

# DANSK, ØKOLOGISK DYRKNING AF SOJABØNNER TIL FØDEVARE- OG FODERFORMÅL – RESULTATER 2010

INTERN RAPPORT · MARKBRUG NR. 30 · DECEMBER 2010

JENS PETERSEN



DET JORDBRUGSVIDENSKABELIGE FAKULTET

AARHUS UNIVERSITET



# DANSK, ØKOLOGISK DYRKNING AF SOJABØNNER TIL FØDEVARE- OG FODERFORMÅL – RESULTATER 2010

**Jens Petersen**

Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø  
Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet  
Aarhus Universitet

---

Interne rapporter indeholder hovedsagelig forskningsresultater og forsøgsopgørelser som primært henvender sig til DJF medarbejdere og samarbejdspartnere. Rapporterne kan ligeledes fungere som bilag til temamøder. Rapporterne kan også beskrive interne forhold og retningslinier for DJF .

Publikationer fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet kan downloades på [www.agrsci.au.dk](http://www.agrsci.au.dk)

Forsidefoto: Henning Thomsen, Jyndevad Forsøgsstation.

Tryk: [www.digisource.dk](http://www.digisource.dk)

## Forord

*Dansk, økologisk dyrkning af sojabønner til fødevarer- og foderformål* er et innovationsprojekt, der udføres ved [DJF/Aarhus Universitet](#) i samarbejde med [Naturli' Foods A/S](#) og [Videncentret for Landbrug, Planteproduktion](#) (tidligere Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret Økologi). Projektet gennemføres med støtte fra [FødevarerErhverv \(Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri\)](#). Projektet gennemføres i perioden 2008-10 og har hjemmeside på [www.soja.djfprojekt.dk](http://www.soja.djfprojekt.dk), hvor bl.a. presseomtale af projektet kan ses.

Søren S. Pedersen har stået for den praktiske gennemførelse af forsøgene på Jyndeved Forsøgsstation, mens analyse af protein- og fedtindhold er foretaget af Eurofins Steins Laboratorium A/S på foranledning af Naturli' Foods A/S. Afsnittet om sojabønner i *Langvarig forsøg med økologiske kornsædskifter* er baseret på en intern opgørelse foretaget af Henning Thomsen, Jyndeved Forsøgsstation. Det bemærkes i øvrigt, at det udførte forsøg med sorter ikke er et officielt sortsforsøg.

Fotos til forsideillustration er taget af Henning Thomsen, Jyndeved Forsøgsstation, og yderligere fotos af sojabønneforsøgene omtalt i denne rapport kan ses på projektets hjemmeside.

Jens Petersen  
Forskningscenter Foulum  
December 2010



## Indhold

Summary .....	5
Indledning .....	7
Markforsøgene .....	7
I Sortsforsøg.....	9
II Såtidsforsøg.....	13
III Såmetodeforsøg.....	14
Sædskifteforsøg.....	16
Diskussion.....	17
Dyrkningsvejledning.....	19
Referencer .....	21

## Summary

Organically and locally grown soy beans (*Glycine max* (L.) Merr.) are demanded in Denmark. A protein source with the soy beans characteristics may be used for food and feed:

- Vegetable drink alternatives to dairy products suitable for vegetarians, diabetics, lactose allergy suffers and ethnic groups.
- Fodder in organic husbandry farming, e.g. egg-producing hens and pond farming fish.

The project is described at [www.soja.djfprojekt.dk](http://www.soja.djfprojekt.dk).

In 2010 experiments regarding variety (Exp I), sowing time (Exp II) and sowing method (Exp III) were carried out at Jyndevad Experimental Station (54° 54' N, 9° 08' E). Please, note that the experiment regarding varieties is not an official variety test. In addition soya beans were grown in the *Long-term organic arable crop rotation experiment* at Jyndevad Experimental Station and the results are reported here.



## Indledning

Projektets formål var at frembringe en dansk produceret råvare bestående af økologisk dyrkede sojabønner af god kvalitet som basis for fremstilling af vegetabiliske alternativer til mejeriprodukter.

Målet var at udvikle en økologisk dyrkningsvejledning for sojabønner under danske forhold. Dette blev anset for muligt med baggrund i de positive resultater, der er opnået ved forsøgsdyrkning i 2006 og 2007. Disse forsøgsdyrkninger omfattede imidlertid ikke undersøgelse af parametre i forbindelse med dyrkningen, men sigtede på avl af danske, økologiske sojabønner til brug for fodringsforsøg af økologiske æglæggende høns.

En stabil dyrkning og forsyning af markedet kræver viden om afgrødens etablering og vækst, samt tilpasning af høst- og tørringsmetode, idet høsten under danske høstforhold falder sent og med høj vandprocent i sojabønnerne. Denne rapport indeholder en foreløbig opgørelse af forsøgresultaterne fra dyrkningssæsonen 2010.

