



Bæredygtighed for fremtiden

1858



OVERLEVELSE



VÆKST

UDSYN



**Mod en bæredygtig hverdag
– før, nu og fremover**

I 150 år har Det Biovidenskabelige Fakultet været optaget af at gøre en forskel i for det samfund, vi er en del af. Tilbage i 1858 var det et spørgsmål om overlevelse, siden skete der en enorm vækst i jordbruget. Der bliver senere brug for udsyn: Vores viden skal bruges i ulandene for at sikre global stabilitet.

Fremtiden bringer igen nye udfordringer, og bioteknologi vil være løsningen på mange af dem – nogle vil mene, at der bliver tale om en ren revolution!

Læs mere på: www.life.ku.dk/150

20

The background is a vibrant, abstract composition of green and black. It features a dense, swirling pattern of organic shapes, possibly resembling leaves or cellular structures. Interspersed throughout are numerous small, dark, circular elements that look like bubbles or droplets, some with bright highlights. Faint, thin black lines form large, overlapping circles across the upper portion of the image. The overall effect is dynamic and textured.

08

REVOLUTION

Indhold

Man høster som man sår	3
<i>Af Torben Greve</i>	
Bæredygtighed handler også om økonomi	4
<i>Af Brian H. Jacobsen</i>	
Planteekstrakter giver sunde frø	6
<i>Af Britt Tang Sørensen og Maria Busch</i>	
Er dansk landbrugsjord en tikkende forsorbombe?	7
<i>Af Ole K. Borggaard og Hans Christian B. Hansen</i>	
Robotter støtter bæredygtighed	8
<i>Af Hans W. Griepentrog</i>	
Hvem gavner hvem i marken?	9
<i>Af Jørgen Eilenberg, Annette Bruun Jensen og Nicolai Vitt Meyling</i>	
Pesticider sætter dafnier i slowmotion	10
<i>Af Kirsten Christoffersen</i>	
Svampen i den gode sags tjeneste	12
<i>Af Dan Funck Jensen og Brigit Jensen</i>	
Økologiske fødevarer – bæredygtige værdier og praksis	13
<i>Af Vibeke Langer</i>	
Bæredygtighed i skovbruget	14
<i>Af J. Bo Larsen</i>	
Bæredygtigt landbrug – drøm eller virkelighed	16
<i>Af Per Pinstrup-Andersen</i>	
Bæredygtig husdyrproduktion – det kan lade sig gøre	18
<i>Af Jørgen Madsen</i>	
Mine høns er min bankbog	20
<i>Af Karsten Nellemann Kryger, Niels Christian Kyvsgaard, Hans Ranvig, Anne-Helene Tauson</i>	
Kassava-forædling: Fra toastbrød til vitaminbombe	21
<i>Af Birger Lindberg Møller og Kirsten Jørgensen</i>	
Grøn på den rigtige måde	22
<i>Af Henrik Vibe Scheller og Claus Felby</i>	
Bioemballage	23
<i>Af Marianne Jakobsen og Vibeke Kistrup Holm</i>	
Det foranderlige og multifunktionelle landskab	24
<i>Af Jørgen Primdahl</i>	
Byens grønne områder værner mod klimaændringer	26
<i>Af Stephan Pauleit</i>	
Fra Vejvand til drikkevand	27
<i>Af Marina Bergen Jensen</i>	
Den grønne vej – begynder her	28

Udgiver

Det Biovidenskabelige Fakultet for Fødevarer, Veterinærmedicin og Naturressourcer, Københavns Universitet
Bülowsvej 17, 1870 Frederiksberg C
Telefon 3533 2042

2008

Oplag: 20.000

Redaktion

Lykke Thostrup (ansvh. redaktør), Charlotte Aabo, Martin Bakken, Gudrun Lau Bjerno, Sanne Lund

Distribution

Kommunikation, Det Biovidenskabelige Fakultet

Tryk

Cathos

Design

Kliborg Design

Forsidefoto

Teis Bruno Nielsen.
Tak til Jørgen Eilenberg og Steen Malmlose for hjælp med sommerfugl og majsplante

Bagsidefoto

Janne Bavnhøj



Denne publikation er Svanemærke godkendt

Flere temahæfter kan bestilles gratis på tema@life.ku.dk

ISBN 87-991224-2-1

Man høster, som man sår

For 150 år siden var Danmark plaget af sult og fattigdom. I dag kæmper vi mod fedme og sygdomme afledt af vellevned. Tidligere var jorden bar og uopdyrket. I dag bugner de danske marker af afgrøder, og naturen omkring os er højt værdsat. Målet har hele tiden været at forbedre vores levestandard. Igennem 150 år har Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, nu Det Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet, haft fokus på, at dette sker på en bæredygtig måde. Det temahæfte, du sidder med i hånden, sætter fokus på nogle af de områder, som optager os: bæredygtighed i økonomisk, social og miljømæssig forstand. Fra vi dyrker vores afgrøder, til vi høster, bearbejder og fordeler dem.

*Af prodekan for forskning Torben Greve,
Det Biovidenskabelige Fakultet*

Vores hverdag vil om bare 50 år se markant anderledes ud. De produkter, vi omgiver os med, vil i højere grad være baseret på bioteknologiske og alternative løsninger.

Det er ikke usandsynligt, at meget større dele af fødevarerproduktionen bliver flyttet fra de traditionelle områder til nye, frugtbare zoner. For eksempel fra vores marker og ud i havet eller rummet – blandt andet for at vi kan bruge naturen omkring os til rekreative formål. Det er bæredygtighed i den forstand, at vores livskvalitet bliver højere i og med, at vi bor godt, rent og smukt.

Overlevelse

Spoler vi tiden 150 år tilbage, ser vi et land præget af en betydelig grad af sult, fattigdom og sygdom og med en gennemsnitlig levealder på kun cirka 46 år. Løsningen på datidens udfordringer var at dyrke landet og udvikle metoder til at kurere mennesker og husdyrs sygdomme. Det Biovidenskabelige Fakultet, der dengang hed Den Kgl. Veterinær og Landbohøjskole, blev oprettet med det formål at løse nogle af disse samfundsproblemer. Den viden, vi dengang producerede, var med til at omdanne Danmark til et frugtbart landbrugsland og var medvirkende til at udrydde de store husdyrsygdomme, der truede ikke bare dyr, men også mennesket. Det var bæredygtighed i den forstand, at vi fik mad på bordet og blev i stand til at overleve.

Vækst og udfordringer

50 år senere havde hverdagen ændret sig positivt for den danske befolkning. De guldene heder var blevet opdyrket og agerbruget og husdyravlen forfinet. Vi var blevet kendt for det danske Lurpak-smør og velsmagende og magre bacon. Eksempelvis fremavlede

vores forskere svin med et ekstra ribben, hvilket betød, at der kunne leveres mere af den gode bacon. Danmarks styrke blev eksporten af velrenommerede fødevarer – men var det bæredygtigt? Muligvis i økonomisk forstand, men det skabte nye udfordringer for forskning og udvikling på det jordbrugsvidenskabelige område, nemlig at sikre at den intensive landbrugsproduktion af såvel planter som dyr var bæredygtig. Forskerne fik dermed en dobbelt rolle: På den ene side skulle de medvirke til, at den danske landbrugsproduktion var lønsom, og på den anden side skulle de arbejde for, at produktionen skete med respekt for den øvrige natur.

Det blev også ganske klart, at vi ikke blot kunne forske og uddanne af hensyn til det danske marked og samfund. Blikket blev vendt mod blandt andet udviklingslandene og deres problemer med fødevarerforsyning, fødevarerikkerhed og sundhed. De erfaringer, som blev opbygget vedrørende bæredygtigt landbrug og fødevarerproduktion, kommer i dag mange udviklingslande til gode gennem et gensidigt forpligtende samarbejde inden for uddannelse og forskning. Dette globale udsyn er fortsat et markant vartegn for Det Biovidenskabelige Fakultet.

I den vestlige verden, inklusive Danmark, bliver livsstilssygdomme affødt af forkert ernæring og for lidt motion et stadigt stigende problem. Paradoksalt nok er vores viden om fødevarer-kvalitet og menneskers sundhed sakt og agterud sammenlignet med vores viden om dyrs ernæring og sundhed, men dette rådes der bod på ved at øge forskning og uddannelser i fødevarer og ernæring i 1980'erne og begyndelsen af 90'erne.

Revolution

Lokalt og globalt har vi bevæget os fra et decideret landbrugssamfund til et industri- og videnssamfund, og komplekse udfordringer og problemstillinger kan kun løses ved hjælp af den fremmeste forskning. Det gælder for eksempel produktion af vacciner fra planter, brug af dyr som modeller for sygdomme hos mennesker og fremstilling af bioenergi på en bæredygtig måde.

Det Biovidenskabelige Fakultet har med sin tværdisciplinære forskning og uddannelse, alene og i nært samspil med andre vidensinstitutioner og dansk erhvervsliv, store muligheder for at være en synlig aktør i det danske og internationale landskab, når det vedrører bæredygtige løsninger på globale udfordringer inden for vores kernekompetencer.

Bæredygtighed handler også om økonomi

Bæredygtighed består af tre ligeværdige delbegreber: Det økologiske, det sociale og det økonomiske aspekt. I forhold til bæredygtighed kan økologi og økonomi ikke opfattes isoleret, men ofte holdes de to begreber adskilt, og det giver problemer.

Af seniorforsker Brian H. Jacobsen, Fødevareøkonomisk Institut, Det Biovidenskabelige Fakultet

Det økologiske hensyn er snævert betragtet hensynet til den fremtidige produktion. Det sociale hensyn er hensynet til, at mennesket kan få opfyldt sine behov i bred forstand – fra ernæring til indkomst. Det økonomiske er hensyn til indtjening og kapital. De rammer, som de enkelte aktører handler inden for, er afgørende for blandt andet forurening og indkomstfordeling.

Samme mulighed for velstand

Bæredygtighedsbegrebet kan tolkes snævert som et krav om uændret påvirkning af omgivelserne, så der er de samme ressourcer til rådighed for fremtidige generationer. En bredere og mere smidig tilgang er imidlertid, at fremtidige generationer skal have mulighed for den samme velstand som i dag.

Det fremhæves i nogle sammenhænge, at fremgangen i jordbrugsproduktionen er sket på bekostning af de økologiske hensyn. Omvendt vil udpining af jorden også betyde, at indtjeningen falder, og derfor er det ikke i landbrugers interesse på kort eller mellemlang sigt at udpine jorden.

Måske slut med braklægning

Braklægning af landbrugsjord er et andet redskab, der ofte kædes sammen med bæredygtighed. Hovedformålet har været at producere mindre, men den afledte effekt har været miljøforbedring i form af lavere kvælstofudledning og mindre brug af pesticider. Nu er braklægningskravet midlertidigt ophævet, og meget tyder på, at EU i forbindelse med "sundhedschecken" af landbrugsreformen vil fjerne braklægningskravet permanent.

Det vil betyde, at en del af den braklagte jord på cirka 150.000 hektar igen vil blive dyrket, fordi der i øjeblikket er høje salgspriser på kornprodukter. Fødevareøkonomisk Institut har vurderet, at der kan blive tale om 50-100.000 hektar, der igen vil blive brugt til landbrug. Samtidig skal Danmark til at implementere EU's Vandrammedirektiv, der skal sikre, at vandmiljøet når en god økologisk status i 2015. Analyser, som Fødevareøkonomisk Institut har deltaget i, viser, at det kan blive nødvendigt at tage 50-100.000 hektar ud af produktionen. Det vil blandt andet være nær ådale, hvor man gerne vil forbedre de fysiske forhold i vandløb og mindske næringsstoffetabet til søer og fjorde. En bæredygtig udvikling kunne være at udtage de arealer, der giver den største miljøeffekt, så produktionen og indtjeningen kan foregå på de robuste arealer.

Hvad koster et godt klima?

Et andet eksempel på overvejelser omkring bæredygtighed mellem generationer er udledningen af drivhusgasser. Her har FN's klimapanel (IPCC) vurderet, at CO₂-udledningen skal reduceres med 50-85 % i forhold til i dag for at nå målet om, at temperaturen kun skal stige med 2 grader. Hvad det vil koste er usikkert, men det kan ifølge Risø koste omkring 5 % af bruttonationalproduktet (BNP).

Hvor meget vil vi betale for bæredygtighed i dag, og hvem skal i givet fald betale? Graden af bæredygtighed er en politisk afvejning, der skal tage højde for både de økologiske, de sociale og de økonomiske hensyn.





Foto: Niels Busch

Planteekstrakter giver sunde frø

Størstedelen af verdens fattigste mennesker er bønder. På et af verdens fattigste kontinenter, Afrika, er op mod 70 % af befolkningen beskæftiget med landbrug. Det er ikke nogen nem opgave at være fattig bonde i Afrika, da dårlig jordkvalitet, barske klimaforhold og sygdomme er dagligdag. På Dansk Center for Frø sundhed arbejder forskerne med at forbedre sundheden og kvaliteten af de frø, de fattige bønder bruger. Målet er at være med til at afskaffe fattigdom i udviklingslandene.

Af miljøkemiker Britt Tang Sørensen og informationskoordinator Maria Busch, Dansk Center for Frø sundhed, Det Biovidenskabelige Fakultet

De fleste bønder i den 3. verden er godt klar over, at en god frøkvalitet er en betingelse for, at de kan brødføde familien. Men det har vist sig uhyre svært for de fattigste bønder at fremstille eller skaffe sig adgang til frø af god kvalitet, og derfor står forbedret frøforsyning til en overkommelig pris højt på dagsordenen i mange udviklingslande.

