

Lupiner, ett nytt proteinfoder för mjölkkor?

Odling & konservering

Thomas Pauly¹ & Ullalena Boström²

¹ Institutionen för husdjurens utfodring & vård, Kungsängens Forskningscentrum, 753 23 Uppsala. Thomas.Pauly@huv.slu.se

² Institutionen för ekologi & växtproduktionslära, Box 7043, 750 07 Uppsala. Ullalena.Bostrom@vpe.slu.se

Varför odla lupiner?

Det internationellt mest använda proteinfodermedlet för våra husdjur är sojamjöl. Sojaproteinet har en utmärkt aminosyrasammansättning och en relativt låg vomlöslighet (bra för idisslare) men får samtidigt dras med nackdelen att dess ofta oklara GMO-status, tveksamma odlingsmetoder och långa transport gör det olämpligt ur miljösynpunkt. Förutom baljväxtrika vallar odlas idag främst arter som proteingröda och kvävefixerare. På grund av ärtrottrötan bör dock arter inte återkomma oftare än vart 6:e till 8:e år i växtföljden. Speciellt bland ekologiska lantbrukare skulle man välkomna ytterligare en ettårig kvävefixerande gröda i sin växtföljd.

Åkerböna (*Vicia faba*) samt olika arter av lupin (*Lupinus angustifolius*, *L. lutea*, *L. alba*) är också kvävefixerande och kan därför vara lämpliga kompetteringsgrödor. Den lupinart som bedöms har störst chans att mogna i svensk klimat är **blålupin** eller smalbladig lupin (*L. angustifolius*; Bild 1) av vilken det finns både förgrenade och oförgrenade sorter. I motsats till de äldre sorterna har de nya idag låga halter av alkaloider samt kortare mognadstid, vilket har förbättrat deras smaklighet och odlingslämplighet. I jämförelse med åkerböna tolererar lupiner lätta jordar samt torka bättre. Lupin är inte 'värdväxt' för ärtrottröta, vilket åkerböna eventuellt kan vara. Både åkerbönor och lupiner är konkurrenssvaga i tidiga utvecklingsstadiet och kräver därför under denna tid någon form av ogräsreglering för att kunna utveckla sin fulla avkastningspotential.



Bild 1. Blålupin 'Rose' ca tre månader efter sådd (27/4) odlad 2005 vid Vreta Kloster, Östergötland.

Svenskodlade lupinfrön (*L. angustifolius*) har en hög proteinhalt (ca 35%), hög energihalt (ca 12-14 MJ) och hög fiberhalt (ca 22% NDF, ca 18% ADF) samt innehåller ca 6% fett och <10% stärkelse. I Tyskland finns värmebehandlade lupinfrön (bl.a. 'Lupitherm') i handeln som har lägre vomlöslighet. På grund av den relativt höga fiberhalten utfodras lupinfrön mest till nötkreatur (max. 3-4 kg/djur+dag), men kan även användas till slaktsvin (max. 15%) och fjäderfä (max. 20%). Inom livsmedelsindustrin har lupinfrömjöl används som konsistens-

givare och emulgator vid produktionen av bl.a. nudlar, bagerivaror, snacks och glass. Ur smaksynpunkt betraktas lupinmjöl vara överlägset sojamjöl. (Möller 2006).

Odlingsförsök med smalbladig lupin (Ullalena Boström)

Under perioden 2002 till 2006 genomfördes en serie ekologiska odlingsförsök med blålupin-sorter på olika växtplatser i landet (C, E, I, M, N och R-län). Förutom möjligheten att samla in avkastningsdata från olika år och olika delar av landet, undersöktes främst samodlingen med stråsåd (främst med korn, havre, vete) för skörd som helsädesensilage samt olika åtgärder mot ogräs (radhackning, ogräsharvning) (Boström 2005).

Tabell 1. Fröskörden av den grenade sorten Bora från parcellförsök i E-, I- och M-län under 2003 och 2004. Fröskörden (15% vattenhalt) är genomsnittet från två olika radavstånd och två ogräsled (med / utan ogräsharvning eller radhackning).

År	Odlingsplats	Sådd	Skörd	Fröskörd (kg/ha)	Vattenhalt vid fröskörd
2003	Östergötland	3 maj	9 sept.	2 735	
	Gotland	9 maj	25 aug.	2 168	kring
	Västra Skåne	17 april	7 aug.	3 648	ca 20%
	Norra Skåne	15 april	5 sept.	2 592	
2004	Östergötland	21 april	13 okt.	2 689	mellan
	Gotland	22 april	30 aug.	3 005	31% och
	Norra Skåne*	27 april	30 sept.	445*	34%

* Låg avkastning p.g.a. gråmögelangrepp och extremt mycket ogräs.

