en god metode til at minimere forekomsten af frøbårne sygdomme, hvilket er vigtigt ved produktion af økologisk udsæd.

Kvælstof kan være en begrænsende vækstfaktor for planreproduktion i økologisk jordbrug. Forsøg viste, hvorledes tilførsel af kvælstof kan reducere effekten af samdyrkning, specielt for bladplet i byg. Generelt betød tilførsel af kvælstof til dyrkningssystemet, at sygdomme som meldug og rust blev forøget. Undersøgelser viste, hvordan afgrødernes adgang til kvælstof, fosfor eller kalium påvirkede etablering og vækst af meldugsvampen. Specielt forholdet mellem kalium og kvælstof påvirkede bygplanternes modtagelighed.

### Kvalitet af den høstede vare

Generelt, var der en signifikant højere kvælstofprocent i bygkernerne efter samdyrkning med ært og hestebønne sammenlignet med byg dyrket i renbestand. Lupin var ikke i stand til at forøge kvælstofindholdet i byg uafhængigt af jordtype. Det samme gjaldt hestebønner på grovsandet jord. Der var ingen særlig målbar effekt på kvaliteten af bælgplanternes frø. Undersøgelser af prøver med højt og lavt proteinindhold viste, at den biologiske værdi af proteinet blev reduceret, når proteinindholdet blev øget. Det var dog ikke tilfældet for bygsorten Lysiba (høj lysin), hvor det højere proteinindhold desuden øgede proteinfordøjeligheden.

Ved samdyrkning af vårhvede, med enten ært eller hestebønne, blev proteinprocenten i hvedekernerne forøget markant, især i blanding med ært. Tilførsel af kvælstof (urea) til hvede, dyrket i renbestand, forøgede også proteinprocenten, men ikke i samme grad som ved samdyrkning. En forøgelse af proteinindholdet i hvedekerner havde tilsyneladende ingen negative effekter på en række andre bagekvalitetsparametre.

### Projektleder

Erik Steen Jensen, forskningsprofessor  
Forskningscenter Risø, 4000 Roskilde  
E-mail: erik.s.jensen@risoe.dk

### Projektdeltagere

Henrik Haugaard-Nielsen, Marie Trydeman Knudsen, Julia Kinane, Michael Lyngkjær og Per Ambus, Risø, Bjarne Jørnsgaard, Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole, Margrethe Askegaard, Knud Erik Back Knudsen og Sigurd Boisen, Danmarks JordbrugsForskning

### Publikationer og mere information

Se projektets egen hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/i4.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/i4.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



## Økologisk dyrkning af rækkeafgrøder

Opsætning af jorden i kamme som alternativ til pløjning er velkendt fra USA, hvor systemet reducerer pesticid- og gødningsforbrug ved konventionel dyrkning. Systemet har ikke tidligere været forsøgt tilpasset økologisk dyrkning i Danmark.

Det har vist sig, at opsætning af jorden i kamme om efteråret kan øge mængden af plantetilgængeligt kvælstof om foråret. Inkorporering af fast staldgødning i kamme kan øge udbyttet af den efterfølgende afgrøde. Desuden kan dybe jordløsninger i vækstsæsonen øge udbyttet i kartofler, men mekanismerne er ikke afklaret. Dyrkning af majs, sojabønne og hestebønne har vist lovende resultater ved dyrkning på kamme, men der var ingen effekt af arts- og sortsblandinger på sygdomme og skadedyr.

## Nye metoder i dyrkning af rækkeafgrøder

Opsætning af kamme, hvor det øverste jordlag bliver lagt ind i kammen, er en mere skånsom jordbehandling end pløjning. Samtidig har kamsystemet den fordel, at det giver bedre muligheder for indarbejdning af husdyrgødning og afgrøderester samt for mekanisk bekæmpelse af ukrudt sammenlignet med andre pløjefri dyrkningssystemer. Når man hypper jorden op i kamme, bliver den mest næringsrige jord i det øverste jordlag flyttet ind i selve kammen. Når der så kommer nedbør, vil vandet fortrinsvis løbe ned ad siden på kammene, og uorganisk kvælstof inde i selve kammen vil være delvist beskyttet mod udvaskning. Den potentielle fordel ved at dyrke på kamme består i en øget solindstråling, som vil give en højere jordtemperatur og en bedre fremspiring samt en øget afdræning og et bedre luftskifte.



Projektet tog udgangspunkt i to af det økologiske jordbrugs mest centrale principper, nemlig recirkulering af næringsstoffer samt forebyggelse af sygdoms- og skadedyrsangreb. Følgende nye metoder i dyrkningen af rækkeafgrøder er blevet afprøvet: 1) Kamme som alternativ til pløjning 2) Dybe jordløsninger i vækstsæsonen og 3) Blandinger af sorter og arter. Der fokuseredes fortrinsvis på dyrkning af kartofler, da de i forvejen dyrkes i kamme. Da kamopsætning blev undersøgt i samspil med forskellige jordtyper, fangafgrøder samt gødningstyper og -tidspunkter for tildeling, har projektet også belyst, hvorledes kartoffelkvaliteten og den alvorlige sygdom, rodfiltsvamp, påvirkedes af de nævnte faktorer. Endelig blev samspillet mellem dyb jordløsning og vandingsintensitet på sandjord, blandinger af sorter med forskellige resistenskilder samt effekten af rækker af andre afgrøder i kartoffelmarken undersøgt.



### Effekt af kamopsætning

I forsøg med kartofler på sandjord øgede kamme, opsat om vinteren, mængden af plantetilgængeligt kvælstof med 8% i 0-50 cm jorddybde sammenlignet med pløjning. Med et totaludbytte på 290 hkg/ha og et udbytte af salgbar knolde på 159 hkg/ha gav kamme, opsat om vinteren efter rajgræs,



det samme udbytte som forårsplojning efter rajgræs ved et mindre arbejdsforbrug. Kamme, opsat om efteråret, reducerede i mindre grad forekomsten af skurv, vækstrevner og grønne knolde, men der var ikke nogen effekt på udbyttet. På lerjord var der ingen forskel mellem kamme og pløjning.

Kamme opsat om vinteren efter rajgræs er derfor et seriøst alternativ for økologisk kartoffelproduktion på sandjord, men ikke på lerjord.

Kammens effekt på udvaskning blev samtidig undersøgt i to selvstændige forsøg. I det første forsøg blev bromid brugt som sporstof for at simulere kvælstoftransporten i kammen. Forsøget viste, at bromid var mere beskyttet mod udvaskning i selve kammen end i siden af kammen eller i kamfuren. Udvasningen under kamfuren var mere end 100% højere end udvasningen under selve kammen. I det andet forsøg blev udvasningen målt direkte i et lysimeter. I dette forsøg blev fast staldgødning enten inkorporeret i kamme eller nedpløjet i oktober. Vand fra lysimeteret blev opsamlet fra november til april og efterfølgende blev en bygafroede dyrket på flad jord. Alt efter året reducerede kamme kvælstofudvasningen med 13-29% på lerjord og 0-14% på sandjord. Meget overskudsnedbør om vinteren gav de største fordele ved kamme.

Inkorporering af fast staldgødning i kamme blev også afprøvet i et markforsøg, men her blev der dog ikke fundet nogen fordel.



### Effekt af dybe jordløsninger

Dybe jordløsninger forøgede udbyttet af salgare knolde med 49% i 2001, men der var ingen effekt i 2002 og 2003. Der er flere mulige forklaringer på dette. For det første var nedbørmængden umiddelbart før og efter jordløsning meget højere i 2002 og 2003 sammenlignet med 2001. Da dybe jordløsninger vil pakke jorden, hvis jorden er for våd, og løsnet jord vil falde sammen igen, hvis der kommer meget nedbør umiddelbart efter jordløsningen, blev jordløsningen ikke foretaget under optimale betingelser i 2002 og 2003. For det andet er det sandsynligt, at de dybe jordløsninger kan have revet spirer og stængler i stykker og dermed have givet færre, men større knolde afhængigt af kartofflens vækststadium. For det tredje kan de dybe jordløsninger også have haft en positiv effekt på plantevæksten ved at øge mængden af plantetilgængeligt kvælstof. Det vil derfor være relevant at foretage uddybende forsøg for at afklare, om det er muligt at opnå vedvarende højere salgare udbytter ved at "time" de dybe jordløsninger i forhold til vækststadium og nedbørmængde.

## Sortsblandinger og jordbearbejdning

Arts- og sortsblandinger har ikke været i stand til at give nævneværdige reduktioner i angreb af kartoffelskimmel og slet ikke så store reduktioner, at de er interessante i praksis. Hestebønne har været blandet med kartofler, idet det var forventet, at hestebønne ville virke som en fysisk barriere mod skimmelspredning. Det har dog ikke været tilfældet i nævneværdigt omfang.

Jordbearbejdningen har ikke påvirket angreb af kartofflens rodiltsvamp. I et forsøg med naturligt forekommende smittestof kunne der heller ikke påvises effekter af fangafgrøder og gødningsstrategi. Ved kunstigt tilført smitte blev der i 2003 påvist cirka 50% reduktion af rodiltangreb efter fangafgrøder. Som følge af den kunstige smitte var der generelt tale om meget kraftige angreb.

### Lovende resultater med rækkeafgrøder på kamme

I 2003 blev dyrkning af forskellige rækkeafgrøder på kamme afprøvet i mindre forsøg. Fremspiringen af sojabønne dyrket på siden af kammen var øget med 32% sammenlignet med flad jord. Tørvægten af majs høstet i august var øget med 79% på siden af kammen og 49% på toppen af kammen sammenlignet med flad jord. Både sukkerroe, havre, byg, majs, sojabønne, hestebønne, linse, lupin, ært blev dyrket på kamme, men især majs og hestebønne gav en kraftigere vækst på kamme. Forsøgene blev gentaget i 2004, og igen har majs, dyrket på kamme, vist sig at have en meget kraftigere

vækst end majs dyrket på flad jord. Årsagen til de fundne vækstfordele er ikke undersøgt i detaljer, men den øgede solindstråling, højere temperatur og bedre afdræning kan spille en afgørende rolle. Desuden tyder det også på, at hestebønne danner et bedre rodsystem og flere kvælstoffikserende rodknolde ved dyrkning på kamme. De lovende resultater fra disse mindre forsøg gør det relevant at foretage en nærmere undersøgelse af potentialet for økologisk dyrkning af rækkeafgrøder på kamme.

### Projektleder

Jesper Rasmussen, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Jordbrugsvidenskab, 2630 Tåstrup  
E-mail: jer@kvl.dk

### Projektdeltagere

Christian Bugge Henriksen og Lisa Munk, Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole;  
Bent J. Nielsen, Jens Peter Mølgaard, Lars Bødker og Henning Thomsen, Danmarks JordbrugsForskning

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/16.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/16.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



## Jordkvalitet i økologisk jordbrug

Komprimeret jord under pløjelaget er et stigende problem. Undersøgelserne i dette projekt viser imidlertid, at mekanisk løsning af underjord kun skal tages i anvendelse, såfremt der er tale om meget stærk komprimering. Selv ved anvendelse af procedurer, der minimerer genpakningen af jorden, lader det til, at rodvæksten i den mekanisk løsnede jord vil være hæmmet i flere år efter behandlingen.

Et varieret sædskifte samt tildeling af husdyrgødning er vigtige instrumenter for den økologiske jordbruger til at opretholde en frugtbar jord. Projektets resultater viser, at begge driftsforanstaltninger, allerede efter få år, kan forbedre forholdene i en udpint jord. Sædskiftet virker stærkere end husdyrgødningen. Undersøgelserne viser også, at pakning af jorden samt brug af pto-drevne jordbearbejdningsredskaber kan mindske og i visse tilfælde helt ophæve de gode effekter opnået ved de øvrige driftsforanstaltninger.

### Hvad er jordkvalitet?

*Jordkvalitet er hvor godt en jord gør det, vi vil have den til at gøre. Det vil sige, at vi både skal tage stilling til, hvad vi ønsker, og hvor godt jorden opfylder det.*

- I *pløjelaget* er det vigtigt, at jorden er ”bekvem”. Det betyder, at den nemt bearbejdes til såbed og smuldrer uden at blive pulveriseret. Desuden modstår den regn uden at danne skorpe, har et forgrenet net af hulrum af forskellig størrelse, opsuger overskudsnedbør uden at der dannes overfladeafstrømning (erosion), tillader forgrenet rodvækst og leder luft frem til planterødderne.
- Jorden *under pløjedybden* skal kunne lede vand og luft samt fungere som voksested for rødder og være levested for levende organismer i jorden.

### Landmandens virkemidler

- Normalt siger man, at der i økologisk jordbrug skal jordbearbejdes så lidt som muligt. Omvendt er der et behov for ukrudtsbekæmpelse og for nedbringning af husdyrgødning og planterester. Hvor lidt bearbejdning er nok, og kan økologisk jordbrug gennemføres uden pløjning?
- Komprimerede jordlag under pløjelaget er et stigende problem – også i økologisk jordbrug. Skal man løse med mekaniske redskaber, og hvordan forebygger man bedst pakningen?



- Sædskifte og tildeling af organisk gødning er de vigtigste virkemidler for at opretholde en bekvem og frugtbar jord i pløjelaget; men hvad er mest effektivt?
- I hvor høj grad vil trafik og hård jordbearbejdning modvirke de gode effekter fra planter og organiske gødninger?

### Jordbearbejdning i økologisk jordbrug

I perioden 1996 til 2000 gennemførtes et markforsøg med forskellige jordbearbejdningssystemer. Undersøgelserne gennemførtes i et femmarksskifte med byg/ært med udlæg, 1. års kløvergræs, 2. års kløvergræs, havre og vinterhvede. Fire forskellige jordbearbejdningssystemer blev undersøgt: henholdsvis to systemer med pløjning til 20 cm og 10-12 cm pløjedybde samt to systemer med ikke-vendende løsning af jorden til 35-40 cm dybde. Ved løsningen blev der anvendt svære gåsefodstænder monteret på en svær bulle, der også gav mulighed for ophængning af en Howard tandfræser og en konventionel Nordsten slæbeskærsåmaskine. Omlægning af græsmarken skete for alle systemer med traditionel pløjning til 20 cm dybde.

Systemerne med mekanisk løsning til 35-40 cm dybde krævede meget stor trækraft, men gav til gengæld en meget effektiv løsning af en kompakt pløjesål, hvilket bl.a. kunne spores i form af et øget antal knoldbakterier (*Rhizobium*). Bearbejdningssystemerne gav ikke entydige ændringer i ukrudtstrykket eller på udbyttet af afgrøderne. Der var en tendens til, at pløjefri mekanisk løsning gav et lidt højere

råproteinindhold i helsæds- og kløvergræsudbyttet end pløjning.

Problemer med ukrudt i et pløjefrit system kan tænkes at være større i andre sædskifter end det undersøgte. Vi konkluderer derfor, at ploven fortsat vil være nødvendig i mange økologiske jordbrug på grund af behovet for at nedmulde flerårige afgrøder og halmrig staldgødning m.m. I stedet for fuld overgang til ikke-vendende jordløsning kan pløjedybden reduceres til det mindst mulige.

*Spadeprøve fra økologisk jord, som aldrig har været udsat for traktorer m.m.*



## Mekanisk løsning af pakket underjord

Mange års pløjning med traktorhjulet i furebunden samt færdsel med tunge maskiner har betydet, at skadelig pakning af underjorden er et udbredt og tiltagende problem i Danmark. Der findes en bred vifte af redskaber, der forholdsvis effektivt løsner en pakket underjord, hvis operationen vel at mærke foretages under tørre forhold. Alligevel viser de fleste forsøg, at dybdeløsning giver en svag og som regel kortvarig effekt på udbytte og jordstruktur.

I projektet undersøgte vi eftervirkningen på udbytte og rodvækst af den tidligere omtalte mekaniske jordløsning til 35-40 cm dybde. Sædskiftet indebar, at en to-årig kløvergræs til slæt, efter dybdeløsningen, stabiliserede jorden og modvirkede genpakning. Efterfølgende blev der dyrket korn i to år, hvor kombinationer af trafikbelastning og ”on-land”/ traditionel pløjning blev undersøgt med hensyn til effekten på genpakning. Forsøget viste, at ”on-land”-pløjning var påkrævet for at modvirke genopbygningen af en pløjesål i den løsenede jord. Ved traditionel pløjning skete der en hurtig genopbygning af pløjesålen.

Resultaterne viste også, at rodvæksten generelt var bedre i jord, der *ikke* var mekanisk løsnet end i jorden med jordløsning til 35-40 cm. Der var også en tendens til bedre udbytte i ikke-løsnet jord. Rødderne har øjensynligt svært ved at vokse i underjord uden gamle rodkanaler og regnormegange. Kombinationen af to års kløvergræs med efterfølgende brug af ”on-land”-plov havde en gavnlig effekt på pløjesålen.

Forsøgene viser, at mekanisk løsning af jorden under pløjelaget er problematisk og kun skal gennemføres i tilfælde af meget markant komprimering. Der bør foretages flere undersøgelser af mulighederne for udbedring af paknings-skader ved dyrkning af afgrøder med stærke rødder (”biologisk jordløsning”).

## En bekvem jord i pløjelaget

Vi ved, at et alsidigt sædskifte og tildeling af husdyrgødning fremmer en række jordkvalitetsegenskaber ved jorden. I projektet sammenlignede vi 1) et ”magert” kornsædskifte uden brug af husdyrgødning, 2) et alsidigt grovfodersædskifte- også uden husdyrgødning, samt 3) det ”magre” sædskifte med tildeling af husdyrgødning. Vi kan derudfra vurdere, om et varieret sædskifte eller tildeling af husdyrgødning har den største effekt på jorden. Desuden foretog vi nogle paknings-behandlinger ”hjul ved hjul” for halvdelen af forsøgsparcerlerne. Det giver os mulighed for at bedømme, i hvor høj grad mekanisk pakning påvirker effekterne af sædskifte og husdyrgødning.

De omtalte undersøgelser fandt sted bl.a. på en lerjord, der var meget udpint for organisk stof (humus) og hvor jorden var ubekvem før start af sædskifteforsøgene i 1996. Vores målinger viser, at både et alsidigt sædskifte og brug af husdyrgødning giver en forøget mængde af de biologiske og kemiske mekanismer, der er aktive i opbygning af en bekvem jord. Det gælder således mængden af svampehyfer, der bl.a. fungerer som ”biologiske tråde”, som binder jorden sammen



*Rapsplanter i forsommeren - planten til højre påvirket af jordpakning*

i krummer. Her var det især det alsidige sædskifte, der havde effekt. Et kemisk bindemiddel i strukturobygningen er de såkaldte polysakkarider. Her viser vores undersøgelser, at både et godt sædskifte og husdyrgødning forøger mængden af disse "klistestoffer" samt af den mikrobielle biomasse. Tendensen til mere liv i jorden kan også måles på jordens porøsitet og "sprødhed", som har betydning i forbindelse med jordbearbejdning.

I de dele af parcellerne, hvor vi havde pakket jorden om efteråret, var jorden meget dårlig til at sønderdeles (problematisk jordbearbejdning). Denne tendens var dog mindsket i parcellerne, der havde haft et alsidigt sædskifte og i parcellerne med tildeling af husdyrgødning. Selv her var der dog en stærk negativ effekt på alle målte jordegenskaber. Der er derfor al mulig grund til at minimere den mekaniske belastning i økologisk jordbrug. Det kan gøres ved planlægning af kørsel (herunder kombinerede arbejdsoperationer), brug af brede lavtryksdæk og evt. brug af faste kørespor for visse operationer.

### **Projektleder**

Per Schjønning, seniorforsker  
Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele  
E-mail: [Per.Schjonning@agrsci.dk](mailto:Per.Schjonning@agrsci.dk)

### **Projektdeltagere**

Jørgen E. Olesen, Lars J. Munkholm og  
Susanne Elmholt,  
Danmarks JordbrugsForskning

### **Publikationer og mere information**

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/17.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/17.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



## Regulering af rodukrudt

Rodukrudtsarterne agertidsel og almindelig kvik volder stigende problemer i økologisk jordbrug. Det er især på de rene planteavlsbrug, at problemerne er særligt udtalte.

Ny forskning har imidlertid vist, at en strategisk anvendelse af afhugning, jordbearbejdning og dyrkning af konkurrencesterke afgrøder hurtigt kan nedbringe bestanden af rodukrudt. Resultaterne har hidtil været mest lovende for agertidsel. Et nyudviklet redskabsprincip til sønderdeling og oprykning af kvikudløbere er også afprøvet. Fremgangsmåden er lovende forudsat en god etablering af efterafgrøden.

Der har i de seneste år været et stigende problem med agertidsel i de danske kornmarker, særligt i de økologiske sædskifter. Tidslens vækstform med særdeles kraftige underjordiske udløbere gør, at et enkelt individ på få år kan blive til en omfangsrig og tabsvoldende koloni. Ved en målrettet indsats har man på Forskningscenter Flakkebjerg vist, at selv meget kraftige og store kolonier af tidsler kan bekæmpes inden for en relativ kort tidshorisont, uden brug af herbicider.

Projektet har bevidst satset på bekæmpelsesstrategier, der kan anvendes inden for økologisk jordbrug. I dette tilfælde drejer det sig om forskellige mekaniske bekæmpelsesmetoder anvendt alene eller i kombination med konkurrencesterke afgrøder. Her gives der to eksempler på undersøgte strategier mod agertidsel.

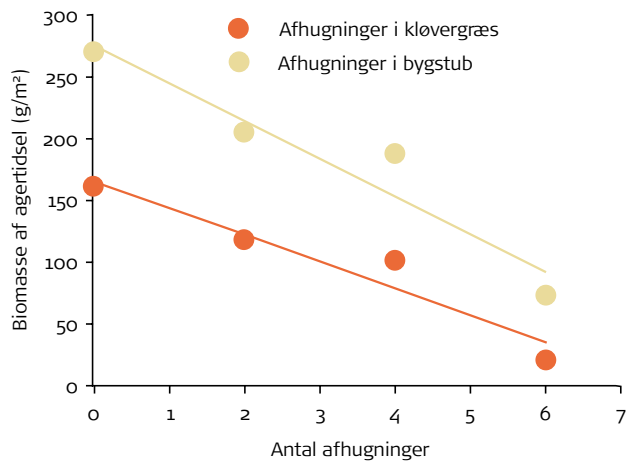
*Agertidsel i økologisk dyrket mark. Problemet bliver hurtigt omfattende*



## Effekt af gentagne afhugninger

I et forsøg blev der, i en kløvergræsmark det første forsøgsår, udført gentagne afhugninger, ca. hver 14. dag i perioden fra medio maj til medio juli. I det efterfølgende forsøgsår blev der på samme mark sået vårbyg. Effekten af de udførte behandlinger blev opgjort ved at sammenligne mængden af tidsler og høstudbyttet mellem de forskellige behandlinger.

Resultaterne viste, at de hyppige afhugninger førte til en kraftig reduktion i bestanden af agertidsel og til en stigning i høstudbyttet. Tilstedeværelsen af en konkurrencestærk afgrøde i det første forsøgsår, i dette tilfælde en blanding

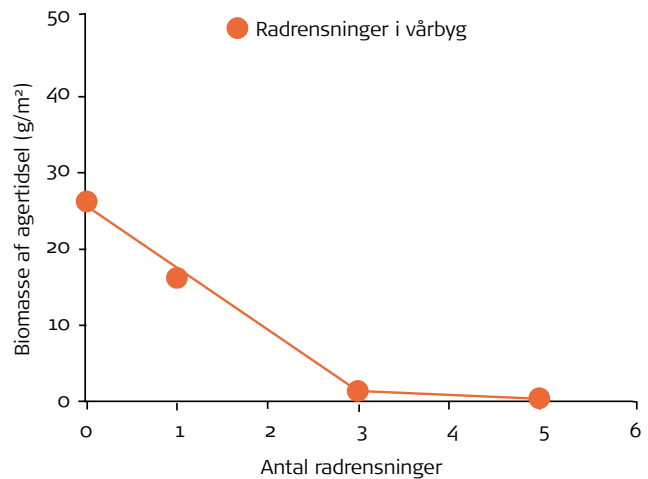


Figur 1. Effekt på væksten af agertidsel efter gentagne afhugninger det foregående år. Behandlingerne er udført i en bygstub med og uden kløvergræs

af hvidkløver og græs, forøgede effekten på tidslerne og fremmede udbyttet af vårbyg. Forsøget blev gentaget i 2002/2003 med et næsten identisk resultat.

## Effekt af gentagne radrensninger

I stedet for afhugninger blev der i et andet forsøg udført radrensninger. Behandlingerne foregik med samme interval og tidsrum som i forsøget med afhugninger, dvs. gentagne radrensninger ca. hver 14. dag i perioden fra medio maj til medio juli. Forsøget blev udført i en vårbygmark sået med en rækkeafstand på 24 cm og med kløvergræs som efterafgrøde.



Figur 2. Effekt på væksten af agertidsel efter gentagne radrensninger det foregående år. Behandlingerne er udført i vårbyg sået med en rækkeafstand på 24 cm

I det efterfølgende forsøgsår blev der sået vårbyg, og effekten af behandlingerne blev opgjort ved høst. Resultaterne viste, at radrensningen i det første forsøgsår gav en kraftig reduktion af tidselmængden i de behandlede parceller i forhold til parcellerne uden behandling. Dette fald i mængden af tidsler påvirkede dog ikke høstudbyttet. Det skyldes formentlig, at mængden af tidsler i de ubehandlede parceller i forvejen har ligget på et meget lavt niveau og derfor ikke har givet nogen målbar udbyttereduktion.

Med forsøgene har vi vist, at der, uanset om der er tale om et akut problem med meget tætte tidselkolonier og betydelige udbyttereduktioner, eller, om der er tale om en præventiv indsats mod endnu ikke veletablerede kolonier, kan man inden for en toårs periode opnå gode resultater. Dette kan ske ved at vælge en mekanisk bekæmpelse på det rigtige

tidspunkt i sædskiftet og ved at indskyde en meget konkurrencestærk afgrøde i sædskiftet.

### **Ny metode til kvikbekæmpelse**

Mod almindelig kvik har vi forsøgt at bryde gængse traditioner. Traditionel kvikbekæmpelse har altid foregået ved stubbearbejdning i sensommer- og efterårsperioden. Denne praksis er imidlertid ikke ønskelig i økologisk sammenhæng, da det kan betyde tab af vigtige næringsstoffer til jordlag uden for planterøddernes rækkevidde. Økologer vil altså gerne have planter på marken det meste af året for at undgå tab af næringsstoffer gennem udvaskning. Derfor har vi





*Sønderdeling og oprykning af kvikudløbere ved hjælp af et nyudviklet redskabsprincip kaldet KvikUp-harve*

undersøgt muligheden for at kombinere intensiv mekanisk sønderdeling af kvikudløbere, lige efter høst af vårbyg, med en efterfølgende dyrkning af konkurrencesterke efterafgrøder. Efterafgrøderne forventes at kunne undertrykke de kvikskud, som måtte spire frem efter sønderdelingen, og samtidig optage næringsstoffer.

Resultaterne efter to forsøg påbegyndt i hvert sit år har været svingende fra ingen effekt til 50-60% effekt i forhold til udgangsbestanden af kvik. Forsøgene viste tydeligt, at en god etablering af efterafgrøden, som hurtigt og effektivt kan lukke af for genfrespiringen af kvikskud efter den mekaniske sønderdeling af udløbere, er helt afgørende for en god effekt.

### **Projektleder**

Bo Melander, Danmarks JordbrugsForskning,  
Forskningscenter Flakkebjerg, 4200 Slagelse  
E-mail: Bo.Melander@agrsci.dk

### **Projektledere**

Enrico Graglia, Danmarks JordbrugsForskning

### **Publikationer og mere information**

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/i8.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/i8.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





*Nedfælder og dampgenerator på vogn*

## Termisk båndbehandling til ukrudtsbekæmpelse

I økologisk jordbrug er der fortsat behov for at udvikle nye rationelle metoder til ukrudtsbekæmpelse. Samtidig er det vigtigt, at man udvikler systemerne, så der anvendes mindst mulig energi.

Der er nu udviklet en prototypesystem til stribedampning af jord forud for såning. Systemet er analyseret under markforhold i 2002-04. Resultatet viser, at det er muligt at opnå en effekt på 95% på bekæmpelsen af ukrudtet. Energiforbruget har ligget på ca. 400 l olie per ha. Dette er analyseret for dyrkningssystem med en rækkeafstand på 50 cm og en dimension på det behandlede bånd på 10 cm's bredde og 5 cm's dybde. For at overføre energien fra 400 l olie til jorden via damp kræves ca. 4000 l vand.

Målet med projektet har været at udvikle et integreret maskinsystem, hvor jorden behandles med varme i et snævert bånd om afgrøderækken, således at ukrudtsfrøenes spireevne ødelægges med mindst muligt energiforbrug. Der blev designet en intensiv proceskontrol, så der kunne opnås en effektiv ukrudtsbekæmpelse i afgrøderækkerne. Imellem rækkerne bekæmpedes ukrudtet ved præcisionsradrensning således, at manuel lugning helt kunne undgås. Systemet med termisk stribebehandling giver et ideelt grundlag for at gennemføre automatisk styring, idet afgrøden fremstår klart på ubevokset jord i de behandlede bånd. Det er også analyseret, hvorledes systemet kan kombineres med præcisionssåning. Der eksisterer allerede et system, som anvendes i planteskolekulturer, hvor fladebehandling forebygger ukrudtsfremspiring. I forhold til dette kan der opnås en væsentlig energibesparelse ved båndbehandling. Endvidere begrænses den skadelige effekt på jordens fauna til kun at omfatte de smalle bånd.

I den indledende fase af projektet blev der opbygget en laboratoriestand, hvor mindre partier af jord kan behandles ved varierende temperatur og tid. Undersøgelser af den termiske proces viser, at der kræves en vis holdetid. Den kan f.eks. opnås ved at foretage en mindre overopvarmning og herefter lade jorden afkøle naturligt. Det er derfor ikke hensigtsmæssigt at sammenbygge udstyret til termisk båndbehandling med såudstyret. Der kræves derfor et navigations- og styresystem, der kan anvendes til at styre såudstyret bedst muligt, således at såningen sker i centerlinien for de behandlede bånd. Herudover er det også vigtigt, at såoperationen gennemføres, så det behandlede bånd ikke forurenes med ubehandlet jord. I de gennemførte forsøg er såningen gennemført med en manuel én-rækket såmaskine.



Hovedindsatsen i projektet har bestået i at skabe mulighed for at opnå den ønskede effekt på ukrudt med det mindst mulige energiforbrug.

### **Forskningen er blevet opdelt i 3 fagområder:**

1. Teknik til termisk stribebehandling
2. Biologisk analyse
3. Præcisionssåning

### **Systemets effekt på ukrudt**

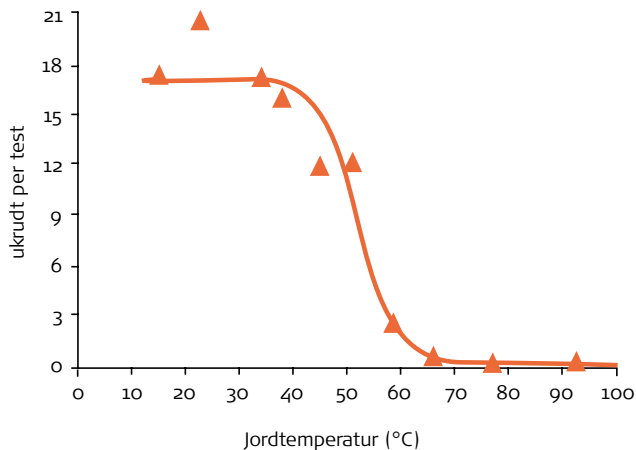
Maskinsystemet til ukrudtsbekæmpelse er dokumenteret ved laboratorietest. Her blev en serie jordprøver opvarmet efter et ensartet forløb, som blev opnået via omrøring

under opvarmningen. Resultatet viste, at der under kontrollerede forhold kan opnås en effekt bedre end 98% for en jord med et indhold af frø fra de almindeligt forekommende ukrudtsarter.

### **Stribedampnings indflydelse på livet i jorden**

I 2003 er der endvidere gennemført et associeret projekt, hvor man har undersøgt stribe-dampningens indflydelse på jordens mikroliv i form af bakterier og svampe. Resultaterne viste som ventet, at der var en negativ effekt på det jordboende liv, men mod forventning forløb genopbygningen ganske langsomt. Disse resultater understøtter målsætningen om at optimere proceskontrollen, så behand-





Resultater fra laboratorieforsøg

lingen foregår i det smallest mulige bånd. Påvirkningen af den behandlede jordvolumen har dog også en positiv vinkel, idet behandlingen også uskadeliggør evt. sygdomsbærende svampe.

### Afprøvning af ”dampnedfælder”

Ud fra laboratorieresultaterne og de opnåede erfaringer fra marken blev der fremstillet tre funktionsmodeller af en ”dampnedfælder”, hvormed der gennemførtes en række markforsøg. Det er bekræftet, at det er muligt at gennemføre en ensartet opvarmning af tværsnittet i det behandlede bånd. Dog sker der en hurtigere afkøling, specielt af overfladelaget end målt i laboratoriet.

### Energiforbrug

Energiforbruget ved de gennemførte markforsøg er opgjort til ca. 400 l olie per ha. Der er gennemført en markedsanalyse, som viser en økonomisk balance for 4 ha med produktion af gulerødder eller løg.

### Præcisionssåning

Resultater fra studiet vedrørende præcisionssåning og (RTK) geo-positionering bekræfter, at systemet principielt kan gennemføres. Resultaterne fra de gennemførte markforsøg viser



Billede af en forsøgsblok 2004:

De enkelte striber har fået følgende behandlinger – talt fra venstre – temperaturen angiver den planlagte max. temperatur i overfladejorden. I/II angiver lav/høj bearbejdningsintensitet i dampnedfælder

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1. 70°C – I             | 6. 0°C – II, håndluget |
| 2. 0°C – I              | 7. 90°C – I            |
| 3. 70°C – II            | 8. 90°C – II           |
| 4. 80°C – II            | 9. 80°C – I            |
| 5. 90°C – II, håndluget |                        |

dog, at usikkerheden ved positionering af de enkelte frø og planter er for stor til, at systemet er klar til markedet med henblik på præcisionsrensning. Agro-Technology-gruppen på KVL arbejder videre med teknikken uden for projektet.

### Fremtiden for det nye system

Den tekniske og agronomiske forskning vedrørende dampprocessen er forløbet tilfredsstillende, og resultaterne lever til fulde op til forventningerne, idet der inden for projektperioden er udviklet et udstyr, som kan anvendes til gennemførelse af termisk båndbehandling med den ønskede ukrudts-effekt som resultat. Den gennemførte markedsanalyse viser også, at der er tale om et attraktivt processystem set ud fra et driftsøkonomisk synspunkt. Ved vurdering af de negative sideeffekter i form af forbrug af fossil energi og påvirkning af jordens biologiske liv skal det huskes, at processen eliminerer behovet for manuel lugning, hvilket ofte andrager i størrelsesordenen 100 arbejdstimer per ha.

Systemet blev i 2005 godkendt til økologisk produktion, jvf. Plantedirektoratets "Meddelelse om økologi nr. 02/05". Der stilles krav om, at den dampede stribe maksimalt må være 15 cm bred, og at der skal være et ikke-dampbehandlet område mellem striberne på minimum to gange bredden af den dampede stribe. Efter systemgodkendelsen har firmaet C.O. Madsen Specialmaskiner leveret en firerækket maskine til en økologisk gulerodsavler.

*Dampet stribe klar til såning*

Der er dog behov for yderligere produktudvikling for at løse problemer med fastklæbning af lerjord indvendig i "dampnedfælder". Desuden bør der udvikles teknik til automatisk styring af behandlingstemperaturen.

### Projektleder

Martin Heide Jørgensen,  
Danmarks JordbrugsForskning, 8700 Horsens  
E-mail: [MartinHeide.Joergensen@agrsci.dk](mailto:MartinHeide.Joergensen@agrsci.dk)

### Projektledere

Erik Fløjgaard Kristensen og Bo Melander,  
Danmarks JordbrugsForskning, Hans W. Griepentrog,  
Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/19.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/19.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Økologiske grønsager og efterafgrøder

Mangel på gødningsstoffer bremser økologisk plantedyrkning uden husdyr. Sammenlignet med kvægbrug har planteavlbrug færre bælgplanter, stort gødningsbehov og stor eksport af næringsstoffer med de produkter, der sælges. Grønsagsafgrøder er dyrere at dyrke og håndtere end landbrugsafgrøder, og risikoen for næringsstofmangel gør det økonomisk meget usikkert. Derfor er produktionen i dag koncentreret om nogle få grønsagsarter.

I projektet er der skabt ny viden om virkningen af efterafgrøder og grøngødningsafgrøder på en række forhold omkring sygdomme, skadedyr, jordbiologi og næringsstoffer (N, P, K, S). Bl.a. har man fundet, at efterafgrøder har stor betydning for jordbundsfaunaen, hvor der både under efterafgrødernes vækst og i det følgende år findes stærkt forøgede populationer af jordbundsdyr, bl.a. regnorme. Det er endvidere vist, at efterafgrøder undersøet i korn kan have stor forfrugtsvirkning på både sandjord og lerjord.

For at fremme økologisk planteproduktion, og særligt grønsagsproduktionen, er der behov for at øge antallet af arter, der kan dyrkes med succes i økologisk jordbrug. Via en øget anvendelse af efterafgrøder har det været målet at opnå en bedre næringsstofforsyning, således at økologisk drift kan foregå med færre husdyr. Vi har arbejdet med efterafgrødernes evne til at reducere tab og forbedre udnyttelsen af næringsstofferne N, P, K og S, og med deres effekter på jordbiologien. Vi har modelleret efterafgrødernes effekt på kvælstofforsyning og -udvaskning.