Blade og rødder redder høsten

Ris er en vigtig fødevarer for befolkningen i Cameroun. Der er meget få risproducenter i landet - 90 % af risen i Cameroun importeres, selvom der er masser af land at dyrke på. Når der ikke er flere, der dyrker ris, skyldes det, at der kan være op til 60-100 % totalt tab på risudbyttet om året. Men nogle bønder har held med dyrkingen: De blander bestemte tørrede blade eller rødder i deres frø under opbevaringen for at beskytte frøene mod sygdomme. Danske forskere samarbejder nu med en forsker fra Cameroun for at finde ud af, hvad rødderne og bladene gør ved risfrøene.

Planteekstrakter til bekæmpelse af sygdomme

Plante produkterne kommer fra udvalgte naturlige planter i bøndernes lokalområde. Når de blandes med risfrøene, hæmmer de svampevækst og nedsætter angreb fra bakterier og insekter på frøet, når det opbevares efter høst, til det skal sås igen. Forskerne udvandt forskellige stoffer fra de plantedele, bønderne brugte, og de testede dem hver især for at undersøge deres virkning nærmere. Stofferne udvindes fra planten som ren planteolie-

essens, som udtræk af vand og som alkoholudtræk. Ved at teste forskellige planteekstrakter kan man nærme sig det specifikke aktive stof, der kan hæmme svampeangreb.

Høstudbyttet kan fordobles

Foreløbige resultater viser, at der specielt er én planteolieessens, der er særdeles effektiv og i høj grad hindrer svampevækst på risfrøene. Desuden viser udtræk med koldt vand fra planten stort potentiale som sprøjtemiddel til de udvoksede risplanter. Den omtalte plante udviser dermed en helbredende effekt på risen under markforhold. Det største høstudbytte blev opnået ved at behandle risfrøene med alkoholudtræk, efterfulgt af planteolieessens. Faktisk opnåede man ved denne metode en fordobling af det totale høstudbytte.

Godt for miljøet

Høstudbyttet er ikke den eneste gevinst ved brugen af disse plante produkter. Miljøet får også en tiltrængt håndsrækning, da plante produkterne viser sig at være mere effektive imod svampe-

angreb end syntetisk producerede pesticider – og så er de billige og nemme at anvende for bønderne.

Indtil videre tegner metoden lovende for risudbyttet blandt bønder i udviklingslande. Produkterne skal testes på adskillige kornsorter og plantesygdomme, så metoden kan anvendes så bredt som muligt. Forskerne håber, at deres arbejde kan munde ud i en generel strategi for udviklingslandene, hvorved de kan kontrollere rissygdomme ved brug af lokale plante produkter.



Foto: Henrik Veiring



Foto: Anders Tvevad/Biofoto

Er dansk landbrugsjord en tikkende fosforbombe?

Gødskning af vores marker udgør en trussel mod vandmiljøet. Særligt fosfor skaber alvorlige problemer i vores søer og fjorde. Derfor fokuserer forskningen på nye løsninger på det problem, der kaldes fosforbomben.

Af professor Ole K. Borggaard og professor Hans Christian B. Hansen, Institut for Grundvidenskab, Det Biovidenskabelige Fakultet

Alle levende organismer kræver fosfor. Det gælder også vandplanter, for eksempel grønalger. En ekstra dosis fosfor får dem til at vokse kraftigt, men øget algevækst er skidt for vandmiljøet. Når algerne dør og rådner, bliver ilten i vandet brugt, og fiskene dør.

Den ekstra dosis fosfor stammer i dag typisk fra landbrugsjorden. Fødevarerproduktionen i Danmark er meget intens – derfor får jorden tilført store mængder fosfor, hvoraf cirka 50 % kommer fra husdyrgødning.

Når fosforbomben sprænger

Siden 1950 er der ophobet fosfor i danske jorde – 5000 kg pr. hektar i gennemsnit. Derfor er nogle jorde mættede og kan ikke binde mere fosfor. På fosformættede jorde vil yderligere fosforgødsning udløse kaskaden: Øget fosforkoncentration → stimuleret algevækst → iltvind → fiskedød. Man kan sige, at fosforbomben bliver udløst.

Rene danske søer og fjorde kan typisk have en "baggrunds-koncentration" af fosfor på 0,05 mg/l. Fortsætter landmanden med at gødske markerne, kan der opløses 0,4 kg fosfor pr. hektar i drænvandet, hvilket er nok til at give uønsket algevækst i en nærliggende sø eller fjord. Fosforbomben udløses altså, hvis blot en promille af det fosfor, der er bundet i jorden, opløses.

Jorden som naturligt filter

Det går dog ikke altid så galt, fordi fosfor bindes meget stærkt i jorden. Faktisk er det jordens evne til at fungere som filter for fosfor og andre forurenende stoffer, som er årsag til, at grundvandet og vandet i søer og fjorde de fleste steder er rent. Men jordens

evne til at rense vandet kan opbruges. Begrænsningen af jordens filterkapacitet er bestemt af jordens sammensætning. Jord med et højt indhold af aluminium- og jernoxider binder store mængder fosfor, mens metaloxidfattige jorde let mættes med fosfor.

Fosformættede jorde kan ikke tilbageholde fosfor, men vil tværtimod afgive stoffet til det gennemsivende vand og dermed udløse fosforbomben.

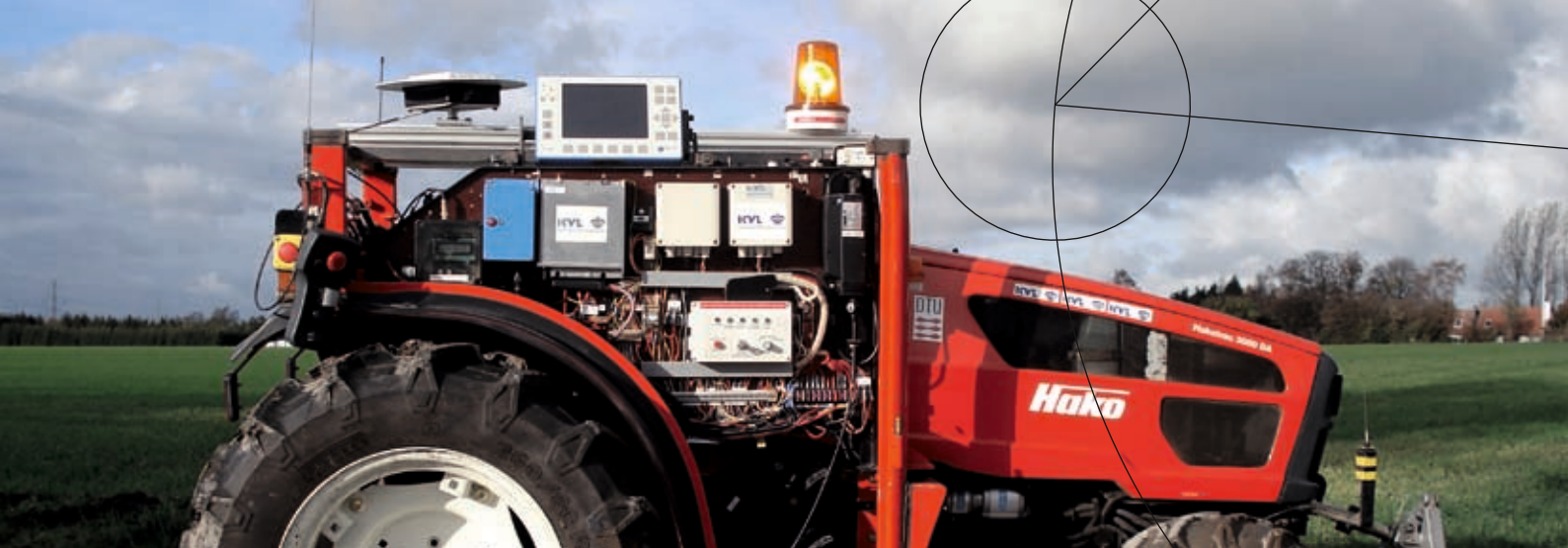
Det er muligt at placere "filtre" i landskabet. For eksempel kan bræmmer og våde enge langs vandløb og søer under de rette betingelser fange fosfor, der dræner fra markerne.

Mod en bæredygtig produktion af fødevarer

Uden laboratorieanalyser kan vi ikke sige, om en given jord er en tikkende fosforbombe eller del af et bæredygtigt fødevarerproduktionsystem. Erfaringen viser imidlertid, at mange lerede højbundslande stadig kan binde fosfor. Til gengæld kan især grovsandede landbrugsjorde i Vestdanmark, som er tilført store mængder fosfor fra gylle, være mættede med fosfor og udgøre en trussel for vandmiljøet.

I Vandmiljøplan III har politikerne besluttet, at vi skal gøre noget ved problemet. Hvordan kan fosfor i foderet udnyttes bedre, kan vi udvikle planter, der mere effektivt optager fosfor, og kan vi placere filtre i landskabet, så fosfor ikke når vandmiljøet? Hvis vi skal bevare jordens evne til at holde det danske vandmiljø rent, må vi tænke nyt og arbejde for en mere bæredygtig fødevarerproduktion.





Det Biovidenskabelige Fakultet har udviklet en lille, selvkørende og fuldautomatisk traktor. Foto: Hans W. Griepentrog

Robotter støtter bæredygtighed

Højteknologiske hjælpemidler kan på sigt spare landmændene for unødigt brug af pesticider, gødning, brændstof og tunge maskiner. GPS-teknologi kombineret med moderne optiske sensorer og robotteknologi gør det nu muligt at etablere, behandle og høste kulturplanterne mere effektivt og derved bidrage til mere bæredygtige produktionsmetoder.

Af lektor Hans W. Griepentrog, Institut for Jordbrugsvidenskab, Det Biovidenskabelige Fakultet

På Institut for Jordbrugsvidenskab ved Det Biovidenskabelige Fakultet har forskerne udviklet en lille, selvkørende og fuldautomatisk robotmaskine, som kan navigere ud fra enkeltplanters placering. Maskinen anvender digitale kort, som ved hjælp af GPS-teknologi etableres automatisk ved såning. Når frøet er lagt i jorden, bliver målingerne indlæst i et elektronisk databehandlingsprogram, som danner et digitalt markkort over samtlige planter på marken. Det er altså muligt at kortlægge samtlige sukkerroerplanter på en mark ud fra det digitale kort.

Robot fjerner ukrudtet

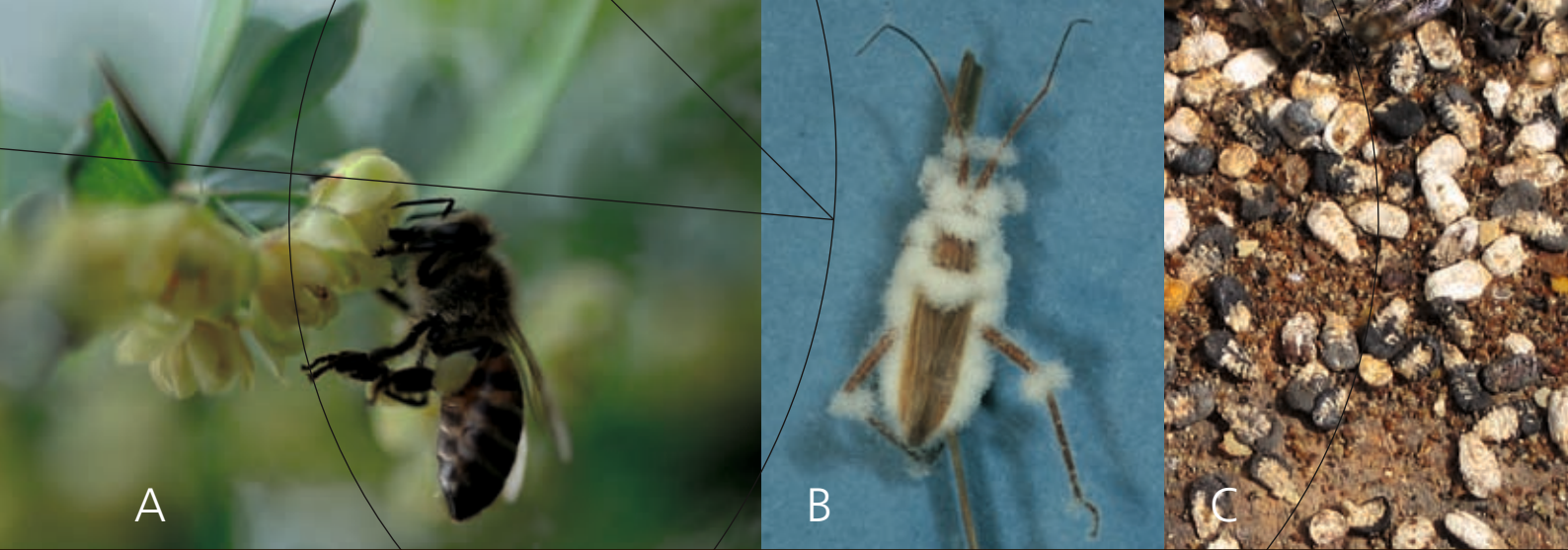
Hvis robotmaskinen indeholder et digitalt billedbehandlingssystem, som kan genkende nytteplanterne, kan den også fjerne ukrudtsplanter ved hjælp af et roterende redskab til ukrudtsbekæmpelse.

Visionen er at udvikle en robotteknologi, som kan reducere den manuelle indsats i økologisk dyrkning af grønsager,

roer og majs samt reducere jordpakning som følge af tunge maskiner. Institut for Jordbrugsvidenskab arbejder sammen med Danmarks Tekniske Universitet og en række forskellige virksomheder.



