



Københavns Universitet

## Lupinproduktionen til fermenteringsindustrien

Pedersen, Søren Marcus; Gylling, Morten

*Publication date:*  
2001

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Pedersen, S. M., & Gylling, M. (2001). *Lupinproduktionen til fermenteringsindustrien: vurdering af teknologi og økonomi*. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut. SJFI Working Paper, Nr. 6/2001



---

# Lupinproduktionen til fermenteringsindustrien

- vurdering af teknologi og økonomi

Søren Marcus Pedersen og Morten Gylling

---

## **Forord**

I dette Working Paper analyseres det økonomiske og tekniske potentiale for produktion af danske lupinfrø til fermenteringsindustrien.

Undersøgelsen er udarbejdet af Søren Marcus Pedersen og Morten Gylling som led i forskningsprojektet: "Lupinfrø til fermenteringsindustrien", som er udført i samarbejde med Bioteknologisk Institut, Danmarks Jordbrugsforskning, Flakkebjerg, Rougsø Sdr. Hald Herreders Lbf. og KONCEPTOR ved Torsten Reffstrup. Danmarks JordbrugsForskning har været koordinator for projektet, der har modtaget støtte fra produktudviklingsordningen, der administreres af Direktoratet for FødevarerErhverv.

Torsten Reffstrup har leveret væsentlige bidrag til kapitlerne "Vegetabilske proteiner til fermentering" og "Lupin til fermentering". Jørgen Lindgaard Pedersen, Institut for Produktion og Ledelse, Danmarks Tekniske Universitet og undertegnede har medvirket ved redigering af dette Working Paper.

Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut  
Afdeling for Jordbrugets Driftsøkonomi

Johannes Christensen

## Indholdsfortegnelse

|  |    |
|--|----|
| Forord .....   | 3  |
| 1. Introduktion.....   | 5  |
| 1.1. Formål.....   | 5  |
| 1.2. Metode .....  | 5  |
| 2. Vegetabiliske proteiner til fermentering .....                              | 7  |
| 2.1. Kvalitetsmål for vegetabiliske proteiner til fermentering .....           | 7  |
| 2.2. Vegetabiliske proteinkilder til industriel anvendelse .....               | 8  |
| 2.3. Produktion af vegetabiliske proteiner i Danmark.....                      | 11 |
| 2.4. Sojaskrå .....  | 11 |
| 3. Lupin til fermentering .....  | 14 |
| 3.1. Lupin som fermenteringsråvare.....  | 14 |
| 3.2. Forarbejdning af gul lupin til proteinholdige produkter.....              | 15 |
| 3.3. Vurdering af proteinprodukter af gul lupin som fermenteringsråstof .....  | 17 |
| 4. Lupin som landbrugsafgrøde .....  | 19 |
| 5. Principper for den økonomiske model.....                                    | 21 |
| 6. Produktionsomkostninger .....   | 23 |
| 6.1. Dækningsbidrag for lupiner som vårbyg eller dyrkning på brakarealer ..... | 24 |
| 7. Dækningsbidrag for lupiner ved landbrugsstøtte i 2002.....                  | 26 |
| 8. Forskydninger i dækningsbidrag ved ændret støtteniveau .....                | 28 |
| 9. Sammenfatning .....   | 30 |
| Litteraturliste .....  | 32 |
| Appendiks 1.....   | 35 |
| Appendiks 2.....   | 36 |
| Appendiks 3.....   | 37 |

## 1. Introduktion

I Europa produceres der årligt ca. 100.000 tons lupiner, hvoraf hovedparten dyrkes i Østeuropa. Selvom proteinindholdet i lupiner er relativt højt, er den totale proteinmængde stadig beskedent som følge af generelt lave hektarudbytter. Udbyttet i lupin ligger typisk mellem 1 og 1,5 tons pr. hektar. Der er dog nye sorter på vej med et forventet udbyttepotentiale på 3-4 tons pr. hektar.

Hidtil har sojaproteiner været den mest betydningsfulde proteinkilde i fødevarer-, foder- og non-food industrien<sup>1)</sup>, og EU importerer betydelige mængder sojabønner og sojamel fra blandt andet USA og Canada. Kvaliteten af de importerede sojaprodukter er dog ikke altid ensartet, hvilket blandt andet skyldes varierende dyrkningsmetoder, anvendelse af genmodificerede organismer (GMO) og pesticider. I den forbindelse er den danske fermenteringsindustri blevet mere opmærksom på proteinkvaliteten og mulighederne for en dansk produktion af alternative vegetabiliske proteinkilder.

### 1.1. Formål

Formålet med dette Working Paper er at beskrive en metode til vurdering af et generelt teknisk/økonomisk system for produktionen af lupiner til fermentering og analysere det økonomiske potentiale for en kommerciel dansk produktion af afskallede lupinfrø som alternativ til sojaproteiner. I tilknytning hertil er det hensigten, at beskrive hvilke faktorer/begrænsninger, som har betydning for en videre kommercialisering og udvikling fra det nuværende forsøgsstade.

### 1.2. Metode

Vurderingen tager udgangspunkt i en driftsøkonomisk analyse af produktionen af lupinfrø, hvor produktionsomkostningerne er beregnet for den primære markdrift, afskalning og transport til fermenteringsindustrien. Referenceråvaren ved "fabrikporten" er sojaskrå/mel, hvor prisen på sojaskrå sammenholdes med den estimerede pris på afskallet lupinfrø.

Ved beregning af dækningsbidrag på markniveau er referenceafgrøderne hvede og byg anvendt, idet disse afgrøder er hyppigt anvendte afgrøder i et almindeligt sædskifte. Dæk-

---

<sup>1)</sup> Non-food afgrøder er en generel betegnelse for landbrugsafgrøder, som ikke anvendes til fødevarer, men i stedet videreføres i industrien til fibre, stivelse, cellulose, enzymer m.v.

ningsbidraget ved dyrkning af referenceafgrøderne bruges som økonomisk sammenligningsgrundlag i forhold til dækningsbidraget ved avl af lupiner.

For at give et generelt billede af produktionspotentialer for lupiner er der endvidere foretaget en generel beskrivelse af de aktuelle markedsmæssige vilkår for produktion af lupiner i Danmark.

Datagrundlaget for de økonomiske beregninger bygger på oplysninger fra de teknisk/biologiske projektpartnere i projektet ”Lupinproduktioner til fermenteringsindustrien”<sup>2)</sup> samt statistisk materiale. Ligeledes har en række institutioner og enkeltpersoner bidraget med deres vurdering af produktionsprocessens kommercielle muligheder.

---

<sup>2)</sup> Lupinproduktioner til fermenteringsindustrien: Med henblik på at undersøge de potentielle muligheder for produktion af lupinfrø til fermenteringsindustrien har Fødevareministeriet foranstaltet forskningsprojektet ”Lupinproduktioner til fermenteringsindustrien”. Projektet startede i 1997 og koordineres af Danmarks Jordbrugsforskning i samarbejde med blandt andet Bioteknologisk Institut og Statens Jordbrugs- og Fiskeøkonomiske Institut.

## **2. Vegetabiliske proteiner til fermentering**

### **2.1. Kvalitetsmål for vegetabiliske proteiner til fermentering**

Ved fermentering tilføres mikroorganismene deres behov for næringsstoffer gennem fermenteringsmediet, som i fermenteringsprocessen skal sikre den totale forsyning med næring og vækstfaktorer. For at få det bedst balancerede fermenteringsmedie, ønskes dette sammensat af veldefinerede enkeltkomponenter. Det er derfor vigtigt at have adgang til så rene og alsidige kilder af protein og kulhydrat som muligt til en rimelig pris. En generel fermenteringsproces er skitseret i appendiks 1.

Fedt/olie som energibærer i fermentering er en veldefineret komponent, men er ikke generelt anvendt, da fedt/olie gør optagelsen af ilt vanskelig under fermenteringen. Kulhydrat er en veldefineret energikilde i form af stivelse eller sukker. I nogle tilfælde anvendes melasse. Protein er mindre veldefineret, dels fordi proteiners sammensætning af aminosyrer varierer med mange eksterne faktorer, dels fordi vegetabiliske proteiner følges af ledsagestoffer fra frøene i form af stivelse, fedt, fiber (cellevægge, træstof). Det tilstræbes at kunne anvende så rene proteinkilder, som økonomisk muligt og ofte falder valget på de vegetabiliske proteiner, der er de billigste.

Omkostningen til vækstmedier udgør typisk i størrelsesordenen 25 pct. af totalomkostningen ved en fermentering. Derfor er der fokus på at nedbringe omkostningen uden at reducere på kvaliteten. Fermenteringsindustrien afsøger konsekvent bulkmarkedet for proteinkilder, for at finde de mest veldefinerede og billigste proteinkilder.

Sammenholdt med prisen vurderes en proteinkildes egnethed til industriel fermentering ud fra følgende krav:

1. Højt proteinindhold med optimal aminosyresammensætning
2. Lavt olieindhold
3. Lavt fiberindhold
4. Lavt indhold af uønskede stoffer (alkaloider og tanniner)
5. Så lavt indhold af stivelse som muligt
6. Leveringssikkerhed

Mellem sammenlignelige proteinkilder foretages yderligere udvælgelse baseret på fx farve efter autoklavering, viskositet af mediet, iltovergangstal og opløselighed af proteinet, som grundlag for den løbende optimering af mediet.

Kravene til råvarerne til fermentering udvikler sig løbende. Af nyere kvalitetskrav kan nævnes: lavt indhold af naturlige fermenteringshæmmende stoffer; pesticidfri dyrkning, eller i hvert fald særdeles lave restkoncentrationer af planteværnsmidler, især fungicider.

Et yderligere kvalitetskrav, for fx økologisk baserede produktioner, kunne være at forarbejdningen af frøene kun sker mekanisk for at undgå brugen af opløsningsmidler, men også for at sikre en god opløselighed af proteinerne ved at undgå kraftig opvarmning og dehydrering. Muligvis kunne proteinkilder fra planter, der ikke er genetisk modificerede (non-GMO) være ønskelige i fremtidige produktioner.