Dyrkning af forskellige plantearter påvirker jordens "kvalitet" for efterfølgende afgrøder f.eks. mængde og tilgængelighed af plantenæringsstoffer i jorden, jordstruktur samt tilstedeværelse af mikroorganismer og rodsygdomme. Værdifulde effekter kan opnås ved dyrkning af efterafgrøder, men naturligvis også ved dyrkning af almindelige salgsafgrøder. Ved dyrkning af efterafgrøder kan man imidlertid vælge blandt flere arter, og alene ud fra deres virkning på jorden.

Den centrale idé bag projektet har været at anvende sædskiftet aktivt til at håndtere problemer i dyrkningen. Der er især blevet fokuseret på anvendelsen af efterafgrøder i grønsags-sædskifter, men også på dyrkningssystem og virkningen af hovedafgrøderne og den rækkefølge, de dyrkes i. Virkninger på næringsstofforsyning til afgrøderne, på nitratudvaskning og på jordbiologi, sygdomme og skadedyr er undersøgt.

## Effekt af efterafgrøder

Efterafgrøder har stor betydning for jordbundsfaunaen, hvor der, både under efterafgrødernes vækst og i det følgende år, findes stærkt forøgede populationer af jordbundsdyr. Det øgede liv i jorden kan have mange effekter. Især den øgede population af regnorme kan bidrage til en bedre jordstruktur og skabelse af bioporer i jord.

Derimod har efterafgrøder ikke vist den store effekt på insektpathogene nematoder i jorden. Der var til gengæld stor effekt af de forskellige hovedafgrøder i sædskiftet og ved sammenligning imellem økologiske og konventionelle nabolandbrug. Efter f.eks. kål, gulerødder og især ærter var populationen klart forøget, men overraskende nok var populationen efter grøngødning lav. Forskellige korsblomstrede efterafgrøder har meget forskellig modtagelighed for kålbrot, hvor olieræddike har klart lavere modtagelighed end de øvrige.

*Cikorie*



*Gul rundbælg*

Det er vist, at efterafgrøder, undersøet i korn, kan have stor forfrugtsvirkning. På sandjorden har vi målt en virkning svarende til 80-100 kg N/ha i handelsgødning. Resultater fra lerjorden tyder på mindst lige så god virkning. En række bælgplanter kan med godt resultat bruges til formålet, selvom der er forskelle. Eftervirkningen af ikke-bælgplanter er mindre, men også meget afhængig af hvilke arter der dyrkes, og hvor i sædskiftet de dyrkes. Som undersøede efterafgrøder har vi kun haft græs og bælgplanter. Vi har derfor testet et antal arter, der ikke normalt dyrkes som efterafgrøder, og fundet flere lovende arter, bl.a. cikorie og farvevæjd, som har meget dyb rodvækst.



*Gul rundbælg*

### Målinger af rodvækst

Målinger af rodvækst har vist store forskelle mellem både grønsagsarter og efterafgrøder. Det kan udnyttes i forbindelse optagelse af N. Studierne har bl.a. vist, at planter med dyb rodvækst kan optage betydelige mængder N fra jordlag imellem 100 og 250 cm på lerjorde. I flere tilfælde har resultaterne vist optagelse af 100 kg N/ha eller mere fra dette jordlag. Forskelle i rodvækst betyder meget for, hvordan grønsager placeres bedst i et sædskifte, og for hvor effektivt efterafgrøder kan reducere tabet af N fra dyrkningssystemet. Måling af rodvækst på efterafgrøder i Jyndevad viste, at rødderne ikke når nær så dybt på den grovsandede jord, som de gør på lerjorden.

### Svovl- og fosforforsyning i økologiske sædskifter

Efterafgrøder kan spille en vigtig rolle for økologiske sædskifters svovlforsyning ved at synkronisere tilgængelighed med hovedafgrødens behov. Korsblomstrede efterafgrøder

kan bidrage til at forhindre svovlmangel, idet de effektivt forhindrer udvaskning og hurtigt frigiver S efter nedmuldning om foråret.

Målinger har vist betydelige forskelle i P-optagelse og C/P-forhold imellem arter af efterafgrøder. Det kunne give grundlag for forskelle i eftervirkning af S på jorder med lav tilgæn-



gelighed af P. Resultaterne har dog ikke kunnet dokumentere en sådan eftervirkning. Det er kendt fra studier under andre forhold, at en grøngødning kan øge P-tilgængeligheden, men resultaterne her tyder på en meget begrænset virkning af efterafgrøder.

### Flere arter er mulige i økologisk grønsagsdyrkning

Mulighederne for at inddrage flere typer af grønsager i den økologiske grønsagsdyrkning er også blevet belyst. Her har undersøgelser af grønsagssorter i økologisk og konventionel dyrkning vist, at de fleste af disse grønsager kan dyrkes med godt resultat i økologisk dyrkning. Selv de "svære arter" som blomkål og broccoli kan dyrkes med høje udbytter af god kvalitet.

Gulerødder har givet spændende resultater med næsten lige så høje udbytter i økologisk som i konventionel dyrkning. Kvaliteten af de økologiske gulerødder har generelt været bedre end de konventionelle, bl.a. på grund af lavere angreb af gulerodsfluer og af cavity spot. Frasorteringen har været mindre i de økologiske gulerødder og det salgbare udbytte dermed større end ved konventionel dyrkning.

Også i løg var der en lavere frasortering i de økologisk dyrkede, men ikke nok til at kompensere for et væsentligt lavere udbytte. Det ser ud til, at løg i økologisk dyrkning bør plantes ud frem for at sås direkte i marken, hvis der skal opnås et optimalt dyrkningsresultat.



### Projektleder

Kristian Thorup-Kristensen, forskningsleder  
Danmarks JordbrugsForskning, 5792 Årslev  
E-mail: kristian.thorupkristensen@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Lars Bødker, Birgit Jensen, Gitte Kjeldsen Bjørn og Margrethe Askegaard, Danmarks JordbrugsForskning, Jakob Magid, Niels Erik Nielsen, Anders Pedersen, Anne Jensen og Otto Nielsen, Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole, Jørgen Aagaard Axelsen, Danmarks Miljøundersøgelser

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejooi/i10.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejooi/i10.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



## Dyrkning af økologisk kløver- og græsfrø

Udsæd, som anvendes i økologisk jordbrug, skal være produceret økologisk. Optimal foderproduktion forudsætter anvendelse af græs- og kløverblandinger, der er egnet til økologisk jordbrug. Der er således et behov for økologisk udsæd af en række græsarter samt af kløver. De dyrkningsmæssige vanskeligheder er generelt beskedne for græssers vedkommende. Projektets indsats er derfor intensiveret på dén art, hvor problemerne for de økologiske frøavlere er størst – økologisk hvidkløver.

Skadegørere, som kløversnudebiller og kløvergnavere, har kunnet reducere frøudbyttet med 60-70%. Kløvergnaveren er ikke så hyppigt forekommende som kløversnudebilleren, men kan til gengæld forvolde væsentlig større skade. Forsøg har vist, at snudebillerne ikke flyver ved temperaturer under 20°C. Tidlig afpudsning kan give en reduktion i forekomsten af hvidkløversnudebiller, men generelt bliver udbyttepotentialet reduceret, bl.a. som følge af en senere høst. Samdyrkning af hvidkløver, boghvede og honningurt viste til gengæld ingen effekt på forekomsten af hvidkløversnudebiller, kløvergnavere og snyltehvepse.

Danske frøavlere og danske frøfirmaer er meget langt fremme i udviklingen af en økologisk produktion af markfrø. For langt de fleste græsarter er vi selvforsynende med økologisk udsæd, og der er endda økologisk græsfrø til rådighed for eksport. De økologiske frøudbytter er ganske vist lavere end i en tilsvarende konventionel produktion; men generelt vurderes de dyrkningsmæssige vanskeligheder at være beskedne for græssers vedkommende. Imidlertid mangler vi fortsat økologisk hvidkløverfrø, og der er kun en meget lille produktion uden for Danmark, idet cirka 80% af EU's totale produktion af hvidkløverfrø er placeret i Danmark.

*Hvidkløverfrø*







Hvidkløverfrøavl hører til blandt de mest specialiserede planteavlsproduktioner. Plantebestanden skal være åben i udlægsåret, hvilket medfører en svag konkurrenceevne mod ukrudt. Under høst er cirka en uge med tørt vejr afgørende for et godt resultat. I den økologiske produktion kommer så tillige problemer med skadegørere – kløversnudebiller og kløvergnavere.

Projektets mål har været at finde frem til de største forhindringer for udvikling af produktionssystemer i den økologiske frøavl og derudfra udvikle forbedrede dyrkningsteknikker.

#### **Aktiviteter inden for græsfrøproduktion har været:**

- Samdyrkning af almindelig rajgræs og forskellige grøn-gødningsafgrøder
- Udvikling af dyrkningsteknik for svagt etablerende græsarter

#### **Aktiviteter inden for kløverfrøproduktion har været:**

- Etablering af hvidkløver
- Registrering af indflyvningsperiode for kløversnudebiller
- Registrering af forekomst af kløversnudebiller i økologiske marker (Sjælland og Falster)
- Bestemmelse af skadesomfang af kløversnudebiller
- Kombineret foder og frøproduktion
- Afpudsning og brænding i frøavlsåret
- Tiltrækning af nyttedyr
- Demonstrationsforsøg

Endvidere er der gennemført en screening af frøudbyttepotentiale af grøngødnings- og efterafgrøder.

### **Kløversnudebillers indflyvningstidspunkt**

Der er i forsøget arbejdet med en teori om, at man ved at fjerne de blomsterhoveder, hvor kløversnudebillerne har lagt æg, kan formindske/undgå skader fra billerne. Det forudsætter kendskab til, hvornår billernes indflyvning i marken er afsluttet, og hvornår deres æglægning er ophørt. Tidspunkt og udstrækning af indflyvning er undersøgt ved registrering på gule limplader hos økologiske frøavlere på Sjælland og Falster. Derefter indsamles blomsterhoveder til undersøgelse af forekomst af kløversnudebiller på de samme lokaliteter.

*Kløversnudebille*



Resultaterne fra disse registreringer har vist, at temperatur er en afgørende faktor for indflyvningstidspunktet. Billerne flyver ved temperaturer over 20°C, og der er udarbejdet en model for kløversnudebillerens flyvekurve.

Skadeeffekten af kløversnudebiller er opgjort til, at 7 biller/m<sup>2</sup> giver et udbyttetab i størrelsesordenen 10 kg/ha. Kløvergraven blev registreret for første gang i 2002, og i de efterfølgende år er skadeeffekten af kløvergraven bestemt. Som gennemsnit forekom den med 1-2 biller pr. hoved. Den æder omkring 7 gange så meget som kløvergraven, dvs. 1 kløvergraver pr. m<sup>2</sup> resulterer i et udbyttetab på 10 kg/ha.

### **Afpudsning og brænding**

På Forskningscenter Flakkebjerg er der bl.a. udført forsøg med afpudsningstidspunkt og afbrænding. Sidstnævnte er en direkte bekæmpelse af kløversnudebillerne, men den skal udføres, når indflyvningen er afsluttet. Brændingen medfører imidlertid, at afgrøden svækkes, og marken udvikler sig en til uger senere end en tilsvarende afpudset afgrøde. Den sene udvikling betyder, at man ofte kommer ind i en mere ustabil høstperiode. Desuden er de sent udviklede blomsterhoveder typisk mindre end de tidligt udviklede.

Forsøgene har vist, at en afpudsning reducerer skadeeffekter af kløversnudebiller, men afpudsning i midten af juni eller senere reducerer afgrødens udbyttepotentiale.



Forsøg med samdyrkning af hvidkløver, boghvede og honningurt havde ingen effekt på forekomsten af hvidkløversnudebiller, kløvernavere og snyltehvepse.

*Afbrænding*



### Projektleder

Birte Boelt,  
Danmarks JordbrugsForskning,  
Forskningscenter Flakkebjerg, 4200 Slagelse  
E-mail: Birte.Boelt@agrsci.dk

### Projektmedlemmer

Vibeke Langer, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole;  
Lars Monrad Hansen, Frank Vigh Larsen,  
Lise C. Deleuran og René Gislum,  
Danmarks JordbrugsForskning;  
Jørn Lund Kristensen, DLF-Trifolium

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/111.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/111.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



*Aks undersøges inden høst for infektion af P. verrucosum*

## Forebyggelse af mykotoksinproblemer

Mykotoksiner er stoffer, som findes i naturen. De dannes af svampe, og nogle udgør en alvorlig trussel mod sundheden hos mennesker og husdyr. Forholdsvis simple tiltag omkring høst, tørring og lagring kan forebygge opformering af toksinproducerende svampe.

Det er vigtigt at undgå jordforurening, ukrudt og grønne kerner i høstet korn samt bruge rengjort høstmateriel og tørringsanlæg. Allervigtigst er dog hurtig tørring af kornet – især hvis det er høstet med mere end 17% vand – da kornets vandindhold er meget afgørende for dannelsen af mykotoksiner. Forsøg har vist, at tromletørring særdeles hurtigt og effektivt kan nedtørre kornet og samtidig dræbe de fleste svampesporer på kernens overflade uden at ødelægge bagekvaliteten.

Mykotoksiner er naturligt forekommende giftstoffer. De dannes af svampe, og nogle af toksinerne udgør en alvorlig trussel mod mennesker og husdyrs sundhed. I dansk korn er svampetoksinerne ochratoksin A (OTA) og trichothecener de vigtigste. Fødevederedirektoratet har gennem en årrække påvist, at økologisk korn, især rug, er særligt udsat for specielt OTA. Her er det vigtigt at vide, hvordan udsædspraksis, høst, tørring og lagring påvirker risiko for dannelse af toksiner. Projektet har haft til formål at:

- undersøge effekten af forskellige tørringsteknikker, specielt tromletørring
- øge vores viden om mykotoksindannende svampes økologi
- rådgive om driftstiltag, der kan nedsætte forekomst af toksindannende svampe

### Sammenligning af forskellige tørringsteknikker

En ny tromletørringsteknik er implementeret for rug. Effekten er sammenlignet med andre tørringsteknikker med henyn til svampeforekomst i kornet samt kornets bagekvalitet:

1. Tromletørring (opholdstid i tromle 10,5 min.; korntemperatur 62°C)
2. Gennemløbstørring (maks. temp. for tørringsluft 65°C; maks. korntemperatur 45°C)
3. Silotørring (optimal varmforsyning)
4. Silotørring (ingen varmforsyning og utilstrækkelig beluftning)



Tromletørreri

Forsøget viste, at tromletørring var særdeles effektiv til at nedsætte mængden af svampesporer i kornet – også den OTA-dannende art, *Penicillium verrucosum*. Effekten var langt bedre end både silotørring og gennemløbstørring. Tromletørring skadede ikke kornets bagekvalitet.

### Undersøgelser af mycotoksindannende svampes økologi

Projektet har undersøgt betydningen af udsædskvalitet og høstpraksis på forekomsten af svampen *Penicillium verrucosum* og det toksin den danner – ochratoksin A (OTA). Vi har lavet markforsøg med korn, der var naturligt smittet med *P. verrucosum*. Formålet var at undersøge, om smittet udsæd kan føre til, at svampen vokser og danner OTA i jord. Vi undersøgte også, om smittet udsæd øger risikoen for smitte af afgrøden med svampen inden høst. Resultaterne tydede

ikke på, hverken at smittet udsæd øger risikoen for OTA-dannelse i jorden eller for smitte af afgrøden inden høst.

I tilknytning til dette delprojekt har vi undersøgt problemer med *P. verrucosum* ved plantørring. Konklusionen var, at svampen med stor sandsynlighed kan spredes til kornet via utilstrækkeligt rengjorte tørringskanaler. Resultaterne viste en klar stigning i antal kerner, der var forurenet med svampen, i den periode kornet lå i plantørringsanlægget. Mængden af forurenede kerner var større i rug end i havre og størst i bunden af lageret tæt ved sidekanalerne.

I laboratoriet har vi undersøgt betydning af tærskeskade og betydning af vandindhold og temperatur på hastigheden for vækst af *P. verrucosum* og OTA-dannelse. I forsøget blev rug smittet (inokuleret) med *P. verrucosum*. En del af kornet var skadet for at simulere tærskeskade. Formålet var at finde ud af, om skadet korn er mere sårbart for *P. verrucosum*



Vækst af *P. verrucosum* på rug

og OTA-dannelse end uskadet korn. Forsøgene viste, at vandindholdet er mere afgørende for OTA-dannelse i kornet end temperaturen og tilsyneladende også vigtigere end om kornet er skadet eller ej.

Inden for dette delprojekt har vi samarbejdet med Bio-Centrum på DTU om at undersøge genetisk diversitet i *P. verrucosum* fra forskellige steder i Europa. PREMYTOX projektet har bidraget med 87 svampeisolater fra to forskellige gårde. Resultaterne viser en forbløffende stor variation i isolater fra samme lokalitet. Dette er vigtigt for videre undersøgelser af artens udbredelse i både stor skala (lande, regioner) og lille skala (udsæd, mark, lager).

### Driftstiltag til forebyggelse af ochratoksinproblemer

På baggrund af projektets forsøgsresultater kan der opstilles følgende punkter til forebyggelse af ochratoksin A:

- Den OTA-dannende *P. verrucosum* findes i en del jorde, tilsyneladende hyppigere i økologisk end konventionelt dyrkede. Undgå derfor så vidt muligt jordforurening under høst.
- Markforsøg tyder ikke på, at svampen er udsædsbåren. Alligevel findes *P. verrucosum* ofte i nyhøstet korn. Høstmateriel bør derfor være rengjort og mejetærskeren indstillet, så kernerne beskadiges mindst muligt.

- Hurtig tørring er meget vigtig, især når kornet høstes med vandindhold over 17%. Tidligere undersøgelser har vist, at forekomsten af *P. verrucosum* ikke var knyttet til det økologiske dyrkningssystem, men snarere til uhensigtsmæssige tørringsforhold. Nye forsøg med tromletørring har vist, at denne tørringsteknik meget effektivt kan nedsætte antallet af svampesporer – også uden at ødelægge kornets kvalitetsegenskaber.
- Kornet bør renses godt, så der ikke opstår fugtige ”lommer” af ukrudt, grønne kerner, jord m.m., der ofte indeholder mere vand end kornet. Hvis sådanne lommer indeholder *P. verrucosum*, kan det føre til OTA-dannelse, også ved lave temperaturer.
- Tørringsanlæg, der er vanskelige at rengøre, kan forurene kornet kraftigt med *P. verrucosum* sporer – især hvis tørringen tager lang tid. Store mængder sporer resulterer ikke altid i højt OTA-indhold, men de udgør en risiko, hvis svampen får de rette betingelser, især ved fugt. Det er derfor vigtigt, at tørringsanlægget rengøres, så sporerne ikke blot hvirvles rundt, men virkelig fjernes. En kraftig størsuger er velegnet.

### Projektleder

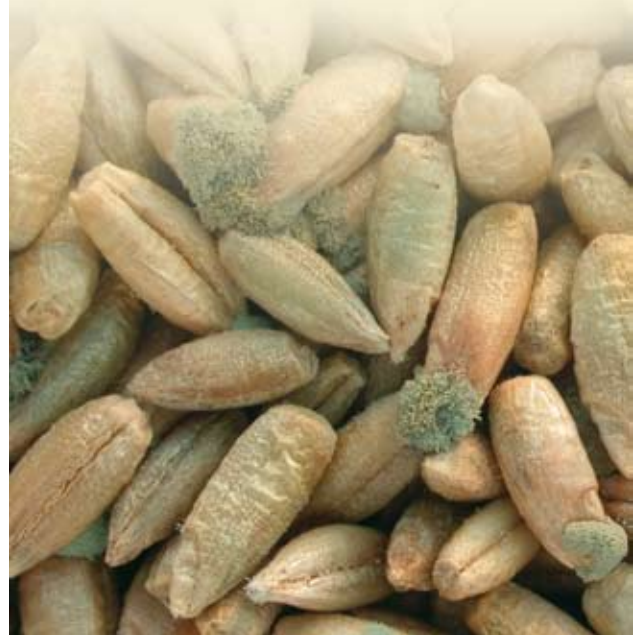
Susanne Elmholt, seniorforsker  
Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele  
E-mail: susanne.elmholt@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Erik Fløjgård Kristensen,  
Danmarks JordbrugsForskning og  
Ulf Thrane, Danmarks Tekniske Universitet.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/i12.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/i12.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Drivhusgasser og kvælstoffiksering i kløvergræs

I økologisk mælkeproduktion indgår kløvergræs som en væsentlig del af sædskiftet. Kløvergræssets binding af atmosfærisk kvælstof giver sammen med urin og gødningsklatter fra kvæget en risiko for store udledninger af kvælstof til miljøet bl.a. i form af lattergas. Projektets formål var at give viden om miljømæssige konsekvenser af økologiske dyrkningsformer baseret på kløvergræs.

Frigivelsen af lattergas fra kløvergræs uden urintilførsel svarer til mindre end 0,2% af kvælstoffikseringen i systemet på trods af en betragtelig årlig kvælstofomsætning i rodzonen. Samlet set viste forsøgene, at kløvergræs kun frigiver små mængder lattergas. Som middel til at opretholde jordens kvælstofforsyning ser dyrkning af kløvergræs derfor ud til at reducere landbrugets drivhusgasudledning sammenlignet med brug af handelsgødning.

Kløvergræs er en væsentlig del af sædskiftet i økologisk mælkeproduktion, og kløvergræsmarkerne afgræsses typisk en stor del af året. Kløverets binding af atmosfærisk kvælstof (N) bevirker, at N-niveauet er højt i jord-plante-systemet, hvilket i kombination med kvægets afsætning af urin og gødningsklatter medfører en betydelig risiko for udledninger af N til miljøet. Dette kan være som gastab i form af lattergas ( $N_2O$ ) eller ved udvaskning af nitrat ( $NO_3^-$ ).

I dette projekt blev der udført et eksperimentelt og modelbaseret arbejde for at bestemme størrelse, regulering og sammenhæng mellem  $N_2O$ -frigivelse og N-fiksering i kløvergræs under indflydelse af varierende dyretæthed og jordbundsforhold. Projektets formål var at give ny viden om de miljømæssige konsekvenser af økologiske dyrkningsformer baseret på kløvergræs.

*Fotoanalyser af urinpletter i kløvergræs*





## Udskillelse af lattergas

Forsøgene viste, at  $N_2O$ -udskillelsen fra kløvergræs uden urintilførsel udgør 0,2-2 g N pr. ha pr. dag uafhængigt af kløvergræssets alder. Nylygt fikseret N bidrager kun ubetydeligt til udskillelsen af  $N_2O$ .

Den daglige frigivelse af mineralsk N i de øverste 15 cm blev målt til mellem 61 og 123 kg N pr. ha, hvilket svarer til, at der i sæsonen fra april til oktober omsættes 15 tons N under kløvergræsset. Den overvejende part optages øjeblikkeligt i mikroorganismer og planter, medens ca. 10% omsættes til nitrat. Det er under denne proces, at  $N_2O$  kan dannes. Forsøgene viste, at 0,05% af det N, som blev videreomsat, blev frigivet som  $N_2O$ . Denne del var dog meget svingende, og der kunne ikke påvises en sammenhæng mellem  $N_2O$ -produktionen og ydre miljøfaktorer f.eks. betinget af sæsonvariationer. Det skal også understreges, at den undersøgte kløvergræs voksede i en sandet jord. Det kan ikke udelukkes, at en mere lerholdig jord ville medføre større udledninger af  $N_2O$ .



Opsamling af lattergas fra kløvergræs

Et andet forsøg belyste, hvorledes både N og kulstof (C) omsættes i urinpletter. Tidligere undersøgelser viser, at urinpletter er betydelige kilder til  $N_2O$ . En hypotese er, at svidningsskader på blade og rødder kan medføre øget tilgængelighed af C og herigennem en øget  $N_2O$ -produktion. Forsøget viste en væsentlig omsætning af både N og C i urinpletter, men der kunne ikke påvises en øget tilgængelighed af C fra planterne. Lattergasudslippet fra urinpletter udgjorde kun ca. 0,3% af det samlede N i urinen, hvilket er væsentligt mindre end forventet.

## Fiksering af kvælstof

Projektet viste, at fikseringen af atmosfærisk N i høj grad er styret af kløvergræssets alder. Således var den totale planteproduktion signifikant højere i 2. års end i 1. og 8. års kløvergræs. Fikseret N og andelen af kløver i 8. års kløvergræs var lavere end i 1. og 2. års igennem hele vækstperioden. Den samlede N-fiksering i høstet biomasse i 1. års, 2. års og 8. års kløvergræs blev henholdsvis 59, 79 og 49 kg N pr. ha.

Undersøgelserne antyder endvidere, at der i løbet af kløvergræssets første år opbygges en biomasse af kløverudløbere og -rødder som ikke øges yderligere i resten af kløvergræssets levetid, hvorimod biomassen af græsstub og græsrodde stiger med stigende alder. Dette har konsekvenser for beregning af den samlede N-fiksering i flerårig kløvergræs, idet andelen af fikseret N i rødder og udløbere således kun skal medregnes i det første år.

Undersøgelser i drivhus- og markforsøg fokuserede på at vurdere, hvad hyppige planteklip, svarende til simuleret afgræsning, betyder for N-fikseringen. Disse undersøgelser viste, at såvel den høstede biomasse som biomassen i stub og rødder blev reduceret med 20-30% i forhold til normal slæt-hyppighed.

*Kontrolleret tilførsel af urin og måling af lattergasdannelsen*



### **Lattergasemission i relation til urinafsætning**

Målinger i marken har fokuseret på at beskrive variationen inden for afgræsningsarealer med hensyn til afsætning af gødning og urin samt kompaktion, eftersom det er forhold, der vil kunne påvirkes gennem driftsmæssige tiltag.

Græsvæksten stimuleres af N, der afsættes på marken. Ved hjælp af billedanalyse af fotos taget 13 m over græsmarken har vi vist, at afsætningen er særligt stor omkring drikketruget. På grund af den store kvælstofafsætning vil der være en forhøjet risiko for N-tab i dette område af marken.

Sammenhængen mellem urinafsætning og  $N_2O$ -udledning er blevet undersøgt efter afgræsning samt i kontrollerede forsøg, hvor kunstige urinpletter med varierende ureaindhold blev etableret i græsmarken eller i laboratoriet. Resultaterne fra græsmarken viste stor rumlig variation, men også en langvarig udledning af  $N_2O$  der, hvor betingelserne var til stede. Der var ingen tegn på sammenhæng mellem  $N_2O$  og kompaktion af jorden, mens de høje  $N_2O$ -udledninger faldt sammen med en høj N-koncentration.

Forsøg med kunstige urinpletter blev koordineret med aktiviteter i et EU-projekt, som gjorde det muligt at se på reguleringen af  $N_2O$ -udledning i flere forsøg. Et laborato-



rieforsøg med tilsætning af urea viste, at denne komponent fremkalder frigivelse af kulstof fra jorden. Lattergasudledningen synes at være proportional med den N-mængde, der afsættes.

Vi fandt en generel kompaktion på ca. 10% igennem en afgræsningssæson, men som nævnt ovenfor er der ikke fundet nogen klar effekt af kompaktion på  $N_2O$ -udledningen.

### Modelbeskrivelse af lattergasudskillelse

Til brug for udvikling af en model, som kan simulere udskillelsen af  $N_2O$  fra græsmarker, er der indhentet data fra målinger i græsmarker i Finland, Danmark og England. Modellen er hermed blevet videreudviklet, hvilket har givet en bedre overensstemmelse mellem målte og simulerede værdier. Samtidig giver den nye model en respons på tilført N-mængde, der generelt er i overensstemmelse med litteraturværdier.

Beregninger med modellen viser en betydeligt højere  $N_2O$ -udskillelse fra de mere lerholdige jorde sammenlignet med sandjordene, hvilket hænger sammen med forskelle i luftskifte. Lattergas-udskillelsen øges med stigende N-gødskning. Det skyldes primært en større mængde mineralsk N i jorden ved den højere N-gødskning. Stigningstakten øges også med stigende gødningsmængde. Stigningen i  $N_2O$ -udskillelsen med stigende gødskning er særlig stor på lerjordene og ved afgræsning.

### Projektleder

Per Ambus, seniorforsker  
Forskningscenter Risø, 4000 Roskilde  
E-mail: per.ambus@risoe.dk

### Projektdeltagere

Finn P. Vinther, Søren O. Petersen, Jørgen E. Olesen og Nick Hutchings, Danmarks JordbrugsForskning, Mette Carter, Risø.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/113.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/113.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Bekæmpelse af skurv i økologiske æbler

Æbleskurv er den alvorligste svampesygdom i æbler, både i økologisk og i konventionel æble dyrkning. I økologisk æble dyrkning er der få effektive metoder til at hindre skurv. Der er derfor et stort behov for at finde alternative bekæmpelsesmetoder rettet mod denne sygdom. Det overordnede mål med projektet har været at udpege potentielle nye midler mod skurv, der respekterer de økologiske dyrkningsprincipper.

I laboratorium, vækstskammer og økologisk plantage har der været afprøvet forskellige planteekstrakter, olier og biologiske bekæmpelsesorganismer for deres bekæmpelseseffekt over for æbleskurv. Flere midler er fundet interessante, men hvis de skal udvikles til anvendelse i praksis, kræver det yderligere undersøgelser af deres toksikologi og effektivitet. Store dele af projektet fortsætter i EU projektet "Replacement of Copper Fungicides in Organic Production of Grapevine and Apple in Europe" (REPCO).

## Sygdommen æbleskurv

Æbleskurv forvoldes af svampen *Venturia inaequalis* og forårsager store afgrødetab og kvalitetsforringelser af økologisk dyrkede æbler både i Danmark og i mange andre lande. Svampen overvintrer i nedfaldne blade, hvorfra der om foråret afgives sporer, som spredes til nyudsprunget løv i forbindelse med regn. Sporerne spirer på bladoverfladen og forårsager bladinfektioner. Dette giver ophav til andre sporer, som også spredes og smitter flere blade og frugter.



I konventionel æble dyrkning udbringes store mængder fungicider adskillige gange i vækstsæsonen for at bekæmpe æbleskurv. Kun sprøjtesvovl er tilladt til bekæmpelse af skurv i økologisk æble dyrkning i Danmark. I andre europæiske lande er det dog stadig tilladt at anvende de mere effektive svovlkalk- og kobbermidler. Da sprøjtesvovl ikke altid er effektivt, og brugen af kobber som plantebeskyttelsesmiddel i EU skal udfases fra 2006, er alternative midler mod æbleskurv ønskelige.

Dette projekt har primært handlet om identificeringen af potentielle alternative midler til at bekæmpe æbleskurv i økologisk jordbrug. En række forskellige planteekstrakter, olier og biologiske bekæmpelsesorganismer blev undersøgt for deres effekt over for skurvsvampen i laboratorium, vækstkammer og væksthus. Lovende alternative bekæmpelsesmidler gennemgik undersøgelser for at karakterisere virkemekanismer. Udvalgte lovende materialer blev testet under økologiske plantageforhold, og der udførtes studier for at karakterisere effekten af udvalgte behandlinger på stofomsætningen i æblefrugter.

### Screening af alternative midler for skurvbekæmpelse

Potentielle materialer til bekæmpelse af skurv i økologisk frugtavl blev indsamlet og afprøvet for bekæmpelseseffekt over for æbleskurv (*Venturia inaequalis*) i laboratorium, vækstkammer og væksthus. De indsamlede og afprøvede materialer inkluderer planteekstrakter (rå og formulerede), essentielle olier, biologiske bekæmpelsesorganismer og andre midler, inklusive potentielle resistensinducere. Standardiserede forsøgsprotokoller blev udviklet, og testmateriale blev afprøvet. Vand anvendtes som kontrolbehandling og sprøjtesvovl som referencebehandling. I alt blev 59 materialer screenet, og 26 af disse materialer blev testet for effekt på sporespiring. I det første 1½ år af projektet (2002-2003) udførtes screeningerne på pottede æbletræer dyrket i væksthuse på KVL. I den sidste del af projektet (2003-2004) fortsatte screeningerne på æblekimplanter dyrket i vækstkamre på KVL.



*Æble-frøplante med begyndende skurvsymptomer på bladene*

To materialer blev udvalgt til mere dybdegående histopatologiske undersøgelser for deres potentiale som resistensinducere og til molekylære undersøgelser af værtplanteforsvarsmekanismer.

Tre lovende materialer (to planteekstrakter og en resistensinducer) blev afprøvet i plantage hos DJF-Årslev foråret 2003, og syv materialer (heraf to af de samme materialer, som i 2003) blev afprøvet i foråret 2004.

### Mikroskopiske studier af virkemekanismer

I de tilfælde, hvor en bekæmpelse af æbleskurv blev observeret i vækstkammer- og væksthusscreeningerne, blev mekanismen bag bekæmpelsen undersøgt ved mikroskopi. Virkningen kan bestå i at svampens sporer hindres i at fast-

hæfte til bladoverfladen – eller – at svampens sporer dræbes eller hæmmes i spiring og vækst, således at svampen ikke kan etablere sig i plantevævet. Dertil kommer, at forskellige forbindelser, både fra planter, men også olier, salte og mikroorganismer m.m. kan have en indirekte effekt ved at aktivere plantens eget forsvar mod svampeinfektion. Dette kaldes i fagsprog induceret resistens, og midler som virker herved betegnes resistensinducere.

En detaljeret undersøgelse af infektionsforløbet af skurvpato-genets sporer blev gennemført på vandbehandlede blade (kontrol) og blade behandlet med det kommercielle produkt,

ASM, som er en kendt resistensinducer, og sammenlignet med et lovende planteekstrakt, E73. De mikroskopiske undersøgelser af *V. inaequalis*-sporerens infektionsforløb i disse æbleblade tydede på, at ASM virker gennem induceret resistens. I modsætning til ASM og vand havde E73 en udtalt fungicideffekt på sporespiringen og andre udviklingstrin før og efter penetrering. Alligevel kan muligheden for, at induceret resistens er involveret for dette planteekstrakt ikke helt udelukkes. Til støtte for konklusionerne, opnået i disse histopatologiske undersøgelser, blev molekylære undersøgelser af aktivering af forsvarsreaktioner i inducerede æbleplanter påbegyndt.

*Optælling af æbleskurvinfektioner på blade i økologisk plantage*



## Afprøvninger af midler under økologiske plantageforhold

Plantageafprøvninger blev udført i 2003 og 2004 af nye potentielle materialer, som er acceptable i økologisk jordbrug, til bekæmpelse af æbleskurvinfektioner på blade og frugter i de primære infektionsperioder. Afprøvningerne blev udført på "Jonagold" eller i en "Delorina" plantage i kombination med forskellige dækafgrødebehandlinger med det formål at etablere forskellige kvælstoftilførsler for optimeret trævækst og udbytte. Følgende produkter blev testet: E52, C-pro (ekstrakt af grapefrugtkerner), O5, Terre Biosa (også kendt som Effective Microorganisms), E63, E73, ASM og vedbend (vandekstrakt af pulveriserede, tørrede blade af *Hedera helix*). Svovl eller kobberoxyklorid blev brugt som kontrolbehandlinger. Under de givne forsøgsbetingelser var der ingen af de nye potentielle materialer, der gav et acceptabelt niveau af skurvbekæmpelse. Dog gav svovl i kombination med en jordbehandling, som reducerede niveauet af tilgængeligt kvælstof, det bedste udbytte af æbler med et lavt angreb af æbleskurv.

## Fremtiden

Projektet har haft som mål at identificere potentielle alternative midler til at bekæmpe æbleskurv, som er acceptable i økologiske jordbrug. Arbejdet med at identificere og udvikle disse alternative midler til skurvbekæmpelse fortsætter i EU projektet "Replacement of Copper Fungicides in Organic Production of Grapevine and Apple in Europe" (REPCO).

## Projektleder

John Hockenhull, lektor  
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole,  
1871 Frederiksberg C  
E-mail: johoc@kvl.dk

## Projektdeltagere

Marianne V. Bengtsson, Ednar Wulff,  
Hans Jørgen Lyngs Jørgensen & David B. Collinge,  
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole;  
Hanne Lindhard Pedersen, Rikke Nørgaard og  
Erik Larsen, Danmarks Jordbrugs Forskning, Årsløv og  
Klaus Paaske, Danmarks JordbrugsForskning,  
Flakkebjerg.

## Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/114.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/114.html);  
EU projektet Replacement of Copper Fungicides in  
Organic Production of Grapevine and Apple in Europe  
(REPCO) [www.rep-co.nl](http://www.rep-co.nl)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Betydningen af kløvergræs på N-udvaskningen

I afgræsningsmarker bliver der ophobet store mængder kvælstof (N), som kan være vanskelige at udnytte effektivt. Dette gælder i særdeleshed på lette jorde. Derfor har man undersøgt, i hvilket omfang forskellige driftsmæssige tiltag kan optimere udnyttelsen og dermed minimere kvælstofudvaskningen.

Forsøgenes resultater peger på, at det rette management er ekstremt afgørende for at undgå omfattende nitratudvaskning. Selv på grovsandet jord lader det sig gøre at minimere udvaskningen til et ubetydeligt niveau.

## Bedre udnyttelse af kvælstof i græsmarker

I afgræsningsmarker med malkekøer ophobes store mængder kvælstof, som kan være vanskelige at udnytte effektivt efter ompløjning. God landbrugspraksis, som forårsompløjning af græsmarker, reduceret gødningstilførsel og brug af efterafgrøder, forbedrer udnyttelsen; men selv ved fuld implementering af denne praksis er der stadig et betydeligt uudnyttet N-overskud i landbrugssystemer med afgræsning.

Det var desuden et uafklaret spørgsmål, om de omtalte tiltag er fuldt ud effektive også på en grovsandet jord. Der er observeret stor nitratudvaskning fra grovsandede jorde i forbindelse med ompløjning af græsmarker til trods for, at den gode landbrugspraksis umiddelbart synes opfyldt. Årsagen hertil kan være en frigivelse af kvælstof, som overstiger efterafgrødens kapacitet på netop dette tidspunkt. Det kan igen skyldes en meget stor akkumulering af N, hvilket kan være situationen på en ældre græsmark med kontinuert afgræsning eller en utilstrækkeligt etableret efterafgrøde.

