



GRØN VIDEN

ØKOLOGISK DYRKNING AF SOJABØNNER

DJF MARKBRUG NR. 333 • JUNI 2009



DET JORDBRUGSVIDENSKABELIGE FAKULTET

AARHUS UNIVERSITET



ØKOLOGISK DYRKNING AF SOJABØNNER

Sojabønner forbindes ofte med import af foder til animalsk produktion, men i Europa er der nu stigende interesse for anvendelse af sojabønner til konsum, specielt til det økologiske marked. I Danmark spores en tilsvarende udvikling, og firmaet Naturli' Foods A/S, der fremstiller vegetabiliske alternativer til mejeriprodukter, ønsker at anvende danske, økologisk avlede sojabønner som råvare. Dette er baggrunden for innovationsprojektet *Dansk, økologisk dyrkning af sojabønner til fødevarer- og foderformål*, der udføres ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet i samarbejde med Naturli' Foods A/S og Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret Økologi. Projektet gennemføres med støtte fra FødevarerErhverv og løber frem til slutningen af 2010.

Botanisk beskrivelse

Sojabønne (*Glycine max* (L.) Merr.) tilhører Bælgplantefamilien, se tekstboks 1, og kan i symbiose med *Bradyrhizobia japonicum* knoldbakterier fikserer frit kvælstof fra atmosfæren. Disse knoldbakterier tilhører samme botaniske orden som *Rhizobium*-bakterier, der danner knolde på rødderne af arter i kløverslægten. Symbiosen med de kvælstoffikserende bakterier betyder, at kvælstofgødskning kan undlades.



Foto 1. Sojabønneplanter med første blivende blad.

I sin oprindelige form er sojabønner en kortdagsplante, og har derfor vanskeligt ved at blomstre ved de lange sommerdage under nordlige himmelstrøg. Sojabønner kræver tillige en del varme. Imidlertid har svenske forældre gennemført et stort arbejde med henblik på at gøre sojabønnen daglængdeneutral og tolerant over for kølige dyrkningsforhold, men det i 1939 påbegyndte svenske forædlingsarbejde ophørte i 1998. Den verdenskendte sort Fiskeby V er et resultat af dette arbejde, og arvemassen herfra indgår ofte i moderne sorter. I dag er Østrig førende med hensyn til udbud af sorter i Europa. Der findes også et

Grupper og slægter i Ærteblomstunderfamilien med relation til fødevarer- og foderproduktion.

Gruppe	Slægter kendt fra dyrkning i Danmark.	Slægter der dyrkes i udlandet
Lupin	Lupin (200)	
Kællingetand	Rundbælg (50-70), Kællingetand (150)	
Fugleklo	Esparsette (170 bl.a. Serradel)	Jordnød (12)
Kløver	Sneglebælg (110), Kløver (300)	
Vikke	Vikke (150-200 bl. a. Hestebønne), Ært (6-7)	Kikært (50), Linse
Bønne	Bønne (200)	Sojabønne (60)

Tekstboks 1. Bælgplantefamilien opdeles i underfamilier, hvor Ærteblomstunderfamilien er den største. Det globale antal arter i de enkelte slægter er angivet i parentes.

stort udbud af sorter i Nordamerika, men disse er oftest GMO-sorter, som er uønskede i Europa og i særdeleshed hos økologiske jordbrugere og forbrugere.

Til opgørelse af sojabønners varmebehov kan majsvarmeenhederne (MVE) benyttes. Minimum for sojabønner er 23-2400 MVE, hvilket svarer til gennemsnit for perioden 1973-90. I 2007-08 blev der beregnet 26-2700 MVE varierende mellem landsdelene.

Frøenes kemiske sammensætning

Sojabønner indeholder 30-45% protein, hvilket er mere end de fleste andre bælgplanter. Protein fra bælgplanter har en høj andel af essentielle aminosyrer, dog ikke af den svovlholdige aminosyre methionin. Sojabønneprotein har imidlertid en højere andel af methionin end andre bælgplanter. Sojabønners aminosyresammensætning er meget lig sammensætningen i animalsk protein.