Automatisk maskine med roterende redskab og GPS til ukrudtsbekæmpelse. A: GPS antenne, B: Rotor-radrenser, C: Automatisk maskine. Foto: Hans W. Griepentrog



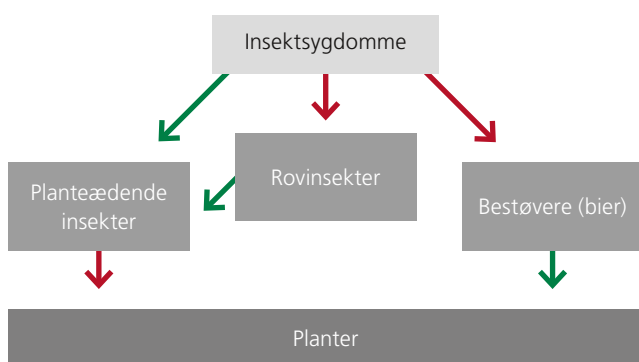
På foto A er vist en honningbi i funktion som bestøver. På B er vist en blomstertæge, som er inficeret med en hvid svamp. På C er vist svampeinficerede larver af honningbi. Fotos: A: Annette Bruun Jensen, B: Nicolai Vitt Meyling, C: Irfan Kandemir

Hvem gavner hvem i marken?

I det dyrkede land ønsker vi en høj produktion af sunde fødevarer samtidig med, at økosystemets biologiske mangfoldighed er så høj som muligt. Naturlige fjender er med til at holde skadedyrene nede uden brug af pesticider. Men når nogle svampearter angriber de nyttige insekter som rovinsekterne og bierne, kan det indirekte hæmme fødevarerproduktionen.

Af professor Jørgen Eilenberg, adjunkt Annette Bruun Jensen og adjunkt Nicolai Vitt Meyling, Institut for Økologi, Det Biovidenskabelige Fakultet

En rig mangfoldighed betyder mange arter af planter, dyr og mikroorganismer. Der er 'de gode organismer', der gavner fødevarerproduktionen, og der er 'de mindre gode organismer', der hæmmer afgrøderne. Samspelet mellem organismene kan være direkte eller indirekte, og det er vigtigt at undersøge de mange interaktioner for at sikre både mangfoldigheden og fødevarerproduktionen.



På figuren er vist, hvordan nogle få af de mange interaktioner mellem organismene virker. De grønne pile viser de interaktioner, der er nyttige for os, mens de røde pile viser interaktioner, der hæmmer vores fødevarerproduktion.

Hvis vi starter nedefra, er bestøvere (især bier) nyttige, mens en del planteædere er skadedyr, som lever på afgrøderne.

Rovinsekterne (prædatorerne) er nyttige, når de æder skadedyr-

rene, og det samme gælder nogle specielle svampe, der inficerer skadedyrene. Disse naturlige fjender er med til at holde skadedyrene nede uden brug af pesticider. Men når nogle svampearter inficerer de nyttige insekter som rovinsekterne og bierne, kan der være en indirekte hæmmende virkning på produktionen. Alt i alt et komplekst billede hvor den samme svamp kan være både god og dårlig afhængig af situationen.

Til at klarlægge interaktionerne indsamler vi insekter på økologisk dyrkede arealer og i bigårde og undersøger efterfølgende for insektsygdomme. I laboratoriet tester vi, om svampene kan inficere andre insektarter. Endelig bruger vi forskelligt molekylærbiologisk værktøj, som kan dokumentere, om der er samme genetiske profil på svampe fundet på forskellige insekter.

Blandt mange nye opdagelse i vores forskning har vi dokumenteret, at nogle genotyper af svampesygdomme tilsyneladende har én og kun én vært ud af de mange insektarter i agerlandet, mens andre svampe kan inficere mange forskellige arter af insekter. Andre svampegenotyper kan overleve i jorden i levende hegn, men findes ikke i landbrugsjord (selv økologisk dyrket) lige ved siden af heget.

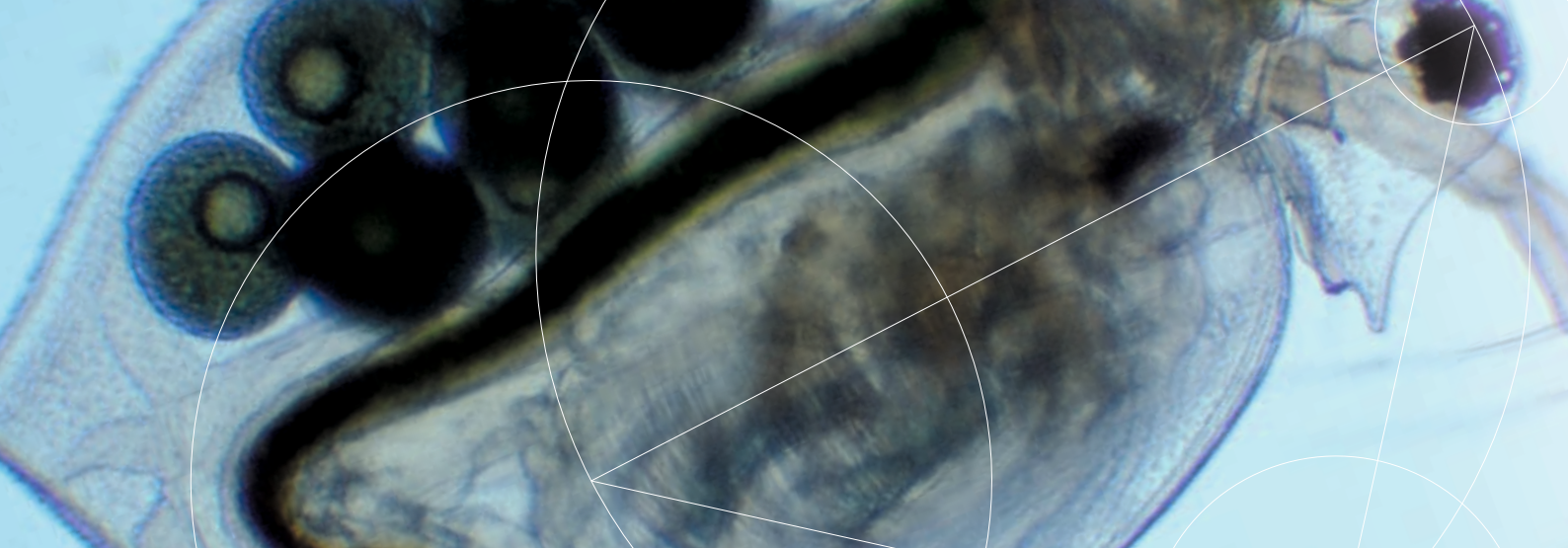


Foto: Biofoto/Aksel Øye

Pesticider sætter dafnier i slowmotion

Dafnier spiller en vigtig rolle i mange søer og vandhuller. De holder vandet klart, fordi de æder mikroskopiske alger og bakterier, og de er også selv føde for fisk. Især fiskeyngel lever i de første par år af dafnier og andre smådyr i vandet. Det er afgørende for dafniernes overlevelse, at de kan svømme hurtigt nok til at gemme sig for fiskene. En dafnie kan svømme flere hundrede meter på en nat - langt nok til at komme i ly for fiskenes sultne blikke. Hvis der altså ikke er pesticider i vandet!

Af lektor Kirsten Christoffersen, Ferskvandbiologisk Laboratorium, Det Naturvidenskabelige Fakultet

Målinger af pesticider i vandløb, søer og vandhuller i Danmark har vist, at en lang række giftstoffer findes i vandmiljøet. Selv om koncentrationerne som oftest er langt under de koncentrationer, som er dødelige for testorganismer, findes mange pesticider i koncentrationer, der kan have hæmmende effekter på helt basale funktioner hos helt andre organismer end dem, de oprindeligt var rettet mod. Stoffe, som anvendes til at bekæmpe insekter i landbruget, kan meget vel have alvorlige konsekvenser for dafnier, da dafnier er i familie med insekter og derfor kan derfor have samme eller endda større følsomhed overfor et pesticid.

Dafniers svømning undersøges

Miljøstyrelsen er opmærksom på de problemer, som uønskede pesticider kan have i vandmiljøet og medvirker til, at der gennemføres undersøgelser af, hvordan pesticider påvirker dyre- og plantelivet, så der kan sættes ind med regulering af pesticidforbruget eller udskiftning af særlig problemfyldte pesticider med mindre skadelige stoffer.

På Ferskvandbiologisk Laboratorium på Københavns Universitet har vi været med til at undersøge, hvordan dafniers svømmeevner påvirkes af pesticider.

Stoffet (et ud af flere), der blev undersøgt, var cypermethrin,

som er en nervegift, der påvirker flere dele af insekters nervesystem. Pesticidet virker på nervecellernes natriumkanaler, som igen sender vedvarende stimulus af cellemembranen. Reaktionen hos insekter er manglende evne til at koordinere bevægelser, periodiske krampes, lammelser og til sidst død.

Stor effekt på dafniers svømning

I forsøget efterlignede vi den situation, hvor en landmands sprøjtebom ved et uheld køres hen over et vandhul. Allerede 15 minutter efter dafnierne var blevet udsat for cypermethrin, var aktiviteten af deres brystlemmer, som de bruger til at svømme med, hæmmet. Efter bare tre timers eksponering til stoffet var aktiviteten reduceret til 33 % af den normale aktivitet. Dafniernes evne til at foretage en retningsbestemt svømmeaktivitet var tilsvarende udtalt. Det medførte en reduktion i den maksimale svømmehastighed på op til 68 % og nedsatte den gennemsnitlige svømmehastighed tilsvarende.



Forsøgssopstilling til videoovervågning af dafnier under påvirkning af pesticider. Foto: Kirsten Christoffersen.

Pesticider i søer og vandhuller

Pesticider kan tilføres søer og vandhuller ad flere spredningsveje: Ved overfladeafstrømning eller via drænvand i forbindelse med kraftig nedbør, ved vinddrift, ved atmosfærisk deposition eller ligefrem ved såkaldt punktkildeudledning – det vil sige, når en udspredding kommer for tæt på et vandhul eller et vandløb. Hvad der er den væsentligste kilde er usikkert, men overfladeafstrømning og vinddrift vil formentlig være af størst betydning i vandhuller på grund af et lille overfladeareal i forhold til bredzonen, ligesom vandvolumenet er lille i forhold til bredden. I større søer er tilførsel via tilløb formentlig den væsentligste kilde.

Fødekæden kan påvirkes kraftigt

Man kan prøve at flytte resultaterne fra laboratorieforsøget ud i den danske natur og se, hvad det kan betyde for livet i en sø, hvis et pesticid som cypermethrin uheldigvis lander i vandet:

Gammelmosen er en lavvandet midtjysk sø med en 5-10 meter bred littoralzone (brændingszone), hvor der vokser forskellige vandplanter – mest tagrør. Søen har kun få fisk, og der er ofte mange dafnier, fordi de kan skjule sig i områder med vandplanter i de lyse timer, hvor fiskene er mest aktive. Søen er cirka 150 m bred og 250 m lang. Den enkelte dafnie skal gennemsnitlig svømme 100 m for at nå ind og ud af vandplantezonen. Med en maksimal svømmehastighed på 0,85 m pr. minut vil det tage en dafnie omkring to timer at svømme 100 m. Hvis der findes en koncentration af cypermethrin på 0,5 mikrogram pr. liter, som er en realistisk koncentration, hvis en sprøjtebom rager ud over søen, vil den maksimale svømmehastighed være reduceret til 0,4 m pr. minut, og dermed skal dafnierne bruge lidt over fire timer på at tilbagelægge 100 m.

Hvis dafnier skal bruge mere tid på at svømme, betyder det dels, at der er mindre tid til at optage føde, og dels at risikoen for at blive opdaget som bytte øges. Begge forhold vil betyde mindre overlevelse og vækst af dafnierne, og dermed forringes deres bidrag til at opretholde klart vand og en balanceret fødekæde kraftigt, hvis der blot kortvarigt (få døgn) findes cypermethrin i vandet. Der findes klare retningslinier for, hvordan landmænd skal håndtere og udbringe pesticider på markerne. For eksempel skal der holdes en sprøjtefri bræmme langs alle vandområder, og spildevand med pesticider må ikke ledes ud i naturen. Ved fornuftig omgang med stofferne er der altså ingen farer, men der sker alligevel uheld.



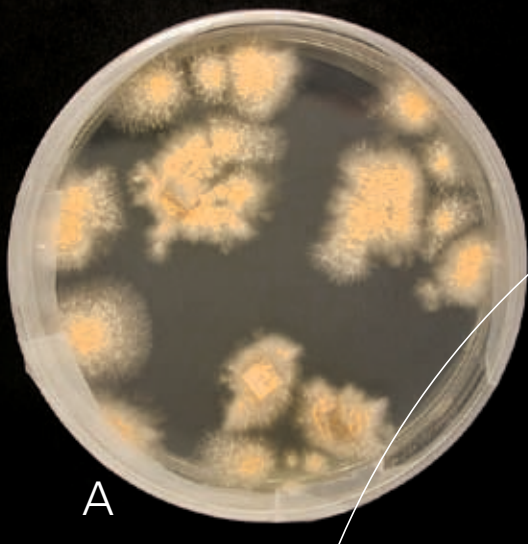
En dafnie med æg i rugehulen (dafnier føder levende unger). Igennem dyret ses tydeligt tarmen med indhold af føde. Det store øje bruges til at registrere lys og mørke. Brystlemmerne er markeret med en pil. Dafnier er 1-3 mm lange. Foto: Biofoto/Aksel Øye

Sådan måler man dafniers svømmeevner

Dafnier bruger nogle særlige brystlemmer til at svømme med (se billedet) og slår under normale forhold 3-500 slag pr. minut.

Forskerne iagttog aktiviteten af brystlemmerne ved hjælp af videooptagelse af fastspændte dafnier udsat for pesticider. I hvert forsøg blev en enkelt dafnie fasthæftet i et forsøgs-kammer, der blev gennemstrømmet af vand tilsat cypermethrin. Forsøgs-kammeret blev placeret under et mikroskop, og det fasthæftede dyr blev overvåget konstant gennem 26 timer med et kamera.