I takt med at kvæggårdenes størrelse forøges, vil et stigende antal brug ikke være i stand til at afgræsse alle marker i sædskiftet. Afgræsning langt fra gården er meget besværlig eller helt uforenelig med de daglige rutiner. Dette gælder ikke mindst, hvor der benyttes automatiske malkesystemer. På disse gårde vil der derfor være meget græsintensive sædskifter med store N-overskud tættest på gårdens bygninger. Længst væk vil de mere kornrige sædskifter med ubetydelige N-overskud befinde sig.



I nitratfølsomme områder med landbrugsproduktion kan økologisk mælkeproduktion bidrage til at reducere nitratudvaskningen, forudsat at N i græsmarkerne udnyttes optimalt. Projektets formål var at bestemme betydningen af græsmarkens sammensætning og hyppighed i sædskiftet for forfrugtsværdi og udvaskning under afgræsning og efter ompløjning. Målet var at kunne:

1. øge sædskiftets N-udnyttelse og reducere N-udvaskningen fra kvægsædskifter
2. foreslå specifikke ændringer i driftsledelse og sædskifte, som kan gennemføres f.eks. i nitratfølsomme områder på kort sigt
3. etablere en videnskabelig, velunderbygget baggrund for rådgivning vedrørende disse forhold i både økologisk og konventionel jordbrug

### Udnyt græsmarkens forfrugtsværdi

På det økologiske værkstedsareal i Foulum blev der opbygget tre forskellige sædskifter med forskellig andel af græs for både kløvergræs og ren rajgræs. I 2002-2004 var der imidlertid de samme afgrøder i alle tre sædskifter. De adskiller sig dog ved, at de, set over hele perioden, har haft græsandele på 25, 38 og 75% af sædskiftet. Med andre ord er det den langsigtede effekt af græsmarkshyppigheden i sædskiftet, som undersøges. I 2005 blev alle græsmarker ompløjet, og der blev bestemt forfrugtsværdi og nitratudvaskning efter ompløjning.



Resultaterne viste, at der ikke var nogen eftervirkning af tidligere års gødningstilførsel og typen af græs (kløvergræs eller rajgræs). Til gengæld påvirkede hyppighed af græsmarker i sædskiftet udbyttet i den efterfølgende kornafgrøde. I sædskiftet med 75% græs siden 1997 blev der høstet 42 hkg kernetørstof pr. ha i forhold til kun 32 hkg i sædskifterne ved 25 og 38% græs. Og det var vel at mærke uden yderligere gødningstilførsel, men alene på grund af eftervirkningen fra græsmarkerne.



### **Efterafgrøder vigtige**

På grovsandet jord ved vi, at risikoen for udvaskning af nitrat er stor. For at belyse denne problemstilling på et stort brug med mange køer har man, på en kvæggård i 2003, ompløjet henholdsvis en 5. års græsmark i et græsrigt sædskifte (tæt på gården) og en 2. års græsmark (længst væk fra gården). Efter pløjningen blev forskellige efterafgrødesituationer belyst i vårbyg. De varierede fra en meget veletableret italiensk rajgræs efter tidlig høst af vårbyg (grønkorn) til ingen efterafgrøde og stubbehandling i efteråret. Efterafgrøderne viste sig at have en enorm effekt på udvaskningen af nitrat. Der hvor efterafgrøden var meget veletableret, var udvaskningen ganske beskedent. Den første vinter efter ompløjning lå den i nogle tilfælde under 10 kg N pr. ha. Omvendt blev bar jord og stubbearbejdning straffet hårdt med udvaskning, i visse tilfælde over 200 kg N pr. ha.

Forsøget har i ekstrem grad illustreret, hvor vigtig god management er for at reducere nitratudvaskningen. Selv på den grovsandede jord er det muligt, med veletablerede efterafgrøder, at holde udvaskningen på et minimum.

I forsøget blev der desuden bestemt udvaskning af organisk N, som hidtil ikke har haft nogen stor bevågenhed. Resultaterne viser, at udvaskning af organisk N kan have et vist omfang i denne type sædskifter.



### Relevant for fremtidens kvægbrug

Resultaterne fra projektet er relevante for planlægning af økologiske sædskifter, ikke mindst i grundvandbeskyttelsesområder. Udviklingen imod større bedrifter påvirker landmandens disponeringsmuligheder med hensyn til afgræsning i sædskiftet. I takt med stigende bedriftsstørrelse vil afgræsning af fjerntliggende marker blive besværliggjort af afstanden. Resultatet vil blive, at sædskiftet nær gården har stor græsandel, mens et planteavlslignende sædskifte vil dominere fjernt fra gården. Som driftsleder er det vigtigt at gøre sig klart, hvad dette medfører af konsekvenser for N-udnyttelse og miljø.

### Projektleder

Jørgen Eriksen,  
Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele.  
E-mail: Jorgen.Eriksen@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Elly Møller Hansen, Ib S. Kristensen,  
Jørgen E. Olesen og Margrethe Askegaard,  
Danmarks JordbrugsForskning,  
Henning Høgh Jensen og Jim Rasmussen,  
Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/i15.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/i15.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Grundvandsbeskyttelse med økologisk dyrkning

I Danmark har det høj prioritet, at vi kan drikke vores grundvand uden rensning. Dette vil kun kunne opretholdes gennem en aktiv indsats. Amterne udpeger områder med særlige drikkevandsinteresser og kan efterfølgende regulere arealer, som er særligt nitrat- og pesticidfølsomme. Udlægning af økologisk jordbrug i disse følsomme områder er interessant alene af den grund at man kan undgå påvirkning med pesticider.

Det var muligt at opstille fornuftige økologiske sædskifter, der reducerer udvaskningen af nitrat fra rodzonen betydeligt. Effekten i drikkevandsmagasinerne på lerede jorde er dog langsigtede. Hypoteserne om en mindre kvælstofudvaskning via påvirkning af de hydrauliske egenskaber – det vil sige jordens vandholdende og vandledende evne – og via denitrifikation har ikke kunnet bekræftes.

I Danmark har det høj prioritet, at vi kan drikke vores grundvand uden rensning. Der er en voksende erkendelse af, at rent grundvand kun kan opretholdes gennem en aktiv indsats. Amterne udpeger områder med særlige drikkevandsinteresser og regulerer arealerne, som er særligt nitrat- og pesticidfølsomme. En perspektivrig mulighed for at beskytte de forureningsfølsomme områder vil være, at man udlægger større sammenhængende arealer med økologisk jordbrug, idet man helt undgår brug af pesticider. Tabet af kvælstof afhænger af det økologiske dyrkningssystem, og netop det har der været fokus på i denne undersøgelse.

Vores hypotese var, at den økologiske driftsform, ville have en positiv effekt på både kvantiteten og kvaliteten



af det grundvand, der dannes i forhold til konventionelle driftsformer. Derfor var det relevant at udpege de aspekter af den økologiske dyrkningsform, der formodes at påvirke grundvandskvaliteten i positiv retning. En vurdering af den samlede effekt på grundvandet af driftsforanstaltningerne for et givet økologisk dyrkningssystem forudsætter modelberegninger, som kan integrere effekten af de forskellige tiltag. Følgende spørgsmål er blevet undersøgt:

- Hvordan påvirkes de hydrauliske parametre af det økologiske dyrkningssystem?
- Kan den større mængde opløst organisk kulstof, tilført fra den økologiske driftsform, medvirke til mindre udvaskning, via en øget denitrifikation, hvor nitrat omdannes til luftformigt kvælstof?

Der er opstillet økologiske sædskifter, som i størst muligt omfang har tilgodeset grundvandet. Der er kørt modelscenarier, som har beregnet udvaskningen fra umættet zone. Desuden er der blevet modelleret for et helt opland for at undersøge, om eventuelle effekter i umættet zone også slår igennem i grundvandet på regionalt niveau.

### **Hydrauliske egenskaber**

Nogle af de driftsforanstaltninger, der kendetegner økologisk jordbrug, kunne tænkes at påvirke hydrauliske parametre således, at mindre kvælstof vil blive udvasket. Vi har undersøgt, om mængden af husdyrgødning, et sundt sædskifte med stor andel af efterafgrøder samt jordløsning med efterfølgende "on-land"-pløjning havde en effekt på de hydrauliske parametre.



Der var ubetydelige effekter af de økologiske driftstiltag på de hydrauliske parametre. Der var ingen effekt af langvarig brug af husdyrgødning i forhold til brug af kunstgødning, men der var en effekt af det generelle gødningsniveau. Sædskiftet havde en lille effekt på den hydrauliske lednings- evne, som var lavere i det varierede sædskifte med mange efterafgrøder, hvilket tilsyneladende skyldes flere rødder i makroporerne.

### Udvaskning af opløst organisk stof

Aspekter i de økologiske dyrkningssystemer, som f.eks. en større andel af kløvergræs og anvendelse af husdyrgødning, formodes at påvirke grundvandskvaliteten i positiv retning. Baggrunden for denne formodning er, at der ved den økologiske driftsform tilføres mere organisk stof, som øger denitrifikationen og dermed reducerer udvaskningen. Om dette reelt er tilfældet, har vi forsøgt at besvare i markforsøg, hvor vi har bestemt hvor meget organisk bundet kulstof og kvælstof, der udvaskes fra kløvergræs eller fra en kornafgrøde etableret efter ompløjning af kløvergræs.



Der var en markant effekt af efterafgrøder. Dette forstærkedes yderligere ved, at man høstede kornafgrøden til ensilering. Efterafgrøden blev dermed bedre udviklet inden udvasknings sæsonen startede.  $\text{NO}_3$ -udvaskningen udgjorde kun i størrelsesordenen fra under 50% til ca. 90% af den samlede N-udvaskning. Desuden blev der målt en udvaskning af organisk bundet N på op til 25 kg N/ha/år efter kornafgrøden høstet ved modenhed og uden efterafgrøde.

### Omdannes det organisk bundne N til frit N?

Spørgsmålet er dernæst, om udvaskningen af organisk bundet N skal tolkes som en ekstra udvaskningskomponent, eller om det organisk bundne N og C giver anledning til en øget denitrifikation og dermed en reduktion i nitratudvaskningen. En denitrifikation kræver iltfrie forhold samt tilstedeværelsen af organisk kulstof i jorden, som tjener som energikilde for de denitrificerende bakterier. Iltfrie forhold opnås bl.a. ved højt vandindhold, og først når vandindholdet nærmer sig

80% af vandmætning sker der en denitrifikation af betydning. Mængden af organisk kulstof, der blev udvasket til en meters dybde, var 10-15 kg C/ha i den lerblandede sandjord og 90-160 kg C/ha i den grovsandede jord. Udvaskningen på de to jordtyper kan dog ikke direkte sammenlignes, idet målingerne blev foretaget i to forskellige udvasknings-sæsoner med en afstrømning på henholdsvis ca. 200 og 600 mm.

Vi fandt imidlertid ikke, at udvaskning af organisk stof, i nævneværdig grad gav anledning til en øget denitrifikation i jordlagene under pløjelaget. Kun ved højt vandindhold skete der en denitrifikation af betydning. Målinger af denitrifikationen blev dog kun foretaget til ca. en meters dybde. Resultaterne antyder derfor, at man kan forvente en øget denitrifikation, hvis det organiske stof udvaskes til større dybde ned til den temporært vandmættede zone nær grundvandsspejlet. Undersøgelserne af oprindelsen af opløst organisk stof viste, at kløver virker som donor af kvælstof og græs som donor af kulstof. Sorptionen af opløst organisk stof til jorden er pH-afhængig og er samtidig en tidsafhængig proces.

### Modellering af kvælstofudvaskning

En følsomhedsanalyse for varighed af kløvergræs, tidspunkt for pløjning og efterafgrøder viste en større udvaskning af kvælstof, jo ældre kløvergræsset er, og at efterafgrøder effektivt kan opsamle kvælstoffet.

Herefter blev der opstillet økologiske sædskifter for de forskellige brugstyper for Sønderø-området på Fyn. Mængden af uorganisk kvælstof udvasket fra rodzonen blev reduceret fra 70 kg N/ha til 29 kg N/ha. Denitrifikation som følge af reducerende forhold i lerlag vil til dels udviske forskellen i grundvandet, ligesom opblandingen med ældre grundvand vil bevirke, at effekten vil slå langsomt igennem.

#### Projektleder

Ole Hørbye Jacobsen,  
Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele  
E-mail: Ole.H.Jacobsen@AgrSci.dk

#### Projektledere

Per Schjønning, Finn P. Vinther og Jens Peter Mølgaard,  
Danmarks JordbrugsForskning, Søren Hansen,  
Henning Høgh Jensen, Hans Christian Bruun Hansen,  
Jim Rasmussen og Birgitte Gjettermand,  
Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole,  
Merete Styczen, DHI-Institut for Vand og Miljø.

#### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/116.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/116.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



## Økologisk mælkeproduktion

I fremtidens økologiske mælkeproduktions-systemer vil der være øget fokus på selvforsyning med foder. Som en konsekvens heraf forventes foderrationen i stigende grad at være baseret på grovfoder, idet udbyttepotentialet under danske dyrkningsbetingelser er klart højest i de typiske grovfoderafgrøder (græs, majs og helsæd) i forhold til mere proteinrige og koncentrerede afgrøder som ærter, raps, lupiner og korn til modenhed.

Senarieanalyser har vist, at grovfoderkvaliteten er en af de mest betydende faktorer på en bedrift, der er selvforsynende med foder, idet såvel koens foderoptagelse, foderudnyttelse, mælkeydelse som bedriftens økonomi påvirkes betydeligt. Desuden har produktionsforsøg vist, at reduceret foderniveau, i form af høj andel af grovfoder, ikke øger ketoserisikoen, så længe køerne er i ideelt huld og foderkvaliteten er høj. Endvidere viste produktionsforsøg på studielandbrug, at typen af tilskudsfoder, byg, rapsfrø, rapskage eller grønpiller, kun i mindre omfang påvirker koens mælkeydelse, når den opfodres sammen med grovfoder af høj fordøjelighed.

Der er behov for mere viden om den mest hensigtsmæssige tilpasning af en malkekvægsbedrift, således at en høj selvforsyning med foder kan ske samtidig med, at bedriften opretholder sin lønningsevne, og fodringen tilgodeser køernes behov og fremmer produkternes kvalitet. Det er derfor væsentligt at belyse den biologiske effektivitet, og kritiske delelementer heraf, i sådanne systemer.

Den grundlæggende idé i dette projekt var at se på mulighederne og konsekvenserne af at øge andelen af grovfoder i foderrationen. Der har derfor været forsøgsaktiviteter omkring kvaliteten af grovfoderet, mængde og typer af tilskudsfoder, foderniveau og omlægning af besætningsstrukturen via forlænget kælvningsinterval. Resultaterne er desuden på bedriftsniveau søgt kvantificeret i relation til produktivitet, økonomi og ressourceforbrug via modellering baseret på en 100% selvforsyning med foder og gødning.

### Grovfoderkvalitet – en meget betydende faktor

Senarieanalyser har vist, at grovfoderkvaliteten er en af de mest betydende faktorer på en bedrift, der er selvforsynende med foder, idet såvel koens foderoptagelse, foderudnyttelse, mælkeydelse som bedriftens økonomi påvirkes betydeligt. Kan fordøjeligheden af kløvergræsensilage f.eks. øges med 2,5 procentpoint, kan rest til ejaflønning øges i størrelsesorden 30%. Hvis rationen indeholder en betydende del helsæd, kan grovfoderkvaliteten ofte forbedres ved at øge andelen af kløvergræsensilage på bekostning af helsæd. Idet såvel foderoptagelsen som mælkeydelsen per ko per år øges,

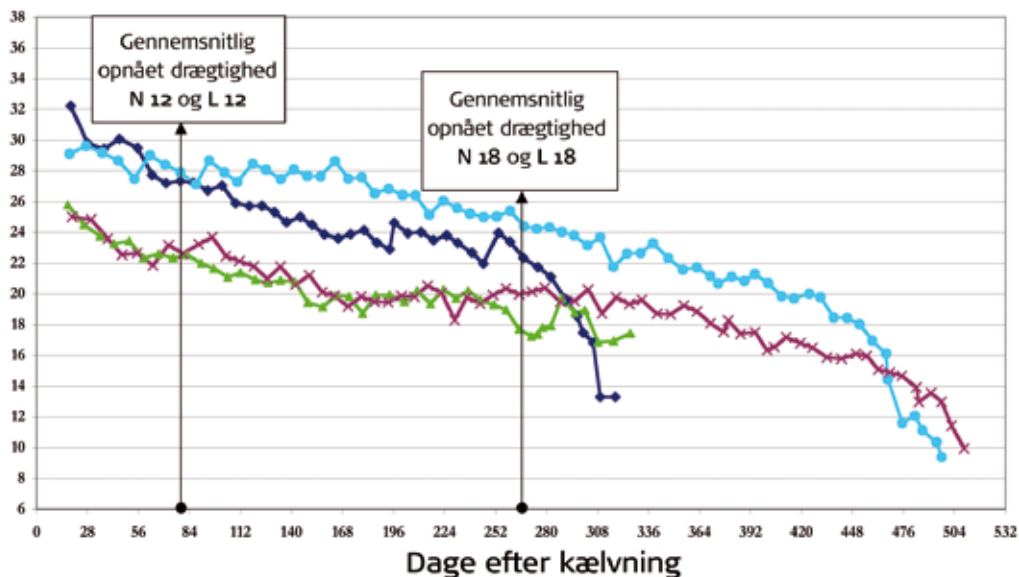


opnås en meget positiv effekt på bedriftens økonomi. Modelberegninger viser imidlertid også, at kvælstofoverskuddet per ha, med deraf øget risiko for kvælstofudvaskning, stiger i dette system. Derfor må man se kritisk på den traditionelle ompløjning af græsmarkerne efter to til tre år.

### Andelen af grovfoder bør afhænge af grovfoderkvaliteten

Ved at sænke niveauet af tilskudsfoeder per ko øges andelen af grovfoder i rationen, og da markudbyttet (FE/ha) ofte er højere i grovfoderafgrøder end i afgrøder til tilskudsfoeder, vil et lavere niveau af tilskudsfoeder på en bedrift, der er selvforsynende med foder, have en positiv effekt på bedriftens produktion. Dette er dog kun tilfældet, når grovfoderet er af høj fordøjelighed, og hvis der i sædskiftet er plads til at øge andelen af kløvergræs (dvs. <60%).

*Forlænget kælvningsinterval kan øge afkastet (To foderniveauer, normalt (N) og lavt (L) og to kælvningsintervaller, 12 og 18 måneder)*



### Reduceret foderniveau øger ikke ketoserisikoen

I produktionsforsøg, hvor det ene forsøgshold kun fik 1,1 FE rapskage som tilskudsfoeder, var der, på trods af den lave energitildeling, kun få køer, der var i risiko for at være i fysiologisk ubalance (indikeret ved lav glukosekoncentration), og mobiliseringen var også lav (indikeret ved lav NEFA-koncentration). De gunstige resultater tilskrives især, at dyrenes huld var ideelt, og at kvaliteten af ad libitum foderet generelt var høj. Ligeledes gav supplement af rapsfrø/korn (3,7 FE) sammenlignet med korn (4,3 FE) ingen negativ effekt på køernes fysiologiske balance.

### Markens udbytte bestemmer det optimale tilskudsfoeder

Produktionsforsøg på studielandbrug viste, at typen af tilskudsfoeder, byg, rapsfrø, rapskage eller grønpiller, kun i mindre omfang påvirker koens mælkeydelse, når den

opfodres sammen med grovfoder af høj fordøjelighed. På en bedrift, der er selvforsynende med foder, bør man derfor ud fra økonomiske hensyn vælge tilskudsfoder ud fra markudbytte, idet bedriftens økonomiske afkast i større grad følger produktivitet i marken end de mindre forskelle i årsydelse per ko, som forskellige typer tilskudsfoder giver anledning til. I valget af tilskudsfoder er det afgørende at have fokus på fodringens indflydelse på koens sundhed, og ikke mindst mælkens sammensætning.

Forsøget på Rugballegård viste, at en forlængelse af laktationsperioden, og dermed kælvningsintervallet fra 12 til 18 måneder, giver mulighed for øget andel af grovfoder i rationen. Det skyldes, at der bliver forholdsvis færre dage

i tidlig laktation, hvor tildelingen af koncentreret foder er størst. Der bliver ligeledes færre gold dage per årsko, idet antal gold dage per laktation er uændret. I forsøget betød en forlængelse af kælvningsintervallet, at laktationsydelsen steg fra 7.656 til 11.516 kg EKM. Omregnet til ydelse per årsko gav det forlængede kælvningsinterval en stigning på 371 kg EKM sammenlignet med et traditionelt kælvningsinterval. Dette forudsætter dog et normalt foderniveau. Reproduktionsresultater var uændrede. Baseret på disse forskelle i ydelse og andel af grovfoder blev der beregnet et økonomisk merafkast ved en strategi med forlænget kælvning i forhold til en normal strategi. Mindre årsopdræt per årsko forklarer knap halvdelen af det forbedrede økonomiske resultat, mens resten af den forbedrede økonomi kan forklares af bl.a. sparede goldkofoderdage.

### **Leder-følger-system til afgræsning kan øge udnyttelsen**

For at tilgodese såvel køernes krav til en høj græsoptagelse som en høj udnyttelse af markens potentiale, er der arbejdet med at udvikle et afgræsningssystem baseret på rotationsgræsning, hvor køerne afgræsser foldene to dage efterfulgt af kvier og goldkøer i to dage. Lederne, køerne, græsser den bedste del af kløvergræsset, og følgerne, kvier og goldkøer, rydder op, så der ikke står gammelt kløvergræs tilbage. Sammenlignet med traditionel rationsgræsning vil systemet kunne øge køernes optagelse med ca. 10% tørstof dagligt. Ved afprøvningen af systemet fungerede det tilfredsstillende, hvilket bl.a. kunne ses ved, at følgerne ryddede tilfredsstillende



lende op, og der kun var behov for én afpudsning per sæson. Sammenlignet med kontinuert afgræsning (storfold) har arbejdsbyrden dog været større med hensyn til afpudsning og flytning af følgerne.

### Afgræsning øger mælkens CLA-indhold

Mælkens indhold af CLA er interessant ud fra en human ernæringssynsvinkel, idet flere undersøgelser har vist en positiv effekt på risikoen for cancer. Analyser af mælk indsamlet på studielandbrug viste, at forskelle i køernes fodring er årsag til langt den største del af variationen i mælkens indhold af CLA. Mælkefedtets indhold af CLA kan forøges

3-5 gange ved at ændre foderets sammensætning. Mælkens CLA-indhold er større om sommeren hos græssende køer i forhold til vinterfodring med ensilage. Årsagen hertil er dels, at frisk græs har et højt indhold af umættet fedt, dels at frisk græs påvirker vommiljøet i en grad, der favoriserer dannelsen af vacensyre, som derefter omdannes til CLA i yveret. Der blev ikke fundet forskelle i indholdet af CLA mellem mælk fra økologiske og konventionelle besætninger, idet de anvendte fodermidler ikke adskilte sig væsentligt fra hinanden. Det er muligt, at mælk fra økologiske besætninger, som baserer en stor andel af foderrationen på frisk kløvergræs, generelt vil have et højere indhold af CLA end mælk fra konventionelle besætninger.



#### Projektleder

Troels Kristensen

Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele

E-mail: Troels.Kristensen@agrsci.dk

#### Projektdeltagere

Jakob Sehested, Klaus Lønne Ingvarsen,

Kristen Sejrsen, Lisbeth Mogensen, Karen Søgaard,

Søren Krogh Jensen, Allan Danfær, Torben Larsen og

Per Madsen, Danmarks JordbrugsForskning.

#### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:

[www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii.html)

samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



## Kvalitet af økologisk mælk og ost

I økologisk mælkeproduktion er der et ønske om, at fodringen primært bygger på lokalt dyrkede afgrøder. Dette indebærer bl.a. fodring med store mængder bælplanter såsom kløver, lupin, hestebønner og ærter. I FØJO regi er det blevet undersøgt, hvad en sådan fodring betyder for forskellige kvalitetsparametre for mælk og ost. Herudover er en række forhold vedrørende produktion af kvalitetsost baseret på upasteuriseret mælk blevet undersøgt.

Resultaterne viser bl.a., at selv om der generelt anvendes mindre syntetisk vitamin E i økologisk mælkeproduktion, er indholdet af vitamin E højere i økologisk mælk end i konventionel mælk. Tilsvarende er indholdet af carotenoider, der virker som antioxidanter og som danner en række betydende aromakomponenter, også højere i den økologiske mælk.

## Kvalitet af økologisk mælk

Fremtidige regler for økologisk produktion af mælk indebærer, at foderet er dyrket økologisk, og at koen kun forsynes med naturlige vitaminer. Fodringen forventes overvejende at bestå af lokalt dyrkede afgrøder, primært kløvergræs, bælplanter og korn.

Undersøgelserne har sigtet mod at belyse, hvilken indflydelse denne fodring har på mælkens indhold af vitaminer og antioxidanter samt for mælkens sammensætning af fedtsyrer. Disse faktorer har bl.a. betydning for smag, holdbarhed og for mælkens ernæringsmæssige kvalitet.

## Øget indhold af vitamin E og antioxidanter

I perioden fra maj 2003 til februar 2004 er der taget prøver af henholdsvis den økologiske og konventionelle mælk. I prøverne er indholdet af potentielle antioxidanter og vitaminer blevet undersøgt sammen med en række fedtopløselige vitaminer og sammensætningen af fedtsyrer.

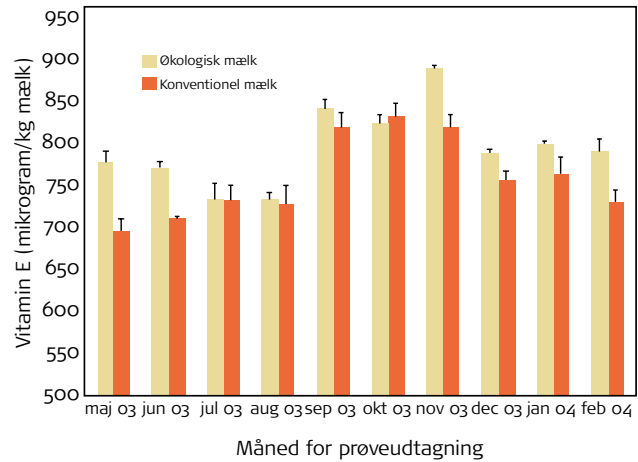
En af de komponenter, der var mest fokus på i undersøgelsen, var indholdet af vitamin E ( $\alpha$ -tocopherol), der kan forlænge holdbarheden af mælk, da det virker som antioxidant. Vitamin E findes dels i de planter og plantebaserede foderprodukter, som koen indtager, men vitaminet fremstilles også syntetisk. Ved syntetisk produktion af vitamin E dannes der 8 forskellige former (stereo-isomerer), hvoraf kun den ene er identisk med den form, der dannes naturligt.

Analyserne viste, at økologisk mælk i 7 ud af 10 prøver indeholdt signifikant mere vitamin E end konventionel mælk (figur 1). Samtidig var indholdet af syntetisk vitamin E lavere i den økologiske mælk (6,2-13,5%) end i den konventionelle mælk (15,8-24,7%) (figur 2).

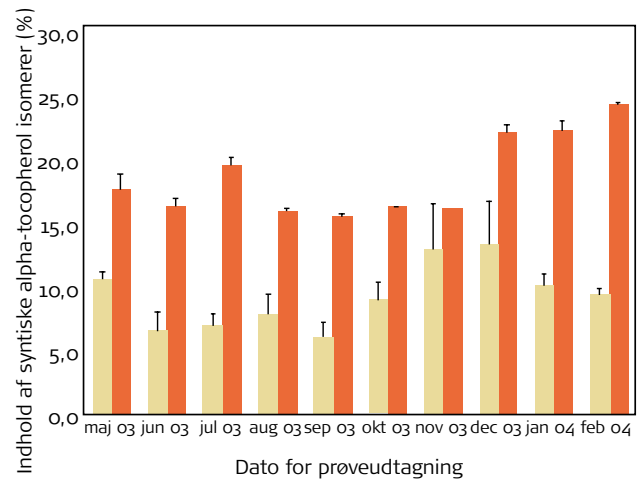
Resultaterne indikerer, at man generelt anvender mindre tilskud af syntetisk vitamin E i den økologiske mælkeproduktion. Alligevel er indholdet af vitamin E højere i økologisk mælk end i konventionelt produceret mælk. Samtidig antyder resultaterne, at man ud fra et mælke kvalitetssyn næppe har behov for at forlænge dispensationen for anvendelse af syntetisk vitamin E til malkekøer i den økologiske produktion.

Den anden stofgruppe, der var fokus på, var carotenoider, der virker som antioxidanter, men også er med til at danne en række betydende aromakomponenter i mælken. Analyserne viste, at indholdet af carotenoider var højere i den økologiske mælk og indholdet af stoffet  $\beta$ -caroten var 2-3 gange højere i økologisk mælk end i konventionel mælk.

Forsøget viste endvidere, at der ikke var forskel i sammensætningen af fedtsyrer i mælken, og at de to mælketyper indeholdt lige meget af de ernæringsmæssigt interessante konjugerede linolsyrer (CLA).



Figur 1: Indhold af vitamin E i konventionel og økologisk mælk



Figur 2: Indhold af de syntetiske stereo-isomerer af vitamin E i konventionel og økologisk mælk

## Phytoøstrogener

Som nævnt anvendes stigende mængder af bælglplanter, som f.eks. kløver, lupin, hestebønner og ærter til fodring af økologiske malkekøer. Bælglplanter, men også cerealier, nødder og grønsager, har et naturligt højt indhold af planteøstrogener også kaldet phytoøstrogener. Phytoøstrogener er en fællesbetegnelse for en stor gruppe af stoffer med østrogenlignende effekter. En række undersøgelser tyder på, at phytoøstrogener kan have en forebyggende virkning på udviklingen af en række velfærdssygdomme.

Indholdet af forskellige phytoøstrogener i mælk og foder fra forskellige økologiske besætninger er blevet undersøgt. Mælkeprøver er indsamlet fra et stort antal individuelle køer for at belyse variationen i indholdet af fytoøstrogener i relation til sæson og forskellig fodring. I forbindelse med opsamling af mælkeprøverne er der endvidere udtaget foderprøver. Blodprøver fra et antal køer er ligeledes udtaget og serum præpareret derfra.

Indholdet af phytoøstrogenerne er indtil videre analyseret i serum fra 11 køer fra en økologisk besætning. Mælkeprøverne blev udtaget mens køerne var henholdsvis på stalld og på græs. Foreløbige resultater viser koncentrationer af enterolactone mellem 300 og 1500 nmol/l og koncentrationer af genistein mellem 5 og 50 nmol/l. Koncentrationer af enterolactone var højest i køer på græs, mens koncentrationer af genistein var lavest på græs.

## Kvalitet af ost fremstillet af rå mælk

Produktionen af økologiske oste er hovedsageligt baseret på at fremstille en række ostetyper, som også fremstilles af konventionel mælk. Såfremt man skal kunne øge markedsandelen af økologisk producerede oste, er det vigtigt, at disse er af en kvalitet, der berettiger til øget merpris i forhold til konventionelt producerede oste. Det hævdes ofte, at oste baseret på rå mælk kan opnå en rigere sensorisk kvalitet end konventionelle produkter. Dette kræver en dokumentation af, at disse oste har en anden flavour end pasteuriserede oste.

Med udgangspunkt i rødkit-oste, baseret på henholdsvis rå og pasteuriseret mælk fra et økologisk gårdmejeri, er metoder til evaluering af flavour-komponenter og ostes funktionelle egenskaber blevet udviklet. Dette er bl.a. gjort



ved hjælp af texturmålinger, flavouranalyse baseret på høj vacuumdestillation, peptidprofilering og under anvendelse af elektronisk næse.

### Egenkontrol for produktion af ost på basis af rå mælk

I Danmark har man en yderst restriktiv politik for produktion af oste baseret på upasteuriseret mælk, begrundet i de potentielle problemer med mikrobiologisk sikkerhed. For i fremtiden at kunne vurdere den mikrobiologiske sikkerhed ved ostning af upasteuriseret mælk er det nødvendigt at fastlægge en række kritiske kontrolpunkter i produktionen fra råvare til det færdige produkt samt angive forslag til monitorering af disse.

I projektet er mulighederne for at få retningslinier for en sikkerhedsmæssig optimal produktion via et egenkontrolprogram blevet vurderet. Proceduren – en såkaldt generisk Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) – er blevet afprøvet på en økologisk bedrift.

Resultater af de mikrobiologiske analyser, der blev gennemført, viser ingen tydelige systematiske forskelle på oste lavet af rå eller pasteuriseret mælk. Det vurderes imidlertid ikke, at et egenkontrolprogram vil kunne sikre, at den rå mælk ikke indeholder patogene bakterier eller andre sundhedsfarer. Det vil dog givetvis kunne mindske tilstedeværelsen af disse.

### Projektleder

Jacob Holm Nielsen, forskningsleder  
 Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele  
 E-mail: jacobh.nielsen@agrsci.dk

### Projektmedlemmer

*Kvalitet af økologisk mælk*

Leif Skibsted, Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole

*Kvalitetsoste baseret på økologisk mælk*

Stig Purup, Danmarks JordbrugsForskning, og  
 Susanne Knöchel, Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii2.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii2.html)  
 samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Kvalitet af økologisk okse- og svinekød

Økologisk kødproduktion i Danmark omfatter hovedsageligt okse- og svinekød. Økologisk okse- og svinekøds nuværende markedsandel af den samlede okse- og svinekødsproduktion er kun på henholdsvis 0,5% og 2,1%. Efterspørgslen på økologisk højkvalitetskød er begrænset, og der er behov for bedre markedsføring, mere fokus på god kød- og spisekvalitet og en mere effektiv og rentabel produktion, der lever op til de økologiske principper.

Foreløbige resultater har bl.a. vist, at økologisk svinekød afviger fra konventionelt svinekød ved at have et højere indhold af flerumættede fedtsyrer pga. de økologiske protein- og grovfodermidler. Desuden har det været muligt at påvirke spisekvaliteten i kød, fra slagtesvin fodret med cikorieod, i en karakteristisk smagsretning, der af et smagspanel opfattes som ønskelig. Endvidere ser det ud til, at cikoriefodrede grises kød ikke harskner så let. Anvendelsen af alternative afgrøder til forbedring af kødkvalitet ses derfor som et nyt og lovende perspektiv.

Efterspørgslen på økologisk okse- og svinekød er begrænset. Dog er forbrugernes interesse for kød af bedre kvalitet imidlertid stigende. Det samme gælder for ønskerne om udvikling af miljømæssigt og etisk forsvarlige driftsformer. På den baggrund er der behov for udvikling af strategier for økologisk produktion.

Projektets mål har været at udvikle og dokumentere økonomisk bæredygtige og sundhedsmæssigt forsvarlige produktionssystemer for fremstilling af økologisk okse- og svinekød af høj kvalitet. Der er lagt særlig vægt på studeproduktion med henblik på at forbedre sundhed og velfærd, produktkvalitet og at øge naturværdien på marginaljorde ved afgræsning. Ligeledes undersøgte anvendelse af bioaktive afgrøder til drøvtyggere og svin til forbedring af produktkvalitet og sundhed, primært til forebyggelse af parasitære infektioner. Undersøgelser har antydnet, at enkelte afgrøder kan påvirke dyrs parasitstatus i forbindelse med afgræsning og/eller kødets kvalitet efter slagtning.







Forsøgene er foregået på private gårde, på græsmarker med kvæg og får samt i stalde ved eksperimentelle forsøg med svin og kvæg. Staldforsøgene omfattede brug af alternative fodermidler, der normalt ikke anvendes i konventionelle landbrug. Eksempelvis anvendtes cikorerødder, hvoraf man forventede en positiv effekt på sundhed samt kød- og spisekvaliteten af økologisk kød fra stude og svin.

### **Økologisk studeproduktion baseret på malkekvægsracer**

Vores undersøgelser viser, at kun 10-15% af tyrekalvene fra økologiske besætninger med malkekvæg bliver opfedet og slagtet økologisk. Resten sælges til konventionel slagtekalve-

produktion eller aflives evt. ved fødselen (Jersey). Forventet manglende økonomisk rentabilitet anses for at være den største hindring for at bruge tyrekalve fra malkekvæg i økologisk kødproduktion. Dette bekræftes af vore beregninger, der viser, at økonomien kan være usikker.

Interessen for økologisk kalve- og oksekødsproduktion er dog stigende, og der er et betydeligt behov for pålidelig information om produktionsegenskaber og optimale fodringsstrategier. Et muligt kødproduktionssystem vil være baseret på stude (kastrede tyrekalve). Stude vil typisk være to somre på græs. Modelberegninger har vist, at en høj tilvækst på studene på græs i anden sæson er altafgørende for en god økonomi. Slutfedning kan være overflødig, hvis tilvæksten på græs er høj. Studeafgræsning kan også være

med til at sikre biodiversiteten på marginale landbrugsarealer, hvilket er væsentligt i økologisk jordbrug.

### **Afgrøder mod parasitter og ornelugt**

Vore undersøgelser med lam og svin tyder på, at enkelte afgrøder, bl.a. cikorie, kan påvirke dyrenes infektion med parasitter og/eller kødets kvalitet efter slagtning i positiv retning. Disse afgrøder betegnes som bioaktive afgrøder, idet effekten tilskrives planternes indhold af bestemte bioaktive stoffer.