2003 gynnade den torra och varma sommaren lupinodlingen och för Bora varierade fröskörden mellan 2.000 och 4.000 kg/ha (4 försök). En ökning av radavståndet från 12,5 cm till 25 cm ökade ogräsmängden med i snitt 65%, vilket minskade skörden. Effekten av ogräsregleringen varierade delvis kraftigt mellan odlingsplatserna och sorterna. Ogräsharvning och radhackning hade ungefär samma effekt på ogräsförekomsten.

2004 var vädret under odlingssäsongen vått och kallt, vilket gynnade ogräsen och hämmade lupinerna. Alla försök skördades sent och vid höga vattenhalter (>30%). Odlingen i Skåne (Skea gård, Hässleholm) drabbades hårt av ogräs och gråmögelangrepp. Sorten Bora (grenad) var också betydligt bättre på att konkurrera ut ogräs än Prima (ogrenad).

Ogräsregleringen minskade ogräsvikten med 51 – 84%, vilket i många fall ökade fröskörden. Hur harvning och radhackning påverkade fröskörden och ogräsförekomsten varierade mellan odlingsplatserna och de förekommande ogräsen.

I jämförelse med förgrenade sorter, så mognar de oförgrenade sorterna jämnare och tidigare, men de konkurrerar också sämre med ogräs och ger ofta lägre skörd. Vissa år kan oförgrenade



Bild 2. Nytröskade lupinfrön från Ekhaga gård, Uppsala 2006. Vänster orensade frön, höger rensade frön.

sorter mogna ända upp till Mälardalen, medan förgrenade sorter endast bör odlas längre söderut. Med de sorter vi har idag är odlingsosäkerheten alltid stor. Vid odling till eget foder, kan lupin med fördel samodlas med havre eller eventuellt med vårvete till mogen skörd. Det förbättrar väsentligt konkurrensen mot ogräs. Det är mycket viktigt att vid sådd ympa lupin med rätt bakteriestam.

Konserveringsförsök med smalbladig lupin (Thomas Pauly)

Det finns olika möjligheter att skörda lupiner: a) Fröskörd vid full mognad, b) strängläggning när de flesta baljor är bruna följt av tröskning efter ca 1-2 veckor, c) fröskörd vid ca 30-35% vattenhalt följt av krossning och ensilering (engl.: crimping or grain silage), d) skörd av toppskott för ensilering eller e) tidig skörd av grönmassan för direktutfodring eller ensilering (helsädesensilage). De två sista alternativ är inte lika intressanta om man vill få fram en ren proteingröda.

I Sverige kan lupiner i gynnsamma lägen odlas upp till Mälardalen. Risken för att odlingen misslyckas ökar självfallet ju längre norrut odlingsplatsen ligger. För att kunna täcka in ogynnsamma väderförhållanden som gör en fröskörd omöjligt, inkluderade vi även en tidigare skörd där plantornas toppar (inkl. baljorna) skördades, exakthackades och ensilerades (här kallat toppskottsensilage).



Bild 3. Skördade toppar av lupinplantorna som utgjorde utgångsmaterialet till det s.k. toppskottsensilaget.

Tabell 2. Skördeuppgifter för 2005 och 2006.

	2005	2006
Växtplats	Vreta Kloster	Ekhaga gård
Sådd	27/4	14/5
Skörd toppskott	21/7	25/7
Skörd tröskning	25/8	21/8
Avkastng. toppskott	3,2 tTS/ha	3,2 tTS/ha
varav baljor+frön	76% av TS	54% av TS
TS-halt i toppskott	14%	16%
Stubbrest (stjälkar)	2,4 tTS/ha	0,9 tTS/ha
Avkastng. fröskörd	1500 kg/ha	ca 1000 kg/ha
Vattenhalt i frön	39%	57%*

* Vattenhalt av frön inkl. avrens; fröerna var torrare.

1500 kg/ha (planthöjd ca 75 cm) och ca 1000 kg/ha (planthöjd ca 45 cm) på Ekhaga gård året efter. Skörd och ensilering av toppskotten skedde när baljorna var fullmatade och skilje-

I våra försök skördades toppskotten för hand (ca översta 20 cm; se Bild 3) De nedersta växtdelar (stjälkar) är ganska grova och näringsfattiga och därför mindre intressant ur utfodringssynpunkt. Hur skörd av toppskott kan genomföras i praktiken undersöktes inte i denna försöksserie.

