

Närproducerat foder fullt ut till mjölkcor - en kunskapsgenomgång

Anders H Gustafsson
Christer Bergsten
Jan Bertilsson
Cecilia Kronqvist
Helena Lindmark Månsson
Malin Lovang
Ulrik Lovang
Christian Swensson

Projektet startade och drevs 2011 – 2012 hos Svensk Mjök.

Det överfördes 2013 till Växa Sverige och fortsatte i samverkan med LRF Mjök.

Finansiering av Stiftelsen Lantbruksforskning och Svensk Mjök AB.



Stiftelsen Lantbruksforskning

Innehållsförteckning

Förord.....	3
Sammanfattning.....	4
Inledning.....	4
Bakgrund.....	4
Branschpolicys för foder.....	5
Foder till mjölkkor – ett historiskt perspektiv.....	5
Global produktion av proteinfodermedel.....	8
Slutsatser.....	8
Referenser.....	8
Växtodling för foder till mjölkkor.....	9
Inhemskt fodermedel – effekter av ändrad strategi.....	9
Proteinkraftfoder.....	9
Övriga proteinkraftfodermedel som används i mindre skala.....	14
Grovfoder som proteinkälla.....	17
Ekonomi.....	20
Diskussion & slutsatser.....	21
Referenser.....	22
Fodervärdering och mjölkornas utfodring.....	25
Mjölkornas behov av protein.....	26
Foderstatens proteinandel.....	26
Samspel mellan energi och protein i foderstaten.....	27
Behandling för att minska nedbrytbarhet hos foderprotein i vommen.....	27
Begränsande aminosyror.....	29
Maximala givror av enskilda fodermedel.....	29
Kraftfoder som proteinkälla.....	29
Proteinkraftfodermedel som används i mindre omfattning.....	36
Grovfoder som proteinkälla.....	39
Forskning med fokus på närödlade foderstater.....	43
Teoretiska beräkningar på närproducerade foderstater.....	43
Referenser.....	44
Mjölkornas välfärd och hälsa - inverkan av foder och utfodringen.....	50
Utfodringsbetingade djurhälsostörningar.....	51
Diskussion & Slutsatser.....	55
Ekonomi.....	56
Referenser.....	56
Mjölkkvalitet och mjölksammansättning.....	58
Närproducerat foder i Sverige.....	58
Proteinkraftfoder.....	58
Övriga proteinkraftfodermedel som används i mindre skala.....	61

Grovfoder som proteinkälla	62
Diskussion och slutsatser	63
Referenser	63
Miljö- och klimataspekter på användning av närodlat foder i mjölkproduktionen	65
Inledning	65
Närodlat foder och miljömålen	65
Närodlat foder och markanvändningen	67
Kretsloppet av kväve och fosfor	68
Transporter av fodermedel	68
Lustgasavgång från jordbruksmark	69
Diskussion	70
Slutsatser	70
Referenser	70
Ekonomi och sammanfattande diskussion	72
För framtiden	73

Närproducerat foder fullt ut till mjölkkor – en kunskapsgenomgång

Förord

Föreliggande kunskapssammanställning är unik. Det är den första som till stor del är baserat på fodervärderingssystemet NorFor när det gäller att värdera möjligheten att använda svenskt närproducerat foder fullt ut till våra mjölkkor. NorFor introducerades för bara några år sedan och innebar att mycket ny kunskap infördes i fodervärderingen. Med det moderna värderingssystemet som bas beskrivs här även dagens svenska och internationella kunskapsläge i hela kedjan, från växtodling och foderproduktion, till fodervärde, utfodring, djurväl-färd, mjölksammansättning/kvalitet, miljö- och klimatteffekter samt påverkan på ekonomi och lönsamhet.

Det övergripande syftet var att utforma en skrift som skulle kunna fungera som ett uppslagsverk för alla som är intresserade av att fördjupa sig i ämnet närproducerat foder till nötkreatur – såväl teoretiskt som praktiskt – med fokus på tillämpning i mjölkproduktionen och vilka konsekvenser man kan vänta sig av olika åtgärder.

Arbetet med sammanställningen genomfördes huvudsakligen under 2012 och författades av experter på respektive område. Författare som skrivit hela eller delar av kapitel namnges i början av respektive kapitel, om flera författare till samma kapitel anges, kommer de i fallande ordning efter arbetsinsats. Författarna var, i alfabetisk ordning; Christer Bergsten, Jan Bertilsson, Anders H Gustafsson, Cecilia Kronqvist, Helena Lindmark Månsson, Malin Lovang, Ulrik Lovang och Christian Swensson. Dessutom deltog Lotten Wahlund i litteratursökning och planering av dispositionen, Anders H Gustafsson ledde arbetet och redigerade slutligen hela kunskapsöversikten och Eva Andersson bearbetade manuskriptet inför tryckning. Ett varmt tack och stor uppskattning riktas härmed till alla författare och andra som gjort arbetsinsatser för kunskapsöversikten.

Kunskapsöversikten utgjorde en del av projektet "Närproducerat foder fullt ut – optimerad och lönsam utfodring med chans till tydlig kommunikation med konsumenten". Projektet drevs 2011-2012 av Svensk Mjolk och överfördes 2013 till VÄXA Sverige som i samarbete med LRF Mjolk drev det vidare. Det finansierades främst av Stiftelsen Lantbruksforskning (Mjolk) och Svensk Mjolk AB. Tryckningen av rapporten finansierades med återförda handelsgödselskatte-medel via Jordbruksverket.

Uppsala den 7 januari 2013

Anders H Gustafsson

Projektansvarig

Sammanfattning

Anders H Gustafsson

Sojamjöl kan ersättas med proteinfodermedel odlade och producerade i Sverige, när det gäller mjölkkor. Det är främst rapsprodukter, äkerböna och torkad drank som förväntas kunna öka på kort och medellång sikt när det gäller kraftfoder, och en viktig förutsättning är vallfoder av hög kvalitet. Mjölkavkastningen kommer troligen bli oförändrad och lönsamheten förväntas bli bättre av en övergång till närproducerat foder fullt ut. Allt detta med betydande variationer på besättningsnivå kopplat till lokala förutsättningar och skötselstrategier. Det mesta tyder på att effekterna på djurvelfärd och mjölkens kvalitet blir små eller obefintliga. Klimat och miljö påverkas ofta på flera olika sätt och i olika riktningar när produktionssätten ändras, så även i detta fall. Prognosen är sammanfattningsvis ändå en positiv effekt på klimat och miljö. Växtodlingen har potential och kapacitet att producera stor mängd proteinrikt foder och kunskapsläget bedöms vara tillfredsställande för en omställning. Klimat, miljö och biologisk mångfald kan gynnas av en övergång till större andel proteingrödor och då förutsätts att växtodlingsgårdar utan djur också blir involverade. Flera andra fodermedel än de ovan nämnda kan ha potential att ge biologisk och ekonomisk nytta, men i flera fall finns kunskapsluckor som identifierats i denna kunskapsöversikt.

Inledning

Anders H Gustafsson

Val av fodermedel till mjölkkor påverkar kon, mjölkavkastningen och mjölkens kvalitet samt växtodlingen och därmed såväl miljön som samhället i stort! Foder odlat i Sverige bidrar till öppna landskap, regionala arbetstillfällen och till den biologiska mångfalden. För att en mjölkko ska fungera optimalt krävs en blandning av olika foder, framför allt vallfoder, spannmål och proteinrika kraftfodermedel. En del av dessa fodermedel kan vi odla inom landet med stor framgång, till exempel vallfoder, spannmål, baljväxter och raps. Vårt klimat medför dock att vi för en del fodermedel har svårt att konkurrera med odling i andra länder. Det har medfört att svensk mjölkproduktion sedan länge varit beroende av en viss import av främst proteinrika fodermedel. Foderimporten har främst kommit från andra europeiska länder i vårt närområde. År 2005 beräknades att cirka 90 % av allt foder till mjölkkor inklusive rekrytering producerades inom Sveriges gränser, ca 5 % var import från Europa och ca 5 % från övriga världen.

Syftet med denna kunskapsöversikt var att utvärdera närproducerade fodermedel som alternativ till de importerade ur olika perspektiv, till exempel fodervärde, miljö- och klimat, ekonomi, kons hälsa, mjölkens kvalitet och växtodlingen. De grödor och foder som belyses är främst raps, äkerböna, ärtor, torkad drank, vallfoder och helsäd.

Bakgrund

Christian Swensson

Import av foder till produktion av lantbrukets djur har åtminstone sedan sjuttioalet varit omdiskuterat av flera skäl (Swensson, 1978). Ett argument under en stor del av 1900-talet var en politisk ambition att Sverige skulle vara självförsörjande på både livsmedel och foder till våra husdjur. Importen av proteinfoder har också varit omdiskuterad på grund av att den kan vara av så god kvalitet att användning till human konsumtion vore fullt möjlig (SNF, 2010). Dessutom har själva produktionen av proteinfoder som importerats till vårt land rapporterats vara tveksam av miljömässiga skäl. Som exempel kan nämnas importen av fiskmjöl som härstammar från det storskaliga fisket utanför Sydamerikas västkust och på senare år importen av sojamjöl från Brasilien. Sojaodlingen har kritiserats i media både ur odlingssynpunkt och för att direkt eller indi-

rekt bidra till nedhuggning av tropisk regnskog (Olofsson & Öhman, 2012). Ett annat exempel är importen av produkter som härstammar från framställningen av palmolja i Indonesien. Den storskaliga odlingen av oljepalm har inneburit att värdefull regnskog har avverkats och avverkas i snabb takt i olika delar av Indonesien (Tengnäs & Sveden, 2002). I Sverige används fett och palmkärnkaka från oljepalm av foderindustrin. Foderimporten har också relaterats till utbrott av Salmonella (Wierup, 2006).

Branschpolicys för foder

För att göra vår mjölkproduktion mer hållbar och ansvarsfull har den svenska mejeribranschen antagit ett antal policys och värderingar avseende användning av foder i mjölkproduktionen. Dessa berör bland annat användning av animaliska fodermedel, GMO och användning av slam och restprodukter i odlingen av foderväxter (www.svenskmjolk.se). Mejeribranschen har också antagit följande inriktningsbeslut för foder:

Hållbart foder (14 december 2007)

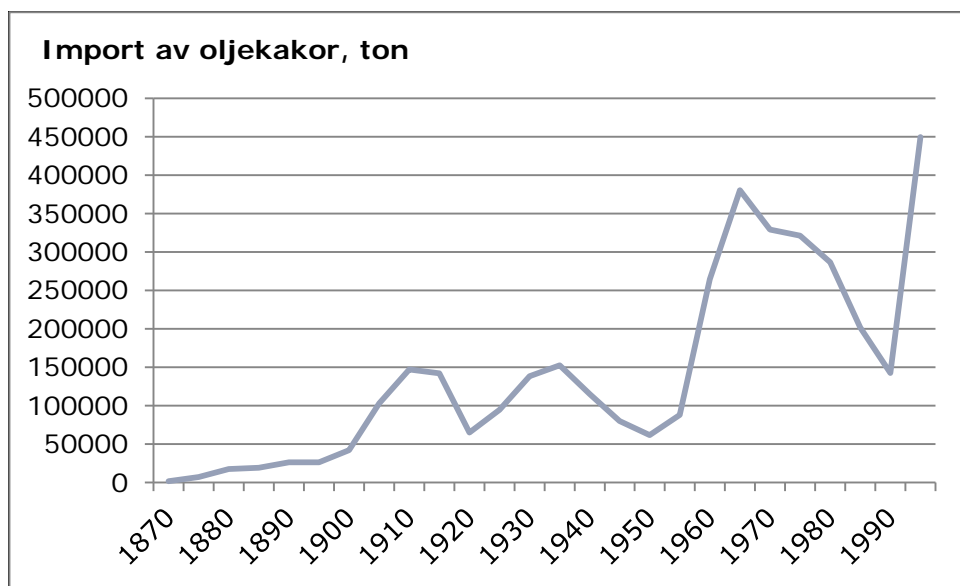
Foder till mjölkkor ska produceras på ett uthålligt sätt. Närodlat foder ska prioriteras. Råvaror som måste importeras ska också vara producerade på ett uthålligt sätt.

Närodlat foder (17 november 2005)

Den svenska mejeribranschen eftersträvar närodlat foder till svenska mjölkkor. På så sätt bidrar svensk mjölkproduktion till lokalt, regional och globalt miljöarbete genom att prioritera hög andel grovfoder (ensilage, hö, bete, majs) och korta fodertransporter.

Foder till mjölkkor – ett historiskt perspektiv

Här nedan några tillbakablickar på utfodring av mjölkkor under 1900-talet.



Figur 1. Import av oljekakor till husdjur 1870 - 1994 (Sveriges officiella statistik, 2011).

Efter första världskriget

Importen av oljekakor (restprodukter från oljerika frön som behandlats på olika sätt för att få fram vegetabilisk olja, till exempel genom pressning och extraktion) till hela den svenska animalieproduktionen ökade fram till första världskriget för att sedan öka kraftigt i början av sextiotalet. Nästa ökning inträffade strax före EU-inträdet när införselavgifter på proteinfoder avskaffades (figur 1).

År 1970 användes 77 % av åkerarealen för odling av foder till husdjur (Eriksson *et al.*, 1972). Fodersäd odlades på 41 % av arealen och vallväxter på 36 %. Vid bärgning av slättervall dominerade fortfarande hö vid slutet av sextioalet. Omkring 10 % av höet skulltorkades och mindre än 10 % av vallarealen ensilerades.

Förbrukningen av oljekraftfoder till nötkreatur 1969/70 var cirka 93 000 ton. Som framgår av tabell 1 var de två största råvarorna sojamjöl och bomullsfrö. Ungefär lika mycket rapsbiprodukter användes till nötkreatur, dessa fodermedel kom från odling av svenska oljeväxter som omfattade 45 000 hektar (Eiksson *et al.*, 1972).

Tabell 1. Beräknad import och förbrukning av oljekraftfodermedel, 1 000 ton år 1969/70 (Modifierad efter Eriksson *et al.*, 1972).

	Import	Förbrukning nötkreatur
Raps, ryps, senap	0	23
Sojaböner	153	22
Bomullsfrö	101	23
Jordnöt	50	12
Kokos	18	13
Övrigt		1
Summa		93

Nuläget

Vegetabiliska proteinfodermedel som bomullsfrökaka, jordnötskaka och kokoskaka har försvunnit som foderråvara i nötkreatursblandningar sedan sjuttio-talet. Orsaken till detta har varit kvalitetsproblem med råvaran, bland annat har mögel förekommit som kan orsaka bildning av aflatoxin. Proteinfoder med animaliskt ursprung (köttmjöl och fiskmjöl) används inte i foderblandningar för nötkreatur i enlighet med en frivillig branschöverenskommelse med foderindustrin (SMR, 1987). Därmed har tillgången på möjliga proteinfodermedel minskat radikalt. I tabell 2 finns en lista på de fodermedel som i nuläget har störst betydelse för kornas proteinförsörjning.

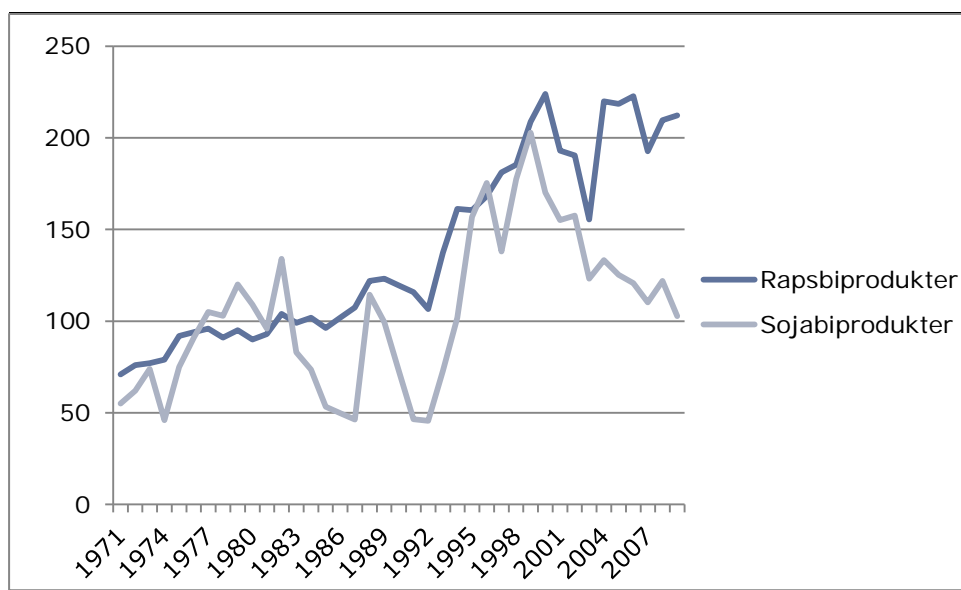
Tabell 2. Möjliga proteinkällor vid utfodring av mjölkkor. De kvantitativt största proteinkällorna är markerade med fetstil.

Fodermedel	Inhemsk försörjning	Import
Vall	X	
Spannmål	X	
Ärta	X	
Åkerböna	X	
Lupin	X	X
Rapsbiprodukter	X	X
Sojaböner och sojamjöl		X
Linfrö	X	X
Solros		X
Hampa	X	X
Agrodrank	X	
Blöt drank	X	
Drav	X	
Potatisprotein		X
Majs gluten		X
Urea		X

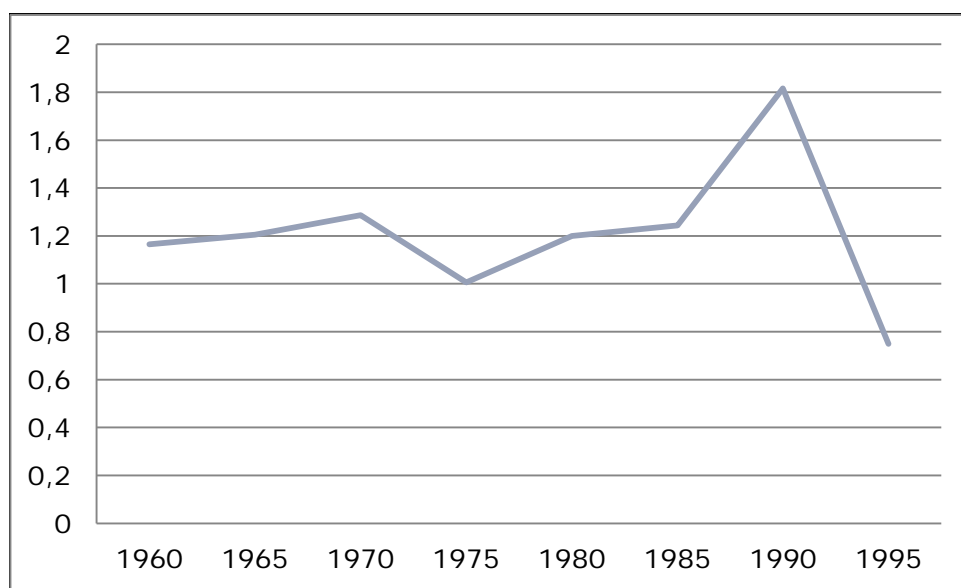
Som framgår av sammanställningen ovan är Sverige självförsörjande på de viktiga fodermedlen vall och spannmål. I en genomsnittlig foderblandning för

nötkreatur är det fyra stora komponenter: spannmålsprodukter 34 %, rapsprodukter 25 %, sojaprodukter 15 %, biprodukter från sockerbetsindustrin 13 %. Övriga komponenter är alla under 5 %; torkad drank 4 %, mineraler 4 % och palmkärnkaka 3 %. Övrigt innehåll motsvarar 2 %. Ungefär en tredjedel av foderråvarorna som används i kommersiella foder är importerade. Förutom sojaprodukter och palmkärnkaka är ungefär hälften av rapsprodukterna importerade och större delen av sockerbiprodukterna.

De stora proteinråvarorna i foderblandningar till nötkreatur är rapsbiprodukter (framför allt rapsmjöl), sojajöl och palmkärnkaka. Figur 2 visar användningen av sojaprodukter och rapsbiprodukter till nötkreatur från sjuttioalets början fram till nu. Som framgår av figuren har raps- och sojaanvändningen i huvudsak följts åt fram till början av 2000-talet, därefter minskar sojaanvändningen.



Figur 2. Användning av rapsbiprodukter och sojabiprodukter (anges i 1000 ton) i foderblandningar till nötkreatur mellan 1971 och 2010 (uppgifter från Jordbruksverkets årliga foderkontroll).



Figur 3. Relationen mellan sojajölspriset och avräkningspriset på mjölk mellan 1960 och 1995. EU-inträdet 1995 innebar att priset på sojajöl i Sverige sjönk drastiskt på grund av borttagandet av införselavgifterna. Efter 1995 finns det ingen officiell prisstatistik.

Global produktion av proteinfodermedel

I tabell 3 redovisas den globala produktionen av olika proteinfodermedel. Sojamjöl är det viktigaste proteinfodermedlet i världen, produktionen är fem gånger större än rapsmjöl som är det näst största proteinfodermedlet. Ökningstakten i världsproduktionen av både sojamjöl och rapsmjöl är mycket stor.

Tabell 3. Proteinfoder, världsproduktion, miljoner ton¹

Land	År 99/00	År 09/10	% andel	% förändring
Sojamjöl	107,3	160,7	67	+50
Rapsmjöl	22,4	33,5	14	+50
Bomullsfrökaka	11,4	14,0	6	+23
Solrosmjöl	10,7	12,2	6	+14
Palmkärnkaka	3,3	6,6	5	+99
Jordnötskaka	5,3	6,6	3	+25
Fiskmjöl	6,3	5,1	2	-19
Total	168,8	239,6		+42

¹ USDA, the USDA Economics, Statistics and Market Information System (ESMIS)

Proteinfodermedel i EU, egen produktion och import

Självförsörjningsgraden för proteinfoder till animalieproduktionen i EU är låg, som framgår av tabell 4 var den 33 % (enligt den europeiska foderbranschens beräkningar, FEFAC, 2010). Som framgår av tabellen var importen av sojamjöl till EU mycket stor.

Tabell 4. Produktion och förbrukning av proteinfoder i EU 2009/10.

Fodermedel	Produktion i EU, 1000 ton	Förbrukning i EU, 1000 ton	Självförsörjningsgrad, %
Sojamjöl	1 000	40 780	2
Solrosmjöl och rapsmjöl	28 300	33 300	86
Baljväxter	2 320	2 100	110
Torkat grovfoder	3 900	3 700	105
Diverse	2 970	5 500	57
Fiskmjöl	388	630	62
Totalt			33

Slutsatser

- Många möjliga proteinfodermedel har försvunnit från marknaden på grund av framför allt livsmedelssäkerhet, men även av hygieniska och miljömässiga skäl.
- EU-anslutningen och därmed borttagandet av införselavgifter ökade importen av framför allt sojaprodukter.
- Sedan början av 2000-talet har importen av raps ökat medan importen av sojamjöl har minskat.

Referenser

Andersson, K., Båvius, A.-M., Dahlström, J., Molander, C. & Wejdemar, K. 2010. Jordbruksverkets foderkontroll 2009. Rapport 23, Jordbruksverket.

Eriksson, S., Sanne, S & Thomke, S. 1972. Fodermedlen. LT:s förlag. ISBN 91-36-00122-8.

FEFAC. 2010. Feed & Food, Statistical Yearbook 2010. European Feed Manufacturers Federation. <http://www.fefac.eu/file.pdf?FileID=37267>, access 2012-01-16.

Olofsson, M. & Öhman, D. 2012. Matens pris. Reporto förlag. ISBN13: 9789197891738.

SMR.1987. Fisk- och köttmjöl till mjölkkor. Skrivelse till mejeriföreningarna. Stencil.

SNF. 2010. Rapport Soja som foder och livsmedel i Sverige – konsekvenser lokalt och globalt. Naturskyddsföreningen. ISBN: 978-91-558-0142-7. Naturskyddsföreningen 2010.

Swensson, C. 1978. Animalieproduktion i Sverige. I Jordbruksboken. Förlag Fältbiologerna. ISBN 91-85094-31-5.

Tengnäs, B. & Sveden, B. 2002. Palmoljan. Var kommer den från och vart tar det vägen? Rapport på uppdrag av Världsnaturfonden, WWF. ISBN 91-89272-10-2.

Wierup, M. 2006. Salmonella i foder - en utredning på uppdrag av Jordbruksverket om orsaker och risker samt förslag till åtgärder. ISBN 91 88 264-32-7. [http://www.sjv.se/download/18.1ac7fbb10dac953d9c8000516/Utredning+-+Salmonella+i+foder+-+Wierup+-+till+SJV+2006-08-31\(4b\).pdf](http://www.sjv.se/download/18.1ac7fbb10dac953d9c8000516/Utredning+-+Salmonella+i+foder+-+Wierup+-+till+SJV+2006-08-31(4b).pdf). Access 2011-07-11.