For at erobre en plads i markedet skal nye råvarer til fermentering dels opfylde de allerede etablerede krav, samt inden for en given tidshorisont opfylde de nye og skærpede krav, der måtte pålægges råvarerne af forskellige årsager. Muligvis kan nogle af de etablerede råvarer ikke opfylde de skærpede krav, og der bliver derefter behov for nye råvarer til industrien.

Vurderingen af nye råvarer til fermenteringsindustrien er en løbende proces, samtidig med at nye fermenteringsprocesser udvikles. Indfasningen af nye fermenteringsråvarer sker yderst sjældent som en fortrængning af de etablerede råvarer på lige vilkår, men snarere ved at større krav til råvarerne udfaser de råvarer, som ikke mere kan leve op til kravene.

## 2.2. Vegetabiliske proteinkilder til industriel anvendelse

De almindeligste proteinholdige vegetabiliske produkter fremkommer som biprodukter ved produktion af spiseolie.

Ud fra FAO-statistik er de 6 mængdemæssigt vigtigste produkter udvalgt og samlet i nedenstående tabel 2.1, der viser verdens samlede produktion for årene 1997 – 1999.

TABEL 2.1. Totale produktion af proteinholdige frøkager/skrå

| Millioner tons/år | 1997 | 1998 | 1999 |
|-------------------|------|------|------|
| Sojakage          | 90   | 102  | 99   |
| Rapskage          | 18   | 18   | 19   |
| Bomuldsfrøkage    | 13   | 13   | 13   |
| Solsikkekage      | 11   | 11   | 11   |
| Jordnøddekage     | 6    | 6    | 6    |
| Palmekernerke     | 3    | 3    | 3    |

Kilde: FAO-STAT (2000).



I tabel 2.1 er anvendt samlebetegnelsen "kage", og alle produkterne er mængdemæssigt sammenlignet som "kage", selv om der for en dels vedkommende sker en videre bearbejdning efter udpresningen af olie.

Ud over den årligt producerede mængde er også proteinindholdet og proteinkvaliteten interessant. Nedenfor i tabel 2.2 er samlet nogle generelle data for kvaliteten af de afskallede/affedtede produkter, som er de mest relevante for anvendelse til fermentering.

**TABEL 2.2. Indholdsstoffer i forskellige oliefrøafgrøder**

| Afskallet vare               | Råprotein pct. i TS | Råfedt pct. af TS | Træstof pct. af TS |
|------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Sojaskrå                     | 55,7                | 1,4               | 3,9                |
| Rapskage ej afskallet        | 37,9                | 6,0               | 13,7               |
| Bomuldsfrøkage <sup>1)</sup> | 51,5                | 3,5               | 10,4               |
| Solsikkeskrå                 | 44,3                | 1,9               | 16,2               |
| Jordnøddeskrå                | 51,0                | 1,2               | 10,4               |
| Palmekernekeg                | 16,2                | 10,9              | 21,8               |

<sup>1)</sup> Gennemsnit af kage og skrå.

Kilde: Fodermiddeltabel 1997, Landsudvalget for Kvæg.

Ud fra de givne kriterier for indhold af de proteinholdige produkter, vil afskallet sojaskrå rangere som bedste kvalitet (største indhold af råprotein, laveste indhold af træstof og lavt indhold af fedt), fulgt på en delt anden plads af jordnøddeskrå og bomuldsfrøskrå.

Den endelige beslutning om anvendelse af en given råvare som fermenteringsmedie tages på baggrund af forsyningssikkerhed og pris.

Ud fra sojabønne fremstilles en række proteinberigede produkter ved udpresning af olie, afskalning og kulhydratekstraktion. Disse produkter er interessante i fermenteringsmæssig sammenhæng, men også for fremstilling af specialfoder (kyllinger, smågrise etc.). Nogle data for sojaprodukter er vist i tabel 2.3 nedenfor.

**TABEL 2.3. Sojaprodukter, sammenligning af nogle indholdsstoffer**

|                       | Råprotein pct. i TS | Råfedt pct. af TS | Træstof pct. af TS |
|-----------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Sojabønne, toastet    | 40,8                | 20,8              | 5,8                |
| Sojaskrå, toastet     | 50,5                | 2,8               | 8,6                |
| Sojaproteinkoncentrat | 70,1                | 0,5               | 4,1                |

Kilde: Foderstoffer til Svin, Landsudvalget for Svin, Danske Slagterier.

I forbindelse med andre produktioner fremkommer biprodukter, som også kan finde anvendelse som proteinkilder til fermentering.

Fra den del af majsstivelsesindustrien, hvor der anvendes vådformaling, fremkommer majsstøbevand fra majs-kernernes iblødsætning. Majsstøbevandet indeholder en række vigtige næringsstoffer, som udtrækkes fra majs-kernerne under iblødsætningen. Støbevandet syrnes og spraytørres, og anvendes specielt til laboratoriebrug og ved penicillinfermenteringer, da majsstøbevandet indeholder vigtige forstadier til penicillin.

Fra hvedestivelsesindustrien, hvor der anvendes vådformaling, fremkommer hvedegluten. Hvedegluten indeholder en stor del af hvedekernens strukturproteiner. Hvedegluten anvendes hovedsagelig til at forbedre kvaliteten af bagemel, og er af økonomiske grunde næppe i praksis tilgængelig for fermenteringsindustrien.

Fra kartoffelstivelsesindustrien opsamles kartoffelfrugtvandet, som frigøres ved rivningen. Fra kartoffelfrugtvandet kan fremstilles kartoffelprotein. Indholdet af protein i kartoffel er ca. 6-7 pct., hvoraf omkring 2/3 er koagulerbart. Oparbejdningen sker ved syring og varmekoagulering, hvorefter kartoffelproteinet kan skilles fra og tørres.

Kartoffelprotein har et højt proteinindhold, ca. 85 pct. (se tabel 2.4), men er et forholdsvis lille produkt på verdensplan. Kartoffelprotein produceres i Tyskland, Holland, Danmark og Japan. Kun en lille del af verdensproduktionen af kartoffelstivelse er tilknyttet proteinudvinding, men andelen af anlæg med proteinudvinding er stigende. En bekymring ved brug af kartoffelprotein er muligheden for indhold af alkaloidet solanin, hvis der har været grønne kartofler i partiet.

Den årlige produktion af hver af disse biprodukter er under 500.000 tons, og er i sammenligning med oliefrøkagerne af væsentlig mindre betydning. Som proteinkilder i fermenteringsmæssig sammenhæng betragtes de som "eksotiske" produkter.

**TABEL 2.4. Proteinindhold i biprodukter fra stivelsesindustrien**

|                  | Råprotein pct. i TS | Råfedt pct. af TS | Træstof pct. af TS |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Kartoffelprotein | 85,3                | 1,1               | 0,8                |
| Majsstøbevand    | 47,0                | 0,4               | -                  |
| Hvedegluten      | 75                  | -                 | -                  |

Kilde: Landsudvalget for Svin, Danske Slagterier. Foderstoffer til Svin. A Traders guide to fermentation media formulation, Ullmann.

Anvendelse af protein til fermentering og til tekniske formål har det til fælles, at protein-koncentrationen ønskes så høj som mulig. Skal proteinet anvendes til fremstilling af plast-stoffer eller til lim eller overfladecoating ønskes det med meget høj renhed. Den højeste renhed fremkommer ved opløsning, filtrering og genudfældning, hvorefter vegetabiliske proteiner i renhed kan måle sig med gelatine, eller casein. De mest betydende tekniske anvendelser af højt oprenset protein er som klæbemidler, overfladecoating af papir og fotografiske emulsioner.

### **2.3. Produktion af vegetabiliske proteiner i Danmark**

Den danske produktion af afgrøder som anvendes til fremstilling af proteiner er yderst beskedent, men der kan forudses et betydeligt potentiale for produktion af vegetabiliske proteiner. Her kan blandt andet nævnes proteiner fra raps, lupiner, ærter og hvede.

Kartoffelproteiner hører til blandt de vigtigste planteproteinkilder i Danmark. Det vurderes at der i Danmark produceres ca. 3.500 tons kartoffelproteiner årligt fordelt på Kartoffelmelscentralens anlæg i Brande og ved AKV Langholt i Nordjylland. Kartoffelproteiner anvendes blandt andet til enzymer og foderstoffer (Henriksen, 1999).

Generelt er forbruget og produktionen af vegetabiliske proteinprodukter i Danmark stigende, selvom det samlede produktionsomfang er relativt beskedent. Hvor stor en andel heraf, som anvendes til non-food formål, er vanskeligt at vurdere. Ligeledes er det vanskeligt at skønne, hvor omfattende det danske forbrug af andre plante- og animalske proteiner har udviklet sig. Virksomheder, som er baseret på produktion og forbrug af proteiner, er generelt tilbageholdende med oplysninger om producerede og forbrugte mængder.

Udover de vegetabiliske proteinprodukter, som er nævnt ovenfor, er der et betydeligt forbrug i Danmark af importerede proteiner og proteinstoffer, heriblandt sojaproteiner.

### **2.4. Sojaskrå**

Som tidligere anført er det hensigten at vurdere, hvorledes afskallede lupinfrø kan erstatte sojaskrå som proteinkilde i fermenteringsindustrien. Proteinindholdet i sojaskrå er på ca. 50 pct., hvilket er lidt lavere end for afskallede lupiner.

I tabel 2.5 er angivet prisen på sojaskrå/mel i Danmark samt forskellige estimater for sojaskrå og lupinfrø med forskellige kvalitetsegenskaber.

Lupinfrø har nogle kvalitetsmæssige egenskaber i forhold til sojaskrå, som skyldes, at GMO-fri soja proteiner vanskeligt kan leveres. Desuden har sojaproteinerne været udsat for en længerevarende transport, som ikke er hensigtsmæssig ved senere fermentering.