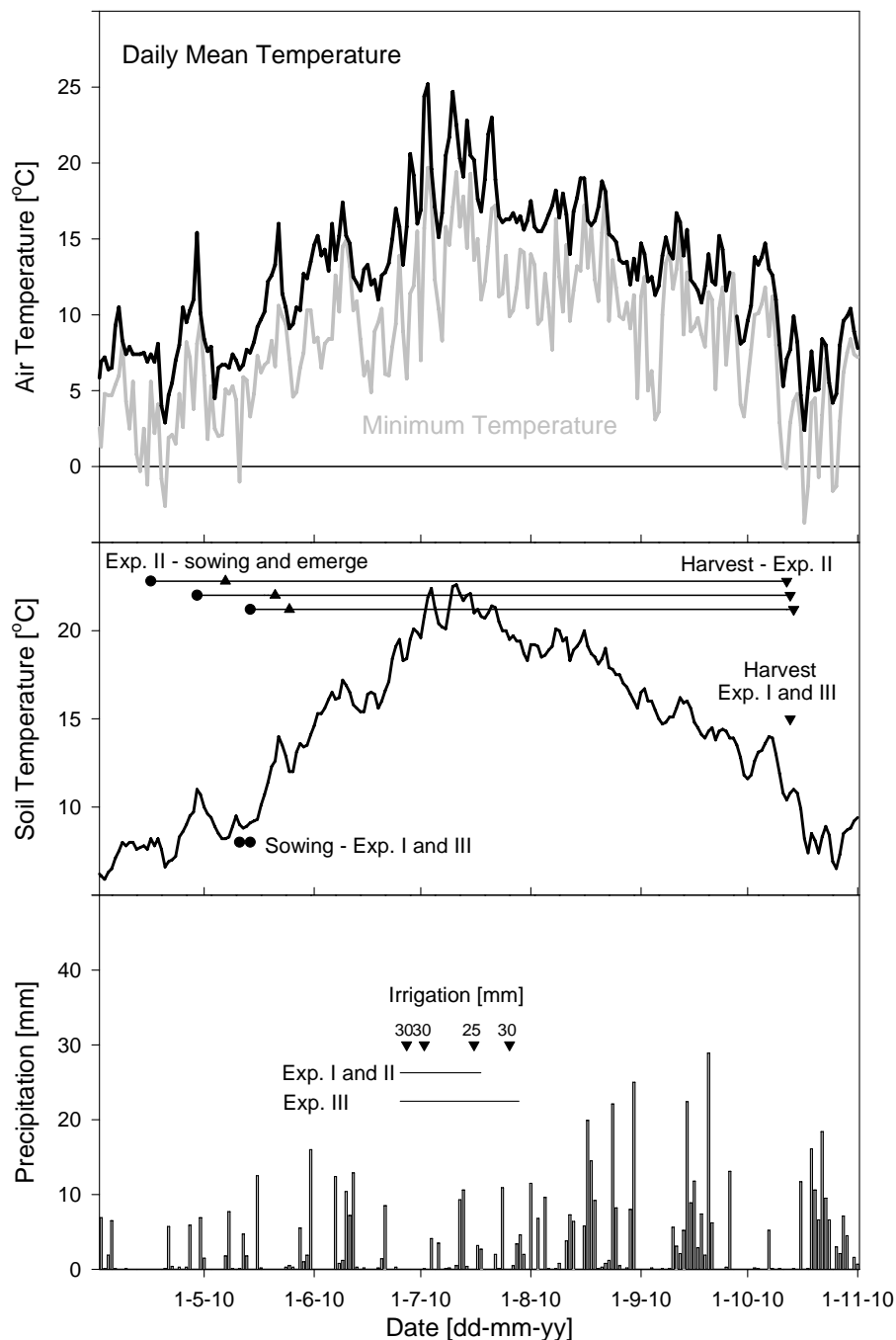
## Markforsøgene

Markforsøgene blev udført på Jynde vad Forsøgsstation på grovsandet jord. Forsøgene med sorter (I) og såtid (II) blev udført i randomiserede forsøgsdesign med 4 gentagelser. Så-metodeforsøget (III) blev gennemført i en vandet og en uvandet afdeling med 3 gentagelser i hver. Vanding af forsøgene blev foretaget efter PC-MarkVand med udgangspunkt i ærter. Alle tre forsøg havde rug som forfrugt. For-forfrugten var sojabønner i forsøg III, mens den var lupin i forsøg I og II.

Endvidere blev der udsået sojabønner i sædskifteforsøget på Jynde vad Forsøgsstation (*Langvarig forsøg med økologiske kornsædskifter* Mark 3 i sædskifte O4 og C4), og resultater herfra er inddraget. I dette forsøg samt i forsøg II-III blev sorten Merlin benyttet, og der blev tilstræbt en plantebestand på 70 planter/m<sup>2</sup>.

Forsøgene blev udført efter økologiske principper, hvor der kun blev anvendt mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Der var i 2010 en del problemer med rod ukrudt (tidsler, kvik og spildkartofler), mens der ikke blev observeret sygdomme eller skadedyr.

Vinteren var præget af sne og frost, hvilket var dominerende helt hen i marts. Mens april var 1,3 °C lunere end normalt og solrig, så var maj 1,4 °C koldere end normalt og både maj og juni havde underskud af sol (Sørensen & Jørgensen, 2010). Der blev målt nattemperaturer ned til 5 °C både omkring fremspiring og flere gange i løbet af juni og helt hen i juli (Figur 1). Endvidere var døgnets gennemsnitstemperatur relativ lav i perioden 12.-22. juni.



**Figur 1.** Klimadata for 2010 ved Jyndevad Forsøgsstation (54° 54' N, 9° 08' E).

Markforsøgene blev høstet med parcelmejetærsker med en cylinderhastighed på op til 650 omdr./minut for at tærsk frøene skånsomt ud af bælgene. Efter høst blev den høstede vare tørret på plantørrieri med svag varme i to dage efterfulgt af en dag med kold luft til omkring 85% tørstof. I forbindelse med rensning af prøverne på soldrenseri, men uden brug af kørner, blev der foretaget tørstofbestemmelse, og udbytteerne er herefter omregnet til 100% tørstof og angivet i hkg/ha.

LSD<sub>.95</sub> angiver den mindste sikre forskel mellem to forsøgsbehandlinger. I tilknytning til LSD<sub>.95</sub>-værdierne er sandsynligheden (*P*) for forskelle mellem forsøgsbehandlinger angivet, hvor \* angiver *P*<0.05, \*\* *P*<0.01, \*\*\* *P*<0.001 og ns angiver ikke signifikant.



## I Sortsforsøg

I arbejdet med at identificere egnede sorter, blev der taget kontakt til tre forskellige udenlandske frøfirmaer/forædlere, for at finde sorter, der kan vokse og yde et rimeligt udbytte under danske forhold. I sortsforsøget indgik 10 sorter:

- 5 østrigske sorter fra frøfirmaet Saatbau Linz,
- 2 sorter leveret fra Serbien af NS-Seme, Institute of Field and Vegetable Crops, og
- 3 sorter fra Nordisk Genbank, som var blevet opformeret i 2009 (Pedersen et al., 2010).

Sortsforsøget blev bredsået (12,5 cm rækkeafstand) og der blev tilstræbt en plantetæthed på 70 planter/m<sup>2</sup>. Ved beregning af udsædsmængden blev der benyttet en forventet fremspiring på 90-95%, dog kun 81% for sorten Cordoba.

Mens udsæden af de østrigske sorter var podet fra leverandøren, blev øvrig udsæd podet med Fix-Fertig ca. en uge før såning, dvs. der blev anvendt samme podemateriale, som de østrigske sorter var leveret med.