En anden metode blev brugt til at bestemme, om cypermethrin påvirkede dafniers evne til at foretage retningsbestemt svømning mod lys. I naturen bruger dafnierne denne egenskab til at placere sig optimalt i forhold beskyttelse mod rovdyr. Dafniernes svømmehastighed blev målt i et specialfremstillet svømmekammer på 75 cm lavet af transparent plexiglas. Uden om røret var monteret et 10 cm kortere mørkfarvet rør. Ved at forskyde det yderste rør kunne den ene ende af det inderste belyses og resten holdes mørklagt. Dafnierne blev tilsat i den mørke ende og tiden for passering af målstregen i den belyste ende blev noteret.



A: *Clonostachys rosea* opformerer i renkultur i laboratoriet. Foto: Birgit Jensen. Billede B og C: Så galt kan det gå, når planter bliver syge B: Æbleskurv. C: Gråskimmel i jordbær. Fotos: Marianne V. Bengtsson (B) og David B. Collinge (C).

Svampen i den gode sags tjeneste

Vink farvel til sprøjtemidler, og sig goddag til *Clonostachys rosea*. Svampen der både kan forebygge og helbrede planter for mange sygdomme.

Af lektor Dan Funck Jensen og lektor Birgit Jensen, Institut for Plantebiologi, Det Biovidenskabelige Fakultet

Når man dyrker afgrøder til fødevarer, foder, juletræer eller noget helt fjerde, vil man for enhver pris undgå sygdomsangreb, for det giver mindre udbytte, dårligere kvalitet, og der kan endda også dannes giftstoffer (mykotoxiner) i afgrøderne.

Ser man på den globale befolkningstilvækst, bliver det også mere og mere påtrængende at sikre et højere høstudbytte, hvis verdens befolkning skal brødfødes.

Mange sygdomme kan bekæmpes ret effektivt med kemiske sprøjtemidler (pesticider), men det er ikke nogen god løsning set fra et miljø- eller sundhedsmæssigt perspektiv. Pesticidrester i naturen, og ikke mindst i korn, frugt og grønsager, kan være et alvorligt problem for både dyr og mennesker.

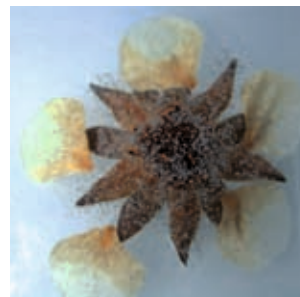
Naturen klarer det selv – med lidt hjælp

Det er altså på tide at finde mere bæredygtige alternativer, og et godt bud er biologisk sygdomsbekæmpelse. Her er det naturens egne organismer, der anvendes til forebyggelse af sygdomme for derved at sikre en sund planteproduktion på en miljøvenlig måde.

Vi har blandt andet fundet en svamp, *Clonostachys rosea*, der normalt lever i markjord. Den fremdyrker vi i renkultur i laboratoriet, og det har vist sig, at svampen kan bekæmpe plantesygdomme. Plantesygdomme skyldes angreb af bakterier, vira eller svampe (under ét kaldt patogener). Svampen *Clonostachys rosea* angriber ikke planter, men i stedet de patogene svampe.

Vi arbejder nu sammen med et firma i Tyskland for at få produceret, registreret og markedsført vores biologiske bekæmpelsesmiddel. Ved registrering skal man godtgøre, at den nye metode ikke indebærer nogen form for risiko, og at man opnår en effektiv bekæmpelse af sygdommene ved brug af midlet. Alle vores erfaringer med *Clonostachys rosea* viser, at den kun har gavnlige effekter

på planter og giver en effektiv sygdomsbekæmpelse. Den er heller ikke kendt for at udgøre nogen miljø- eller sundhedsmæssig risiko.



Biologisk bekæmpelse af gråskimmel i jordbær. *Clonostachys rosea* er anvendt på blomsterne på billedet til højre. Foto: Birgit Jensen

Hvordan virker svampen?

Når svampen møder plantepatogenet, kan den:

- Udsulte patogenet ved selv at optage al den tilgængelige næring
- Udskille enzymer og kemiske forbindelser, der hæmmer eller dræber patogenet
- Være parasit på patogenet ved at inficere og fortære det
- Stimulere plantens eget forsvar (resistens) mod patogenet

I forskningen er det nu vores opgave dels at finde frem til svampens virkemekanismer, og dels at sikre, at disse mekanismer er virksomme på det rette tidspunkt og sted på planten, så sygdomsangreb undgås.

De økologiske principper

Sundhedsprincippet

Økologisk jordbrug bør opretholde og forbedre jordens, planternes, dyrenes, menneskenes og planetens sundhed som en udelelig enhed.

Økologiprincippet

Økologisk jordbrug bør bygge på levende økologiske systemer og kredsløb, samarbejde med dem, efterligne dem og hjælpe med at bevare dem.

http://www.ifoam.org/about_ifoam/pdfs/POA_folder_danish.pdf

Retfærdighedsprincippet

Økologisk jordbrug bør bygge på forhold, der sikrer retfærdighed med hensyn til det fælles miljø og livsmuligheder.

Forsigtighedsprincippet

Økologisk jordbrug bør drives på en forsigtig og ansvarlig måde for at beskytte nuværende og fremtidige generationers sundhed og trivsel og tage vare på miljøet.



Foto: www.billedetaf danmark.dk

Økologiske fødevarer – bæredygtige værdier og praksis

Økologisk jordbrug er både et "brand", en måde at producere på og et bagvedliggende sæt af værdier. Økologiske varer er som regel dyrere end ikke økologiske, og mange forbrugere betaler gerne den ekstra pris. De får på den måde oplevelsen af at støtte en bæredygtig udvikling. Forskningen viser, at de får valuta for pengene – økologi er til gavn for både natur og landskab.

Af lektor Vibeke Langer, Institut for Jordbrugsvidenskab, Det Biovidenskabelige Fakultet

I den økologiske fødevarer kæde prøver man at omsætte målet om bæredygtighed til praktisk handling. De økologiske principper, som løbende forhandles og vedtages af økologiske bevægelser over hele verden, danner grundlaget for de regler, der skal følges af hele den økologiske kæde fra jord til bord. Disse økologiske regler er et kompromis mellem idealerne og det, der er praktisk muligt i det aktuelle område og under de gældende produktionsforhold. Derfor er reglerne for dyrkning af økologisk kaffe i Nicaragua selvfølgelig anderledes end reglerne for produktion af økologisk korn i Danmark.

Ingen pesticider: godt for dyrelivet

Det er en almindelig antagelse, at de økologiske dyrknings-systemer på forskellig måde understøtter en rig natur og et mangfoldigt landskab. Da en af forskningens opgaver er kritisk at undersøge, om sådanne antagelser holder stik, er dette undersøgt i en række projekter.

Det bedst belyste er effekterne af fravær af pesticider. Det resulterer i bedre levevilkår for både de organismer, man i konventionelt landbrug prøver at bekæmpe (ukrudt, insekter, svampe), men også for de dyr, der lever af dem. For eksempel giver mere ukrudt i de økologiske marker mere føde for planteædende insekter, flere blomster til bestøvere og bedre fødegrundlag for rovinsekter, fugle og andre dyr. Samtidig forsøger den økologiske landmand naturligvis at bekæmpe ukrudtet uden brug af kemiske

midler. Det betyder, at det bliver påkrævet at undersøge, om mekanisk ukrudtsbekæmpelse er ligeså negativt for vilde dyr og planter som sprøjtning. Her har vores undersøgelser vist, at for eksempel ukrudtsstrigling (en overfladisk jordbearbejdning som dræber ukrudtet), som tidligere blev beskyldt for at ødelægge lærkereder i marken, ikke er skadelig ved normal brug.

Græssende køer: dyrevelfærd og naturbeskyttelse

De økologiske metoder har også mere indirekte virkninger på natur og landskab. Eksempelvis betyder målsætningen om god dyrevelfærd, at økologisk kvæg skal græsse ude. Det betyder flere græsmarker og flere udegående dyr. Og ikke mindst gode muligheder for, at der sker afgræsning af vedvarende græsarealer, som er en af de mest værdifulde og beskyttelseskrævende naturtyper i Danmark, hvis værdi er helt afhængig af, at de græsses.

Mange af agerlandets dyr er afhængige af et mangfoldigt landskab med forskellige afgrøder og udyrkede arealer som levende hegn, småskove og vådområder. Her viser vores undersøgelser, at økologiske bedrifter har lidt mindre marker og ofte flere afgrøder.

Bæredygtighed: kan det måles?

Hvis man vil sammenligne landbrugssystemers bæredygtighed, og hvis forbrugerne skal vide, hvad de betaler for, er der behov for simple mål for bæredygtighed, der er egnet til både sammenligninger og til kommunikation. Derfor forsøger vi at udvikle metoder til at opgøre forskellige typer miljøbelastning, blandt andet i projektet GlobalOrg, hvori udvalgte varer produceret i for eksempel Kina eller Brasilien, følges fra produktion gennem forarbejdning, mellemhandlere, transport med mere til markedet – eksempelvis i Danmark. I projektet udvikles metoder til at vurdere produkterne i forhold til konventionelle produkter, blandt andet ved brug af Livscyklusvurderinger (LCA). På længere sigt er målet at gøre det nemt for forbrugerne at bæredygtighedsvurdere deres varer.

Bæredygtighed i skovbruget

Mennesket har altid været afhængigt af skoven og dens produkter. I ældre stenalder, hvor Danmark stort set var dækket af urskov, levede befolkningen bogstavelig talt af skovens biodiversitet som jægere og samlere. Fra bondestenalderen og frem har skoven leveret en række primære produkter af betydning for befolkningens overlevelse og velfærd – blandt andet græs, løvfoder, brænde, gærdsel samt industri og konstruktionstræ.

*Af professor J. Bo Larsen, Skov & Landskab,
Det Biovidenskabelige Fakultet*

Træproduktionen er fortsat det driftsøkonomiske hovedformål, men den globale diskussion om bæredygtighed giver større vægt til andre funktioner som rekreation, friluftsliv, CO₂-binding, biodiversitet, kulturmiljø og grundvand. Fremtidige generationer fortsætter formodentlig med at udvikle nye behov, som skovene skal kunne tilfredsstille. Sandsynligheden for betydelige klimaskift understreger nødvendigheden af at udvikle langsigtede strategier, der kan øge og sikre skovens stabilitet og funktionsevne.

Skovbruget og den bæredygtige udvikling

Den klassiske skovdrift består af bestande af samme art og alder (som "marker" bestående af for eksempel bøg eller rødgran). Den type skovdrift er udviklet specielt til at optimere træproduktionen og giver kun i begrænset omfang mulighed for at bidrage til bæredygtighedens økologiske og sociale aspekter. Den "brundtlandske" bæredygtige udvikling, der netop søger at integrere økonomiske, økologiske og samfundsmæssige hensyn i skovdriften, giver således en række problemer i praksis.

Naturnær drift – integration af skovens mange funktioner

Det aktuelt mest lovende bud på en effektiv og økonomisk fornuftig integration af bæredygtighedens tre delelementer kan samles under betegnelsen "naturnær skovdrift".

Ved naturnær skovdrift forsøger man at undgå indgreb, som skader skovens klima, jordbund og biodiversitet – for eksempel undgås rydning af alle træer i et område på én gang samt brug af pesticider. I praksis gennemføres dette ved at vælge træarter, der passer til området, og som naturligt hører til der. Man fokuserer

også hugsten på de enkelte træer frem for at fælde hele bevoksninger og bygger på den naturlige foryngelse.

Herved får de naturlige økologiske processer mere frit løb. Det medfører, at der med tiden udvikles aldersvarierede bevoksninger med forskellige træarter. Disse heterogene og artsvarierede skove vil være mere stabile over for eksempelvis storm, klimaændringer og en række skadevoldere. De vil formentlig også være mere fleksible i forhold til fremtidige generationers varierende behov og brug.

Den måske vigtigste pointe ved naturnær dyrkning er, at den i væsentlig grad vil bidrage til at sikre biodiversiteten i produktions-skovene. Det skyldes dels, at der vil være flere dyrearter naturligt til stede i skovøkosystemet, dels at naturnær dyrkning betinger en øget brug af hjemmehørende træarter samt større kontinuitet i skovdække og skovudvikling.

Med sådanne "naturvenlige" dyrkningsmetoder vil man komme et langt stykke af vejen mod udvikling af skove, der er økonomisk rentable, økologisk forsvarlige og socialt acceptable (bæredygtighedsidealet).

Hvad sker der så i praksis – og i forskning?

Den naturnære skovdrift er blevet indskrevet som overordnet dyrkningsprincip i Det Nationale Skovprogram fra 2002. Skov- og Naturstyrelsen er tilsvarende siden 2005 i fuld gang med at omlægge statens skove til naturnær drift, de fleste kommuner arbejder med lignende planer for deres skove, og mange private skove er under tilsvarende omlægning.

Forskere ved Det Biovidenskabelige Fakultet har i væsentlig grad bidraget til visioner for samt udvikling af viden om og metoder til denne omlægning.

Gærdsel: Hegnsmateriale

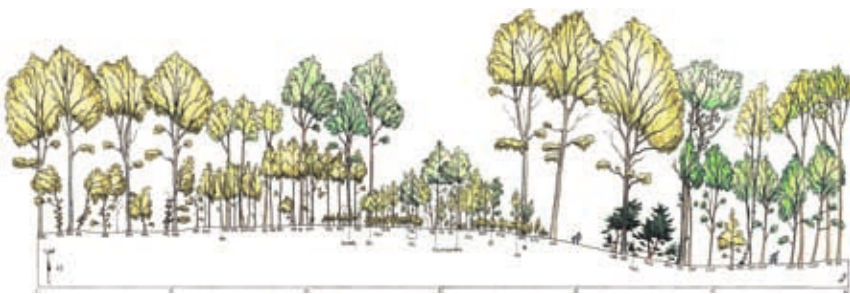
Ær: Det gamle danske ord for træet *Acer pseudoplatanus* der af mange i dag kendes som ahorn.



Nuværende skov: Bøg i renbestand



Nuværende skov: Rødgran i renbestand



Naturnær skov: Bøg med ask og ær.