TABEL 2.5. **Prisen på sojaskrå og estimerede priser for GMO-frie, pesticidfrie sojaskrå og lupinfrø med lavt fedtindhold.**

| DKK pr. 100 kg  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Sojaskrå:</b><br>Proteinindhold 40-44 pct. på varebasis  | 132,8 | 141,2 | 174,3 | 158,6 | 132   | 145   |
| <b>Sojaskrå: GMO-fri</b><br>(ekstra præmie, 10 pct.)  | 146,1 | 155,3 | 191,7 | 174,4 | 145,2 | 159,5 |
| <b>Sojaskrå: GMO-fri, uden pesticider</b><br>(ekstra præmie, 10 pct.)                                   | 160,7 | 170,8 | 210,9 | 191,9 | 159,7 | 175,5 |
| <b>Lupinfrø: (sojaskrå): GMO-fri, uden</b><br>pesticider og lavt fedtindhold<br>(ekstra præmie, 5 pct.) | 168,7 | 179,4 | 221,4 | 201,5 | 167,7 | 184,2 |

Note: Priserne ovenfor er gennemsnitspriser: Prisen på sojaskrå afhænger desuden af hvilke kontraktaftaler som indgås. Dvs. om der er tale om hurtig levering eller længerevarende kontraktaftaler. Dette vil dog alt andet lige også være gældende for lupiner.

Kilde: Egne beregninger baseret på prisstatistik fra Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut (flere årgange) Landbrugets prisforhold Serie C, Bagger 1999 og Vesterlund 1999.

Sojabønner er en højkommerciel afgrøde udenfor Europa og specielt i USA, hvor størstedelen af afgrøderne dyrkes på basis af genmodificeret plantemateriale. Den samlede produktion af sojabønner i verden er på ca. 155 mio. tons hvoraf 72 mio. tons produceres i USA. Sojabønner udgør samtidig over halvdelen af den samlede produktion af oliefrø i verden (De Danske Landboforeninger, 2000).

Gennem årene er der sket en intens forædlingsindsats for sojabønner baseret på genmodifikation med det formål at skabe et genmodificeret materiale med høje udbytter og som tillige er modstandsdygtige overfor sygdomme. Den globale interesse for lupiner har ikke haft nær samme omfang, og derfor er frømaterialer ikke blevet forædlet i samme udstrækning. Der er dog lavet forsøg med genmodificeret lupiner, men genmaterialet er endnu ikke frigivet til kommerciel anvendelse (Lupin 2, 1999).

Dette kan, ”set efterfølgende”, være en fordel for produktionen af lupiner, idet råvaren dermed endnu kan garanteres GMO-fri. Ligeledes er det også hensigten, at en eventuel dansk avl af lupinfrø skal ske uden anvendelse af pesticider og med et minimalt tilskud af næringsstoffer.

I Danmark handles GMO-fri sojaskrå til priser (november 1999), som er ca. 10 pct. højere end prisen på alm. sojaskrå. Ligeledes bliver der også i visse områder af USA udbetalt en præmie, hvis det kan garanteres, at sojabønnerne er dyrket GMO-frit (Central Soya 1999). På tilsvarende vis må det forventes, at der også kan ydes en 10 pct. præmie på afskallede og GMO-frie lupinfrø.

Som reference til afskallede lupinfrø anvendes derfor prisen på sojaskrå. Det vil sige, at prisen på GMO-frie sojaskrå (plus 10 pct.) anvendes som reference. Hertil ydes et ekstra tillæg på skønsmæssigt 10 pct. som følge af, at lupinfrø dyrkes uden anvendelse af pesticider. Samtidig har lupinfrø et lavt fedtindhold på ca. 5 pct., hvilket giver nogle tekniske fordele ved fermenteringsprocessen.

I tabel 2.5 indikerer den estimerede pris på lupinfrø (inkl. præmier) således den forventede markedspris som fermenteringsindustrien vil være villig til at betale for GMO-frie lupinfrø uden pesticidrester. Med et præmietillæg, som angivet her, vil afskallede lupinfrø således kunne afsættes til en konkurrencedygtig pris på ca. 2 DKK/kg (1998). Basisprisen på sojaskrå faldt betydeligt i 1999, men indenfor det seneste år er basisprisen dog steget en del og forventes at være på 170 DKK/hkg i 2000/2001. Dette skyldes primært den stærke dollar i forhold til de europæiske valutaer (De danske Landboforeninger, 2000).

### 3. Lupin til fermentering

Som tidligere nævnt er Danmarks Jordbrugsforskning m.fl. involveret i et forsøgsprojekt med anvendelse af gule lupiner til enzymfremstilling. Kravene til "råvarerne" er ifølge Novozymes<sup>3)</sup>: En høj og ensartet kvalitet, afgrøden må ikke indeholde pesticidrester og det skal kunne påvises, at der kan opnås et ensartet årligt udbytte (af hensyn til leveringssikkerheden). Lupin skal konkurrere med soja- og kartoffelproteiner, som i øjeblikket anvendes i fermenteringsindustrien (Sørensen, 1997).

#### 3.1. Lupin som fermenteringsråvare

Gul lupin er et proteinholdigt frø, som repræsenterer nogle af de højeste proteinindhold, ikke alene blandt lupinfrø, men også blandt samtlige proteinholdige frø, dyrket som landbrugsafgrøder.

Indholdet af stivelse er lavt 3-5 pct. Kulhydraterne i lupin er ikke særligt velbeskrevne. Det er komplekse forbindelser bestående af hexoser og pentoser. De kan absorbere op til 8 gange deres egen vægt i vand, og de spiller derved en stor rolle som vanddepot for det spirende frø.

Gul lupin har et lavt fedtindhold, faktisk det laveste blandt de dyrkede lupiner, mens skal-andelen er temmelig høj, sammenlignet med sojabønne eller ært. Med målte værdier for fedtindholdet på 5-9 pct. er det under grænsen for, hvad der kommercielt kan betale sig at udvinde.

I tabel 3.1 er indhold af gul lupin sammenholdt med andre tilsvarende frø .

TABEL 3.1. Lupinarters frøvægt og næringsindhold

|               | Frøvægt (mg) | Skal<br>i pct. af tørstof | Protein<br>i pct. af tørstof | Fedt<br>i pct. af tørstof | Fiberindhold<br>i pct. af tørstof |
|---------------|--------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Smalbl. lupin | 30- 240      | 24                        | 32                           | 6                         | 15                                |
| Hvid lupin    | 180 - 950    | 18                        | 36                           | 9                         | 10                                |
| Gul lupin     | 70 - 150     | 24                        | 38                           | 5                         | 16                                |

Kilde: Flengmark, 1998-2000.

<sup>3)</sup> Novozymes (tidl. en del af Novo Nordisk A/S) er verdens førende producent af industrielle enzymer med en markedsandel på næsten 50 pct. (Novozymes, 1999).

Fra dyrkningsforsøg og dyrkninger i praksis af gul lupin i Danmark foreligger der en række partier af frø, som kan anvendes til at belyse variationer af indhold af gul lupin mht. parametrene proteinindhold og fedtindhold. 6 sorter af gul lupin er alle blevet dyrket på samme lokalitet i årene 1994-1997, og er efterfølgende blevet analyseret for variation i protein- og fedtindhold (Flengmark et al. 1998, 2000).

Der er fundet en vis variation i proteinindhold og sammensætning afhængig af sortsvalg og dyrkningssted, men det vurderes, at disse variationer er uden betydning for de enkelte sorters anvendelighed som fermenteringsråvare.

Hvad fedtindholdet angår, så er det for alle undersøgte partier, i alle år, fundet at ligge inden for et interval mellem 7,1 og 4,3 pct. Konklusionen er, at der uanset sort og dyrkningssted kan leveres gul lupin med et lavt fedtindhold.

### 3.2. Forarbejdning af gul lupin til proteinholdige produkter

Lupinfrøets indholdsstoffer er fordelt i frøenes botaniske bestanddele. Under betegnelsen råprotein gemmer der sig en række undergrupperinger af protein, der hver er kendetegnet ud fra molekylestørrelse og opløselighed. Det er derfor vanskeligt at finde en simpel måde til at udvinde al proteinet, og samtidigt få et højt mængdeudbytte.

For at koncentrere proteinet vil man i første omgang fjerne de dele af frøet, som har et lavt proteinindhold, og som kan fjernes selektivt. Det første trin i koncentreret af lupinprotein vil da være afskalningen og fjernelse af skallerne, således at kun frøhviden er tilbage.

I tabel 3.2 er vist skalandel i et udvalg af dyrkede frø:

TABEL 3.2. Skalandel af nogle proteinholdige frø

| Plantefrø        | Gul lupin | Hvid lupin | Smalbl. lupin | Sojabønne | Ært (Bodil) |
|------------------|-----------|------------|---------------|-----------|-------------|
| Skalandel i pct. | 24        | 18         | 24            | 6         | 8           |

Kilde: Egen tilvirkning.

En lav skalandel er et forædlingsmål for alle frø til foder, og en fortsat forædlingsindsats vil da også søge at nedbringe skalandelen i de fremtidige sorter af lupin.

Afskalning af lupiner foregår uden problemer på de nedtørrede frø ved anvendelse af processer, der er kendt fra afskalning af ært og sojabønne. Ved afskalning deles frøet i den proteinholdige frøhvide og en fiberholdig skaldel.

For gul lupin vil der kunne fjernes ca. 25-30 pct. af frøvægten i form af skaller med et tab af protein på under 4-5 pct. af frøvægten. For frø af gul lupin med 42 pct. råprotein koncentrerer proteinindholdet på varebasis således op til over 50 pct. i det afskallede frø.

Ændringerne i lupiners hovedkomponenter ved afskalning er vist ved to eksempler i tabel 3.3.

TABEL 3.3. Næringsindhold i smalbladet og gul lupin

| Pct. TS   | Smalbladet lupin |                |         | Gul lupin |                |         |
|-----------|------------------|----------------|---------|-----------|----------------|---------|
|           | Hele frø         | Afskallede frø | Skaller | Hele frø  | Afskallede frø | Skaller |
| Råprotein | 33,0             | 42,0           | 4,0     | 42,5      | 52,5           | -       |
| Råfedt    | 5,5              | 7,7            | 1,0     | 7,2       | 8,3            | -       |
| Træstof   | 17,5             | 3,5            | 56,0    | 16,4      | 3,8            | -       |
| Aske      | 3,0              | 2,5            | 2,5     | 4,6       | 5,1            | -       |
| NFE       | 40,0             | 43,0           | 36,0    | -         | -              | -       |

Kilde: Hertrampf, 1995.