**Tabel 1.** Sorter anvendt i sortsforsøget, deres modenhedsgruppe, frøvægt og karakter for plantebestand den 16. juni.

Oprindelse	Sort	Modenhedsgruppe	Frøvægt udsæd [g/1000 frø]	Karakter for plantebestand [10=god bestand]
Østrig	Merlin	000	176	7,6
	Cordoba	000	230	5,0
	Lissabon	000	224	7,3
	Malaga	000	221	6,8
	Capnor	000	173	4,0
Serbien	Gracia	000	197	5,5
	Favorit <sup>1)</sup>	00	179	8,3
NGB <sup>2)</sup>	Fiskeby V	uoplyst	181	8,3
	Bråvalla	uoplyst	194	8,8
	Träff	uoplyst	193	6,8
LSD <sub>95</sub>			-	1,1 ***

1) Favorit svarer til nummersorten NS-L-200329 i 2009-forsøget (Pedersen et al., 2010)

2) Nordisk Genbank

I Tabel 1 er der angivet sortens modenhedsgruppe. I USA opdeles sorterne i modenhedsgrupperne I-X, og disse suppleres i Canada med yderligere tre grupper for tidlige sorter, som betegnes modenhedsgrupperne 0, 00 og 000. Disse typebetegnelser kan sammenlignes med majsvarmeenheder (MVE), idet de tidligste sorter af type 000 kræver <2400 MVE, mens type 00 kræver 2400-2550 MVE og sorter af type 0 kræver 2550-2800 MVE ([www.oopsc.org/mat\\_groups.php](http://www.oopsc.org/mat_groups.php)). Oplysninger om majsvarmeenheder kan findes på [www.planteinfo.dk](http://www.planteinfo.dk).

Efter fremspiring 31. maj blev der striglet mod ukrudt tre gange (den 3., 8. og 15. juni). Det kolde forår betød, at der blev registreret en meget uens fremspiring, og 16. juni opnåede sorterne Cordoba, Capnor og Gracia en meget ringe karakter for plantebestand (Tabel 1), mens sorterne Favorit, Fiskeby V og Bråvalla opnåede en tilfredsstillende karakter. Alle 10 sorter blev høstet med parcelmejetærsker den 13. oktober.

**Tabel 2.** Sortsforsøget. Forsøget blev sået den 11. maj og høstet den 13. oktober.

Sort	Udbytte [hkg/ha, 100% tørstof]	Vandindhold ved høst [%]	Frøvægt [mg]	Protein [% i tørstof]	Fedt [% i tørstof]
Merlin	15,2	21	166	38,8	20,8
Cordoba	9,7	35	240	40,4	18,5
Lissabon	11,0	26	179	39,1	19,4
Malaga	16,9	42	224	43,9	17,3
Capnor	10,2	34	162	40,8	17,9
Gracia	13,6	23	224	45,8	16,6
Favorit	22,5	43	215	47,2	17,5
Fiskeby V	11,2	22	182	39,7	18,9
Bråvalla	9,1	23	181	42,7	18,3
Träff	4,8	27	212	43,7	18,2
LDS <sub>95</sub>	2,6 ***	-	24 ***	1,3 ***	0,4 ***

Lyse bønner ønskes ved fremstilling af vegetabilsk alternativ til mejeriprodukter, idet mørke bønner giver produktet en uønsket grålig farve. Selv på lyse bønner kan hilum (bønnes vedhæftningspunkt til bælggen) have en mørk farve (<http://www.icorn.com/images/soy-hilum.jpg>). Bønnernes farve er illustreret på rapportens forside. Bønnerne af sorterne Fiskeby V, Merlin, Cordoba, Lissabon, Malaga og Favorit var gule, de to første med mørk hilum, mens de fire sidste havde lys hilum. Også Träff havde lys hilum mens bønnefarven var gulbrun. Gracia, Capnor og Bråvalla havde alle mørk hilum men bønnefarven var henholdsvis grågul, gulgrøn og olivenfarvet, hvilket må betegnes som uønsket ved fremstilling af vegetabilsk alternativ til mejeriprodukter. Endvidere ønskes der i produktionen hele og kurante bønner, men der var i 2010 ingen væsentlig sortsforskel mht. om bønnerne var flækkede eller ukurante.

Sorterne Merlin og Capnor gav ensartede små bønner med en diameter på omkring 5 mm og en tusindkornsvægt på 165 g (Tabel 2). Sorterne Lissabon, Fiskeby V og Bråvalla varierede fra 5 til 8 mm med en tusindkornsvægt på 180 g. Sorterne Cordoba, Gracia, Favorit og Träff havde en frøstørrelse på 6-8 mm mens Malaga havde enkelte frø helt op til 9 mm, og disse fem sorter havde en tusindkornsvægt >210 g (Tabel 2).

Det kunne konstateres, at frøvægten af den høstede vare for sorterne Favorit, Gracia og Träff var henholdsvis 20, 14 og 10 % større end udsæden (Sammenligning af Tabel 1 og Tabel 2). I modsæt-

ning hertil var frøvægten af Merlin, Capnor og Bråvalla 7 % mindre, og for Lissabon 20 % mindre. Disse forskelle har imidlertid ikke kunnet henføres til systematiske sortsforskelle.

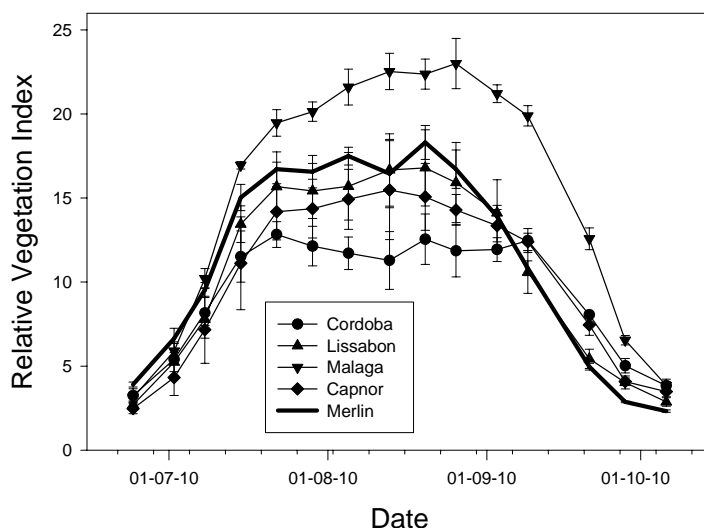
Cordoba, Malaga, Capnor og Favorit blev høstet med et vandindhold >30%, mens de øvrige sorter blev høstet med 21-27 % vand (Tabel 2). De serbiske sorter har den største proteinandel og mindste fedtandel, mens de øvrige sorter ikke klart kan grupperes efter oprindelse.

I Figur 2-4 er vist målinger af relativt vegetations indeks (RVI) for de enkelte sorter i vækstsæsonen. Et højt RVI i en lang periode betyder gode muligheder for at fange sollyset og omsætte det til planteproduktion. Derfor kan arealet under kurverne relateres til det høstede udbytte. Sorten Merlin er benyttet som reference i de tre figurer.