Samtidig indeholder sojabønner 15-25% olie. Dette er ikke så højt som typiske olieplanter, men fedtsyresammensætningen er karakteriseret ved et højt indhold af fler-umættede fedtsyrer. Over halvdelen udgøres af linolsyre (dobbelumættet) mens linolénysyre (triple umættet) udgør en tiendedel. Linolénysyre er dog uønsket i foder- og fødevarer, da den meget let optager ilt og bliver harsk. Den enkelt-umættede oliesyre udgør en fjerdedel,

mens de mættede fedtsyrer (palmitinsyre og stearinsyre) ofte udgør mindre end en sjettedel.

Et højt proteinindhold modsvarer typisk af et lavere olieindhold og omvendt. Denne variation betyder, at sojabønner i nogle sammenhænge betragtes som en proteinafgrøde og i andre som en olieafgrøde. Forholdet mellem protein og olie påvirkes af såvel dyrkningsbetingelser og genetiske forhold, mens sammensætningen af både protein og olie i overvejende grad er genetisk bestemt. Ved anvendelse af molekylær genetik forædles mod specifikke fedtsyresammensætninger af sojaolien.



Foto 2. Bælgene indeholder op til 3 frø med frøvægt på 150-225mg.

Udbredelse og anvendelse

Sojabønne er den vigtigste bælgplante på verdensplan og dyrkes typisk i varmttempererede og subtropiske områder. De største producenter er USA (50%), Brasilien (20%), Argentina (15%) og Kina (10%). Der eksporteres både hele bønner og restprodukter, der betegnes sojakage (ca. 8% fedt) eller sojaskrå (2-3% fedt) afhængig af, hvor intensiv olieudvindingen har været. I Europa dyrkes omkring 500.000 ha med et gennemsnitsudbytte på 30 hkg/ha. Denne produktion svarer kun til 10% af bønneimporten, og Europa er klart den største importør. Restprodukter fremkommet ved olieudvinding fra importerede bønner dækker 40% af forbruget af sojakage/skrå, mens de resterende 60% af behovet dækkes ved import af sojakage/skrå.

Bønnerne har pga. deres kemiske egenskaber en bred anvendelse til fødevarer- og foderformål, samt til teknisk brug. Anvendelse til fødevarer er dominerende i Asien, mens anvendelse til foderbrug er udbredt i Vesten. Forarbejdningen af bønnerne, specielt den tekniske, betyder, at både hovedproduktet og restproduktet væsentligt har ændret karakter i forhold til hele bønner.

I dansk landbrug anvendes årligt 1,7 mio. tons sojakage/skrå til foder, mens der til human konsum anvendes omkring 2.000 tons hele sojabønner ved fremstilling af vegetabiliske alternativer til mejeriprodukter. Også økologisk avlede sojabønner efterspørges til både foder- og fødevarerformål, men såvel kvalitet og udbud på verdensmarkedet er svingende. Samtidig er lang transport fra Sydamerika og Asien ikke umiddelbart forenelig med det økologiske tankesæt. Derfor efterspørges nu dansk avlede sojabønner.

Anvendelse til konsum

Sojabønneprodukter til konsum kan opdeles i tre hovedgrupper. Ved fremstilling af traditionelle østasiatiske fødevarer foretages ofte en fermentering af sojabønnerne, hvor der sker en delvis nedbrydning af proteinerne. Dette giver en femte smags-



Foto 3. Planterne bliver 60-90 cm høje

oplevelse, der kaldes umami. De fire almindelig kendte smagsoplevelser er sød, sur, salt og bitter. Fermenteringen er aerob ved skimmelsvampe, evt. i en totrins proces i kombination med gærsvampe og bakterier, og er således ikke en alkoholforgæring. De typiske fermenterede produkter er Miso, Natto, Tempeh, Tofoyu og sojasovs.