Naturnær skov: Ædelgran og bøg

Bæredygtigt landbrug – drøm eller virkelighed?

En global bæredygtig landbrugsproduktion er en drøm, som kan gå i opfyldelse. Men det kræver ændringer af millioner af landmænd og forbrugeres adfærd. Og det kræver en forstærket og målrettet forskningsindsats og prioritering af politiske indgreb.

Af professor Per Pinstrup-Andersen, Det Biovidenskabelige Fakultet og Cornell University

Gennem de sidste mange år har verdens landmænd øget produktionen uforholdsmæssig meget i forhold til befolkningens vækst. Samtidig har landbruget tilfredsstillet en stigende efterspørgsel på fødevarer – og det til fødevarerpriser, som er steget mindre end det generelle prisniveau. Det har været muligt dels ved at inddrage mere jord, og dels ved at bruge mere vand, arbejdskraft og kunstgødning. Landbruget har også i stigende omfang brugt pesticider og andre plantebeskyttelsesmetoder, og samtidig har forbedrede produktionsmetoder medført øget produktion pr. arealenhed.

Større produktion skader miljøet

Takket være forskningen har landbruget i både i- og ulande nu viden, der forbedrer produktionsmetoderne, ligesom der er adgang til afgrødesorter og husdyr med højere ydeevne.

Nogle af de negative effekter, den øgede produktion har medført, er: jorderosion, vandforurening, overforbrug af vand, formindskelse af den biologiske mangfoldighed, nedhugning af skov og den deraf følgende negative effekt på CO₂-indholdet i atmosfæren, udslip af CO₂ i atmosfæren fra risproduktion og kvægbrug.

Behov for nye afgrøder og nye metoder

Hvad gør vi så for at sikre en bæredygtig landbrugsproduktion fremover, som garanterer mad – særligt kød og mælk – til et stigende antal mennesker?

Mit bud er en forstærket og målrettet forskningsindsats kombineret med hensigtsmæssige politiske indgreb og ændret adfærd. Forskning skal hjælpe verdens landmænd med at producere mere ud fra færre ressourcer, det vil sige større effektivitet uden at det bliver på bekostning af miljøet.

For at undgå at klimaændringerne gør det endnu vanskeligere at opnå bæredygtig produktion, er der behov for mere forskning i at frembringe afgrøder, som klarer sig bedre i tørke. Og der er brug for bæredygtige og effektive produktionsmetoder – særligt biologisk skadedyrskontrol.

Afgrøderne skal gøres effektive og modstandsdygtige over for skadedyr og plante- og husdyrsygdomme.

Flere grønne afgifter

Forskning inden for alternative energikilder bør fremmes for at undgå, at produktion af biobrændstof lægger yderligere pres på naturressourcerne og fødevarerpriserne. Der er brug for politiske indgreb, der bevirker, at den, som skader miljøet, betaler for skaden, hvad enten det er landmanden, forbrugeren eller andre inden for fødevarerækeden. Det kunne eventuelt være en udvidet "grøn afgift", som gør bæredygtig produktion mere økonomisk fordelagtig eller en omlægning af landbrugssubsidierne i EU, USA og Japan i retning af økologisk produktion og beskyttelse af naturressourcerne.

Ændringer der gavner ulande

Et politisk indgreb, der kunne gavne ulandene, er en ændring i definitionen af økologisk produktion, så landmanden kan bruge kunstgødning, hvor der ikke er adgang til tilstrækkeligt organisk materiale. Det vil øge både udbyttet og formindske udpining af jorden for plantenæringsstoffer – et kæmpe økologisk og produktionsmæssigt problem i mange ulande.

En række andre politiske indgreb ville gøre landbrugsproduktionen mere bæredygtig såsom indgreb til at skabe en veldefineret ejendomsret til jord, velfungerende interne markeder, konsulentbistand og ikke mindst fattigdomsbekæmpelse i ulandene. Fattige landmænd har ikke adgang til produktivitetsfremmende midler som højtydende afgrødesorter og husdyr, plantenæringsstoffer eller plantebekæmpelsesmidler. Derfor producerer de ikke meget pr. arealenhed, og de søger at øge produktionen ved at nedhugge skov og inddrage jord, som ikke er velegnet til landbrugsproduktion. Resultatet er jorderosion og i værste fald ørkendannelse.

Det kan du selv gøre

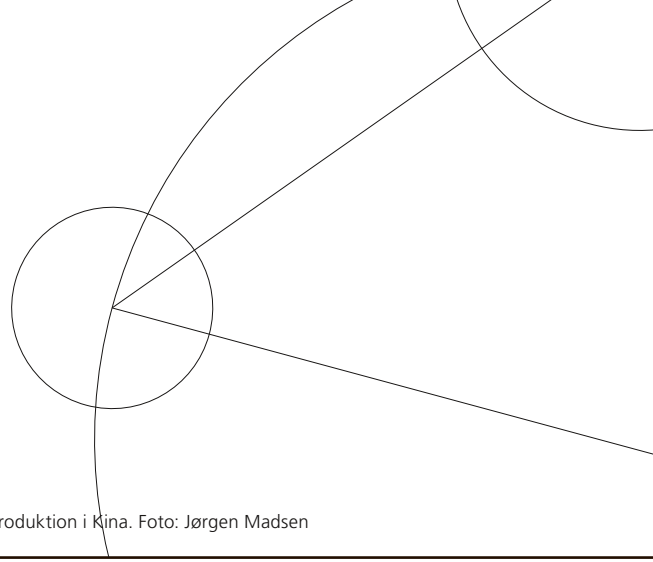
Vi kan alle medvirke til en mere bæredygtig landbrugs- og fødevarersektor ved at spise færre husdyrprodukter, købe varer som er produceret på en bæredygtig måde, søge at få indført politiske indgreb og forlange, at flere af vores skattepenge går til forskning inden for de nævnte områder. Det er vores moralske pligt at aflevere en verden til næste generation, som er bedre end den, vi fik fra den forrige. Men vi må ikke glemme den sjette del af den nuværende generation, som lider af sult og underernæring. For dem er problemet akut.

Foto: iStock/Svetlana Prikhodko





Industriell svineproduktion i Kina. Foto: Jørgen Madsen



Bæredygtig husdyrproduktion – det kan lade sig gøre

Efterspørgslen efter kød og mælk til jordens befolkning vil fordobles i løbet af de næste 20 år. Det stiller store krav til husdyrproduktionen, som forurener både luft og vand, hvis den ikke gribes rigtigt an. I Danmark har vi vist, at det godt kan lade sig gøre at producere meget mere kød og mælk, end vi selv kan sætte til livs, på en bæredygtig måde. De store udfordringer ligger i Asien og i Sydamerika.

Af professor Jørgen Madsen, Institut for Produktionsdyr og Heste, Det Biovidenskabelige Fakultet

Husdyrene er globalt set et væsentligt element i cirka en milliard menneskers eksistensgrundlag. I vores del af verden bruger vi hovedsagelig dyrene i forbindelse med produktion af fødevarer, men i mange ulande spiller dyrene også en rolle som rede penge, hvor kvæg, bøfler og andre store dyr er de store sedler, geder, får, svin er middelstore penge og fjerkræ de mindre beløb, der hurtigt kan omsættes.

Samfundsudviklingen afgør dyrenes rolle

Husdyrenes rolle ændres med samfundets udvikling. For 150 år siden anbefalede man, at antallet af husdyr i Danmark skulle øges, da der manglede husdyrgødning, som skulle bruges til at give en god kornhøst. Siden har vi indført detaljerede retningslinjer for hvor mange dyr, der må være per arealenhed, da miljøet ellers ville blive overbelastet af husdyrenes udskillelse af næringsstoffer – specielt kvælstof og fosfor i jorden og ammoniak og lugt til luften. Med sådanne retningslinjer har det i Danmark været muligt de senere år at reducere forureningen fra disse stoffer. De danske erfaringer anvendes i dag i Asien, hvor specielt svineproduktionen og forureningen stiger kraftigt.

Øget produktion kan skade vandmiljø

Både lokalt og globalt er der problemer med, at dyrenes foder ikke produceres der, hvor husdyrene holdes. Næringsstofferne, specielt kvælstof, fosfor og kalium, der kommer ud igen med

dyrenes gødning, bringes derfor ikke altid tilbage i kredsløbet som plantenæringsstof. I stedet lukkes de måske ud i vandløb, søer og i havet, hvor de fører til øget algevækst med iltsvind og fiskedød til følge. Det vil stille store krav til miljøforanstaltninger at få fordelt husdyrgødningen ud på jorden, så det kommer planterne til gode og ikke havner i vandløb og i havet, når husdyrproduktionen, især i den tredje verden, skal øges væsentligt i løbet af de kommende år.

Øger global opvarmning

Det globale klima påvirkes ligeledes af husdyrproduktionen. Det mest iøjnefaldende er, at drøvtyggere (for eksempel kvæg, får og geder) producerer metan, som er en drivhusgas, når de fordøjer foderet. En malkeko i Danmark producerer hver dag cirka 500 liter metan, og metanen fra alle husdyr i verden medvirker med cirka 5 % til den menneskeskabte globale opvarmning. Dertil kommer, at den stigende efterspørgsel efter husdyrprodukter bevirker, at der fældes regnskov specielt i Mellem- og Sydamerika for at give plads til en øget kvægproduktion. Det betyder andre 5 % af den globale opvarmning (på grund af manglende CO₂-optag). En øget anvendelse af kunstgødning til produktion af foder til svin og fjerkræ giver de sidste 5 % af husdyrenes samlede godt 15 % af den menneskeskabte globale opvarmning.

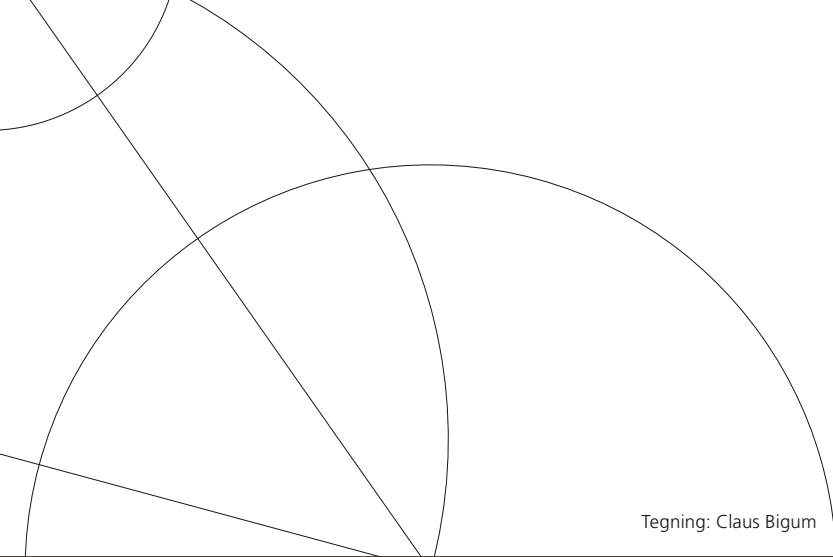
10 % af den menneskeskabte CO₂ udledning kommer fra husdyrproduktionen

37 % af den menneskeskabte CH₄ udledning kommer fra husdyrproduktionen

65 % af den menneskeskabte NO_x udledning kommer fra husdyrproduktionen

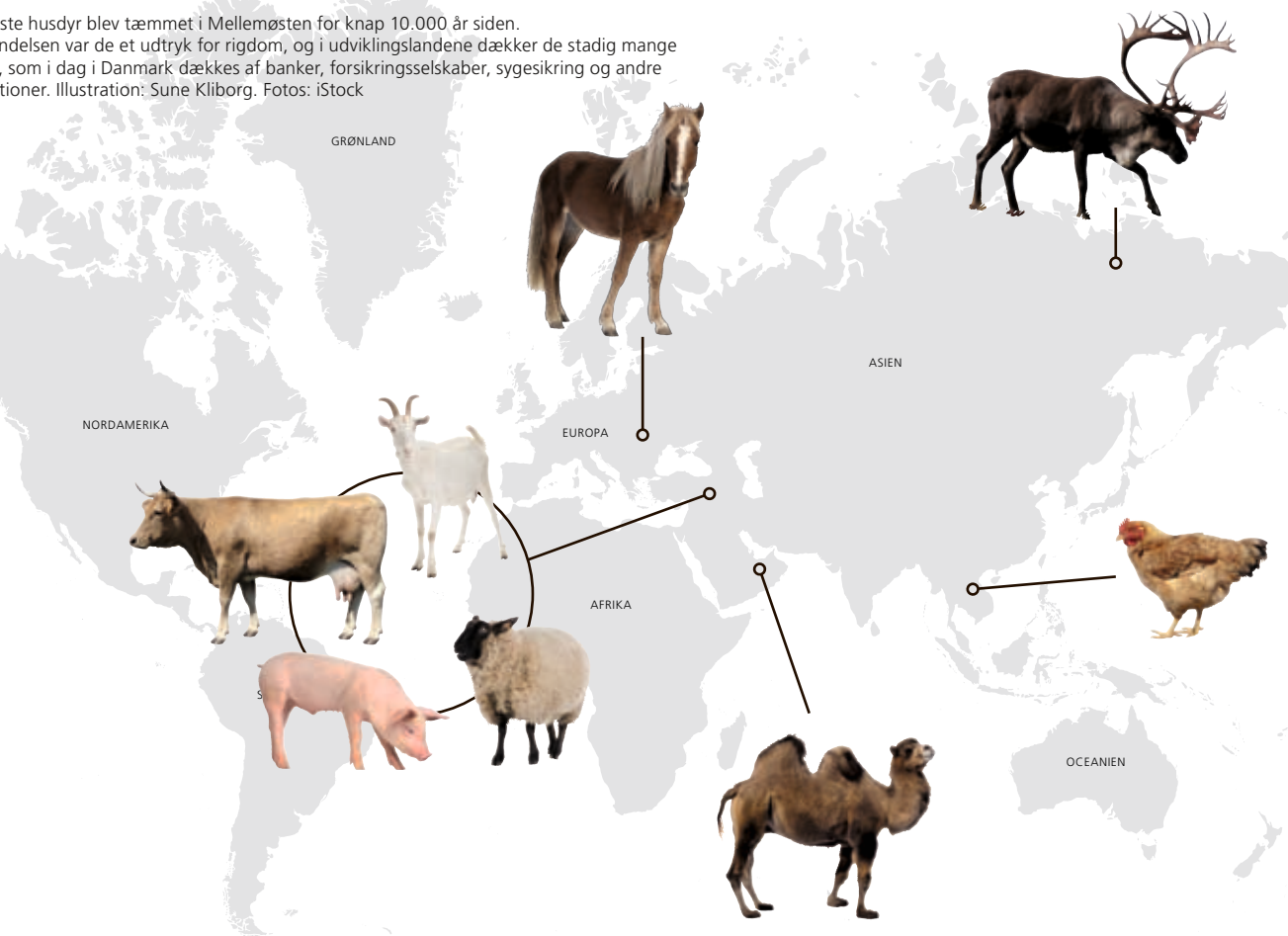
18 % af den samlede udledning af drivhusgasser kommer fra husdyr fordelt med 5-7 % på hver af de ovenstående tre gasarter

Husdyrenes rolle i den menneskeskabte globale opvarmning målt i CO₂-ækvivalenter.