Växtodling för foder till mjölkkor

Ulrik Lovang och Malin Lovang

Inhemskta fodermedel – effekter av ändrad strategi

Svenskt lantbruk har goda möjligheter att odla större arealer av grödor som kan ersätta import av proteingrödor. För att lyckas med detta bör i första hand arealen vårsädesgrödor minskas eftersom den gruppen av grödor är lättast för proteingrödorna att lönsamhetsmässigt konkurrera med. Om spannmålsarealen i Sverige minskar så innebär det i sin tur en minskad export samt minskad inhemsk råvarutillgång för etanoltillverkning i Norrköping. Så resultatet av minskad import av proteinfoder kommer att resultera i en ökad import av spannmål istället, om vi antar ökad odling av proteingrödor och oförändrad produktion av etanol.

Proteinkraftfoder

Rapsprodukter

Raps är den huvudsakliga oljeväxtgrödan i Sverige (SCB & SJV, 2011b). Rapsfrön innehåller 30-40 % olja och odlas i stor skala för framställning av rapsolja och margarin. Det är biprodukterna från oljetillverkningen, som rapskaka och rapsmjöl, som används som fodermedel. I dag odlas nästan uteslutande rapsfrö av så kallad dubbellåg typ, vilket innebär låg andel erukasyra och låg glukosinolathalt i rapsen (Hermansson 2000).

Odlingsmässigt fungerar rapsodlingen väl och oljeväxter trivs på de flesta jordar, men höstformerna kräver jordar med god genomsläpplighet på grund av känslighet för stående vatten (Wallenhammar, 2004). Det finns god erfarenhet och kompetens hos odlare, rådgivare och forskare. Höstraps avkastar 2,5 - 4 ton frö/ha, vårraps avkastar något lägre, 1,5 - 2,5 ton frö/ha (SCB & SJV, 2011a).

De biologiska begränsningarna för rapsodling är framför allt att de inte bör återkomma oftare än högst vart femte till sjätte år på grund av växtföljdsjukdomar som till exempel klumprotsjuka, kransmögel och bomullsmögel (Leino, 2006, Twengström, 1999, Wallenhammar, 1997). En annan begränsning av odlingssäkerheten är rapsbaggar, framför allt i våroljeväxter, men även i höstoljeväxter. Problemen är störst i ekologisk produktion men även i konventionell odling i vissa områden där de kemiska preparaten har försämrad effekt på grund av resistens hos baggarna (Gustafsson & Lerenius, 2010). Höstraps be-

höver sås relativt tidigt vilket ibland begränsar dess plats i växtföljden (Wallenhammar, 2004). För att lyckas med odlingen är det viktigt att höstraps gödglas tillräckligt på hösten. Ofta krävs även en ogräsbekämpning på hösten.

I södra Sverige odlas framför allt höstraps kompletterad av viss vårropsodling (SCB & SJV, 2011b). Andelen höstraps i förhållande till vårrops minskar sedan gradvis när man kommer norrut till Mellansverige och i norra Mellansverige dominerar våroljeväxterna (Jonsson, 2006, SCB & SJV, 2011b). Som alternativ till vårrops odlas ibland vårrys som har kortare mognadstid (Biärsjö, 2010, Wallenhammar, 2004).

Det finns potential för ökad inhemsk produktion eftersom vi har en relativt hög import av oljeväxter (SCB & SJV, 2011b). Importen sker främst från det relativa närområdet, Danmark och Tyskland (Bertilsson *et al.*, 2003). Prisbilden är god för oljeväxter och arealen har ökat stadigt under de senaste åren och var 2010 ca 110 000 ha (SCB & SJV, 2011). Det finns potential för ytterligare ökning av arealen och 150 000 till 175 000 ha borde ur växtföljdssynpunkt kunna odlas i Sverige.

I tabellerna nedan jämförs vilket pris som krävs för att få samma lönsamhet i rapsodling som i odling av korn vid varierande pris på spannmål och vid två olika priser på kvävegödselmedel. De sista åren har både det konventionella och det ekologiska rapspriset varit så högt att både höst- och vårrops kunnat ge högre lönsamhet än korn.

Tabell 5a. Krav på konventionellt rapspris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning höstraps 3,25 ton/ha, vårrops 2,0 ton/ha, korn 5,0 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011. Ingen hänsyn till förfruktseffekt.

Konventionellt kornpris (kr/kg):	1,00	1,50	2,00
Höstrapspris (kr/kg), vid kvävepris 8 kr/kg N:	1,82	2,59	3,36
Höstrapspris (kr/kg), vid kvävepris 16 kr/kg N:	2,00	2,77	3,54
Vårropspris (kr/kg), vid kvävepris 8 kr/kg N:	2,47	3,72	4,97
Vårropspris (kr/kg), vid kvävepris 16 kr/kg N:	2,48	3,73	4,98

Tabell 5b. Krav på ekologiskt rapspris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning höstraps 1,8 ton/ha, korn 3,5 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011. Ingen hänsyn till förfruktseffekt.

Ekologisk kornpris (kr/kg):	1,50	2,25	3,00
Höstrapspris (kr/kg), vid kvävepris 20 kr/kg N:	2,58	4,04	5,50
Höstrapspris (kr/kg), vid kvävepris 40 kr/kg N:	3,03	4,49	5,95

Åkerböna

Åkerböna är en nygamal gröda i Sverige och användningen som foder till nötkreatur har ökat de senaste åren (Andersson *et al.*, 2010, Dahlström *et al.*, 2011). Avkastningen av åkerböna är i dagens svenska odling i genomsnitt cirka 2-4 ton per hektar och innehållet av råprotein i kärnan är cirka 27-32 % av ts (torrs substans) (Mogensen *et al.*, 2010, Larsson, 2011, Larsson & Hagman, 2011, SCB & SJV, 2011a). Stärkelseinnehållet är lägre än för arter (Spörndly, 2003). Till nötkreatur kan man använda både de vitblommiga sorterna utan tanniner och brokblommiga sorter som innehåller tanniner (Borling, 2007). De tanninfria sorterna har något lägre avkastning men skillnaderna har minskat med nyare sorter (Larsson & Hagman, 2011).

Kompetensen hos forskare och rådgivare är hög och det finns material med odlingsråd från exempelvis Jordbruksverket (Holstmark, 2007a). Bland odlarna finns en något större osäkerhet och relativt många förknippar fortfarande åkerböna med äldre sorter som var mycket sena i mognaden, svårtröskade och hade högt innehåll av antinutritionella substanser. Det har också funnits osä-

kerhet om hur man ska hantera ogräsbekämpningen i åkerböna. Nu ökar odlingen och fler får upp ögonen för att dagens sorter har lägre innehåll av anti-nutritionella substanser och kortare mognadstid (Borling, 2007, Larsson & Hagman, 2011). Ett problem med nyare sortmaterial är att de högre tusenkornvikterna kan orsaka problem med stopp i såbillar och slangar vid sådd. Men detta bör kunna åtgärdas genom noggrannare utsädesrensning som inte bara rensar bort små utan även överstora bönor.

Det finns fortfarande få kemiska bekämpningsalternativ av ogräs i åkerböna och de som finns är relativt kostsamma. Därför är mekanisk ogräsbekämpning genom ogräsharvning, ibland kombinerat med radhackning, likvärdiga alternativ till kemisk bekämpning både ekonomiskt och effektmässigt. Åkerböna kan odlas på de flesta jordar med pH över 6 men trivs främst på vattenhållande jordar eftersom den är känslig för torka (Olrog, 2004, Holstmark, 2007a).

Arealen åkerböna begränsas av att den inte bör återkomma oftare än max vart femte till sjätte år i växtföljden på grund av risken för växtföljdssjukdomar som till exempel rotröta och chokladfläcksjuka (Djurle, 2006, Holstmark, 2007a). Eventuellt måste avståndet i växtföljden utökas ytterligare med hänvisning till rapporter om nya rotsjukdomar i åkerböna. Åkerböna och ärter har delvis samma växtföljdssjukdomar och konkurrerar på det sättet om areal. Jordartsmässigt har de dock olika krav vilket gör att de huvudsakligen ändå inte placeras på samma skiften. Dagens tidiga sorter har en mognadstid på 135-140 dagar (Larsson & Hagman, 2011), det vill säga 3-4 veckor längre än ärter. Det gör att odlingsområdet för tröskning av åkerböna är Götaland och upp till och med Mälardalsområdet. I norra delen av Mellansverige ställer odlingen krav på tidig sådd och bra skördesäsang för att tröskning ska vara möjlig. Den största begränsningen för odling av åkerböna idag är att priset är för lågt för att vara konkurrenskraftigt och att de största handelsaktörerna fram till nyligen har varit tveksamma till att köpa in grödan i någon större omfattning. Trenden tycks dock ha vänt och efterfrågan ökar. De senaste åren har arealen åkerböna ökat och 2010 var den drygt 13 000 ha vilket är mer än halva arealen ärter (SCB & SJV, 2011b). De största arealerna finns framför allt i Västra Götaland, Östergötland och i Skåne men även i Mälardalsområdet odlas åkerböna (SCB & SJV, 2011b).

Åkerböna har den största potentialen för ökad inhemsk proteinfoderproduktion på grund av att odlingen fungerar väl och proteininnehållet är högt. Ska arealen fortsätta att öka krävs att åkerböna prissätts på ett konkurrenskraftigt sätt framöver. Det finns odlingsmässigt potential för 50 000-100 000 ha åkerböna, totalt maximalt 150 000 ha åkerböna eller ärt.

I tabellerna nedan jämförs vilket pris som krävs för att få samma lönsamhet med åkerböna som korn vid varierande pris på spannmål och vid två olika priser på kvävegödselmedel. Med undantag för kortare perioder med dyr mineralgödsel har det konventionella åkerbönpriset under många år varit för lågt för att kunna konkurrera med lönsamheten i korn. Detta gäller även om man räknar in åkerbönans förfruktseffekt. Det ekologiska åkerbönpriset är på grund av den större efterfrågan tillräckligt högt för att konkurrera med korn. Vid högre spannmålsskördar än vad som är antaget i tabellerna tappar både den konventionella och ekologiska åkerbönan i konkurrenskraft.

Tabell 6a. Krav på konventionellt åkerbönpris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning åkerböna 3,5 ton/ha, korn 5,0 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011. Ingen hänsyn till förfruktseffekt.

Konventionellt kornpris (kr/kg):	1,00	1,50	2,00
Åkerbönpris (kr/kg), vid kvävepris 8 kr/kg N:	1,43	2,14	2,86
Åkerbönpris (kr/kg), vid kvävepris 16 kr/kg N:	1,20	1,91	2,63

Tabell 6b. Krav på ekologiskt åkerbönpris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning åkerböna 3,0 ton/ha, korn 3,5 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011. Ingen hänsyn till förfruktseffekt.

Ekologiskt kornpris (kr/kg):	1,50	2,25	3,00
Åkerbönpris (kr/kg), vid kvävepris 20 kr/kg N:	1,39	2,26	3,14
Åkerbönpris (kr/kg), vid kvävepris 40 kr/kg N:	0,92	1,79	2,67

Ärter

Ärter är det vanligaste proteinfodermedlet som odlas på gårdsnivå (Carlsson, 2007). Innehållet av råprotein är lägre i dagens sorter jämfört med äldre sorter (Larsson & Hagman, 2011). Råproteinhalten i tröskade ärter är ca 20-24 % av ts (Larsson, 2011, Larsson & Hagman, 2011) och stärkelseinnehållet är något högre än i korn (Spörndly, 2003). Avkastningen är i genomsnitt ca 2-4 ton/ha (SCB & SJV, 2011b). Ärter innehåller antinutritionella substanser, till exempel tanniner, men dagens sorter har ett lågt innehåll (Borling, 2007).

Ärtodling är väletablerat både i ekologisk och konventionell odling och kompetensen är hög hos odlare, rådgivare och forskare med tillgänglig information från exempelvis Jordbruksverket (Holstmark, 2007b). Förutsättningarna för odling har förbättrats under 2000-talet genom nya sorter med högre avkastning och stjälkstyrka/tröskbarhet (Martinsson, 2006).

Ärternas största begränsning är känsligheten för ärtrottröta (Holstmark, 2007b). Ett uppehåll mellan ärtor i växtföljden på fem år är ett absolut minimum och de bör helst inte återkomma oftare än vart sjätte till åttonde år i växtföljden (Bødker & Larsson, 1993, Holstmark, 2007b). Risken för växtföljdsjukdomar som till exempel rottröta och bomullsmögel gör att även odling av annan trindsäd, till exempel åkerböna, påverkar hur ofta ärterna kan återkomma (Olrog, 2004).

Den tillgängliga arealen begränsas även av ärternas krav på växtplats. Ärter är känsliga för både för lite och för mycket vatten samt kräver god struktur för sin rotutveckling, därför krävs jordar som har god vattenhållande förmåga men även bra struktur och bra dränering (Holstmark, 2007b, Olrog, 2004, Johansson, 1999). Arealmässigt konkurrerar ärter och åkerböna bara delvis eftersom de passar på i huvudsak olika jordarter.

Odlingsmässigt är det viktigt att lyckas med ogräsbekämpningen för att inte tappa avkastningen eller få en svårtröskad gröda. I konventionell odling finns kemiska bekämpningsmedel för att klara de flesta ogräs, förutom dan.

Ärter för tröskning odlas i princip i hela Sverige, men de största arealerna finns i Götalands norra slättbygder och Svealands slättbygder med stor tyngdpunkt på Väster- och Östergötland (SCB & SJV, 2011b). Odlingen av ärter har varit minskande men de senaste åren. Men sedan 2009 ökar arealen ärter och 2010 odlades knappt 23000 ha (SCB & SJV, 2011b). Totalt borde 50 000-100 000 ha ärter kunna odlas i Sverige, totalt maximalt 150 000 ha ärter och åkerböna, om prisbildningen utvecklas positivt.

I tabellerna nedan jämförs vilket pris som krävs för att få samma lönsamhet med ärter som korn vid varierande pris på spannmål och vid två olika priser på kvävegödselmedel. Med undantag för kortare perioder med dyr mineral-gödsel har det konventionella ärterpriset under många år varit något för lågt för att kunna konkurrera med lönsamheten i korn. Det ekologiska ärterpriset är på grund av den större efterfrågan tillräckligt högt för att konkurrera med korn. Vid högre spannmålsskördar än vad som är antaget i tabellerna tappar både konventionella och ekologiska ärter i konkurrenskraft.

Tabell 7a. Krav på konventionellt ärtpris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning ärter 3,5 ton/ha, korn 5,0 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011.

Konventionellt kornpris (kr/kg):	1,00	1,50	2,00
Ärtpris (kr/kg), vid kvävepris 8 kr/kg N:	1,35	2,06	2,78
Ärtpris (kr/kg), vid kvävepris 16 kr/kg N:	1,12	1,83	2,55

Tabell 7b. Krav på ekologiskt ärtpris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning ärter 2,5 ton/ha, korn 3,5 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011.

Ekologiskt kornpris (kr/kg):	1,50	2,25	3,00
Ärtpris (kr/kg), vid kvävepris 20 kr/kg N:	1,54	2,59	3,64
Ärtpris (kr/kg), vid kvävepris 40 kr/kg N:	0,98	2,03	3,08

Lupin

Nyare sorter av blålupin, även kallad smalbladig lupin, är odlingsbara i södra Sverige medan övriga typer av gula och vita lupiner har för sen mognad för att kunna odlas i Sverige (Rahbek Pedersen, 2004, Pauly & Boström, 2007). Nya, tidigare sorter av blålupin har gett en ökad odlings säkerhet och resulterat i ökad odling i Danmark där omfattningen nu är ungefär lika stor som ärtodlingen (Rahbek Pedersen, 2004, Tersbøl, 2006).

Blålupin har något lägre råproteinhalt och fetthalt jämfört med vit lupin (White *et al.*, 2007). Fetthalten i blålupin är dock högre än hos ärter och åkerböna, 6 % av ts jämfört med 2 % av ts i ärt- och åkerböna (Rahbek Pedersen, 2004, Eriksson *et al.*, 2007). Lupinfrö har ett råproteininnehåll på 30-41 % av ts i de svenska sortförsöken (Larsson & Hagman, 2011). Analyser från svenska försök antyder att en betydande årsmånsvariation för råproteinhalten kan förekomma (Pauly & Boström, 2007).

Den sort som finns att tillgå på den svenska marknaden idag är Probor som har hög råproteinhalt i sortförsöken, ca 41 % (Larsson & Hagman, 2011). Stärkelsehalten i blålupin är mycket låg (Eriksson *et al.*, 2007). Innehållet av antinutritionella substanser är i moderna sorter så lågt att det är andra faktorer som begränsar inblandningen av lupin i foderstaten till idisslare (Borling, 2007, Pauly & Boström, 2007). Avkastningen i försöken ligger i genomsnitt på 3-3,5 ton (Larsson & Hagman, 2011, Pauly & Boström, 2007). Avkastningen varierar stort beroende på plats, år och ogräsförekomst (Larsson & Hagman, 2011, Pauly & Boström, 2007). Det gör att avkastningen i praktisk odling troligen är ca 500 - 1 000 kg/ha lägre än ärter under likvärdiga förhållanden, vilket innebär en avkastning på 1,5 - 3,5 ton/ha.

Lupin är en mycket liten gröda i Sverige vilket gör att erfarenheterna från odling av lupin är begränsade både hos odlare och hos rådgivare även om intresset ökar och viss försöks- och demonstrationsodling förekommer.

Lupin har kraftigare rotutveckling än ärter vilket gör den intressant i jämförelse med ärter på lättare jordar (Rahbek Pedersen, 2004). På tyngre jordar, från mellanlera, kan den inte konkurrera med åkerböna (Rahbek Pedersen, 2004). Lupin trivs bättre än ärter på jordar med lägre pH (Johansson, 1999, Rahbek Pedersen, 2004). Det finns både oförgrenade och förgrenade sorter. De förgrenade sorterna har senare mognad men konkurrerar bättre med ogräs och de ogrenade sorterna har en tidigare mognad men sämre ogräskonkurrens och lägre skördepotential (Rahbek Pedersen, 2004, Pauly & Boström, 2007).

En stor begränsning för odling av lupiner är deras svaga konkurrens mot ogräs framför allt i tidiga stadier (Pauly & Boström, 2007). Fält med högt ogrästryck är inte lämpliga för odling (Rahbek Pedersen, 2004). Det finns idag inga ke-

miska ogräsmedel registrerade i lupin. Därför får man tillsvidare förlita sig på mekanisk ogräsbekämpning, vilket har provats i småskaliga svenska försök av Pauly & Boström (2007). I dessa konstaterades att mekanisk ogräsbekämpning har effekt även om den blir mycket svag vissa år.

Ytterligare en svårighet är tröskningen, dels på grund av ojämn mognad och dels på grund av att lupinen är lågväxande (Boström, 2004; Pauly & Boström, 2007). Idag finns inga preparat för nedvissning registrerade i lupin. Det är annars ett alternativ för att öka odlingssäkerheten i den konventionella odlingen under svåra tröskår på samma sätt som man gör med exempelvis raps och lin.

Lupin kan antingen skördas som frö eller odlas för skörd av helsädesensilage, ofta tillsammans med spannmål (Pauly & Boström, 2007). Den låga nivån av kunskap om lupinproduktion i alla led, kombinerat med ogräsproblematiken och svårigheter med tröskningen gör att lupinen har låg potential att ersätta importerade fodermedel på kort sikt. På längre sikt, 10-15 år, med nya sorter, ökad erfarenhet och inregistrerade ogräspreparat, finns det potential för att i södra Sverige ersätta och komplettera delar av ärtodlingen.

Förutom de biologiska faktorerna kring odlingen krävs även en prissättning som gör lupin intressant att producera.

I tabellerna nedan jämförs vilket pris som krävs för att få samma lönsamhet med lupin som korn vid varierande pris på spannmål och vid två olika priser på kvävegödselmedel. Jämfört med ärter behöver det konventionella lupinpriset vara ca 0,50 - 1,00 kr högre för att ge samma lönsamhet per hektar med de avkastningsförutsättningar som antagits. Det ekologiska lupinpriset behöver på samma sätt vara 1 - 2 kr högre än för ekologiska ärter. För att intresset för lupinodling ska öka krävs därför att det finns en betalningsvilja för den högre proteinhalten.

Tabell 8a. Krav på konventionellt lupinpris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning lupin 2,5 ton/ha, korn 5,0 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011.

Konventionellt kornpris (kr/kg):	1,00	1,50	2,00
Lupinpris (kr/kg), vid kvävepris 8 kr/kg N:	1,94	2,94	3,94
Lupinpris (kr/kg), vid kvävepris 16 kr/kg N:	1,62	2,62	3,62

Tabell 8b. Krav på ekologiskt lupinpris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning lupin 1,5 ton/ha, korn 3,5 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011.

Ekologiskt kornpris (kr/kg):	1,50	2,25	3,00
Lupinpris (kr/kg), vid kvävepris 20 kr/kg N:	2,61	4,36	6,11
Lupinpris (kr/kg), vid kvävepris 40 kr/kg N:	1,68	3,43	5,18

Agrodrank/dränk

Dränk är en biprodukt från etanolindustrin och är huvudsakligen baserad på inhemsk spannmål. Hur stor tillgången på Agrodränk är för den svenska marknaden kan vara osäker beroende på export från Sverige och på prisfluktuationer på spannmål. I dagsläget förbrukas ca 550 000 ton spannmål, vilket motsvara ca 100 000 ha odling, som utöver etanol ger ca 175 000 ton torkad etanoldränk.

Övriga proteinkraftfodermedel som används i mindre skala

Linfrökaka

Lin är en etablerad gröda i konventionell odling och det finns god kompetens bland forskare och rådgivare. Bland lantbrukarna finns viss tveksamhet på

grund av att lin mognar relativt sent och att man vid skörd har upplevt problem med att linet lindar sig på olika ställen i trösken. Störst risk för detta är det om stjälkarna inte är riktigt mogna eller om kniven inte är tillräckligt vass (Bågenholm, 2004, Bertilsson, 2006). Linskörden varierar mellan 1,3 och 2,0 ton frö/ha och ligger i genomsnitt på ca 1,5 ton frö per ha (SCB & SJV, 2011a).

Lin fungerar på de flesta jordar undantaget torra sandjordar, riktigt styva leror och mulljordar (Bågenholm, 2004). Begränsningar för linodling är bland annat att lin inte bör odlas oftare än vart femte år för att det inte ska uppstå problem med växtföljdssjukdomar som till exempel bomullsmögel och olika fusarioser (Bågenholm, 2004, Twengström, 1999). Mottagligheten för bomullsmögel gör att den delvis konkurrerar med till exempel raps, rybs och ärter i växtföljden (Bågenholm, 2004, Twengström, 1999).

Lin odlas framför allt i Östergötland och Västergötland men går att odla upp till Svealands slättbygder (SCB & SJV, 2011a, Bågenholm, 2004). Linarealen var knappt 19 000 ha 2010 (SCB & SJV, 2011a).

Linarealen har varierat mycket under åren och prissättningen avgör hur arealen förändras framöver. I tabellerna nedan jämförs vilket pris som krävs för att få samma lönsamhet i konventionell linodling som i odling av korn vid varierande pris på spannmål och vid två olika priser på kvävegödselmedel. Priset på linfrökaka påverkas i hög grad av priset på linolja utöver kostnad för pressning och priset på linfrö.

Tabell 9. Krav på konventionellt linpris för att få samma lönsamhet per hektar som kornodling vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning lin 1,9 ton/ha, korn 5,0 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011.

Konventionellt kornpris (kr/kg):	1,00	1,50	2,00
Linpris (kr/kg), vid kvävepris 8 kr/kg N:	2,43	3,74	5,06
Linpris (kr/kg), vid kvävepris 16 kr/kg N:	2,30	3,62	4,93

Hampfrökaka

Hampaodling blev tillåtet i Sverige 2003 (Official Journal of the European Union, 2003) men arealen är idag mycket blygsam. Hampa odlas för användning av fiber eller olja (Holstmark, 2006). Vid oljeproduktion av hampa kallpressas frön vilket lämnar en proteinrik hampfrökaka vilken kan användas som foder (Karlsson, 2010a). Hampfrökaka innehåller 31-35 % råprotein av ts (Karlsson, 2010b). Innehållet av olja är omkring 20 % av ts med viss variation med pressmetoden (Holstmark, 2006, Karlsson, 2010b).

Avkastningen varierar mycket och i områden där man kan odla exempelvis raps, åkerböna eller ärter är avkastningen betydligt lägre än dessa grödor (Karlsson, 2010b). Avkastningen ligger troligen i nivå med värrybs och försökskördaerna på svensk sojaodling (Karlsson, 2010b). Försöksodlingar från Umeå med en inte lägre godkänd sort har uppnått skördar på 1000-1400 kg/ha men i praktisk odling i samma område uppnådde man bara 110-670 kg/ha på grund av skördeföruster och fågelskador (Karlsson, 2010b).

Hampaodlingen i Sverige är alltså mycket liten och erfarenheterna är få. En svensk doktorsavhandling av Karlsson (2010) behandlar hampfrökakans potential som foder till idisslare men även odlingsaspekter. Även Jordbruksverket har en odlingsbeskrivning och den gäller för ekologisk odling (Holstmark, 2006). I områden där oljevaxter inte är odlingsbara skulle hampan kunna vara en gröda för öppen odling (Martinsson, 2007).