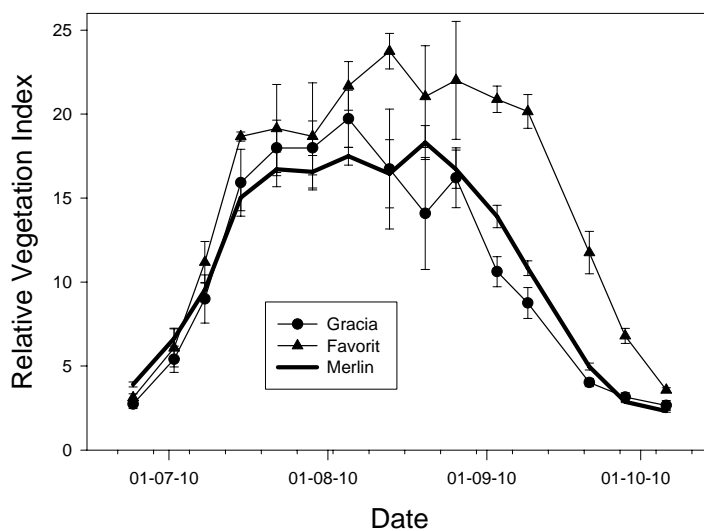
Der var betydelig forskel i RVI målingerne mellem de østrigske sorter (Figur 2). Kurven for Cordoba lå klart lavere end for referencen Merlin, hvilket også afspejlede sig i et lavere udbytte. Tilsvarende lå kurven for Malaga højere, og der var en tendens til et større udbytte af denne sort. Samtidig blev der konstateret et langsommere afmodningsforløb af sorterne Malaga, Cordoba og Capnor, som netop var de sorter, der blev høstet med >30 vand.

Blandt de serbiske sorter var RVI for sorten Favorit på et højt niveau allerede fra midten af juli og resten af vækstsæsonen (Figur 3). Dette har givet både et stort udbytte, men samtidig har den sene afmodning givet et højt vandindhold ved høst (Tabel 2)

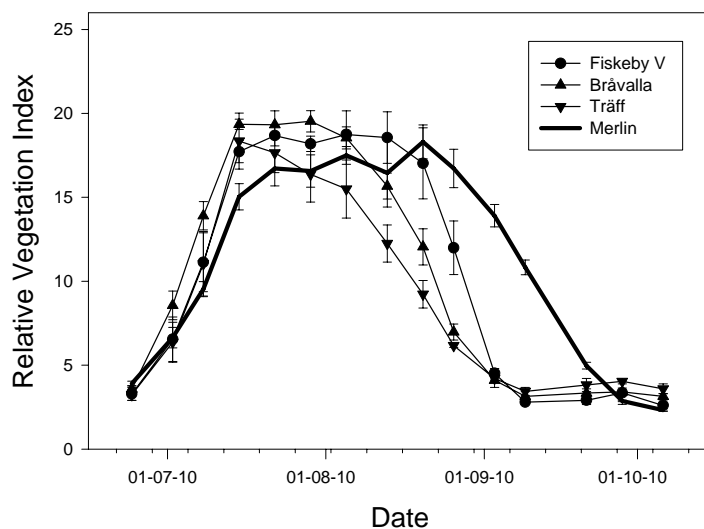
Sorterne fra Nordisk Genbank kom hurtigt i gang med væksten men afmodnede også tidligere, ca. en måned tidligere end Merlin (Figur 4). Den meget tidlige afmodning af Träff afspejlede sig klart i et mindre udbytte (Tabel 2). Sorterne fra Nordisk Genbank var lave af vækst og var derfor vanskelige at samle op ved maskinhøst. Derfor blev der i enkelte parceller vurderet antal bælg placeret under stubhøjde samt antal afklippede bælg på jorden. I sorten Merlin blev der kun konstateret et ubetydeligt antal bælg under stubhøjde, mens der i sorterne fra Nordisk Genbank i gennemsnit blev fundet 70 bælg/m<sup>2</sup> under stubhøjde og 40 bælg/m<sup>2</sup> på jorden, men antallet kunne være op til det dobbelte. Med 110 uhøstede bælg/m<sup>2</sup> og med gennemsnitlig 1,5 frø/bælg og en gennemsnitlig frøvægt på 180 mg kan det tabte udbytte anslås til 3 hkg/ha. Lægges dette uhøstede udbytte til det indhøstede udbytte svarer det til en frøproduktion i Fiskeby V på 14 hkg/ha, hvilket ikke er helt uacceptabelt. Dette skøn kan være underestimeret, idet de lavest siddende bælg ofte er de mest produktive.



**Figur 2.** Relativt vegetationsindeks for 5 østrigske sorter målt på 15 tidspunkter i vækstsæsonen 2010 med sorten Merlin som reference.



**Figur 3.** Relativt vegetationsindeks for 2 serbiske sorter målt på 15 tidspunkter i vækstsæsonen 2010 med sorten Merlin som reference.



**Figur 4.** Relativt vegetationsindeks for 3 sorter fra Nordisk Genbank målt på 15 tidspunkter i vækstsæsonen 2010 med sorten Merlin som reference.

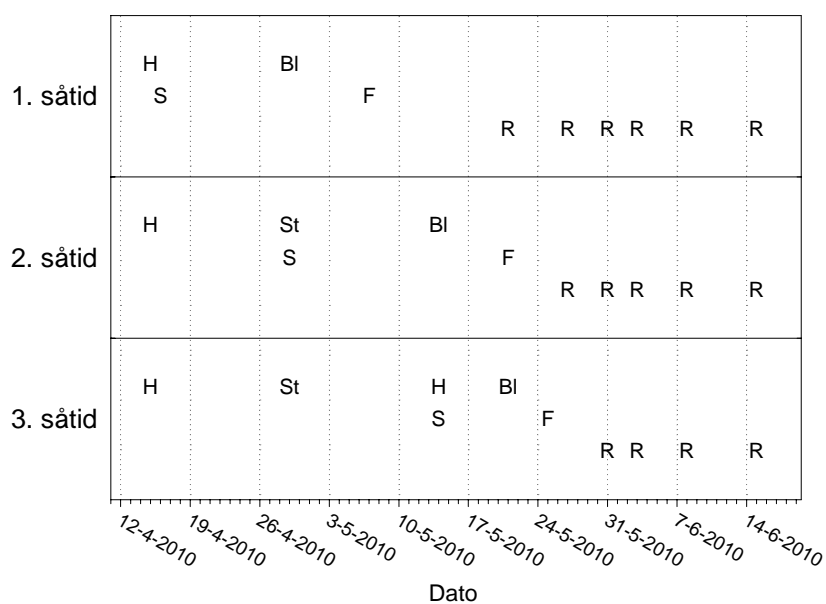
## II Såtidforsøg

Jo tidligere en afgrøde kan etableres, jo større er chancerne for, at den bliver moden og tjenlig til høst, mens der endnu er gunstige høstdage. Der blev i 2010 prøvet tre forskellige såtider (midten og slutningen af april og midten af maj; Tabel 3), hvilket var sammenfaldende med såtidspunkterne i 2009. Det kolde forår betød, at første såtid blev udskudt 1-2 uger i forhold til planlagt.