Resultater med slagtesvin har vist, at bioaktive afgrøder (cikorierødder) kan:

- reducere ornelugt til et acceptabelt niveau
- forbedre svinekødets smag
- reducere infektioner med visse parasitter og bakterier
- sandsynligvis reducere ammoniakfordampningen fra svinestalde

Økologisk svinekød afviger fra konventionelt svinekød med hensyn til visse kvalitetsparametre såsom højere indhold af flerumættede fedtsyrer. Det skyldes de økologiske proteinkilder og grovfodermidler. Økologisk svinekød er i nogle tilfælde mindre mørt, hvilket skyldes produktionsformer, som resulterer i lavere daglig tilvækst. Til trods for at et højt indhold af flerumættede fedtsyrer er positivt, set ud fra et humant sundhedsperspektiv, betyder det også, at kødet er mere disponeret for iltning og dermed for harskning. De

foreløbige resultater tyder dog på, at cikoriefodrede grises kød ikke harskner så let.

Desuden peger undersøgelsen på, at det har været muligt at påvirke spisekvaliteten i tilberedt kød, fra de cikorierods-fodrede slagtesvin, i en karakteristisk mere bitter og sur smagsretning, der af et smagspanel opfattes som ønskelig. Resultater har vist, at graden af bitter og sur smag i kødet er stigende med cikoriemængden, men selv ved høje koncentrationer af cikorie har grisene en fuldt ud acceptabel spisekvalitet, som samtidig er meget karakteristisk.

Undersøgelserne vedrørende fedtsyresammensætning, heriblandt konjugeret linolsyre (CLA) i talg og kød fra stude, viser, at såvel race (Jersey over for SDM) som fodring har væsentlig betydning for talgens CLA-indhold. Det formodes, at CLA kan have sundhedsfremmende egenskaber hos mennesker.

### **Perspektiver for økologisk kødproduktion**

Projektet vil på længere sigt bidrage til den videnskabelige basis for retningslinier til økologisk kødproduktion og dermed beslutningsstøtte til producenter. Anvendelsen af bioaktive afgrøder til forbedring af kødkvalitet, herunder fjernelse af ornelugt og/eller fjernelse af udegående dyrs parasitter, er et nyt og lovende perspektiv. Det vil kunne begrænse anvendelsen af lægemidler og dermed mindske risikoen for rester i kødet samt lange tilbageholdelsestider.

Kombinationen af studeproduktion, baseret på afgræsning og bevarelse eller forøgelse af biodiversiteten på marginale arealer, må anses for ønskværdig i sammenhæng med naturpleje og miljø. Det forventes, at de planlagte tiltag, samlet set, kan forbedre økonomien i økologisk kødproduktion, primært studeproduktion. De kan også bidrage til at synliggøre de forøgede udgifter, som er forbundet med denne type produktion, og dermed retfærdiggøre en nødvendig merpris. Samtidig viser projektet, at økologisk husdyrproduktion kan bidrage positivt til vores kulturprægede natur.



### Projektledere

Stig Milan Thamsborg, professor  
 Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole,  
 1870 Frederiksberg C  
 E-mail: smt@kvl.dk

Laurits Lydehøj Hansen, seniorforsker,  
 Danmarks Jordbrugsforskning, 8830 Tjele  
 E-mail: LauritsLydehoj.Hansen@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Anna Bodil Hald, Danmarks Miljøundersøgelser;  
 Troels Kristensen, Jacob Holm Nielsen, Rikke Nørbæk,  
 Lars Porskjær Christensen, Karen Søegaard,  
 Mogens Vestergaard og Kirsten Brandt,  
 Danmarks JordbrugsForskning;  
 Derek V. Byrne, Magni Martens, Helena Mejer og  
 Allan Roepstorff, Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole

### Publikationer og mere information

Se projekternes hjemmesider:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii3.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii3.html) og  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii12.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii12.html);  
 samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)  
 og [www.wormcops.dk](http://www.wormcops.dk)



## Sundhed og velfærd i kalveholdet

Gennem de seneste år har vi arbejdet med en forståelse af dyrevelfærd i økologiske besætninger, hvor begrebet "naturlighed" har fået stor betydning. I en malkekvægbesætning er det ikke muligt at tilbyde hverken køer eller kalve 100% naturlige forhold. Man kan dog tilstræbe, at dyrene får mulighed for at udføre deres naturlige adfærd, har en stor grad af valgfrihed samt får frisk luft, dagslys og adgang til udearealer. Dette stiller imidlertid større krav til de mennesker, som arbejder med dyrene bl.a. i forhold til øget opsyn samt til bedre at kunne vurdere, hvordan dyrene har det.

### Hvad er "god dyrevelfærd" i en økologisk besætning?

I en økologisk besætning handler dyrevelfærd i høj grad om at give dyrene så naturlige forhold som muligt, men samtidigt holde opsyn, observere dyrene samt at gribe ind, hvis der er optakt til problemer, det vil sige yde omsorg efter behov.

Kalvene kom i fokus, fordi de i høj grad var en overset dyregruppe i de økologiske malkekvægsbesætninger.

## Vurdering af velfærd hos kalve

Kalvene er en gruppe dyr, som på mange måder er sårbare over for sygdom og er afhængige af at man giver dem gode omgivelser med plads, lys, luft, et højt hygiejneniveau, vand samt et godt og sundt foder. I projektet har vi udviklet en model til vurdering af kalvenes velfærd. Metoden kan bruges i dialogen mellem landmænd indbyrdes eller mellem landmænd og rådgivere, som en hjælp til at tale om velfærden ude i besætningerne.

Vi har udviklet metoden i en proces, hvor vi har gennemført teoretisk udredning ("hvordan forstås dyrevelfærd i økologiske besætninger?") og praktisk afprøvning, hvor vi har gjort brug af et internationalt ekspertpanel samt et dansk panel af praktiserende dyrlæger, konsulenter, landmænd og kontrolanter fra Plantedirektoratet. Metoden er i brug i rådgivningen i mange økologiske besætninger, men der er stadig rum til at præcisere, evaluere og forbedre den. Den kan findes på hjemmesiden hos Økologisk Landsforening: [www.okologi.dk](http://www.okologi.dk).

*Kalve på græs med høj grad af naturlighed i form af lys, skygge, varierende terræn, forskellige græsarter og planter*





*Praktisk afprøvning og efterfølgende diskussion om udvikling af metode til vurdering af velfærd hos kalve*

### **Coccidiose hos økologiske kalve**

Et af de konkrete sygdomsproblemer hos økologiske kalve er coccidiose. Det er en parasitbetinget tarmbetændelse, som findes i en sommer- og en vinterversion. Begge versioner har stor indflydelse på kalvenes vækst og velfærd. I projektet valgte vi at fokusere på vinterversionen. Vi lavede en tværsnitsundersøgelse i 25 økologiske besætninger, og derefter et dybdegående studie i seks økologiske besætninger, hvor vi fulgte en række kalve og deres livsbetingelser. Følgende tendenser og konklusioner kan udledes fra dette studie:

- En tværsnitsundersøgelse blandt kalve i 25 økologiske besætninger viste høj forekomst af coccidier. Denne forekomst hang tilsyneladende ikke sammen med synlige symptomer på infektion.
- Kliniske undersøgelser, registreringer af miljøet og prøveudtagninger i 6 økologiske besætninger blev gennemført gennem en hel vinter og det efterfølgende forår. Hver besætning blev til "sin egen historie" fordi

mønstrene var meget forskellige, men der var tilsyneladende en klar sammenhæng mellem forekomst af infektion og udbrud af coccidiose og hygiejneforhold i besætningerne, inklusiv hygiejnen i kælvningsboksen.

- I mange besætninger er der registreret dårlige forhold på både de indendørs og udendørs områder gennem sommerperioden, hvilket peger på, at coccidiose sandsynligvis ikke er et primært problem, men udspringer direkte af manglende pasning og mangelfuld gennemtænkning af leveforholdene på græs.
- Fodring, herunder høfodring, syntes at have en positiv virkning på forekomsten af coccidiose. Kalve kan godt have infektioner, også med flere forskellige coccidiearter, men deres generelle "robusthed" og den måde de bliver holdt på betyder tilsyneladende meget for, om de kommer til udbrud. Vi kunne ikke konkludere noget

*Kalvenes trang til at sutte er et naturligt behov, som er vigtigt at få opfyldt*



med sikkerhed med hensyn til anvendelse af naturligt E-vitamin, men det så ud til at have en meget god virkning på sundhedstilstanden.

- Det er meget kritisk kontinuerligt at sætte kalve ind i allerede eksisterende flokke.



### Projektleder

Mette Vaarst, Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele  
E-mail: [Mette.Vaarst@agrsci.dk](mailto:Mette.Vaarst@agrsci.dk)

### Projektdeltagere

Charlotte Maddox Christensen,  
Danmarks Fødevareforskning;  
Stig Milan Thamsborg,  
Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole;  
Torben W. Bennedsgaard, Klaus Lønne Ingvarsten,  
Ellen-Margrethe Vestergaard og Christine Fossing,  
Danmarks JordbrugsForskning.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii4.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii4.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints](http://www.orgprints)



## Antibiotikabehandling og antibiotikaresistens

Økologiske besætninger er kendetegnet ved en restriktiv anvendelse af antibiotika til terapi, blandt andet på grund af længere tilbageholdelsestid. Begrænset brug af antibiotika er formodentlig positivt ved, at risikoen for udvikling af antibiotikaresistens mindskes. En begrænset anvendelse af antibiotika kan dog også være negativ, hvis syge individer ikke får korrekt medicinsk behandling.

Analyser af antibiotikaresistens for *E. coli*-bakterier fra gødningsprøver af kalve har vist, at forekomsten af bakterieresistens er kraftigt relateret til dyrenes alder. Den højeste forekomst af resistens findes hos de dyr, der er én måned gamle, hvorefter resistensen aftager. Faktorer som god hygiejne i stalden; udvælgelse af robuste køer samt brug af tyre med god mastitisresistens (modstandsdygtighed over for yverbetændelse) synes at være effektive foranstaltninger til at begrænse antibiotikaforbruget.

De bakteriertyper og -arter, som forårsager infektioner hos husdyr, formodes at være de samme i konventionelle som i økologiske besætninger. I dag mangler der dog viden om forekomsten af resistens, og eventuelle ændringer heraf, ved overgang til økologisk produktion.

Formålet med projektet var bl.a. at indsamle data over anvendelsen af antibiotika til behandling af yverbetændelse i malkekvægsbesætninger. Forekomst og dynamik af antibiotikaresistens er blevet beskrevet. Desuden er forekomsten af antibiotikaresistens blev bestemt i økologiske og konventionelle malkekvægsbesætninger, og behandlingsmønstret i økologiske besætninger er blevet sammenholdt med forekomsten af yverbetændelse. Ud fra de indledende undersøgelser blev der arbejdet med planer til kontrol af antibiotikaanvendelse og -resistens på besætningsplan.

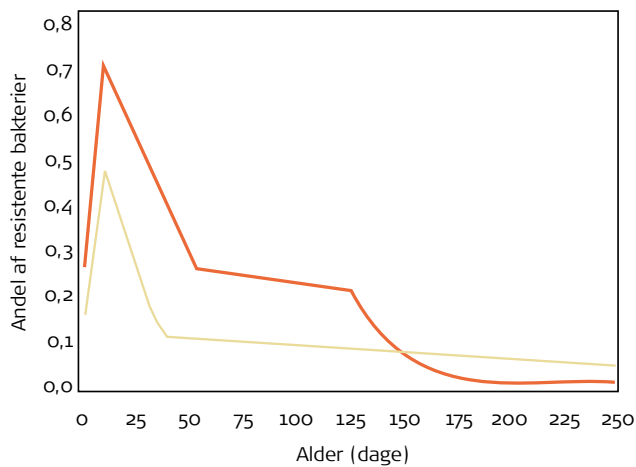
### Forekomsten af resistens

Analyserne af antibiotikaresistens for *E. coli*-bakterier fra gødningsprøver af kalve har vist, at forekomsten af resistens er kraftigt relateret til dyrenes alder (Figur 1). Den højeste forekomst af resistens findes hos én måned gamle dyr, hvorefter resistensen aftager. Ud fra de indsamlede prøver har det ikke været muligt at vise en længerevarende sammenhæng mellem enkeltdyrsbehandlinger og forekomst af resistens.

I USA, må de økologiske dyr ikke være behandlet med antibiotika. Nye undersøgelser herfra viser forskelle mellem



økologiske og konventionelle besætninger med hensyn til resistens i bakterier fra yverbetændelser. Data fra de deltagende besætninger er blevet brugt i en sammenlignende undersøgelse mellem Danmark og Wisconsin. Her fandtes en lavere forekomst af penicillinresistens hos *Staphylococcus aureus* i danske besætninger, i forhold til amerikanske, men ingen forskel mellem økologiske og konventionelle besætninger i de to lande.



Figur 1. Andel *E. coli*-resistente bakterier (tyk linie) fra gødningsprøver af kalveset i relation til alder

### Anvendelse af antibiotika

Anvendelsen af antibiotika til behandling af yverlidelser er registreret i 5 besætninger. Der er fundet stor variation imellem besætninger. Den væsentligste faktor synes dog at

være besætningsdyrlægens præferencer og ikke besætnings-specifikke forhold.

Tabel 1. Anvendelse af antibiotika til behandling af yverlidelser i fem besætninger i 2001. Behandlede sygdomstilfælde angivet i %.

Antibiotika	Gns. (%)	Min.	Maks.
Smalspektret penicillin	29	11	41
Smalspektret penicillin og streptomycin	9	0	29
Bredspektrede penicilliner <sup>2</sup>	24	17	26
Cephalosporiner	17	1	29
Makrolider (især spiramycin)	4	1	9
Sulfonamider/trimetoprim	4	0	13
Tetracykliner	6	0	23

<sup>2</sup> Ampicillin, amoxicillin, cloxacillin

I 2003 blev der udvalgt 6 besætninger, der allerede havde et begrænset forbrug og 6 besætninger som gerne ville begrænse deres forbrug af antibiotika. Disse 12 besætninger blev besøgt i 2003 og besætningsspecifikke planer blev udarbejdet. Besætningerne blev fulgt i 2004 for at se om planerne havde den ønskede effekt. I begge grupper sås en tendens til reduktion i antallet af mastisbehandlinger og faldende celletal (Tabel 2). På grund af stor variation mellem besætningerne var forskellene dog ikke statistisk signifikante.

Tabel 2 Udvikling i yversundhed i 6 økologiske besætninger med meget lavt antibiotikaforbrug og 6 økologiske besætninger med planer om udfasning af antibiotika (AB) i projektperioden 2003-2004 samt i 76 økologiske besætninger, der ikke deltog i projektet

Gruppe	Antal besætninger	Besætningsstørrelse (årskøer)	Mastitis-behandlinger pr. 100 årskøer	Tankcelletal *	% køer med kronisk forhøjet celletal *	% køer med akut forhøjet celletal *	Udsætningsprocent
Meget lavt AB forbrug 2003	6	75 (29-142) <sup>1</sup>	3 <sup>a</sup> (0-5)	324 <sup>b</sup> (180-550)	14 (2-40)	3 (1-4)	29
2004	6	77 (30-162)	0 <sup>a</sup> (0-1)	281 <sup>b</sup> (144-479)	22 (2-39)	4 (1-5)	35
Interesseret i udfasning af AB 2003	6	90(56-125)	37 <sup>b</sup> (22-55)	221 <sup>a</sup> (140-260)	14 (3-15)	3 (1-3)	31
2004	6	87 (56-124)	26 <sup>a</sup> (7-58)	214 <sup>a</sup> (180-220)	15 (9-18)	3 (1-4)	39
Andre økologiske besætninger 2003	76	105	45 <sup>b</sup>	292	30	3	34
2004	76	107	41 <sup>b</sup>	270	29	3	35

<sup>1</sup>Numre i parentes er max-min værdier

<sup>a,b</sup>Gennemsnit markeret med forskellige bogstaver er statistisk signifikant forskellige ( $P < 0,05$ )

\* Beregnet ud fra månedlig ydelseskontrol

De besætningsejere, som havde haft et lavt antibiotikaforbrug eller slet intet forbrug, fremhævede en række punkter, som værende mulige årsager hertil. Generelt blev god hygiejne i stalden og andre smitteforebyggende tiltag fremhævet som de væsentligste elementer i at have et begrænset antibiotikaforbrug. I flere besætninger havde kørerne adgang

til udendørsarealer året rundt, og der blev lagt stor vægt på at have en meget åben stald med rigelig frisk luft. Udvælgelse af robuste køer sammen med brug af tyre med god mastitis-resistens (modstandsdygtighed over for yverbetændelse) blev fremhævet som gode langsigtede strategier.

## Forskel i behandlingsstrategier

En del besætninger brugte ammekøer til kalve. Til de mindste kalve var der tale om køer med høje celletal, men i enkelte besætninger ammede større kalve køer med mere akutte forandringer i mælken. Køer med høje celletal og reduceret ydelse på en enkelt kirtel blev i stor udstrækning gjort tre-pattede ved at ophøre med malkning.

Der var stor forskel på vurderingen af, hvilken betydning behandlingen af køer med en yverinfektion blev tillagt. Nogle brugte naturmedicin og alternative behandlingsformer, mens andre fremhævede, at det var vigtigere at bruge tid på smitteforebyggelse frem for behandling af enkelt dyr.

To syn på behandling påvirkede den generelle strategi for medicinanvendelse i besætningerne. Sygdomsbehandling blev i nogle besætninger set som et irriterende og forstyrrende element i de daglige rutiner, mens den i andre besætninger blev set som en nem løsning på et problem. I flere besætninger sås en udvikling fra at betragte sygdomsbehandling som en naturlig og nem løsning, til at se det som et forstyrrende element, der helst skulle undgås med de rette managementrutiner. I en besætning sås slet ingen ændring i behandlingshyppigheden. I denne besætning udtrykte besætningsejeren, at mastitis altid blev behandlet af dyrlægen, da dette var den mindst tidskrævende løsning.



### Projektleder

Frank Møller Aarestrup,  
Danmarks Fødevareforskning, 1790 København V  
E-mail: [faa@dfvf.dk](mailto:faa@dfvf.dk)

### Projektmedlemmer

Stig Milan Thamsborg, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Torben W. Bennedsgaard og Mette Vaarst, Danmarks JordbrugsForskning

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii5.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii5.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



## Forskning i fjerkræproduktionssystemer

Den økologiske ægproduktion i Danmark har det fundamentale problem, at de avlsdyr, der er til rådighed, er genetisk tilpasset den konventionelle produktion med bure. Det går ud over velfærden og producentens indtjening.

Der er endnu ikke fundet fjerkræafstamninger, som er specielt velegnede til økologisk ægproduktion. Dog har man i dette forsøg kunnet udpege nogle, der var direkte uegnede. Desuden er der fundet sammenhæng mellem hønernes sundhedstilstand og den forudgående opdrætning. Det er derfor vigtigt fortsat at arbejde på at forbedre de vilkår, hønerne opdrættes under. Endelig har en population af høner, som er selekteret for mindre tendens til fjerpilning, vist at have en betydeligt bedre foderudnyttelse.

Afstamningen spiller også en rolle for den økologiske slagtekyllingeproduktion, idet der er fundet forskelle i brug af siddepinde og forekomsten af brystblærer mellem to afstamninger.

Den økologiske produktion af konsumæg i Danmark er siden 1995 steget fra få promille til nu at udgøre ca. 12 procent af produktionen. Det er imidlertid fortsat et fundamentalt problem, at de avlsdyr, der er til rådighed, er genetisk tilpasset den konventionelle produktion med bure.

Formålet med dette projekt har været at forbedre velfærden hos økologisk fjerkræ og samtidig give økologiske producenter en bedre og mere stabil indkomst. Derfor er der lavet undersøgelser af produktion, sundhed, adfærd og driftsrelaterede problemer. Samspejlet imellem disse faktorer og anvendelse af forskellige racer af æglæggere og slagtekyllinger, som produceres i økologiske fritgående systemer, er også blevet belyst.

*Hønerne nøjes med at se på sneen*



Projektet har bygget videre på den grundlæggende forskning, som blev udført i FØJO I omkring kyllingeopdræt. Der er fokuseret på æglæggere i private besætninger.

### Sammenligning af fjerkræafstamninger

Blandt de otte forskellige afstamninger, der har været sammenlignet parvis på besætningsniveau, er der ikke nævneværdige forskelle, hvad angår de direkte produktionsparametre. Dog har Hellevad-krydsningen haft et lidt lavere produktionspotentiale. Til gengæld ser vi en noget større forskel på fjerdragstens tilstand mod slutningen af en produktionsperiode blandt disse otte. Her viser nogle Lohmann-afstamninger sig som de bedste, mens ISA Brown og Hyline Brown har en klart dårligere fjerdragst. Hellevad udmærker sig ved at være meget flittig til at benytte udearealer, mens f. eks Hvid Hyline er vanskelig at få ud. Nogenlunde samme billede ser vi i den stationsafprøvning, der er gennemført på Forskningscenter Foulum. Det overordnede resultat er derfor, at der ikke umiddelbart er kandidater, som er specielt velegnede til økologisk ægproduktion, men at der kan sorteres nogle fra, der er dårligere end andre

### Sundhedstilstanden i høneflokkene

I de 10 besætninger, der indgår i sundhedstesten, er der stadig i nogle af flokkene en betydelig dødelighed som følge af infektionssygdomme. Der har bl.a. optrådt den såkaldte Black Head, der egentlig er en kalkunssygdom og

ikke normalt rammer æglæggende høner. Det har også vist sig, at uheldige kombinationer af opdrætning og infektioner med endogene parasitter kan volde en del sygdom hos høneflokkene, samtidig med at de starter æglægningen. Det er indtrykket, at en del af variationerne mellem flokkene skyldes kvaliteten af den forudgående opdrætning. En større indsats på det område er derfor nødvendig. Et meget stort materiale af døde høns, indsendt fra disse 10 besætninger, danner grundlag for et Ph.D. studie, der vil blive afsluttet i 2006. Det omhandler bl.a. interaktion mellem de forskellige infektionssygdomme, der optræder i den økologiske ægproduktion, set i relation til forskellige managementsystemer.

### Selektion for mindre tendens til fjerpilning

Den population af høner, der gennem seks generationer har været selekteret for mindre tendens til fjerpilning, har vist sig at have en betydelig bedre foderudnyttelse både direkte målt og efter korrektion for ægproduktion og kropsvægt. Det skyldes bl.a. det mindre varmetab gennem en bedre fjerdragst, men formentlig også et mindre basalt aktivitetsniveau. Det er for så vidt positivt, at hønerne, gennem selektion for mindre tendens til fjerpilning, samtidig bliver mindre aktive. Det må blot ikke medføre andre uheldige elementer.

Der er således undersøgelser i gang med hensyn til, hvad selektion for og imod fjerpilning har betydet for ægproduktion og fysiologisk stressrespons. Foreløbige resultater viser, at hønerne selekteret for højere tendens til fjerpilning har lavere produktion af ægmasse på grund af en lavere

læggeprocent, mens høner selekteret for mindre tendens til fjerpilning har samme æglægning som kontrolpopulationen. Betydningen af dette er ikke klarlagt, men der er opnået støtte fra forskningsrådene til et nærmere studium af, hvilke mekanismer der ligger bag disse erkendelser. Sigtet er at få identificeret de gener, som har betydning for udvikling af tendens til fjerpilning, sådan at man kan inddrage dette i avlsarbejdet for en høne, der er specielt velegnet til økologisk ægproduktion.

*Æglæggende høner holder vegetationen i bund med 5 m<sup>2</sup> pr. høne*

### **Brystblærer hos slagtekyllinger**

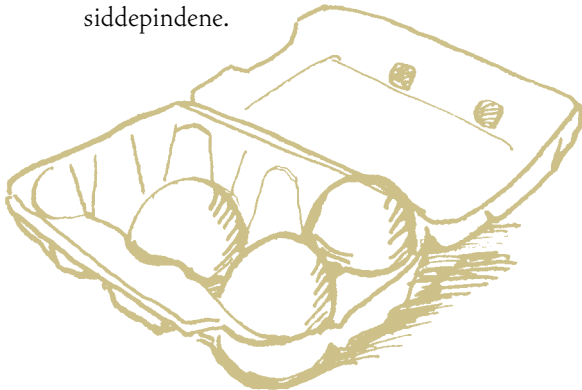
Fra forsøgene med slagtekyllinger er brugen af siddepinde og forekomsten af brystblærer sammenlignet i den afstamning, der anvendes i den danske økologiske slagtekyllingeproduktion og en anden langsomtvoksende afstamning. Brystblærer er et resultat af tryksskader. I den milde form fremstår de som en hvidlig og væskefyldt vabel. De mere alvorlige tilfælde kan være mørke, blodfyldte og på størrelse med en femkrone. Brystblærer er egentlig ikke blærer, men en fortykkelse af en naturligt forekommende bursa ("lomme"), hvis funktion formodentlig er at være stødpude mellem kyllingen og det underlag, den hviler på.



Brystblæreforekomsten hos slagtekyllinger er undersøgt i Forskningscenter Foulums anlæg til udendørsforsøg. Både i gruppen med fuld adgang til siddepinde og i gruppen med halv adgang fandtes en højere forekomst af alvorlige brystblærer (7,5%) end hos grupperne uden adgang til siddepinde (2,5%). Der var ingen forskel i forekomsten af milde brystblærer.

Kyllinger fra en "I657"-afstamning blev sammenlignet med en anden langsomt voksende afstamning "Labresse". Alle kyllinger havde fuld adgang til siddepinde fra klækning til slagtning. Labressekyllingerne, som ved slagtning vejede 200 g mindre end I657-afstamningen, havde en væsentlig højere forekomst af brystblærer end I657. Til gengæld anvendte de næsten ikke siddepindene. Det vil sige, at risikoen for at udvikle brystblærer er højere hos nogle langsomt voksende afstamninger end andre. Endelig fandt man, at betydeligt flere hanekyllinger havde brystblærer sammenlignet med hønekyllinger.

Resultaterne tyder på, at selvom adgang til siddepinde kan være associeret med en højere forekomst af alvorlige brystblærer, så har kyllingernes afstamning og køn en væsentlig højere indflydelse på forekomsten af brystblærer end siddepindene.



### Projektleder

Poul Sørensen

Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele

E-mail: Poul.Sorensen@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Anders Permin, Nicoline Maag Stokholm og

Jens Peter Christensen,

Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole;

Jørgen B. Kjær, Guosheng Su og Birte L. Nielsen,

Danmarks JordbrugsForskning.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:

[www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii6.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii6.html)

samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Foder og fodringsstrategier i økologisk svineproduktion

I økologisk svineproduktion er der forholdsvis begrænsede muligheder for en tilfredsstillende aminosyreforsyning med velegnede fodermidler, specielt hjemmeavlede proteinrige fodermidler. På den baggrund gennemførtes der i projektet en række undersøgelser, hvor lupin blev afprøvet som erstatning for de mere konventionelle proteinfodermidler.

Lupin tyder på at være en velegnet proteinkilde i økologisk foder. Foderblandinger med lupin og chikorierod ydede en god beskyttelse mod dysenteri og forebygger muligvis også mod infektion med piskeorm. Endvidere gav et højt lupinindhold i foderet et lavere skatolindhold samt et højere indhold af flerumættede fedtsyrer i svinekødet.

I økologisk svineproduktion kan der være problemer med at skaffe tilstrækkeligt med velegnede fodermidler. Dette vil fremover forstærkes som følge af ønske/krav om større selvforsyningsgrad. For at imødekomme behovet for essentielle næringsstoffer i svinefoder er der stort behov for alternative afgrøder og foderingredienser. Såvel traditionelle som alternative fodermidler kan, i hensigtsmæssige kombinationer, have potentiale.

Målet med projektet har været at skabe ny viden om forbedrede fodersammensætninger og fodringsstrategier til økologisk svineproduktion. Arbejdet omfattede forsøg med både søer, fravænnede smågrise og slagtesvin. I projektet indgik der undersøgelser af fodermidler, som dækker svine-nes behov for protein og essentielle aminosyrer samt behov





for vitaminer og mineraler under frilandsforhold. Desuden undersøgte fodring af grise ved fravæning, fodringsbetin- get modstandskraft mod sygdomme i mavetarmkanalen og sammenhæng mellem foder og slagtekødkvalitet.

### Forskellige proteinniveauer i foder til slagtesvin

Virningen af to aminosyreniveauer (85 og 100% af norm) kombineret med stigende mængder af lupin i foderet er undersøgt på slagtesvin. Lupin blev anvendt med op til 25% af foderblandingen. Resultaterne viste, at økologiske slagtesvin kan fodres på et lavere aminosyreniveau end normerne for konventionelle svin foreskriver, uden at det går alvorligt ud over produktionen. Årsagen er, at 85%-holdet skal skille sig af med mindre overskudsprotein sammenlignet med 100%-holdet. Med andre ord, den optimale aminosyresammensætning opnås bedre ved 85% niveau, når der ikke må anvendes syntetiske aminosyrer. Ligeledes viste resultaterne, at lupin er et velegnet foderstof i økologisk svineproduktion, omend det høje niveau (25%) gav lidt dårligere produktionsresultater, sandsynligvis pga. for højt indhold af protein i foderet inducere- ret af lupins underskud af methionin og lysin. Som følge heraf stiger udskillelsen af N og P på det høje lupinniveau.

Fordøjeligheds- og balanceforsøg med slagtesvin blev gennemført med fire blandinger fra ovennævnte forsøg samt med et parti økologisk lupin. Der var ingen forskel imellem de fire blandinger i fordøjeligheden af protein (78%), fosfor (48%) eller zink (20%). Fordøjelighederne i lupin var på 85, 48 og 30% for henholdsvis protein, fosfor og zink.



*Lupin*

Grisene fra produktionsforsøget blev slagtet på forsøgs- slagteriet i Foulum, og prøver af slagtekroppene blev kvali- tetsbedømt på Slagteriernes Forskningsinstitut i Roskilde. Grisene, som fik et højt niveau af lupin (25%), havde et lavere indhold af skatol i rygspæk (0,028 ppm) sammen- lignet med dem, der ikke fik lupin (0,058 ppm). Endvidere havde grise på 85% aminosyreniveau mest intramuskulært fedt. På det lave proteinniveau var der relativt mindre poly- umættet fedt og mere mættet fedt. Det høje lupinniveau re- sulterede i relativt mindre mættet og monoumættet fedt, men mere polyumættet fedt. Hverken lupin- eller proteinniveau påvirkede kød- eller spisekvalitet i væsentligt omfang.

## Høj andel grovfoder til drægtige søer

Forsøg med drægtige søer på høj andel grovfoder, dvs. afgræsning om sommeren og ensilage om vinteren, viste, at søerne ved brug af skiftefolde kan dække ca. 60% af deres daglige energibehov ved afgræsning. Ved tildeling af kløvergræsensilage efter ædelyst i vinterperioden kan ca. 40% af energibehovet dækkes. Endvidere indikerer resultaterne, at der sandsynligvis kan spares på indholdet af protein i kraftfoder, som skal supplere afgræsning eller ensilage af god kvalitet. Såvel afgræsning som ensilagefodring kunne dække behovet for vitamin A og E. Analyser af blod og mælk tyder endvidere på, at forsyningen med calcium, fosfor og zink var tilstrækkelig.

## Effekt af foderstyrke og -sammensætning på fravænningsdiarré

Forskellige faktorer som foderstyrke, proteinniveau, lupin og E-vitamin er blevet undersøgt for deres indflydelse på diarréfrekvensen hos syvugers fravænnede grise. Der blev benyttet podning med *E. coli* O149, og kun grise fra søer, som var modtagelige over for *E. coli*, er blevet anvendt i forsøget.

Resultaterne viste, at lav foderstyrke som forventet reducerede tilvæksten, mens graden af diarré ikke blev påvirket. Lavt proteinniveau reducerede graden af diarré samtidig med en tendens til lavere tilvækst. Lupin havde ingen indvirkning på diarréfrekvensen og kan udmærket anvendes som proteinkilde til fravænnede grise. Ekstra E-vitamin havde

heller ingen effekt på forekomsten af diarré, men grisenes E-vitaminstatus blev forbedret. Denne og andre undersøgelser slår fast, at ekstra E-vitamin ikke er tilstrækkeligt til afhjælpning af fravænningsdiarré i besætninger med stort sygdomspres.

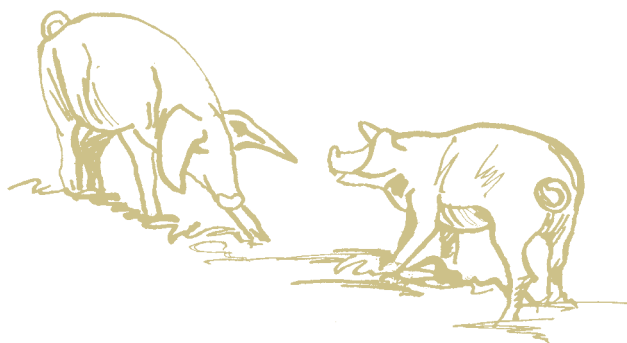
## Foderblandingers effekt på mave-tarminfektioner

Tidligere forsøg antyder, at infektion med piskeorm er påvirket af foderets kulhydratsammensætning. På den baggrund er der gennemført forsøg med to økologiske blandinger: Blanding 1 (med rapskage og ensilage) og blanding 2 (med lupin og chikorierod). Halvdelen af grisene i forsøget blev inficeret med æg fra piskeorm (*T. suis*). Resultaterne tyder på, at foderblanding 2 (med lupin og chikorierod) kan have en forebyggende virkning mod infektion med piskeorm, begrundet i forskelle i mave-tarmmiljøet mellem de to fodermidler med hensyn til pH samt koncentration af kort-kædede fedtsyrer. På grund af stor variation i data er forskellene dog ikke statistisk sikre.

De to ovennævnte blandinger samt en konventionel blanding, baseret på pelleteret byg, hvede og soja, blev anvendt i forsøg vedrørende virkningen mod infektion med bakterien *B. hyodysenteriae*, som forårsager svinedysenteri. Efter infektion med dysenteribakterien blev såvel produktionsdata som smitten overvåget. Resultaterne viste, at infektionen med *B. hyodysenteriae* reducerede tilvæksten. Samtidig var der en sammenhæng mellem forekomsten af bakterien og de kliniske symptomer på dysenteri. Foder-



blanding 2 (med lupin og chikorierod) synes at yde en god beskyttelse mod dysenteri sammenlignet med den konventionelle foderblanding. Forskellige kombinationer af infektion med *B. hyodysenteriae* og æg fra piskeorm blev ligeledes undersøgt, og resultaterne viste, at foderblanding 2 (med lupin og chikorierod) beskyttede mod dysenteri. Derimod udviklede grise på foderblanding 1 (med rapskage og ensilage) kliniske symptomer på dysenteri.



### Projektleder

Martin Tang Sørensen, seniorforsker,  
Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele.  
E-mail: [martint.sorensen@agrsci.dk](mailto:martint.sorensen@agrsci.dk)

### Projektdeltagere

Jose A. Fernandez, Søren Krogh Jensen,  
Hanne Damgaard Poulsen, Knud Erik Bach Knudsen,  
Ellen-Margrethe Vestergaard,  
Laurits Lydehøj Hansen og Karen Søegaard,  
Danmarks JordbrugsForskning;  
Chris Claudi-Magnussen,  
Slagteriernes Forskningsinstitut og Hanne Maribo,  
Danske Slagterier.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii7.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii7.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Sundhedsstyring i økologisk svineproduktion

I projektet er der gennemført forskning, som skal medvirke til at udvikle strategier til forebyggelse og håndtering af problemer i form af sygdomme, zoonoser og nedsat velfærd.

Projektet har bl.a. vist, at opvækst i et miljø inficeret med spolorm har resulteret i høje vedvarende infektionsniveauer helt op til slagtning. Skønt pløjning har vist sig at kunne reducere forekomsten af de fritlevende stadier af indvoldsorm, kan disse fortsat udvikle sig og overleve i lang tid efter at markerne er blevet smittede.

Der er klare sammenhænge mellem indretning af frilandsarealer og forekomst og problemer med rotter og mus. Dermed er der potentiale for en "giftfri" kontrol af rotter og mus i økologisk svineproduktion.

En bedre styring af den økologiske svineproduktion kan reducere eventuelle problemer i form af sygdomme, velfærdsproblemer og zoonoser (sygdomme der kan overføres fra dyr til mennesker). Eksempelvis er indvoldsorm et væsentligt problem i mange økologiske svinebesætninger, idet infektionerne medfører nedsat fodereffektivitet og vækst hos grisene.

Målet med projektet har været at undersøge og udvikle managementstrategier til forebyggelse og håndtering af udvalgte sygdomme, endoparasitter, zoonoser og velfærdsproblemer gennem:

- Undersøgelse af forløbet af infektioner med indvoldsorm og hvordan marksmitten udvikles og overlever i relation til jordbehandling,
- udvikling af et HACCP-baseret overvågnings- og managementsystem til kontrol af udvalgte sygdomme, zoonoser og velfærdsproblemer,
- udvikling af strategier til bekæmpelse af gnavnere med fokus på rotter.



## Forebyggelse af indvoldsorm hos smågrise

I foråret 2001 blev seks identiske farefolde naturligt smittet med de tre mest almindelige indvoldsorm i danske grise; spolorm (*Ascaris suum*), knudeorm (*Oesophagostomum dentatum*) og piskeorm (*Trichuris suis*). Overlevelsen (eller marksmitten) af de infektiøse fritlevende æg (spolorm og piskeorm) og larver (knudeorm) er siden blevet estimeret ved hjælp af parasitfrie grise og jordprøver hvert forår og efterår. Tre af foldene er blevet pløjet hver vinter og sået til igen i det efterfølgende forår.