Ligesom andre bælgplantefrø kan sojabønner anvendes i ikke-fermenterede processer, såsom kogning af bønnerne efter udvanding, bagning med sojamel eller ristning af bønnerne. Varmebehandlingen er vigtig, idet indholdet af trypsininhibitorer herved uskadeliggøres. Et højt indhold af trypsininhibitorer nedsætter proteinfordøjeligheden og kan skabe diarréliggende reaktioner. Et vegetabilisk alternativ til mejeriprodukter kan fremstilles ved ekstraktion med varmt vand, hvor proteiner og sukkerstoffer udtrækkes af bønnerne. Ekstraktet kan forhandles som drikkeprodukt, eller viderebearbejdes til Tofu.

Den sidste hovedgruppe omfatter anvendelse i levnedsmiddelindustrien. Typisk udvindes olie af sojabønnerne, mens sojakagen kan anvendes til mange formål i fremstillingen af fødevarer eller til fremstilling af koncentreret protein.

Udgangspunktet for det igangværende projekt er fremstilling af vegetabiliske alternativer til mejeriprodukter, og disse alternativer henvender sig overvejende til forbrugere, der ønsker at fravælge traditionelle mejeriprodukter. Fravalget kan være begrundet med mælkeallergi, ordineret kolesterol-sænkende kost eller ønske om vegetarisk livsstil.

Danske forsøg med sojabønner

Tidligere interesse for dyrkning i Danmark har især været begrundet i begrænsninger i muligheden for import af sojabønner, og har typisk været knyttet til behov for proteiner til foderformål. Interessen for en hjemlig produktion af protein baseret på sojabønner har være fremtrædende ved svigten- de import under krige og ved høje priser på kvæl- stofgødning og proteinfoder under energikriser.

Dyrkning af sojabønner i Danmark blev forsøgt allerede i 1881, men uden at der blev opnået frø- sætning. I 1912 blev manchuriske sojabønner udsået på alle Statens Forsøgsstationer, men flere steder blomstrede bønnerne meget sent, dvs. i begyndelsen af august. I 1934 og 1935 blev der på fem af Statens forsøgsstationer udsået sorter fra bl.a. Manchuriet, Tyskland, USA, Canada og Rusland. På trods af varme og solrige somre var udbyttet lavt, højst 5-8 hkg/ha. I nogle tilfælde blev afgrøden ødelagt af frost eller blæst i maj, og modnede i øvrigt sidst i september eller begyndel- sen af oktober.

Krigens udbrud i 1939 påvirkede importen af olie- holdige fodermidler, og mulighederne for dyrk- ning af sojabønner blev undersøgt i 1940-41. Efter podning blev sojabønnerne sået i sidste halvdel af april og blev høstet fra midt i september til midt i november. Der blev i gennemsnit høstet 4 hkg/ ha, og højst 10 hkg/ha på trods af, at vejret i de to forsøgsår beskrives som gunstigt for sojabønner. Der var en tendens til højere udbytter på de bedre jordtyper.

Under indtryk af knaphed på protein på verdens- markedet blev der i 1968-74 igen gennemført dan- ske forsøg med sojabønner med henblik på prote- inproduktion. Den svenske sort Fiskeby V gav ofte de højeste udbytter, og var derfor den gennemgå- ende sort i forsøgene. Det gennemsnitlige udbytte var på 14 hkg/ha med et proteinindhold på 33%. Rækkeafstanden havde indflydelse på udbyttet, men denne bør vælges i forhold til valg af meto- de til ukrudtsbekæmpelse. Dækning med plastik fremmede fremspiringen, men påvirkede ikke udbyttet. Podning påvirkede hverken antal bakte- rioknolde eller udbytte. Efter forsøgenes afslutning faldt verdensmarkedsprisen på protein, hvorved udbyttet af sojabønner blev for lavt til rentabel foderproduktion.

Plantebestanden bør være mindst 25-35 plant- er/m². En plantetæthed på op til 70 planter/m² kan være en fordel, bl.a. af hensyn til sojabøn- nernes konkurrence over for ukrudt og mu- ligheden for mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Ved beregning af udsædsmængden skal der tages højde for frøvægten, der varierer fra 150 til 225 mg, samt spireprocenten i marken.