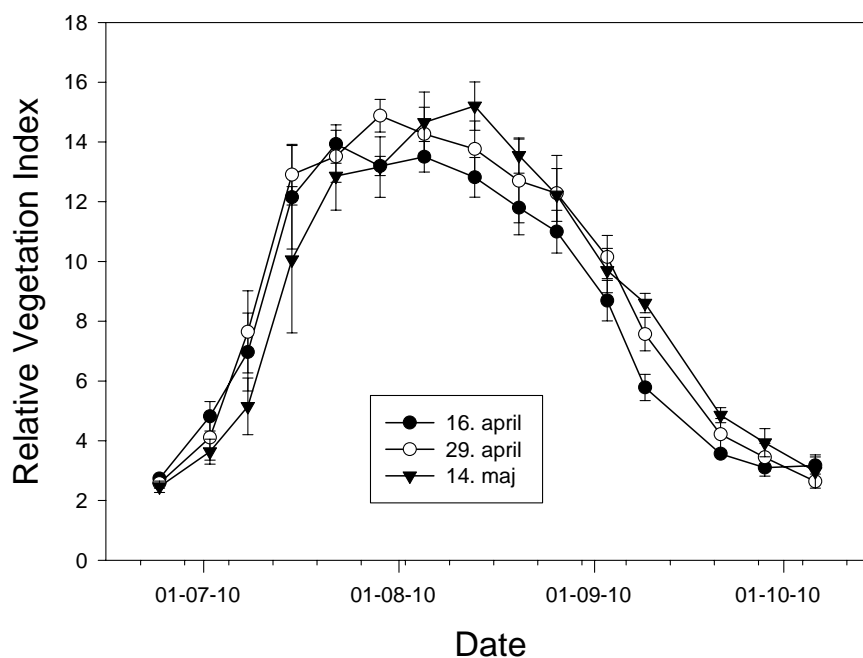
Med henblik på at fremprovokere ukrudt til spiring før anlæggelse af såtidforsøget blev hele forsøgsarealet harvet forud for etablering af første såtrid. Endvidere blev der striglet forud for såning af både anden og tredje såtid (Figur 5). I 2010 blev såtidforsøget sået på 50 cm rækkeafstand, hvilket gav mulighed for mekanisk ukrudtsbekæmpelse ved radrensning (traktormonteret). Denne såmetode blev valgt på grundlag af de gunstige erfaringer og resultater fra forsøget med rækkeafstande i 2009 (Pedersen et al., 2010). Dette betyder imidlertid, at årets resultater med såtid ikke er helt sammenlignelig med resultaterne fra 2009, hvor såtidforsøget blev bredsået (12,5 cm rækkeafstand) og ukrudtsbekæmpelsen blev gennemført ved strigling.

Den gennemsnitlige jordtemperatur i 10 dage efter såning steg 3,5 °C fra første til tredje såtid (Tabel 3). Tredje såtid faldt i en periode med kraftig stigende jordtemperatur (Figur 1), hvilket gav en hurtig fremspiring. I modsætning hertil betød faldende jordtemperatur i perioden efter anden såtid, at fremspiringsperioden blev forlænget i forhold til første såtid.

Målinger af RVI viste at vækstforløbet mellem de tre såtidspunkter var forskudt i forhold til hinanden (Figur 6). En forsinkelse af afmodningsforløbet betyder risiko for enten senere høst og høst med højere vandindhold. I den høstede vare blev der målt et større vandindhold for den sene såtid (Tabel 3).



**Figur 5.** Oversigt over mekanisk ukrudtsbekæmpelse i såtidforsøget. H=harvning, S=såning, F=fremspiring, BI=blindstrigling, St=strigling og R=radrensning med traktormonteret radrenser.



**Figur 6.** Relativt vegetationsindeks for 3 såtidspunkter målt på 15 tidspunkter i vækstsæsonen 2010.

**Tabel 3.** Såtidforsøget. Alle tre såtidspunkter blev høstet 13. oktober.

Såtid	Sådato	Jordtemperatur [°C, gns. 10 dage efter såning]	Nedbør [mm, gns. 10 dage efter såning]	Frø- vægt [mg]	Udbytte [hkg/ha, 100% tørstof]	Vand- indhold ved høst [%]	Protein [% i tørstof]	Fedt [% i tørstof]
1	16. apr	7,6	7	157	9,9	20	36,3	21,8
2	29. apr	9,3	18	152	10,0	20	35,1	21,8
3	14. maj	11,2	13	154	11,4	25	37,0	21,0
LDS <sub>.95</sub>				ns	2,0 <i>P</i> =0.2	-	2,1 <i>P</i> =0.2	0,5 **

Der var en tendens til større udbytte jo senere såtid, men generelt var udbytteerne i dette forsøg lave. Frøvægten (tusindkornsvægten) var upåvirket ligesom såtidspunktet ikke havde afgørende indflydelse på protein- og fedtindholdet. Ligeledes kunne der ikke konstateres effekt af såtidspunktet på bønne kvaliteten, hverken mht. størrelse, farve, andel af flækkede bønner eller andelen af ukrannede bønner.

### III Såmetodeforsøg

Forsøget omfattede ligesom i 2009 fire rækkeafstande (12,5; 25; 50 og 75 cm) og blev gennemført i to afdelinger: vandet og uvandet, med 3 gentagelser i hver afdeling. Alle fire forsøgsled blev sået med samme såmaskine. Ved lukning af såtude og valg af gear blev de ønskede rækkeafstande opnået med den samme udsædsmængde pr. ha. Effekten af rækkeafstand blev beregnet indenfor hver