Frøhviden af gul lupin med 52 pct. protein kan enten anvendes direkte i fermenteringsmediet eller danne grundlag for yderligere oprensning og koncentrering af proteinet. Koncentrering under bibeholdelse af den største del af proteinet kan yderligere ske ved at ekstrahere fedtet, der for gul lupin udgør 5-7 pct. af frøet og 7-9 pct. af frøhviden. Affedtning bringer proteinprocenten op over 55 i afskallet og affedt gul lupin på varebasis, uden at der er fraktioneret på proteinet endnu.

#### *Proteinkoncentrat*

For sojaskrå er der udviklet en metode til yderligere koncentrering af proteinet, idet sojaskråen ekstraheres med alkohol/vand, der fjerner de lettest opløselige dele af kulhydraterne. Produktet kaldes sojaproteinkoncentrat og indeholder 60-70 pct. råprotein.



På Bioteknologisk Institut har man afprøvet denne ekstraktionsmetode på afskallet gul lupin. Efter et ekstraktionsforløb opnåedes proteinkoncentrationer på 66-68 pct. i de afskallede og ekstraherede frø. Dette bringer proteinkoncentrationen i lupinproteinkoncentrat på højde med niveauerne for sojaproteinkoncentrat.

Forsøg på at separere den formalede frøhvide af afskallet gul lupin ved hjælp af vindsigtning gav kun ganske få forskydninger i proteinindhold, og der opnåedes kun små koncentrationer af proteinindholdet i acceptfraktionen.

### *Proteinisolat*

Proteinisolater er de dele af frøproteinet, som kan opløses og derpå genudfældes i næsten ren form.

Vandig ekstraktion af afskallet og affedt frø af smalbladet lupin opløste ca. 25 pct. af udgangsmaterialet, hvilket svarer til halvdelen af det organiske kvælstof, og gav et isolat med 90 pct. proteinindhold (Ruiz et al., 1976). Tilsvarende resultater blev opnået i større skala ved bioraffinering af lupin (Bagger et al. 1998). Proteinisolatet er mere end 90 pct. opløseligt i vand ved pH højere end 8.

Ved at kombinere de ovennævnte behandlinger på frø af gul lupin kan man opstille en rækkefølge af kendte og mulige produkter med stigende proteinkoncentration og pris (se tabel 3.4).

**TABEL 3.4. Protein og fedtindhold i en række produkter af gul lupin, kendte og mulige**

|                               | Råprotein pct. af <b>tørstof</b> | Fedt pct. af <b>tørstof</b> |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Gul lupin                     | 52                               | 7                           |
| Afskallet gul lupin           | 61                               | 8                           |
| Afskallet og affedt gul lupin | 65                               | 1,5                         |
| Lupinproteinkoncentrat        | 75                               | 0,5                         |
| Gul lupin, proteinisolat      | 90                               | 0,3                         |

Kilde: Egen tilvirkning.

### **3.3. Vurdering af proteinprodukter af gul lupin som fermenteringsråstof**

Der er på Bioteknologisk Institut foretaget en række prøvefermenteringer, hvor afskallet gul lupin er sammenlignet med sojaprotein og kartoffelprotein som fermenteringsmedie (Bioteknologisk Institut, 2000). Der er for en række prøvefermenteringer fundet resultater på linje med både soja- og kartoffelprotein.

De fundne resultater viser klart, at både afskallet gul lupin og lupinproteinkoncentrat er teknologisk anvendelige som fermenteringsråstoffer. Den praktiske anvendelighed i fuldskalafermenteringer må baseres på resultater opnået ved afprøvninger i en væsentlig større skala i anlæg, som er beregnet på at håndtere fermenteringer med industrielle medier. Her kan også den nødvendige optimering af fermenteringerne med de aktuelle industrielt anvendte organismer foretages.

#### 4. Lupin som landbrugsafgrøde

Lupin er en bælgplante, og kan anvendes til foder, i grøngødningsblandinger eller som prydblade. Afgrøden hører hjemme på sandjord, men kan også dyrkes på lerjord<sup>4)</sup>. Danmark ligger ved den nordlige grænse for dyrkning af lupiner, og frø til udsæd importeres fra lande som Polen, Tyskland og Ungarn. Hovedparten af den beskedne danske produktion af gul og hvid lupin (ca. 600 ha) anvendes enten til foder eller gødning (Kjeldsen 1994 og Morsø Frø, 1997).

Lupiner har tidligere været en forholdsvis vigtig proteinafgrøde i dansk landbrug, hvor den førhen blev brugt som dyrefoder. Samtidig har afgrøden en kvælstofbindende evne som gør den velegnet som forfrugt til kornafgrøder. Interessen for lupiner forsvandt imidlertid ganske hurtigt som følge af den stigende import af billige proteinafgrøder fra udlandet, heriblandt sojabønner (Flengmark, 1999).

Lupiner dyrkes uden brug af kvælstof og med et lavt forbrug af fosfor. Da der samtidig ikke er godkendte pesticider, som må anvendes til lupiner, er der således tale om en meget miljøvenlig produktionsform (Reffstrup, 1998).

Den fornyede og aktuelle interesse for lupiner skyldes flere forhold. For det første er der sket en forædling som sikrer, at man i dag har bedre muligheder for at styre ”bælgens opspring og blomstring”, hvilket gør, at høsten bedre kan kontrolleres (Flengmark, 1999). Lupin er også interessant i forbindelse med økologisk planteavl, hvor dens kvælstofbindende evne kan udnyttes i et sædskifte med kornafgrøder.

På verdensplan blev der i 1999 produceret ca. 1,6 mio. tons lupiner. Af denne produktion dækker Australien 90 pct. og heraf eksporteres ca. 1 mio. tons, primært til Asien. Det er specielt ved forædling og dyrkning af smalbladet lupin eller blå lupin, at der er skabt en kraftig vækst i den australske lupinproduktion (Reffstrup, 1998).

I Europa (inkl. Østeuropa) blev der i 1999 produceret ca. 105.000 tons, som dækker et areal på ca. 100.000 ha. Dette svarer til 7 pct. af den samlede produktion i Verden. Udbyttet varierer en del med høje udbytter i Frankrig og generelt lave udbytter i Østeuropa, hvor Polen tegner sig for næsten halvdelen af det samlede lupinareal (se tabel 4.1).

---

<sup>4)</sup> Der er beskrevet en kort dyrkningsvejledning for lupiner (se appendiks 3).

TABEL 4.1. Lupin areal, produktion og udbytte i Europa (1999)

|                      | Areal (ha) | Udbytte (tons/ha) | Prod. (tons) | Frø prod. (tons) <sup>2)</sup> |
|----------------------|------------|-------------------|--------------|--------------------------------|
| Frankrig             | 4.966      | 3,38              | 16.772       | 497                            |
| Tyskland             | 10.000     | 1,20              | 12.000       | 2.000                          |
| Ungarn               | 1.926      | 0,76              | 1.459        | 100                            |
| Italien              | 3.000      | 1,57              | 4.700        | 270                            |
| Litauen              | 1000       | 1,50              | 1500         | -                              |
| Polen                | 43.500     | 1,01              | 44.000       | 6.090                          |
| Rusland              | 21.000     | 0,73              | 15.300       | 2000                           |
| Spanien              | 14.000     | 0,64              | 8.900        | -                              |
| Europa <sup>1)</sup> | 99.502     | 1.053             | 104.741      | 10.965                         |
| Verden               | 1.328.951  | 1.155             | 1.553.897    | 80.352                         |

<sup>1)</sup> Inkl. Østeuropa.

<sup>2)</sup> Frø til fremavl.

Note: I tabellen er kun medtaget lande med en vis registreret minimumsproduktion.

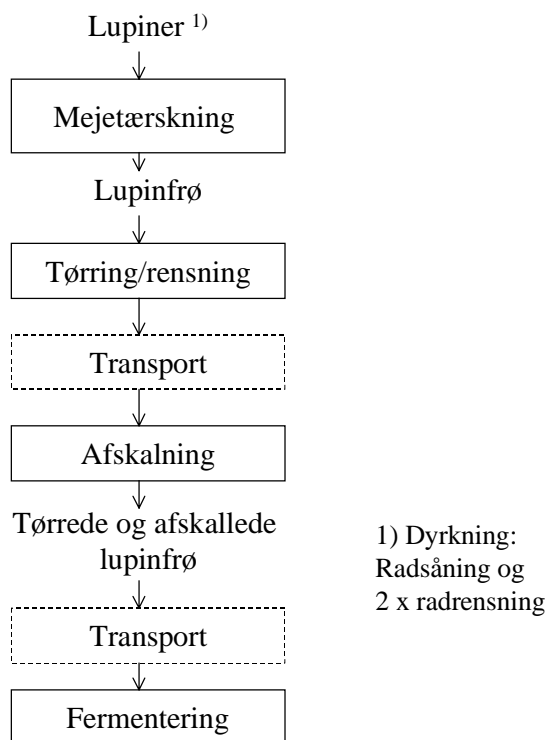
Kilde: FAO, 2000.

## 5. Principper for den økonomiske model

En grundlæggende forudsætning for at etablere en fremtidig dansk produktion af lupinfrø er, at produktionsprocessen er økonomisk rentabel i alle led. I det følgende afsnit vil produktionsøkonomien blive analyseret fra primærproduktion til og med ”fabrikporten” på fermenteringsanlægget.

Produktionsprocessen for lupinfrø til fermentering er vist i figur 5.1. Processen består af dyrkning, tørring/rensning, transport og afskalning. Herefter leveres frøene til fermentering. Det kan forekomme, at frøene fraktioneres til mel inden fermentering. I fermenteringsprocessen omdannes proteinerne til enzymer, som senere anvendes til blandt andet fremstilling af vaskepulver og human insulin (Novozymes, 1999).

FIGUR 5.1. **Produktionssystem for lupiner til fermentering**



Kilde: Egen fremstilling.