Sådybden bør være 2-3 cm, og under tørre forhold lidt dybere, ca. 4 cm.

Såning i midten af maj synes bedre end såning sidst i maj og også lidt bedre end såning først i maj både mht. fremspiring og udbytte. En jord- temperatur på 10°C bør tilstræbes.

Dyrkning på 50-75 cm rækkeafstand giver 3-5 hkg/ha mere end almindelig bredsåning (12 cm rækkeafstand). Valg af rækkeafstand bør være nært knyttet til valget af metode for u- krudtsbekæmpelse.

Podning med *Bradyrhizobia japonicum* anbe- fales, men resultaterne er ikke entydige.



Foto 4. Radrensning af sojabønner sæet på 75 cm rækkeafstand

Der var dog fortsat interesse for dyrkning af sojabønner, idet EU's markedsordninger i 1970'erne sikrede avlerne en mindstepris med henblik på at begrænse importen af protein. I en forsøgsserie gennemført i 1979-81 blev der i modsætning til tidligere forsøg tilført 90 kg N/ha til sojabønnerne, idet podningen tidligere ikke altid havde været effektiv. Sojabønnesorten Fiskeby V gav i 1979 og 1981 henholdsvis 20 og 13 hkg/ha, mens den kolde og våde vækstsæson i 1980 påvirkede frøsetning og modning så ugunstigt, at bønnerne måtte kasseres.

Resultaterne vedrørende podning er uklare. Der kan være flere årsager til manglende effekt af podning i de tidligere forsøg, og her fremhæves alene to mulige årsager. For det første kræver en effektiv podning stor omhyggelighed, specielt er podematerialet meget følsomt overfor udtørring. For det andet er nyere stammer af de knolddannende bakterier mere effektive end ældre stammer, men de nye stammer har mindre evne til at overleve i jorden til næste gang sojabønner forekommer i sædskiftet.

Fornyet interesse for dyrkning

Danmark er på den nordlige grænse af sojabønnens naturlige udbredelse. Imidlertid vil klimacændringer i form af højere temperatur betyde

gunstigere betingelser for dyrkning af afgrøder som sojabønne i Danmark. Samtidig betyder udbredelsen af økologisk jordbrug en øget interesse for afgrøder, der kan sikre forsyningen af vegetabilsk protein og bidrage til kvælstofforsyningen af sædskiftets kornafgrøder.

Økologisk dyrkning af sojabønner til modenhed er gennemført i 2006-07 på Jydevad Forsøgsstation i forbindelse med undersøgelse af mulighederne for at anvende danske proteinafgrøder i fodringen af økologiske æglæggende høner. I 2007 blev der opnået et udbytte på 17 hkg/ha. Til sammenligning yder sojabønner i Mellem- og Sydeuropa 20-35 hkg/ha og i Polen 12-16 hkg/ha. Dette betyder, at dyrkning af sojabønner i Danmark er realistisk, men det kræver udvikling af dyrkningsmetoder, der sikrer en stabil og dyrkningssikker produktion. Disse forhold har også bidraget til, at innovationsprojektet *Dansk, økologisk dyrkning af sojabønner til fødevarer- og foderformål* blev igangsat i foråret 2008.

Projektets formål er at frembringe en dansk produceret råvare bestående af økologisk dyrkede sojabønner af god kvalitet som basis for fremstilling af vegetabilsk alternativer til mejeriprodukter. Målet er at udvikle en vejledning for økologisk dyrkning af sojabønner, se tekstboks 2. Dette anses for muligt på grundlag af de positive resultater, der er opnået ved forsøgsdyrkning i de seneste år.