Resultaterne viser, at der allerede i 2001 var en væsentlig transmission af spolorm, da seks kuld grise født på foldene i juli blev kraftigt inficerede i løbet af sommeren og efteråret. Det er muligt, at en tidlig moderat smitte med spolorm hos pattegrise kan resultere i et højere infektionsniveau, end hvis grisene først udsættes for smitte senere i livet. Frem til efteråret 2003 blev stadig flere af de i 2001 deponerede æg af både spolorm og piskeorm infektiøse. Det forventes, at antallet af infektiøse æg vil falde med tiden, men da projektet sluttede i efteråret 2003 var marksmitten endnu ikke begyndt at klinge af. Tre år efter at foldene blev smittede, måtte de derfor stadig anses for uegnede til grise. Knudeormen overlevede ikke den første vinter og vil oftest udgøre et mindre problem end de to andre orm.

Resultater fra 2002 og 2003 indikerer, at pløjning af foldene havde størst effekt på forekomsten af piskeorm, mens der overordnet var en mindre forskel på pløjede og ikke pløjede folde hvad angår spolorm. Det kan skyldes, at æggene fra

spolorm overlever bedre nede i jorden end i jordoverfladen, samt at gentagne pløjninger bringer æggene op mod overfladen, hvor grisene optager dem, når de roder i jorden. På grund af de store forskelle i overlevelse og infektionsmønstre, for de tre arter af indvoldsorm, er det nødvendigt at tilpasse en eventuel bekæmpelsesstrategi efter de orm, som er til stede i en given besætning.



Spolorm fundet i grise

## Typiske velfærdsproblemer i økologiske sobesætninger

Et panel af 10 danske og svenske dyrlæger og produktionsrådgivere med rådgivererfaring i relation til økologisk svineproduktion har givet input til identificering og kvantificering af sygdoms- og velfærdproblemer i økologisk svineproduktion. Ifølge eksperterne er de typiske velfærdsproblemer utilstrækkelig adgang til vand og sølebad samt dårligt huld og benproblemer hos søerne. Risikofaktorer for dårligt huld

er relateret til fodringssystemet og foderkvaliteten, mens benproblemer ofte skyldes forkert benstilling, infektioner i led og klove såvel som hårdt, fedtet eller ujævnt underlag i stier og folde. Det væsentligste problem hos pattegrise er ihjellægning, der er relateret til indretning af farehytter, strøelsesmateriale, uro og forstyrrelse af soen samt sygdom hos soen. Endelig angives fravænningsdiarré som værende et problem. Væsentlige risikofaktorer for fravænningsdiarré er dårlig hygiejne og foderkvalitet, specielt hvad angår protein.

En efterfølgende spørgeskemaundersøgelse med deltagelse af 60 økologiske svineproducenter fra Danmark, Sverige, Holland, Tyskland og England har vist, at ben- og klovlidelser ikke var et generelt problem for søerne, og at det sjældent er udsætningsårsag. Derimod var pattegrisedødelighed et problem i over halvdelen af besætningerne. Den hyppigste dødsårsag hos pattegrisene er angivet at være ihjellægning, men også svagtfødte grise og lav mælkeproduktion hos soen har indvirkning på dødeligheden i mange besætninger. Fravænningsdiarré var især et problem i de danske, tyske og hollandske besætninger, hvor grisene opstaldes indendørs med adgang til et udeareal, og i Danmark er diarré en hyppig dødsårsag for de fravænnede grise. Derudover var både ledbetændelse og indvoldsorm et hyppigt problem, og specielt de hollandske besætninger havde store problemer med luftvejsinfektioner. Ud over de forskellige opstaldningssystemer kan forskelle i hygiejne, fodring og fravænningsalder have medvirket til de observerede forskelle i sygdomsbillede i de forskellige lande.

## Forekomst af skadedyr i udendørs svineproduktion

Der har i projektet været gennemført en spørgeskemaundersøgelse blandt 158 landmænd med udendørs svineproduktion med henblik på at kortlægge forekomst af og risikofaktorer for gnavere. Resultatet viste, at rotter og små gnavere, ræve og harer var de hyppigst forekommende vilde pattedyr i folde med grise. Landmændene vurderede, at rotter og ræve var de mest betydende skadedyr. Risikofaktorerne for forekomst af rotter og små gnavere blev fundet at være:

- hø og halmstakke på markerne
- levende hegn i nærheden af foldene
- brug af automatiske fodersystemer
- åbne vandtrug

*Brunrotte ved vandtrug*



Faktorerne kan praktisk inddrages i en strategi for forebyg- gelse af skadedyrsproblemer. Derudover praktiseres giftfri bekæmpelse af gnavere gennem brug af fælder, skydning samt ved at holde katte eller hunde.

Forekomsten af gnavere er undersøgt over en toårig periode (2001-2003) i to økologiske svinebesætninger. Der er blevet indfanget i alt 1247 dyr, hvoraf 8% var rotter. I alt var der otte gnaver-arter og to spidsmus-arter. De hyppigst forekom- mende gnavere er skovmus og markmus.

### **Projektleder**

Jan Tind Sørensen, forskningsleder  
Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele  
E-mail: [jantind.sorensen@agrsci.dk](mailto:jantind.sorensen@agrsci.dk)

### **Projektdeltagere**

Allan Roepstorff og Helena Mejer,  
Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole;  
Herwig Leirs, Jens Lodal, Mette Knorr og  
Marianne Bonde, Danmarks JordbrugsForskning

### **Publikationer og mere information**

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii8.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii8.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Ressourcer, miljø og økonomi i økologisk svineproduktion

Der er et stort behov for at udvikle de økologiske svineproduktionssystemer på en måde, så dyrene i højere grad har mulighed for at udøve en naturlig adfærd. Samtidig skal miljøbelastningen være acceptabel og produktionsøkonomien tilfredsstillende.

Forsøg med forskellige produktionsstrategier for slagtesvin på græs har vist, at der er gode muligheder for at opnå høj kødprocent uden at foderforbruget øges. Dette kan opnås ved at kombinere afgræsning med slutfedning på stald. Ringning af søer på friland ser ud til at have en samlet positiv miljøeffekt. Reduceret belægning i farefolde og sikring af jævn gødningsfordeling i folde vurderes dog at have en større miljømæssig betydning end ringning.

Økologisk svineproduktion i Danmark har kun et meget beskedent omfang. Der er behov for en betydelig udvidelse, hvis det forventede potentiale skal udnyttes. En forudsætning for at udvide produktionen er, at svineproduktionen bliver mere integreret i sædskiftet. Dette er for at tilgodese forventningerne til den økologiske produktionsform og for at gøre produktionen økonomisk acceptabel.

I den produktionsform, som p.t. er mest udbredt, er søerne på græs, og de er ringede for at undgå ødelæggelse af græs-dækket. Oftest vokser slagtesvinene op i stalde med adgang til et begrænset udeareal af beton. For at undersøge muligheder og barrierer for systemer, hvor søerne ikke er ringede og slagtesvinene er på græs, er følgende områder belyst:

- Alternativer til ringning af søer med henblik på at bevare græsdække og -kvalitet samt hensigtsmæssige kombinationsstrategier for slagtesvin på græs og på stald.
- Den miljømæssige betydning af forskellige græsningsstrategier for næringsstofbelastningen i økologisk svineproduktion. Næringsstofbelastningen blev bestemt ved analyse af jordprøver (N, P, K). Tabet af N til omgivelserne blev estimeret.



## Slagtesvin på græs

Forsøgene med forskellige produktionsstrategier for slagtesvin på græs har vist, at der er gode muligheder for at opnå en høj kødprocent ved at kombinere afgræsning med slutfødning på stald uden at foderforbruget øges.

Det blev således vist, at en restriktiv tildeling af kraftfoder til slagtesvin på græs indtil 80 kg levende vægt efterfulgt af fri adgang til kraftfoder (*ad lib.*) på stald medførte samme totale foderforbrug pr. kg tilvækst som ved *ad lib.* staldfodring gennem hele vækstperioden. Desuden gav det en signifikant højere kødprocent (+ 3 enheder), men en lavere daglig tilvækst (12%). Den lavere tilvækst betyder naturligvis en lidt længere produktionsperiode. Sammenlagt beslaglagde et slagtesvin dog 60 dage mindre i det egentlige staldanlæg, hvilket har stor betydning for de samlede omkostninger (Tabel 1).

Undersøgelserne viste endvidere, at der generelt blev opnået en højere kødprocent, når svinene var på græs sammenlignet med staldfodring. Ved *ad lib.* fodring på græs blev foderforbruget dog væsentligt forøget (i forhold til *ad lib.* på stald), mens restriktiv fodring på græs i hele perioden medførte en noget lavere tilvækst.

Oversigtsbillede af slagtesvin med hytter



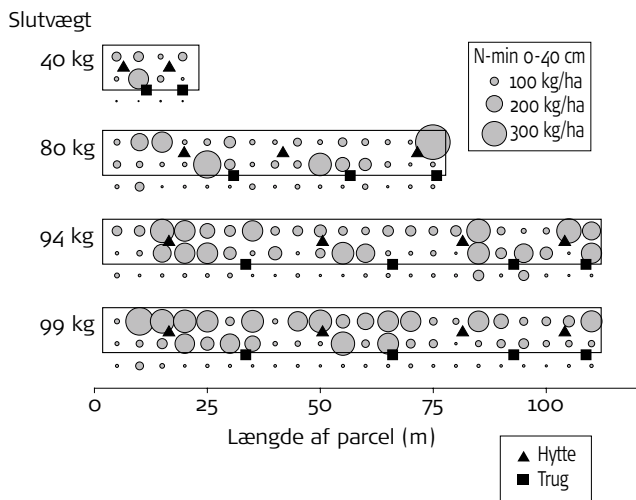
Tabel 1. Produktionsresultater og slagte kvalitet opnået i fem opdrætningsstrategier

	Stald, ad libitum	Stald, 40- 97 kg	Stald, 80-97 kg	Mark, restriktiv	Mark, ad libitum
Alder ved slagtning, dage	156	161	170	177	160
Daglig tilvækst, g/dag	767	729	673	632	739
Foderforbrug, FE's pr. kg tilvækst	3,00	3,12	3,01	2,91	3,36
Kødprocent, total	57,5	57,6	60,4	61,9	59,8
Spæktykkelse i kam, mm	17,6	18,4	15,9	14,7	16,5
Kødprocent, midterstykke	61,9	61,4	65,4	67,3	64,2

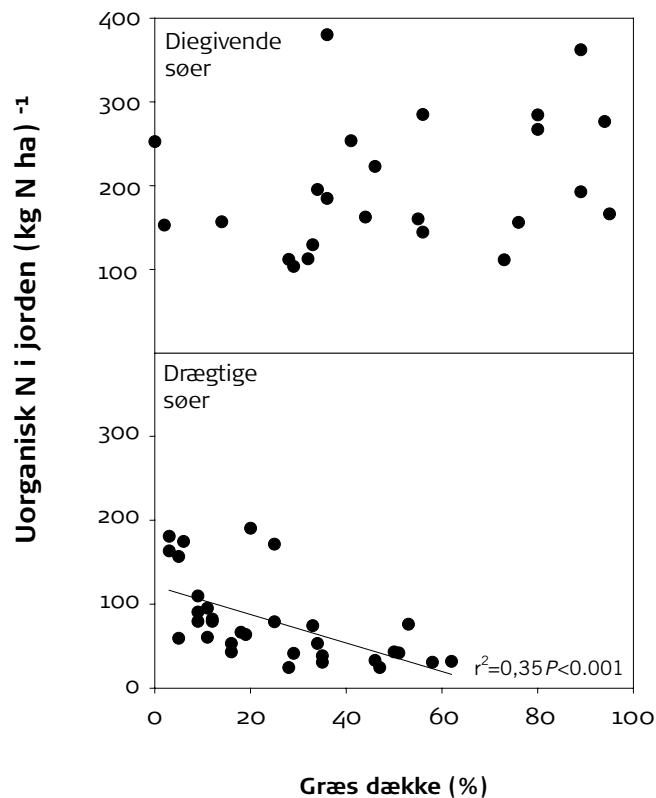
Sammenfattende viser undersøgelsen, at det er muligt at opnå gode produktionsresultater ved slagtesvineproduktion på græs.

Den omtalte strategi, med restriktiv fodring på græs (efterfulgt af *ad lib* fodring på stald) giver en markant lavere N og P deponering på arealet end ved *ad lib* fodring, men miljøbelastningen er dog i alle tilfælde så høj, at der er en stor risiko for høj N-udvaskning, hvis den maksimalt tilladte belægningsgrad anvendes. Jordprøver viser således, at jordens kvælstofniveau (N-min) var væsentligt forøget i svinefoldene sammenlignet med kontrolområder udenfor. Kvælstoffet fordeler sig dog over hele folden, når der anvendes en hensigtsmæssigt strategi for flytning af fodertrug mv. gennem perioden.

Figur 1. Koncentration af mineralsk kvælstof i enkeltpunkter fra foldene. Grisene har gået der indtil 40 kg, 80 kg eller indtil slagting (94/99 kg ved h.h.v. restriktiv/*ad lib* fodring



Figur 2. Koncentrationer af mineralsk kvælstof i de øverste jordlag i forhold til græsarealer hos diegivende og drægtige søer



### Ringning af søer

Forsøg med søer på friland har vist, at ringning har en positiv indflydelse på græsdekke i foldene – dog med markant forskel på foldtyper. I farefoldene med normal belægning blev der opretholdt et rimeligt græsdekke, selv uden ringning. Den potentielle miljøbelastning er dog alligevel relativt stor,



da gødningsbelastningen oversteg græsdækkets optagelseskapacitet.

I drægtighedsfolde var græsdækket med ringning 38% mod 14% uden ringning. Til gengæld var den potentielle miljøbelastning ikke så stor på grund af relativt mindre afsætning. Sammenhængen mellem græsdække og indholdet af uorganisk N i de øverste jordlag er vist i figur 2.

Det må konkluderes, at selv om ringning af søerne ganske givet har en samlet positiv effekt, vil en reduceret belægning i farefolde og sikring af jævn gødningsfordeling i foldene være af større miljømæssig betydning.

De opnåede resultater er brugt til at foretage en helhedsvurdering af forskellige systemer: et "traditionelt" økologisk system, hvor søerne er på græs, mens slagtesvinene er på stald; et system, hvor produktionen foregår i enhedstier i klimatelte; og et system, hvor såvel søer som slagtesvin er på græs. Resultaterne viste, at det traditionelle system og

systemet med alle dyr på græs var nogenlunde lige konkurrencedygtige økonomisk set, mens enhedstikconceptet var mindre konkurrencedygtigt. Systemet med alle dyr på græs ser ud til at medføre en større N-udvaskning, men en lavere  $\text{NH}_3$ -fordampning end de øvrige systemer.

### Projektleder

John E. Hermansen, forskningsleder  
Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele  
E-mail: john.hermansen@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Jørgen Eriksen, Merete Studnitz,  
Bent Hindrup Andersen og Karin Strudsholm,  
Danmarks JordbrugsForskning;  
Niels Tvedegaard, Fødevarøkonomisk Institut,  
Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii9.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/ii9.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Salmonella og Campylobacter i økologisk svineproduktion

De mere ekstensive systemer i økologisk svineproduktion formodes at have en positiv effekt på dyrenes robusthed f.eks. over for infektioner. Der er dog ingen dokumentation for, at økologiske svin har et lavere indhold af de almindelige zoonotiske bakterier, som f.eks. *Salmonella* og *Campylobacter*, end konventionelle svin.

Et forsøg med økologiske smågrise viste, at salmonellainfektioner kan overføres både mellem grisene, men også via et salmonellasmittet miljø. Graden af den smitte, som grisene udsættes for, synes væsentlig for etablering af en infektion.

*Campylobacter*, der anses for at være en naturlig del af grisens tarmflora, blev fundet i alle smågrisene. Desuden var det muligt at påvise både den typisk svineassocierede *Campylobacter*-art *C. coli* og arten *C. jejuni* ved hjælp af en ny metode.

Øget fokus på fødevarers kvalitet og dyrevelfærd har betydet en forøget interesse for økologisk produktion, udendørs husdyrbrug og andre alternative produktionssystemer. Fælles for disse systemer er lav dyreintensitet og gode muligheder for dyrene til at udtrykke deres naturlige adfærd. Generelt forventer forbrugere også, at disse produkter har en højere mikrobiologisk kvalitet sammenlignet med produkter fra konventionelle produktionssystemer. Økologisk svineproduktion er bl.a. karakteriseret ved udendørs faring og sen fravæning, hvilket formodes at have en positiv effekt på dyrenes robusthed f.eks. over for infektioner. Der er dog i dag ingen dokumentation for, at økologiske produkter har et lavere indhold af de almindelige zoonotiske bakterier, som kan smitte fra dyr til mennesker f.eks. *Salmonella*, *Campylobacter* og *Yersinia*. Formålet med dette projekt har således været at forbedre vores viden om risikoen ved udendørs økologisk svineproduktion i relation til spredning og etablering af campylobacter- og salmonellainfektioner.

### Forsøg med salmonellainfektioner i udendørs grise

Vi har ønsket at undersøge, dels hvordan *Salmonella* spredes fra inficerede grise til raske grise under udendørs økologiske produktionsforhold, og dels om der opbygges en salmonellasmitte i foldmiljøet, som efterfølgende udgør en smitterisiko ved indsætning af nye grise i folden.

Undersøgelserne blev gennemført i sommeren 2003 med økologisk opdrættede grise umiddelbart efter fravæningstidspunktet (7 uger). Tilfældigt udvalgte grise blev kunstigt

inficerede med to forskellige niveauer af bakterien *Salmonella enterica serovar Typhimurium* og efterfølgende blandet med ikke-inficerede grise med henblik på at følge spredningen af *Salmonella*. Undersøgelser af gødningsprøver viste, at salmonellainfektionen slog forskelligt an i de kunstigt inficerede grise. Nogle af grisene havde rensset sig ved den første prøvetagning tre dage efter inficeringen, mens andre grise vedblev med at udskille *Salmonella* gennem hele forløbet (seks uger). Resultaterne viste også, at salmonella spredtes blandt grisene, idet ca. halvdelen af de indledningsvis salmonellafrie grise blev fundet salmonellapositive mindst én gang i løbet af forsøgsperioden. Generelt udskilte grisene forholdsvis få salmonellabakterier og grisenes salmonellastatus kunne veksle i løbet af de seks uger, forsøget varede. Desuden var der en stor variation i graden af infektion i de enkelte grise og mellem de forskellige grupper, hvilket også typisk ses ved salmonellainfektioner i konventionelle svinebesætninger.

Undersøgelser af jord og vandprøver fra bestemte områder i folden viste, at salmonellabakterierne overlevede uden for grisen, og at bakterierne var spredt nogenlunde ens til seks af de syv undersøgte områder i folden, f.eks. mudderbad, vandkop og hytte, mens området fjernest fra hytten sjældnere var salmonellapositiv. Smitteniveauet i foldmiljøet var forholdsvis lavt i de folde, hvor grisene var blevet inficeret med den laveste dosis af *Salmonella*, hvorimod smitteniveauet i foldene varierede en del ved den højere dosis. Jordprøver blev fundet salmonellapositive i op til fem uger efter fjernelse af grisene, mens nogle af hytterne var salmonellapositive i de syv uger, undersøgelserne fandt sted. God hygiejne er derfor vigtig for at undgå en længerevarende smitterisiko.

For at belyse risikoen for at raske grise smittes med *Salmonella*, hvis de lukkes ind i folde, som tidligere har været udsat for smitte fra inficerede dyr, fjernede vi det første hold af





grise efter seks uger og indsatte nye grise i de naturligt smittede folde. Derefter fulgte vi grisenes salmonellastatus i seks uger. Der var stor forskel på antallet af smittede grise mellem folde, der ellers havde været udsat for samme smittetryk fra start. Dette afspejler en stor variation i grisenes modtagelighed over for infektioner, og at der under bestemte forhold vil kunne forekomme en høj infektionsgrad. Det høje antal smittede grise i én af foldene hang sandsynligvis sammen med, at der i denne fold var en gris, som udviklede kliniske symptomer på en salmonellainfektion i den første forsøgsperiode og derved nåede at udskille et meget højt antal celler inden den blev aflivet. Derfor er det vigtigt at isolere dyr med kliniske symptomer på salmonellainfektion.

Imod forventning blev der, udover *S. Typhimurium*, fundet flere andre salmonellatyper i både grisene og miljøet. For at undersøge mulige smitekilder blev der i slutningen af forsøgsperioden fanget mus, rotter og kragefugle omkring forsøgsområdet. Der kunne imidlertid ikke påvises *Salmonella* i disse dyr. Kilderne til disse salmonellatyper er dermed fortsat uafklarede, men fundene afspejler sandsynligvis blot, at *Salmonella*, der har et meget bredt værtsspektrum, findes udbredt i naturen.

### Naturlige campylobacterinfektioner i udendørs grise

*Campylobacter* anses for at være naturligt forekommende bakterier hos svin. Formålet med campylobacterundersøgelserne var at beskrive campylobacterforekomsten over tid i udendørs økologiske grise. *Campylobacter jejuni* er langt den hyppigste årsag til humane infektioner, og denne art er dominerende i de fleste dyr undtagen i grise, hvor *C. coli* typisk dominerer, selvom *C. jejuni* kan forekomme. En teori er, at de udendørs grises øgede eksponering til det omgivende miljø eventuelt vil kunne forårsage en forøget forekomst af *C. jejuni* i grisene og derved potentielt forværre fødevarer sikkerheden. For at undersøge dette blev der videreudviklet genteknologiske laboriemetoder til fastlæggelse af den relative fordeling af *C. jejuni* og *C. coli* i fæcesprøver med mulighed for at isolere arten i mindretal.

Grisene, der indgik som negative kontroller i de eksperimentelle salmonellaforsøg, blev anvendt til studiet af naturlige campylobacterinfektioner i udendørs økologiske grise.

Bakteriologiske dyrkningsundersøgelser af gødningsprøver viste, at de økologiske grise alle var campylobacterpositive fra 7 til 13 ugers alderen. Med hensyn til antallet af udskilte bakterier var der ikke nogen klar tendens over tid. De nyudviklede genteknologiske metoder gjorde det muligt at vise, at næsten en tredjedel af grisene husede *C. coli* og *C. jejuni* samtidigt. Selvom forekomsten af *C. jejuni* umiddelbart var højere end normalt hos konventionelle grise, er det svært at konkludere, at de udendørs grise havde væsentligt flere *C. jejuni* end det normalt ses i grise. Forekomsten af *C. jejuni* varierede f.eks. markant mellem de forskellige hold af grise. Dette tyder på, at *C. jejuni* optræder klumpvis, og at en høj forekomst kan forekomme, men ikke nødvendigvis. Sammenligning af campylobacter typer, fundet i henholdsvis grise, foldmiljø, rotter og vilde fugle, viste, at der var enkelte overlap mellem forskellige kilder, hvilket indikerer en mulig interaktion. Men fundet af mange forskellige campylobacter typer viser, at smittevejene er uafklarede, og at også *Campylobacter* er hyppigt forekommende i naturen.

### Projektleder

Dorte Lau Baggesen,  
Danmarks Fødevarerforskning, DK-1790 København V.  
E-mail: [dlb@dfvf.dk](mailto:dlb@dfvf.dk)

### Projektdeltagere

Annette Nygård Jensen,  
Danmarks Fødevarerforskning;  
Eva Møller Nielsen, Statens Serum Institut.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii10.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii10.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Forbrugernes interesse for økologiske fødevarer

Det danske og britiske marked for økologi har mange fællestræk. I begge lande er markedet stærkt koncentreret og industrialiseret. For at opretholde forbrugernes tillid er markedet helt afhængigt af et stærkt økologimærke. Forbrugere har meget stor tillid til de økologiske mærker og forbinder dem med flere gevinster, end Ø-mærket faktisk kan garantere.

Selvom forbrugere forbinder økologiske varer med bedre miljø og dyrevelfærd, er det først og fremmest egenskaber som bedre sundhed, friskhed og smag, der får pungen op af lommen. I begge lande ses større forbrug af økologi i byområder, særligt i og omkring hovedstæderne, i husstande med højere indkomst, med videregående uddannelser samt i midaldrende og ældre husstande. Tilstedeværelsen af børn øger i sig selv ikke tilbøjeligheden til at købe økologisk – tværtimod falder den, jo flere børn der er i familien. Men det er interessant, at tilstedeværelsen af mindre børn øger tilbøjeligheden til at købe økologisk.

## Økologiske fødevarer – nu og i fremtiden

De økologiske markedsandele er langt højere i Danmark end i Storbritannien. Mens den danske udvikling er stagneret siden 1999, er det britiske marked stadig på vej med fuld fart frem.

Projektets overordnede mål har været at vurdere forbrugernes langsigtede interesse for økologiske fødevarer. I dette projekt er der fokuseret på forbrugernes købsmotive, dvs. hvilke egenskaber ved de økologiske produkter, forbrugere tillægger størst betydning, og hvor stor betalingsvilje, forskellige typer af forbrugere udviser over for de økologiske varers egenskaber.

## Forskellige forbrugere

Vi har opdelt forbrugere i fire grupper, nemlig hyppige øko-forbrugere (øko-andel over 10 procent), medium øko-forbrugere (øko-andel mellem 2,5 og 10 procent), lejlighedsvis øko-forbrugere (øko-andel under 2,5 procent) og endelig forbrugere, der aldrig køber økologisk. I Danmark kan de højeste øko-andele observeres for mælk, hvor de hyppige øko-forbrugere har en budgetandel på 85 procent – for alle forbrugere er den i gennemsnit 27 procent. I Storbritannien ses de højeste budgetandele ved æg, hvor de hyppige øko-forbrugere har en budgetandel på 48 procent – for alle forbrugere er den i gennemsnit 6 procent. Helt generelt er de hyppige øko-forbrugere villige til at betale mere både for økologiske og for konventionelle varer. Interessant nok er



der også forskelle i de fire grupper generelle kostsammensætning, dvs. forbruget af økologiske såvel som konventionelle fødevarer. Jo højere øko-andel en husstand har, desto lavere forbrug af kød og mejeriprodukter, og desto højere forbrug af frugt og grønsager.

### Sammenhæng med livsmønster

I begge lande ses højere forbrug af økologiske varer i byområder, særligt i og omkring hovedstæderne, i husstande med højere indkomst, med videregående uddannelser, samt i midaldrende og ældre husstande. Tilstedeværelsen af børn øger i sig selv ikke tilbøjeligheden til at købe økologisk – tværtimod falder den, jo flere børn der er i familien. Men det er interessant, at tilstedeværelsen af mindre børn øger tilbøjeligheden til at købe økologisk.



### Koncentrerede distributions- og salgskanaler

De to landes distributions- og afsætningsstruktur har mange fælles træk. Således sidder to-tre dominerende supermarkeds kæder på omkring 60-70 procent af det økologiske marked. Under 15 procent sælges gennem direkte salgskanaler som stalddørssalg, direkte leverancer og markeder. I visse andre lande er denne andel langt højere. Det direkte salg eksisterer sideordnet med det dominerende supermarkedsalg.

### Information og mærkning fungerer

Det danske Ø-mærke er kendt af stort set alle og nyder høj grad af tillid. Overraskende nok er der stort set ingen forskelle i kendskab til Ø-mærkets regler mellem de, der ofte køber økologisk og de, der sjældent eller aldrig gør det. Det er ikke vigtigt for øko-forbrugerne at vide en masse om mærket, men derimod at de har tillid til det. Danske varer med økologimærket nyder højere grad af tillid end importerede varer med økologimærket – og begge varetyper nyder højere grad af tillid end danske og importerede varer uden økologimærket. Så selvom de økologiske forbrugere foretrækker danske produkter frem for importerede, kan Ø-mærket delvist kompensere for dette. Situationen i Storbritannien er ikke helt så enkel, idet der er fem forskellige økologimærker på markedet. Der er dog et dominerende og velfungerende mærke (Soil Association Logo), der certificerer 70 procent af alle økologiske produkter i landet.



### Økologi opfattes som bred garanti

Generelt har danske forbrugere en udmærket forståelse af det økologiske regelsæt, men det er karakteristisk, at de opfatter det som mere omfattende, end det egentlig er. Mange forbrugere tror fx, at økologiske varer skal være pakket i miljøvenlig emballage, og at de skal være energibesparende. Samtidig opfatter forbrugerne økologimærket som en generel garanti for højere grad af fødevarsikkerhed, idet de mener, at økologiske varer er forbundet med lavere risiko for smitte med bakterier og kogalskab – det vil sige egenskaber, der ikke er direkte omfattet af det økologiske regelsæt. Denne vidtrækkende fortolkning af økologimærket gør markedet sårbart. Jo mere omfattende mærket fortolkes, desto større mulighed er der for at skuffe forbrugernes forventninger.

### Betydningen af værdier og holdninger

Økologiske forbrugere i grupperne af medium og hyppige øko-forbrugere adskiller sig en del fra andre forbrugere. De er generelt mere optagede af dyrevelfærd og miljø og har øget fokus på sundhed – fx er de mere opmærksomme på, om madvarer er fri for pesticid- og medicinrester og bekymrer sig oftere om helbredsrisici i forbindelse med fødevarerindtag. De er mindre fokuserede på priser og køber langt sjældnere tilbudsvare. De foretrækker oftere end andre forbrugere danske produkter frem for udenlandske. De væsentligste købsbarrierer er manglende tiltro til kontrol med overholdelse af det økologiske regelsæt, manglende tro på nogen sundhedseffekt af at spise økologisk samt manglende interesse for økologiske varer. Disse barrierer formindsker købstilbøjeligheden i alle forbrugergrupper.

## To typer egenskaber ved økologiske varer

Vi har arbejdet med to typer egenskaber ved økologiske varer. Den ene type er brugsværdier som bedre smag, sundhed eller friskhed. Den anden type er ikke-brugsværdier som miljøgevinster eller bedre dyrevelfærd. Selvom forbrugerne i undersøgelsen lægger dobbelt så stor vægt på miljø- og dyrevelfærd som brugsværdierne bedre smag, friskhed, og sundhed, kan man konkludere, at forbrugernes tilbøjelighed til at købe økologisk stiger, jo højere vægt de tillægger brugsværdierne – hvorimod den vægt, forbrugerne tillægger miljø- og dyrevelfærd, ingen signifikant indflydelse har. Dvs. at de fleste forbrugere mener, at der er væsentlige miljø- og dyrevelfærdsfordele forbundet med økologiske varer, men det er først og fremmest forbrugere, der derudover også mener, at de er sundere, friskere eller smager bedre, der i sidste ende køber varerne.

Det er en interessant konklusion, fordi det netop er gevinsterne for miljø- og dyrevelfærd, der har været bedst dokumenteret, og som alle former for informationskampagner og markedsføring har slået på. Omkring en fjerdedel af respondenterne hævder, at de er villige til at betale mere til økologisk landbrug over skatten – men der skal derudover gevinster i form af brugsværdi til, hvis forbrugerne skal være villige til at betale mere i butikkerne. Resultatet gælder også for en række andre europæiske lande.

### Projektleder

Mette Wier, Amternes og Kommunernes  
Forskningsinstitut (AKF),  
E-mail: mw@akf.dk

### Projektdeltagere

Lars Gårn Hansen, Kjeld Høgsbro og  
Laura Mørch Andersen, Amternes og  
Kommunernes Forskningsinstitut;  
Martin Browning, Københavns Universitet;  
Katrín Millock, CIRED; Henrik Stender, GfK Danmark;  
Jan Holm Ingemann og  
Chris Kjeldsen, Aalborg Universitet.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii1.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii1.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Scenarieanalyser for udvikling af økologisk jordbrug

Omstilling af jordbruget til økologisk produktion har en række konsekvenser for bl.a. drift, økonomi og miljø. Analyserne i dette projekt har belyst omstillingsprocessen, de regionale muligheder og barrierer, miljømæssige effekter og virkninger af nye politiske initiativer.

Nye teknologier kan reducere omkostningerne ved dyrkning af udvalgte rækkeafgrøder. Det vil dog kun i mindre omfang øge indtjeningen i den samlede økologiske sektor. Stramninger af økologireglerne vil være en gevinst for kvægproduktionen, men øge omkostningerne for plante- og svinebedrifter. Fremskrivning tyder på en moderat stigning i forbruget og eksporten af økologiske fødevarer i de kommende år, mens det samlede økologiske areal forventes at falde.

## Analyser af økologisk jordbrug i fremtiden

Forskningsprojektets hovedformål har været at analysere den fremtidige økonomiske udvikling af økologisk jordbrug i et dynamisk perspektiv. Forskningsprojektet er gennemført som en koordineret indsats på mark-, bedrifts-, sektor- og samfundsniveau. På mark- og bedriftsniveau fokuserer projektet på beskrivelsen af arbejds- og maskinsystemer samt nye teknologier i relation til økologisk jordbrug. Betydningen af de forskellige systemer for produktionsomkostningerne bestemmes for forskellige bedriftstyper. Resultaterne fra de driftsøkonomiske analyser er indarbejdet i de sektor- og samfundsøkonomiske modeller. En central del af projektet har været at gennemføre analyser, som belyser mulige fremtidsperspektiver for udviklingen af den økologiske sektor i Danmark. Nøgleord i forskningsindsatsen er effekten af ny teknologi samt effekterne af forskellig lovgivning.

Projektet giver et sammenhængende videngrundlag, som beskriver økonomiske og miljømæssige konsekvenser af fremtidig udvikling inden for økologiske jordbrug. På dette grundlag er der gennemført scenarieanalyser af udviklingsmuligheder i økologisk jordbrug under forskellige antagelser. Bl.a. er de fremtidige udbuds- og efterspørgselsforhold, nye teknologier, støtteordninger, miljøregulering mv. blevet belyst. Der er desuden formuleret scenarier til belysning af den økonomiske udvikling i økologisk jordbrug.

Resultaterne af forskningen illustrerer virkningerne af forskellige udformninger af landbrugspolitikken for økologisk jordbrug. Resultater på bedrifts- og markniveau har desuden

givet viden, som kan nyttiggøres ved løsningen af bedrifternes problemer i forbindelse med omlægning til økologisk jordbrug og til udvikling af økologiske produktionssystemer.

De opnåede konklusioner i projektet viser:

### Teknik og arbejde

- Omfanget af driftsledelsesopgaver i økologisk jordbrug svarer til det, der findes i konventionelt landbrug. Arbejdsanalysen vedrørende økologisk svineproduktion viser, at arbejdsoperationerne gennemføres meget rationelt.
- For visse afgrøder i økologisk jordbrug kan arbejdsomkostningerne nedsættes betydeligt ved indførelse af ny teknologi. De valgte teknologier omfatter bl.a. ukrudsrobot, dampning og malkebot. Teknologierne er enten til rådighed på markedet eller afprøves i pilotprojekter. Derfor vil de først være til rådighed inden for en årrække.

### Bedriftsanalyser

- Den økologiske produktion i Danmark består primært af to bedriftstyper. Kvægbedrifter, hvor ejeren er heltidsbeskæftiget og planteavlsbedrifter, hvor ejerne henter hovedparten af indtjeningen uden for bedriften. Kvægbedrifterne omfatter 25 pct. af bedrifterne, 50 pct. af arealet og 80 pct. af de økologiske dyreenheder. Planteavlsbedrifterne udgør 60 pct. af bedrifterne, 30 pct. af arealet og 5 pct. af de økologiske dyreenheder.
- Modelberegninger viser, at malkekvægsbedrifter med lav husdyrtæthed kan have fordel af at omlægge til økologisk produktion. Det modsatte gælder for malkekvægsbedrifter med høj husdyrtæthed.
- En skærpelse af økologireglerne (100 pct. økologisk foder, halm og husdyrgødning) reducerer indtjeningen på økologiske plante- og svinebrug, men øger indtjeningen på bedrifter med malkekvæg. Konsekvensen er også, at prisen på kvælstof i husdyrgødning stiger. Den økologiske planteproduktion på Fyn og Sjælland vil have problemer med at skaffe tilstrækkelig økologisk husdyrgødning, hvorfor sædskiftet må ændres eller husdyrproduktionen i disse egne øges. Da indtjeningen på mange af de små økologiske plantebedrifter allerede er lav, vil regelændringer fremme en udvikling mod større og mere rentable plantebedrifter. Det fremgår også, at der kan blive tale om underskud af fosfor og kalium, hvorfor det må tilføres via andre kilder.



- Visse nye teknologier (malkeroboter og GPS-styring af tildelingen af husdyrgødning) har kun begrænset virkning på bedrifternes indtjening. Andre teknologier (lugeroboter og dampning) kan reducere produktionsomkostningerne for rækkeafgrøder (gulerødder og sukkerroer). Det samlede areal med disse afgrøder er dog begrænset.

### Regionale analyser

- Den regionale koncentration af den samlede økologiske produktion vurderes at forblive stort set uændret. Udviklingen er dog lidt forskellig for kvæg, svin og planter.
- Indførelse af ny teknologi i den økologiske produktion har kun begrænset effekt på den regionale fordeling af produktionen.



- Skærpelse af økologireglerne kan føre til en mere jævn geografisk fordeling af den økologiske husdyrproduktion.



### Samfundsanalyser

- Fremskrivning tyder på en moderat stigning i forbruget af økologiske fødevarer og en moderat vækst i eksporten af økologiske fødevarer i de kommende år.
- Det økologiske areal vil falde i forhold til i dag for at sikre overensstemmelse mellem produktion og efterspørgsel af økologiske varer (især mælk).
- 2003-reformen af den fælles landbrugspolitik vil isoleret set bidrage til en lidt større økologisk produktion.
- En skærpelse af økologireglerne har kun begrænset effekt på omfanget af den økologiske produktion.
- Indførelse af ny teknologi har en positiv effekt på den økologiske produktion, men forventes kun at have en begrænset effekt på arealomfanget.

- Markant stigning i den økologiske produktion forudsætter et skift i forbrugernes indkøbsmønster.
- Arealstøtte til økologi kan øge det økologiske areal, men giver kun en begrænset stigning i den økologiske produktion, idet støtteordninger vil føre til øget eksten-sivering.
- Beskatning af miljøskadelige stoffer i konventionelt landbrug kan øge det økologiske areal.
- I alle de betragtede scenarier er den samfundsøkonomi-ske effekt meget lille.