Som udgangspunkt beregnes de rene produktionsomkostninger uden hensyntagen til jordens alternative værdi dvs. jordrenten samt risiko og driftsledelse.

Beregningen giver dog en indikation af, hvad den absolutte minimumspris pr. kilo lupinfrø må udgøre på kort sigt. På længere sigt er det dog afgørende, at prisen også dækker aflønning til driftsledelse og forrentning af jorden. Det skal dog samtidig bemærkes, at jordrenten i nogen grad opvejes af EU-hektarpræmien, hvad enten lupiner dyrkes som proteinafgrøde eller på braklægningsarealerne.

I sidste del af afsnittet beregnes dækningsbidrag (DB) 2 for lupiner ved forskellige udbytter. I den forbindelse sammenholdes DB2 for lupiner, som dyrkes som proteinafgrøde i et almindeligt sædskifte med kornafgrøder (i dette tilfælde vårbyg) eller som non-food afgrøde på braklægningsarealerne og dermed i konkurrence med den rene braklægningspræmie.

## 6. Produktionsomkostninger

Af tabel 6.1 fremgår det, at de totale produktionsomkostninger udgør 2.844 DKK per tons afskallede lupiner ved et udbytte på 2,5 tons lupinfrø/ha. I tabellen er ikke medregnet jordrente og arealpræmie, men beregningerne viser de totale produktionsomkostninger for afskallede lupiner.

TABEL 6.1. Produktionsomkostninger for afskallede lupiner

|   |         |       |              |
|---|---------|-------|--------------|
| Udbytte                                     |         | 2.500 | Kg           |
| Udbyttetab                                  |         | 2     | Pct.         |
| Netto udbytte                               |         | 2.450 | Kg           |
| - Frø                                       | 70 Pct. | 1.715 | Kg           |
| - Skaller                                   | 30 Pct. | 735   | Kg           |
| <b>Dyrkningsomkostninger</b>                |         |       |              |
|   |         |       | DKK/ha       |
| Variable omkostninger                       |         |       |              |
| - Frø                                       |         |       | 650          |
| - P+K                                       |         |       | 325          |
| - Planteværn (se maskinomkostninger)        |         |       | 0            |
| - Variable omkostninger, i alt              |         |       | 975          |
| Maskin og arbejdsomkostninger               |         |       | 3.050        |
| I alt, dyrkningsomkostninger                |         |       | 4.025        |
|   |         |       | DKK/tons frø |
| Dyrkningsomkostninger                       |         |       | 2.347        |
| Transport                                   |         |       | 58           |
| Rensning og tørring (2 pct. tab)            |         |       | 124          |
| Afskalning (30 pct. tab)                    |         |       | 428          |
| Transport til fabrik                        |         |       | 50           |
| Værdi af skaller (pr. tons)                 |         |       | -163         |
| Behandlings og transportomkostninger, i alt |         |       | 497          |
| I alt pr. tons afskallede lupiner           |         |       | 2.844        |

Kilde: Egne beregninger baseret på data fra Flengmark, DJF (1999) Landbrugets Rådgivningscenter, Budget kalkyler.

Ved et udbytte på 2,5 tons/ha frø (med skaller), hvilket svarer til 1,7 tons afskallede frø skal landmanden, for at dække omkostningerne, kunne opnå en minimumspris på ca. 2.800 DKK/tons afskallede frø og ca. 1.600 DKK/tons uforarbejdet frø for at dække produktionsomkostningerne.

I dækningsbidragskalkylen (se appendiks 2) er anvendt en skønnet minimumspris på 2.500 DKK/tons. Af denne beregning fremgår det ligeledes, at landmanden med denne pris kan opnå et dækningsbidrag på 2.220 DKK/ha. Årsagen til, at landmanden kan opnå et positivt dækningsbidrag, selvom prisen er under produktionsomkostningerne, er, at der ydes en EU-hektar-præmie på 2.810 DKK/ha.

Problemet er imidlertid, at det vil være vanskeligt for landmanden at afsætte frøene til 2,5 DKK/kg (jf. tabel 2.5), selvom proteinindholdet i lupiner er højere end i afskallede sojaskrå. Fermenteringsindustrien, og her tænkes på Novozymes, som er den primære aftager i Danmark, er overvejende interesseret i bulkleverancer til lave markedspriser (Lupin 2,1999). Såfremt primærproducenten (landbruget) skal kunne levere til en pris på fx 2 DKK/kg skal lupinudbyttet forøges til 4 tons/ha, hvad enten afgrøden dyrkes på braklægningsarealerne eller som proteinafgrøde (se tabel 6.2 og figur 6.1).

TABEL 6.2. **Produktionsomkostningerne ved forskellige udbytter**

| Udbytte (tons lupinfrø pr. ha)  | 1     | 1,3   | 1,5   | 2     | 2,5   | 3     | 4     |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Udbytte (tons afskallede lupinfrø pr. ha)   | 0,7   | 0,9   | 1,0   | 1,4   | 1,7   | 2,1   | 2,7   |
| Samlede omkostninger for produktion af afskallede frø inkl. transport m.v. (pr. tons frø) | 6.364 | 5.099 | 4.409 | 3.431 | 2.844 | 2.453 | 1.964 |
| Dyrkningsomkostninger (pr. tons uforarbejdet frø)   | 4.025 | 3.157 | 2.683 | 2.013 | 1.610 | 1.342 | 1.006 |

Kilde: Egne beregninger.

Et udbytte på 4 tons/ha må dog betegnes som urealistisk med de udbyttene, som er opnået i de seneste danske parcel- og praksisnære forsøg (Flengmark 1999, Rougsø Sdr. Hald Herreders Lbf. 1998-99). Endvidere skal de danske lupinproducenter kunne garantere, fx i form af et certifikat, at lupinfrøene reelt set har den kvalitet og de egenskaber, som modsvarer prisen. I modsat fald vil industrien som alternativ kunne importere billige lupinfrø fra andre europæiske producenter, hvor markedsprisen for tiden er på omkring 1 DKK pr. kg. Handlen med lupinfrø over landegrænser er dog ifølge FAO's handelsstatistikker relativt beskeden.

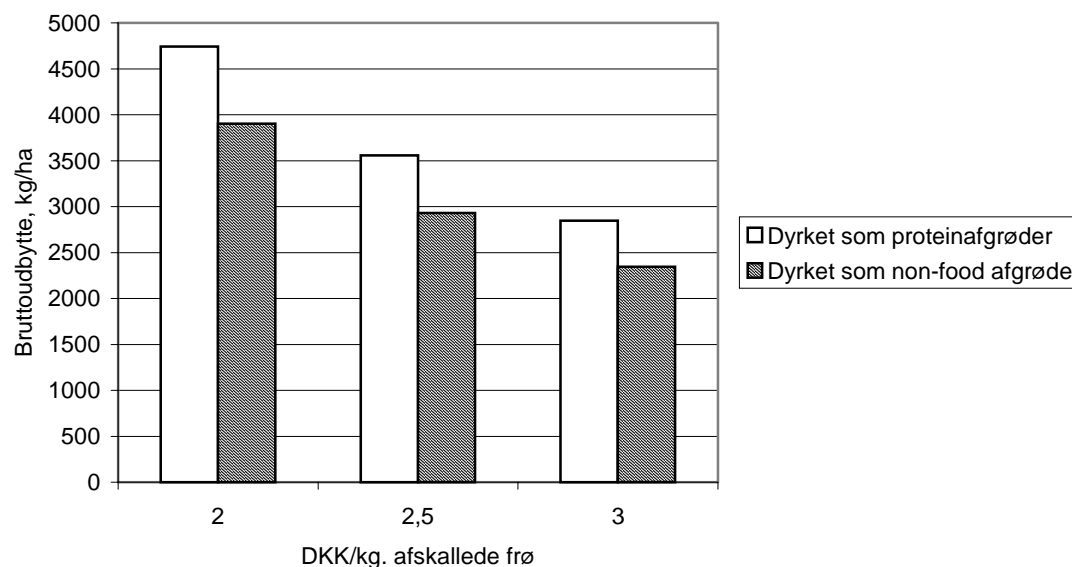
### 6.1. Dækningsbidrag for lupiner som vårbyg eller dyrkning på brakarealer

Lupin kan enten dyrkes i konkurrence med traditionelle afgrøder eller på braklægningsarealerne. Ved dyrkning i konkurrence med vårbyg vil der ydes en arealpræmie på 2.810 DKK/ha. Figur 6.1 viser, at udbyttet skal over 4,5 tons lupinfrø (med skaller), hvis afgrøden



skal konkurrere med vårbyg. Ligeledes skal udbyttet (ved en kg pris på 2 DKK/kg) være på knap 4 tons, såfremt lupin skal være en konkurrencedygtig afgrøde på brakarealerne.

**FIGUR 6.1. Nødvendigt lupinudbytte for opnåelse af dækningsbidrag som vårbyg (3.673 DKK/ha) ved dyrkning af lupin som proteinafgrøde på konventionelle landbrugsarealer og ved dyrkning af lupin som non-food afgrøde (2.276 DKK/ha) ved forskellige frøpriser**



Note: Det forudsættes, at der ydes en arealpræmie på 2.810 DKK/ha til dyrkning af lupin som proteinafgrøde og en arealpræmie på 2.276, når lupin dyrkes på de udtagne arealer.

Kilde: Egne beregninger (jf. tabel A2 i appendiks).

## **7. Dækningsbidrag for lupiner ved landbrugsstøtte i 2002**

De potentielle udviklingsmuligheder for den danske produktion af landbrugsafgrøder er som det fremgår ovenfor i høj grad afhængig af EU's landbrugspolitik og hektarstøtte ordninger, dette gælder også for lupiner. Landbrugsdelen i EU's seneste reform af struktur- og markedspolitikken, Agenda 2000<sup>5)</sup> er i hovedtræk en videreførelse af unionens tidligere landbrugsreformer, hvor landbrugsudgifterne skal udgøre en stadig faldende andel af EU's samlede udgifter (Fødevareministeriet, 1998).