Tegning: Claus Bigum

De første husdyr blev tæmmet i Mellemøsten for knap 10.000 år siden. I begyndelsen var de et udtryk for rigdom, og i udviklingslandene dækker de stadig mange behov, som i dag i Danmark dækkes af banker, forsikringselskaber, sygesikring og andre institutioner. Illustration: Sune Klilborg. Fotos: iStock



Forskning i husdyrproduktion og miljø

I vores del af verden er fokus på produktionen af animalske fødevarer, på landmændenes og følgeindustriens indtjening, på etikken i husdyrproduktionen og på husdyrproduktionens påvirkning af miljøet. I Danmark har vi vist, hvordan en stor husdyrproduktion (tre til fire gange mere end vi selv kan spise) kan gennemføres på en lokal bæredygtig måde.

Husdyrproduktionen har globalt et sådan omfang, at den skal ske efter visse retningslinjer. De globale virkninger af befolknings-

tilvæksten, den øgede købekraft og følgende stigning i husdyrproduktionen er næppe afklaret, og vi forsker derfor i en række af de forhold, der skal tages hensyn til, for at den stigende husdyrproduktion kan ske på et bæredygtigt grundlag. Her skal specielt i Danmark nævnes fodringssystemer, der nedsætter proteintilføringen og fosfortilføringen til husdyrene, hvorved udskillelsen i gødningen nedsættes væsentligt.



Quinoa – bæredygtig på mange måder

Quinoa var en af inkaernes vigtigste afgrøder og har stadig en enorm betydning for befolkningen i Andesregionen. Det er en af de sundeste plantearter, der findes - den har et højt indhold af jern og protein, en høj proteinkvalitet og indeholder en række vigtige vitaminer. Desuden kan planten dyrkes bæredygtigt og økologisk på saltholdige jorde og med meget lidt vand, hvor ingen anden afgrøde kan klare sig.

Forskere fra Det Biovidenskabelige Fakultet har gennem en årrække arbejdet på at etablere et nyt marked i Skandinavien for en række højkvalitetsprodukter baseret på quinoa. Det kan være med til at forbedre levevilkårene for småbønderne i Bolivia. Quinoa kan bruges som mel til bagning, som erstatning for ris og til grød. Quinoa kan i dag købes i velassorterede supermarkeder og helsekostbutikker. *Foto: Aurion*

Mine høns er min bankbog

I en landsby i Senegals sydligste og fattigste provins Casamance har Egué lige solgt et par høns for at købe skoleuniform og bøger til sin datter. Hønsene er hendes bankbog, for der er ingen sparekasse i nærheden af landsbyen, og det er for risikabelt at have penge liggende derhjemme. Hun fortæller også, at hendes lille søn, det 6. barn i børneflokken, er det sundeste af dem alle. Efter hun har lært, hvordan hun kan få mere udbytte fra sit hønsehold, er hun nemlig begyndt at give ham æg som en del af kosten.

Af koordinator Karsten Nellemann Kryger, Fjerkrænetværket, Institut for Veterinær Patobiologi, lektor Niels Christian Kyvsgaard, Institut for Veterinær Patobiologi, lektor Hans Ranvig, Institut for Produktionsdyr og Heste, professor Anne-Helene Tauson, Institut for Basal Husdyr- og Veterinærvidenskab, Det Biovidenskabelige Fakultet

Den danske ekspertise i fjerkræsygdomme, -adfærd og fodring af høns er i en årrække også kommet ulandene til gode. Specialister ved Det Biovidenskabelige Fakultet og andre danske forskningsinstitutioner rådgiver gennem det fælles Fjerkrænetværket, om så vidt forskellige aspekter som veterinære sundhedssystemer, uddannelse af fjerkræholdere og foderanalyser. Netværket arbejder også aktivt med opbygning af ulandenes forskningskapacitet.

Klædes på til at yde god rådgivning

Det er de færreste forskere i ulandene, der har viden om fodring og sygdomsforebyggelse i hønsehold, og det samme kan siges om de lokale landbrugskonsulenter og dyrlæger. Hønsene er simpelthen en overset ressource, som udover sin umiddelbare betydning som fødevarereproducent for en familie også kan have stor betydning for mere abstrakte sociale og økonomiske samfundsforhold.

Gennem fjerkrænetværket bliver lokale forskere og landbrugskonsulenter derfor uddannet i at analysere næringsværdi og indhold af lokale foderemner. Veterinærer bliver ligeledes uddannet i fjerkræsygdomme, mens økonomer og antropologer inddrages i undersøgelsen af de socioøkonomiske aspekter. Herigennem opbygges det nødvendige videngrundlag, der er afgørende for, at de

lokale ressourcepersoner kan blive klædt på til at yde en relevant og god rådgivning.




Det er kvinderne, der passer hønsene. Foto: Anders Permin

Bønderne lærer at mangedoble udbyttet

Produktiviteten i en flok landsbyhøns kan være ganske lav som følge af en høj dødelighed, stor parasitbelastning, ringe adgang til gode foderemner og følgende lav immunitet og langsom vækst. Hvis bønderne lærer at bruge en kombination af traditionelle og moderne metoder til sygdomsforebyggelse, kan dødeligheden imidlertid nedsættes, fuglenes sundhedstilstand forbedres, og udbyttet mangedobles. Aske er for eksempel et glimrende middel til at fjerne parasitter fra hønsehuse, mens vacciner er helt nødvendige for at modstå en meget almindelig og dødelig fuglevirus. En fornuftig fodring af hønsene er lige så vigtig og behøver ikke kræve store ressourcer.

Gennem træningskurser udviklet til kvinder, der hverken har lært at læse eller regne, lærer kvinderne, hvordan de kan supplere det foder, som hønsene selv finder med andre foderemner, såsom termitter der kan findes i nærheden af landsbyen, eller med vitamintilskud der forhandles lokalt.



Kassavaens popularitet i Afrika, Sydamerika og Sydøstasien skyldes, at den kan dyrkes på udpinte og tørre jorde, hvor andre planter intet udbytte giver. Knoldene kan graves op, når der er behov for dem, og udgør derfor et madlager i perioder med tørke eller borgerkrig og ustabile sociale strukturer. Foto: Polfoto

Forædling af Kassava: Fra toastbrød til vitaminbombe

Kassava mætter hver dag millioner af mennesker. Men det er ikke uden problemer, for planten indeholder både giftstoffer og har lav næringsværdi – men det er genteknologisk forskning ved at ændre på.

Af professor Birger Lindberg Møller og lektor Kirsten Jørgensen, Institut for Plantebiologi, Det Biovidenskabelige Fakultet

Kassava er tropernes kartoffel. Men den indeholder også giftige cyanidforbindelser. Et kilo tørret kassava kan frigive fra 10 mg og helt op til 300 mg cyanid. I nogle afrikanske lande er det daglige forbrug af kassava næsten et kg per indbygger. Da den dødelige cyaniddosis for et menneske er et til tre mg per kg legemsvægt, skal der grundig forarbejdning til, før rodknolden kan spises uden sundhedsrisiko.

Rent toastbrød

Når kassavaknolden skal tilberedes, rives den først i små stykker. Denne proces frigiver cyanid, og for at fjerne cyaniden bliver kassavaen presset, kogt, vasket og til sidst tørret i solen, så de sidste rester kan fordampe.

Kassava har et meget lavt indhold af vitaminer, mineraler og proteiner, og den hårdhændede tilberedning reducerer indholdet yderligere. Det, der er tilbage, er ren kulhydrat. Lige så ernæringsfattigt som toastbrød. Derfor hjælper det heller ikke at øge indholdet af vitaminer, mineraler og proteiner ved forædling, for det meste vil alligevel gå tabt, når cyaniden skal fjernes. En kassavaplante, der ikke danner cyanidforbindelser, vil derfor kunne forbedre ernæringstilstanden for millioner af mennesker i den 3. verden. Samtidig vil det kunne undgås, at mange tusinde tons cyanid udledes i vandløb og atmosfære hvert år.

Har nedsat giftindholdet

Forskningen er allerede kommet et godt stykke af vejen. Vi har isoleret de gener og enzymer, der er ansvarlige for dannelsen af

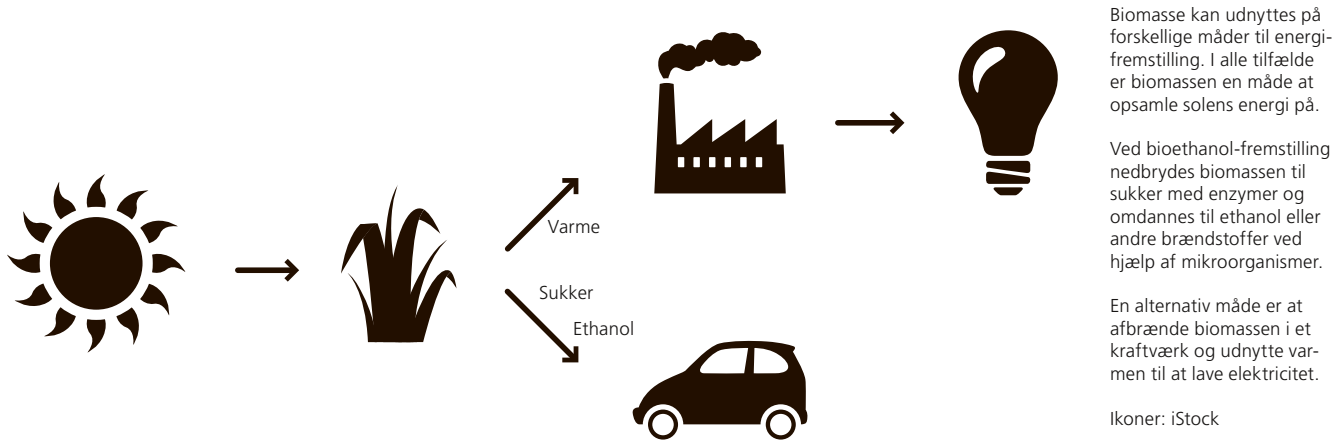
cyanid i planten, og herfra er der tre delmål, der skal opfyldes for at nå frem til super-kassavaen: 1) få elimineret eller nedsat dannelsen af cyanidforbindelser, og få knolden til at danne mere 2) A-vitamin og 3) protein.

Karoten er et provitamin – et forstadium til A-vitamin, og visse vilde typer af kassava danner meget af dette provitamin. Ved klassisk forædling er det lykkedes at nå frem til en plante med et relativt højt indhold af provitamin A. Ved hjælp af genteknologien har vi reduceret indholdet af cyanidforbindelser i disse planter. Vi arbejder samtidig på at indsætte et gen fra kartoffel, så et af kartoffelens lagerproteiner også produceres i kassavaknolden. Om et par år vil vi have kombineret disse tre egenskaber i én og samme kassavaplante.

En brugbar plante, som kan sættes i produktion, vil først skulle gennem mange testforsøg for at blive godkendt, så det ligger længere ude i fremtiden. Men det er værd at vente på.



Det er et stort arbejde at forarbejde kassavaen, så den kan spises uden sundhedsrisiko. Foto: Birger Lindberg Møller



Ikoner: iStock

Grøn på den rigtige måde

Solen tilfører store mængder energi til Jorden, og det vil være en stor økonomisk og miljømæssig gevinst at kunne erstatte brugen af fossilt brændsel med solenergi. Imidlertid er solenergien svær at opsamle og udnytte i energikrævende processer. Her kommer planterne os til hjælp – gennem fotosyntese kan planter opsamle en stor del af solenergien og lagre den som organisk stof eller 'biomasse'. Biomasse til energiformål består hovedsageligt af planternes cellevægge og kan fremstilles på mange forskellige måder.

Af professor Henrik Vibe Scheller, Institut for Plantebiologi og professor Claus Felby, Skov & Landskab, Det Biovidenskabelige Fakultet

I dag får vi energi fra biomasse på flere måder. Afbrænding producerer varme og elektricitet, planteolier kan bruges til biodiesel, og biomassens sukker kan gæres til bioethanol. Energi fra biomasse kan erstatte både kul, olie og naturgas og er et spændende alternativ i jagten på fremtidige bæredygtige energikilder. Det er imidlertid ikke alle former for bioenergi, som reducerer drivhusgasser, og det er derfor vigtigt at bruge biomassen på måder, der giver stor reduktion i CO₂ udledningen og samtidig er økonomisk rentabel.