### **Projektleder**

Søren E. Frandsen, forskningschef  
Fødevarøkonomisk Institut,  
1958 Frederiksberg C  
E-mail: Soren@foi.dk se også [www.foi.dk](http://www.foi.dk)

### **Projektdeltagere**

Claus G. Sørensen, Danmarks JordbrugsForskning;  
Brian H. Jacobsen, Jørgen D. Jensen, Lars-Bo Jacobsen  
og Martin Andersen, Fødevarøkonomisk Institut.

### **Publikationer og mere information**

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii2.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii2.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



## Recirkulering af næringsstoffer fra by til land

Byerne er i praksis adskilt fra landområderne hvad angår recirkulering af næringsstoffer og organisk stof. I den økologiske grundtanke er recirkulering en hjørnesten, og derfor bør byernes næringsstoffer og organiske stof føres tilbage til landbruget – men hvor langt skal man gå? Hvad med fremmedstoffer, smitstoffer og GMO-materialer, dvs. materialer indeholdende genmodificerede organismer?

Projektet har undersøgt disse forhold. Arbejdet har vist, at kompostering stærkt øger nedbrydning af GMO-DNA i planter sammenlignet med nedbrydningen i jord. Det tyder altså på, at kompostering minimerer risikoen for spredning af GMO-DNA til miljøet. Endvidere vil forsøg med bygødninger på sigt kunne vise, om der er negative virkninger at denne form for recirkulering.

Forskningsprojektet er en del af en sammenhængende indsats for at genetablere kredsløbet mellem land og by og videreudvikle affaldshåndteringen i byerne, så der kan leveres brugbare gødningsstoffer til økologisk jordbrug.

Gennem etablering af fastliggende forsøg med bygødninger vil det blive muligt at vurdere forskellige bygødningers omsætning i jord og tilgængelighed for planter. På længere sigt kan man gennem overvågning af jordkvaliteten tage bestik af eventuelt uforudsete negative virkninger af øget recirkulering. Med stor fokus på komposteringsmetoder vil det frembringe praktisk anvendelige resultater.

### Det fastliggende forsøg

På Bakkegårdens forsøgsmark tildeles årligt en række forskellige typer gødninger på udmålte 900 m<sup>2</sup> parceller: human urin, kompost fra kildesorteret husholdningsaffald, spildevandsslam, NPK og en række referencegødninger, som i forvejen bruges i økologisk jordbrug (kvæggylle, dybstrøelse, grøngødning og helt ugødet). Human urin leveres fra nærliggende bebyggelser med separationstoiletter (Munksøgård og boligforeningen Hyldebjerg).

Som udgangspunkt er human urin vurderet til at være den mest acceptable gødning til brug for økologisk fødevarerproduktion. Den er meget ren med hensyn til fremmedstoffer og tungmetaller, og forsøgene bekræfter en meget høj gødningsvirkning, som er på niveau med eller over NPK.





*KVL's økologiske forsøgsgård "Bakkegården" ved Vridsløsemagle*



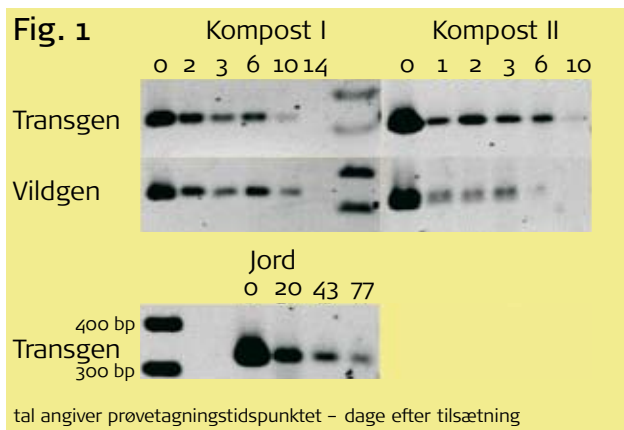
*Bygødningsmarken på "Bakkegården", med 39 parceller afsat til gødningsbehandling*

Der er en noget større usikkerhed over for kompost fra sorteret byaffald og spildevandsslam. Derfor blev det, i forbindelse med omlægning af forsøget efter dets første år, besluttet, at disse gødninger skulle tilføres i accelererede mængder. Efter 5-10 års brug vil man kunne vurdere, om der opstår skadevirkninger, førend sådanne burde opstå som følge af tilførsel af tungmetaller. Desuden vil man kunne se, om der er opstået forandringer i jordens mikroorganismer med hensyn til resistens for medicinrester, og om der er øget frekvens af smitstoffer, der kan påvirke planteproduktionens integritet. Er dette ikke tilfældet, vil det være tegn på, at ukendte organiske fremmedstoffer ikke volder alvorlige

problemer i disse bygødnings, så længe man respekterer de økotoksikologiske grænser fastsat for tungmetaller.

### **Udvikling af komposteringspraksis**

Med tilskud fra EU er der sikret en styrkelse af indsatsen, med henblik på at udvikle en HI-LO (High temperature – Low emission – Low cost) gårdkomposteringsteknologi. Dette kan sikre, at det komposterede byaffald opnår en kvalitet, der er i overensstemmelse med det fremtidige EU-direktiv vedrørende jordbrugsmæssig anvendelse af affald.



Figur 1. På figuren fremgår det (af de mørke pletter), at transgent DNA stadig er at se i jord efter 77 dage, mens det stort set er forsvundet efter 10-14 dage i kompost.

Der arbejdes på opbygning af et system, som opnår temperaturer på over 70°C. Det er tanken, at sådanne systemer kan anvendes i tilknytning til mindre bysamfund. Her vil nærliggende landbrugsbedrifter kunne stå for behandling og efterfølgende brug af komposten, svarende til praksis i f.eks. Østrig og Schweiz.

Det undersøges også, hvordan det organiske byaffald kan udnyttes til produktion af biogas forud for kompostering. Endelig arbejdes der med at lave forbedret kompost, som har højere gødningsværdi, og som virker hæmmende på udvikling af svampesygdomme hos planter.

Nedbrydning af GMO-materialer under kompostering  
Eksperimenterne viser, at kompostering stærkt øger nedbrydningen af GMO-DNA fra planten *Arabidopsis*, sammenlignet med tilsvarende tilsætning til jord (Figur 1). Efter kompostering i henholdsvis 10 og 14 dage kunne der ikke længere spores transgent DNA i kompostmaterialerne. Ved tilsætning til jord kunne der til gengæld spores transgent DNA efter 77 dage. Hvis tilstedeværelsen af transgent DNA i miljøet anses for hovedproblemet, må resultaterne tolkes sådan, at kompostering giver øget sikkerhed.

Undersøgelserne efterlader dog en del åbne spørgsmål. Trods ihærdig efterprøvning kan vi ikke udelukke, at der overføres GMO-materiale til mikroorganismer under kompostering. Under komposteringsprocessen sker en stærk opformering af bakterien *Bacillus*, som er naturligt kompetent til at optage nøgent DNA. Denne kunne tænkes at indbygge nye gener og sprede dem videre i miljøet. Vores undersøgelse tyder dog på, at det ikke skete.

Desuden er der brug for at lave tilsvarende undersøgelser under mindre ideelle komposteringsbetingelser. Det vil sige situationer, hvor lavere maksimumtemperaturer kan forekomme, og hvor komposten består af mere sejlivede plantematerialer. Det plantemateriale, vi havde til rådighed i forsøget, var den meget hurtigt omsættelige *Arabidopsis*. Der er således brug for mere viden på området, hvor vore undersøgelser er absolut banebrydende.

## Kulstof- og næringsstoffdynamik ved anvendelse af bygødnings

Der gennemføres omfattende studier af bygødnings omsætning, hvor den tidlige og rumlige dynamik af næringsstofkredsløbet knyttes til den biologiske aktivitet af mikroorganismer og jordboende dyr. Projektet har desuden tilvejebragt eksperimentelt grundlag for at modellere kvælstof- og kulstofomsætningen i jord, der tildeles bygødning. Resultaterne anvendes til at udvikle scenarier for langvarige effekter af brug af komposteret byaffald i forskellige landbrugssystemer. Endelig undersøges udvalgte bygødnings for deres effekt på jordens fosforpuljer, hvor navnlig eftervirkningen på næringsfattige jorde belyses.

Projektet afsluttes i 2006.

### Projektleder

Jakob Magid, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole,  
1871 Frederiksberg C  
E-mail: jma@kvl.dk

### Projektdeltagere

Bent T. Christensen og Gitte Rubæk,  
Danmarks JordbrugsForskning;  
Poul Henning Krogh og Thomas Larsen,  
Danmarks Miljøundersøgelser;  
Jakob Møller, Lasse Dam Rasmussen og Jesper Luxhøi,  
Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foej0ii/iii3.html](http://www.foejo.dk/forskning/foej0ii/iii3.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Økologisk kost og sundhed — et flergenerationers dyreforsøg

En metode, som kan bruges til at studere kostens indflydelse på menneskers sundhed med, er modellforsøg med dyr. Sådanne forsøg kan designes, så kosten er fuldstændig kontrolleret og så der er minimal risiko for, at udefra kommende faktorer påvirker resultatet.

I projektet blev rotter gennem flere generationer fodret med foder fremstillet af planter dyrket i modellsystemer med tre forskellige kombinationer af økologiske og konventionelle metoder for gødskning og plantebeskyttelse. Der blev fundet forskelle i blodets antistoffer, i tendensen til fedme og i rotternes søvn-mønstre; egenskaber som ikke har været målt i tidligere undersøgelser.

Mange forbrugere forventer, at økologiske fødevarer er sundere og mere næringsrige end fødevarer, der produceres efter konventionelle metoder. Videnskabeligt mangler der undersøgelser, som støtter denne opfattelse. Der er mange grunde til, at det er vanskeligt at studere kostens indflydelse på menneskers sundhed. Bl.a. har en lang række andre faktorer ud over kosten betydning for sundhed, og enkeltpersoner reagerer forskelligt på kostfaktorer. Endvidere påvirker kosten sundheden gennem hele livet, og vores lange levetid gør det vanskeligt at studere kostens effekt på mennesker. Ved sammenligning af økologisk og konventionel kost er det en yderligere vanskelighed, at der er store forskelle i produktionsmetoderne inden for hver af disse kategorier.

På den baggrund blev projektet udført som et modellforsøg med rotter i stedet for mennesker. I stedet for en komplet menneskelig kost med både planteprodukter og animalske produkter, var rotternes foder fremstillet af grønsager, frugt og rapsolie. Det er velkendt, at rotter ikke fordøjer og optager føden på helt samme måde som mennesker, derfor kan resultaterne ikke direkte overføres til mennesker.

### Undersøgelse af fysiologiske forskelle

Formålet med projektet var dermed at undersøge, om forskelle mellem konventionel og økologisk kost kan give fysiologiske forskelle i dyr, der indikerer forskelle i virkningen på mennesker. For hvis forskelle i kosten giver forskelle i rotternes sundhed, er det sandsynligt, at mennesker også vil opleve en forskel, og at det vil være de samme

aspekter af sundhed, der bliver påvirket. Dermed vil det være muligt at designe fremtidige undersøgelser mere målrettet, hvormed mulighederne for bedre erkendelse bliver større.

Forsøget blev udført med rotter, der blev fodret med en blanding af kartofler, gulerødder, ærter, rapsolie, grønkål og æbler. Ingredienserne blev tilberedt ligesom til menneskeføde og derefter frysetørret og blandet i mængder, der sikrede tilstrækkeligt indhold af protein og energi. Disse ingredienser blev dyrket i 2001 og 2002 i modelsystemer, der repræsenterede forskellige metoder til plantedyrkning:

1. Lavt input uden pesticider: lav tildeling af gødning; uden sprøjtemidler (model af økologisk produktion)
2. Lavt input med pesticider: lav tildeling af gødning; med sprøjtemidler (model af produktion med reduceret gødskningsintensitet)
3. Højt input med pesticider: høj tildeling af gødning; med sprøjtemidler (model af konventionel produktion)

Modelsystemerne var valgt til at sikre velkontrollerede dyrkningsforhold og repræsentere yderpunkter i eksisterende dyrkningsmetoder. Foderingredienserne svarede derfor ikke nødvendigvis til typiske økologiske eller konventionelle produkter på markedet. De vitaminer, mineraler og aminosyrer, som kan mangle i en ren plantekost, blev tilsat til alle tre foderblandinger for at dække rotternes behov for disse stoffer.

Plantematerialet blev undersøgt for forskelle i billedannende egenskaber (biokrystallisation); i indholdet af karakteristiske sekundære metabolitter og væsentligste næringsstoffer og mineraler samt for den biologiske værdi af de væsentligste proteinkilder i foderet.

For billedannende egenskaber, protein og mineraler var der kun små forskelle i indholdet i foderet, og forskelle mellem dyrkningsårene var større end mellem dyrkningsbehandlingerne. Nogle af de sekundære metabolitter viste højest og lavest indhold i de samme behandlinger i begge år. Kun få af disse systematiske forskelle var signifikante, og selv de signifikante forskelle var ikke særligt store set i procent af gennemsnitsindholdet.

### **Små forskelle i effekter på traditionelle mål for sundhed og trivsel**

Rotter blev fodret med de tre foderblandinger og hver rotte og dens afkom fik tildelt den samme kost hele livet, gennem tre generationer. Forplantningsresultater og vækst blev registreret.

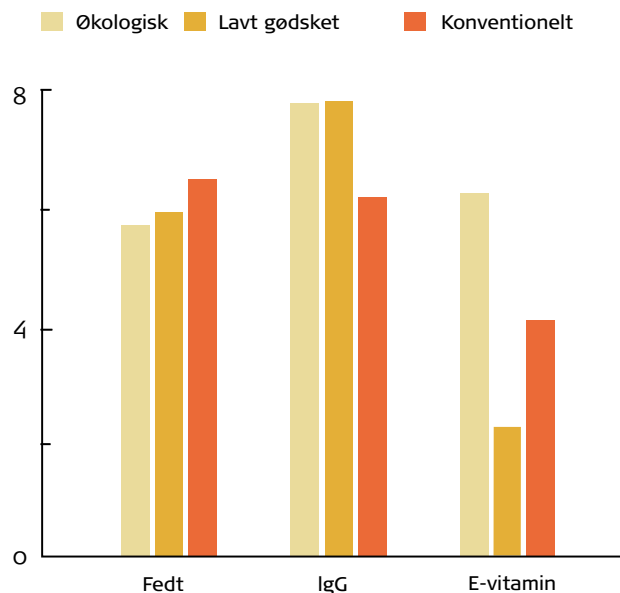
Hunrotter fra anden generation blev udvalgt til grundigere studier af helbredet, som startede da de var 19 uger, efter at de havde avlet ét kuld. Disse rotters helbred blev undersøgt gennem fysiologiske responsmålinger, der omfattede næringsstofudnyttelse, organfunktion og fysisk aktivitet. Efter aflivning ved en alder på 44 uger blev der udtaget blod og væv til analyse for biomarkører for rotternes sundhed, herunder immunitet, antioxidativ status samt ernæringsstatus.

Rotterne trivedes på alle tre kosttyper med kun små forskelle i væksthastighed og forplantningsresultat. Der var ikke signifikante tendenser som gik igen i generationerne. Selv om rotterne genetisk set var disponerede til at udvikle sukkersyge, fandt vi ingen synlige tegn på denne sygdom hos rotterne. De udvalgte rotter udviste også kun ubetydelige forskelle med hensyn til udnyttelsen af næringsstoffer og energi, eller optagelse og udskillelse af mineraler. Disse negative resultater svarer til konklusionerne fra tidligere undersøgelser, som har sammenlignet effekten af økologisk og konventionel kost på sundheden af dyr eller mennesker. I disse undersøgelser er der kun vist små eller modsigende forskelle i effekterne på "klassiske" mål for sundhed og trivsel.

### Forskelle i blodets antistoffer, tendens til fedme og i rotternes søvnmønstre

Det nye i forsøget var, at vi havde medtaget en række sundhedsmål, som ikke har indgået i andre undersøgelser.

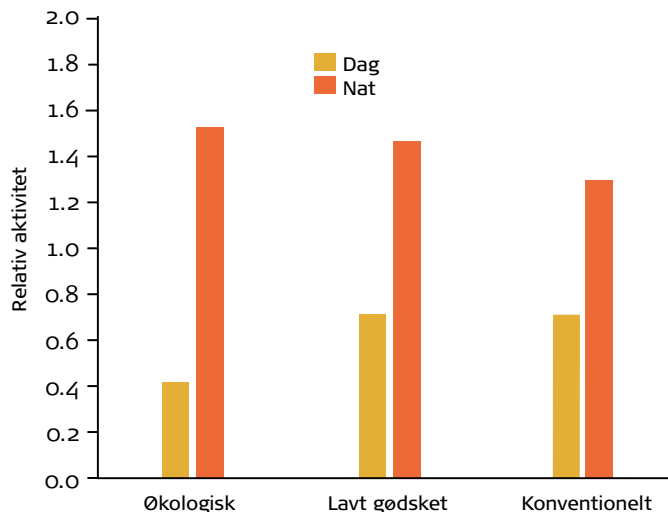
Selv om korttidsmålinger af energiudnyttelse ikke viste forskelle mellem fodertyperne, var der en tendens til, at rotter på fodertype 1 (økologisk dyrket) havde en lavere vægt og et mindre fedtindhold i kroppen (Figur 1) end rotter med de andre foderbehandlinger. Det viste sig også, at rotter fodret med behandling 1 (økologisk dyrket) og 2 (lavt gødsket) havde et højere indhold af immunoglobulin G, som indgår i immunforsvaret mod infektionssygdomme, end rotter tildelt kost fra behandling 3 (konventionelt dyrket) (Figur 1). Derimod var der ikke forskel på indholdet af immunoglobulin A og M.



Figur 1: Indhold af fedt i kroppen (%), samt plasma-indhold af immunoglobulin G (IgG, mg/mL) og E-vitamin (mg/L) hos rotter fodret med hhv. økologisk, lavt gødsket og konventionel kost

Samtidig med målingen af energiudnyttelsen målte vi rotternes fysiske aktivitet med infrarøde sensorer. Rotter er nataktive dyr, og der var ingen forskel mellem kosttyperne med hensyn til aktiviteten om natten. Om dagen, hvor rotterne forventes at hvile sig, tydede data på, at rotter, der fik tildelt kost dyrket med økologiske metoder, var mere rolige end rotter på de andre kosttyper (Figur 2).

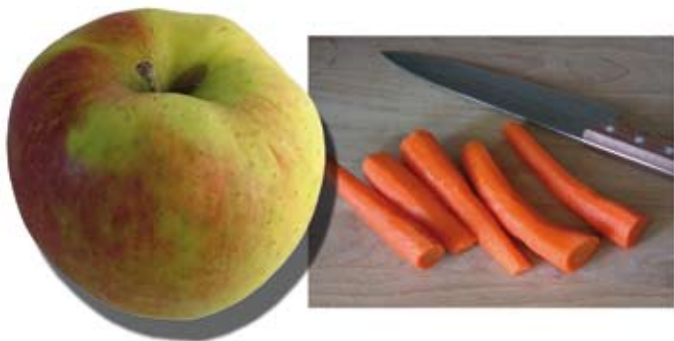
Alt i alt viste projektet, at netop de sundheds- og trivselsmål, som ikke har indgået i tidligere undersøgelser, viste forskelle mellem rotter fodret med planter dyrket ved forskellige



Figur 2: Rotternes relative aktivitet målt dag og nat. Dyrene var fodret med hhv. økologisk, lavt gødsket og konventionel kost (data poollet for målinger for samme dyr)

metoder. Sagt på en anden måde, ville vi ikke have fundet nogen forskelle, hvis vi kun havde målt det samme som i tidligere undersøgelser, hvor der heller ikke blev fundet nogen forskelle.

Projektet har vist en klar retning for fremtidens forskning: Der skal lægges mere vægt på kostens betydning for immunsystem, fedtomsætning og hjernefunktioner, mens produktionsforholdene for plantekost har mindre betydning for vækst, reproduktion og næringsudnyttelse.



### Projektleder

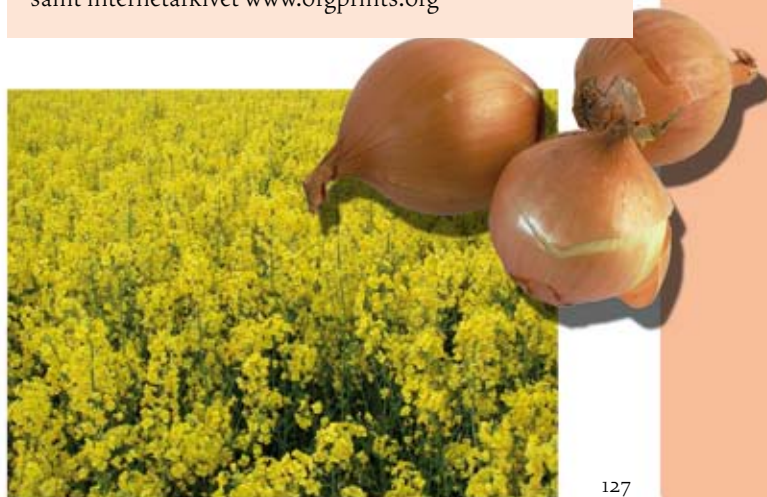
Kirsten Brandt, senior lecturer,  
School of Agriculture, Food and Rural Development,  
University of Newcastle upon Tyne, UK  
(tidligere Danmarks JordbrugsForskning).  
E-mail: [kirsten.brandt@ncl.ac.uk](mailto:kirsten.brandt@ncl.ac.uk)

### Projektmedlemmer

Charlotte Lauridsen, Henry Jørgensen, Rikke Nørbæk,  
Ulla Kidmose, Hanne Lindhard Pedersen,  
Kristian Thorup-Kristensen, Jens Peter Mølgaard,  
Uffe Jørgensen og Ulrich Halekoh,  
Danmarks JordbrugsForskning;  
Susanne Højbjerg Bügel og Jens-Otto Andersen,  
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole;  
Lars Frøsig, Risø, Merel Ritskes-Hoitinga og  
Ingrid Marie Jegstrup, Syddansk Universitet og  
Helle W. Ravn, Danmarks Miljøundersøgelser

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii4.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii4.html)  
samt internetarkivet [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Naturkvalitet i økologisk jordbrug

Økologisk jordbrug fremmer et alsidigt afgrødevalg og udvikling af miljøvenlige landbrugsmetoder. Hvordan økologisk jordbrug ellers indvirker på den omgivende natur, er der ikke megen viden om. Dette projekt har undersøgt, hvad der fremmer den biologiske artsrigdom i et højtydende økologisk dyrkningssystem, når der også tages hensyn til de æstetiske og rekreative muligheder.

Projektet har udviklet nye metoder til vurdering af naturindholdet, der har givet mulighed for at konstatere meget store forskelle på de økologiske bedrifter. Generelt er der dog, allerede få år efter omlægning til økologisk drift, flere plante- og insektarter i hegn og markskel. Artsrigdommen i jorden er meget afhængig af jordtype, jordbearbejdning og tilførsel af gødning. Også tidligere afgrøder og afgræsningshistorie spiller ind. Kløverudlæg medfører større faunaindhold i jorden uanset jordtypen.

Økologisk jordbrug er et alternativ til den intensivering og specialisering, som i de senere år har præget jordbruget. Dette projekt har belyst den aktuelle status og de fremtidige muligheder for at fremme den biologiske artsrigdom i højtydende økologiske dyrkningssystemer. Da jordbrugeren og offentligheden har forskellige ønsker og opfattelser af naturkvalitet, afvejes både de biologiske, produktionsmæssige og æstetiske aspekter heraf.

Projektet har udviklet nye metoder til at karakterisere naturindholdet og diskutere muligheder og måder til formidling af denne viden mellem forskellige interessegrupper. I dette arbejde er der inddraget analyser af landmandens motivationer for at omlægge til økologisk drift, den geografiske fordeling og bedriftens karakter.

Endvidere er der udviklet modeller og principper for bevarelse af den biologiske mangfoldighed på de udyrkede arealer i økologiske brug. Betingelserne for en positiv relation mellem højt afgrødeudbytte og et artsrigt og varieret økosystem på dyrkningsfladen er også undersøgt. Endelig har vi analyseret landmandens opfattelse af værdifuld natur, og hvorledes den er afspejlet i de faktiske naturmæssige og landskabelige værdier på bedriften.





De økologiske brugs fordeling og dyrkningspraksis

Ved en omfattende spørgeskemaundersøgelse gennemført i 2001 er ca. 10% af alle økologiske landmænd blevet interviewet om graden af specialisering, om deres dyrkningspraksis og pasning af naturarealer samt gårdens økonomiske grundlag. Fordelingen af økologiske brug i Danmark synes at vise en vis regional koncentration med relativt store områder helt uden økologiske brug. Således er mere end en tredjedel af alle sogne i Danmark helt uden økologiske brug. Historiske analyser viser, at fordelingsmønstret fra 1994 og '97 stemmer godt overens med mønstret i 2001, så koncentrationen, der fandt sted tidligere, synes at fortsætte. Specialiseringsgraden følger tilsyneladende det sædvanlige mønster med flest husdyrbrug i Jylland og flest planteavlsbrug på øerne.

Kontinuitet og fravær af gødning er nogle af de væsentligste forudsætninger for et højt naturindhold på vedvarende græsningsarealer. De foreløbige analyser af økologiske ejendomme viser, at hovedparten af de vedvarende græsningsmarker er meget gamle arealer, der gennem mere end 40 år har været kontinuert afgræssede. Kun få procent af de vedvarende græsmarker tilføres gødning, og hovedsagligt kun på de yngre græsningsarealer.

### Naturindholdet på dyrkningsfladen

Dyrkningsjordens indhold af organisk materiale og artsrigdom af forskellige faunagrupper er med til at øge jordens naturlige frugtbarhed og strukturegenskaber. Jordens indhold af forskellige faunagrupper, herunder springhaler og mider, viste sammenhæng med jordtype, jordbearbejdningsintensitet og gødningstilførsel samt afgrøde- og afgræsningshistorien. De 430 prøver, som analysen bygger på, viste også et større faunaindhold ved kløverudlæg uanset jordtypen. Ikke overraskende var afgrødetype og græsningsintensitet også stærkt afhængig af jordtypen. Der skal udvikles et første indikatorsystem til vurdering af jordens artsrigdom på baggrund jordtype, afgrødevalg og forskellige behandlinger. Det vil bidrage til en mere overordnet parameter, der beskriver jordfaunaens artsrigdom på bedriftsniveau.

I sædskifteforsøg på Foulum og Flakkebjerg forsøgsstationer blev flyvende såvel som jordboende arthropoder, heriblandt insekter og edderkopper, indsamlet i vinterhvedemarkerne. Jordfaunaen blev analyseret, og forsøgene viste overraskende små effekter af gødningstilførsel.





Et 10×10 km stort landskab nordøst for Herning er blevet digitaliseret med henblik på at indgå i en scenarieanalyse. Scenarierne skal belyse betydningen af forskellige former for økologisk drift i dele af eller hele landskabet. Effekten vil blive vurderet på markfladens indhold af løbebiller, edderkopper og sanglærker, der alle forventes at være følsomme over for de undersøgte ændringer.

## Naturindholdet uden for dyrkningsfladen

I alt 24 økologiske bedrifter med meget stor variation i naturindhold er undersøgt for botanisk diversitet. I 885 tilfældigt fordelte prøvefelter blev der fundet 561 plantearter. Langt hovedparten af de undersøgte felter domineredes af arter, der er almindeligt forekommende i agerlandet på næringsrige og forstyrrede områder. Kun et mindre antal felter repræsenterede beskyttede naturtyper som f.eks. EU's habitatnaturtyper.

Undersøgelsen har vist, at diversiteten af forskellige mosarter stiger med øget areal dækket af mos, og at mosser fremmes af græsning/høslet og hæmmes af gødskning. Der er indsamlet tæger, cikader og edderkopper samt vegetationsprøver i 100 ugræssede, lysåbne felter fordelt på eng, kær, mose, brakmark, overdrev og ruderater. De repræsenterer forskellige grader af botanisk naturkvalitet. Der er bl.a. fundet tre nye cikadearter og en ny edderkoppeart for Danmark i disse prøver. En foreløbig analyse antyder, at god botanisk kvalitet også giver god naturkvalitet for leddyrgupper.

Undersøgelser af omlægning til økologisk drift på en række kvægbedrifter viser overraskende, at der allerede efter 3-4 år er flere plante- og fluearter i de økologiske hegn og skel. Forskellene øges yderligere efter 7 år. Det er i begge hegnstyper de almindelige plantearter, der dominerer, men derudover er der altså plads til flere nøjsomme plantearter på de økologiske bedrifter.

## Landmanden som forvalter af naturkvalitet

Landmanden er den primære beslutningstager, når det drejer sig om landbrugslandet. Det er derfor i sidste ende hans forståelse for og prioritering af naturkvalitet, der afgør forvaltningen af naturkvaliteter på den enkelte bedrift. Projektet viser, at den økologiske landmands natursyn og opfattelse af værdifuld natur adskiller sig meget fra det natursyn, der definerer de naturvidenskabelige undersøgelser af naturkvalitet. For de interviewede landmænd er det i højere grad miljøhensyn end hensyn til naturen, der ses som økologisk jordbrugs positive bidrag til samfundsudviklingen.

På baggrund af viden om betydningen af det følelsesmæssige og æstetiske engagement i naturen har man afprøvet mulighederne for at udnytte æstetiske iagttagelser af omgivelserne som bro for kommunikationen mellem landmand og ekspert. De foreløbige resultater tyder på, at det vil være muligt at udvikle indikatorer for naturkvalitet, der vil være anvendelige for de økologiske landmænd som hjælp til selv at følge udviklingen i naturkvalitet på bedriften.

## Projektleder

Jesper Fredshavn, seniorrådgiver  
Danmarks Miljøundersøgelser, 8410 Rønne  
E-mail [jrf@dmu.dk](mailto:jrf@dmu.dk)

## Projektdeltagere

Pia Frederiksen, Rasmus Ejrnæs, Jørgen A. Axelsen, Pernille Kaltoft, Gregor Levin, Marianne Bruus Pedersen, Thomas Larsen, Chris Topping, Peter Odderskær, Knud Tybirk og Erik Aude, Danmarks Miljøundersøgelser; Katrine Højring og Vibeke Langer, Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole; Gabor Lövei og Egon Noe, Danmarks Jordbrugsforskning; Thomas Secher Jensen og Peter Gjelstrup, Naturhistorisk Museum og Søren Toft, Århus Universitet.

## Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii5.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii5.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Produktions- og afsætningsvilkår i den økologiske fødevarekæde

Økologisk jordbrug opstod bl.a. som en modreaktion på problemer, som er forårsaget af det konventionelle landbrugs produktionsmetoder. Det være sig udledning af pesticider og nitrat i grund- og drikkevand, medicinrester i fødevarer, nye produktionssygdomme grundet pres på husdyrsundheden og den høje koncentration af husdyr i de store industrialstalde.

80 pct. af de økologiske varer sælges gennem detailledet. Hvis de økologiske producenter fortsat selv skal have indflydelse på afsætningen af deres produktion, vil det være nødvendigt, at de i fremtiden indgår partnerskaber i forhold til forskellige supermarkedskæder. Denne opgave vil kræve en helt anderledes organisering af de økologiske producenter, som i salgssammenhænge må tænke på tværs af varegrupper og mere i den samlede indkøbsvogn.

Økologisk jordbrug nævnes ofte som en frontløber for en ny miljøbevidsthed, hvor spørgsmål omkring fødevarer sikkerhed, dyrkning af jorden og social retfærdighed kædes sammen med bl.a. en omlægning af landbrugs- og fødevarerpolitikken. Frembringelsen af økologiske fødevarer – fra jord til bord – synes at gå imod mange af nutidens trends i produktion, forarbejdning, distribution og markedsføring af fødevarer generelt.

Alligevel er den eksplosive vækst siden begyndelsen af 80'erne grunden til skabelsen af de mange nye deltagere, som forsøger at gribe de lukrative nichemarkeder, der gemmer sig bag de økologiske produkter og Ø-mærket. Som følge heraf oplever den økologiske fødevarer sektor hastige forandringer i produktions- og markedsvilkårene og en omstrukturering af de økonomiske betingelser, sektoren er underlagt.

Formålet med dette forskningsprojekt har på den baggrund været at analysere den fremtidige udvikling af den danske økologiske fødevarekæde med henholdsvis økologiske svin og økologiske grønsager som case-studier. Hovedvægten vil blive lagt på at identificere de økonomiske kræfter og forandringer, der virker inden for de to kæder.

På basis af forskningen har det været hensigten at identificere og forklare den omstilling, som finder sted, inden for den økologiske sektor og dermed tilvejebringe nyttige udbudsstrategier for en fortsat vækst i et flerårigt perspektiv.

## Muligheder for vækst i den økologiske fødevarerektor

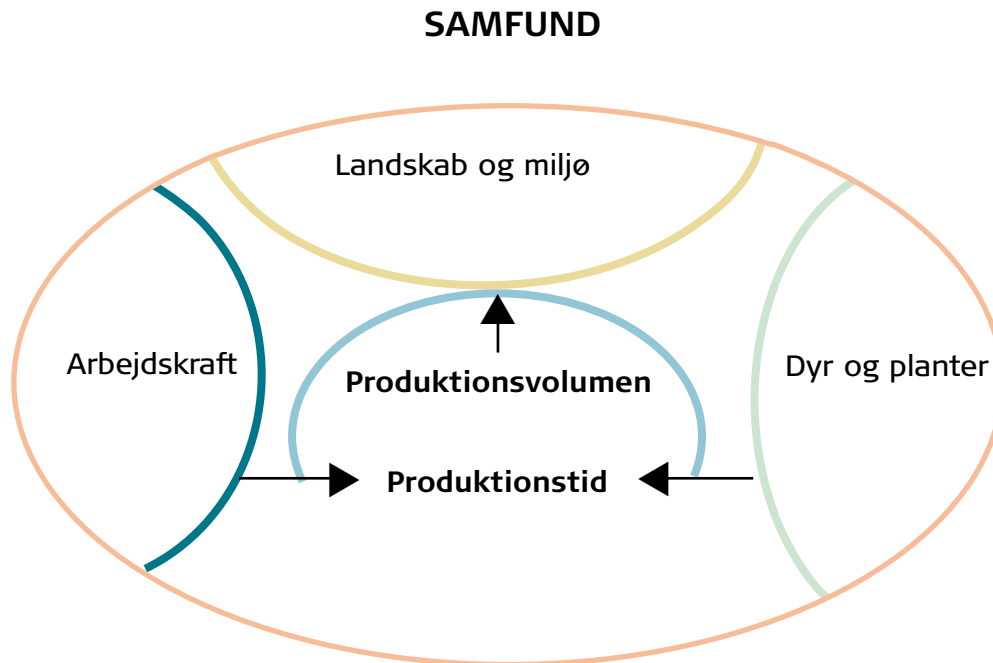
I en konkurrencepræget markedsøkonomi vil der være et underliggende krav om vækst i den kapital, som er investeret. Der er generelt tre måder, virksomheder kan honorere dette krav på:

1. øge produktionsvolumen og udnytte stordriftsfordele og produktvariation
2. øge effektiviteten af de ressourcer som anvendes (arbejdskraft, dyr og foder)
3. øge produktionshastigheden, f.eks. afkorte tiden fra et dyr fødes til det er slagtefærdigt

Disse mekanismer i økonomien, som skal honorere kravet om vækst i den investerede kapital, medfører til gengæld forskellige samfundsmæssige konflikter i både "tid og rum".

Dette er vist i figur 1, hvor pilene illustrerer de øgede samfundsmæssige konfliktfelter ved at presse produktionen i tid og volumen. Konfliktfelterne øges omkring arbejdskraft, husdyr og planter samt landskab og miljø. Økologisk jordbrugs produktionsregler forsøger at løse disse konfliktfelter ved netop at sætte restriktioner overfor økonomiens pres for konstant at ville øge volumen og produktionshastigheden.

Figur 1: Sammenhæng mellem økonomiens krav om vækst og de samfundsmæssige konsekvenser i "tid og rum"





### Den økologiske sektor i fremtiden

Selvom økologisk jordbrug med sit værdigrundlag succesfuldt har formået at skabe sig et produktmarked, så agerer erhvervet stadig i en markedsøkonomi med dets betingelser for vækst i kapitalinvesteringerne. Derfor vil økologiske jordbrugsprodukter komme ud for de samme krav om højere effektivitet i produktionen med lavere salgspriser til følge. Specielt når markedet for økologiske produkter stagnerer, mærkes prisklemmen tydeligt. Dette pres om højere effektivitet formidles i stadig højere grad via supermarkederne, hvis betingelser omkring leverancer, distribution og konkurrence-dygtighed vil betyde faldende producentpriser.

Mens en mangfoldighed af økonomiske og ideologiske aktører fortsat har fremgang inden for den økologiske sektor,

er store agro-business virksomheder – eller succesfulde opstartsvirksomheder, der i stadig højere grad efterligner de ”traditionelle” virksomheders forretningsmetoder – ved at trænge ind på de mest dynamiske og profitable segmenter af økologien.

Hvis de økologiske producenter fortsat selv skal have en høj grad af frihed på markedspriserne i forhold til detailledet, vil det være nødvendigt, at de i fremtiden indgår partnerskaber og indtager rollen som konsulenter over for supermarkederne, når det gælder produktudvikling, design, reklamefremstød og nye butiksinretninger. Her har de økologiske producenter særlige fordele som en velanset ”mærkevarer” i forhold til supermarkederne.

Supermarkederne står overfor at skulle gennemføre store butiksforandringer i forsøget på at differentiere sig fra discountkæderne. De vil derfor i fremtiden have et særligt behov for værdibaserede og profilstærke varer, der kan skabe trykke og tillidsfulde butiksmiljøer. Til gengæld vil denne opgave kræve en helt anderledes organisering af de økologiske producenter, og de vil nødvendigvis, i salgssammenhænge, skulle tænke på tværs af varegrupper og mere i den samlede indkøbsvogn.