Den samlede reformpakke indbefatter den animalske og vegetabiliske produktion. I nærværende korte opsummering vil der alene blive fokuseret på den vegetabiliske produktion og specielt betydningen for avl af proteinafgrøder.

EU indfører med den nye aftale en enhedspræmie, som er en ensartet hektarpræmie for de nuværende reformafgrøder og brakarealer som angivet i boks 7.1. For proteinafgrøderne sker dog en undtagelse. Her tildeles yderligere en ekstra præmie.

En afgørende ændring med den nye aftale er, at interventionspriserne for korn reduceres med 20 pct. Reduktionen vil dog ske i to trin i løbet af de første 2 år. Som kompensation herfor forøges hektarpræmien fra 2.276 til 2.453 DKK/ha.

For proteinafgrøder (herunder lupiner) ændres hektarpræmien til 2.823 DKK/ha i år 2002.

Planteavlerne vil i overvejende grad dyrke de afgrøder, som giver det største afkast og dækningsbidrag og dermed vil incitamentet under de nuværende omstændigheder reducere avl af oliefrø sammenlignet med eksempelvis korn, idet støtten til olieafgrøder falder betydeligt (se tabel 7.1).

Der vil naturligvis stadig være arealer, som ikke egner sig til kornavl, og dermed vil der også være et incitament til frivillig udtagning og her vil lupiner eventuelt kunne indgå, hvis afgrøden dyrkes til non-food formål (fx fermentering).

---

<sup>5)</sup> I Agenda 2000 sker der ændringer i udgiftsfordelingen inden for landbrugsretningslinien med et yderligere skift fra prisstøtte til direkte støtte (Fødevareministeriet, 1998).

TABEL 7.1. Ændrede støttesatser efter Agenda 2000

| DKK/ha.  | Hektarpræmie<br>Markedsåret 2000 | Støttesatser fra år<br>2002 <sup>3)</sup> |
|--|----------------------------------|---|
| KORN, HELSÆD og SILOMAJS                                   | 2.276                            | 2.453                                     |
| OLIEFRØ <sup>1)</sup>                                      | 3.200                            | 2.453                                     |
| PROTEINAFGRØDER <sup>2)</sup> (lupiner)                    | 2.810                            | 2.823                                     |
| OLIEHØR  | 3.420                            | 2.453                                     |
| UDTAGNE AREALER, BRAK ELLER NON-FOOD<br>(herunder lupiner) | 2.276                            | 2.453                                     |

<sup>1)</sup> Raps, solsikke og soja.

<sup>2)</sup> Ærter (undt. konserves), hestebønner og sødlupiner.

<sup>3)</sup> I perioden fra år 2000 til 2002 sker der en gradvis reduktion af de enkelte støttesatser.

Kilde: Egen tilvirkning på grundlag af Landbrugsforlaget, 2000.

## 8. Forskydninger i dækningsbidrag ved ændret støtteniveau

I tabel 8.1 er foretaget en sammenligning af de økonomiske konsekvenser ved en ændret EU politik for proteinafgrøder (fx lupiner) og traditionelle afgrøder (hvede og byg).

TABEL 8.1. Økonomiske konsekvenser ved ændret EU-støtteniveau

| Afgrøde DKK/ha                       | DB 2 ved støtte<br>i år 2000 | DB 2 ved støtte i år 2002 og reduceret markeds-<br>pris for korn på henholdsvis 0, 10 og 20 pct. |          |          |
|--------------------------------------|------------------------------|--|----------|----------|
|                                      |                              | 0 pct.   | -10 pct. | -20 pct. |
| <b>Sandjord</b>                      |                              |  |          |          |
| Vinterhvede <sup>1)</sup>            | 3.067                        | 3.244  | 2.726    | 2.207    |
| Vårbyg <sup>1)</sup>                 | 2.511                        | 2.688  | 2.305    | 1.923    |
| Lupin til fermentering <sup>2)</sup> | 2.220                        | 2.233  | 2.233    | 2.223    |
| <b>Lerjord</b>                       |                              |  |          |          |
| Vinterhvede <sup>1)</sup>            | 5.141                        | 5.318  | 4.510    | 3.703    |
| Vårbyg <sup>1)</sup>                 | 3.673                        | 3.850  | 3.298    | 2.745    |
| <b>Udtagne arealer, brak</b>         | 2.276                        | 2.338  | 2.338    | 2.338    |

<sup>1)</sup> Afregningsprisen for hvede og byg er 850 DKK/tons og værdien af halmen er fastsat til 170 DKK/tons. I beregningerne er der ikke taget hensyn til ændret intensitet i korndyrkningen på grund af lavere kornpriser.

<sup>2)</sup> Lupin til fermentering – støtte som proteinafgrøde.

Kilde: Egen tilvirkning baseret på: Gylling M., S.M. Pedersen og A. Boon (1999): Rapport nr. 112, Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut.

I tabellen er opstillet 4 scenarier. Det første scenario viser dækningsbidrag 2 under det aktuelle støtte og prisniveau (støtteåret 2000). De øvrige tre scenarier viser dækningsbidrag 2 for de forskellige afgrøder fra år 2002 samtidig med, at der sker en reduktion af markedsprisen på kornafgrøder på henholdsvis 0, 10 og 20 pct.

I de forskellige scenarier er hvede og byg anvendt som referenceafgrøder i forhold til lupiner.

Beregningerne viser, at avl af lupiner, som proteinafgrøde, ikke kan konkurrere med hvede under de givne forudsætninger. Ligeledes vil de ændrede støtteregler forværre konkurrenceforholdet. Dette afhænger dog i nogen grad af, hvor meget prisen på korn falder.

Dækningsbidraget for lupiner er også lavere end for vårbyg, med mindre prisen på korn falder med 20 pct.

Samtidig er det dog også en kendsgerning, at den rene braklægningsstøtte i alle tilfælde overgår DB2 for lupiner. Dette betyder, at det reelt bedre kan svare sig, at lægge jorden brak end at avle lupiner på de udtagne arealer, som ellers er et muligt alternativ.

Agenda 2000 vil altså yderligere forværre dækningsbidraget for lupiner med mindre at markedsprisen på korn følger faldet i interventionsprisen på 20 pct. (se tabel 8.1). Støtteændringerne i agenda 2000 kan dog betyde en ændring af kornpriserne på verdensmarkedet, hvilket vil have en afledt effekt på markedsprisen i EU.

## 9. Sammenfatning

Lupin har tidligere været anvendt i landbruget som proteinafgrøde til foder og som kvælstofbindende afgrøde i sædskifter med kornafgrøder, men interessen for lupiner faldt relativt hurtigt som følge af en stigende import af billige proteinafgrøder fra udlandet.

Inden for de senere år er der skabt fornyet interesse omkring gul lupin, idet frøet kan anvendes som proteinkilde i fermenteringsindustrien. Afgrøden dyrkes uden anvendelse af pesticider og det kan garanteres at lupinfrø kan leveres GMO-fri. Samtidig er der udviklet bedre dyrkningsmetoder, som gør, at frøudbyttet bedre kan kontrolleres.

Interessen for lupiner er skabt som kombination af et pres fra F&U institutionerne, som i samarbejde med industrien har set mulighederne for at skabe en dansk produktion af lupiner. Samtidig har landbruget og landbrugets organisationer gennem de senere år vist stigende interesse for alternative indtægtskilder i erhvervet. Indtjeningen i landbruget er stadig inde i en "trædemølle" hvor produktion og udbytte stadig øges til stadig lavere priser.

Med andre ord er dette udviklingsprojekt afledt af mange og forskelligartede interesser. I den henseende er det også de selvsamme interesser, som skal opnå en kommerciel fordel af at etablere en kommerciel produktion.

Der er dog ikke tale om en ny produktionsproces men i stedet en afledt innovation, der er baseret på en ny råvare, som skal bruges til at dække en ny efterspørgsel på markedet.

De teknisk-biologiske undersøgelser og prøvefermenteringer har vist, at gul lupin umiddelbart kan erstatte sojaprotein som fermenteringsråvare. Desuden betyder dyrkningsformen, at lupiner har en række kvalitetsegenskaber, som gør at afskallede lupinfrø vil kunne afsættes til en højere markedspris end sojaskrå.

De økonomiske beregninger viser dog, at det vil blive vanskeligt at etablere en kommerciel produktion af lupiner i Danmark. På trods af, at fermenteringsindustrien formentlig er villig til at yde en god pris for lupinfrø af den rigtige kvalitet, er prisen ikke tilstrækkelig til at den enkelte planteavler vil kunne opnå et rimeligt dækningsbidrag som er rentabelt i forhold til almindelige kornafgrøder. Dette skyldes især de hidtil opnåede lave udbytter. Agenda 2000 ændrer ikke væsentligt disse forhold.

Lupin kan dog tænkes at blive interessant som ”mellemafgrøde” i forbindelse med økologisk produktion eller hvis det lykkes at fremavle nye højtydende lupinsorter, som er konkurrencedygtige overfor sojabønner. Ligeledes vil interessen fra industrien antageligt øges, hvis det viser sig, at der kommer en markant ændring blandt forbrugerne i forhold til genmodificerede afgrøder.

For at starte en produktion af nye industriafgrøder er det samtidig et krav, at der sikres stabile leverancer, hvilket kræver en vertikal koordinering mellem primærproducenten og aftagerindustrien. Hvis landmanden ønsker en høj pris for afgrøden skal det ligeledes kunne dokumenteres over for industrien, at kvaliteten modsvarer de stillede krav.