Odlingen omgärdas av omfattande regler (Holstmark, 2006, Karlsson, 2010b) för sortval, utsäde och skördetidpunkt. Sorten måste vara godkänd för odling och det fanns 45 godkända sorter 2010, utsädet måste vara certifierat och odlingen får endast ske i renbestånd (Holstmark, 2006). Skörd får inte ske före

slutet av frötvecklingen eller tidigast 10 dagar efter blomningen avslutats (Holstmark, 2006). En begränsning för odlingen är att den högst avkastande sorten under nordliga förhållanden, Finola, nyligen tagits bort från listan över tillåtna sorter (Karlsson, 2010b).

Hampaodling skulle kunna vara intressant för norra Sverige men tyvärr har den begränsningar som idag gör den svårödlad. Utöver svårigheterna med sorter anpassade till svenska förhållanden, problem med fågelskador och skördespill saknas en stabil avsättning för hampfröolja och fiberdelen av halmen för att det ska bli ekonomiskt möjligt att använda lokalproducerad hampfrökaka (Karlsson, 2010a).

Svenskodlad soja

Diskussionen om sojaimport och kritiken mot hur soja odlas i många länder har ökat intresset för närproducerat foder, vilket i sin tur har ökat intresset för odling av soja i Sverige. Viss odling har förekommit, framför allt i försök och demonstrationsodlingar under 2000-talet. De svenska odlingarna har uppvisat skördar på 1300-1600 kg/ha (Fogelberg, 2009). I de svenska odlingarna har råproteinhalten varierat mellan ca 35 och 43 % av ts (Fogelberg, 2009). Oljehalten går upp till ca 20 % av ts (Fogelberg, 2009).

Kunskapen om odling av soja i Sverige är liten. Odlingsområdet är mycket begränsat, uppskattningsvis maximalt omkring 1000 ha. Det har på senare år odlats soja på små arealer på Öland och i sydvästra Skåne med viss framgång. Soja trivs bäst på vattenhållande jordar med god struktur i varma lägen, ej på tyngre leror (Fogelberg, 2009). Det bör även vara stenfria fält för att tröskningen ska fungera (Fogelberg, 2009).

Begränsningar för svensk sojaodling idag är att det inte finns sorter som passar för vårt klimat och all odling är begränsad till mycket goda lägen i sydligaste Sverige. Även tekniskt finns det svårigheter. Skörden kompliceras av att balsättningen sitter mycket lågt vilket gör att det är svårt att komma tillräckligt nära marken med ett vanligt skärbord (Fogelberg *et al.*, 2010). Före utfodringen behöver sojabönan krossas, helst värmebehandlas, samt gärna pressas på grund av det höga oljeinnehållet, f (Fogelberg *et al.*, 2010).

Svenska pilotförsök under 2006-2009 (Fogelberg, 2009) har kunnat visa att sojabönsodling är odlingstekniskt möjlig i sydligaste Sverige. Troligen kan man även hitta fält med rätt lägen (fältets jordart och lokalklimat) på Gotland, i Östergötland, i Västergötland och Mälardalen men sojaodling i Sverige innebär odling på nordgränsen (Fogelberg, 2010).

Sammantaget kan man konstatera att idag är potentialen för svenskproducerad soja låg. Med dagens sorter är den möjliga arealen liten och de tekniska svårigheterna fördyrar produktionen. Aminosyrasammansättningen är bra men foderegenskaperna är även beroende av värmebehandlingen. Priset på svenskodlad soja behöver vara cirka tre gånger högre än priset på spannmål för att sojabönsodling ska vara ekonomiskt intressant. Försäljning till humankonsumtion torde därför vara den mest realistiska grunden för lönsam odling. Eftersom odling av sojaböna bara är möjlig i mycket bra lägen konkurrerar den även med andra specialodlingar, som exempelvis bruna bönor, grönsaker och majs.

Alternativa fodermedel

Det finns flera andra grödor som kan vara möjliga att odla i Sverige, till exempel solros, amarant, hirs och vicker (Fogelberg *et al.*, 2010, Gauffin & Spörndly, 1992). Ingen av dessa har dock någon stor potential att bidra till proteinförskörningen i dagsläget.

Grovfoder som proteinkälla

Vallfoder

Vallen utgör fortfarande den viktigaste proteingrödan i mjölkproduktionen. Välskött och väl ensilerad vall med både gräs och baljväxter är motorn i proteinförsörjningen. En vall som avkastar 8 ton ts/ha med 150 g råprotein/kg ts ger ca 1200 kg råprotein per hektar. Detta kan jämföras med äkerböna som vid en skörd på 3,5 ton ger ca 1000 kg råprotein per hektar.

Vall odlas i hela landet och odling och lagring av vall fungerar väl. Kompetens för vallproduktion och ensilering är generellt hög bland rådgivare, forskare och majoriteten av odlarna. Störst potential för att öka kvaliteten på vall finns oftast i andraskörden som relativt ofta blir för sen och därmed håller för låg kvalitet.

Arealen slättervall var 2010 knappt 900 000 ha av totalt ca 1,1 miljoner hektar vall (SCB & SJV, 2010a). Potentialen för ökad produktion får anses som relativt liten arealmässigt på grund av att vi i Sverige redan har en relativt hög andel grovfoder i foderstaterna. Innehållet av protein kan eventuellt ökas något men prishöjningen på kvävegödselmedel sedan 2008 har medfört att många producenter redan har ökat sin baljväxtandel vilket ger en höjd basnivå för proteininnehållet (Stenberg, 2010).

Odling av proteinvallar, det vill säga vallar med mycket hög andel baljväxter i förhållande till gräs, ökar något. I proteinvallen sås fröblandningar med 70-100 % baljväxter och de utgör ett komplement till de traditionella vallkvaliteterna. Avkastningen är väsentligt lägre i förstaskörden, cirka hälften, jämfört med en traditionell blandvall på grund av att baljväxterna har en långsam tillväxt i början av säsongen jämfört med gräs. I återväxtskördarna motsvarar skörden den hos en traditionell vall. Totala årsavkastningen blir ca 80 % av en traditionell gödslad konventionell vall. Kvalitetsegenskaperna påminner om tredjeshöjningen och råproteinhalten är 160-240 g råprotein per kg ts i samtliga skördar och energinnehållet varierar med skördeintervallet.

Lusern trivs sämre vid låga pH-värden och bör därför uteslutas på sådana jordar, i övrigt ger en blandning av rödklöver, vitklöver och lusern en stabil baljväxtandel. Odlingsmässigt fungerar proteinvallar bra idag och kunskapsläget är förhållandevis högt hos rådgivarorganisationerna.

En svaghet är att ensileringen är något känsligare i proteinvallen eftersom halten lättillgängliga kolhydrater är lägre. Bra torkförhållanden vid skörd samt användning av rätt ensileringsmedel är viktigt för lyckad foderkonservering. I vallfoder där ensileringen inte blir stabil bryts protein ned och andelen icke-proteinkväve blir hög vilket ger sämre förutsättning för mikrobproteinproduktion i mjölkornas foderomsättning (Bertilsson *et al.*, 2003). Proteinvallar har potential på de flesta gårdar för att öka produktionen av lättlösligt protein till nötkreatur.

För att det ska vara intressant att öka traditionell slättervallsodling istället för att odla spannmål behöver det vara ekonomiskt intressant både i foderstaten och i odlingen. I tabellerna nedan jämförs vilket pris som krävs för att få samma lönsamhet med vall som korn vid varierande pris på spannmål och vid två olika priser på kvävegödselmedel. Resonemanget gäller dock bara för den andel av grovfodret som i foderstaten är utbytbar mot spannmål. Den andel grovfoder som krävs för att skapa en fungerande foderstat kan i många fall anses vara kopplad till själva stallinvesteringen och därmed i första hand prissätts utifrån produktionskostnaden.

Vid låga spannmålspriser krävs det även ett lågt vallpris för att uppnå samma lönsamhet. Men i båda fallen har man troligen inte full kostnads-täckning i växtodlingskalkylerna. Vilket i princip innebär att bäst totalekonomi uppnås om man bara odlar så mycket vall som krävs för att uppnå minimumkravet på grovfoder i foderstaten och i övrigt kompletterar med inköpt spannmål. Vid

medelhögt spannmålspris får både vårsäd och vall ungefär täckning för sin produktionskostnad. Vid högt spannmålspris måste även vallpriset ökas för att vinsten utöver produktionskostnaden ska bli lika hög per hektar oavsett gröda. Gårdens odlingsförutsättningar, produktionskostnader i växtodlingen, inköpspris på spannmål och foderstaten i övrigt avgör om det är ekonomiskt bäst att odla mycket eller lite vall.

Proteinvallar får vid låga kvävepriser samma krav på pris som traditionella slättervallar. Vid höga kvävepriser blir kravet på vallpris lägre med proteinvall än för slättervall eftersom de oftast är helt ogödslade eller har en mycket lägre kvävenivå.

Tabell 10a. Krav på konventionellt vallpris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning vall 7,0 ton/ha, korn 5,0 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011.

Konventionellt kornpris (kr/kg):	1,00	1,50	2,00
Vallpris (kr/kg ts), vid kvävepris 8 kr/kg N:	0,80	1,16	1,52
Vallpris (kr/kg ts), vid kvävepris 16 kr/kg N:	0,89	1,24	1,60

Tabell 10b. Krav på ekologiskt vallpris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning vall 6,0 ton/ha, korn 3,5 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011.

Ekologiskt kornpris (kr/kg):	1,50	2,25	3,00
Vallpris (kr/kg ts), vid kvävepris 20 kr/kg N:	0,93	1,37	1,80
Vallpris (kr/kg ts), vid kvävepris 40 kr/kg N:	0,89	1,33	1,77

Helsädesensilage

Helsädesensilage, antingen av spannmål eller av spannmål blandat med trindsäd, används relativt blygsam i Sverige (SCB & SJV, 2011a). Det näringsmässiga innehållet varierar beroende på vilka grödor, spannmål och baljväxt, som ingår och i vilka andelar samt vid vilken tidpunkt man skördar. Råproteininnehållet i helsäd av spannmål i renbestånd är lågt, ca 110 g/kg ts, och sjunker med grödans utveckling till ca 80 g/kg ts (Wallsten, 2008). Proteinhalten i helsäd med ca 1/3 trindsäd och 2/3 spannmål är betydligt högre och ligger mellan 130-180 g per kg ts beroende på grödans sammansättning, tidpunkten för skörd samt årsmånen (Rondahl, 2007, Haag, 2007). Vid tidig skörd utgörs energiinnehållet i helsäden framför allt av sockerarter men när spannmålen mognar övergår allt större andel till stärkelse. Stärkelseinnehållet varierar från ca 10 g/kg ts vid tidig skörd till ca 210 g/kg ts vid sen skörd (Haag *et al.*, 2008, Rondahl, 2007). I praktisk odling har man i vissa fall uppnått stärkelsehalter motsvarande majs på ca 300 g/kg ts.

Kunskapsläget är relativt bra. På senare år har flera forskningsprojekt utförts på olika aspekter av helsäd både ur odlings- och utfodringsperspektiv till exempel av Rondahl (2007), Haag *et al* (2008), Nadeau & Jansson (2011) och Nadeau (2004) och odlingsråd finns tillgängliga från Jordbruksverket (Rahbek Pedersen, 2007). Insädd i helsäd är det bästa sättet att etablera en vall och därmed borde det finnas ett givet intresse för helsäd på alla gårdar som odlar vallfoder. Så är dock inte fallet. Det finns en tvekan hos lantbrukare, och även till viss del hos rådgivarna, att använda helsädesensilage. Det beror delvis på att man upplever att det är svårt att lyckas med ensileringen när den sker i rundbalar men även att man ofta kan ha svårt att freda balarna från möss och fåglar. Helsäden har även ofta värderats lågt som foder till mjölkkor vilket också påverkat intresset för att odla den (Bertilsson *et al*, 2003).

Helsädesensilage skördas i Sverige framför allt vid insädd av vall. Det ökar säkerheten i insädden. Först ger skyddsgrödan, spannmål och trindsäd, konkurrens med ogräs. Samtidigt innebär den tidiga skörden minskad konkurrens

från skyddsgrödan vilket gynnar både tillväxt och skottbildning. Skördar man helsäden tidigt har man möjlighet att skörda en återväxtskörd av vall i slutet av säsongen (Nadeau & Jansson, 2011).

Baljväxtandelen behöver vara minst 45 % på fältet för att säkert höja proteinhalten jämfört med enbart spannmål (Nadeau & Jansson, 2011, Johansson, 1998). En utsädesblandning av 30 viktsprocent spannmål och 70 viktsprocent ärter eller åkerböna ger vid skörd oftast ungefär hälften av vardera grödan, räknat i kg ts/ha. Vilket spannmålsslag och vilken baljväxt man bör välja beror framför allt på jordarten och skiftets markegenskaper. Åkerböna tillsammans med vârvete eller vârrâgvete är lämpliga helsâdesgrödor på lite tyngre, vattenhållande jordar. Åkerböna går inte att odla till mogen skörd i hela Sverige men som en komponent i helsâdesensilage är den odlingsbar i hela landet (Haag et al, 2008). På lätta, vâldrânerade jordar fungerar helsâd med inblandning av ârter. Till ârterna väljs havre eller korn beroende på vilket spannmålsslag som trivs bäst på skiftet. Alternativt kan båda spannmålsslagen användas i blandningen för ökad stabilitet vid varierande årsmån. År med stor vallproduktion kan helsâdesgrödan tröskas. Vet man med säkerhet att grödan inte kommer tröskas kan man även blanda in andra grönfoderarter som till exempel vicker.

Arealen helsâd var 2010 ca 40 000 ha (SCB & SJV, 2011a). Egentligen är begränsningarna för odling av helsâd relativt små. Det går att odla helsâd i hela landet och vi har kunskapen för att odla och ensilera den. Ändå hamnar helsâden i vissa avseenden i ett mellanläge med avseende på proteinproduktion. Vill man öka proteinproduktionen på gården gör man det effektivare med t ex proteinvallar. Det finns dock potential för att arealen ökar på grund av intresset för en säker valletablering med hög klöverandel.

I tabellerna nedan jämförs vilket pris som krävs för att få samma lönsamhet med helsâd som korn vid varierande pris på spannmål och vid två olika priser på kvävegödselmedel. Resonemanget gäller dock bara för den andel av grovfodret som i foderstaten är utbytbar mot spannmål.

Tabell 11a. Krav på konventionellt helsâdespris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning hos helsâd inklusive återväxtskörd 6,0 ton/ha, korn 5,0 ton/ha. Kostnader insatsvaror; medeltal för 2010/2011.

Konventionellt kornpris (kr/kg):	1,00	1,50	2,00
Helsâdespris (kr/kg ts), vid kvävepris 8 kr/kg N:	0,74	1,16	1,58
Helsâdespris (kr/kg ts), vid kvävepris 16 kr/kg N:	0,69	1,11	1,52

Tabell 11b. Krav på ekologiskt helsâdespris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning helsâd inklusive återväxtskörd 5,0 ton/ha, korn 3,5 ton/ha. Kostnader insatsvaror; medeltal för 2010/2011.

Ekologiskt kornpris (kr/kg):	1,50	2,25	3,00
Helsâdespris (kr/kg ts), vid kvävepris 20 kr/kg N:	0,90	1,43	1,95
Helsâdespris (kr/kg ts), vid kvävepris 40 kr/kg N:	0,82	1,35	1,87

Majsensilage

Majs har en låg proteinhalt och utfodras som energi- och stärkelserikt grovfoder. Men jämför man produktion av protein per hektar är det dock relevant att ta hänsyn även till majs (se även stycket Diskussion & slutsatser). Vid god skörd producerar majs lika mycket protein per hektar som höstvetete, åkerböna eller helsâd och mer protein än till exempel ârter, raps och svenskodlad soja. Vall och proteinvall ger högre hektarskörd av protein än majs. En svag majsskörd ger mycket låg hektarskörd av protein eftersom koncentrationen protein per kg/ts är låg. Majs är ett utmärkt energifodermedel till mjölkkor och vi har en inhemsk produktion på drygt 16 000 ha (SCB & SJV, 2011b).

Begränsningen för majsodling finns i odlingsförutsättningarna. Majs kan odlas framför allt i sydligaste Sverige men i goda lägen i hela Götaland. Majs är relativt väl etablerat som gröda i Sverige och kunskapsläget hos odlare, rådgivare och forskare är förhållandevis bra. Potentialen för ökad odling är relativt låg på kort sikt då odlingen redan bedrivs på de jordar som är lämpliga och tillgängliga med det sortmaterial som finns idag. En viss ökningspotential finns i de torrare delarna av sydöstra Sverige. På längre sikt kan eventuellt arealen öka även i andra områden ifall kommande sorter blir bättre anpassade till svenskt klimat.

I tabellerna nedan jämförs vilket pris som krävs för att få samma lönsamhet med majs som korn vid varierande pris på spannmål och vid två olika priser på kvävegödselmedel. Resonemanget gäller dock bara för den andel av grovfodret som i foderstaten är utbytbar mot spannmål.

Tabell 12a. Krav på konventionellt majspris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning majs 10 ton/ha, korn 5,0 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011.

Konventionellt kornpris (kr/kg):	1,00	1,50	2,00
Majspris (kr/kg ts), vid kvävepris 8 kr/kg N:	0,71	0,96	1,21
Majspris (kr/kg ts), vid kvävepris 16 kr/kg N:	0,75	1,00	1,25

Tabell 12b. Krav på ekologiskt majspris för att få samma lönsamhet per hektar som korn vid olika spannmåls- och kvävepris. Avkastning majs 7,0 ton/ha, korn 3,5 ton/ha. Kostnader insatsvaror medel 2010/2011.

Ekologiskt kornpris (kr/kg):	1,50	2,25	3,00
Majspris (kr/kg ts), vid kvävepris 20 kr/kg N:	0,96	1,33	1,71
Majspris (kr/kg ts), vid kvävepris 40 kr/kg N:	1,06	1,43	1,81

Rotfrukter och biprodukter av rotfrukter

Restprodukter av rotfrukter kan ge goda fodermedel som till exempel hårdpressad betmassa, betfor eller potatisprotein. Sockerbetor odlas på cirka 38 000 ha (SCB & SJV, 2011a). I sockerframställningen tillverkas restprodukterna HP-massa eller den torkade produkten Betfor. Den inhemska produktionen är helt beroende av industrier som ger dessa produkter och som marknaden ser ut idag är sannolikheten för ökad omsättning låg. Dessa rotfrukter, både sockerbeta och potatis, är odlingsbara i Sverige och kan även i sin råa form användas som foder.

Ekonomi

Ökad användning av inhemska proteinfodermedel begränsas framför allt av den låga kostnaden för importerade proteinfodermedel, framför allt sojamjöl. Vilket i sin tur har resulterat i ett för litet intresse av att köpa inhemska proteingrödor till priser som är ekonomiskt konkurrenskraftiga jämfört med andra grödor. Priset på importerad soja har historiskt sett varit lågt, men även haft en stor variation över tiden. Dessutom är den lätt att hantera eftersom den köps som lagringsstabil mjöl. Ytterligare en fördel är att den har god smaklighet och dessutom är pressad och värmebehandlad vilket förbättrar dess goda foderegenskaper. Sammantaget har det varit svårt att konkurrera för närproducerade proteinfodermedel. Men prisnivån hos sojamjöl har stor påverkan och denna kan snabbt ändra sig. Därmed kan även intresset för inhemska proteingrödor röra på sig.

Det finns studier som har angivit faktorer som till exempel ovana vid odling av proteingrödor som orsak till den relativt blygsamma totalarealen. Sådana slutsatser dras ofta efter en analys av begränsande faktorer för mjölkproducenterna och är inte hållbara när man ser till svenskt lantbruk som helhet. Växtodlingsföretagen är intresserade av omväxlingsgrödor och har kompetens och ut-

rustning för att odla dem. Anledningen till att man inte odlar ärter och åkerböna i större utsträckning är att de inte betingar priser som är konkurrenskraftiga med odling av oljevaxter och spannmål.

Tre huvudsakliga faktorer påverkar lönsamheten i odling av proteingrödor kontra spannmål och det är priset på produkten, priset på insatsmedel (främst kväve) samt avkastningen som grödan ger. Då kvävepriset är högt och spannmålspriset lågt gynnas de kvävefixerande grödorna och då kvävepriset är lågt minskar deras konkurrenskraft.

Diskussion & slutsatser

Idag finns ett behov av importerat foder, framför allt proteinfoder, dels för att den inhemska produktionen inte är tillräckligt stor och dels för att den närproducerade har vissa egenskaper som branschen inte är van att hantera. Odlingsmässigt är det möjligt att öka den inhemska produktionen av fodermiddel med användbart protein avsevärt, men produktionen hålls tillbaka av ett lågt kostnadsläge för importerade fodervaror vilket gör att inhemsk produktion har svårt att konkurrera.

Utifrån hur växtföljderna ser ut i dagsläget så finns den största potentialen för ökad areal på icke-djurgårdar samt på höns- och svingårdar. Där gör de även störst biologisk och ekonomisk nytta i form av goda förfruktsvärden. Dessutom är det ofta på växtodlingsgårdarna som det finns tid, maskiner och störst intresse för växtodling.

Proteinproduktionen i olika grödor kan jämföras ur olika perspektiv, ett är hur mycket protein som produceras per hektar. Proteinskörden byggs genom proteinhalten i grödan och avkastningen. Grödans proteinhalt varierar med sorten, platsen och årsmånen. Avkastningen varierar också med ett flertal faktorer där platsen och årsmånen har stor betydelse. Genom att utgå ifrån medeltal av proteinhalter och avkastningar för respektive gröda kan man göra en grov jämförelse, se tabell 13.

Tabell 13. Skörd av råprotein per hektar av olika grödor. Beräkningen utgår ifrån medelvärdet av proteinhalten och avkastningen för respektive gröda. Källor för proteinhalt och avkastning enligt ovan. Avkastning för grovfoder i ts, tröskgrödorna vid normal vattenhalt efter torkning.

	Proteinhalt % av TS	Avkastning kon- ventionell odling ton/ha	Skörd av råpro- tein kg/ha
Proteinvall	16-24	5-7	1200
Blandvall (ca 30 % baljväxter)	12-18	6-9	1125
Helsäd (spannmål/trindsäd + vallåterväxt)	13-18	4-7	853
Åkerböna	27-32	2-4	757
Lupin	30-41	1,5-3,5	618
Ärter	20-24	2-4	574
Höstraps	19-21	2,5-4	566
Sojaböna	35-43	1-2	509
Vårtraps	19-21	1,5-2,5	348
Lin	24	1,2-2	334

När man jämför proteinavkastningen per hektar i grödorna i tabellen ovan så är det tydligt att vallen är den viktigaste grödan med avseende på mängden totalt protein per hektar. Ingen av de andra grödorna avkastar lika stor mängd protein per hektar. Helsäd och åkerböna ger också god proteinavkastning per hektar. Skördenivån är betydelsefull för hur proteinskörden blir och därför är det viktigt att placera rätt gröda på rätt fält. Jämförelsevis ger majs med en rå-

proteinhalt på ca 8,5 %, ca 850 kg råprotein per hektar vid en skörd på 10 ton ts. Men en svag majsskörd ger mycket låg skörd av protein på grund av den låga proteinhalten. Höstveten som ger en avkastning på 6,5 ton spannmål per hektar innebär en proteinproduktion på ca 625 kg protein per hektar. En nackdel med att odla fram rena proteingrödor med hög proteinhalt är att deras lägre avkastning ger avsevärt lägre energiproduktion per hektar.

Vid valet av gröda finns utöver proteinhalten och avkastningen av protein per hektar även andra faktorer att ta hänsyn till. De olika grödorna har olika foderkvaliteter genom sin koncentration och sammansättning av protein, stärkelse, fett och fiber liksom olika egenskaper genom sin aminosyrasammansättning. De kräver även olika efterskördshantering för att bli lämpliga i utfodringen.

Vilka grödor har vi då störst möjlighet att odla och vilka har störst potential för ökad odling? Andelen vall i foderstaten är relativt hög redan och mängdmässigt är potentialen för ökning relativt liten. En höjning av vallfoderkvaliteten kan dock ge en ökning av proteinproduktionen i Sverige och skulle kunna minska importberoendet. Proteinvallar bör ha relativt hög potential eftersom det inte finns särskilt stora arealer idag och kunskapen för att odla dem finns. Våra viktigaste proteingrödor i övrigt, åkerböna och ärter, har vi kunskap om och erfarenhet av att odla. Där finns stor potential för ökad produktion om betalningsviljan finns. Oljeväxtodlingen förekommer redan på så pass stor areal att potentialen för ökning är mindre.

Av de grödor som enbart odlas på liten areal idag är det lupin som är mest intressant. Den skulle eventuellt kunna komplettera ärterna på lättare jordar. Erfarenheterna av lupinodling i Sverige är dock begränsade än så länge, men finns det intresse och betalningsvilja från foderförbrukarna är det en intressant gröda med hög potential för södra Sverige.

Sojaodlingen har fått relativt stor uppmärksamhet men har marginell potential (i storleksordningen 1000 ha) som ersättning till importerad soja i den närmsta framtiden.

Hampfrökaka har studerats och man har funnit att det finns potential för produktion i norra Sverige förutsatt att man hittar en avsättning för hampaoljan och hampfibern. I områden där raps kan odlas har den inget utrymme på grund av sin lägre avkastning men norrut kan den vara intressant.