Under 2005 hämtades lupinerna från ett parcellförsök vid Vreta Kloster (nära Linköping) och 2006 kom materialet från en liknande odling på Ekhaga gård utanför Uppsala. Fröskörden vid Vreta Kloster var ca

väggen (septa) i baljorna blev guldfärgad (Bild 4). Det inträffade ca 72-86 dagar efter sådd eller 27-34 dagar före tröskningen (Tab.2).

Tabell 3. Sammansättningen av toppskotten vid skörd.

År	TS %	Rå- Står- (WSC)			Fiber		Buffert- kapacitet gMS/100gTS	Mjolk- syrabakt. log cfu/g	
		Aska	protein	kelse	socker	NDF			ADF
		% av TS							
2005	14	5,7	20,6	1,9	18,7	34,6	27,9	5,9	4,8
2006	16	9,6	15,0	-	14,6	30,1	25,0	11,2	4,1

Toppskotten hade mycket låg TS-halt och buffrade starkt mot pH-sänkningen, men sockerhalten och mängden mjölksyrabakterier på grödan var tillräckligt höga för att skapa förutsättningar för en lyckad ensilering (Tab.3). Det syrabaserade medlet Promyr tillsattes med 6,0 l/t och de bakteriebaserade medlen med 2,0 l/t som ger ½miljon bakterier/g (Kofasil Life) eller 3,0 l/t som motsvarar 1 miljon bakterier/g grönmassa (Feedtech Silage F18).

Vid siloöppnandet och provtagningen ca 100 dagar senare framkom 2005 att ensilagen var

acceptabla bortsett från den förhöjda ammoniakbildningen (A-tal) i den obehandlade kontrollen (A-tal 14) och de bakteriebehandlade ensilagen (A-tal 10). Året efter blev kontrollensilagen riktigt dåliga på grund av smörsyrabildning med förhöjt antal klostridiesporer (ca 16.000 sporer/g ensilage). Båda ensileringsmedlen kunde förhindra smörsyrabildningen, men det syrabaserade medlet hade dessutom en starkare hämmande effekt på ammoniakbildningen i ensilagen (se A-tal, Tab.4).



Bild 4. Utveckling av baljorna vid skörd av toppskotten 2005.

Tabell 4. Sammansättningen av toppskottsensilagen efter ca 100 dagar. Proens (6 l/t) innehåller myr- och propionsyra, Kofasil Life (2 l/t) och Feedtech F18 (3 l/t) mjölksyrabakterier. LSD = minsta signifikanta skillnad mellan behandlingsmedelvärden.

Behandling (ensil.medel)	TS %	(WSC)	A-tal	pH	Mjolk- syra	Ättik- syra	Smör- syra	Etanol
		socker	%NH ₃ -N av N					
		% av TS						
2005								
Obeh. kontroll	14,4	0,1	13,7	3,89	13,7	3,3	<0,1	3,0
Proens	15,4	13,2	4,1	4,00	0,6	0,3	<0,1	1,4
Kofasil Life	14,3	0,1	9,9	3,73	16,6	1,3	<0,1	3,8
<i>LSD_{0,05}</i>	<i>0,5</i>	<i>3,7</i>	<i>0,8</i>	<i>0,03</i>	<i>0,8</i>	<i>0,2</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>
2006								
Obeh. kontroll	15,9	0,3	15,9	4,14	14,9	2,4	0,6	2,6
Proens	17,2	10,1	4,3	4,05	7,9	0,6	<0,1	0,2
Feedtech F18	16,4	0,2	8,0	3,86	19,1	0,8	<0,1	1,8
<i>LSD_{0,05}</i>	<i>0,2</i>	<i>0,8</i>	<i>4,1</i>	<i>0,03</i>	<i>0,9</i>	<i>0,16</i>	<i>0,27</i>	<i>0,2</i>

Under båda åren hade de Promyr-behandlade ensilagen högre sockerhalt, bättre aerob lagringsstabilitet och lägre viktsförluster (% av TS) än de andra behandlingarna. Den låga TS-halten leder dock till betydande förluster i form av pressvatten (ej mätt). Under praktiska förhållanden kan pressvattnet absorberas genom inblandning av t.ex. krossad spannmål eller Betfor.