## Litteraturliste

- Bagger, C.; C. Bjerregaard; H. Sørensen; J.C. Sørensen; S. Sørensen (1998): Biorefining of Lupin Seeds to obtain high value protein concentrates and isolates. Proc. of 3. European conference on Grain Legumes; Valladolid, Spain 1998. Side 48-49.
- Bagger, C. (1999): personlig meddelelse, Bioraf Danmark.
- Bailey J.E and D.F. Ollis (1986): Biochemical Engineering Fundamentals, Second edition, McGraw-Hill International Editions, Chemical Engineering Series.
- Bioteknologisk Institut (1997): Forsøgsrapport (upubliceret).
- Bioteknologisk Institut (2000): Forsøgsrapport (upubliceret).
- Central Soya (1999): [www.centralsoya.com](http://www.centralsoya.com) 18.11.1999.
- De Danske Landboforeninger (2000): Statistik Nyt, Nummer 6, Juni 2000.
- FAO (2000): FAOSTAT, Database.
- Fernandéz, J.A. , Batterham, E.S. (1995): The nutritive value of lupin-seed and detailed lupin-seed meals as protein sources for growing pigs as evaluated by different techniques. Animal Feed Sci. and Techn. 53 p., 279 – 296.
- Flengmark et al. (1998-2000): Statusrapporter fra Lupinprojektet (upubliceret).
- Flengmark, P. (1999): Personlig meddelelse, Danmarks JordbrugsForskning.
- Flis, M.; Sobotka, W.; og Meller, Z. (1996): The use of detailed or fat-supplemented yellow lupin-seeds in feeding growing pigs. J animal feed sci. 5, p. 49 – 61.
- Fødevarerministeriet (1998): Fødevarerministeriets årsrapport 1997, Politik, produktion og forbrug.



Gylling, M., S.M. Pedersen og A. Boon (1999): Non-food produktion fra landbrugsafgrøder – markedsmæssige, organisatoriske og økonomiske analyser og vurderinger, Statens jordbrugs og Fiskeriøkonomiske Institut, SJFI rapport nr. 112.

Henriksen, C. (1999): Personlig meddelelse, KMC, Kartoffelmelscentralen.

Hertrampf, J. (1995): Körnerlupinen – aber süß müssen sie sein. Die Mühle + Mischfutter technik, 132, (14), p. 201 – 203.

Kjeldsen, S.H. (1994): Dyrkning af bælgsoed og olieplanter, Landbrugets Informationskontor.

Landbrugets Rådgivningscenter (flere årgange): Budget kalkuler.

Landbrugsforlaget (2000): Håndbog for driftsplanlægning.

Landsudvalget for Kvæg (1997): Fodermiddeltabel.

Landsudvalget for Svin: Foderstoffer til svin.

Lupin 2 (1999): Meddelelser fra projektgruppemøde om lupiner til industriel anvendelse og fødevarer. Mødet blev afholdt den 26.11.1999 på SJFI, Valby.

Morsø Frø (1997): Personlig meddelelse.

Novozymes (tidl. Novo Nordisk) (1999): [www.novo.dk](http://www.novo.dk), 10.11.1999.

Reffstrup, T. (1998): Ekstensivering af planteavlens åbner for lupiner, Erhvervsjordbruget nr. 4 1998.

Rougsø Sdr. Hald Herreders Lbf. (1998): Lupinprojekt, resultater af dyrkningsforsøg på Djursland i 1998, arbejdspapir.

Rougsø Sdr. Hald Herreders Lbf. (1999): Lupinprojekt, resultater af dyrkningsforsøg på Djursland i 1998, arbejdspapir.

Ruiz, L. P. and Hove, E.L. (1976): Conditions Affecting Production of a Protein Isolate from Lupin Seed Kernels. *J. Sci. Fd. Agric.* 27, p. 667 – 674.

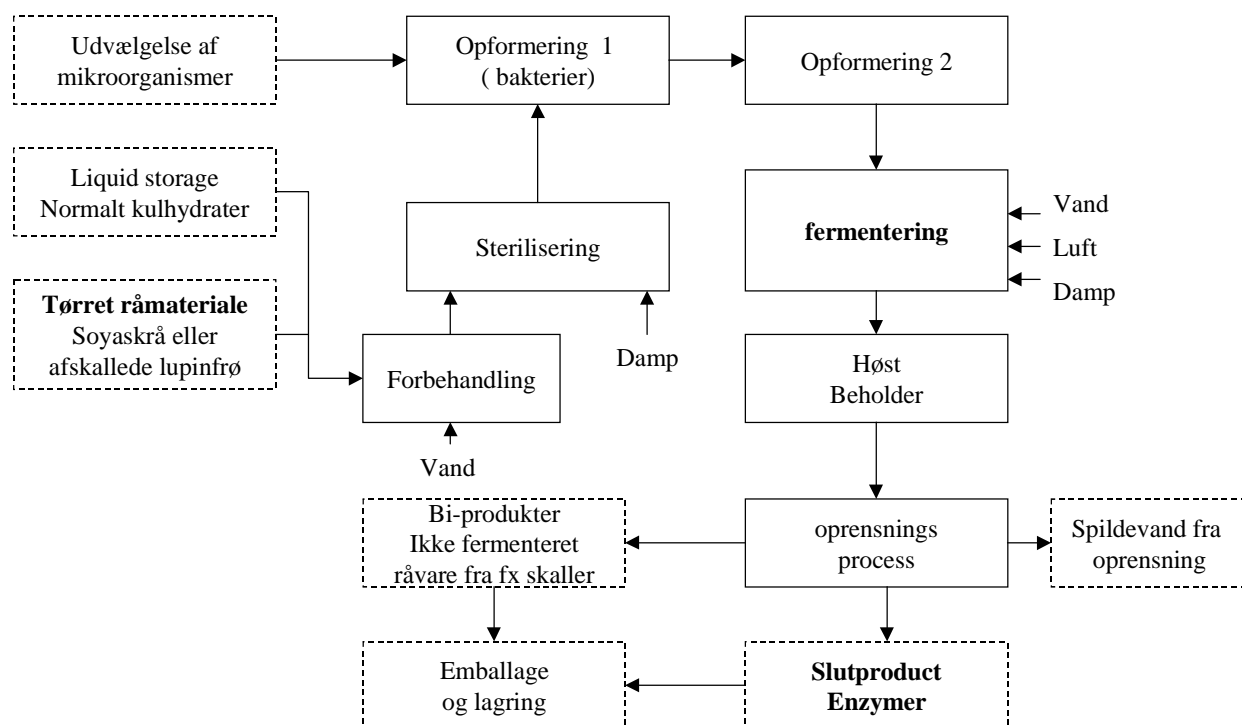
Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut (flere årgange): Landbrugets prisforhold Serie C.

Sørensen, L.V. (1997): Personlig meddelelse.

Vesterlund, N. (1999): Personlig meddelelse, Dansk Landbrugs Grovvarereselskab.

## Appendiks 1.

FIGUR A1. **Generel fermenteringsproces**



Kilde: Egen fremstilling efter Bagger 1999 og Bailey and Ollis 1986.

## Appendiks 2.

TABEL A1. Dækningsbidrag for lupiner til fermentering (basisscenarie)

| Indtægter   | Udbytte | Pris DKK pr. kg | DKK/ha         |
|---|---------|-----------------|----------------|
| Afskallede frø  | 1.715   | 2,5             | 4.287,5        |
| Skaller   | 735     | 0,38            | 279,3          |
| EU-støtte   |         |                 | 2.810,0        |
| <b>I alt</b>  |         |                 | <b>7.376,8</b> |
| Variable omkostninger   |         |                 |                |
| - Udsæd   |         |                 | 650,0          |
| - P+K   |         |                 | 325,0          |
| - Planteværn (se maskinomkostninger)  |         |                 | -              |
| Variable omkostninger, i alt  |         |                 | 975,0          |
| <b>DB 1</b>   |         |                 | <b>6.401,8</b> |
| - Maskinomkostninger (markdrift)  |         |                 | 3.050,0        |
| - Videre behandling (rensning, tørring, afskalning og transport til fabrik) |         |                 | 1.132,0        |
| Faste omkostninger, i alt   |         |                 | 4.182,0        |
| <b>DB 2</b>   |         |                 | <b>2.220,0</b> |

Note: Det forudsættes at udbytte er 2500 kg frø/ha.  
Afskallede lupinfrø kan afsættes til 2,5 DKK pr. kg.

TABEL A2. Nødvendigt lupinudbytte for opnåelse af dækningsbidrag som vårbyg ved dyrkning af lupin som proteinafgrøde på konventionelle landbrugsarealer og ved dyrkning af lupin på brakarealer ved forskellige frøpriser

| Pris for afskallede frø<br>Pr. kg. | Dyrkning af lupiner på alm.<br>produktionsareal i konkurrence<br>med vårbyg, DB: 3.673 DKK/ha                  | Dyrkning af lupiner på brakareal i<br>konkurrence med brakpræmie   |
|------------------------------------|--|--|
|                                    | Præmie: 2.810 DKK/ha   | Præmie: 2.276 DKK/ha   |
| 3 DKK                              | <b>Bruttoudbytte 2.846,9 kg</b><br>Netto udbytte 2.790,0 kg<br>Afskallede frø 1.953,0 kg<br>Skaller 837,0 kg   | <b>Bruttoudbytte 2.344,3 kg</b><br>Netto udbytte 2.297,4 kg<br>Afskallede frø 1.608,2 kg<br>Skaller 689,2 kg   |
| 2,5 DKK                            | <b>Bruttoudbytte 3.557,6 kg</b><br>Netto udbytte 3.486,4 kg<br>Afskallede frø 2.440,5 kg<br>Skaller 1.045,9 g  | <b>Bruttoudbytte 2.929,5 kg</b><br>Netto udbytte 2.870,9 kg<br>Afsaklede frø 2.009,6 kg<br>Skaller 861,3 kg    |
| 2 DKK                              | <b>Bruttoudbytte 4.741,2 kg</b><br>Netto udbytte 4.646,4 kg<br>Afskallede frø 3.252,5 kg<br>skaller 1.393,9 kg | <b>Bruttoudbytte 3.904,1 kg</b><br>Netto udbytte 3.826,0 kg<br>Afskallede frø 2.678,2 kg<br>Skaller 1.147,8 kg |

Nettoudbytte er bruttoudbyttet minus udbyttetab (2 pct.).

Det forventes at der kan opnås et DB 2 for vårbyg på 3.673 DKK/ha på lerjord og 2.276 DKK/ha ved braklægning.

Note: Det forudsættes at der ydes en arealpræmie på 2.810 DKK/ha til dyrkning af lupin som proteinafgrøde og en arealpræmie på 2.276 når lupin dyrkes på de udtagne arealer.