Huvudsakliga proteingrödor som kan produceras i Sverige är raps, åkerböna och ärter samt eventuellt lupin. Vi har i Sverige potential för odling av tröskade omväxlingsgrödor på uppemot 400 000 ha men det förutsätter en sortutveckling kring tidighet med mera. Förutsättningarna för oljeväxtodlingen i kombination med goda foderegenskaper hos de olika rapskakeprodukterna gör rapsen till en huvudsaklig ersättare till importerad soja. Rapsprodukterna kan även kompletteras med ökad användning av åkerböna och ärter. Vallar med högre proteinhalt är också en viktig förutsättning för att minska det totala behovet av annat proteinfoder.

Referenser

- Andersson, K., Båvius, A-K., Dahlström, J., Molander, C., Wejdemar, K. 2010. Jordbruksverkets foderkontroll 2009. Jordbruksverket rapport 2010:23.
- Bertilsson, S. 2006. Oljelin 2006 från A till Ö. Svensk Frötidning, nr 1, 2006.
- Biärsjö, J. 2010. Raps ger bra odlingsekonomi i Hedemora. Svensk Frötidning, nr 2, 2010.
- Borling, J. 2007. Antinutritionella substanser i åkerböna, ärter och blålupin vid utfodring till mjölkkor. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Examensarbete. SLU, Uppsala.

- Boström, U-L. 2004. Åkerböna eller lupin ett alternativ till ärter? Forskningsnytt, nr 4, 2004. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Bågenholm, O. 2004. Odlingsbeskrivningar Oljeväxter och lin – ekologisk växtodling. Jordbruksverkets kurspärm Ekologisk Odling 2004.
- Bødker, L & Larsson, M. 1993. Rotsjukdomar på ärter. Faktablad om växtskydd Jordbruk, nr 68J. Sveriges Lantbruksuniversitet, ISSN- 5025.
- Carlsson, M. 2007. Drankgivans och vallfoderkvalitetens effekt på konsumtion och produktion hos mjölkkor. Studentarbete 129, institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU.
- Dahlström, J., Eskilsson, K., Gredegård, S. *et al.* 2011. Jordbruksverkets foderkontroll 2010. Jordbruksverket rapport 2011:16.
- Djurle, A. 2006. Sjukdomar i åkerböna. Regional växtodlings- och växtskyddskonferens, Uddevalla. SLU, Institutionen för markvetenskap, avdelningen för precisionsodling.
- Emanuelson, M., Cederberg, C., Bertilsson, J., Rietz, H. 2006. Närodlat foder till mjölkkor – en kunskapsuppdatering. Rapport 7059-P, Svensk Mjolk Forskning.
- Eriksson, T., Bertilsson, J. & Boström, U-L. 2007. Blålupin till mjölkkor – jämförelse med ärter. Slutredovisning av SJV-projekt. Jordbruksverket. 17pp.
- Fogelberg, F. 2009. Sojaodling i Sverige – erfarenheter av försök och demonstrationsodlingar 2006-2009. Stencil, JTI-institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala 2009.
- Fogelberg, F., Geng, Q., Sundberg, M. Wahlund, L. 2010. Proteinfoderförsörjning från svenska råvaror – ett projekt utfört på uppdrag av Svensk Mjolk. JTI-institutet för jordbruks och miljöteknik, Uppsala 2010.
- Gauffin, E. & Spörndly, R. Okonventionella fodermedel till idisslare. SLU info rapporter, husdjur 71, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Gustafsson, G. & Lerenius, C. 2010. Rätt sätt mot resistent rapsbaggar. Svensk frötidning, nr 3, 2010.
- Haag, T. 2007. Åkerböna i samodling med vârvete som helgrödesensilage till mjölkkor. Examensarbete, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Rapport 3:2007.
- Haag, T., Martinsson, K., Ericson, L. 2008. Åkerböna i samodling med vârvete som helgrödesensilage till kor. Nytt från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap – ekologisk odling, nr 1-2008. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Hermansson, L. (2000). Rapsprodukter i foder till våra djur. Svensk Frötidning. 9.
- Holstmark, K. 2006. Hampa i ekologisk odling. Råd i praktiken. Jordbruksinformation 5-2006.
- Holstmark, K. 2007a. Ekologisk odling av åkerböna. Råd i praktiken. Jordbruksinformation 10-2007. SJV
- Holstmark, K. 2007b. Ekologisk odling av ärter i renbestånd. Råd i praktiken. Jordbruksinformation 8-2007. SJV
- Johansson, U. 1999. Ärter och annan trindsäd. Jordbruksinformation ekologiskt lantbruk 7-1999. Jordbruksverket.
- Jonsson, H. 2006. Vârraps – mellansvensk tungviktare. Svensk Frötidning, nr 4, 2006.
- Karlsson, L. 2010a. Hampfrökaka till mjölkkor och lamm. Nytt från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, husdjur, nr 3, 2010. Sveriges Lantbruksuniversitet.

- Karlsson, L. 2010b. Hempseed cake as a protein feed for ruminants. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Science, Umeå.
- Larsson, S. 2011. Sortvalstabeller 2011 - Resultat från sortförsök 2006-2010. Report from the Department of Crop Production Ecology (VPE) No 13, 2011.
- Larsson, S & Hagman, J. 2011. Sortval i ekologisk odling - Sortförsök 2004 -2010 i höstvetete, höstråg, rågvete, vårsvete, vårkorn, havre, åkerböna, lupin, ärter, potatis. Report from the Department of Crop Production Ecology (VPE) No 13, 2011.
- Leino, M. 2006. Svampsjukdomar i raps och rybs. Jordbruksverket, ISBN 9188264-34-3, 2006.
- Martinsson, K. 2006. Förbättrat proteinvärde genom värmebehandling av ärtor. Slutrapport projekt 25-7589/04. Grovfodercentrum, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. SLU, Umeå.
- Martinsson, K. 2007. Proteinkvalitet och fettsyramönster i hampfrö (Finola, FIN 314). Slutrapport. Grovfodercentrum, Institutionen för Norrländsk Jordbruksvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.
- Mogensen, L., Steensig Vestergaard, J., Fretté, X., Lund, P., Riis Weisbjerg, M., Kristensen, T. 2010. Effect of toasting field beans and of grass-clover: Maize silage ratio on milk production, milk composition and sensory quality of milk. Livestock Science no 128, p 123-132.
- Nadeau, E. 2004. Grödans, skördetidpunktens och tillsatsmedlets inverkan på helsädens foderkvalitet. SLF Rapport nr 68. SLF.
- Nadeau, E., Jansson, J. 2011. Vårsädda helsädesgrödor – stråsäd och stråsäd/baljväxt. Försöksrapport 2010 – för Mellansvenska försökssamarbetet och Svensk Raps, Resultat från växtodlingsförsöken år 2010 i Östra Sverige Försöken, Försök i Väst och Sveaförsöken och Svensk Raps. Hushållningssällskapens Multimedia, ISBN 91-88668-70-3.
- Official Journal of the European Union (2003). L 270. Council Regulation (EC) No 1782/2003.
- Olrog, L. 2004. Ärtor (*Pisum sativum*). Jordbruksverkets kurspärm Ekologisk Odling 2004.
- Pauly, T & Boström, U. 2007. Lupiner, ett nytt proteinfoder för mjökkor? Odling & konservering. I: Spörndly, R. (ed) Kungsängendagarna 2007. Rapport 267. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. SLU.
- Rahbek Pedersen, T. 2004. Odlingsbeskrivningar trindsäd – ekologisk växtodling. Jordbruksverkets kurspärm Ekologisk Odling 2004
- Rahbek Pedersen, T. 2007. Helsäd i ekologisk odling – råd i praktiken. Jordbruksinformation nr 7, 2007, Jordbruksverket.
- Rondahl, T. 2007. Whole-crop pea-oat silages in dairy production - effects of maturity stage and conservation strategy on fermentation, protein quality, feed intake and milk production. Doctoral thesis, faculty of natural resources and agricultural sciences, department of agricultural research for northern Sweden, Umeå. Swedish university of agricultural sciences, Uppsala 2007.
- Spörndly, R (red.). 2003. Fodertabeller för idisslare. Rapport 257, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Statistiska Centralbyrån & Jordbruksverket. 2011a. Jordbruksstatistisk årsbok 2011 med data om livsmedel. 2011. ISBN 978-91-618- 1546-3 (print)
- Statistiska Centralbyrån & Jordbruksverket. 2011b. Sveriges Officiella Statistik Statistiska Meddelanden - Skörd av spannmål, trindsäd, oljeväxter, potatis och slättervall 2010 – slutlig statistik. JO 16 SM 1101, URN:NBN:SE:SCB-2011-JO16SM1101_pdf, 2011.

Stenberg, C. 2010. Försäljning av mineralgödsel 2008/09. Statistik från Jordbruksverket, Statistikrapport 2010:5

Tersbøl, M. 2006. Ekologisk ärt, åkerböna och lupin – erfarenheter från Danmark. Presentation.

Twengström, E. 1999. Bomullsmögel. Faktablad om växtskydd Jordbruk, nr 25 J. Sveriges Lantbruksuniversitet, ISSN 1100-5025, 1999.

Wallenhammar, A-C. 2004. Odlingsbeskrivningar oljeväxter och lin – ekologisk växtodling. Jordbruksverkets kurspärm Ekologisk Odling 2004.

Wallenhammar, A-C. 1997. Klumprotsjuka på oljeväxter. Faktablad om växtskydd Jordbruk, nr 44 J. Sveriges Lantbruksuniversitet, ISSN 1100-5025, 1997.

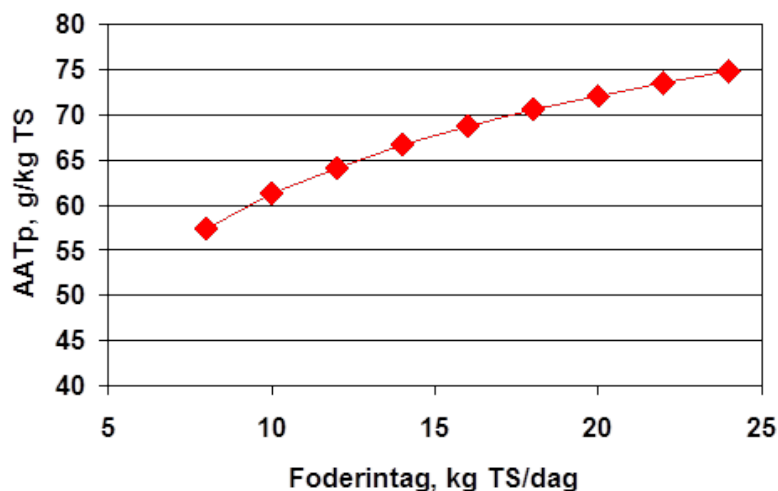
Wallsten, J. 2008. Whole-crop cereals in dairy production – digestibility, feed intake and milk production. Doctoral thesis, faculty of natural resources and agricultural sciences, department of agricultural research for northern Sweden, Umeå. Uppsala 2008.

White, C. L., Staines, V. E. & Staines, M. vH. 2007. A review of the nutritional value of lupins for dairy cows. Australian Journal of Agricultural Research 58:185-202.

Fodervärdering och mjölkornas utfodring

Christian Swensson, Jan Bertilsson och Anders H Gustafsson

År 2006 infördes ett nytt fodervärderingssystem för nötkreatur (NorFor) i Sverige, Norge, Danmark och Island. NorFor är en vidareutveckling av det tidigare nordiska AAT/PBV-systemet. Energi till laktationen beräknas i form av nettoenergi (NEL) och anges i megajoule (MJ). För proteinvärde används som tidigare AAT (aminosyror absorberade i tunntarmen) och PBV (proteinbalans i vommen) men beräknas på nytt sätt, enligt NorFor. Man bör ange enligt vilket system man räknat för att särskilja mellan systemen under en övergångsperiod. Fodrets energi- och proteinvärden baseras bland annat på flera icke linjära samband och de enskilda fodermedlen har därför inte några fasta värden för dessa parametrar. Energi- och AAT/PBV-värdena beror alltså på foderstatens sammansättning och på hur mycket djuren äter (Volden, 2011).



Figur 4. Foderstatens proteinvärde uttryckt som AAT/kg torrs substans förändras kurvlinjärt med ökat foderintag, kg ts per ko/dag (Åkerlind, M., Personligt meddelande).

ts = torrs substans

NorFor beräknar både djurets intagskapacitet och fodrets fysiska förmåga att fylla upp vommen. Vid foderoptimering ska dessa värden vara i balans. Råprotein, NDF och stärkelse delas upp i undergrupper (löslig, potentiellt nedbrytbar och totalt osmältbar). Mikroorganismerna utnyttjar de lösliga fraktionerna snabbt medan de potentiellt nedbrytbara fraktionerna långsammare bryts ner i vommen av mikroberna. Hur stor del som bryts ner beror på både nedbrytningshastighet och passagehastighet ut ur vommen. Vid ett ökat torrsustansintag och ökad andel grovfoder ökar passagehastigheten. Den osmältbara fraktionen passerar genom mag- tarmkanalen utan att djuret kan tillgodogöra sig detta (Volden, 2011).

Mjölkkornas behov av protein

Det protein som mikroorganismerna i vommen producerar, mikroproteinet, har generellt en bra sammansättning, ofta bättre än hos de flesta fodermedel som ges till idisslare (Schwab 1996). Optimeringen av mikroproteinetsyntesen är en viktig del i proteinförsörjningen (Eriksson, 2010a). Det har visat sig att mikroproteinetsyntesen ökar med ökande innehåll av vomnedbrytbart protein i foderstaten, men den positiva effekten, responsen, på djurnivå har ett maximum, där mjölkproduktionen är som högst, för att sedan avta (Broderick, 2010). Reynal & Broderick (2005) fann maximal mjölkproduktion vid 12,3 % vomnedbrytbart protein i foderstaten därefter sjönk avkastningen trots att flödet av både mikroprotein och totalt protein ökade.

Flera försök med dygnsavkastningar över 30 kg mjölk har visat att mikroprotein kan svara för mellan 35 och 66 % av allt protein som flödar till tunntarmen (Clark *et al.*, 1992) vilket tyder på att vomstabil foderprotein är nödvändigt i foderstaten. Praktiska erfarenheter tyder på att kor kan klara att mjölka ca 8 000 kg/år med hjälp av enbart mikroprotein men att högmjölkkarna behöver vomstabil foderprotein för att nå högre produktion (Karlsson, 2010a).

Foderstatens proteinandel

Som framgått ovan är det alltså AAT som är det mått på protein som har starkast koppling till kornas behov och därmed till möjlig produktion av mjölk med flera kroppsfunktioner. Rekommendationen är alltså att optimera och styra efter AAT på något sätt, till exempel gram AAT/MJ. Men för att jämföra internationella studier och för att se kopplingen till miljöpåverkan kan det vara effektivast att mäta kväve, det vill säga råprotein. Nedan redovisas därför jämförelser med fokus på råprotein i foderstaten. Foderstater som balanseras till lakterande kor enligt NorFor hamnar ofta i intervallet 14-19 % råprotein av kg ts, se tabell 14.

Tabell 14. Foderstatskontrollvärden för lakterande kor efter Lidström & Persson (2010).

	Enhet	Upptäckning efter kalvning 1-30 dagar	Högavkastande i tidig laktation (≥35kg ECM ¹)	Medel- och sen laktation (≥25-30 kg ECM)
Ts-intag	Kg/ko	16-18	>21	>15
Energi balans	%	>93	100-101	100-101
Råprotein	g/kg ts	170-190	165-180	140-160
Vomnedbrytbart råprotein	g/kg ts	120-125	120-132	114-132

¹ ECM=Energikorrigerad mjölk

Den lägsta rekommenderade råproteinnivån i tabellen ovan räcker inte alltid till för att upprätthålla mjölkavkastningen och det finns flera orsaker till detta utöver att AAT är bättre mått än råprotein. Det förutsätts bland annat att aminosyrasammansättningen är balanserad utifrån kons behov vilket inte alltid är fallet (Eriksson, 2010a). Även dygnsvariationen kan utgöra begränsningar.

I ett försök av Weisbjerg *et al.* (2010) där man jämförde foderstater med olika råproteinnehåll observerade man en avkastningsminskning från 31 till 27 kg ECM per dag med 16.7 % jämfört med 12.1 % råprotein i foderstaten. Däremot när 15 % råprotein användes minskade produktionen endast med 0.5 kg ECM samtidigt som ekonomin förbättrades genom att foderstaten blev billigare jämfört med 16,7% alternativet.

Svenska försök av Nadeau *et al.* (2007) har visat att 16-17 % råprotein av ts kan användas i tidig laktation i konventionella besättningar utan att mjölkavkastningen minskar. Andra svenska försök av Frank & Swenson (2002) där 13.5 % råprotein jämfördes med 17 % resulterade i minskad mjölkavkastning om ca 2 kg ECM/ko/dag. Opublicerade praktiska svenska utfodringsförsök i mindre skala från 2009 har visat på en lägre mjölkavkastning, ca 1 kg per ko/dag, då 15,5 % råprotein per kg ts jämfördes med 16,5 %. Den lägre proteinnivån gav dock en högre fetthalt. Lönsammast var den högre proteingivan som gav ca 3 kr mer per ko och dag (Karlsson, 2010a).

Amerikanska försök från 2000-talet visade att foderstater som innehåller mer än 16,5 % råprotein inte ökar mjölkavkastning, fetthalt eller proteinhalt. Foderstaterna var baserade på majs- och lusernensilage, majs kärna och sojamejöl. Detta utfodrades som fullfoder med fri tillgång varvid foderintaget kan ha påverkat resultaten (Broderick, 2010).

Sammanfattande slutsatser är att ur produktionssynpunkt är AAT/MJ ett bra mått på proteinförsörjningen. Internationellt gäller dock råprotein för jämförelser och det finns ingen anledning att ha över 17 % råprotein i foderstaten. Ur djurhälso- och miljösynpunkt är lägre nivåer bättre.

Samspel mellan energi och protein i foderstaten

Behovet av protein, uttryckt som AAT, under laktationen beror både på hur mycket mjölkprotein som bildas och hur effektivt AAT utnyttjas av mjölkkon (Nielsen & Volden, 2011). Den allmänna uppfattningen är att det finns ett avtagande merutbyte vid ökad tillförsel av metaboliskt protein (t.ex. AAT). Enligt Nielsen & Volden (2011) beror det avtagande merutbytet inte på utfodringsnivån eller mjölkavkastningen utan främst på mängden tillgänglig energi för mjölkproduktion. Fysiologiskt stadium påverkar, t.ex. om korna mobiliserar kroppsvävnad eller bygger upp kroppreserverna (Volden, 2011).

Behandling för att minska nedbrytbarhet hos foderprotein i vommen

Det finns olika sätt att minska nedbrytningshastigheten av protein i vommen, t.ex. genom kemisk behandling av fodret eller värmebehandling. Värmebehandling anses vara mest framgångsrik (Walz & Stern, 1989). Dessutom kan värmebehandling förstöra antinutritionella substanser vilket också förbättrar näringsvärdet (Bajpai *et al.*, 2005). I teorin innebär detta att det finns mer tillgängliga aminosyror att absorbera i tunntarmen vilket skulle förbättra proteinförsörjningen till framför allt högavkastande mjölkkor. Under senare år har frågeställningen aktualiserats i ekologisk mjölkproduktion då det varit aktuellt att utfodra med hela kärnan (som krossade eller malda) av proteinfodermedel som t.ex. ärter, lupiner eller sojabönor. Flera undersökningar har visat att värmebehandling minskar vomnedbrytbarheten hos olika fodermedel (tabell 15). Effekten av värmebehandlingen analyserades *in sacco*, dvs. fodret lades in i nylonpåsar i vommen på vomfistulerade kor och nedbrytningen av foderprovet över tiden studerades.

Att värmebehandla lupin har visat sig minska lösligheten i vommen men har inte visat sig ge de fördelar med ökad mjölkproduktion som väntat jämfört med obehandlad lupin enligt en litteraturgenomgång av White (2007). Enligt en litteraturgenomgång av Eriksson *et al.* (2007) har studier både *in vivo* (i djuret) och *in vitro* (i laboratoriet) visat på en långsammare nedbrytning av lösligt lup-

inprotein jämfört med lösligt ärtprotein. Värmebehandling har i flera studier gett en lägre löslighet och nedbrytningshastighet av lupinproteinet samt ett ökat flöde av aminosyror till tunntarmen.

I en dansk studie av Lund *et al.* (2004) undersöktes effekten av värmebehandling på åkerböna, sojaböner, lupiner och ärter. Upphettningsgraden till 140 grader i 90-120 sekunder ökade proteinvärdet (det blev mer svärnedbrutet i vommen) för alla fodermedel. Värmebehandlingen gav inte någon påverkan på tarmsmältbarheten och inte heller någon negativ effekt på aminosyrorna lysin och metionin för lupinerna. Detta överensstämmer med övrig litteratur där olika typer av värmebehandling oftast sänkt EPD-värdet från 80-90 % till 50-60 % (Yu *et al.*, 2002).

Tabell 15. Effekt av värmebehandling på proteinets och stärkelsens vomnedbrytbarhet.

Fodermedel	Effekt av värmebehandling på proteinets vomnedbrytbarhet	Anmärkning	Referens
Spannmål	Positiv	Protein	McNiven <i>et al.</i> , 1995 Huhtanen & Heikkilä, 1996
Sojaböner	Positiv	Protein	Satter, 1986 Lund <i>et al.</i> , 2004
Rapsfrö	Positiv	Protein	Satter, 1986
Blå lupin	Positiv	Protein	Lund <i>et al.</i> , 2004
Ärter	Ingen effekt	Protein	Lund <i>et al.</i> , 2004
Korn, vete	Positiv	Stärkelse	Arielle <i>et al.</i> , 1995
Åkerböna	Positiv	Stärkelse	Lund <i>et al.</i> , 2007

Det har varit svårare att påvisa effekter av värmebehandling i rena produktionsförsök. Mogensen *et al.* (2008) konstaterar att effekten av värmebehandling för att minska vomnedbrytbarheten av protein varierade beroende på fodermedel. Utfodring av värmebehandlade sojaböner gav ökad avkastning (kg ECM), värmebehandling av blåa lupiner minskade mängden mjölkprotein och värmebehandling av korn hade ingen effekt alls. Värmebehandling (rostning) av åkerböna för att minska vomnedbrytbarheten av stärkelse hade inget effekt i ett danskt produktionsförsök (Mogensen *et al.*, 2008). I ett produktionsförsök där rapsmjöl, värmebehandlad rapsmjöl och sojamjöl jämfördes konstaterade Vanhatalo *et al.* (2003) att rapsmjöl fungerade bäst till foderstater baserat på gräsenilage och att värmebehandling av rapsmjöl påverkade fettsyrainnehållet i mjölken men inte ökade mjölkavkastningen. I en metaanalys av olika produktionsförsök kunde inte någon effekt av värmebehandling av rapsmjöl påvisas (Huhtanen *et al.*, 2011).

Orsakerna till att effekten av värmebehandling av fodermedel för att minska vomnedbrytbarheten av protein eller stärkelse har varierande resultat i produktionsförsök är troligen flera:

- Den mikrobiella proteinsyntesen i vommen är underskattad vilket innebär att det inte är någon brist på AAT och därmed har effekten av värmebehandling ingen eller liten betydelse (Mogensen *et al.*, 2008).
- Värmebehandling minskar innehållet av lysin, alternativt, lysin kan inte utnyttjas effektivt av kon efter att fodret värmebehandlats. Lysin är ofta den mest begränsande aminosyran i kofoderstater (Lund *et al.*, 2004).
- Värmebehandling av rapskaka minskar halten av histidin vilket ofta är den mest begränsande aminosyran i gräsfoderstater (Rinne *et al.*, 1999).
- Värmebehandling minskar smältbarheten av icke vomnedbrytbart protein (Hvelplund, 1985).
- Bestämning med nylonpåsemetoden övervärderar effekten av värmebehandling (Rinne *et al.*, 1999).

Sammanfattning: Effekten av värmebehandling av fodermedel på kornas mjölkavkastning varierar betydligt och är alltså inte säkerställd.

Begränsande aminosyror

De aminosyror som oftast brukar anses begränsande till idisslare är metionin och lysin. Men studier i Finland tyder på att histidin är den först begränsande aminosyran här i Norden då foderstaterna i många fall bygger på gräsensilage och spannmål (Korhonen *et al.*, 2000). Rapsmjöl har en något högre andel histidin än sojamjöl och är därför troligtvis gynnsammare ur denna synvinkel för foderstater som bygger på gräsensilage (Shingfield *et al.*, 2003).

Utfodringsförsök där aminosyror skyddats mot nedbrytning i vommen har gett positiva resultat på mjölkavkastningen. I en studie med 9 gram vomskyddat metionin per dag, som en behandling vid olika nivåer av råprotein och vomskyddat protein, erhöles en liten ökning av avkastningen (Broderick *et al.*, 2009). Likvärdig avkastning för rapsmjöl och sojamjöl redovisas i andra amerikanska försök (Brito & Broderick, 2007). Nya försök under bearbetning visar även de på likvärdig mjölkavkastning då 14 % råprotein plus skyddade aminosyror jämförts med 16 % råprotein (Broderick, 2010). Detta tyder på att när en aminosyra är begränsande del av det totala proteinbehovet kan utbytet bli relativt stort av en liten tillsats. Sannolikt beror det på skillnader i effektivitet hos olika källor av vomskyddat protein och på skillnader i deras aminosyraprofil (Broderick, 2010).