### Projektleder

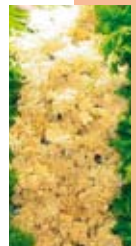
Mogens Lund, seniorforsker  
Fødevarøkonomisk Institut, 1958 Frederiksberg C  
E-mail: [Mogens@foi.dk](mailto:Mogens@foi.dk)

### Projektdeltagere

Paul Rye Kledal og Kostas Karantininis,  
Fødevarøkonomisk Institut.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii7.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii7.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Distributionsformens betydning for troværdigheden af økologiske fødevarer

Har salgskanalen betydning for hvordan produkters og producenters troværdighed opfattes af forbrugerne? For at besvare det spørgsmål har projektet undersøgt forskelle mellem tre grupper af forbrugere, som køber økologiske produkter: enten i et supermarked, gennem et abonnement hos en landmand eller fra en landmand ved torvesalg.

Der er fællestræk hos alle tre kundegrupper, herunder en gennemgående negativ opfattelse af den konventionelle landmand og det konventionelle landbrug, et ønske om at kunne købe sunde produkter, som smager godt og er friske samt oplevelsen af et tidspres i forbindelse med indkøb af dagligvarer. Men der er også klare forskelle mellem grupperne. Landmænd, som sælger direkte til forbrugere, yder et ganske væsentligt bidrag til fastholdelsen af økologiens troværdighed blandt storforbrugere. Der er derfor behov for at værdsætte og støtte forsøg på at udbygge de direkte salgskanaler og andre alternativer til supermarkedskæder.

### Undersøgelsens to faser

Den sociologiske undersøgelse er udført i to faser. Den første fase bestod i at kortlægge hvilke former for direkte distribution af økologiske fødevarer, der findes i Danmark; dernæst hvilke positive og negative erfaringer landmændene har med brugen af disse kanaler og endelig, hvilke salgskanaler der er værd at satse på betragtet ud fra landmændenes ståsted.

Den næste fase, som udgjorde projektets kerne, var en forbrugerundersøgelse, som sammenligner de kunder, der køber økologiske produkter gennem supermarkeder og dem, der køber deres produkter direkte fra landmanden.

### Det direkte salg set fra landmændenes side

På baggrund af landmænds erfaringer blev det besluttet at underkaste to direkte salgskanaler en nærmere undersøgelse. Det viste sig, at tilfredsheden var størst blandt landmænd, der har en abonnementsordning med levering til kunder hver uge eller hver anden uge, og blandt dem, der arbejder med torvesalg i den nærmeste storby en eller to dage om ugen.

En del landmænd havde også prøvet flere former for direkte salg. Landmændene er ofte meget usikre på, hvordan det direkte salg skal udvikles, og hvordan kontakten med forbrugerne skal gribes an. Det tyder på, at der er et stort behov for professionel støtte til udviklingen af samarbejdsprojekter mellem landmænd, som ønsker at markedsføre deres produkter direkte til forbrugerne.





## Forbrugerundersøgelsens metode og formål

Undersøgelsens hovedfase bestod af 12 fokusgrupper udført blandt 3 undergrupper af voksne danskere, som køber økologiske fødevarer gennem en af følgende salgskanaler: supermarkeder, direkte fra landmanden gennem en abonnementsordning, eller direkte fra landmanden ved en stand på byens torv. Supermarkedskunder blev yderligere inddelt i undergrupperne: de som lejlighedsvis køber og de som hyppigt køber økologiske varer.

Deltagerne (108 personer) blev rekrutteret ved hjælp af telefoninterviews og de deltog efterfølgende i nøje planlagte diskussionsforløb af 2½-3 timers varighed. I fokusgrupperne skulle deltagerne bl.a. sortere og rangordne produkter, fortælle om gode og dårlige erfaringer med at købe ind samt lave tegninger relateret til både økologisk samt konventionelt landbrug.

I en efterfølgende dataanalyse har man sammenlignet de tre undergrupper med henblik på at identificere forskelle i opfattelse og vurdering af økologiske fødevarer, økologiske producenter og den økologiske produktionsform. Der blev også set på forskelle i gruppernes sociale karakteristika (alder, køn, uddannelse, arbejde, husholdningens sammensætning m.m.), og på hvor ofte de køber økologiske produkter.

## Forbrugerundersøgelsens hovedresultater

- Forbrugerne er ikke lige glade med, hvem der står bag produkterne. Såvel store som lejlighedsvis forbrugere af økologiske produkter har levende billeder af de mennesker, som frembringer henholdsvis de konventionelle og økologiske produkter.
- Et gennemgående træk er, at det konventionelle landbrug opfattes som industriel produktion med fokus på effektivitet, stordrift, teknologi, standardiserede produkter og økonomisk overskud. Økologer opfattes derimod som mennesker, der tager andre væsentlige hensyn i deres arbejde.
- Der er forskelle mellem grupperne, hvad angår opfattelsen af det økologiske landbrug og hertil hørende landmænd. En del lejlighedsvis forbrugere har lidt nostalgiske billeder af et traditionelt familiebrug, mens halvdelen af dem også henviser til et eller flere af de økologiske principper. Storforbrugere nævner de bagvedliggende principper i langt højere grad og for nogle af dem betyder biodiversitet, kvaliteten af grundvandet eller dyrevelfærd særligt meget. Især torvekunder opfatter den økologiske landmand som en, der drager omsorg for jorden, planter, dyr og mennesker/kunder.



- I forbindelse med oplevelser ved køb af fødevarer har det stor betydning for forbrugeren, hvorvidt sælgeren er ligeglad med eller stolt af sine produkter, og hvorvidt han eller hun er ligeglad med sine kunder eller optaget af deres behov og ønsker.
- Alle kundegrupper ønsker sig fødevarer, som smager godt, og som er sunde og friske. Såvel de produkter som de salgskanaler, der ikke lever op til disse krav, bliver fravalgt.
- Lejlighedsvis forbrugere sammenligner ofte produkterne i supermarkedet og opfatter de økologiske varianter som nogle, der er lidt bedre, fx fordi de ikke indeholder pesticider, har færre tilsætningsstoffer eller en bedre smag. Storforbrugere er derimod mere tilbøjelig til på forhånd at have fravalgt konventionelle varer i stort omfang på grund af produktionsmetoderne.



- Mens lejlighedsvis forbrugere siger, at de ønsker gode varer eller kvalitetsprodukter, siger storforbrugere, at de ønsker sig anstændige produkter eller varer, som de kan være bekendt at købe og spise.
- Uanset valg af indkøbssted stiller storforbrugere høje krav til de fødevarer, som de køber. Ud over fravalg af konventionelle produkter og produktionsmetoder stilles der krav til spisekvalitet, ingredienser, forarbejdningsgrad og -form, emballage og oprindelsesland (helst dansk). En del vil gerne have lokale sæsonvarer, ønsker sikker viden om behandlingen af såvel produkterne som de ansatte i de firmaer, de køber hos, og de undgår helst store virksomheder i det hele taget.
- Tid spiller en væsentlig rolle ved valg af indkøbssted, især blandt yngre mennesker. Abonnementsordninger kan til en vis grad konkurrere med supermarkeder på dette punkt. Abonnementskunder sætter pris på bl.a. at kunne bestille varer via internet og få dem leveret.
- Prisforskellen mellem konventionelle og økologiske produkter spiller en væsentlig rolle blandt dem, som sammenligner produkterne i supermarkeder. Storforbrugere, herunder de fleste direkte kunder, får derimod råd til det fødevarerforbrug, de ønsker sig ved at nedprioritere andre ting. Enkelte dyrker visse produkter selv.



- Så godt som alle direkte kunder sætter meget stor pris på den valgte salgskanal, uanset om det er en abonnementsordning eller en landmand/gartner med torvesalg. Torvekunder skiller sig ud ved deres udprægede loyalitet over for en bestemt landmand og hans produkter, som de stoler helt og holdent på.

Storforbrugere har en vision om, hvilken fødevarerproduktion de ønsker sig, og den ligger ret tæt på den, der kommer til udtryk i formuleringer af principper for det økologiske jordbrug. Der er derfor et grundlag for at udbygge en alliance mellem storforbrugere og de landmænd, der ønsker at tage principperne alvorligt.

### Projektleder

Katherine O'Doherty Jensen,  
 Institut for Human Ernæring og Levnedsmiddelcentret,  
 Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole,  
 1958 Frederiksberg C, E-mail: koj@kvl.dk

### Projektdeltagere

Per Dissing Odgaard og Lotte Sangstad,  
 Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole;  
 Gad's Research & Reflektions, København

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii8.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii8.html)  
 samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



## Forarbejdning af økologiske produkter

### - principper og praksis

Økologisk jordbrug er i sit værdimæssige grundlag helhedsorienteret og sigter mod bæredygtig udvikling. Dette er omsat i principper om recirkulation af stof og menneskets hensynfulde omgang med natur og miljø. Principperne indeholder ligeledes, at det økologiske jordbrug baseres på nærhed, fordi man derved bedst kan recirkulere stof, udnytte lokal viden, bidrage til lokal kultur mv.

Det europæiske marked for økologiske fødevarer har i mange år oplevet en øget efterspørgsel, og denne er i stigende grad rettet mod stadigt mere forarbejdede produkter. Det gælder f.eks. efterspørgslen på såkaldte *convenience* produkter. Endvidere har den stigende efterspørgsel også betydet, at den internationale samhandel med økologiske produkter er steget. Dette har øget fokus på holdbarhedsforlængende forarbejdningsprocesser og tilsætningsstoffer.

### Forarbejdede økologiske fødevarer

I dag indeholder standarderne på forarbejdede økologiske fødevarer hovedsagligt regler i forhold til tilsætningsstofferne, hvor der er forbud mod de stoffer, som man skønner, at der ikke er et teknologisk behov for at benytte. Det seneste EU-regelsæt, for det animalske område, har imidlertid påpeget, at der er behov for at formulere principper eller præcisere nogle mål for, hvad et økologisk forarbejdet produkt er eller skal være. Formålet med dette projekt har været at sætte fokus på principperne i forarbejdning af økologiske produkter samt bidrage til fortsat udvikling heraf.



## Begrebet ”skånsomhed”

Et begreb, der ofte er anvendt i forsøget på at formulere nogle principper for, hvorledes økologiske produkter kan forarbejdes, er *skånsomhed*. Således bliver skånsomhedsbegrebet allerede anvendt i flere standarder for økologisk fødevarerforarbejdning. Der findes i dag ingen præcise bud på, hvorledes skånsomhed skal defineres.

”Skånsom fødevarerproduktion” opfattes ofte ud fra en teknisk-naturvidenskabelig tilgang. Således fremhæves især de elementer ved skånsomhed, der kan måles eller smages. Det kan f.eks. være indhold af næringsstoffer, ernæring, hygiejne og smag. I den teknisk-naturvidenskabelige tilgang anvendes begreberne ”renere teknologi” og livscyklustankegangen til at kvantificere miljøforhold. Disse metoder er baseret på en naturvidenskabelig forståelse og fokuserer på den del af skånsomhedsbegrebet, der omhandler registrer bare miljøeffekter. Imidlertid kan skånsomhedsbegrebet udspændes mellem en række andre tilgange end den teknisk-naturvidenskabelige. I socialøkologien ses på skånsomhed ud fra en producent-forbruger relation, by-land relation, arbejdsmiljø som ”det gode liv” samt en demokratisk indflydelse over for et teknokrati.

## Det udvidede skånsomhedsbegreb

I dette projekt er der identificeret tre dimensioner, som kan anvendes til at undersøge, hvorvidt der fra andre vidensområder, end den teknisk-naturvidenskabelige, kan indhentes ny viden til fødevarerproduktionen. Disse tre dimensioner, som relaterer sig til ovennævnte tilgange, er:

- Produkt (skånsomhed ud fra et produktkvalitetsbegreb)
- Mennesker (producent-forbruger relation, arbejdsmiljø, demokratisk indflydelse)
- Miljø (renere teknologi og livscyklustankegangen kan kvantificere miljøforhold)

Analyses konkrete fødevarerirksomheder i forhold til dette *udvidede* skånsomhedsbegreb kan man ofte iagttage, at der er modsætninger mellem begrebets enkelte elementer. F.eks. vil en teknisk forbedring af produktets mekaniske påvirkning undertiden medføre en forringelse af produktets miljøpåvirkning og omvendt. Tilsvarende gælder det, at virksomhedens arbejdsmiljø af og til påvirkes i negativ retning, når der ændres på miljø- og produktparametre.

## Miljømålsætninger

Fraværet af miljømålsætninger i økologireglerne for forarbejdning, håndtering og distribution er noget, flere virksomheder er opmærksomme på. Anvendelsen af økologiske råvarer er kun et af flere tiltag, fødevarerirksomheder kan benytte sig af, hvis virksomheden ønsker at forbedre sine miljømæssige præstationer. Men mange andre aspekter er væsentlige: arbejdsmiljø, genbrug, energiforbrug, transport, vandforbrug, udledning m.m. Hvis forbrugernes tillid til de økologiske fødevarer skal opretholdes, er det særdeles vigtigt at få anskueliggjort, at der eksisterer en sammenhæng i principperne igennem hele ”kæden” fra landmanden til forbrugeren.

Ingen økologistandarder har i dag indføjet krav om deciderede miljøledelsessystemer. Den omstændighed at mange "konventionelle" forarbejdningsvirksomheder i dag allerede har implementeret miljøledelsessystemer i deres produktion, sætter naturligvis de "økologisk" orienterede virksomheder i et dilemma mht. at fremstå som et klart alternativt og et bæredygtigt valg.

## Ekspertter

Når forarbejdningsprocesserne bliver mere komplicerede, bliver det også vanskeligere for almindelige forbrugere at vurdere de etiske og sundhedsmæssige konsekvenser. Et eksempel herpå er EU's arbejde med at fastsætte standarder på forarbejdning af økologisk kød. Her har specielt nitrit været et af de områder, hvor det ikke har været muligt for EU landene at nå til enighed om at forbyde eller tillade stoffet. Nitriteksemplet illustrerer, hvorledes de økologiske aktører i dag – i langt højere grad end for 10 år siden – skal navigere mellem en række modsatrettede interesser som fx marked og idealer, og at aktørkredsen er udvidet væsentligt.

## Sociale og etiske forhold ved produktionen

Det kendteste mærke, der inddrager sociale forhold, er Max Havelaar-mærket. Det er et garantimærke for fair handel, og det betyder, at forbrugere kan være sikre på, at disse varer lever op til nogle minimumskrav for betaling, arbejdsforhold, demokratisk udvikling og miljø. For eksempel at småbønder

og plantagearbejdere får en fair pris for deres varer, og at pengene går direkte til dem uden mellemhandlere.

Max Havelaar mærket har inspireret den engelske økologiorganisation Soil Association til at udvikle et nationalt eller lokalt "fair trade" certificeringsprogram, også kaldet "Ethical Trade". Dette mærke garanterer at landmanden og aktører i hele forsyningskæden betales med rimelige priser, og at de ansatte har rimelige løn- og arbejdsforhold, ligesom certificeringen indebærer, at virksomheden på forskellige måder er involveret i det lokale samfund. De senere år har begrebet *Corporate Social Responsibility* fået en større betydning for især internationalt orienterede fødevarer virksomheder. Begrebet dækker over, at virksomhederne påtager sig et socialt ansvar for forhold, som ikke direkte vedrører virksomhedens aktiviteter.

## Fremtidig regulering på forarbejdningsområdet

På baggrund af interviews med centrale aktører i det økologiske fødevarer kompleks har vi identificeret tre hovedargumenter i forhold til regulering af det økologiske forarbejdningsområde:

1. Principperne i den eksisterende regulering, som den er formuleret i EU forordningen, fortsættes, men at der successivt foretages justeringer af f.eks. tilsætningslisten og evt. inddragelsen af yderligere produktionstekniske forhold som f.eks. forbud mod bestemte forarbejdnings teknologier, rengøringsmidler eller emballager. Dette argument repræsenterer status quo, og det fremføres først og fremmest af de regulerende

myndigheder, men også flere af de økologiske organisationer.

2. Der skal ske en mere radikal udvidelse af reguleringen på forarbejdningsområdet med det formål at opretholde forbrugernes tillid til de økologiske fødevarer. Flere områder har været diskuteret, men især tre hovedområder fremføres ofte, nemlig: virksomhedernes *miljøforhold* (energi- og vandforbrug, udledning, genanvendelse, transportarbejde osv.) inddragelse af *sociale* forhold (arbejdsforhold, uddannelse, relationer til lokalområdet m.m.) og endelig forhold vedrørende "*fair trade*". Dette argument fremføres især af NGO'er (miljøorganisationer, fagbevægelsen, ulandsorganisationer m.m.).
3. Der skal ikke være specielle begrænsninger i anvendelsen af tilsætningsstoffet eller specifikke forarbejdningsmetoder, således at der ud over de generelle regler for forarbejdning af fødevarer ikke skal være særlige "økologiske" begrænsninger. Reguleringen skal kun indeholde regler for fx at holde konventionelle og økologiske produkter adskilt samt regler for mærkning. Argumentet fremføres især af mere etablerede traditionelle fødevarer virksomheder med et begrænset økologisk sortiment. Disse virksomheder argumenterer med, at mange forbrugere efterspørger økologiske udgaver af produkter, som i dag kun findes i en konventionel version.

## Etisk sporbarhed

Helt tilbage til de tidligste formuleringer om økologiske principper har gennemskuelighed eller sporbarhed spillet en væsentlig rolle. Ikke mindst i dag, hvor afstanden mellem økologisk producent og forbruger er større end nogensinde. Således synes der at være behov for afsætningsystemer, der bygger på større åbenhed og gennemskuelighed ved f.eks. at formidle reel information om producenterne til forbrugerne. I et europæisk projekt arbejdes der med begrebet "Ethical Traceability". Netop for en økologisk fødevarer-produktion rummer dette begreb en række muligheder for at mindske afstanden mellem landmand og forbruger.

### Projektleder

Thorkild Nielsen, Danmarks Tekniske Universitet (DTU), 2800 Lyngby  
E-mail: T.Nielsen@ipl.dtu.dk

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii9.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/iii9.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Forskningsfaciliteter og værkstedsarealer i økologisk jordbrug

I 1996 blev der i regi af Forskningscenter for Økologisk Jordbrug og Fødevarer-systemer (FØJO) etableret en række forsknings- og værkstedsarealer, som anvendes af forskningen i økologisk jordbrug.

De økologiske værkstedsenheder er et betydeligt aktiv for dansk økologisk forskning. De har sikret, at forskningsaktiviteterne er foregået på arealer med god økologisk driftsledelse, hvor der samtidig er dokumentation for dyrkningshistorien. Gode værkstedsarealer skal ikke blot være økologisk dyrkede, men også afspejle variationen i dyrkningspraksis i erhvervet. Samtidig skal variationen i klima og jordtype være dækket ind.

Forsknings- og værkstedsfaciliteterne dækker tilsammen et bredt udsnit af praksis i dansk økologisk jordbrug, både med hensyn til driftsform, jordtype og klimaforhold.

Enhederne omfatter primært værkstedsarealer ved Flakkebjerg, Foulum, Jyndevad, Årslev og Askov samt langvarige sædskifteforsøg ved Jyndevad, Foulum, Flakkebjerg og Holeby. Endvidere har DJF's økologiske forsøgsstation, Rugballegård samt økologisk dyrkede arealer på KVL's forsøgsgårde stået til rådighed for forskningen.

En del af værkstedsenhederne er anlagt som selvstændige forsøg, hvor de langvarige effekter af forskelle i sædskifter, anvendelse af husdyrgødning og efterafgrøder belyses. Disse forsøg fungerer samtidig som værkstedsarealer. Her kan specifikke forsøgs- og projektaktiviteter belyse effekten af dyrkningspraksis, dyrkningshistorie og jordfrugtbarhed på konkrete problemstillinger i økologisk jordbrug. Eksempler på dette er muligheder for at udnytte kvælstofeftervirkning, risikoen for skadelig pakning af jorden, samspillet mellem genetik og miljø i relation til arts- og sortsvalg, problemer omkring etablering af undersåede afgrøder samt forekomst af sygdomme.

Formålet med værkstedsarealerne og -enhederne er således, at:

- beskrive langsigtede effekter af økologiske driftsformer og sædskifter,
- fungere som værkstedsfaciliteter for andre, mere specifikke projekter,
- være ramme og holdepunkt for kommunikation og formidling af forskningsresultater.





## Erfaringer fra værkstedsarealerne

### Den økologiske forsøgsstation Rugballegård

Den økologiske forsøgsstation Rugballegård omfatter aktiviteter i både mark og stald, hvor der har været drevet tre forskellige systemer: Kvæg, svin og blandet kvæg/svin. Erfaringerne tyder på, at det blandede system giver mulighed for en større produktivitet i marken i form af højere udbytte på trods af en lidt lavere husdyrgødningsmængde. Dette antyder, at der har været en højere næringsstofudnyttelse i det blandede system.

### Værkstedarealer ved Jyndevad, Foulum, Årslev, Flakkebjerg og KVL-Tåstrup

Disse værkstedsarealer har været drevet med forskellige sædskifter (kvæg, planteavl, grønsager og frugt/bær).

Erfaringerne viser, at der kun er få dyrkningsmæssige problemer i kvægsædskifterne, hvorimod der ligger større udfordringer med hensyn til sikring af næringsstofforsyningen og ukrudtsbekæmpelsen i planteavlssædskifter. Seksmarks-skiftet med grønsager på Årslev har dog, med optimal udnyttelse af mellemafgrøder som korn og kløvergræs samt efterafgrøder, kunnet opretholde en god produktion af grønsager uden tilførsel af husdyrgødning.

For at give plads til belysning af flere forskningsemner omkring økologisk planteproduktion blev en række af værkstedsarealerne i 2003 omlagt til planteavlssædskifter med ringe tilførsel af husdyrgødning.



## Resultater fra de langvarige forsøg

Resultater fra forsøg med græsningsintensitet og eftervirkning af græsmarker har vist, at der i forbindelse med ompløjning af græsmarker er en meget stor pulje af kvælstof, som efterfølgende mineraliseres og kan give anledning til store tab af kvælstof til miljøet. Det gælder især afgræsningsmarker og kløvergræsmarker. Det har i forsøget været muligt at begrænse tabene væsentligt ved anvendelse af efterafgrøder. En øget udnyttelse af kvælstof i systemet forudsætter bedre håndtering af græsmarksfasen.

Igangværende forsøg viser store forskelle på N-udvaskningen fra rene græsmarker og fra kløver-græsmarker, hvilket antyder, at der i kløvergræsmarkerne er en større bufferevne. Denne antagelse bekræftes af resultaterne fra et forsøg med



næringsstofhusholdning i økologiske kvægsædskifter. Her indgår der forskellige typer og mængder af husdyrgødning, som har vist forholdsvis små forskelle i produktion og kvælstofudvaskning mellem gødningsbehandlingerne. Dette tyder på, at kløvergræsmarkerne også her har en betydelig stabiliserende rolle.

Tabel 1. Kvægbrugssædskiftet i næringsstofhusholdningsforsøget på Foulum fra 2003

Mark	Sædskifte	Gødningsanvendelse (kg ha <sup>-1</sup> )
1	Vårbyg, undersået kløvergræs	1. Gylle 60 N 2. Gylle 120 N
2	1ste års kløvergræs	3. Ingen <sup>3</sup>
3	2nden års kløvergræs	4. Dybstrøelse 120 N
4	Vårbyg <sup>1</sup> + efterafgrøde	
5	Havre + efterafgrøde	
6	Majs <sup>2</sup> + efterafgrøde	

Tidligere: <sup>1</sup>byg/ært helsæd, <sup>2</sup>Foderroer uden efterafgrøde og <sup>3</sup>60N i dybstrøelse

## Økologiske kornsædskifter

I et forsøg med økologiske kornsædskifter er der fundet meget store forskelle i produktion og kvælstofudvaskning mellem forsøgslokaliteterne. Dette hænger sammen med såvel forhistorie som jordtype og klimaforhold. Udvasningen har været størst på den grovsandede jord på Jyndevad. Et sædskifte med større andel vårsæd med efterafgrøder har ikke i

tilstrækkelig grad været i stand til at minimere udvaskningen efter kløvergræsmarker. På lerjord med en meget kornrig forhistorie har det været muligt at øge jordens frugtbarhed. Det er opnået gennem dyrkning af enten kløvergræsmarker til grøngødning eller efterafgrøder med bælgplanter.

De største udbytter på sædskifteniveau er opnået ved dyrkning af et vårsædsbaseret sædskifte med efterafgrøder. Et sådant sædskifte vil også give de laveste tab af kvælstof til vandmiljøet. Disse effekter af både sædskifte og jordtype er formentlig koblet til systemernes bufferevne med hensyn til især kvælstof. Der har dog også været afledte effekter på forekomst af ukrudt, og der er antydninger af, at efterafgrøder i visse situationer kan forebygge rod ukrudt.

### Demonstration og formidling

Der har i samarbejde med FØJO været afholdt åbenthusarrangementer ved alle værkstedsarealerne. Desuden har alle værkstedsarealer haft adskillige besøg af landmænd, rådgivere, studerende, forskere og andre interesserede. Resultaterne fra værkstedsarealerne har desuden været præsenteret ved møder i fagpressen og i radioen. Hvert år er der afholdt et tredagesseminar på en af forsøgshederne, primært for økologiske landbrugskonsulenter. Åbenthusarrangementer, markvandring samt radio- og TV-indslag har været arrangeret i samarbejde med FØJO's sekretariat. Endelig er de praktiske erfaringer, som er gjort i forsøgsarbejdet, blevet formidlet via [www.okologgen.dk](http://www.okologgen.dk).

### Projektleder

Jørgen E. Olesen, forskningsprofessor  
 Danmarks JordbrugsForskning, 8830 Tjele  
 E-mail: [JorgenE.Olesen@agrsci.dk](mailto:JorgenE.Olesen@agrsci.dk)

### Projektmedlemmer

Margrethe Askegaard, Bent T. Christensen,  
 Hanne Lindhard Pedersen, Frank W. Oudshoorn,  
 Ilse A. Rasmussen, Kristian Thorup-Kristensen,  
 Kristian Kristensen og Jørgen Eriksen,  
 Danmarks JordbrugsForskning;  
 Hanne Lipczak Jacobsen og John R. Porter,  
 Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole,  
 Michael Tersbøl, Dansk Landbrugsrådgivning.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/iv.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/iv.html),  
[www.okologgen.dk](http://www.okologgen.dk)  
 samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Sund udsæd til produktion af økologisk korn og bælgssæd

Udsædsbårne sygdomme kan forårsage alvorlige problemer i produktionen af korn og bælgssæd. I det konventionelle jordbrug er disse problemer løst ved en systematisk anvendelse af bejdsemidler, men dette er ikke en mulighed i den økologiske planteproduktion. For øjeblikket er den eneste mulighed at analysere såsæden og kassere partier, der har en uacceptabel infektion af udsædsbårne sygdomme.

Projektet har givet ny viden om skadetærsklerne for de vigtigste udsædsbårne sygdomme i korn og ærter. Tærskelværdierne er blevet vurderet med henblik på justering. Sammenholdt med nye metoder, til bestemmelse af den faktiske forekomst af udsædsbårne sygdomme, vil det give en mere sikker karakterisering af den økologiske såsæd og hermed mindre unødigt kassation. Med hensyn til bekæmpelse og regulering er der opnået resultater, som kan begrænse omfanget af smitte, men metoderne skal først implementeres i praksis.

Praksis med analyser af såsæd kan give store problemer, idet mange af de analyserede partier har måttet kasseres som såsæd. I nogle år har omfanget af kasserede partier såsæd været så stort, at det ikke har været muligt at skaffe sund økologisk såsæd. I de situationer er der givet dispensation fra de økologiske regler til at anvende konventionelt, ubejdset såsæd. Desuden er analysemetoderne usikre, idet der kan forekomme stor variation i resultaterne. Der er brug for bl.a. at udvikle nye diagnostiske metoder samt at tilpasse og forbedre tærskelværdier og bekæmpelsesmuligheder for at få et mere sikkert grundlag for økologisk produktion af korn og bælgssæd.

### Skadetærskler for udsædsbårne sygdomme

De tærskelværdier, der i dag anvendes, er udviklet i det konventionelle system og under forudsætning af, at bejdsemidler efterfølgende kan anvendes og rense op i de partier, som er inficerede. Kun meget få forsøg har været udført med henblik på at undersøge, om de samme tærskelværdier umiddelbart kan anvendes under økologiske forhold. Der fokuseres derfor i projektet på markforsøg med de mest betydende udsædsbårne sygdomme i korn og bælgssæd med henblik på at evaluere de anvendte tærskelværdier og skadetærskler under økologiske forhold.

Der er udført markforsøg i vårbyg med partier, der havde forskellige angrebsgrader af bygbladplet (*Pyrenophora teres*). I partier med kraftig udsædsbåren smitte af bygbladplet var der udbredte primære angreb på de første blade og en efterfølgende kraftig opformering af bladplet i bygafgrøden.

I forsøg med stribesyge kunne der konstateres en høj grad af sammenhæng mellem smitteniveau af stribesyge på kernerne og det efterfølgende angreb i marken. I forsøg med stinkbrand (*Tilletia tritici*) i vinterhvede kunne det konstateres, at der, selv ved et smitteniveau omkring skadetærsklen (10 brandsporer/g hvede), efterfølgende kunne ses svage angreb i marken. Hvis kerner fra sådanne marker anvendes som såsæd, kan selv meget lave markangreb føre til alvorlig opformering af stinkbrand på få år.

Der er udført en række landsforsøg i ærter, der skal belyse betydningen af forskellige grader af smitte af ærtesyge på udsæden. Forsøgene er både udført i sorter, der er både lange og korte ved høst. Der blev ikke fundet statistisk sikre udbyttetab ved udsåning af angrebne frø, og angrebet af ærtesyge på de høstede frø lå på samme niveau uanset angrebsgraden på de udsåede frø.

*Høst af hvedemark med angreb af stinkbrand og spredning af sporer til sunde planter*

Projektets undersøgelser har vist, at de fleste grænseværdier generelt også er anvendelige i det økologiske system. Der er dog to vigtige områder, hvor projektet foreslår revidering. I ærter anbefales det, at den vejledende tærskel på maksimalt 5% frø med ærtesyge i ærter til modenhed og 10% frø med ærtesyge i ærter til helsæd fastholdes, men at grænsen udvides til maksimalt 20% frø med ærtesyge, hvis der bliver mangel på udsæd. Der skal ved mangel på udsæd tages hensyn til, om sorten er anvendelig til helsæd eller ej. I byg anbefales det, at grænseværdierne for bygbladplet baseres på sortens resistensniveau over for sygdommen. Hvis sorten er fuldt modtagelig for bygbladplet foreslås en grænseværdi på 5%, mens der i moderat resistente sorter kan accepteres 15% bygbladplet og i resistente sorter helt op til 25% bygbladplet.



## Nye diagnostiske metoder

De firmaer, der leverer økologisk såsæd, lader i dag, efter en frivillig ordning, al såsæd analysere for forekomst af udsædsbårne sygdomme. Her tillægges sygdomsanalyserne stor betydning, men analyserne er generelt langsomme og afhænger i flere tilfælde af subjektive vurderinger.

I projektet er der udviklet en række nye metoder, som kan sikre et hurtigere og mere sikkert analyseresultat, og som kan medvirke til at identificere skadegørere, som hidtil ikke har kunnet adskilles, som f.eks. forskellige spirehæmmende *Fusarium*-arter samt bygtribesygge og bygbladplet. Da man ikke ved hjælp af de nuværende metoder kan skelne sporer af bygbladplet og bygtribesygge, sker der i dag unødvendig kassation af mange bygpartier. Det er derfor nødvendigt at have en metode, som kan bestemme bygtribesygge, således at kun de partier, som indeholder for meget bygtribesygge, kasseres.

## Regulering og bekæmpelse af udsædsbårne sygdomme

Udvikling af nye og mere præcise analysemetoder samt revidering og tilpasning af de anvendte toleranceværdier og skadetærskler forventes at føre til en hurtigere og mere kvalificeret vurdering af kvaliteten af de økologiske såsædspartier.

Der er undersøgt forskellige former for regulering og bekæmpelse i økologisk produktion af korn og bælgæd. Der har bl.a. været arbejdet med frænsning af de mindste kerner, der typisk er mere inficerede med forskellige sygdomme end de normale kerner. Metoden giver dog langt fra en fuldstændig bekæmpelse og skal udvikles yderligere. Børstning af kornet med en børsterenser kan frænses svampesporer i partiet, og metoden har vist sig at kunne reducere antallet af stinkbrandsporer med 97% i kommercielle såsædspartier. Forsøg med tromletørring (varmebehandling med varm, tør luft) har vist, at metoden er vanskelig at bruge til bekæmpelse af udsædsbårne svampe uden at reducere spireevnen. Ved behandling af byg med bladplet er der dog opnået lovende resultater.

En anden strategi til bekæmpelse er at benytte sig af sortsresistens. I hvede har test mod stinkbrand vist, at få sorter ser ud til at være meget resistente (f.eks. sorten Stava), mens andre kun får lave angreb (f.eks. sorten Penta).



Stinkbrand i hvedeaks

Alle de testede triticalesorter var helt resistente på nær sorten Triamant. I vårbyg er et meget stort antal sorter testet for resistens mod stribesygge. Enkelte får kun ringe angreb, heriblandt Odin, Scarlett og Brazil. I ærter er der gennemført forsøg med 10 sorter, der blev smittet med hvert ærtesyggepatogen for sig. Trods lave sygdomssymptomer i marken forekom der en betydelig grad af frøsmitte i det høstede frø, og der var tegn på væsentlige sortsforskelle med hensyn til smittegrad. Sorterne Jackpot, Brutus og Faust havde lave infektionsgrader i begge år, mens Athos og Sponsor lå højt. I de igangværende forsøg med sorter i ærter bliver der hvert år målt angreb af ærtesygge på de høstede frø. I 2003 var Pinochio den af de undersøgte sorter, som havde mindst angreb på frøene.

### Perspektiver

Projektets undersøgelser med skadetærskler, nye diagnostiske metoder samt regulering og bekæmpelsesmuligheder forventes at medvirke til et mere stabilt og sikkert grundlag for en bæredygtig økologisk produktion af korn og bælgssæd. Sund udsæd er en vigtig forudsætning, ikke alene for økologisk korn og bælgssæd, men også for konventionelt produceret såsæd. De erfaringer og metoder, der udvikles i projektet, vil også kunne få langsigtet betydning i det konventionelle system.

### Projektleder

Bent J. Nielsen, seniorforsker,  
Danmarks JordbrugsForskning,  
Forskningscenter Flakkebjerg, 4200 Slagelse  
E-mail: bent.nielsen@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Annemarie Fejer Justesen, Erik Fløjgaard Kristensen og Hans Pinnschmidt, Danmarks JordbrugsForskning;  
Henrik Jørskov Hansen, Plantedirektoratet;  
Ghita Cordsen Nielsen, Dansk Landbrugsrådgivning,  
Landscentret og Anders Borgen, Agrologica.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/vi1.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/vi1.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



Nøgenbrand

## Egenskaber ved sorter og sortsblandinger af vårbyg til økologisk dyrkning

I økologiske dyrkningssystemer har sorterens dyrkningsegenskaber ekstra stor betydning. Det skyldes, at der ikke er de samme muligheder som i konventionelt jordbrug for at bekæmpe plantesygdomme og ukrudt og undgå næringsstofmangel. Det er derfor vigtigt at finde sorter og sortsblandinger, som har en effektiv næringsstofoptagelse, god sygdomsresistens samt evne til at undertrykke ukrudt.

I markforsøg omfattende ca. 150 sorter, har vi vist, at

- sortsvalg er en betydende faktor for kerneudbytte på linie med andre faktorer, som indgår i dyrkningen,
- sortsblandinger kan med fordel sammensættes af højtydende sorter, og kerneudbytte er mere stabilt over lokalitet og år end de enkelte sorters udbytte,
- kerneudbyttet i den enkelte sort er stærkt afhængig af samspillet mellem næringsstofniveau, sædskifte og bladsygdomme,
- bladsygdomme forekommer i større omfang end forventet i økologiske dyrkningssystemer og bidrager til udbyttereduktion.

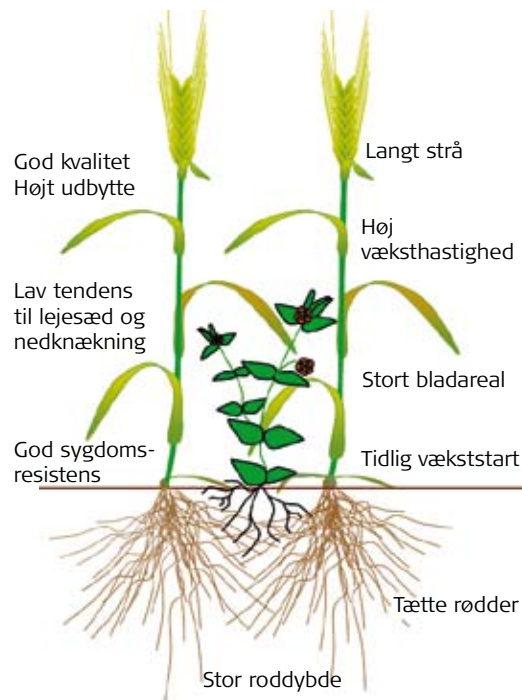
Derudover er der udviklet

- et nyt og bedre indeks til at beskrive sortens evne til at undertrykke ukrudt,
- et koncept for økologisk sortsafprøvning af vårbyg.

Vårbyg er den mest udbredte vårsædart i økologisk dyrkning og udgjorde 41% af vårsædarealet i 2004. Udbyttet fra dyrkning af vårbyg afhænger af valgte sorter og dyrkningssystem, og det varierer fra år til år. Information om sorter er hovedsagelig baseret på afprøvning under konventionelle dyrkningsbetingelser, hvilket kan give sorterne en anden rangordning, end hvis de var sammenlignet under økologiske dyrkningsbetingelser.