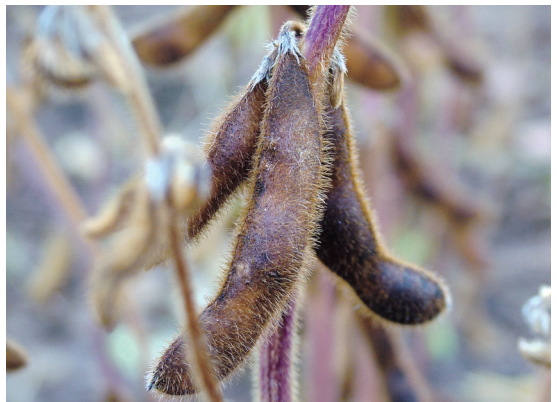


Foto 5. De nederste bælg sidder 12-15 cm over jorden.



Foto 6. Markvandring

En stabil dyrkning og forsyning af markedet kræver viden om afgrødens etablering og vækst samt tilpasning af høst- og tørringsmetode, idet høsten falder sent og med høj vandprocent i sojabønnerne. Samtidig skal forarbejdningen tilpasses de danske sojabønner med henblik på at markedsføre vegetabiliske alternativer til mejeriprodukter.

Resultaterne fra dyrkningsforsøgene i 2008 på Jyndevad Forsøgsstation viste, at et godt såbed, hurtig fremspiring og hurtig etablering af knoldbakterier er vigtig. Under tørre forhold kan udvikling af rod-knolde med de kvælstoffikserende knoldbakterier muligvis hæmmes. Såning i første halvdel af maj synes gunstig for tilpas tidlig blomstring og for afmodning. Der blev opnået et udbytte på 18 hkg/ha. En detaljeret beskrivelse af resultaterne findes i DJF Intern Rapport Markbrug nr. 22, der kan hentes på projektets hjemmeside: www.soja.djfprojekt.dk eller via www.agrsci.au.dk.

Det vurderes, at sojabønnerne kan høstes med traditionel mejetærsker, men der må, specielt i ugunstige år, forventes op til 30% vand i frøene samt en

meget høj andel af urenheder. Ved den efterfølgende rensning og tørring skal processerne afpasses med henblik på at undgå flækkede bønner, der er uønskede ved anvendelse af bønnerne til fremstilling af vegetabiliske alternativer til mejeriprodukter.

Konklusion

Det er muligt at dyrke sojabønner i Danmark, men under konventionelle dyrkningsbetingelser vil produktionen næppe kunne konkurrere med importerede sojabønner. Som en nicheproduktion kan et udbytte på omkring 20 hkg/ha danskavlde, økologiske sojabønner måske være rentabelt, specielt ved afsætning til konsum.

Væsentlige dyrkningsmæssige aspekter er tidlig etablering af sorter, der blomstrer og modner tidligt samt udvikling af metoder til høst, rensning og tørring af frøene.

RESUME

Dansk, økologisk dyrkning af sojabønner til fødevarer- og foderformål er et innovationsprojekt, der udføres ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, i samarbejde med Naturlig Foods A/S og Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret for Økologi.

Den høje næringsværdi gør sojabønner velegnede til både konsum og foder. Udgangspunktet for det igangværende projekt er fremstilling af vegetabiliske alternativer til mejeriprodukter på basis af danske, økologisk avlede sojabønner. Med et udbytte på omkring 20 hkg/ha kan der være grundlag for en hjemlig produktion af en råvare til dette formål.

FORFATTERE

Jens Petersen & Ingrid K. Thomsen

Aarhus Universitet
Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet
Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø
Postboks 50
8830 Tjele

FOTOS:

Henning Thomsen
Jyndevad Forsøgsstation

Grøn Viden indeholder informationer fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. Grøn Viden udkommer i en mark-, en husdyr- og en havebrugsserie, der alle henvender sig til konsulenter og interesserede jordbrugere.

Claus Bo Andreasen (ansv. red.)
Jette Ilkjær (red.)

ABONNEMENT TEGNES HOS

Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet
Postboks 50, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 10 28 / www.agrsci.au.dk

ADRESSE/ÆNDRINGER meddeles særskilt til postvæsenet.

LAYOUT OG TRYK

DigiSource Danmark A/S

ISSN 1397-985X