Maximala givor av enskilda fodermedel

I praktisk utfodringsrådgivning begränsar man ibland givor av enskilda fodermedel. Orsakerna till detta kan vara t.ex. att fodermedlet inte är smakligt eller att det innehåller för mycket av antinutritionella ämnen. I normala fall ska inte maxgränser av enskilda fodermedel behövas. Vid utfodring med fodermedel med högt råproteininnehåll bör en extra kontroll göras vad gäller aminosyra-innehållet. Vissa proteinfodermedel kan ha lågt innehåll av en enskild aminosyra vilket innebär att en stor giva av ett enda proteinfodermedel kan medföra brist på individuella aminosyror.

Vid optimeringar med NorFor är det självklart så att totala innehållet av t.ex. NDF, stärkelse eller råfett kombinerat med vombelastningstalet innebär begränsningar av fodermedel och styrning av hela foderstaten.

Kraftfoder som proteinkälla

Rapsprodukter

Raps är det proteinfoder som används mest till nötkreatur, cirka 210 000 ton 2010, vilket är dubbelt så mycket som soja som är det näst största proteinfodermedlet med 105 000 ton 2010 (Dahlström *et al.*, 2011). Det finns ett flertal rapsprodukter för foderändamål, helt rapsfrö, rapskaka, rapsexpeller, rapsmjöl och värmebehandlat rapsmjöl. Extraherat rapsfrö ger rapsmjöl som utgör hela 80 % av alla rapsprodukter (Dahlström *et al.*, 2011). För att producera ett kg rapsmjöl går det åt ca 1,7 kg rapsfrö (Davis *et al.*, 2006).

Kemisk sammansättning

Rapsfrö innehåller en hög andel råfett, ca 47,5 % (NorFor's fodermedelstabell 2010) och fetthalten är en begränsande faktor vid utfodring. Alltför mycket fett i fodret är ju negativt för de mikroorganismer i vommen som bryter ner fiber. För att öka möjligheten till högre andel rapsprodukter i foderstaten är någon form av processning av fröet där fetthalten reduceras fördelaktig. Rapsfröexpeller innehåller exempelvis 10-20 % råfett. Tidigare har hög halt glukosinolater varit en begränsande faktor vid utfodring av rapsprodukter. Växtförädling har dock minskat innehållet av detta väsentligt och det anses inte längre vara något problem (Hristov *et al.*, 2011). NorFor's fodertabell visar på stora skillnader vad gäller nedbrytningshastigheten för potentiellt nedbrytbart råprotein (nhRäprot) och NDF (nhNDF) i olika rapsprodukter (tabell 16).

Råproteinhalten för värmebehandlat rapsmjöl är 384 gram per kg TS och för rapskaka (behandlad) 339 gram per kg ts (Bertilsson *et al.*, 2003). Det finns även kommersiella kombinationsprodukter av raps-produkten Expro och tor-kad drank på marknaden (Persson, 2010).

Enligt NorFor's fodermedelstabell (2010) innehåller rapsprodukter mer metionin än vad sojamjöl gör (tabell 18). Dessutom innehåller rapsprodukter en ganska hög halt fosfor (tabell 19).

Processning av rapsråvara innan utfodring

Rapsfrö kräver sönderdelning innan utfodring för att kunna smältas i kons mag-tarmkanal (Dansk Kvaeg, 2012). De vanligaste metoderna är att rapsfröet krossas, mals eller pressas till rapskaka, utan eller i kombination med värmebehandling (t.ex. rapsexpeller/exprokaka). Skillnaden mellan kakor och expeller är pressningstekniken, där expeller pressas hårdare med skruvpressar medan kakor er-hålls genom hydraulisk pressning mellan plattor. Ett av de första fabriken av skruvpressar hette Expeller, därav namnet. Till följd av friktionen kan tempera-turen i expeller stiga över 100 grader och en viss påverkan på proteinet bli följden. Rapsmjöl erhålls sedan mesta möjliga mängd fett pressats ut och sedan produkten behandlats med extraktionsmedel (lösningssmedel) för att få ut återstoden. Denna process kan bara ske industriellt – inte på gårdsnivå. Alla foderprodukter utom frö kan behandlas med värme eller kemiskt för att minska nedbrytningshastigheten i vommen. Rapskakan kan i sin tur extraheras till mjöl i kombination med eller utan värmebehandling. Värmebehandlingen av rapskakan höjer proteinvärdet och en-ligt Bertilsson & Emanuelson (1995) har värmebehandlad rapskaka visat sig smak-ligare än både kallpressad rapskaka och sojamjöl.

Forskningsresultat från utfodringsförsök

Två grupper mjölkkor jämfördes i en studie, en utfodrades med upp till 4 kg raps-kaka (28 % råprotein; 20 % fett) per dag i blandfoder (13 kg ts vallfoder, ärter, korn och vete), och den andra gruppen fick samma blandfoder men med 5 % KRAV-godkänt koncentrat (Johansson *et al.*, 2003). Detta pågick under två stallperioder och resultaten visade att båda grupperna producerade bra. Rapsgruppen mjölkade 36,0 kg ECM per dag jämfört med kontrollgruppens 34,7 kg. Även enligt Bertilsson *et al.* (2003) fungerar rapsprodukter utmärkt som ersättning till sojaprodukter.

Sammanfattande slutsatser: Rapsprodukter är ett bra proteinfoder till mjölkkor. Vad gäller rapsfrö är det fettinnehållet som i första hand begränsar användningen. Vid omfattande användning ska även mängden tillförd fosfor uppmärksammas.

Tabell 16. Proteinvärden för olika protein fodermedel enligt Norfor's fodermedelstabell 2010.

Fodermedel	Råprotein g/kg TS	Lösligt råpro-tein (sRåprot) g/kg råprotein	Potentiellt ned-brytbart protein (pnRåprot) g/kg råprotein	Nedbrytningshastig-het för potentiellt nedbrytbart råpro-tein nh Råprot, % tim.
Lupiner (gula)	419	497	483	34,2
Lupiner (blå)	361	741	239	34,2
Ärter	239	711	288	9,1
Åkerböna	302	691	283	10,8
Rapsfrö	218	334	610	12,6
Rapskaka 13 % (kallpressad)	322	568	355	32,3
Rapsexpeller 10 % (expeller)	343	250	725	4,9
Rapsexpeller 13 % (värmebehandlad)	330	250	725	4,9
Sojaböna (rostad)	411	95	905	6,5
Soy pass	490	60	940	3,2

Åkerböna

Kemisk sammansättning

Åkerböna innehåller ca 30 % råprotein vilken gör den till ett värdefullt proteinfoder. Dessutom har den en hög fosforhalt, 5,7 g/kg ts enligt NorFor's fodermedelstabell (tabell 19). Tabellen visar även på en låg nedbrytningshastighet för både potentiellt nedbrytbart råprotein och potentiell nedbrytbar NDF (tabell 16 och 17). Dessa värden är till fördel för åkerbönan jämfört med många andra fodermedel.

Enligt Norfor's fodermedelstabell (2010) innehåller åkerbönan den viktiga aminosyran lysin likvärdigt med sojamjöl, se tabell 18.

Åkerbönor innehåller antinutritionella substanser som tanniner, proteasinhibitorer och glykosider, men halterna är lägre i nyare sorter. För nötkreatur bör de inte utgöra något problem om rekommendationer följs (Bertilsson *et al.*, 2003). Tanniner kan dessutom ge en fördel då de bromsar proteinnedbrytningen i vommen. (Karlsson, 2010, Lorenz, 2011)

Processing av råvara innan utfodring

Åkerböna utfodras normalt krossad eller mald. Senaste åren har det genomförts studier med bland annat värmebehandling (Volpelli *et al.*, 2010), extraktion, expansion (Masoero *et al.*, 2005), extrudering (Benchaar *et al.*, 1994) samt rostning av åkerbönor (Goelma m.fl., 1998, Mogensen *et al.*, 2010, Masoero *et al.*, 2005). Dessa visar att den olösliga proteinfraaktionen och mängden lösligt protein i vommen minskar med dessa processer, åtminstone *in vitro*.

Utfodringsrekommendationer

Såväl forskning som praktik visar att åkerböna med fördel kan användas i betydande mängder till mjölkkor, någon viss begränsning finns inte angiven. Enligt äldre litteraturuppgifter kan emellertid urinen rödfärgas vid mycket höga givor. Detta kan tyda på hämolys dvs. de röda blodkropparna har skadats av någon anledning och färgämnet läckt ut (Gauffin & Spörndly, 1992). Samma fenomen har iakttagits hos människor som ätit bonbönor. Orsaken är troligen en genetisk defekt hos ett enzym som medverkar i blodcellernas metabolism (Naik & Andersen, 1971). Detta kan alltså drabba både människor och flera djurslag.

Sammanfattande slutsatser: Åkerböna är ett värdefullt proteinfoder som kan utgöra en betydande del av kraftfodret.

Tabell 17. NDF-värden för olika proteinfodermedel enligt NorFor fodermedelstabell 2010.

Fodermedel	NDF g/kg TS	Potentiell nedbrytbar NDF (pnNDF) g/kg NDF	Osmältbar NDF (iNDF) g/kg NDF	Nedbrytningshastighet för potentiell nedbrytbar NDF (nhNDF) % / tim.
Lupiner (gula)	249	968	32	5,6
Lupiner (blå)	250	968	32	5,6
Ärter (kärna mat)	126	984	16	10,4
Åkerböna (kärna)	158	976	25	5,5
Soja böna	108	939	61	5,0
Rapsfrö	188	686	314	13,3
Rapskaka 13 % (kallpressad)	226	491	509	10,4
Rapsexpeller 10 %	268	489	511	10,4
Rapsexpeller 13 % (värmebehandlad)	226	491	509	10,4
Sojaböna (rostad)	108	939	61	5,0
Soy pass (behandlat sojamjöl)	250	963	38	3,4

Ärter

Kemisk sammansättning

Utmärkande för ärter är ett relativt högt innehåll av råprotein, ca 24 % och en hög andel stärkelse, ca 50 % som är den individuellt största komponenten (Norfor's fodermedelstabelle, 2010). Stärkelsen i baljväxter liknar en kristallstruktur vilket gör den mer svårnedbruten jämfört med exempelvis korn (Martinsson, 2006). Proteinet i ärtan är lösligt, framför allt beroende på lågt innehåll av svavelhaltiga aminosyror (Rondahl, 2004). NorFor's fodertabelle (2010) visar på låg nedbrytningshastighet för potentiellt nedbrytbart råprotein (nhRåprot) (tabell 16). Lysinhalten i ärter är högre än för sojamjöl enligt NorFor's fodermedelstabelle (tabell 18).

Forskningsresultat från utfodringsförsök

Äldre svenska försök har enligt Bertilsson *et al.* (2003) visat tendenser till en något lägre mjölkavkastning då ärter ingått med ca 30 % av kraftfodret jämfört med foderstater kompletterade med sojamjöl. Ingen statistisk skillnad kunde påvisas, men mjölkavkastningsnivåerna i försöken var låga jämfört med dagens nivåer. Nyare försök visade dock att vid högre mjölkavkastningsnivåer krävs andra proteinkällor än ärter (som har lägre andel buffertlösligt protein) för att täcka mjölkens behov av AAT (Christensen och Mustafa, 2000).

Eriksson (2010b) visade på lägre mjölkproduktion då ärter ersatte lupin i en foderstat. Ärter gav 23,2 kg ECM per dag och lupin 24,3 kg ECM. Lupinens högre innehåll av fett kan till viss del förklara resultaten i detta försök. I en kanadensisk studie av Corbett *et al.* (1995) jämfördes ett standardkoncentrat av sojamjöl och rapsmjöl, med en blandning med 25 % ärter som proteinkälla i fullfoderblandning. Båda koncentraterna innehöll totalt 18,5 % råprotein och samma andel osmältbart protein. Där visade resultaten, å andra sidan, att blandningen med ärter gav en högre mjölkproduktion; 31,3 kg/d (FCM, Fettkorrigerad mjölk) i tidig laktation jämfört med 29,7 kg/d. Över stor del av laktationen (6 månader) sågs ingen skillnad i kg FCM. Detta tyder på att ärter till viss del kan ersätta soja- och rapsmjöl som proteinkälla i fullfoderblandningar utan negativa effekter, åtminstone till medelavkastande och lågavkastande kor.

I ett italienskt stationsförsök där utfodring med obehandlade ärter, expanderade ärter och extruderade ärter jämfördes med en kontrollgrupp som fick en blandning av soja- och kornmjöl fick gruppen som tilldelades expanderade ärter högre mjölkavkastning uttryckt som kg mjölk. Däremot var det ingen skillnad i kg FCM (Masoero *et al.*, 2006).

Sammanfattande slutsatser: Ärter är smakliga, men det höga stärkelseinnehållet kan vara begränsande för användningen. Ärter behöver kompletteras med mera vomstabil protein (som bryts ner långsammare i vommen) till högavkastande kor.

Tabell 18. Innehåll av lysin, metionin och histidin i fodermedel, gram aminosyror per 100 gram råprotein.

Foder	Fodernr, NorFor	Lysin	Metionin	Histidin
Rapsfrö	002-007	5,52	1,88	2,74
Sojaböner	002-008	6,20	1,47	2,70
Rapsfröexpeller, kallpressad	002-049	5,50	2,00	2,79
Rapsfröexpeller, värmebehandlad	002-021	5,10	2,00	2,40
Rapsmjöl,	002-042	5,50	2,00	2,79
Expro	002-092	6,00	2,10	3,10
Sojamjöl	002-053	6,17	1,40	2,61
Palmkärna	002-051			
Åkerböna	003-007	6,19	0,80	2,53
Ärter	003-006	6,99	0,98	2,51
Lupiner	003-005	5,00	0,90	2,30

Lupin, blå, gul eller vit

Globalt odlas ett antal olika lupinarter. I Australien, som är den största producenten av lupin (White *et al.*, 2007), är blålupin (smalbladig lupin) den vanligaste men även gul- och vitlupin förekommer. Den vita lupinen är vanligast i Europa och Nordamerika. I Skandinavien är det blålupin som är aktuell att odla, blålupin mognar tidigare än de andra arterna. Men även Danmark ligger utanför det klimatområde där blålupin är odlingsstabil. Införandet av nya sorter av blålupin har inneburit att odling av blålupin testats i både Danmark och Sverige (Flengmark *et al.*, 2005).

Kemisk sammansättning

Gul lupin innehåller ca 42 % råprotein, blålupin ca 36 % enligt NorFor's fodermedelstabell (2010). *In sacco*-försök med svenskodlad blålupin (Andresen, 2003) resulterade i proteinnedbrytbarhet (EPD-värde) enligt AAT/PBV-systemet på 63 %. Dock har EPD-värdet för olika lupinformor visat på stor variation mellan utländska studier, 53-96 % (Eriksson *et al.*, 2007; Yu *et al.*, 2002). Det bör framhållas att det finns många sorter på den internationella marknaden men att sorter anpassade till nordiskt klimat saknas.

Nedbrytningshastighet för potentiellt nedbrytbart råprotein (nhRåprot) för både gul- och blålupin är 34,2 % per timme och en nedbrytningshastighet för potentiell nedbrytbar NDF (nhNDF) på 5,6 % per timme (tabell 16 och 17).

Som framgår av tabell 18 är lysin och metionin klart lägre än för sojamjöl hos både gul- och blålupin, 4,8 och 5,0 % för lysin och 0,7 och 0,9 % för metionin jämfört med sojan på 6,2 och 1,4 %.

Lupiner innehåller alkaloider som kan vara hämmade för konsumtionen, högt innehåll av alkaloider medför att fodret smakar bittert. Enligt danska rekommendationer bör innehållet av alkaloider vara under 600 mg/kg till nötkreatur för att man ska kunna blanda in upp till 20 % lupiner i fodret (Swensson, 2006). Nyare sorter av blålupin mognar tidigare och därigenom har smakligheten förbättrats (Pauly & Boström, 2007; Bertilson *et al.*, 2003; Andresen, 2003).

Processning av lupiner innan utfodring

Studier har visat på minskad mjölkavkastning då hel lupin jämförts med finmald lupin (May *et al.*, 1993) och önskvärt är grövsta möjliga malning för att minska nedbrytningshastigheten av proteinet i vommen. Enligt Andresen (2003) bör lupin krossas i en kross med förvalsar för bästa effekt. Ingår lupinerna i fullfoder och ska blandas i en blandarvagn fungerar det även att mala lupin i en hammarkvarn. Eriksson *et al.* (2007) visade att malning av blålupin med hammarkvarn gav betydligt högre löslighet av proteinet jämfört med då knivkvarn användes som bildade mindre andel små partiklar.

Mogensen *et al.* (2008) undersökte effekten på mjölkavkastningen av att utfodra rostade blålupiner, sojabönor och havre. Rostningen minskade nedbrytningen av protein i vommen för alla tre fodermedlen *in sacco*. När rå blålupin jämfördes med rostad fanns en tendens (dock inte signifikant) till att den rostade lupinen ökade mjölkavkastningen.

Forskningsresultat från utfodringsförsök

Det går utmärkt att ersätta sojamjöl med lupin utan att avkastningen påverkas negativt enligt May *et al.* (1993). En sammanställning av utländska utfodringsförsök med lupin av White *et al.*, (2007) visar att givor upp till 12 kg ts per dag av malt lupinfrö som enda komplement till bete eller hö fungerar (den extremt höga givan orsakade dock i några fall trumsjuka). I en studie av Marley *et al.*, (2008) jämfördes mjölkavkastningen mellan två foderstater, en med gul lupin och den andra med sojamjöl som proteinkälla. Resultaten visade ingen signifikant skillnad i mjölkavkastning mellan de båda behandlingarna.

Enligt en litteraturgenomgång av Bertilsson *et al.* (2003) har 10 % lupinfrö i foderstaten gett samma mjölkavkastning som motsvarande mängd protein från sojamjöl. Andra försök har visat på lägre foderkonsumtion när värmebehandlad vitlupin ingått, men resultaten visade på oförändrad mjölkavkastning.

I en studie av Eriksson *et al.* (2007) där svenskodlad blålupin jämfördes med ärter till mjölkkor fann man inga stora skillnader i kväveutnyttjande. Däremot gav blålupin, upp till 3,8 kg ts per dag, jämfört med ärter, upp till 5,7 kg ts per dag, högre mjölkavkastning (24,3 vs. 23,2 kg ECM/ko/dag) och högre mjölkfetthalt, men samma mjölkproteinavkastning. Lupin innehåller som nämnts nästan ingen stärkelse vilket innebär att en högre andel spannmål kan användas i foderstaten vid inblandning av lupin jämfört med t.ex. ärter.

I en svensk fältundersökning av Andresen (2003) konstaterades att ekologiska mjölkproducenter utan problem utfodrat med 0,8 till 2,5 kg lupin per dag. Pauly & Boström (2007) rekommenderade en maximal giva på 3 till 4 kg lupinfrö per ko/dag på grund lupinens höga innehåll av fiber.

Sammanfattande slutsatser: Erfarenheten av lupin som kraftfoder är begränsad under förhållanden som liknar svenska. Högt proteininnehåll och låg andel stärkelse är positivt för fodervärdet. Utfodring av lupiner har lett till avkastning jämförbar med när soja utgjort proteinkompletteringen. Grov struktur (grovmalning, krossning) verkar positiv för proteinvärdet, medan effekten av värmebehandling är tveksam.

Drank

Drank är en biprodukt vid etanoltillverkning. Utgångsmaterialet kan vara mycket skiftande, frukt, trä, melass, spannmål och potatis (Eriksson *et al.*, 1972). Drank har på senare år blivit mycket aktuell som foderråvara både i Sverige och utomlands på grund att olika grödor används för att framställa etanol till drivmedel. I USA är majs den vanligaste råvaran, i Sverige är det framför allt vete som använts som råvara. Svensktillverkad drank härstammar från två principiellt olika industrier, dels drank från spritframställning (Nöbbelev, framställning av vodka) dels drank från etanoltillverkning avsett för drivmedel (etanoltillverkning i Norrköping).

Drank från spritframställning hanteras som blöt råvara och används framför allt till svin och nötkreatur. Den totala produktionen är cirka 325 000 ton blöt råvara per år vilket motsvarar cirka 13 000 ton ts drank till nötkreatur (www.sbi-trading.se/).

Vid framställning av etanol avsett som bränsle tillverkas den torra biprodukten Agrodrank™. Vid full kapacitet beräknas cirka 175 – 200 000 ton Agrodrank framställas i Norrköpingsfabriken.

Den framtida tillgången på blöt drank förväntas öka i takt med ökad produktion av vodka. Däremot är framtida tillgång på Agrodrank betydligt osäkrare då produktion av etanol för användning som drivmedel är beroende av priset på spannmål och av politiska beslut.

Kemisk sammansättning

Drankens kemiska sammansättning beror på utgångsråvaran som i Sverige är vete för den blöta dranken. För den torra dranken är det övervägande vete som är råvara, även om korn och rågvete förekommer. I USA är majs den vanligaste råvaran. Vetedrank (t.ex. Agrodrank™) innehåller ca 32 % råprotein enligt NorFor's fodermedelstabell (2011).

Nedbrytningshastighet för potentiellt nedbrytbart råprotein (nhRäprot) för vetedrank är 8,0 % per timme och en nedbrytningshastighet för potentiell nedbrytbar NDF (nhNDF) på 2,4 % per timme (tabell 16 och 17).

Vetedrank innehåller likvärdigt med metionin som sojamjöl. Lysin ligger däremot klart lägre än för sojamjöl (tabell 18)

Jämfört med ärter, blålupin och äkerböna innehåller vetedrank en nästan dubbelt så hög halt fosfor (tabell 19).

Forskningsresultat från utfodringsförsök

Det har utförts flera utfodringsförsök i framför allt USA på drank baserat på majs. Schingoethe (2003) rekommenderas ett absolut maximum på 20 % majsdrank av det totala ts-intaget, vilket motsvarar 4,5-5 kg ts drank vid ett typiskt foderintag hos en mjölkko. I ett utfodringsförsök redovisat av Anderson *et al.* (2006) med blöt och torkad drank visades på ett ökat fett- och proteininnehåll i mjölken vid utfodringen av den blöta dranken jämfört med den torkade dranken. En metaanalys (många studiers resultat samlade) av försök där majsdrank utfodrats visade att komplettering med annan proteinkälla var nödvändig för att upprätthålla mjölkproduktionen (Hollman, 2011).

I ett kanadensiskt utfodringsförsök ersattes rapsmjöl som huvudsaklig proteinkälla med torkad vetedrank. Inblandningen i den totala foderstaten (på ts-basis) var 0 %, 10 %, 15 % och 20 %. Foderstaterna kompletterades med en mindre mängd sojamjöl utom i den grupp som fick 20 % drank där istället majsgluten användes som proteinfoderkomplement. Grovfodret i foderstaterna var kornensilage och lusernhö. Kraftfoder/grovfoderförhållande var 50:50 och de olika foderstaterna innehöll i stort sett samma energi och kvävemängd. Råproteinhalten i foderstaterna var 19 % eller strax under. Det fanns en förväntan att den mikrobiella proteinsyntesen inte skulle vara optimal för foderstaterna som innehöll mycket drank eftersom rapsmjöl har en bättre aminosyrasammansättning och framförallt mer lysin jämfört med drank (och innehåller mer vomnedbrytbart råprotein). Resultaten visade dock att både foderkonsumtionen och mjölkavkastningen ökade vid ökade drankgivor. Mjölkkorna konsumerade mer än 30 kg ts foder vilket innebar att "högdrank"-gruppen konsumerade minst 4 kg ts drank. Korna mjölkade omkring 45 kg ECM. En förklaring till att den sämre aminosyrasammansättningen hos vetedranken inte gav utslag i försöket kan vara att den höga råproteinhalten i foderstaten (Chibisa *et al.*, 2012).

I Sverige har ett antal utfodringsförsök till mjölkkor utförts med Agrodrank som det huvudsakliga proteinfodret. På Vikens försöksgård utfördes ett utfodringsförsök där syftet var att anpassa vallfodret till dranken. Man gjorde på följande sätt. Ett kg Agrodrank kompletterades med antingen gräsensilage med en råproteinhalt på 146 gram/kg ts eller klövergräsensilage med 178 gram råprotein/kg ts, alternativt där 2,5 kg eller 4 kg Agrodrank kompletterades med gräsensilage (146 gram råprotein/kg ts). Resultaten visade att gräsensilaget med det lägre råproteininnehållet kompletterad med 1 kg Agrodrank resulterade i "ett ökat intag av vomnedbrytbar NDF, minskat intag av osmältbar NDF, ökad halt och mängd av protein i mjölken, minskad ureahalt i mjölken samt en förbättrad fodereffektivitet". Utfodring med 2,5 kg Agrodrank innebar en högre fodereffektivitet jämfört med utfodring med 4 kg Agrodrank (Carlsson, 2007).