Biodiesel

Biodiesel er i udgangspunktet et miljøvenligt alternativ til de konventionelle drivstoffer, men produktionsmetoderne gør, at det endelige regnestykke ikke altid taler til miljøets fordel. Udvinning af biodiesel fra palmeolie kræver et stort areal, og ofte ryddes der i tilgift skov for at skaffe jord til dyrkning. Dette frigør store mængder CO₂, som var bundet i træerne og jordbunden, og det giver en større udledning af drivhusgasser, end der spares i bilerne.

Fremstilling af palmeolie foregår i troperne, mens rapsolie kan fremstilles på eksisterende landbrugsarealer, for eksempel herhjemme. Rapsolie er derfor bedre, men der skal bruges et endnu større areal for at producere biodiesel. Det areal kan så ikke anvendes til fødevarerproduktion og kan give en konkurrence mellem fødevarer og energi.

Bioethanol

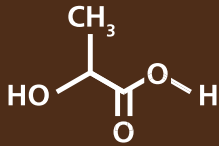
Bioethanol laves ved gæring af sukker og fremstilles i dag fra majs- og hvedekerner eller fra sukkerrørssaft. Også her risikerer man at konkurrere med fødevarerproduktion, men man kan i stedet for at bruge kernerne udnytte sukkeret fra resten af planten eller de dele, der er til overs efter høst af afgrøden. Betegnelsen 2. generations bioethanol dækker over udnyttelsen af den biomasse, som vi eller dyrene ikke spiser. Biomasse hertil kan for eksempel være halm eller træflis. Nye energieffektive processer til 2. generations bioethanol er på vej og giver mulighed for på en gang at producere energi og fødevarer fra det samme areal.

Alle trin kan forbedres

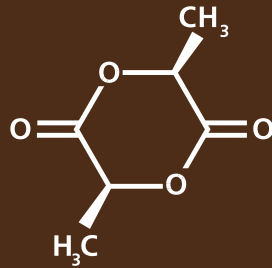
Fremstilling af biobrændstof fra biomassens sukker består i princippet af tre trin: dyrkning af planterne, nedbrydning af biomassen til sukker, og omdannelse af sukkeret til for eksempel ethanol. På alle trin er det muligt at lave store forbedringer i økonomi- og energiudbyttet: Vi har brug for nye planter med større udbytte og cellevægge, der lettere kan nedbrydes. Vi har brug for nye effektive metoder og bedre enzymer til at nedbryde biomassen, og vi har brug for mikroorganismer, som effektivt kan lave brændstoffer fra den nedbrudte biomasse. På alle områder kan forskningen hjælpe os til den størst mulige økonomiske og miljøvenlige gevinst ved at bruge biomasse. I fremtiden vil vi formentlig have udviklet nye energibærere fra biomasse såsom brint og butanol, og vi vil måske dyrke alger til bioenergi med et 10-100 gange større udbytte end fra de planter der dyrkes på landjorden.

Som ved andre nye alternative energiformer er der endnu ingen sikker patentløsning for bioenergi. Udviklingen foregår i små skridt i den rigtige retning, og hvert skridt står på skuldrene af det forrige. Idag får verden 10 % af sin energi fra biomasse. Gør vi det rigtigt, kan verden i fremtiden få 20-30 % bæredygtig energi fra biomasse. Men det forudsætter en balance mellem fødevarer, energi og miljø.

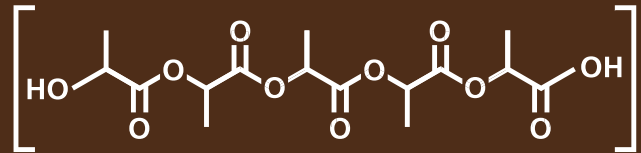
A



B



C



Polylaktat dannes ud fra majsstivelse, der først omdannes til sukker inden det forgæres til mælkesyre og polymeriseres.
A: mælkesyre, B: dilaktid, C: polylaktat. Figur: Vibeke Kistrup Holm

Bioemballage

Ost pakket i emballage produceret ud fra valle, eller kartofler pakket i plast der indeholder stivelse: I fremtiden vil vi ikke kun se vores fødevarer pakket i plast produceret ud fra olie.

Af lektor Marianne Jakobsen, Institut for Fødevidenskab, Det Biovidenskabelige Fakultet og ph. d. Vibeke Kistrup Holm, Teknologisk Institut, Center for Fødevareteknologi, Kolding

De seneste ti år har vist en stigende interesse for og brug af bioemballage til fødevarer. De findes allerede på markedet, men anvendelsen er endnu begrænset – især på det danske marked. Kun 0,14 % af EU's totale forbrug af termoplast i 2005 blev udgjort af bioplast. Et af de første eksempler på kommerciel anvendelse af bioemballage til fødevarer var pakning af økologisk yoghurt i polylaktat (PLA), der for eksempel kan produceres ud fra stivelse fra majs. Produktet blev introduceret på det tyske marked af Danone i 1998.



Yoghurtbæger lavet af bioemballage. Foto: Vibeke Kistrup Holm

Kan kommes i komposten

Bioemballage er en bred betegnelse for biologisk baserede og biologisk nedbrydelige emballager. De biologisk baserede emballager har oprindelse i ressourcer, der er fornybare set over en kort tidshorizont, mens de biologisk nedbrydelige emballager kan nedbrydes til kompost under kontrollerede forhold – det vil sige under de rette temperaturer, fugtigheder og tilstedeværelse af specifikke bakterier og enzymer.

Biologisk baserede emballager er oftest, men ikke nødvendigvis, biologisk nedbrydelige og omvendt. De fornybare ressourcer, der kan anvendes til at fremstille biologisk baserede emballager, inkluderer foruden stivelse fra majs eller for eksempel kartofler også chitosan, der kommer fra skaldyr. Dertil kommer den velkendte cellulose, der bruges til produktion af pap- og papiremballager.

Polylaktat – "plastic" af majsstivelse

Polylaktat fremstilles industrielt ved at omdanne majsstivelse til sukker, som forgæres til mælkesyre ved hjælp af mikroorganismer. Under vandfraspaltning dannes det ringformede dilaktid (monomer-enhed). Under ringåbning polymeriseres dilaktidet - sættes sammen til lange kæder (polymer med titusinder af enheder bundet sammen). Der anvendes cirka 2,2 kg majs til 1 kg plast. PLA kan formes ligesom konventionelle oliebaserede materialer.

Brugen af bioemballage er efterhånden undersøgt for en lang række fødevarer. PLA anses for at være ideelt til emballering af frisk salat, frisk pasta, bageriprodukter, drikkeemballage, mejeriprodukter og juice. De stivelsesbaserede emballager er velegnede til frugt og grønt.

Hvad bringer fremtiden?

Et meget vigtigt aspekt for væksten i brug af bioemballage er prisen. Prisen på PLA er de sidste par år blevet konkurrencedygtig med traditionelle plastmaterialer som PET og polystyren. Branchen vurderer selv, at bioemballage vil udgøre 5-10 % af det totale forbrug af plastemballage inden for de næste 10 år, og med de nyeste prisstigninger på olie må incitamentet være i top.



Det foranderlige og multifunktionelle landskab

Forestil dig et frodigt landbrugslandskab med spredte gårde, bølgende marker, lidt småskove, levende hegn hist og her, et par vandhuller samt en lille landsby i midten. Hele herligheden ser ud som om, at den har ligget uforandret i mands minde. Ikke desto mindre er landskabet i forandring og har altid været det. Hvilken retning, de aktuelle forandringer vil og bør tage, er et omstridt emne, som handler om globale drivkræfter, om lokalsamfundets initiativer og om offentlig planlægning og landskabsforvaltning.

Af professor Jørgen Primdal, Skov & Landskab, Det Biovidenskabelige Fakultet

Der er meget på spil i det lokale landskab. Det handler om international konkurrence og priser på fødevarer og andre landbrugsprodukter, om ejernes egen landskabsforvaltning, om offentlig regulering af miljø, natur og arealanvendelse, og om hvordan beboere og besøgende værdsætter landskabet. Stadig mere åbne markeder, nye teknologier, nye by- og landrelationer og forskellige former for offentlige politikker er de vigtigste drivkræfter, der påvirker det lokale landskab – og de ændres alle med stor hastighed.

Liberalisering versus bæredygtighed

To dagsorden møder hinanden i landskabet. Den ene dagsorden handler om markedsliberalisering, hvor der de senere årtier er sket en voksende åbning af tidligere beskyttede markeder. Her træffes beslutningerne på højt niveau mellem stater indbyrdes eller i forskellige institutioner med WTO som den vigtigste.

Selvom alle disse beslutninger i højeste grad påvirker det lokale landskab med dets natur- og kulturhistoriske værdier, indgår sådanne konsekvenser ikke i beslutningerne om markedsreguleringer. Det er på den baggrund, at den anden vigtige dagsorden, der handler om bæredygtighed, er opstået. I modsætning til markedsdagsordenen træffes der her beslutninger på alle niveauer inklusive det lokale niveau - i Danmark er det i kommunerne.

Mælkeproducentens landskab

Hvordan en dansk landmand bruger og påvirker sit lokale landskab kan illustreres med en mælkeproducent med et par hundrede køer og lige så mange hektar jord. Spørger man ham, om han samarbejder med sine naboer i sin landbrugsproduktion, vil svaret højst sandsynligt være et nej. Hans forbindelser til omverdenen som mælkeproducent handler om indkøb af grovfoder og kemikalier og om leverance af mælk til mejeriet. Det sidste er for de fleste danske mælkeproducenter Arla Foods, der på samme tid er en andelsforening og et multinationalt selskab, som er blandt de største mejerier i verden. Sagt i globaliseringsjargon er den danske mælkeproducent effektivt koblet til et fødevarer-netværk, som igen indgår i et globalt system af forskellige netværk i et 'space of flows'. I sin produktion påvirker landmanden naturligvis landskabet gennem dyrkning af jorden og gennem sit husdyrhold, men det er ikke den eneste måde.

Space of flows (strømmenes rum) og *space of place* (stedets rum) er to centrale begreber i den spanske sociologs Manuel Castells trebindsværk om globalisering, *The Rise of the Network Society*.

Space of flows refererer til, hvor vi i stigende omfang organiserer strømmene af varer, energi, information med videre i globalt forbundne netværk, mens *Space of place* er det traditionelle lokalområde eller sted, hvor dagliglivet udfolder sig for os alle sammen. Ethvert lokalt landskab er påvirket af begge rumlige dimensioner.

Gårdejerens landskab

Landmanden er også en del af en anden virkelighed. Han lever med sin familie i det lokale landskab og kender højst sandsynligvis sine naboer rigtig godt, ligesom han (og familien i øvrigt) deltager i landsbyens foreningsliv og i forskellige lokale projekter. Landmanden går ture i området og passer sin ejendom, det er her, han



Foto: Jørgen Primdal

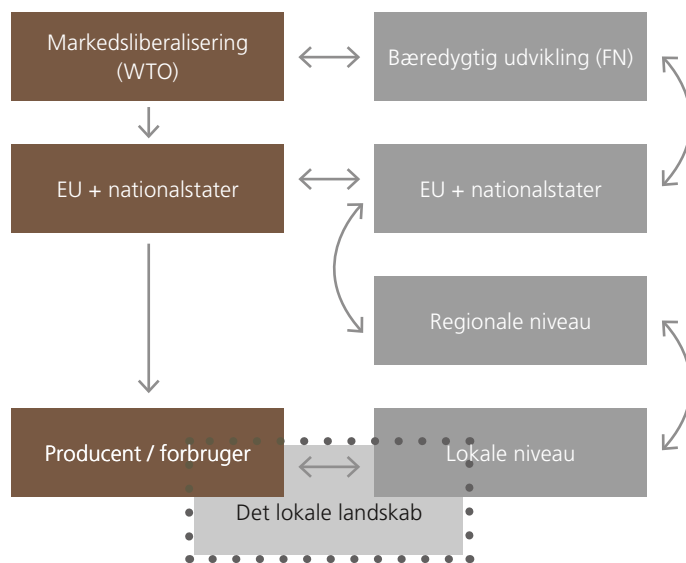
bor. På den måde er landmanden en del af sit lokale landskab – eller igen i 'globaliseringstermer': en del af et 'space of place'. I den sammenhæng træffer han beslutninger om plantning, gravning af vandhuller, pleje af hegn og meget andet, som ikke nødvendigvis har noget med produktionen at gøre, men mere handler om forvaltning af ejendommen. Det samme gør alle de andre, som bor i området – fritidslandmænd, skovejere, og landsbyboere.

Vi ved fra mange undersøgelser, at det især er i disse 'ejendomsbeslutninger', vi finder forklaringen på, at de udyrkede elementer i landskabet – skove, hegn, vandhuller og så videre – siden omkring 1990 har været i fremgang overalt i landet. Vi er også begyndt at indse, at det er i balancen mellem, hvordan lokalsamfundet er koblet til 'space of flows', og hvordan landskabet fungerer og fremtræder som 'sted', vi skal fokusere, hvis vi skal vurdere, hvor bæredygtigt et lokalt jordbrugslandskab er.