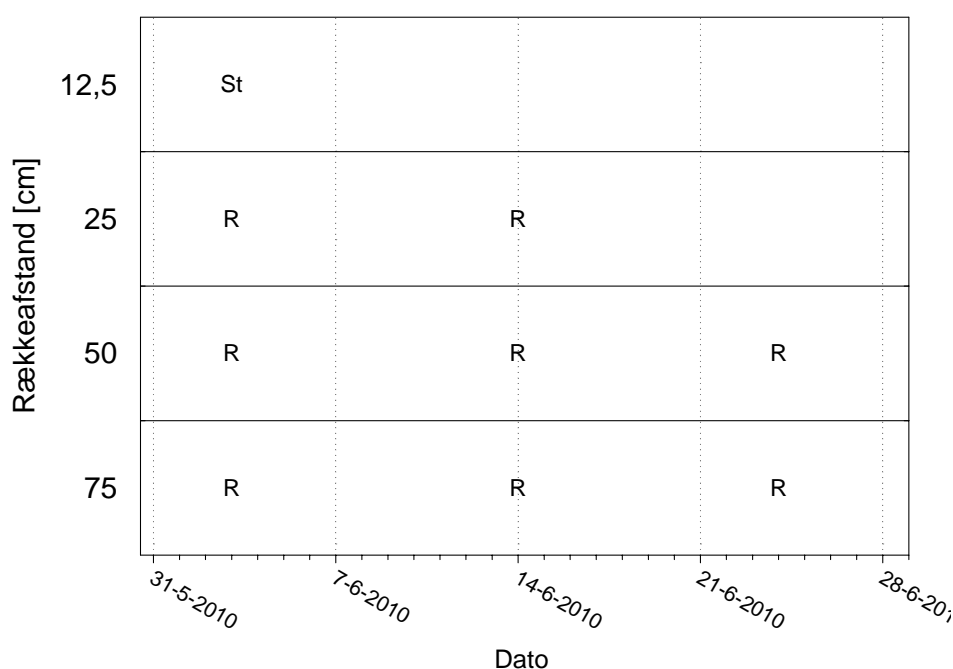
afdeling, mens forskellen mellem afdelinger ikke kunne beregnes statistisk pga. forsøgsdesignet. Tilsvarende kan vekselvirkningen heller ikke beregnes. Dette skal dog ikke forhindre en umiddelbar sammenligning af de to afdelinger med og uden vanding.

De varierende rækkeafstande betød, at en traktormonteret radrenser ikke kunne benyttes. I stedet blev radrensningen foretaget med en hjulhakke, der var enkeltrækket (Figur 7). En hjulhakke er nærmest en lille radrenser til overfladisk bearbejdning af jorden. Med de knivformede arbejdsorganer foretages overskæring af rod/stængel lige under jordoverfladen som ved skufningsarbejder.

Udbyttet var størst i den vandede afdeling, men der var ikke effekt af rækkeafstand (Tabel 4). Der var stor variation mellem parcellerne indenfor de enkelte forsøgsled i den uvandede afdeling og udbytteforskellen kan derfor ikke tillægges betydning.

Måling af afstanden fra jordoverfladen til nederste bælg (bælghøjden) i forsøg III blev foretaget fra bælgens vedhæftningspunkt. Bælghøjden blev målt på 10 på hinanden følgende planter i en række. I den vandede afdeling sad de nederste bønner højere, hvilket svarer til en forventning om, at den tætte plantebestand i rækkerne giver højere planter. Samme tendens kunne, i modsætning til 2009, også konstateres i den uvandede afdeling.

I den vandede afdeling blev der høstet gul-grønne bønner med en størrelse på 5-6 mm, mens bønnerne i den uvandede afdeling var gule og 5-8 mm. Forskellen i frøstørrelse mellem den vandende og uvandende afdeling afspejlede sig også i frøvægten (tusindkornsvægten) (Tabel 4). Vanding påvirkede ikke andelen af flækkede eller ukurante bønner. Rækkeafstanden påvirkede ikke kvaliteten af bønnerne ligesom frøvægten heller ikke var påvirket (Tabel 4).



**Figur 7.** Oversigt over mekanisk ukrudtsbekæmpelse i såmetodeforsøget. St=strigling og R=radrensning med enkeltrække hjulhakke.

**Tabel 4.** Rækkeafstand. Forsøget blev sået 14. maj og høstet 13. oktober.

Rækkeafstand [cm]	Højde af nederste bælg over jordoverfladen [cm]		Udbytte [hkg/ha, 100% tørstof]		Frøvægt [mg]	
	Uvandet	Vandet	Uvandet	Vandet	Uvandet	Vandet
12,5	10,2	10,9	8,1	19,8	198	160
25	10,2	13,0	16,5	20,2	194	153
50	12,3	14,3	10,8	21,0	195	157
75	13,6	15,7	8,7	20,8	199	167
LDS <sub>95</sub>	1,06 ***	2,03 **	7,8 ( <i>P</i> =0.09)	ns	ns	ns

### Sædskifteforsøg

I 2010 var sojabønner indlagt i *Langvarig forsøg med økologiske kornsædskifter* på Jyndeved Forsøgsstation. Dette forsøg har en meget kompliceret forsøgsplan (produktionssystem, efterafgrøde, gødning og afgrødevalg) (Olesen et al., 2000), som ikke skal beskrives nærmere her, idet der blot skal uddrages nogle interessante sammenligninger. Som reference indgår endvidere et konventionelt produktionssystem, hvor sojabønnerne blev sået på 12 cm rækkeafstand (strigning), mens de i de økologiske forsøgsled blev sået på 50 cm rækkeafstand med henblik på radrensning. Forsøget blev sået 19. april, fremspirede 3. maj og høstet 8. oktober. De økologiske forsøgsled blev blindstriglet 27. april og radrenset/striglet fire gange (21. og 28. maj, 3. og 16. juni), mens de konventionelle forsøgsled blev sprøjtet mod ukrudt 22. maj og 24. juni. Forsøget blev vandet med 15 mm (27. maj), 25 mm (22. juni), 30 mm (29. juni) og 28 mm (7. juli).

I det konventionelle system var det uden betydning for udbyttet af sojabønne, om disse fulgte efter en efterafgrøde eller ej (*P*=0.4). Derimod blev udbyttet øget fra 9,3 til 17,7 hkg/ha (*P*<0.001) ved gødsning med 50 kg N/ha i kalkammonsalpeter sidst i juni, hvor det kunne konstateres, at dannelsen af kvælstoffikserende rodknolde var utilfredsstillende. Derimod var udbyttet lille i de økologiske parceller med forudgående efterafgrøde, 7 hkg/ha, og udbyttet var upåvirket af forudgående års gødsningsniveau for sædskiftet, idet sojabønnerne ikke blev gødet.

Endvidere var det mulig at undersøge vekselvirkningen mellem driftsform og efterafgrøde (Tabel 5). Det største udbytte blev klart opnået under økologisk driftsform uden forudgående efterafgrøde. Det kan imidlertid ikke udelukkes at udbyttet under konventionel drift har været påvirket af de to gennemførte sprøjtninger mod ukrudt, hvor væksten af sojabønner i forvejen var hæmmet pga. kolde vejrforhold.