I en studie av Bertilsson (2007) ersatte Agrodrank (15 %, i genom-snitt 1.1 kg TS Agrodrank) samt rapsprodukter importkraftfoder (främst soja) i mjölkkors foderstater. Den genomsnittliga avkastningsnivån var 35 kg ECM/ko och dag. Resultaten visade ingen skillnad i mjölkavkastning mellan de två grupperna. I ett annat svenskt utfodringsförsök 2006/07 jämfördes kraftfoderblandningar som innehöll stor andel Agrodrank med blandningar med värmebehandlad rapskaka och expromjöl. Blandningarna var mycket lika vad gäller råproteininnehåll och övriga näringskomponenter. Kor som fick enbart drankfoder åt mer Agrodrank per dag (3,7 kg ts) jämfört med rapsprodukterna (3,5 kg ts). Detta stämmer överens med Schingoethe (2004) som menar att en stor andel drank i foderstaten inte påverkar smakligheten till det sämre. De kor som fick

båda sortens kraftfoder åt ca 1,8 kg ts agrodrank per ko och dag och 1,7 kg ts rapsprodukt. Utfodring med ett högt innehåll av Agrodrank i kraftfoderblandningen gav signifikant lägre mjölkavkastning jämfört med foderstaten baserad på raps enligt Bertilsson (2010) som konstaterade att Agrodrank inte kan rekommenderas som enda proteinkomplettering till hög- och medelavkastande kor. Däremot kan en kombination av Agrodrank och rapsprodukter hävda sig väl.

I en fältstudie redovisade Slätt & Swensson (2009) praktiska erfarenheter från utfodring av blöt drank i södra Sverige. Mellan 10 och 15 kg blöt (8-9 % ts) drank kunde med fördel utfodras till lakterande mjölkkor i blandfoder eller fullfoder.

Sammanfattande slutsatser: Drank behöver kompletteras med andra proteinkällor för att kunna utgöra en fullvärdig proteinförsörjning till högavkastande mjölkkor. I normalfoderstaten kan då upp till 3,5 kg Agrodrank utfodras. Blöt drank, 10-15 kg/ko/dag, kan med fördel utfodras i bland- eller fullfoderstater.

Tabell 19. Fosforinnehållet för olika proteinfodermedel enligt NorFor fodermedelstabell (www.norfor.nu).

Fodermedel	Fodernr NorFor	Fosfor gram/kg ts
Lupiner (gula)	003-0005	6,4
Lupiner (blå)	003-0004	4,7
Ärter (kärna mat)	003-0006	4,3
Åkerböna (kärna)	003-0007	4,7
Soja böna	002-0008	5,8
Sojaböna (rostad)	002-0009	5,8
Sojamjöl	002-0024	7,2
Sojamjöl, behandlad	002-0025	6,6
Rapsfrö	002-0007	7,6
Rapsexpeller 10 %	002-0044	11,1
Rapsexpeller 10 % kallpressad	002-0013	10,9
Rapsexpeller, 20 % kallpressad	002-0020	10,1
Rapsmjöl	002-0042	12,9
Expro	018-0019	12,1
Linfrö	002-0010	5,7
Linfrö, expeller	002-0035	8,6
Hampafrö	002-0088	11,5
Solrosfrö	002-0004	6,1
Oljepalm, expeller	002-0051	6,4
Havre, kärna	001-0003	4,1
Vete, kärna	001-0006	3,4
Rågvete, kärna	001-0015	3,5
Drank från spannmål, blöt	001-0101	8,1
Agrodrank	001-0038	8,1
Gräsensilage	006-0162	2,5
Klövergräsensilage	006-0165	2,6
Majsensilage	006-0305	2,2
HPmassa	006-0033	0,8

Proteinkraftfodermedel som används i mindre omfattning

Linfrö

Linfrö och olika biprodukter efter framställning av linolja har blivit intressanta under senare år av två skäl. Dels innehåller linfrö en hög andel omättade fettsyror och speciellt C18:3 – Omega 3 – som anses ha positiva hälsoeffekter för

människor, dels innebär den höga andelen omättade fettsyror att metanavgången kan minska från mjölkcor som utfodras med olika former av linfrö (Chilliard *et al.* (2009).

Kemisk sammansättning

Linfrökaka är användbart som foder till mjölkcor men proteinvärdet är något lägre än för raps. (Bertilsson *et al.*, 2003). Linfrö innehåller en mycket hög andel omättade fettsyror (Swensson, 2006). Även linfrökakan innehåller stor andel fett, ca 20 % av ts, vilket begränsar fodervärdet (Bertilsson *et al.*, 2003). Linfrökaka innehåller ca 30 % råprotein enligt Norfor's fodermedelstabell (2011) och linfrömjöl ca 40 %. Nedbrytningshastighet för potentiellt nedbrytbart råprotein (nhRäprot) för linfrökaka är 12,4 % per timme och dito för NDF (nhNDF) 4,9 % per timme.

Linfrökaka innehåller mer metionin än sojamjöl, däremot klart lägre halt lysin (Tabell 18). Jämfört med ärter, blålupin och äkerböna innehåller linfrömjöl och linfrökaka nästan dubbelt så hög halt fosfor (tabell 19).

Linfrö innehåller flera antinutritionella ämnen och potentiellt mycket giftiga produkter (blåsyra) kan bildas under lagringen. Dessa anses dock inte vara något större problem vid utfodring till idisslare. Linfröets kraftigt avvikande fettsyrasammansättning med hög andel fleromättat fett har väckt intresse för linfrö som en produkt som kan påverka mjölkfettets sammansättning mot mera omättat fett och även öka andelen av fettsyror av typen omega-3 (Olsson *et al.*, 1988; Bertilsson & Emanuelson, 1995).

Forskningsresultat från utfodringsförsök

Enligt Bertilsson m.fl., (2003) måste foderstater med inblandning upp mot 2 - 2,5 kg linfrökaka/ko och dag kompletteras med annan proteinkälla med lägre proteinnedbrytbarhet för att ge ett lika bra produktionsresultat som värmebehandlad rapskaka.

I början av 1990-talet utfördes utfodringsförsök med kallpressad linfrökaka till högavkastande mjölkcor där resultaten visade på lägre mjölkavkastning med enbart linfrökaka som proteintillskott jämfört med värmebehandlad rapsexpeller (Bertilsson *et al.*, 1994; Bertilsson & Emanuelson, 1995).

Sammanfattande slutsatser: Linfrökaka kan fungera bra vid utfodring av upp till 2 kg ts/ko/dag om det kompletteras med annat proteinfoder, t.ex. raps. Fett från linfrö har en potential för att påverka mjölkens fettsyrasammansättning i en riktning som anses positiv ur humannutritionell synpunkt. Omättat fett som tillförs kornas vom binder väte i ämnesomsättningen och kan därmed även minska kornas metanproduktion.

Svenskodlad soja

Kemisk sammansättning

Svenska fältförsök på Öland 2008 (Fogelberg, 2010) visade att råproteinhalten var ca 35 % för sojasorten Bohemia. .

Processning innan utfodring

Inga vetenskapliga studier har genomförts kring pressning av svenskodlad soja.

Forskningsresultat från utfodring

Idag finns inga vetenskapliga utfodringsförsök genomförda med svenskodlad soja till mjölkcor, däremot finns studier där svenskodlad soja utfodrats till kalvar.

Sammanfattande slutsatser: Sojaböna och produkter från den är världens mest använda proteinfodermedel och ett mycket beprövat sådant. Det finns ingen anledning att anta att svenskodlad soja skulle avvika väsentligt från internat-

ionellt tillgänglig vara. Avgörande är istället odlingsförutsättningarna och möjligheten att skörda.

Hampfrökaka

Kemisk sammansättning

Hampfrökaka innehåller ca 35 % råprotein enligt Norfor's fodermedelstabell (2010) och har en nedbrytningshastighet för potentiellt nedbrytbart råprotein (nhRåprot) på 13,5 % per timme. Nedbrytningshastigheten för potentiell nedbrytbar NDF (nhNDF) anges till 5,0 % per timme. Lysin-, metionin- och cystinhalten i hampfrökaka ligger alla något lägre jämfört med sojamjöl enligt Norfor's fodermedelstabell (2010).

Processing innan utfodring

Hampa kan odlas för fiber- och fröproduktion Vid kallpressning av hampfrö utvinns hampolja och utav pressresten fås en proteinrik pressrest, hampfrökaka, som kan användas som foder.

Forskningsresultat från utfodringsförsök

Under slutet av 00-talet genomfördes på Röbbäcksdalen utfodringsförsök på mjölkkor där hampfrökaka användes bl.a. till mjölkkor. Resultaten presenterades i en avhandling "Hempseed Cake as a Protein Feed for Ruminants" (Karlsson, 2010b). Studierna visade att vomnedbrytbarheten för proteinet hos hampfrökaka var låg mätt med *gas-in vitro*-metoden. Detta kunde dock inte verifieras *in sacco* d.v.s. hampfrökaka vägdes in i påsar som inkuberades hos vommen hos kor. Proteinets vomnedbrytbarhet var hög i vommen. Värmebehandling av hampfrökaka minskade vomnedbrytbarheten och ökade smältbarheten i tunntarmen. Vomstudierna visade också att fibern hos hampfrökaka var svårnedbrytbar vilket bidrar till hampfrökakans låga energivärde. Utfodringsförsök med hampfrökaka visade en ökande mjölkavkastning upp till en inblandning av 143 gram hampfrökaka per kg ts foder (Karlsson, 2010b).

Sammanfattande slutsatser: Användning av hampfrökaka till mjölkkor i Sverige begränsas odlingsmässigt. Det är svårt att få en jämn och hög avkastning med dagens sorter, dessutom är flera sorter förbjudna på grund av innehållet av den narkotiska substansen THC som också finns i Cannabis (delta-9-tetrahydrocannabinol). Ur utfodringspunkt innehåller hampfrökaka svårnedbruten fiber vilket begränsar användningen.

Mindre vanliga proteinfodermedel

Solros

En relativt vanlig gröda på den europeiska kontinenten är solros som framför allt använts till att utvinna olja. Biprodukter från oljeframställningen kan användas som foder till kor. Även hela frön har använts som foder till kor, fiberandelen är i detta fall hög och blir begränsande i kofoderstater (Gauffin & Spörndly, 1992). Begränsande för solros i Sverige är odlingen. Det är svårt att få fram solros till mogen skörd. Tänkbart, men outforskat, är att använda solrosensilage.

Drav

Drav eller mäsik är en biprodukt från ölbryggerier som lokalt kan ha stor betydelse. Normalt används korn som utgångsmaterial vid öltillverkning. Kornet utsätts för en mältningsprocess där stärkelsen kommer att spjälkas till socker av olika varianter av enzymet amylas. Draven är alltså restprodukten och består framför allt av svårlösliga kolhydrater, skal och protein. Draven kan utfodras färsk, ensilerad eller torkad. Näringsvärdet beror av utgångsmaterialet som kan variera, därför rekommenderas att alltid analysera draven från respektive

bryggerier. Råproteinhalten kan variera kraftigt mellan olika partier. Drav anses ha ett vomstabil protein och vara ett smakligt foder (Eriksson *et al.*, 1972; Spörndly, 2000).

Grovfoder som proteinkälla

Vallfoder

Kemisk sammansättning

Vallfoder skördat till ensilage, 1:a skörd med hög smältbarhet, innehåller ca 15 % råprotein enligt NorFor's fodermedelstabell (2011). Nedbrytningshastighet för potentiellt nedbrytbart råprotein (nhRåprot) för ensilage 1:a skörd med hög smältbarhet är 9 % per timme och en nedbrytningshastighet för potentiell nedbrytbar NDF (nhNDF) på 4,8 % per timme (NorFor's fodermedelstabell, 2011).

Ensilage 1:a skörd med hög smältbarhet innehåller 1,43 gram metionin per 100 gram råprotein jämfört med sojans 1,42. Lysin och cystin är däremot klart lägre än för sojamjöl 3,68 respektive 0,78 jämfört med 6,21 respektive 1,50 enligt NorFor's fodermedelstabell (2011).

Fosforhalten för ensilage 1:a skörd med hög smältbarhet är 2,6 gram per kg ts.

I Sverige utfodras vanligtvis blandvallar av de vanliga gräsen (timotej, ängsvingel och engelskt rajgräs), samt rödklöver och/eller vitklöver. Olika försök har visat att foderintaget blir högre med baljväxtinslag (Bertilsson & Murphy, 2003). Med hög andel baljväxter kan det bli obalans mellan protein och energi, med stora kväveförluster som följd om man inte balanserar det hela i foderstaten. Användning av tanninrika växter som kärringtand och esparsett kan förbättra proteinutnyttjandet (Hedqvist, 2004; Lorentz, 2011).

Processning innan utfodring

Vallfoder är en stor och viktig del i mjölkornas foderstat och har ofta ett högt innehåll av råprotein. Dock bryts en stor del av proteinet snabbt ned i vommen och kan vara svårt att utnyttja till fullo (Eriksson *et al.*, 2010a). Konserveringen av ensilaget spelar därför en viktig roll då en väl genomförd konservering medför en hög andel intakt protein. Dessutom är konserveringen viktig för en hög mikrobproteinproduktion, halten mjölkprotein och den totala mjölmängden (Bertilsson *et al.*, 2003). Graden av sönderdelning av vallfodret kan ha betydelse för foderkonsumtionen. Vid mycket korthackat foder kan struktureffekten till stor del försvinna och störa vomjäsningen. Hellångt ensilage som i stora balar kan vara begränsande för konsumtionen.

Ett högt innehåll av ammoniakkväve och t ex vissa flyktiga fettsyror ökar fyllnadsfaktorn på ensilage och kon förväntas äta mindre av detta (Volden, 2011).

Forskningsresultat från utfodringsförsök

Att vallfodrets kvalitet och näringsinnehåll är avgörande betydelse för produktionsresultatet i mjölkproduktionen är idag allmänt erkänt. I olika undersökningar har det visats att vallfodrets genomsnittliga energiinnehåll är en av de viktigaste förklaringsfaktorerna till den variation i mjölkavkastning som man kan se mellan olika år.

Vallen är det fodermedel som har den största potentialen för att kunna öka andelen närproducerat i foderstaten. Produktionen av ett högkvalitativt grovfoder är av stor vikt för att minimera behovet av inköpt kraftfoder (Jonsson, 2010) och det finns ett stort utrymme för högre andel vallfodergivor om vallfodret är av bra kvalitet med bl.a. hög andel smältbar fiber enligt Bertilsson (2003). Genom att öka andelen vallfoder i foderstaten kan man troligen inte räkna med

samma avkastningsökning men det kan ändå vara totalekonomiskt intressant om man har en kostnadseffektiv hantering av vallfoder i hela kedjan.

Trots detta har andelen vallfoder i kornas foderstater stadigt sjunkit över åren. Från 1983 till 1994 minskade andelen vallfoder i foderstaten från ca 60 % ner till 50 % (Bertilsson m.fl.). 2003). Statistik från IndividRAM-gårdar, i en rapport från 2003 av Bertilsson *et al.*, visade genomsnittliga vallfodergivor på 8,6 kg ts/ko och dag vilket kan anses förhållandevis lågt och enligt en beräkning utgjorde skördat grovfoder och bete knappt hälften av de svenska kornas foder sett på årsbasis.

I ett nyligen avslutat SLU-projekt varierades kornas grovfoderandel. Försöket varade över hela laktationen, men under de första 12 veckorna efter kalvningen fick alla kor som högst 50 % grovfoder. Därefter fick grupp L (=Låg vallgiva) som högst 50 % grovfoder på ts-bas i foderstaten. För grupp H (hög vallgiva) höjdes vallandelen till 70 % under perioden fram till laktationsvecka 24 och därefter 90 %. Däremellan fanns gruppen M (=Medel vallgiva) vars vallandel höjdes till 60 % under vecka 13-24 och sedan till 70 %. Vallensilaget var av hög kvalitet med drygt 11 MJ ME per kg ts. Under sommaren fick grupp L behålla sitt grovfoder även under betesperioden, medan grupp M och H fick klara sig enbart på betet under sommaren. Avkastningsnivån för grupp L var knappt 10 000 kg ECM per år. Grupp M hade en avkastning som var ca 3 % lägre, medan grupp H:s avkastning var 12 % lägre. På grundval av dessa fakta gjordes ekonomiska beräkningar för typgårdar med 80 eller 160 kor och belägna i fyra olika områden i Sverige. Beräkningarna visar att alternativ M har bäst och H sämst lönsamhet i samtliga produktionsområden och prissituationer (Spörndly & Kumm, 2011).

Sammanfattande slutsatser: Bra vallfoder, inte minst högt energivärde, har underskattats och kan ökas väsentligt i utfodringen med bibehållen eller bättre ekonomi. Ur djurvälståndssynpunkt och ur miljösynpunkt är ökad vallutfodring positiv.

Helsädesensilage – spannmål och baljväxter

Kemisk sammansättning

Innehållet av protein i helsädesensilage av spannmål är lågt och avtar ju senare man skördar vilket innebär att helsädesensilage av spannmål lämpar sig bäst som foder till äldre växande djur som har låga tillväxtkrav, t.ex. kvigor och stutar. Användning till andra djurkategorier kan vara aktuell om man vill få in fiber/-struktur i foderstaten. För att helsädesensilage ska ge mer protein än vallen krävs ett helsädesensilage med väsentligt inslag av baljväxter (Olsson, 2010).

Processning innan utfodring

I Danmark har man använt helsädesensilage sedan början av 1970-talet. Ensilering av helsäd innebär att hela plantor skördas innan tröskmognad och ensileras som grovfoder (Sundberg & Olsson 1998). Alla fyra spannmålsslagen korn, havre, vete och rågvetete används idag som helsädesgrödor i Sverige. Stråsäden odlas ofta i kombination med en proteingröda, som ärter eller åkerböna (Nadeau, 2004). Det har visat sig vara en fördel om grödan är kortsträig, stråstyv och svampresistent (Sundberg & Olsson 1998). Detta ger mindre andel halm, minskad risk för liggsäd och bättre hygienisk kvalitet.

En av de stora fördelarna med att använda helsäd istället för gräsensilage är den höga avkastningen av en skörd istället för flera små (som i vallskördesystem) vilket gör det relativt billigt att producera. Det är då viktigt att skörda ungefär vid tidig degmognad för att finna en god balans mellan mängd och kvalitet (Wallsten, 2008).

En egenskap som försvårar ensileringen av helsäd är dess grova struktur vilket gör den svårpackad i plansilo med risk för varmgång. Vid hantering av rundbalar finns risk för stickhål på plasten och det rekommenderas några extra varv med plast (Sundberg & Olsson 1998).

Forskningsresultat

Från försök, främst utländska, finns goda erfarenheter av att ta in helsädesensilage i mjölkornas foderstater. Många försök visar att blandning av helsädesensilage och proteinrikt vallfoder leder till ökat proteinutnyttjande och detta samtidigt som ammoniakspillet från mjölkproduktionen minskar (Bertilsson *et al.*, 2003). Olika typer ärtensilage har god smaklighet och äts gärna av mjölkkor. Det kan användas för att ersätta ett bra vallensilage och ärtans låga fiberandel medför även att foderintaget kan bli högt. Ett svenskt utfodringsförsök, där ärt/havreensilage skördades vid olika tidpunkter, visade att sen skörd gav högst foderintag (upp till 12,5 kg ts/dag) samt även den högsta avkastningen.

Ärt/havreensilage fungerar bra till högmjolkande kor och kan mycket väl ersätta vanligt vallensilage (Rondahl, 2007). I ett svenskt utfodringsförsök visades att en blandning (50:50) av vallensilage och ärt/havreensilage dessutom gav en kraftfodersparande effekt utan att mjölkavkastningen sjönk (Rondahl, 2008).

Ytterligare en svensk studie där mjölkkor utfodrades med helsäd av korn skördat vid olika tidpunkter (full axgång, tidig mjölmognad och tidig degmognad) visade inte på några skillnader i konsumtion. Däremot gav tidig degmognad en högre avkastning (kg ECM) och visade sig även mer ekonomiskt fördelaktigt (Wallsten, 2006; Wallsten, 2008; Wallsten, 2012).

I en avhandling av Wallsten (2008) drogs slutsatsen att, baserat på den kemiska sammansättningen och grödans smältbarhet, helsädesensilage av korn samt hösträgvete hade ett bättre fodervärde än helsädesensilage av havre och råg. Korn kan å andra sidan vara mindre smakligt för korna på grund av borsten i axen med ett sänkt foderintag som följd. En tidigare studie visade även den på att korn tillsammans med rågvete passade bättre som helsädesgrödor med hänsyn till näringsvärde, smältbarhet och ensileringsbarhet jämfört med värvete och havre (Nadeau, 2004). En kanadensisk studie av Mustafa *et al.*, (2000) där ärt- havre- och vallensilage jämfördes visade att ärtensilage kunde ersätta havreensilage utan att mjölkavkastningen och mjölkens sammansättning påverkades negativt. Även vallensilage kunde ersättas av ärtensilage utan någon negativ effekt på mjölkavkastning (kortvarig studie).

Sammanfattande slutsatser: Helsädesensilage av våra vanliga spannmålsslag kan utgöra ett energitillskott för rekryteringsdjur och lågavkastande mjölkkor. Till lakterande kor kan med fördel olika baljväxter ingå som proteinkomplettering och vid behov av struktur i foderstaten kan helsäd vara ett bra alternativ.

Majsensilage

Kemisk sammansättning

Majsensilage är att betrakta som ett energifoder med strukturverkan. Kraven på majsensilage av god kvalitet är att torrsbstanshalten är mellan 28-32 %, i alla fall inte över 35 %, att stärkelsehalten är minst 300 gram/kg ts och att fiberinnehållet är lättsmält (Swensson *et al.*, 2011). En nackdel med majsensilaget är den låga råproteinhalten vilket innebär att foderstaten måste kompletteras med proteinrika fodermedel t.ex. vallfoder med högt råproteininnehåll och kraftfoder (Swensson, 2009). Majsensilage innehåller ca 9 % råprotein enligt (Norfor's fodermedelstabell, 2010) och visar på en nedbrytningshastighet för

potentiellt nedbrytbart råprotein (nhRåprot) på 4,6 % per timme och dito för NDF (nhNDF) 2,6 % per timme.

Odling av majs

Majsodling har förekommit i Sverige sedan 1960-talet men tog fart på allvar i början av 2000-talet i södra Sverige (Swensson, 2009). Det är framför allt odlingsförutsättningarna som är begränsande för majs (Bertilsson *et al.*, 2003). 2010 odlades ca 15 000 ha majs i Sverige (Swensson, 2010). Odling är mest lämpad för de sydligare delarna men odlingsgränsen flyttas ständigt norrut (Mussadiq *et al.*, 2012). Majsodlingen fortsätter att öka i södra Sverige beroende på att majsensilaget skördas vid ett tillfälle och utjämnar arbetsbelastningen under hösten (Arnesson *et al.*, 2009). Majsodlingen beskrivs mera i avsnittet om växtodling senare i denna skrift.

Forskningsresultat från utfodringsförsök

En ko ska inte tilldelas alltför mycket stärkelse. En foderstat baserad på majsensilage och spannmål kan lätt komma att passera den övre stärkelsegränsen, som är olika beroende på övriga ingående fodermedel.

I en dansk studie (Hymöller *et al.*, 2005) undersöktes effekten av olika snittlängd, skördetidpunkt, fibersmältbarhet och majsensilage som enda grovfoder. Resultaten visade att en ökad teoretisk snittlängd från 9,7 mm till 27 mm reducerade foderkonsumtionen och kunde därmed minska mjölkavkastningen. Skörd vid 36-37 % ts jämfört med 30 % ts kan öka foderkonsumtionen utan att påverka mjölkavkastningen (däremot kan mjölkens fetthalt sjunka och proteinhalt öka). En ökad fibersmältbarhet ökade foderkonsumtionen och mjölkavkastningen. Enbart majsensilage jämfört med 2/3 majsensilage kombinerat med 1/3 klövergränsensilage ökade foderkonsumtionen och mjölkavkastningen under förutsättning att majsensilaget hade en hög smältbarhet (>75). Konklusioner från undersökningen var att om majsensilaget ska utgöra en större del av grovfodret bör majsen skördas vid en ts-halt omkring 30-35%. 27 mm är för lång snittlängd då det ökar risken för dåligt packat ensilage (Hymöller *et al.*, 2005).

I ett svenskt utfodringsförsök med majsensilage i kombination med vallensilage testades olika stärkelsemängder i foderstaten. Det visade sig att korna åt och mjölkade mer med högre stärkelsehalter ända upp till 6400 gram stärkelse per ko och dag. Men störst ekonomiskt netto erhöles vid en stärkelsehalt på ca 22 % vilket motsvarade 5000 gram per ko och dag (Swensson, 2009; Hetta *et al.*, 2010).