Projektets hypotese har været, at en forbedret beskrivelse af sorters dyrkningsegenskaber (Figur) og deres samspil med dyrkningssystemet samt en udvidet anvendelse af sortsblandinger kan øge udbyttet og udbyttestabiliteten i vårbyg.

*Principskitse af bygplanter i en mark med angivelse af nogle af de egenskaber, der kan gøre en sort velegnet til økologisk dyrkning*





Dette er undersøgt ved at sammenligne sorters og sortsblandingers dyrkningsegenskaber over flere år og lokaliteter under økologiske dyrkningsbetingelser. Derudover har der været specialforsøg med færre sorter og sortsblandinger med fokus på at vurdere vekselvirkning mellem sorters evne til at undertrykke/tolerere ukrudt og effekten af ukrudtsharvning, samspil mellem bladsygdommene skoldplet og bladplet, sorters vekselvirkning med sædskifte og næringsstofdeling samt udnyttelse af molekylære markører.

### Sortsvalg og sortsafprøvning

I projektes centrale markforsøg, som hovedsageligt er udført på tre økologiske værkstedsarealer med parallelle forsøg under konventionelle vækstbetingelser på de samme lokaliteter, indgik tre dyrkningssystemer: 1) ukrudtsharvning og reduceret tilførsel af husdyrgødning, 2) udlæg af kløvergræs uden tilførsel af gødning og uden ukrudtsharvning og 3) kunstgødning og kemisk ukrudtbekæmpelse (konventionelt). Over årene 2002-2005 blev der undersøgt ca. 150 hovedsageligt moderne sorter og sortsblandinger for egenskaber, som er specielt relevante for økologiske dyrkningssystemer. Kombinationer af år, lokalitet og dyrkningssystem benævnes miljøer.

Med udgangspunkt i ca. 50 moderne sorter, som var gennemgående i alle år, kunne forskellene mellem sorter forklare omkring 30% af den totale variation i kerneudbytte, når der blev set bort fra det ekstreme dyrkningssystem uden tilførsel af husdyrgødning. Betydningen af at foretage det rette sorts-

valg i det aktuelle dyrkningssystem kunne ses ved, at mange sorters rangorden ændredes mellem miljøerne.

En analyse af alle sorternes mønstre på ca. 100 molekylære markører har givet mulighed for at sammenstille sorternes udbytte i markforsøg med deres markørkombination. På den måde kan der findes kromosomstykker, som er ansvarlige for egenskaber af relevans for økologisk dyrkning.

### Sortsblandinger

En enkelt sort vil sjældent have alle ønskelige egenskaber, så derfor må landmanden vælge ud fra de egenskaber, som er vigtigst for de aktuelle dyrkningsbetingelser og det aktuelle marked. Valget kan ofte optimeres ved at kombinere de bedst egnede sorter i en sortsblanding. I den officielle sortsafprøvning foretages der sjældent afprøvning af sortsblandinger, men målesorten har i en årrække været en sortsblanding. I projektets centrale markforsøg indgik 13 sortsblandinger. Generelt var blandingeres kerneudbytte højere end gennemsnittet af de enkelte sorters udbytte. Specielt nogle af blandingerne gav ofte højere udbytte end den bedste sort i blandingen dyrket alene. Selv om blandingers udbytte varierede over miljøer, var det mere stabilt end de enkelte sorters. Alt i alt betyder dette, at man har en fordel af at dyrke blandinger. Dog er det indtil videre ikke muligt at forudsige, hvilke egenskaber sorter skal have for at de giver den bedste blanding. Derfor må sortsblandinger afprøves på tilsvarende vis som enkelte sorter.

## Konkurrenceevne over for ukrudt

Når man taler om konkurrenceevne over for ukrudt er det vigtigt at skelne mellem ukrudtsundertrykkelse (sortens evne til at undertrykke ukrudtets vækst) og ukrudtstolerance (sortens evne til at producere et stabilt kerneudbytte uanset ukrudtstryk). Et mål for sorters forventede evne til at undertrykke ukrudt (konkurrenceindekset) har været offentliggjort i værdiafprøvningen de sidste 3 år sideløbende med øvrige sortsegenskaber.

I projektet er det undersøgt, om nøjagtigheden af det eksisterende konkurrenceindeks kunne forbedres. Resultaterne har vist, at sorterens konkurrenceevne kan bestemmes bedre, hvis man foruden en måling af sorterens strå længde og skyggevirksomhed også måler bladstillingen og sorterens lysoptagelse ved begyndende buskning. Meget konkurrencestærke sorter er i stand til at reducere ukrudtets dækningsgrad med 40-55% i forhold til den maksimalt observerede dæknings-

grad af ukrudt, mens meget konkurrencesvage sorter kun er i stand til at reducere en dækningsgrad på 10-20%.

## Sædskifte og tilførsel af gødning

Seks forskellige sorter og to blandinger blev testet i et specialforsøg i et økologisk kvægbrugssædskifte. I alle sorter/blandinger var der merudbytter for at tilføre husdyrgødning, mens effekt af gødningstype og effekt af plads i sædskiftet varierede mellem de to forsøgsår. Ud fra et planteernæringsmæssigt synspunkt er en bygsort velegnet til dyrkning i økologisk jordbrug, såfremt den, straks efter fremspiringen, udvikler et stort rodnet og dermed danner grundlaget for en stor optagelse af næringsstoffer. Forsøget viste, at dyrkningsbetingelserne, herunder klima, plads i sædskiftet og blad sygdomme, har meget stor betydning for vårbygsorternes udbytte og kvalitet.



## Robusthed over for sygdomme

Bladsygdomme kan være et væsentligt problem både i konventionel og økologisk dyrkning af vårbyg. Der er gode muligheder for at forebygge bladsygdomme ved at lægge vægt på sortens (eller sortsblandingens) resistensegenskaber ved sortsvalg. Det er således afgørende at kende sortens modtagelighed over for de sygdomme, som med størst sandsynlighed kunne blive et problem lokalt. I BAR-OF markforsøg har specielt meldug og bladplet forårsaget store udbyttetab: beregninger angiver op mod 10 hkg/ha for den enkelte sygdom og de mest modtagelige sorter.

Sygdomsniveauet for den enkelte sygdom i den enkelte mark vil afhænge af sortens modtagelighed såvel som det lokale smittetryk i begyndelsen af vækstsæsonen, jordens næringsstofbalance- og frigivelse, mikrobiel aktivitet samt vind og vej. Forekomst af flere bladsygdomme på samme plante kan betyde øget konkurrence om "pladsen", og dermed kan tilstedeværelsen af én sygdom betyde, at andre sygdomme udvikles langsommere end ellers i samme afgrøde. Ud over negativ effekt på udbyttet, påvirker bladsygdomme også afgrødens kvalitet, ligesom der er en tendens til, at kraftige sygdomsangreb resulterer i kortere rødder.

### Projektleder

Hanne Østergård, forskningsspecialist,  
Forskningscenter Risø, 4000 Roskilde  
E-mail: hanne.oestergaard@risoe.dk


### Projektdeltagere

Gunter Backes (senere KVL) og Jeanette Vollmer,  
Forskningscenter Risø;  
Gerhard Deneken, Preben Klarskov Hansen,  
Ilse Ankjær Rasmussen, Hans Pinnschmidt,  
Mogens Hovmøller, Jørgen Berntsen,  
Ingrid K. Thomsen, Margrethe Askegaard,  
Kristian Kristensen og Jakob Willas,  
Danmarks JordbrugsForskning;  
Lisa Munk og Niels Erik Nielsen,  
Den Kgl. Vet. og Landbohøjskole.

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/viz.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/viz.html) og  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)





## Redskaber til at undgå iblanding af GMO i raps og flerårige græsser

Den øgede anvendelse af genmodificerede planter (GMP), samt den mulige forurening af økologiske produkter, kan få alvorlige konsekvenser for forbrugernes tillid til økologiske fødevarer. Samtidig udgør GMP et voksende problem for kontrol og håndtering af afgrøder i marken.

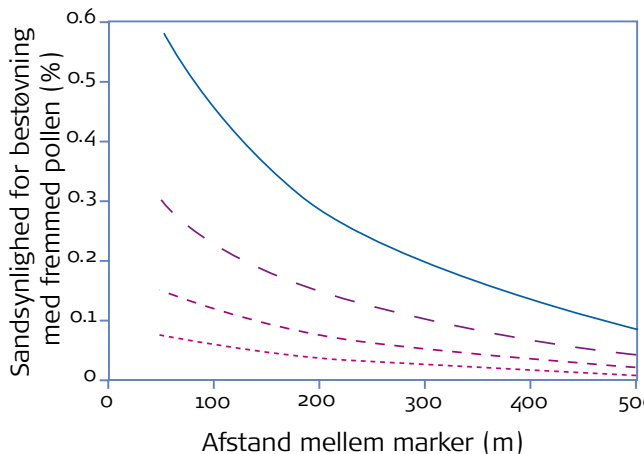
Beregninger har vist, at sandsynligheden for GMP-spredning er mindre for store økologiske marker end for små. Anvendelsen af et værnebælte (5 m) omkring den økologiske mark vil kunne reducere GMP-spredningen med ca. en tredjedel. En statistisk matematisk model er nu udviklet til at påvise generelle forhold, hvor der er særlig stor eller lille risiko for GMP-spredning til økologiske marker (f.eks. markplacering og vindforhold). Desuden konkluderer undersøgelsen, at høstmetoder, håndtering af frø efter høst, frøspild og overlevelse af frø i jorden bør inddrages mere end hidtil i vurderingen af spredning af genmodificerede sorter til konventionelle sorter.

I Europa og resten af verden forventes det – trods betydelig forbrugerskepsis – at anvendelsen af genmodificerede planter (GMP) vil stige. I økologisk jordbrug må der ikke anvendes GM-planter, men udbredelsen af GM-afgrøder i det konventionelle jordbrug vil øge risikoen for GMP-forurening af økologiske marker og produkter. Der er derfor behov for at tage forholdsregler mod GMP-spredning ved hjælp af fastlagte isolationsafstande mellem GMP-marker og økologiske marker samt etablering af sikkerhedszoner rundt om den økologiske mark. Desuden er det vigtigt at kunne påvise og overvåge GMP-spredningen til økologiske marker.

Projektet har søgt at opfylde disse behov ved at udvikle en række specifikke hjælperedskaber, heriblandt statistiske beregningsmodeller for spredning af pollen, redskaber og retningslinier for overvågning af GMP-spredning samt metoder til genetisk påvisning heraf.



Figur 1. Sandsynlighed for bestøvning med fremmed pollen i forhold til markafstand og markbredde. De viste kurver står for markbredder på 50 m (fuldt optrukken), 100 m (lang stiplede), 200 m (middel stiplede) og 400 m (kort stiplede).



### Krydsbestøvning fra GM- til ikke-GM-rapsmarker

En model for pollenspredning af genmodificeret raps til økologiske marker er færdigudviklet og anvendes til praktisk rådgivning. Forventede krydsningsfrekvenser i forhold til afstanden fra marken og bredden af et værnebælte er blevet

beregnet (Figur 1). Sandsynligheden for GMP-spredning er mindre for store økologiske marker end for små. For store marker forventes GMP-spredningen at være meget lille (ca. 0,1%) ved isolationsafstande på mere end 100 m. Anvendelsen af et værnebælte (5 m) omkring den økologiske mark vil kunne reducere GM-spredningen med ca. en tredjedel.

### Vindspredning af GM-pollen af raps og rug

Risikoen for vindspredning af GM pollen fra raps og rug til økologiske marker med samme af-grøde er undersøgt ved hjælp af en atmosfærisk computermodel. Modellen er en videreudvikling af den danske Operationelle Meteorologiske Luftkvalitetsmodel. Modellen kan anvendes til at påvise forhold og markplaceringer, hvor der er særlig stor eller lille risiko for GM-spredning til økologiske marker (f.eks. markplacering og vindforhold). Således kan modellen bruges til at forudsige risikoen for vindspredning til de enkelte marker i landskabet. Spredningsmodellen inddrager meteorologiske data, afgrødens blomstringsperiode samt fysiske parametre for pollenet til beregninger af spredningen fra andre marker i landskabet.

Modelberegningerne af den rumlige fordeling af rapspollen for tre lokaliteter og for fem pollensæsoner tyder på, at vindspredningen af pollen varierer meget pga. variationer i de meteorologiske forhold fra sæson til sæson og fra sted til sted.

### **Forudsigelse af GM-forurening**

Modellen har også været benyttet til at lave mere detaljerede beregninger for et testområde i Jylland. Ud fra oplysninger om fordelingen af afgrøder i landskabet giver denne scenarieberegning et indblik i betydningen af fordelingen af marker i landskabet i et område med vinterrug. Generelt understøtter disse modelberegninger, at separationsafstanden mellem markerne er den mest effektive parameter for at nedsætte den relative andel af GM-pollen over en ikke-GM mark. Fordelingen af markerne i landskabet og den dominerende vindretning i det pågældende område er dog også yderst vigtige parametre for den samlede transport af pollen.

Forsøget har vist, at man, ved at inkludere de lokale meteorologiske forhold for aktuelle år, evt. for en længere årrække, kan opbygge et mere detaljeret billede af spredningsrisikoen i de enkelte marker i det pågældende område. Dette komplekse værktøj kan således benyttes til vurdering af f.eks. behov for særlige afstandskrav for GM-marker i specificerede områder af Danmark baseret på de lokale forhold.

### **Genetisk forskel mellem certificerede frø og markafgrøde**

Spildsæd fra tidligere GMP-dyrkning og forurening af såsæd med GMP kan give problemer for de økologiske avlere. For at imødekomme dette blev der afprøvet en genetisk analysemetode (ISSR) til påvisning af utilsigtet iblanding via pollen og frø i rapspartier. Metoden blev brugt til at undersøge spredningsvejene til en forsøgsmark med rapssorten Canberra. Det viste sig, at gen-profilen hos høstede planter



fra forsøgsmarken og frø fra rapsplanterne var genetisk forskellige, og også forskellige fra den certificerede frøudsæd.

En nærmere analyse tydede på, at hovedårsagen var fremspiring af rapsplanter fra spildsæd fra tidligere rapsdyrkning, og at pollenspredning fra nabomarken her ikke var af væsentlig betydning. Det kunne ikke udelukkes, at frøudsæden var genetisk inhomogen, hvilket kan betyde, at de nuværende krav til sortsrenhed er utilstrækkelige, når der kommer GM-sorter på markedet.

Som konklusion på undersøgelsen ser det ud til, at høstmetoder, håndtering af frø efter høst, frøspild og overlevelse af frø i jorden bør inddrages mere i vurderingen af spredning af genmodificerede sorter til konventionelle sorter. Yderligere undersøgelser af spredningsvejene for raps via udsæd og frøoverlevelse i jorden er derfor ønskelige.

### **Overvågning af GMP-spredning**

Overvågning kan gøre det muligt tidligt at påvise en eventuel spredning af GMP til økologiske marker og dermed begrænse og forebygge de uønskede konsekvenser for økologisk jordbrug. Metoderne skal målrettes mod at påvise spredning af transgener fra GM- til ikke-GM-marker via pollen, ukrudtshybrider eller via en utilsigtet iblanding i såsæden. Anvendelighed af forskellige genetiske markører og metoder til påvisning af GM-spredning er blevet undersøgt med forslag til anvendelse.

### **Projektleder**

Gösta Kjellsson, seniorrådgiver,  
Danmarks Miljøundersøgelser, 8600 Silkeborg  
E-mail: GK@dmu.dk

### **Projektdeltagere**

Christian Damgaard, Vibeke Simonsen, Jørgen Brandt,  
Camilla Geels, Lise Marie Frohn, og Per Løfstrøm,  
Danmarks Miljøundersøgelser.

### **Publikationer og mere information**

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/vi3.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/vi3.html)  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



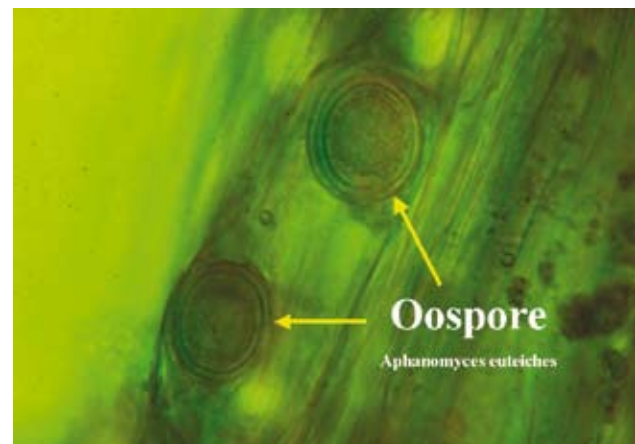


## Bælgsæd i økologisk dyrkning

Ært, hestebønne og lupin er værdifulde protein-kilder i dyrefoder. En høj andel af bælgplanter er vigtige i det økologiske dyrkningssystem på grund af evnen til at fiksere atmosfærisk kvælstof og på grund af deres sygdomssanerende egenskaber over for kornsygdomme. Det er derfor vigtigt at sikre sig, at der ikke opstår problemer med sædskiftesygdomme i sådanne sædskifter. Øget kendskab til jordbårne patogener specificitet samt identifikation og udvikling af sorter med høj resistens over for relevante sygdomme kan medvirke hertil.

Undersøgelser har vist, at lupiner kan dyrkes på den ærtetrætte jord, og at ærter modsat kan dyrkes på den lupintrætte jord. Enkelte lupinsorter er meget antrachnose-resistente. Ved test af 40 ærtesorter, er der kun fundet små forskelle i sorternes *Aphanomyces*-rodrådresistens, mens 65% var fuldt resistente over for sankthanssyge. En ny forædlingsstrategi i ært har skabt stor genetisk variation i *Aphanomyces*-resistensen, der muligvis kan udnyttes i en videre forædlingsstrategi.

En af de største hindringer for at øge andelen af frøbælgplanter i sædskifter er jord- og frøbårne patogener. I områder med lang tradition for ærte dyrkning har tidligere danske undersøgelser vist, at 10-20% af markerne ikke er egnede til ærte dyrkning på grund af sædskiftesygdommen *Aphanomyces* rodråd. I sådanne marker kan der gå mindst 20 år, før der igen kan dyrkes ærter uden risiko for udbytte- og kvalitetstab. Det er derfor vigtigt at forebygge opformeringen af rodsygdomme, så dyrkningen af ært, lupin og hestebønne ikke begrænses af sådanne sædskifteproblemer.



Hvilelegemer (oosporer) af *Aphanomyces* i ærterod. Levedygtige i marken i op til 20 år

Dette projekt har bl.a. omhandlet undersøgelser af jordbårne sygdommes betydning for frøbælgplanter i økologisk jordbrug, herunder patogenitet og værtplanteregister for de vigtigste jordbårne svampepatogener. I den forbindelse er der udviklet screeningsmetoder, hvormed resistens mod de relevante sygdomme kan evalueres, f.eks. i sortsafprøvnin-



gen. Undersøgelserne er udført med henblik på at udvikle en strategi, der kan forhindre en uønsket opbygning af jordbårne patogener i bælglanterige sædskifter.

### Patogener på ært og lupin i markforsøg

I tre års markforsøg fra 2002-2004 er fem sorter af henholdsvis ært, hestebønne og lupin blevet testet for resistens over for naturligt forekommende jordpatogener på et lupintræt areal, hvor der tidligere er observeret alvorlige symptomer på visnesyge i lupin forårsaget af *Fusarium oxysporum*. I alle tre forsøgsår udviste lupinsorterne signifikante sortforskelle i modtageligheden over for visnesygen. Sorten Prima havde meget ødelæggende visnesygeangreb og var konsekvent den mest rodrådmodtagelige. De øvrige sorter udviste kun rodrådssymptomer. Hverken hestebønne- eller ærtesorter

Vækst af lupin på hhv. sund (venstre) og lupintræt jord inficeret med *Fusarium spp.*)



udviste visnesymptomer eller reduceret vækst, og alle ærtesorter var helt uden rodsymptomer.

De samme fem sorter af ært, hestebønne og lupin blev testet på lignende vis i et ærtetræt areal. Som forventet udviste alle ærtesorter i alle år alvorlige rodrådssymptomer, og ingen sorter havde et brugbart resistensniveau ved højt sygdomstryk. I modsætning til sygdomsbilledet i ært, var alle fem lupinsorter praktisk talt symptomfri i de tre år. Hestebønner havde kun betydelige rodnekroser i 2003.

De tre års forsøg har samstemmende vist, at lupiner tilsyneladende uden problemer kan dyrkes på den ærtetrætte jord, og at ærter modsat kan dyrkes uden problemer på den lupintrætte jord. De jordbårne ærtepatogener angriber således primært ært og muligvis hestebønne, mens de jordbårne lupinpatogener kun angriber lupin og i nogen udstrækning hestebønne.

### Jordtest for tilstedeværelse af rodpatogener i økologiske marker

Der blev udtaget jordprøver fra ti marker, der havde været dyrket økologisk i mindst 15-20 år, og hvor der havde været dyrket ært 3-4 gange inden for denne periode. En jordtest viste, at der i 13 af disse marker var et sygdomsindeks i ært på mellem 90 og 100. Dette skal ses i lyset af, at en værdi på 80 eller derunder er den anbefalede grænse for dyrkning af ærter. Undersøgelserne bekræfter derfor formodningen om høje smittetryk af ært-specifikke rodsygdomme i økologiske marker.

En anden jordtest af to ærtetrætte jorder, der var udtaget fra en henholdsvis økologisk og konventionelt dyrket mark viste, at der tilsyneladende var en øget opformering af et bredere patogenkompleks i det økologiske areal, der kunne angribe både ært, lucerne og vikke. Det frarådes derfor at dyrke disse tre bælglanteafgrøder i et tæt sædskifte. De to jordtests viser, at der er et stort behov for at udføre en simpel undersøgelse af forekomst og specificitet af rodpatogene svampe i et bredt udsnit af økologisk dyrkede marker i Danmark for at få et overblik over specificiteten og udbredelsen af rodpatogene skadegørere i bælglplanter.

### **Anvendelse af ny forædlingstrategi for rodrådresistens i ært**

Forskellige forædlingsmetoder er på verdensplan afprøvet i bestræbelserne på at gøre planter mere resistente over for rodråd forårsaget af *A. euteiches*. Men forædling har vist sig vanskelig fordi resistensen beror på flere gener. I dette projekt har vi undersøgt, om "composite cross", som forædlings- og selektionsmetode, er en brugbar vej til at opnå øget resistens over for jordbårne sygdomme i ært. Væksthus- og markevaluering af afkom fra composite cross-krydsningerne har vist, at der blev skabt stor genetisk variation i resistens over for rodrådpatogeter, hvilket indikerer, at teknikken er brugbar i fremtidigt forædlingsarbejde. Disse resultater har dog ikke kunnet eftervises i væksthushundersøgelser, hvor de selekterede forædlinglinier ikke har udvist en større tolerance over for hverken rodråd eller visnesyge.

### **Ærtesorters resistens over for rodråd og sankthanssyge**

I 2004 blev ca. 40 sorter testet for resistens over for jordbårne sygdomme ved dyrkning af sorterne på et ærtetræ areal med højt smittetryk af *A. euteiches*. Resistens blev bedømt ved at score graden af plantegulning. På trods af stor variation var der statistisk forskel imellem sorters grad af gulning. Undersøgelse af de samme sorters resistens over for sankthanssyge viste, at 25 ud af 39 karakteriserede sorter var resistente over for sankthanssyge forårsaget af *F. oxysporum f.sp. pisi*. Kun 5 ud af 14 sorter fra den danske sortliste var resistente. Der mangler dog undersøgelser, der viser udbredelsen af visnesyge i ært, der ofte forveksles med ærterodråd forårsaget af *A. euteiches*.

### **Lupinresistens over for jordbårne patogener**

Gentagen lupindyrkning kan medføre opformering af jordbårne patogener, f.eks. *Fusarium spp.*, der kan resultere i rodråd og visnesyge (lupintræt jord). Markforsøg har vist, at bare én sæson med lupindyrkning kan være tilstrækkelig til at give udbredt visnesyge i modtagelige sorter i den efterfølgende vækstsæson. Såfremt lupin skal vinde indpas som proteinafgrøde, er det derfor nødvendigt at anvende sorter med høj resistens.

I 2003 og 2004 blev 26 sorter testet på et lupintræt areal. Forsøgene har vist store forskelle i sorterens resistensniveau – rangerende fra normal vækst til fuldstændig nedvisning. Polske og australske sorter havde generelt alvorlige visnesy-



Test af lupinsorters resistens over for *Fusarium visnesyge*

gesymptomer, mens russiske, hviderussiske og danske sorter generelt var normalt udviklede med god bælgætning.

### Resistens over for udsædsbåren lupin-anthraxose

Anthraxose forårsaget af *Colletotricum gloesporioides* anses for at være den alvorligste udsædsbårne sygdom i lupin. I projektet er der nu udviklet en væksthudmetode til undersøgelse af sorters kimplanteresistens. Test af 30 sorter viste store forskelle i kimplanteresistens varierende fra fuldt modtagelige sorter, der var totalt rådne efter 10 dage, og til meget resistente sorter, der producerede normale kimplanter.

Til undersøgelse af stængler og bælgens anthraxose-resistens er der udviklet en markscreeningsmetode, der simulerer spredning af sygdommen fra en punktsmittekilde. Den højeste grad af stængel- og bælgresistens blev observeret i henholdsvis tre danske og en australsk sort. Sådanne sorter vil formodentlig kunne hindre eller forsinke spredning af anthraxose på og mellem planter og mindske udvikling af

frøsmitte. Den anbefalede kassationsgrænse for anthracnose i udsæd af lupin er o baseret på udenlandske erfaringer. For at basere skadetærskler på danske erfaringer med smalbladet lupin (*Lupinus angustifolius*) og differentiere efter forskelle i resistens er graden af overførsel fra udsæd til plante og videre til frø undersøgt for udvalgte sorter. Foreløbige resultater viser, at resistente sorter kan have en infektion i udsæden på nogle procent uden at afgrøden angribes, samt at den videre overførsel til frø er meget begrænset. Modtagelige sorter kan derimod udvikle alvorlige angreb, selv ved lav smitte i udsæden.

### Projektleder

Lars Bødker, seniorforsker,  
Danmarks JordbrugsForskning  
Forskningscenter Flakkebjerg, 4200 Slagelse  
E-mail: lars.bodker@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Bjarne Jørnsgård og Nikolai Kuptsov,  
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole;  
Jens C. Knudsen, Toft Plant Breeding og Birgit Jensen,  
Danmarks JordbrugsForskning

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside:  
[www.foejo.dk/forskning/foejoi/vi4.html](http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/vi4.html) og  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



*Porrefrøstand med hat*

## Metoder til sikring af GMO-fri økologisk udsæd af grønsagsfrø og foderafgrøder

Mangel på økologisk udsæd kan være en alvorlig kilde til spredning af genmodificerede organismer (GMO) i økologisk jordbrug.

Tunneldyrkning af grønsagsfrøafgrøder er en mulighed for at sikre genetisk renhed af den opformerede udsæd. Metoden har vist at kunne forbedre frøkvaliteten samtidig med at være "praktisk gennemførlig". Projektet har hermed anvist en effektiv og simpel metode for frøproduktion i tunnel for de afgrøder, som i økologisk produktion anvendes i begrænset udstrækning. Det kan være økologisk udsæd af de grønsager eller anden GMO-fri udsædsproduktion, hvor der skal udvises særlig opmærksomhed vedrørende krydsbestøvning.

Ved grønsagsproduktion er der behov for et stort udvalg af sorter, som opfylder avlernes krav om produktkvalitet, sundhed, dyrkningsegenskaber m.m. Ved økologisk produktion kniber det fortsat med udvalget af økologisk udsæd inden for de efterspurgte sorter.

Manglende tilstedeværelse af økologisk udsæd kan være en alvorlig kilde til spredning af genmodificerede organismer (GMO) i økologisk jordbrug. Denne spredningskilde får stor betydning for opretholdelse af sameksistens mellem GMO, konventionelle ikke-GMO og økologiske afgrøder. Ud over GMO-spredning, som følge af anvendelse af ikke-økologisk udsæd, påpeges pollenspredning og hybridisering med nært beslægtede kulturplanter eller vilde slægtninge som en væsentlig spredningskilde. Denne er størst for fremmedbestøvende arter, som har vind- eller insektbestøvning.

Forsyningen af økologisk udsæd af grønsager er meget sparsom, og forsyningen af sorter, som er fundet dyrkningsværdige i Danmark, er for mange arter af grønsager ikke eksisterende. Inden for en række foderafgrøder er der et sammenfald mellem arter, inden for hvilke der

- p.t. findes og anvendes GM-sorter (i produktion uden for EU samt i udsætningsforsøg i EU)
- er risiko for pollenspredning og hybridisering
- findes ingen eller utilstrækkelig økologisk udsædsproduktion.

I nærværende projekt er der fokuseret på opbygning af en økologisk grønsagsfrøproduktion for de arter, som har det største økologiske produktionsareal i Danmark, og hvor frøproduktion i Danmark er realistisk. Forskningsprojektet har resulteret i dyrkningsanvisninger for en GMO-fri, økologisk frøproduktion for udvalgte grønsagsarter og foderafgrøder i sorter, som er dyrkningsværdige i økologisk jordbrug. Endvidere er de fremtidige aspekter for opretholdelse af adgang til GMO-fri udsæd evalueret.

### Identifikation af svampe på frø

I 2003 blev der gennemført en screening for, hvorvidt fotoidentifikation kan anvendes til at identificere svampe på frø. Første fase var at undersøge, om svampesporer, uanset svampeart, kunne genkendes med billedbehandlingsudstyr. Sporer blev påført papir samt frø, og multispektrale billeder blev taget. Det viste sig at være muligt at se sporer. Det var dog problematisk, når der var tale om svampe med meget små sporer. I disse tilfælde kunne de kun ses, hvis de lå i

store klumper. Undersøgelserne viste også, at udstyret hertil ikke var optimalt. Dette er siden hen blevet forbedret og testet.

### Tunneldyrkning af økologiske grønsagsfrø

Frøproduktion i tunnel er et væsentligt redskab til sikring af genetisk renhed af den opformerede udsæd. Denne produktionsform anvendes allerede i dag af danske frøfirmaer ved hybrid-frøavl af eksempelvis spinat. I 2000-2005 er der gennemført en screening af økologisk grønsagsfrøproduktion i tunnel ved DJF-Flakkebjerg. Frø fra denne produktion er analyseret ved udsåning i det økologiske sædskifteareal på Årslev, hvor småplanter fra økologisk produceret frø er sammenlignet med småplanter spiret fra konventionelt produceret frø af samme sort. De afprøvede arter er gulerod, porre og blomkål, og resultaterne har overvejende været positive.

I det tidlige forår opstilles tunnelen, som er 5 x 50 m. Den har lodrette sider op til cirka 1 meters højde, og disse sider





består af insekttætte net, og taget er af plastikfolie. De lodrette sider muliggør en bedre udnyttelse af arealet, da planterne kan sættes næsten helt ud til siderne. Efter opstilling udplantes grønsagerne. Ved frøproduktion af gulerod anvendte vi det første år overvintrede rødder, medens der de efterfølgende år anvendtes planter, som blev sået i væksthuse i august og siden stod i et koldt hus vinteren igennem. Ved frøproduktion af porre har vi anvendt planter, som er overvintret på friland. Blomkålsplanterne blev sået i væksthuse i løbet af vinteren/det tidlige forår og fik en kuldebehandling inden udplantning.

### Effekt af plantetæthed

Der er eksperimenteret med plantetæthed, da den mindste plantetæthed forventes at give den bedste kvalitet af de høstede frø, medens størst udbytte opnås ved en større plantetæthed. Erfaringerne har vist, at frøkvaliteten godt kan opretholdes ved de større plantetætheder, og da omkost-

ningerne er store ved denne produktionsform, er det en fordel at optimere udbyttet. De anvendte plantetætheder er 0,25 × 0,35 m for gulerod, 0,125 × 0,125 m for porre og 0,5 × 0,5 m for blomkål.

Forfrugten har været lucerne og vårbyg, så der har været varierende N-min-indhold i jorden ved udplantning. Kvælstofdeling er korrigeret for jordens indhold for at undgå for kraftig vegetativ udvikling af planterne. Tilsvarende er der vandet i begrænsede mængder – i form af drypvanding. Gennem vækstsæsonen er der, for alle tre arters vedkommende, en del håndarbejde i form af opbinding og renholdelse af planterne. Bestøvningen er udført af honningbier, som er indsat umiddelbart forud for blomstring.



## Høstmetode og udbytte

Afgrøderne er høstet fra midten af august (gulerod og blomkål) indtil midten af oktober (porre). Et af de spørgsmål, som har stor betydning for arbejdsforbruget ved denne produktionsform, er, om afgrøderne bør høstes som enkeltplanter i forhold til modenhed eller om hele afgrøden kan skårlægges. Resultaterne tyder ikke på, at der opnås væsentlige merudbytter ved høst af enkeltplanter, men det forudsætter, at man er i stand til at fastlægge det optimale skårlægningstidspunkt.

Frøudbytterne har generelt været gode, og både frøudbytte og -kvalitet er væsentligt forbedret i forhold til en tilsvarende produktion på friland. De opnåede udbytter er godt 1 t/ha i gulerod, 1-2 t/ha i porre, medens blomkålen blev angrebet af knoldbægersvamp, hvilket reducerede udbyttet kraftigt. En forudsætning for at denne produktion kan lykkes er, at frøkvaliteten er god. For en række grønsagsarters vedkommende er frøproduktionen netop flyttet til Italien eller Frankrig, da man dér opnår en bedre kvalitet i de sent modnende arter – som eksempelvis gulerod.

Frøkvaliteten (spireevnen og spireenergi) har været meget tilfredsstillende, og det er dermed vist, at tunnelproduktion af grønsagsfrø kan gennemføres med godt resultat for en lang række grønsagsarter.



### Projektleder

Birte Boelt, forskningsleder  
Danmarks JordbrugsForskning,  
Forskningscenter Flakkebjerg, 4200 Slagelse  
Birte.Boelt@agrsci.dk

### Projektdeltagere

Lise Christina Deleuran, Anne Mette Dahl Jensen,  
Gitte Kjeldsen Bjørn, Lars Bødker, DJF og  
Jens Michael Carstensen, Videometer A/S

### Publikationer og mere information

Se projektets hjemmeside  
<http://www.foejo.dk/forskning/foejoi/vi5.html>  
samt internetarkivet: [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)



I FØJO gennemføres en række centeraktiviteter, som dels skal medvirke til at udvikle forskningen, dels udnytte den synergi, som er et resultat af samarbejdet mellem de forskellige forskningsmiljøer. Ud over koordinering, ledelse og evaluering af forskningsprogrammer omfatter aktiviteterne bl.a. vidensynteser, forskningsudvikling, internationalt samarbejde, forskeruddannelse og forskningsformidling.

### **Vidensynteser**

Vidensynteser spiller en vigtig rolle i udviklingen og kommunikationen af forskningen under FØJO og er samtidig et effektivt redskab i planlægningen af nye forskningsprojekter. Dette gælder både med hensyn til at afklare specifikke problemer og til at skabe et bredt dækkende, overordnet perspektiv på et specifikt emne. I 2004 - 2005 er der bl.a. gennemført en vidensyntese om økologisk jordbrug i globalt perspektiv.

### **Forskningsmetodik og værdiundersøgelser**

FØJO arbejder for at sikre, at forskningssystemerne fokuserer på de mest relevante udfordringer for økologisk landbrug og bæredygtigt jordbrug generelt. Iværksættelse af relevant og proaktiv forskning kræver bl.a. viden om mål og værdier i det undersøgte system. I dette tilfælde den helhedsorientering samt de mål og værdier, der styrer økologisk jordbrug. FØJO har tidligere udarbejdet oplæg til den danske diskussion om værdier og principper (se [www.foejo.dk/debat](http://www.foejo.dk/debat)). Endvidere har arbejdet dannet grundlag for den revision af IFOAMs grundlæggende principper for økologisk jordbrug, som blev vedtaget i efteråret 2005 (se [www.ecowiki.org](http://www.ecowiki.org)).

### **Europæisk og internationalt samarbejde**

På europæisk og internationalt plan er der stigende interesse for økologisk og bæredygtigt jordbrug. EU kommissionen har således i de senere år finansieret et stigende antal forskningsprojekter inden for økologisk jordbrug. Forskningsprojekterne i FØJO II har her dannet basis for en stor dansk deltagelse i EU's forskningsprogrammer. Dette gælder både for tilknyttede forskere og FØJO's sekretariat. En oversigt over deltagelsen i EU's forskningsprogrammer kan findes via [www.foejo.dk](http://www.foejo.dk).

### **Forskeruddannelse og ekspertiseopbygning**

I samarbejde mellem KVL og FØJO er der tidligere etableret en forskerskole for økologisk jordbrug (SOAR), som har til formål at styrke kvaliteten af uddannelsen af forskere i økologisk jordbrug. Herudover har FØJO via FØJO II ydet støtte til 32 ph.d.-projekter inden for bæredygtigt jordbrug og fødevareproduktion (se [www.soar.dk](http://www.soar.dk)).

### **Formidling**

Forskningen i FØJO II formidles løbende via nyhedsbreve, faglige artikler og publikationer samt via møder, markvandring osv., som FØJO og de enkelte projekter holder. Via [www.foejo.dk](http://www.foejo.dk) er der fri adgang til nyhedsbreve m.m. Tilsvarende er der via FØJO's internetarkiv [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org) fri adgang til artikler, rapporter og videnskabelige publikationer.

I forbindelse med FØJO II er der – indtil videre – udgivet 1145 publikationer, som kan findes via [www.orgprints.org/view/projects/1darcof2.html](http://www.orgprints.org/view/projects/1darcof2.html).