### **Appendiks 3.**

Lupinslægten omfatter en række arter, hvoraf flere anvendes indenfor landbruget. Gul lupin (*Lupinus luteus*) stammer fra Middelhavsområdet og blev tidligere dyrket til grønfoder i Danmark. Fremkomsten af nye sorter har i de senere år gjort det muligt at dyrke gul lupin til modenhed i Danmark. Gul lupin modner dog stadig noget senere end de forskellige sorter af blå lupin (*Lupinus angustifolius*).

#### **Produktionsmål**

Gul lupin kan dyrkes til modenhed eller til helsæd. Udbyttet er lavere end for markært, men proteinindholdet er betydeligt højere og af en højere biologisk værdi. Da lysinindholdet er højt, er lupiner velegnede til svinefoder.

#### **Typer og jordbund**

Gul lupin trives bedst på lette, sandede jorde og mistrives på tætte lerede og kalkholdige jorde. Reaktionstallet skal være lavt, helst under 6,7. Lupin kan trives ved reaktionstal ned til 4,5-5,5. Generelt må arealer til lupindyrkning ikke være vandlidende.

#### **Sædskifte**

Lupin opsamler som andre bælgplanter kvælstof fra luften i symbiose med knoldbakterier og er en god vekselafgrøde i kornsædskifter. For at opsamle det kvælstof, som frigives fra rødderne efter høst, kan man så udlæg af sildig alm. rajgræs efter den sidste ukrudtsbekæmpelse. Nyere undersøgelser tyder på, at lupin er i stand til at frigøre fosfor fra jordens pulje af planteutilgængeligt fosfor. Dette er dog endnu ikke tilstrækkeligt godt belyst. Forfrugtsværdien er bestemt til at være på linie med andre bælgplanters.

#### **Såbedstilberedning**

Et plant såbed, der er grundigt harvet i 4-6 cm's dybde.

#### **Såning**

Udsæden skal podes med en bakteriekultur af rhizobiumbakterier (handelsnavn Anitragin). Dette er nødvendigt for den kvælstofopsamlende symbiose. Lupin til modenhed skal sås så tidligt som muligt og ikke for dybt (3-4 cm). Lupin bør sås første gang, det er muligt efter den 15. marts. Kan der ikke sås inden den 15. april, bør man vælge en anden afgrøde eller høste lupin til helsæd. Hvis lupinerne skal radrenses, sås de på 50 cm's rækkeafstand. En udsædsmængde på 80-100 kg pr. ha er passende ved dyrkning til modenhed. Hvis lupinerne

bredsås, og ukrudtsbekæmpelsen udelukkende foregår ved strigling, bør plantetallet være lidt højere.

### **Gødskning**

Lupin er meget nøjsom og skal ikke tilføres kvælstof. Den er god til at udnytte fosforpuljen i jorden. Ved dyrkning til modenhed bør der tilføres ca. 15 kg fosfor og 60 kg kalium pr. ha på jorde med normale fosfor og kaliumtal (Pt 2-4 og Kt 7-10). Specielt bør man være opmærksom på at sikre en tilstrækkelig kaliumtilførsel.

### **Sygdomme**

*Antraknose* (colletotrichum) er en meget tabsvoldende svampesygdom i lupin. Sygdommen har først været set i Danmark i de seneste år. Svampen trives bedst under fugtige pletter på stængel og rod. Ved blomstring ses på stænglerne rødlige læsioner med en brun rand, og stænglerne bøjer (krogformede). På bladene fremkommer også lysebrune bladpletter og på bælgene rødligbrune pletter. Ved kraftige angreb visner planterne. Sygdommen kan smitte gennem frø og gennem afgrøderester i jorden. Smitten kan også ske sekundært fra de frøsmittede planter, typisk omkring blomstringstidspunktet. Angreb forebygges ved anvendelse af sund udsæd og sædskifte. Svampen kan overleve flere år i jorden, og der anbefales mindst 4 år mellem lupin i sædskiftet. *Rodbrand* kan forekomme. Angreb kan modvirkes ved sædskifte. Lupin kan desuden angribes af *knoldbægersvamp* og *gråskimmel*. Angreb er værst i kraftige afgrøder under fugtige forhold. *Kløvermeldug*, *lupinbrunplet* og *lupingulrust* kan forekomme, men har ikke været oplevet i Danmark mange år. Der findes i Danmark ingen kemiske midler godkendt til svampebekæmpelse i lupin.

### **Skadedyr**

Lupinfluer kan forekomme. De lægger æg i jordoverfladen ved lupinroden. Skadevoldende angreb af lupinfluens larve er formentlig sjældne. *Bladrandbiller* kan skade lupin efter fremspiring.

### **Ukrudtsbekæmpelse**

En veletableret afgrøde af gul lupin konkurrerer kraftigt med ukrudtet, hvilket i høj grad letter en mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Der findes i Danmark ingen kemiske midler godkendt til ukrudtsbekæmpelse i lupin.

Lupiner kan tåle kraftig mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Ukrudtet kan bekæmpes både ved radrensning i rækker sået på 50 cm's afstand og ved ukrudtsharvning. En effektiv ukrudtsbekæmpelse kan opnås ved følgende strategi:

1. Lupinerne sås på 50 cm's rækkeafstand.
2. Der ukrudtsharves (blindharvning) lige før fremspiring.
3. Ved 2-3 bladstadiet radrenses.
4. Ved 5-6 bladstadiet radrenses igen.

Lupinerne kan tåle radrensning indtil de er ca. 20 cm høje.

### **Høst**

Gul lupin er under gunstige forhold høstklar i september. Lupin har en kraftig og sej stængel, der kan give nogle vanskeligheder ved høst. Endvidere modner afgrøden temmelig uens. Lupin høstes i reglen direkte, men skårlægning og tærskning efter ca. en uge har været forsøgt med godt resultat. Kernerne kan have et højt vandindhold og skal straks tørres. Tørretemperaturen må ikke være for høj, da lupinerne let "brænder sammen" under tørringen.

## Working Papers

Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut

---

|                     |   |  |
|---------------------|---|--|
| 6/01 April 2001     | Søren Marcus Pedersen og Morten Gylling                       | Lupinproduktion til fermenteringsindustrien – vurdering af teknologi og økonomi  |
| 5/01 April 2001     | Mona Kristoffersen, Ole Olsen og Søren S. Thomsen             | Driftsgrenøkonomi for økologisk jordbrug 1999  |
| 4/01 February 2001  | Søren Marcus Pedersen and Morten Gylling                      | The Economics of producing quality oils, proteins and bioactive products for food and non-food purposes based on biorefining     |
| 3/01 Januar 2001    | Lars Otto   | Metoder til datakonstruktion i Bayesianske netværk – udvikling af beslutningsstøttesystem til sundhedsstyring i svinebesætninger |
| 2/01 January 2001   | Søren Marcus Pedersen, Richard B. Ferguson and R. Murray Lark | A Comparison of Producer Adoption of Precision Agricultural Practices in Denmark, the United Kingdom and the United State        |
| 1/01 January 2001   | Chantal Pohl Nielsen, Karen Thierfelder and Sherman Robinson  | Consumer Attitudes Towards Genetically Modified Foods<br>The modelling of preference changes                                     |
| 17/00 December 2000 | Hild Rygnestad, Jørgen D. Jensen og Tommy Dalgaard            | Måltrettede eller generelle politiske virkemidler? Økonomiske analyser i geografisk perspektiv                                   |
| 16/00 December 2000 | Stine Hjarnø Jørgensen og Jørgen Dejgaard Jensen              | Estimation af priselasticiteter for gødnings- og pesticidkomponenter   |
| 15/00 December 2000 | Søren E. Frandsen and H.G. Jensen                             | Economic Impacts of the Enlargement of the European Union. Analysing the importance of direct payments                           |



|                     |   |  |
|---------------------|---|--|
| 14/00 December 2000 | Jesper Levring Andersen                     | Beregningsgrundlag for indtjeningen i det danske fiskeri: Arbejdsrapport til "konjunkturrapport" for dansk fiskeri 2000          |
| 13/00 December 2000 | Jens Hansen                                 | Landbrugets nettokapitalomkostninger fastsat under hensyntagen til inflation og beskatning                                       |
| 12/00 December 2000 | Niels Tvedegaard                            | Omlægning til økologisk slagtekyllingeproduktion – en analyse af de økonomiske konsekvenser på udvalgte bedrifter                |
| 11/00 November 2000 | Kim Martin Lind                             | Consumer Demand in a Developing Country with Special Regard to Food – The Case of India  |
| 10/00 November 2000 | Erik Lindebo                                | Capacity Development of the EU and Danish Fishing Fleets   |
| 9/00 October 2000   | Max Nielsen                                 | Calculations of Danish prices of unprocessed seafood   |
| 8/00 August 2000    | Paul Rye Kledal                             | Økologisk jordbrug for fremtiden? – en økonomisk analyse af de potentielle økologiske jordbrugere                                |
| 7/00 Juli 2000      | Steffen Møllenberg                          | Gartnerierhvervets produktivitetsudvikling – samt udviklingen i mængder og priser, herunder bytteforhold, mellem 1980 og 1998/99 |
| 6/00 July 2000      | Henning Porskrog                            | Calculation SGM. How we do it in Denmark   |
| 5/00 Juli 2000      | Arne Lauridsen, Ole Olsen og Svend Sørensen | Driftsgrensøkonomi for økologisk jordbrug 1998/99  |
| 4/00 June 2000      | Hild Rygnestad                              | Integrating environmental economics and policy analyses in a geographical information system                                     |
| 3/00 May 2000       | Chantal Pohl Nielsen and Kym Anderson       | GMOs, Trade Policy, and Welfare in Rich and Poor Countries   |

|                    |                                      |  |
|--------------------|--------------------------------------|--|
| 2/00 Februar 2000  | Niels Tvedegaard                     | Omlægning til økologisk planteavl<br>– analyse af de økonomiske konsekvenser på udvalgte planteavlsbedrifter |
| 1/00 February 2000 | Tove Christensen &<br>Hild Rygnestad | Environmental Cross Compliance:<br>Topics for future research  |