HP-massa

Kemisk sammansättning

HP-massa är en biprodukt från sockerindustrin och består av hårdpressad betmassa plus 4 % melass (Nordic Sugar, 2012). Torrsubstanshalten är 27 %. HP-massa kännetecknas av lågt innehåll av råprotein, omkring 100 gram och lågt innehåll av fosfor, 8 gram per kg ts. Betfiber har hög smältbarhet, omkring 83 %, vilket innebär att HP-massa är ett energirikt foder. HP-massa innehåller ingen stärkelse, istället främst hemicellulosa och pektin som frigörs olika snabbt i vommen vilken är en fördel för vommikroberna som får energi tillgängligt på ett bra sätt. Frånvaron av stärkelse innebär att jäsningsen inte bidrar till sänkt pH i vommen, vilket är bra för vommikrobernas omsättning (Frank, 1984). I praktiken brukar HP-massa räknas som hälften grovfoder och hälften kraftfoder.

Processning innan utfodring

HP-massa ensileras innan utfodring. Det kan göras i plansilo, i så kallad Hård-Pack som är en typ av slangensilering, eller i rundbalar.

Forskningsresultat från utfodringsförsök

Frank (1984) jämförde i ett utfodringsförsök HP-massa med vallensilage. En grupp kor fick ett basgrovfoder kompletterad med 4 kg ts vallensilage, en kompletterades med 2 kg ts vallfoder plus 2 kg ts HP-massa och för en grupp kompletterades foderstaten med 4 kg ts HP-massa. Mjölkavkastningen ökade med 6 % i HP-massagruppen och mängden mjölkprotein var 13-15 % högre i bägge grupperna som fick HP-massa. Det var framför allt kaseindelen som hade ökat i mjölkproteinet. Förklaringar till den ökade proteinmängden kunde vara att HPmassa gav mer lättillgänglig energi för vommikroberna och att HP-massans protein har något lägre vönnedbrytbarhet (Frank, 1984). Bertilsson (2010) jämförde kraftfoder med eller utan betfiber i försök på SLU, Kungsängens forskningscentrum, och konstaterade att det var fullt möjligt att ersätta betfiber och andra sockerbiprodukter med vallfoder, om man har tillgång till vallfoder med bra näringsmässig kvalitet.

Forskning med fokus på närodlade foderstater

Under de senaste 15 åren har åtminstone tre vetenskapliga försök genomförts i Sverige där man jämfört närodlade foderstater med importerade. Två av dessa i Alnarp i början på 2000-talet och en i Uppsala 2008. Frank (2005) jämförde under två år mjölkavkastning och mjölkkinnehåll på två grupper av svenska mjölkkor. Den ena gruppen fick kommersiellt proteinfoder (import) med totalt 17 % råprotein och den andra fick svenskt proteinfoder (linfrökaka, Expro rapsmjöl, rapsfrö, ärter och drav) med totalt 15 % råprotein. Gruppen med importfoder hade en 9 % högre mjölkavkastning år 1 än gruppen som utfodrades med svenskt proteinfoder. Däremot innehöll mjölken hos gruppen som fick svenskt proteinfoder signifikant mer fett och protein. År 2 hade gruppen med svenskt proteinfoder 7 % högre avkastning plus högre andel fett och protein. De ekonomiska beräkningarna (mjölkintäkt minus foderkostnad) visade på 13 % sämre resultat för den svenska foderstaten jämfört med den importerade år 1, medan år 2 visade på positiva siffror med +12 %.

Frank & Swensson (2002) genomförde ett utfodringsförsök på Alnarps Mellängård där man bland annat studerade hur mängden råprotein och närproducerat foder påverkar mjölkavkastningen. Fem olika foderstater komponerades, tre med ca 17 % råprotein (en med kommersiellt importerat proteinfoder och de andra två med svenska råvaror) och två med ca 13 % råprotein (svenska råvaror). I behandlingarna med svenska råvaror ingick värmebehandlat rapsmjöl och rapskaka, samt ärter. Dessutom ingick drav och i ett alternativ linfrökaka. Resultaten visade inga signifikanta skillnader i mjölkavkastning och ECM för de grupper som utfodrades med hög andel protein. De två grupper som fick låg andel protein mjölkade mindre. Korna som utfodrades med kommersiellt importerat foder gav dock en mindre mängd mjölkprotein jämfört med de andra behandlingarna. Enligt beräkningar (mjölk minus foder) var det ekonomiskt fördelaktigt med svenska foderstater.

Teoretiska beräkningar på närproducerade foderstater

Bertilsson *et al.*, 2003 beräknade enligt det gamla AAT/PBV-systemet alternativa foderstater med inhemskt foder utifrån typfoderstater i södra, mellersta (Svealand) och norra Sverige (Norr- och Västerbotten) för 9000 och 10 000 kg ECM/år. Kommersiellt kraftfoder i typfoderstater ersattes och jämfördes med närproducerade råvaror som värmebehandlad rapskaka, ärter, helsäd samt betbiprodukter i foderstaterna. Helsädesensilage ersatte hö. Beräkningar gjordes för tre olika strategier. Strategi I – importfoder ersattes med närproducerat foder, avkastningen på 9000 kg ECM. Strategi II – samma som strategi I men med avkastningen 10 000 kg ECM/år. Strategi III – som strategi I men större andel vallfoder med högre AAT- respektive lägre PBV-värde (EPD-värde 65 % jämfört med fodertabellens 80 %).

Beräkningsresultaten från strategi I visade att det var fullt möjligt att byta ut det kommersiella kraftfodret mot närproducerade råvaror och samtidigt behålla en avkastning på 9000 kg ECM. Lättast var det att göra förändringar i den sydsvenska foderstaten där det fanns flera tänkbara alternativ. Enligt beräkningar för strategi II var det fullt biologiskt möjligt att använda enbart närproducerade råvaror med en mjölkavkastning på 10 000 kg ECM.

Referenser

- Anderson, J.L., Schingoethe, D.J., Kalscheur, K.F., Hippen, A.R. 2006. Evaluation of dried and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 89:3133–3142.
- Andresen, N. 2003. Utfodring med lupin i ekologisk mjölkproduktion. Hus-hållningssällskapet i Kristianstad.
- Arieli, A., Bruckental, I., Kedar, O., Sklan, D. 1995. *In sacco* disappearance of starch nitrogen and fat in processed grains. *Animal Feed Science and Technology*, 5: 287-295.
- Arnesson, A., Rustas, B-O., Nadeau, E., Swensson, C. 2009. Majsproduktion på gårdar i södra Sverige – odling, konservering och foderkvalitet. Rapport 27, Inst. för Husdjurens miljö och hälsa, avd. för produktionssystem. SLU Skara.
- Bajpai, S., Sharma, A., Gupta, M.N. 2005. Removal and recovery of antinutritional factors from soybean flour. *Food Chemistry* 89: 497–501.
- Bayourthe, C., Moncoulon, R., Enjalbert, F. 2000. Effect of particle size on in situ disappearances of pea (*Pisum sativum*) organic matter, proteins and starch in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 80: 203-206.
- Benchaar, C., Vernay, M., C., Moncoulon, R. 1994. Effects of extrusion of whole horse beans on protein digestion and amino acid absorption in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 77:1360–1371.
- Bertilsson, J. 2007. Agrodrank som foder till mjölkkor. Slutrapport till Stiftelsen lantbruksforskning.
- Bertilsson, J. 2010. Närproducerat foder till högproducerande mjölkkor. Slutrapport till Stiftelsen lantbruksforskning.
- Bertilsson, J., Emanuelson, M. 1995. Linfröprodukter som foder till mjölkkor. Fakta Husdjur nr 11, SLU.
- Bertilsson, J., Murphy, M. 2003. Effects of feeding clover silages on feed intake, milk production and digestion in dairy cows. *Grass and Forage Science*, 58, 309-322.
- Bertilsson, J., Cederberg, C., Emanuelson, M., Jonasson, L., Rosenqvist, H., Salomonsson, M., Swensson, C. 2003. Närproducerat foder - Möjligheter och konsekvenser av en ökad användning av närproducerat foder till mjölkkor. Svensk Mjolk Forskning. Rapport nr 7017-P.
- Brito, A.F. & Broderick, G.A. 2007. Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90:1816–1827.
- Broderick, G.A. 2010. Dietary protein lombo bar: How low can we go? Proceedings of the 1st Nordic feed science conference. Uppsala, Sweden. Pp. 151-156.
- Broderick, G.A., Stevenson, M.J. & R. A. Patton, R.A. 2009. Effect of dietary protein concentration and degradability on response to rumenprotected methionine in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92:2719–2728.

- Carlsson, M. 2007. Drankgivans och vallfoderkvalitetens effekt på konsumtionen och produktion hos mjölkkor. Studentarbete 129, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU.
- Chibisa, G.A., Christensen, D.A. & Mutsvangwa, T. 2012. Effects of replacing canola meal as the major protein source with wheat dried distillers grains with solubles on ruminal function, microbial protein synthesis, omasal flow, and milk production in cows. *Journal of Dairy Science* 95: 824-84.
- Chilliard, Y., Martin, C., Rouel, J., Doreau, M. 2009. Milk fatty acids in dairy cows fed whole crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, and their relationship with methane output. *Journal of Dairy Science* 92: 5199–5211.
- Christensen, D.A., Mustafa, A. 2000. The use of peas in dairy rations. *Advances in Dairy Technology* 12: 293-302.
- Clark, J.H., Klusmeyer, T.H., Cameron, M.R. 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 8:2304-2323.
- Corbett, R.R., Okinel, E.K., Goonewardene, L.A. 1995. Effects of feeding peas to high-producing dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*. pp. 625-629.
- Cozzi, G., Boukha, A., Contiero, B., Gottardo, F. 2010. Extruded pea (*Pisum sativum*) as alternative to soybean protein for dairy cows feeding in organic alpine farms. *Italian Journal of Animal Science*, volume 9:e38.
- Dahlström, J., Eskilsson, K., Gredegård, S., Molander, C., Wejdemar, K. 2011. Jordbruksverkets foderkontroll 2010. Rapport 2011:16.
- Davis, J., Sonesson, U., Flysjö, A. 2006. Lokal produktion och konsumtion av baljväxter i Västra Götaland. SIK-rapport Nr 756 2006.
- Dansk Kvaeg. 2012. Beskrivelse av fodermidler. Landbrugsinfo. www.landbrugsinfo.dk Access 2012-08-13.
- Emanuelson, M., Cederberg, C., Bertilsson, J., Rietz, H. 2006. Närodlat foder till mjölkkor – en kunskapsuppdatering. Rapport 7059-P. Svensk Mjolk Forskning.
- Eriksson, T. 2010a. Hur lite protein behöver kon? Djurhälso- & Utfodringskonferens 2010, Svensk Mjolk.
- Eriksson, T. 2010b. Nitrogen metabolism in dairy cows fed restricted amounts of grass-clover silage supplemented with seeds from narrow-leaved lupin or pea. *Livestock Science* 131, 39-44.
- Eriksson, S., Sanne, S., Thomke, S. 1972. Fodermedlen. LT:s förlag. ISBN 91-36-00122-8.
- Eriksson, T., Bertilsson, J., Boström, U-L. 2007. Blålupin till mjölkkor – jämförelse med ärter. Slutredovisning av SJV-projekt. Jordbruksverket. 17 p.
- Flengmark, P. K., Deleuran, L. C., Jorgensen, J. R. 2005. Field experiments with yellow, white and narrow-leaved lupin 1991-1998. DJF Rapport No 115, Markbrug.
- Fogelberg, F., Quiqing Geng, Q., Sundberg, M., Wahlund, L. 2010. Proteinfordersörjning från svenska råvaror. Rapport JTI.
- Frank, B. 1984. Hårdpressad betmassa till mjölkkor i jämförelse med vallensilage. Rapport 129. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala.
- Frank, B. 2005. Helsvensk foderstat till mjölkkor med reducerad proteintillförsel. Långtidseffekter på produktion och hälsa. Rapport 134. Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, Alnarp.

- Frank, B., Swensson, C. 2002. Relationship between content of crude protein in rations for dairy cows and milk yield, concentration of urea in milk and ammonia emissions. *Journal of Dairy Science* 85: 1829-1838.
- Gauffin, E., Spörndly, R. 1992. Okonventionella fodermedel till idisslare. SLU Info rapporter Husdjur 71. SLU.
- Goelema, O., Smits, A., Vaessen, L.M. Wemmers, A. 1998. Effects of pressure toasting, expander treatment and pelleting on *in vitro* and in situ parameters of protein and starch in a mixture of broken peas, lupins and faba beans. *Animal Feed Science and Technology* 78: 109-126.
- Haag, T., Martinsson, K., Ericson, L. 2008. Åkerböna i samodling med vârvete som helgrödesensilage till kor. Nytt från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, nr 1, SLU.
- Hedqvist, H. Metabolism of soluble proteins by rumen microorganisms and the influence of condensed tannins on nitrogen solubility. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria* 501 (Avhandling), SLU.
- Hetta M., Muhammad Naeem T., Swensson C. 2010. Responses in dairy cows to increased inclusion of wheat in maize and grass silage based diets. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science* vol. 60 219-229.
- Hvelplund, T. 1985. Protein evaluation for ruminants. Proceedings of NKJ-NJF seminar no. 72. Copenhagen, March 12-13, 1985. Stockholm (Sweden): *Acta Agriculturae Scandinavica. Supplementum* 25: 21-36.
- Hollman, M., Allen, M.S., Beede, D.K. 2011. Dietary protein quality and quantity affect lactational responses to corn distillers grains: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science* 94:2022-2030.
- Hristov, A. N., Domitrovich, C., Wachter, A., Cassidy, T., Lee, C., Shingfield, K. J., Kairenius, P., Davis, J., Brown, J. 2011. Effect of replacing solventextracted canola meal with highoil traditional canola, higholeic acid canola, or high-erucic acid rapeseed meals on rumen fermentation, digestibility, milk production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cow. *Journal of Dairy Science* 94: 4057-4074.
- Huhtanen, P., Heikkilä, T. 1996. Effects of physical treatment of barley and rapeseed meal in dairy cows given grass silagebased diets. *Agricultural and Food Science in Finland* 5: 399-412.
- Huhtanen, P., Hetta, M., Swensson, C. 2011. Evaluation of canola meal as a protein supplement for dairy cows: A review and a meta-analysis evaluation of canola meal. *Canadian Journal of Animal Science*, 91:529-543.
- Hymöller, L., Riis Weisbjerg, M., Kristensen, N.B. 2005. Majensilage til maelkekoer. DJF rapport Husdyrbrug nr 65, Århus Universitet.
- Johansson, B., Nadeau, E., Rustas, B-O. 2002. Ekologisk mjölkproduktion med 100 % ekologiskt foder på Tingvalls försöksgård. Slutredovisning till Jordbruksverket av projekt med diarienummer 25-5153/00 "Grovfoderrik foderstat utan konventionella proteinfodermedel – Ekologisk rapskaka till mjölkkor".
- Johansson, B., Nadeau, E. 2005. Protein och vitaminförsörjning hos mjölkkor i ekologisk produktion, är kallpressad rapskaka en bra lösning? I: Djurhälso- & Utfodringskonferens 2005, Svensk Mjölk.
- Johansson, B., Rustas, B-O., Nadeau, E. 2003. Ekologisk rapskaka till mjölkkor. Slutrapport SLF.
- Jonsson, E. 2010. Rätt sort timotej och rödklöver ger högst konsumtion av närproducerat foder. Examensarbete nr 3. Institutionen för Norrländsk Jordbruksvetenskap, SLU, Umeå.

- Karlsson, L. 2007. Ärthavre-ensilage till mjölkkor. *Ekologiskt Lantbruk*, nr 9.
- Karlsson, L. 2010a. Forskar på egna besättningen. *Husdjur*, nr 8.
- Karlsson, L. 2010b. Hempseed cake as a protein feed for ruminants. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Science, Umeå.
- Korhonen, M., Vanhatalo, A., Varvikko, T., Huhtanen, P. 2000. Responses to Graded Postruminal Doses of Histidine in Dairy Cows Fed Grass Silage Diets. *Journal of Dairy Science* 83: 2596-2608.
- Lidström, E.-M., Persson, A.-T. 2010. Foderstatskontroller för lakterande kor och sinkor (2010-09-22). *Svensk Mjök*.
- Ljökkel, K., Harstad, O.M., Prestlökken, E., Skrede, A. 2003a. In situ digestibility of starch in barley grain (*Hordeum vulgare*) and peas (*Pisum sativum* L.) in dairy cow: influence of heat treatment and glucose addition. *Animal Feed Science and Technology* 107: 87–104.
- Ljökkel, K., Harstad, O.M., Prestlökken, E., Skrede, A. 2003b. In situ digestibility of starch in barley grain (*Hordeum vulgare*) and peas (*Pisum sativum* L.) in dairy cows: influence of heat treatment and glucose addition. *Animal Feed Science and Technology* 107: 105-116.
- Lorentz, M.M., 2011. Sainfoin tannins and their impact on protein degradation during silage and rumen fermentation and testing of novel techniques. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*, doctoral thesis 2011:72.
- Lund, P., Weisbjerg, M.R., Kristensen, T. 2004. The effect of heat treatment on degradability and microbial synthesis of protein in the rumen. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 13, Suppl. 1, 143–146
- Lund, P., Riis Weisbjerg, M., Qi, H., Kristensen, T. 2007. Foderværdi af danske korn- og proteingrøder til malkekvæg. *Plantekongres 2007*, p 404-406, R2.
- Marley C., Davies, D., Fisher, B., Fychan, R., Sanderson, R., Jones, R., Abberton, M.J. 2008. Effects of incorporating yellow lupins into concentrate diets compared with soya on milk production and milk composition when offered to dairy cows. *Proceedings of the 12th International Lupin Conference*, Fremantle, Western Australia, 14-18 September 2008:115-117. ISBN-86476-153-8.
- Martinsson, K. 2006. Förbättrat proteinvärde genom värmebehandling av ärtor. Slutrapport.
- Masoero, M., Pulimeno, A.-M., Rossi, F. 2005. Effect of extrusion, expansion and toasting on the nutritional value of peas, faba beans and lupins. *Italian Journal of Animal Science*, 4:177-189.
- Masoero, F., Moschini, M., Giorgio Fusconi, G., Pival, G. 2006. Raw, extruded and expanded pea (*Pisum sativum*) in dairy cows diets. *Italian Journal of Animal Science*, 5:237-247.
- May, M.G., Otterby, D.E., Linn, J.G., Hansen, W.P. 1993. Lupins (*Lupinus albus*) as a protein supplement for lactating Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 76: 2682-2691.
- McNiven, M.A., Weisbjerg, M.R., Hvelplund, T. 1995. Influence of roasting or sodium hydroxide treatment of barley on digestion in lactating cows. *Journal of Dairy Science* 78:1106-1115.
- Mogensen, L., Lund, P., Kristensen, T., Riis Weisbjerg, M. 2008. Effects of toasting lupins, soybeans or barley as supplement for high-yielding, organic dairy cow fed grass-clover silage ad libitum. *Livestock Science* 115: 249-257.
- Mogensen, L., Steensig Vestergaard, J., Frette, X., Lund, P., Riis Weisbjerg, M., Kristensen, T. 2010. Effect of toasting field beans and grass-clover: Maize silage

- ratio on milk production, milk composition and sensory quality of milk. *Livestock Science* 128: 123-132.
- Mussadiq, Z., Hetta, M., Swensson, C., Gustafsson, A-M. 2012. Plant development, agronomic performance and nutritive value of forage maize depending on hybrid and marginal site conditions at high latitudes. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science* 62: 420-430.
- Mustafa, A.F., McKinnon, J.J., Christensen, D.A. 1999. The nutritive value of hemp meal for ruminants. *Canadian Journal of Animal Science* 79(1):91-95.
- Mustafa, A.F., Christensen, D.A., McKinnon, J.J. 2000. Effects of pea, barley, and alfalfa silage on ruminal nutrient degradability and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 83: 2859–2865.
- Nadeau, E. 2004. Effekt av spannmålsgröda, skördetidpunkt och tillsatsmedel på foderkvaliteten hos helsäd. Sveriges Lantbruksuniversitet, Skara, Rapport 6.
- Nadeau, E., Englund, J-E., Gustafsson, A.H. 2007. Nitrogen efficiency of dairy cows as affected by diets and milk yield. *Livestock Science* 111:45-56.
- Naik, S.N., Andersen, D.E. 1971. Glucose-6-phosphat dehydrogenase and hemoglobin types in cattle. *Journal of Animal Science* 32: 132-136.
- Nordic Sugar. 2012. www.nordicsuagr.com, access 2012-01-18.
- Nielsen, N.I., Volden, H. 2011. In "NorFor- the Nordic feed evaluation system (ed.H. Volden). EAAP Publication no 130. Wageningen Academic Publishers.
- Olsson, A-C., Emanuelson, M., Wiktorsson, H. 1988. Linfröets egenskaper och användbarhet som foder. Rapport 173, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala.
- Olsson, A-C. 2010. Egen odling av foder. Nötkött, nr 4.
- Patel, M., Kumm, K-I. 2010. Stora vallfodergivor – Hur mycket kan kon äta och vad är ekonomiskt? Djurhälso- & Utfodringskonferens 2010, Svensk Mjölk.
- Pauly, T., Boström, U. 2007. Lupiner, ett nytt proteinfoder för mjölkkor? Odling & konservering. I: Spörndly, R. (ed) Kungsängendagarna 2007. Rapport 267. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU.
- Persson, L. 2010. Utfodring av rapsfoderråvara i utfodringssystem till mjölkkor. Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten. Lantmästarprogrammet, SLU, Alnarp.
- Reynal, S.M., Broderick, G.A. 2005. Effect of dietary level of rumen-degraded protein on production and nitrogen metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 88: 4045–4064.
- Rinne, M., S. Jaakkola, S. Varvikko, T., Huhtanen, P. 1999. Effects of type and amount of rapeseed feed on milk production. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science* 49:137-148.
- Rondahl, T. 2004. The effect of different processing methods on rumen degradation of protein and starch in threshed peas. Röbbäcksdalen meddelar. Rapport 2. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU Umeå.
- Rondahl, T. 2007. Whole crop peaoat silages in dairy production, Effects of maturity stage and conservation strategy on fermentation, protein quality, feed intake and milk production. Dissertation, Department of agricultural research for northern Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala Sweden. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae*, nr 112, 81 sidor.
- Rondahl, T. 2008. Ärt/havre-ensilage- hemodlat proteinfoder till mjölkkor. Nytt från Norrländsk jordbruksvetenskap Husdjur nr 2. SLU Umeå.
- Satter, L.D. 1986. Protein supply from undegraded dietary protein. *Journal of Dairy Science* 69:2734-2749.

- Schingoethe, D.J. 2003. Distillers grains for dairy cattle. In "Distillers grains feeding recommendations "National Corn Growers Association. <http://agebb.missouri.edu/dairy/byprod/DGFeedingRecs.pdf> Access 2012-08-14.
- Schwab, C. G. 1996. Rumen-protected amino acids for dairy cattle: Progress towards determining lysine and methionine requirements. *Animal Feed Science and Technology*. 59: 87-101.
- Shingfield, K.J., Vanhatalo, A., Huhtanen, P. 2003. Comparison of heat-treated rapeseed expeller and solvent-extracted soyabean meal as protein supplements for dairy cows given grass silage-based diets. *Animal Science*, 77: 305-317.
- Slätt, S., Swensson, C. 2009. Drank – rätt använd är det ett billigt fodermedel till mjölkkor. Fakta från partnerskap Alnarp, Info nr 3, SLU.
- Spörndly, R. 2000. Fodermedel. Rapport Jordbruksverket.
- Spörndly, E., Kumm, K-I. 2011. Lönar det sig med mer ensilage och bete till korna? - Ekonomiska beräkningar på gårdsnivå. Rapport 275, Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU Uppsala.
- Swensson, C. 2006. Proteinfoder i ekologisk mjölkproduktion. Svensk Mjolk Forskning. Rapport nr 7056-P.
- Swensson, C. 2007. Närodlat foder till skånska kor – ett demonstrationsprojekt vintern 2005/06. Partnerskap Alnarp, SLU.
- Swensson, C. 2009. Utvärdering av majsensilage i foderstaten. Rapport från växtodlings- och växtskydds dagar i Växjö den 8 och 9 december 2009.
- Swensson, C. 2010. Nordic Feed Conference. Svensk Mjolk Forskning Special. Nr 14.
- Swensson, C., Naeem Tahir, M., Hetta, M. 2006. Majsensilage och mycket korn och vete – går det? Slutrapport. SLF-projekt nr VO 530088.
- Swensson, C., Öhlund, S., Lidström, E.M. 2009. Närodlat foder till mjölkkor. Svensk Mjolk Forskning Special, nr 20.
- Swensson, C. 2010. Majsensilage i Sverige -reflektioner. Maize Workshop, 15–16 February 2010.
- Swensson, C., Gustafsson, K., Hetta, M., Nadeau, E. 2011. Svensk majsästare. Fakta från Lantbrukets byggnadsteknik, LTJ-fakultetens faktablad nr 33, SLU Alnarp.
- Spörndly, E., Kumm, K-I. 2010. Lönar det sig med mer ensilage och bete till korna? – Ekonomiska beräkningar på gårdsnivå. Rapport 275. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. SLU.
- Spörndly, E., Patel, M., Kumm, K-I. 2010. Lönar det sig med mer vallfoder till korna? Fakta Jordbruk, rön från Sveriges Lantbruksuniversitet, nr 1. SLU.
- Sundberg, M., Olsson, C. 1998. Skörd och ensilering av helsäd. Teknik för lantbruket nr 71. JTI.
- Wallsten, J. 2012. Helsädens fodervärde i mjölkproduktionen. Inst. för norrlandsk jordbruksvetenskap, SLU Umeå.
- Tersbøl, M. 2006. Ekologisk ärt, åkerböna och lupin - erfarenheter från Danmark. Presentation.
- Udén, P., Eriksson, T., Müller, C.E., Spörndly, R., Liljeholm, M. 2010. Proceedings of the 1st Nordic Feed Science Conference 22 – 23 of June 2010, Uppsala Sweden, Rapport 274. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU.
- Yu, P., Goelema, J.O., Leury, B.J., Tamminga, S., Egan, A.R. 2002. An analysis of the nutritive value of heat processed legume seeds for animal production using theDVE/OEB model: a review. *Animal Feed Science and Technology*. 99: 141- 176.