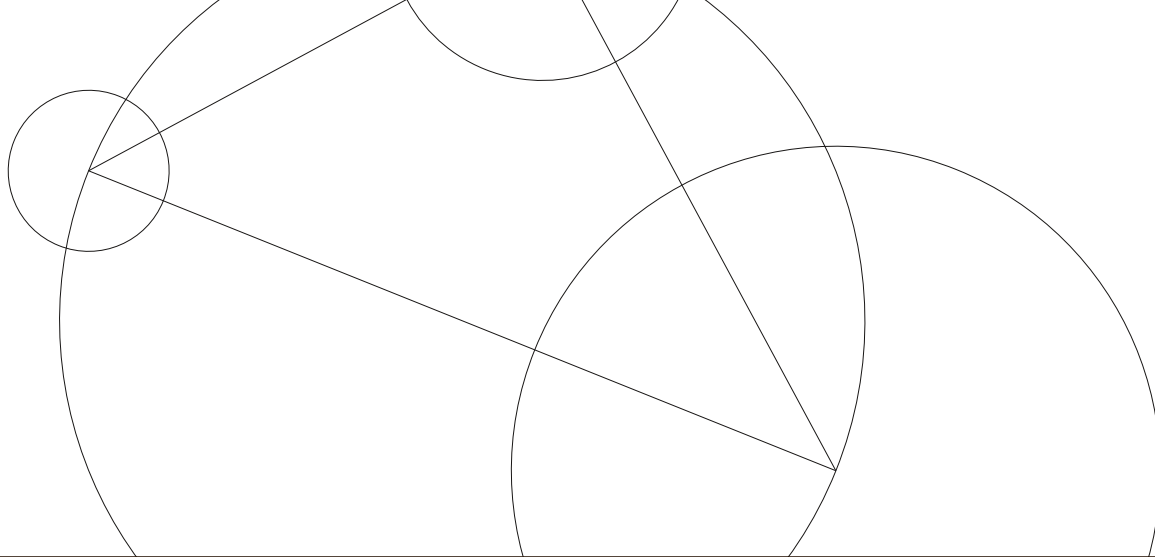
Fremtidens landskaber

Opfattes det lokale landskab som et attraktivt sted at bo, bliver folk boende, og der sker måske en egentlig tilflytning. Opfattes det negativt, søger folk væk, og området kan gå ind i en negativ spiral med fraflytning, faldende boligpriser, lukning af butikker og andre servicefunktioner, forslumning og andre dårligheder. Er der smukt med en rig natur og et varieret kulturmiljø, er lokalsamfundet velfungerende med et rigt foreningsliv, og er der et vist udbud af servicefunktioner i selve lokalområdet (eller tæt på), er der gode chancer for, at landskabet vil kunne udvikle sig til gavn for både natur og lokalsamfund.

Jordbruget påvirker (og påvirkes selv af) det lokale landskab, og dette sker i et tæt samspil med en stadig mere åben verden. Jo mere åben, jo vigtigere bliver de lokale kvaliteter. Det lokale og det globale skal ses i sammenhæng, hvis man skal forstå, hvad der foregår, og hvis man – lokalsamfundet såvel som offentlige myndigheder – skal kunne påvirke udviklingen i retning af større bæredygtighed. For danske jordbrugslandskaber ligger der en stor udfordring i at få moderne, intensive landbrugsbedrifter til at spille positivt sammen med de biologiske, kulturelle og æstetiske værdier.



To politiske dagsordner påvirker i stigende omfang landskabet overalt i verden. Den ene handler om liberalisering af markeder og er kendetegnet ved, at beslutninger tages på et centralt niveau og uden hensyntagen til de lokale konsekvenser. Den anden handler om bæredygtig udvikling, og det er en karakteristisk del af denne dagsorden, at beslutningerne træffes på alle niveauer. De to dagsordner mødes i det lokale landskab. Figur: Jørgen Primdal



Byens grønne områder værner mod klimaændringer

Der tales meget om, hvordan vi skal bygge og modernisere byerne for at modvirke klimaændringer. En af mulighederne er mere kompakte byer med mindre behov for biltrafik. Parallelt med denne udvikling bør man dog også tage byens grønne områder med i planlægningen af, hvordan vi håndterer fremtidens klimaændringer – de har nemlig stor betydning i forhold til at kompensere for temperaturstigninger i byen.

Af professor Stephan Pauleit, Skov & Landskab, Det Biomedicinske Fakultet

Grønne områder og især træer har en evne til at sænke temperaturen i omgivelserne. En undersøgelse i Manchester har vist, at i tæt og lavt boligbyggeri kan 10 % mere grønt sænke temperaturen med 1,2 grader og i bymidten op til 3,7 grader. Det svarer til den temperaturstigning, man må forvente frem til år 2080, dog undtaget det værste klimascenario.

Hot centrum – sval park

Man kan sige, at træerne og de grønne områder kompenserer for uundgåelige temperaturstigninger. Byens overfladetemperatur, der er temperaturen målt direkte ved jordfladen, afhænger stærkt af andelen af grønt i området, for vegetation nedsætter sommertemperaturen ved fordampning af vand. Helt konkret betyder det for eksempel, at temperaturen i et parcelhuskvarter, hvor andelen af grønt typisk er høj, er markant lavere end i centrum af byen. Parker med mange træer og småskove er de køligste udearealer i byen. I Manchester målte man på samme dag en overfladetemperatur på 32,1 grader i byens centrum og 18,4 grader i en park. Plantning af træer er derfor særlig effektivt til at begrænse temperaturstigninger i den indre by.

Vi kan bruge denne viden, når vi diskuterer, hvordan vi skal udvikle et bæredygtigt bymiljø. Den er endnu et argument for, at

det grønne i byen skal spille en afgørende rolle i planlægningen og prioriteringen af byens ressourcer.

Find balancen

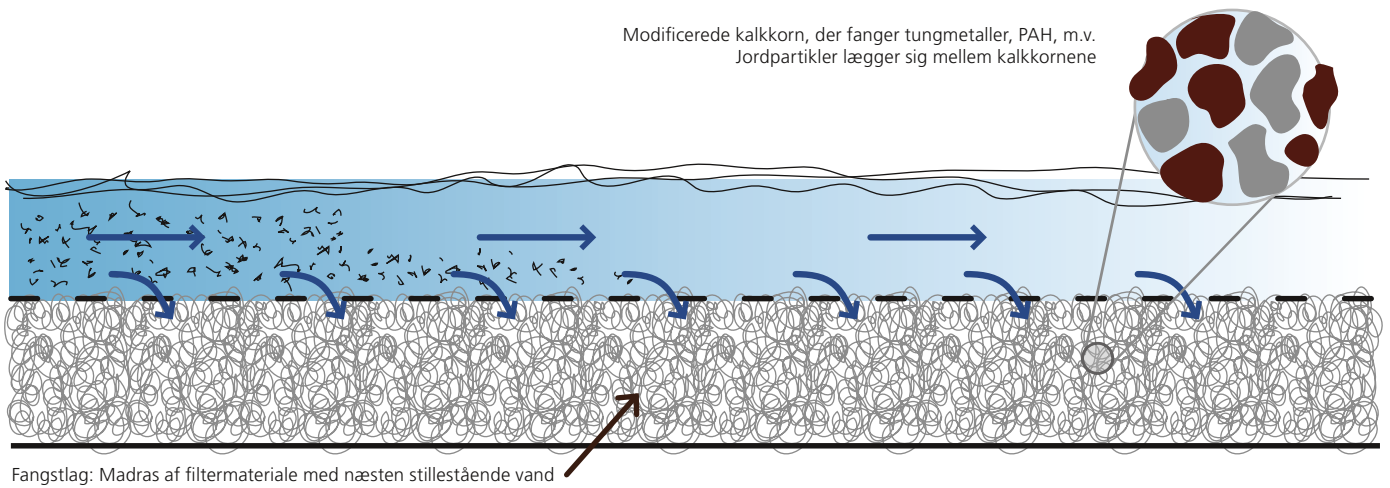
Der skal opnås en fornuftig balance mellem ønsket om byfortætning og behovet for at bevare en velfungerende grøn struktur. Det gælder ikke mindst de store omdannelser af gamle industri- og havneområder, som er udbredte i mange større danske byer. Her er bebyggelsesprocenten ofte så høj, at det grønne er reduceret til det ubetydelige, som for eksempel beplantning over parkeringskældre.

Et bydesign, der fungerer teknisk, og som samtidig bidrager positivt til et områdes æstetiske, sociale og økologiske funktioner, bør fremmes, og desuden værdisættes ved cost-benefit-analyser, så et realistisk budgetgrundlag kan forelægges beslutningstagere.

Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) forudsiger, at temperaturen vil stige i byerne, og at der vil ske væsentlige ændringer i nedbørsmængden i Danmark – uanset om det lykkes at begrænse udslippet af drivhusgasser. DMI forudsiger, at:

- temperaturen vil stige mellem 0,6 og 4,7 grader indtil år 2100
- vintertemperaturen vil stige særligt markant
- vækstsæsonen forlænges med 22-55 døgn
- der vil komme flere og længere varmeperioder
- årsnedbøren vil generelt reduceres med 3 - 15 %
- der vil være tørre somre og kraftige regnskyl om vinteren

Modificerede kalkkorn, der fanger tungmetaller, PAH, m.v.
Jordpartikler lægger sig mellem kalkkornene



Fangslag: Madras af filtermateriale med næsten stillestående vand

Grafik: Sune Kliiborg

Fra vejvand til drikkevand

Vand er en afgørende faktor i vores liv. Vi er afhængige af rent drikkevand, og vi stiller krav til det vand, vi bader i og omgiver os med i byer og på landet. En ny, bæredygtig teknologi er ikke langt fra at kunne trylle vandet i vandpytterne om til det reneste drikkevand.

Af seniorforsker Marina Bergen Jensen, Skov & Landskab, Det Biovidenskabelige Fakultet

I takt med at velstanden i et samfund øges, stiger befolkningens krav og forventninger. Det gælder også i forhold til vand, hvor det mest basale krav er adgangen til rent og rigeligt drikkevand, mens det næste krav gælder ordentlige sanitære forhold. FN's milleniumsmål er, at i 2015 skal andelen af mennesker uden adgang til rent drikkevand og basal sanitet være halveret. I Danmark løber vandet lystigt ud af hanen, og toiletter er en selvfølge. Vi har overskud til næste fase, der handler om at beskytte det naturgrundlag, vores civilisation hviler på. Grundvandsbeskyttelse, renseanlæg og miljøeksport er begreber opstået i kølvandet på denne fase, der i Danmark for alvor tog sin begyndelse med oprettelsen af Miljøministeriet i 1970.

Vand som fornøjelse

I dag er et nyt niveau, drevet af livsstil snarere end basale behov, så småt ved at tegne sig: I de store byer forventer befolkningen, at de åbne vandflader i byens landskab er trygge, rene og tilgængelige – for fornøjelsens skyld. Værdien af Havnebadet ved Islands Brygge sætter københavnernes i en interviewundersøgelse til op mod ½ milliard årligt. I Ørestad, Københavns ny bydel, skaber man ti km kanaler, der skal give bydelen karakter.

Vandet i kanalerne, der blandt andet vil bestå af afstrømmende regn fra tage og veje, skal af æstetiske årsager overholde skrappe krav til klarhed og renhed. Det indebærer, at vandet fra vejene skal renses først. Faktisk er kravene så skrappe, at vandet efter en simpel hygiejniserings, hvor smitstoffer bliver fjernet for eksempel ved kogning, vil kunne overholde krav til drikkevand.

De skrappe krav, vi i de rige samfund stiller til vand, vi skal fornøje os med, matcher faktisk de krav, der stilles til basal drikkevandskvalitet andre steder i verden.

Nyt filter kan rense vejvand

Netop i Ørestad forsøger Det Biovidenskabelige Fakultet i samarbejde med Rambøll, Københavns Energi og Arealudviklingsselskabet at udvikle en ikke pasningskrævende teknik til rensning af vejvand. Teknikken, som kaldes dobbeltporøs filtrering, er baseret på viden om vand- og stoftransport i jordtypen *opsprækket moræne* – det vil for eksempel sige viden om udvaskning af pesticider og fosfat fra lerholdige landbrugsjorde.

Det beskidte regnvand fra vejene strømmer ved hjælp af tyngdekraften i tynde spalteformede lag vandret hen over et filtermateriale, der består af kalkkorn. Undervejs bundfælder forureningen sig i hulrummene mellem kalkkornene, eller det optages i kalkens overflade. I og med at spildevandet strømmer i andre lag, end dér hvor forureningen bliver opsamlet, undgår man tilstopning, og filteret kan bevare sin fulde kapacitet i en lang årrække, før det er nødvendigt med en udskiftning.

De første resultater af den nye teknik er meget lovende. Hvis vi kan udvikle simple teknologier, der kan forvandle store mængder vejvand til rekreativt vand, behøver der ikke være langt til, at vi også kan forvandle vejvand til rent drikkevand.

Den grønne vej – begynder her

2009 bliver et skelsættende år: Året for den store internationale klimakonference der forhåbentlig munder ud i en "Copenhagen Protocol", der vil sætte nye standarder for miljørigtig tænkning for alle verdens lande. Men allerede nu arbejder de studerende på Det Biovidenskabelige Fakultet og resten af Københavns Universitet for bæredygtige uddannelser og uddannelser i bæredygtighed.

At ansvaret er vores alles, har Foreningen af Naturressourcerstudierende for længst erkendt. De var blandt de første i Danmark til at sælge økologiske juletræer, og i sommer arrangerede de verdens måske første bæredygtige rustur.

Skal universitetet for alvor blive en grøn dynamo i samfundet, skal alle engageres. Derfor har Foreningen af Naturressourcerstudierende og tre andre studenterforeninger stiftet Grønt Netværk, en paraplyforening der skal sikre, at ingen studerende, forsker eller underviser på Københavns Universitet har misforstået budskabet om, at fremtidens universitet tænker og handler grønt. Dette forår afholder Grønt Netværk en stor national kongres under titlen "Den grønne vej – for fremtidens universitet". Her vil studerende fra alle landets universiteter sætte deres viden i spil, diskutere med de fremmeste forskere og beslutningstagere inden for bæredygtighed og sammen udstikke kursen for fremtidens universitet.

Læs mere om Grønt Netværk på
www.greenuni.dk og www.naturstud.dk

Bring Your Ideas to LIFE.ku.dk

På Det Biovidenskabelige Fakultet arbejder vi mod en bæredygtig fremtid. Både i økonomisk, social og miljømæssig forstand. Vi har 150 års erfaring i at forske og uddanne i netop disse områder – og vi har stadig brug for friske hjerner og nye ideer. Læs mere om mulighederne for at tage en uddannelse, der kan sikre en bæredygtig fremtid på www.life.ku.dk