**Tabel 5.** Vekselvirkning mellem driftsform og forudgående efterafgrøde (udbytte i hkg/ha, 100% tørstof).

	Driftsform	
	Konventionelt	Økologisk
Ingen forudgående efterafgrøde	9,2	17,5
Med forudgående efterafgrøde	9,4	7,3



## Diskussion

Det kolde forår gav en langsom etablering og lave temperaturer i 14 dage i juni gav en svag vækst. Først i løbet af juli kom der gang i væksten. Ud over direkte indflydelse af temperaturen på væksten af sojabønnerne kan der også være tale om en indirekte virkning, hvor symbiosen mellem sojabønneplanterne og kvælstoffikserende bakterier ikke blev etableret. Dette kan skyldes dels, at sojabønnerne pga. svag vækst ikke har kunnet levere tilstrækkeligt energi til dannelse af de symbiotiske rodknolde, dels at selve bakterievæksten har været hæmmet af lave temperaturer. Forsøgene giver to indikationer på, at podningen ikke fungerede tilstrækkeligt effektivt i 2010-sæsonen. For det første havde tilførsel af mineralsk kvælstof en kraftig udbytteforøgende virkning i sædskifteforsøget. For det andet synes for-forfrugten (sojabønner) at have haft en positiv virkning på udbytteneiveauet i såmetodeforsøget, mens en for-forfrugt af lupin ikke havde sammen virkning på udbytteneiveauet i sorts- og såtidforsøget. Da de kvælstoffikserende bakterier er artsspecifikke formodes det, at en for-forfrugt af sojabønner har bidraget til opformering af sojabønne-specifikke bakterier, der har kunnet sikre etableringen af kvælstoffikserende rodknolde i en situation, hvor podningen synes at have svigtet. Endvidere vanskeliggjorde den langsomme og svage vækst af sojabønnerne en effektiv ukrudtsbekæmpelse.

Den høstede vare var i flere tilfælde af en tilfredsstillende kvalitet med henblik på fremstilling af vegetabiliske alternativer til mejeriprodukter. Der er i dette projekt fokuseret på Mellemeuropæiske sorter af sojabønne, idet det har vist sig vanskeligt at finde GMO-frie sorter på det Nordamerikanske marked. Opformering i 2009 af tre svensk forædlede sorter fra 1970'erne (Fiskeby V, Bråvalla og Träff), der har været opbevaret i Nordisk Genbank, gav mulighed for at inddrage disse sorter i forsøgene i 2010. Disse tre sorter synes at være bedre tilpasset kølige vækstforhold, idet det relative vegetationsindeks steg hurtigt i begyndelsen af sæsonen. Samtidig viste forløbet af vegetationsindekset, at Träff og Bråvalla modnede meget tidligt og formentlig også for tidligt i forhold til danske vækstforhold, med et utilfredsstillende udbytte. Væksten for sorten Fiskeby V synes at være egnet til danske vækstforhold, men bælgene sidder lavt med stor risiko for at disse går tabt ved høst. Såfremt det vil være muligt at høste alle bælg i sorten Fiskeby V vurderes det, at udbyttet vil kunne være af samme størrelse som i målesorten Merlin.

Ingen sort lå i toppen mht. alle parametrene: farve, tidlighed og udbytte. Sorterne Lissebon, Cordoba, Malaga og Favorit må på grundlag af deres farve betegnes som egnede til fremstilling af vegetabiliske alternativer til mejeriprodukter (se forsiden). Imidlertid havde de tre sidstnævnte sorter et meget stort vandindhold ved høst, hvilket indikerer sen afmodning. Sorterne Fiskeby V og Merlin havde både lyse bønner og lavt vandindhold, men mørk hilum. Da der ikke var væsentlige forskelle i sorterens indhold af protein og fedt anses alle sorterne for – efter en passende forbehandling – anvendelig som fodermidler.

Såtidforsøget peger på, at jordtemperaturen bør være  $>10^{\circ}\text{C}$ , og der bør være udsigt til en lun og stabil periode med stigende jordtemperatur, hvilket vil fremme fremspiringen. Såning ved udsigt til køligt og regnfuldt vejr bør undgås. Udover et godt såbed og hurtig fremspiring, er hurtig etablering

af knoldebakterier vigtigt. De generelt kølige forhold har formodentlig været årsagen til, at der i årets forsøg ikke har været udslag for såtidspunktet.

I dette års forsøg fandtes ingen effekt af rækkeafstand, mens der i tidligere danske undersøgelser blev fundet en udbytteforøgelse på op til 3 hkg/ha ved dyrkning på 50-75 cm rækkeafstand i forhold til bredsåning (Flengmark og Augustinussen, 1976; Pedersen et al., 2010). I modsætning til resultater opnået ved Statens Planteavlsvforsøg i 1970'erne blev årets forsøg gennemført i kombination med mekanisk ukrudtsbekæmpelse, og valget af rækkeafstand bør være nært knyttet til valget af metode for ukrudtsbekæmpelse. Striglingen i den bredsåede afgrøde (12,5 cm rækkeafstand) kan give risiko for, at planterne lægger sig langs jorden, hvorved de nederste bælg kommer tættere på jordoverfladen, hvilket blev observeret i 2009 (Pedersen et al., 2010). Denne risiko forekommer ikke i samme grad ved rækkeafstande, hvor radrensning er mulig. Ved uændret udsædsmængde vil planteafstanden i rækkerne blive mindre, og planterne vil ved deres indbyrdes konkurrence drive hinanden i vejret, hvorved de nederste bælg vil blive afsat lidt højere, og selv nogle få centimeter vil give en fordel ved høst. Med erfaringerne fra 2008 og 2009 må en rækkeafstand på 75 cm anses for at være for stor, idet rækkerne ikke lukker (Pedersen et al., 2010). Derimod lukker rækkerne ved 50 cm rækkeafstand, således at sojabønnerne skygger for ukrudt mellem rækkerne, og efter den afsluttende radrensning vil sojabønnerne kunne konkurrere mod ukrudtet. I en fugtig periode vil radrensning være en mere sikker bekæmpelsesmetode sammenlignet med ukrudtsstrigling, idet ukrudtsstriglingen påvirker afgrøden mere end radrensningen gør. Bredsåning bør derfor kun foretages under forhold, hvor sojabønner er i stand til at yde konkurrence, og hvor ukrudtet kan bekæmpes ved strigling.

Betragtes de analyserede prøver under et, fandtes der en generel negativ sammenhæng mellem fedt- og protein-indhold ( $P < 0,0001$ ,  $R^2 = 0,8$ ). Dette mønster kendes også fra resultaterne i 2009 (Pedersen et al., 2010) og udenlandske undersøgelser (Hurburgh et al., 1990).