Lupinfrön tröskades i slutet av augusti, ca 100-120 dagar efter sådd. På grund av ogräsförekomsten kunde andelen avrens (ogräsfrön, bladdelar, etc.) bli relativt stor (upp till 30%). Vattenhalten vid tröskningen varierade mellan 35 – 60% vilket gjorde en snabb konservering angeläget. Torkning är vid dessa vattenhalter energikrävande, dyr och tar tid, varför vi valde att konservera fröna med propionsyra och en blandning av myr- och propionsyra (Bild 5). Syrorna hämmar respirationen och proteolytiska processer i fröna omgående men förstör också fröets grobarhet (kan inte användas som utsäde). Doseringen skedde efter vattenhalt och lagringstid (Ekström et al. 1973). På grund av de höga vattenhalterna var syradoseringar också höga (2005: 13,9 l/t, 2006: 19,5 l/t). För många lantbrukare är så pass höga syradoseringar inte realistiska. Krossensileringen (s.k. crimping) skulle i detta fall vara en betydligt billigare konserveringsmetod. För att skydda lupinproteinet från en allt för omfattande nerbrytning under ensileringsprocessen kunde en syratillsats hjälpa till att hämma proteinnerbrytningen tills pH i ensilaget har sjunkit tillräckligt lågt (ca pH 4,5). Syrakonserveringen av fröna har dock två fördelar jämfört med krossensileringen: a) fröerna kan lagras aerobt, d.v.s. behöver inte förslutas lufttätt och b) proteinnerbrytningen blir i regel lägre ifall rekommenderad mängd syra används.



Bild 5. Propionsyrabehandlade lupinfrö förvarades i glasburkar.

Tabell 5. Sammansättningen av lupinfrön efter tröskningen (sort: Rose). För skördeuppgifter se Tab.2.

År	TS %	Aska	Rå- protein	(WSC) Socker	Stär- kelse	(EG-) Fett	Fiber	
							NDF	ADF
2005	61	3,7	37	4,8	1,0	6,5	21,1	17,3
2006	43	5,2	30	-	-	-	23,0	19,2

Tabell 5 visar sammansättningen av lupinfrön som användes i konserveringsförsöken. Förutom vattenhalten varierade även proteinhalten inom vida gränser (30-37%). Stärkelsehalten (mätt endast 2005) var betydligt lägre än enligt danska och tyska uppgifter (kring 10%).

Fröna fylldes efter syrabehandlingen i glasburkar som förvarades under 6 månader vid rumstemperatur. Viktsförluster och mögelförekomst registrerades under lagringstiden. Under 2006 tog det bara 4 dagar tills de obehandlade fröerna var täckt med mögel. 2005 var fröerna torrare varför det tog 3 veckor tills de obehandlade fröerna var mögeltäckta. Eftersom dessa frön ruttnade mycket snabbt och intensivt gjordes inga analyser med undantag för bestämningen av viktsförluster, TS- och askhalten. Det visade sig att över 60% av den organiska substansen hade försvunnit efter 6 månader. Troligtvis hade siffran varit ännu högre om fröna inte hade torkat upp i glasburkarna. Trots en lös täckning av glasburkarna med en plastfolie

kunde en uttorkning inte undvikas. Det fanns en tydlig TS-gradient i glasburkarna med de torraste frön i topp och de blötaste i botten.

Tabell 6. Sammansättningen av syrade lupinfrön efter 6 månaders aerob lagring i rumstemperatur. 'Före' och 'efter' relaterar till om bestämningen gjordes före eller efter lagringen.

År	TS-halt		Vatten-aktivitet, efter	pH efter	Myrsyra efter g/kg	Propions. efter g/kg	Mögel-förekomst efter cfu / g
	före %	efter %					
2005	61	75-76	0,86	4,94	0,5-1,4	11-14	<100
2006	43	71	0,88	4,66	2-6	22-24	<100

De syrade frön höll sig genom hela lagringstiden utan några spår av synligt mögel. Även den mikrobiologiska undersökningen efter lagringen bekräftade att förekomsten av mögel var mycket lågt (Tab.6) Båda propionsyra och blandningen med myrsyra konserverade lupinfrön utan anmärkningar.

Tack

De ovan redovisade försöken har möjliggjorts genom ekonomiskt stöd från **FORMAS** och **Ekoforsk**, SLU:s program för försök och forskning inom ekologisk produktion (<http://ekoforsk.slu.se/>).

Litteratur

Boström U. 2005. Weed management in organically-grown narrow-leafed lupin. In: E. van Santen & G.D. Hill (eds.). Mexico where old and new world lupins meet. Proc. of the 11th International Lupin Conference, Guadalajara, Jalisco, Mexico. International Lupin Assoc., Canterbury, New Zealand.

Ekström N., Thyselius L., Johnsson S. & Thomke S. 1973. Syrabehandling av spannmål. JTI-Meddelande nr. 352, Uppsala (www.jti.se). 88 s.

Fychan R., Jones R. & Fraser, M. 2002. Evaluation of narrow-leafed lupin varieties for silage and grain production. Proceedings of the 10th International Lupin Conference at Laugarvatn, Iceland (June 2002). 4 pp.

Möller E. 2006. Starke Effekte - Süßlupinen, Marktfruchtkultur und Proteinquelle. Agravis Aktuell Nr. 2: 14-15.