Gennem publicering og formidlings aktiviteter, samt ved presseomtale, har projektet synliggjort mulighederne for dyrkning af sojabønner i Danmark og givet inspiration til praksis. Der kan spores en øget interesse blandt økologiske landmænd for dyrkning af sojabønner bl.a. til foderbrug i deres husdyrproduktion. På trods af risikomomenter peger resultaterne samlet set på gode muligheder for en dansk, økologisk produktion af sojabønner med henblik på fremstilling af vegetabiliske alternativer til mejeriprodukter.

## Dyrkningsvejledning

På grundlag af dels tidligere forsøg med sojabønner ved Statens Planteavlsvforsøg (cf. Petersen & Thomsen, 2009), og dels resultaterne fra markforsøgene udført ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet under innovationsprojektet *Dansk, økologisk dyrkning af sojabønner til fødevare- og foderformål* ([www.soja.djfprojekt.dk](http://www.soja.djfprojekt.dk)) i dyrkningssæsonerne 2008-10, kan nedenstående vejledning for økologisk dyrkning af sojabønner i Danmark sammenfattes.

Jorden bør have en god status mht. fosfor og kalium, men sojabønnerne skal ikke nødvendigvis gødes med disse næringsstoffer. Kvælstofforsyningen sker ved symbiose med den kvælstoffikserende bakterie *Bradyrhizobia japonicum*. På arealer, hvor der ikke tidligere har været dyrket sojabønner, bør podning foretages. Imidlertid peger resultaterne vedrørende podning ikke entydigt på, at podning generelt er en fordel, men omvendt kan små udbytter næsten altid relateres til ineffektiv podning og manglende dannelse af kvælstoffikserende rodknolde.

Der skal sikres god kontakt mellem frø og den faste bund i såbedet, så frøet ikke tørrer ud under fremspiringen. En sådybde på 4 cm må som udgangspunkt anses for passende. Med henblik på en hurtig fremspiring bør jordtemperaturen være over 10 °C og gerne med udsigt til stigende jordtemperatur. Såbedet skal være jævnt med henblik på høst af de lavest siddende bælg.

Fugle (duer og råger) kan være et problem i fremspiringsfasen, specielt på kimbladsstadiet. Risikoen for fugleskade er størst for mindre arealer, og behovet for anvendelse af skræmmeudstyr bør vurderes.

Sojabønner bør dyrkes på 50 cm rækkeafstand med henblik på radrensning. Samtidig vil planterne i rækken drive hinanden op, og nederste bælg vil herved afsættes 2-3 cm højere end ved bredsåning, hvilket vil være en fordel ved høst. Ukrudtsbekæmpelse ved strigling synes ikke at være tilstrækkeligt effektiv, og samtidig kan afgrøden påvirkes negativt.

Plantebestanden bør være mindst 25-35 planter/m<sup>2</sup>, men en plantetæthed på op til 70 planter/m<sup>2</sup> må foretrækkes, bl.a. af hensyn til sojabønnernes konkurrence over for ukrudt. Ved beregning af ud-sædsmængden skal der tages højde for frøvægten, der varierer fra 150 til 225 mg, samt den forventede spireprocent i marken.

For at opretholde fotosyntesen og afgrødens vækst i tørre perioder bør vanding foretages. Vandingen medvirker sandsynligvis også til at opretholde symbiosen med og aktiviteten af de kvælstoffikserende bakterieknolde. Endelig kan en brist i afgrødens vandforsyning påvirke bestøvningen og således reducere frøsætningen.

Flere kriterier kan indgå i sortsvalget, bl.a. bønnefarve, tidlighed og udbytte. Hele, kurante og lyse bønner foretrækkes ved anvendelse af bønnerne til fremstilling af vegetabiliske alternativer til mejeriprodukter. Bønnerne, der typisk modner i september, skal tærskes skånsomt (<650 cylinderomdr.

/minut) for at undgå, at bønnerne flækker. Uanset tidlighed skal der påregnes tørring af bønnerne, og hertil vil plan- og portionstørreri med svag varme være egnet. Pga. olieindholdet skal sojabønnerne nedtørres til 9% vand for at være lagerfast, og der kan opnås et udbytte på omkring 20 hkg/ha lagerfast vare.

Gruppering af sorter på grundlag af farve, tidlighed og udbytte. De tidlige sorter modner i løbet af september.

Farve		Tidlighed	Udbytte		
Bønne	Hilum		Mindst		Størst
Gul	Lys	Tidlig	Lissabon		
		Sen	Cordoba	Malaga	Favorit
	Mørk	Tidlig	Fiskeby V		Merlin
		Sen			
Mørkere (brun/grøn/grå)		Tidlig	Träff *	Bråvalla *	Gracia
		Sen	Capnor		

\* Modner i slutningen af august

## Referencer

- Flengmark, P. & Augustinussen, E. (1976) Dyrkning af soyabønner (*Glycine max* (L.) Merrill). Beretning nr. 1284, Tidsskrift for Planteavl 80, 411-423.
- Hurburg, Jr., C.R., Brumm, T.J., Guinn, J.M. & Hartvig, R.A. (1990) Protein and oil patterns i U.S. and world soybean markets. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 67, 966-973.
- Olesen, J.E., Askegaard, M. & Rasmussen, I.A. (2000). Design of an organic farming crop rotation experiment. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 50, 13-21.
- Pedersen, S.S., Kristensen, E.F., Mejnertsen, P., Pedersen, N.P., Kristensen, H.O. & Petersen, J. (2010) Dansk, økologisk dyrkning af sojabønner til fødevare- og foderformål – Resultater 2009. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet. DJF-Intern Rapport Markbrug nr. 25, April 2010. 27 pp.  
[http://web.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/ir\\_25\\_markbrug\\_50439\\_rapport.pdf](http://web.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/ir_25_markbrug_50439_rapport.pdf)
- Petersen, J. & Thomsen, I.K. (2009) Økologisk dyrkning af sojabønner. Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Grøn Viden DJF-Markbrug nr. 333, 8p.  
<http://web.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/gvma333.pdf>
- Sørensen, B. & Jørgensen, L.N. (2010) Vejret i vækståret september 2009-august 2010. Grøn Viden Markbrug nr. 335, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet. 8p.

---

Læs om forskningen, uddannelserne og andre aktiviteter på Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet på [www.agrsci.au.dk](http://www.agrsci.au.dk), hvorfra du også kan downloade fakultetets publikationer og abonnere på det ugentlige nyhedsbrev