- Vanhatalo, A., Pahkala, E., Salo-Väänänen, P., Korhonen, H., Piironen, V., Huthanen, P. 2003. Rapeseed and soybean as protein supplements of dairy cows fed grass silage based diets. Rypsikongressi Tanska.
- Volden, H. 2011. Overall model description. In "NorFor- the Nordic feed evaluation system (ed.H.Volden). EAAP Publication no 130. Wageningen Academic Publishers.
- Volpelli, L.A., Comellini, M., Masoero, F., Moschini, M., Pietro, D., Fiego, L., Scipioni, R. 2009. Faba beans (*Vicia faba*) in dairy cow diet: effect on milk production and quality. *Italian Journal of Animal Science* 8.
- Volpelli, L.A., Comellini, M., Masoero, F., Moschini, M., Pietro, D., Fiego, L., Scipioni, R. 2010. Pea (*Pisum sativum*) in dairy cow diet: effect on milk production and quality. *Italian Journal of Animal Science* 9.
- Wallman, M. Cederberg, C., Florén, B., Strid, I. 2010. Livscykelanalys av närproducerade foderstater till mjölkkor. SLU rapport 019. Institutionen för energi och teknik, SLU Uppsala.
- Wallsten, J. 2006. Hetsädens fodervärde i mjölkproduktionen. Nytt från Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Nr 1. SLU.
- Wallsten, J. 2008. Whole-crop cereals in dairy production - Digestibility, feed intake and milk production. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Department of Agricultural Research for Northern Sweden, SLU Umeå.
- Wallsten, J. 2012. Hetsädens fodervärde i mjölkproduktionen. Inst. för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU Umeå.
- Waltz, D.M. & Stern, M.D. 1989. Evaluation of various methods for protecting soya-bean protein from degradation by rumen bacteria. *Animal Feed Science and Technology* 25: 111–122.
- Weisbjerg, M.R., Kristensen, N.B., Hvelplund, T., Lund, P., Løvendahl, P. 2010. Malkekoens production ved reduceret kvælstoftildeling. I: Malkekoens biologiske potential for reduceret udskillelse af fosfor, kvælstoftildeling og metan. Intern rapport. Husdyrbrug nr. 22. Det Jordbrugsvidenskabelige fakultet. Aarhus Universitet.
- White, C. L., Staines, V.E., Staines, M.H. 2007. A review of the nutritional value of lupins for dairy cows. *Australian Journal of Agricultural Research* 58:185-202.
- Yu, P., Goelma, J.O., Leury, B.J., Tamminga, S., Egan, A.R. 2002. An analysis of the nutritive value of heat processed legume seeds for animal production using the DVE/OEB model: a review. *Animal Feed Science and Technology* 99: 141–176.

Mjölkkornas välfärd och hälsa - inverkan av foder och utfodringen

Christer Bergsten och Cecilia Kronqvist

Vid 2005 års djurhälso- och utfodringskonferens rapporterades att 100 % närproducerat foder kan fungera bra rent biologiskt, även vid hög avkastning (Andresen, 2005). En kunskapsuppdatering i detta ämne kom året efter där Emanuelsson et al. (2006) gjorde en beräkning ur ett Sverigeperspektiv där importerade fodermedel helt uteslöts. Båda rapporterna grundades på det då gällande fodervärderingssystemet eftersom NorFor ännu inte börjat tillämpas. För att klara näringsförsörjningen på bästa sätt gjordes bedömningen att man behövde komma upp till en hög andel rapsprodukter samt använda en viss mängd

ärter/äkerböna. Risk för bl.a. ketosis/acetonemi och fertilitetsstörningar hos framför allt högavkastande djur bedömdes då föreligga på grund av energi- och mineralbrist i tidig laktation. Risker för dessa och andra möjliga djurhälsostörningar som följd av närproducerade foderstater diskuteras i det följande.

Utfodring i allmänhet och nutrition i synnerhet är av fundamental betydelse för mjölkornas välfärd. I begreppet djurvälfärd ingår förutom djurhälsoaspekter även beteendepåverkan och etiska värderingar. Den ökande betydelsen av utfodringen står i proportion till kraven på näringsförsörjning i förhållande till den genetiska kapaciteten för hög mjölkproduktion. Om det blir en obalans i näringsförsörjning och foderstater, samt med icke optimala skötselsystem, riskerar produktionssjukdomar att uppträda (Mulligan and Doherty, 2008). Till produktionssjukdomar inom mjölkproduktionen räknas juversjukdomar, klöv och bensjukdomar, ämnesomsättningssjukdomar, reproduktionsstörningar och kalvsjukdomar. Då en högre mjölkavkastning ska tillgodoses med en mer näringstät, koncentrerad utfodring innebär det bl.a. högre andel kraftfoder och högre näringsinnehåll i grovfodret på bekostnad av andelen strukturell fiber. Därvid kan störningar i ämnesomsättningen uppkomma som påverkar djurhälsan både direkt genom bristtillstånd och indirekt genom påverkan av djurens motståndskraft och gödselns inverkan på närmiljön (Ingvarsen *et al.*, 2003). Även utfodringsmetoden, dvs. utfodringsrutiner, separat- eller blandutfodring, tillgång till foder under dygnet, konkurrens vid foderbordet etc., har stor betydelse för individens hälsa och produktion i en grupp av djur. Det är ju inte säkert att den foderstat som beräknats är densamma som ligger på foderbordet eller den som det enskilda djuret slutligen konsumerar.

Hur förändrade proteinfodermedel kan påverka djurhälsa och välfärd är inte särskilt väl dokumenterat. Men, det är inte bara proteinfodermedlet i sig som skulle kunna ha direkt betydelse för djurvälfärden utan också de foderstatsförändringar som kan bli nödvändiga att göra när proteinkällan ändras. Mer konkret kan det t.ex. innebära, om ett proteinfodermedel ersätts med ett annat, att det uppkommer en obalans i stärkelseandelen i förhållande till behovet vilket indirekt skulle kunna inverka på djurhälsan.

Utfodringsbetingade djurhälsostörningar

Speciellt skötseln och utfodringen omkring kalvningen är av största betydelse för utvecklingen av produktionssjukdomar hos mjölkkor (Mulligan & Doherty, 2008). Detta åskådliggörs av att 80 % av registrerade sjukdomar hos mjölkkor inträffar under de två första månaderna efter kalvningen.

SARA (Sub Acute Rumen Acidosis)

En stor del av foderrelaterade djurhälsostörningar är relaterade till tillfällig vomförstoppning (SARA), som anses drabba ca 20 % av nordamerikanska mjölkkor under höglaktation. Vid SARA sänks pH i vommen tillfälligt på grund av en ackumulering av flyktiga fettsyror tillsammans med en otillräcklig buffertkapacitet. Det påföljande sjukdomstillståndet ger försämrad aptit, minskad fiber-nedbrytning, försämrad mjölkproduktion, fetthaltsdepression, diarré samt ökade akutfasproteiner i blodet som tecken på ett påverkat immunsvaret. Immunsvaret kan emellertid inte enbart relateras till sänkt pH i vommen i sig utan fler faktorer spelar in. Fång, hälsa och leverbölder är andra mer konkreta sjukdomar som förknippas med SARA. Vanligen är SARA en konsekvens av höga kraftfoder-givor, särskilt då med en hög andel snabbt jäsande kolhydrater (t.ex. stärkelse), tillsammans med reducering av grovfodergivan. Sjukdomen anses av många kunna relateras till hälsa och fångrelaterade klövsjukdomar men det vetenskapliga underlaget för detta är bristfälligt (se nedan).

Hälta och klövsjukdomar

Fång är en metabolisk sjukdom, dvs. kons ämnesomsättning är på något sätt störd där också utfodringen ofta är inblandad. Även de hormonförändringar som normalt sker i samband med kalvningen kan inverka i utvecklingen av fång (Knott *et al.*, 2007; Tarlton *et al.*, 2002). Men, det är dock sannolikt att det är en kombination av olika riskfaktorer som ger upphov till de förändringar vi kallar fång och som sekundärt orsakar bland de mest förlustbringande och djurskyddsmässigt allvarligaste sjukdomarna inom mjölkproduktionen (Bergsten, 2003). Den metaboliska störningen kan sägas utgöra steg ETT som följs av en traumatisk (fysisk skada) och biomekanisk (rörelsepåverkad) störning i steg TVÅ. På kon ser man i det första stadiet att hon är öm i fötterna och inte vill stå som vanligt eller belasta klövarna normalt. Flera veckor senare kan man se klövskador i form av sulblödningar, klövsulesår, dubbelsula, hålvägg, böld i tån och vita linjen. Beroende på hur allvarlig skadan är visas olika grad av hälta. Lindriga skador (sulblödningar) läker många gånger av utan att man sett några symtom (subklinisk fång).

Överutfodring med protein och vissa kolhydrater har figurerat i samtliga utfodringsrelaterade hypoteser kring fång och klövskador. I de flesta av dessa hypoteser diskuteras SARA som en or-sak till produktion av bakteriegifter (endotoxin, ET) i vommen. Men, att stora mängder av detta bakteriegift, ET, bildas i vommen är närmast normalt och vomslemhinnan skyddar vanligtvis så att ET inte kommer in i blodet. De Chant och Nordlund (1998; 1995) diskuterade möjligheten att sur vom i sig skulle vara en riskfaktor för fång men fortfarande har ingen visat detta samband. Andersson (1981) försökte provocera fram fång genom att ge mjölksyra i vommen, men korna fick aldrig fång. Thoenfer *et al.* (2004) och Danscher (2009) gav sockerlösning (fruktos) i vommen hos kvigor som då visade kliniska tecken på fång och skador på klövbildande vävnad (basalmembranen) liknande dem hos häst med fång (Pollitt, 1999). De danska studierna visade att det finns en klar koppling mellan utfodring av stärkelse, vomstörning och kliniska fångsymptom. Tyvärr gjordes ingen uppföljning av eventuella klövskador i efterhand, vilket hade varit värdefullt.

En hel del praktiska utfodringsförsök gjordes under 80-talet men därefter har inte mycket publicerats. Holländska studier visade att en högre andel kraftfoder i foderstaten vid både separatutfodring och med fullfoder (Peterse *et al.*, 1984), liksom med höga kraftfodergivor vid kalvningen (Peterse *et al.*, 1986) ökade risken för klövsulesår. Emellertid sågs ingen skillnad i förekomsten av sulblödningar och klövsulesår mellan två grupper med mycket hög alternativt låg kraftfodergiva vid kalvningen i ett svenskt för-sök (Bergsten *et al.*, 1986). Enbart en hög kraftfodergiva före kalvningen gav inte upphov till mer sulblödningar eller klövsulesår. I en engelsk studie sågs däremot hög frekvens av kliniskt fång och klövsulesår med varierade fiberandel i försöksfoderstater (Livesey & Fleming, 1984). I en svensk epidemiologisk studie (Bergsten, 1994) sågs endast tendens till skillnad i utfodringsnivå (% av norm av energi och protein) mellan besättningar som hade mycket respektive litet sulblödningspoäng. Emellertid förelåg signifikanta skillnader mellan gårdar med olika utfodringsrutiner. Således förekom det mer klövsulesår och sulblödningar hos kor i besättningar med utfodringsrutiner som skulle kunna påverka vomfunktionen genom kortare ättid, utfodring av kraftfoder före grovfoder samt färre än 4 kraftfodergivor per dag. En serie av studier gjordes under slutet av 80-talet i England där Manson och Leaver (1988a) relaterade poängen från sitt graderingssystem för hälta till olika foderstater. Bakgrunden till hältorna studerades inte specifikt men kunde relateras till klövhornskador, d v s fång. Man fann bl.a. att kor av rasen Holstein Fresian (HF) med högre kraftfodertilldelning från 2 veckor före kalvning (11kg/ko/dag, dvs. högre energi och proteinintag) jämfört med en lägre tilldelning (7 kg), hade all-varligare hälta (Manson & Leaver, 1988a). I en andra studie hade kor med en högre kraftfoderkvot (60 /40)

mer hälsa än de med lägre kvot (40/60), trots att båda foderstaterna var balanserade för att ge samma energi och proteininnehåll (Manson & Leaver, 1989). I den tredje studien fick två grupper av HF kor en högre proteingiva (198g råprotein) än en tredje grupp (161 g råprotein) medan kraftfoderkvot och energiintag hölls konstant. Den ena högproteingruppens kor fick också sina klövar verkade. Resultaten visade att den verkade gruppen med högre proteingiva fick mer allvarlig och varaktigare hälsa än den verkade högproteingruppen, samt mer hälsa än den överkade lågproteingruppen (Manson & Leaver, 1988b).

Kan infektiösa klövsjukdomar relateras till utfodringen i allmänhet och proteinutfodringen i synnerhet? Försvarsmekanismerna mot infektiösa klövsjukdomar utgörs av fysiologiska (immunsystemet) och mekaniska (huden, epitelet) smittbarriärer som kan påverkas av metaboliska störningar (se ovan). Bristen på hygien på gångar där korna står och går är den främsta orsaken till klöveksem, klövröta, värta och limax. De bakterier som orsakar dessa klövsjukdomar lever i och av gödseln, och gödselns konsistens samt näringsinnehåll har betydelse för bakteriernas överlevnad och tillväxt. Eftersom utfodringen påverkar gödseln har också utfodringen betydelse för dessa klövsjukdomar. Mindre fiberandel, mindre idissling och snabbare passagehastighet bidrar till lösare gödsel, smutsigare klövar och mer hygienrelaterade klövsjukdomar.

Ketos (acetonemi)

I ett danskt försök i två ekologiska besättningar med 174 HF kor jämfördes två utfodringsgrupper med raps- eller kornbaserat kraftfoder. Betahydroxybutyrat och glukos i blodet jämfördes som tecken på ketos men inga skillnader kunde ses. Ej heller sågs någon skillnad i hull eller kliniska sjukdomar mellan grupperna (Mogensen *et al.*, 2004).

Reproduktion

Ett stort antal utfodringsrelaterade faktorer, dock få relaterade till specifika proteinfodermedel, i perioden kring kalvning och i tidig laktation ökar risken för att kor ska få gynekologiska sjukdomar med fertilitetsstörningar som följd (Roche, 2006). I tre besättningar med 1000 kor gavs olika långtillväxningsfoderstat före kalvning (De Garis *et al.*, 2010). Med längre tillväxning ökade chansen för dräktighet och minskade tiden till sista insemination och risken för utslagning vilket sannolikt hörde samman med ökad aptit och bättre nutrition som stimulerat fertiliteten. (DeGaris *et al.*, 2010). Att risken för mastit ökade skulle också kunna härledas till större energiintag tidigare och därmed högre produktion och större belastning på mjölkkörteln (DeGaris *et al.*, 2010).

Utfodringsstörningar som ger upphov till negativ energibalans, liksom även höga proteinnivåer i foderstaten i början av laktationen, kan resultera i dålig fertilitet hos högproducerande kor. Negativ energibalans innebär lägre nivåer av blodglukos, insulin och serumprogesteron och fördröjer därigenom igångsättandet av äggstockarnas cykliska, hormonella aktivitet (Butler, 2000). Utfodring med en stärkelsesrik foderstat, som ökar koncentrationen av insulin i blodet, kan däremot öka andelen kor som får tidig ägglossningen efter kalvningen och därmed förkorta kalvningsintervallet (Gong *et al.*, 2002). Denna effekt visade sig emellertid vara sämre hos kor med genetiskt högre potential för produktion. För att upprätthålla en tillfredställande insulin-/glukagonkvot med en positiv effekt på ovulationen hos kor vid seminering 40 dagar efter kalvning ska foderstaten innehålla mer än 160 g stärkelse/kg ts och mindre än 44 g fett/kg ts (Garnsworthy *et al.*, 2008b).

Foderstater med högt råproteininnehåll höjer ofta mjölkproduktionen men medför försämrad fertilitet. Höga proteinnivåer kan resultera i förhöjd koncentration av urea i blodet, (och därmed även hög koncentration mjölkurea), som påverkar livmoder och fertilitet negativt (Butler, 2000). Varierande nivåer

av tillgängligt protein eller aminosyran leucin i foderstaten visade sig emellertid inte ha någon negativ effekt på follikel- eller hormonaktivitet i äggstockarna (Garnsworthy *et al.*, 2008a). Sammanfattningsvis behövs bättre biologiska mätinstrument för att mer exakt bestämma utfodringsrekommendationerna för att optimera fertiliteten (Chagas *et al.*, 2007).

Mineralerna påverkar djurhälsan

En övergång till att använda enbart närproducerat foder innebär att det blir än högre krav på bra vallfoderkvalitet. Främst beror det på att det kommer bli svårare att hitta kraftfoder att komplettera ett vallfoder med – om detta har lågt energivärde och låg råproteinhalt. Ett sätt att se till så att vallfodret har en hög kvalitet är att skörda fodret när vallväxterna är i tidigt utvecklingsstadium, dvs. relativt späda. Det innebär att det är mer blad i förhållande till stjälkar, och råproteinhalten, liksom energivärdet, är oftast högre i bladen än i de mer vedartade stjälkarna. Att skörda vallfodret tidigt innebär också att det får en högre halt av kalium, och det kan leda till ökad risk för de två vanligaste direkta mineralproblemen hos mjölkkor, kalvningsförlamning och stall/beteskramp, vilket förklaras i det följande.

Kalvningsförlamning

Kalvningsförlamning är, efter mastit, den näst vanligaste sjukdomen som mjölkkor veterinärbehandlas för i Sverige. Vid kalvningen och laktogenesen (mjölkbildningen) går det åt mycket kalk varvid kalciumhalten i blodet snabbt sjunker. Om inte blodkalciumhalten återställs tillräckligt fort, genom frigöring av kalcium från skeletten, blir kon förlamad. Det finns många faktorer som påverkar risken för kalvningsförlamning, och en viktig faktor är utfodringen under sista delen av sinperioden. För att minska risken för kalvningsförlamning bör sinkornas foder ha hög halt av magnesium, uppemot 3.5 – 4.0 g/kg ts (Lean *et al.*, 2006; Goff, 2008), eftersom magnesiumbrist i denna period gör det svårare för kon att anpassa sig till den snabba kalciumomsättningen i början av laktogenesen. Kaliumhalter runt 20 g/kg ts och högre i fodret kan däremot öka risken för kalvningsförlamning, då det leder till att kon får svårt att utnyttja de kalciumförråd hon har i skelettet (Goff & Horst, 1997). Detta beror till stor del på att ett högt intag av kalium påverkar kons syra-basstatus åt det basiska hållet, vilket dels kan försena omställningen till en snabbare kalciumomsättning, och dels göra kons skelettkalcium mindre tillgängligt.

Stall/beteskramp

Stallkramp och beteskramp är två benämningar på kramper, som beror på att magnesiumhalten i blodet blir för låg, vilket i sin tur oftast beror på att upptaget av magnesium från fodret är för lågt. Upptaget av magnesium påverkas både av mängden magnesium i fodret och av tillgängligheten av det magnesium som finns. Olika egenskaper hos fodret kan sänka tillgängligheten hos magnesium. Kalium och lösligt kväve i fodret kan göra att kon får svårare att ta upp magnesium. Stärkelsehalten kan även ha en effekt, försök har visat att stärkelsehalter på uppåt 30 %, som sänker pH i vommen, ledde till att magnesiumupptaget hos getter ökade (Schonewille *et al.*, 1997). Denna effekt är dock inget argument för att sträva efter högre stärkelsehalt i foderstater till mjölkkor, men är bra att känna till då närproducerat foder ibland leder till liten ökning av stärkelsenivån. Åter till kalium. Just kaliums påverkan på magnesiumupptaget är visad i flera olika studier (t.ex. Care *et al.*, 1984; Jittakhot *et al.*, 2004), men i ett svenskt försök med kaliumrika foderstater (Holtenius *et al.*, 2008) kunde ingen påverkan på magnesiumupptaget ses, vilket kan ha berott på att kaliumhalten var så pass hög, närmare 20 g/kg ts, redan vid de lägsta testade halterna så att magnesiumupptaget redan var maximalt hämmat. För att motverka de negativa effekterna av kalium kan magnesiumhalten i foderstaten höjas, till exempel med ett mineralfoder med extra magnesium, eftersom magne-

siumupptaget blir mer oberoende av kaliumhalten då magnesiumkoncentrationen ökar. Jittakhot *et al.* (2004) föreslår dock en högsta gräns på 65 g magnesium per dag till mjölkande kor.

De mineralrelaterade problem som kan uppkomma med närproducerade fodermedel, eller egentligen med tidigt skördat vallfoder som är viktigaste faktorn för de här diskuterade mineralerna, beror alltså till stor del på att fodret kan innehålla höga halter av kalium. Detta påverkar både kons förmåga att anpassa sig till ökade kalciumförluster vid kalvningen, och kan även leda till ett försämrat magnesiumupptag. Till mjölkande kor, där proteinintaget blir viktigt, kan man utöver lämpliga proteinkraftfoder med fördel fodra ett tidigt skördat ensilage, och efter behov komplettera foderstaten med magnesium. Till sinkor som börjar närma sig kalvningen kan det däremot vara lämpligt att fodra ett ensilage skördat i sent utvecklingsstadium med ett lägre kaliuminnehåll och därigenom minska risken för kalvningsförslamning. Denna djurkategori har ett lägre proteinbehov, och har därför andra krav på vallfoderkvaliteten.

Små eller inga hälsoeffekter av fosfor via närproducerat

En högavkastande mjölkko behöver cirka 3,7 g fosfor per kg torrsbstans (ts) i foderstaten. De proteinfodermedel som vanligtvis används inom mjölkproduktionen innehåller alla en bra bit över detta (tabell 19). Då även spannmålen är relativt rika på fosfor innebär detta att det är svårt eller näst intill omöjligt att underutfodra en högavkastande mjölkko med fosfor, om hon får kraftfoder enligt behov. Ett högt intag av fosfor har visats ha negativ påverkan på magnesiumupptaget (Schonewille *et al.*, 1994), och även på kalciumomsättningen, i synnerhet vid låga kalciumhalter i fodret (för referens se NRC, 2001). Det är dock inte troligt att ett byte av proteinkälla skulle kunna ge så höga fosforintag att mineralomsättningen störs, utan risken med ett ökat fosforintag är framför allt miljörelaterad.

Inhemska fodermedel

I litteraturen finns mycket få studier som specifikt undersöker enstaka fodermedels effekt på djurvälståndet. Därför får varje foderslag värderas för vad det kan innebära för djurhälsan med hänsyn till indirekt påverkan enligt ovanstående resonemang. Eventuellt negativ inverkan kan möjligtvis kompenseras på olika sätt.

I ett danskt försök kunde inga hälsoskillnader i form av klinisk sjukdom eller höga celltal ses i två grupper i två besättningar som fick korn eller rapsfrökaka som supplement till fri tillgång på ensilage. (Mogensen & Kristensen, 2002). Om sojamjöl ersätts med åkerböna ökar andelen effektiv fiber och därmed skulle risken för SARA, klövsjukdomar och hälta minska. Ersättning av sojamjöl med mer protein i grovfoder innebär mindre effektiv fiber och därmed en ökad risk för SARA, klövsjukdomar och hälta.

Diskussion & Slutsatser

Syftet med närproducerade foderstater, helt utan importerade proteinkällor, är bland annat att de ska vara etiskt och klimatomkostligt eftersträvarvärda. Vid litteraturgenomgången har det inte påvisats några specifika djurhälsorisker för närödlade proteinkällor jämfört med importerade. Inga studier eller erfarenheter i övrigt tyder alltså på att närproducerat foder fullt ut skulle ge försämrad djurvälståndet. Förutsättningen för detta är att foderkvaliteter, utfodring, skötsel mm är av god kvalitet, en förutsättning som även gäller med importerat foder. Däremot skulle det kunna finnas effekter av en foderstat där sojan ersätts med närproducerade proteinkällor och som innebär att foderstaten måste balanseras, t.ex. att det blir alltför hög halt stärkelse. Därvid skulle det kunna föreligga en större risk för metabolisk sjukdom och fertilitetsstörningar med en foderstat som inte ger tillräcklig näringsförsörjning och det föreligger särskild risk under

perioden kring kalvning och omedelbart därefter. Det gäller alltså att hitta en balans genom att förändra foderstaten i förhållande till behovet under olika tidpunkter och att lägga särskilt stor vikt åt utfodringen runt kalvningen.

Ekonomi

Den ekonomiska effekten av olika djurhälsostörningar kan räknas ut på besättningsnivå genom att utnyttja verktyg som t ex Hälsopaket mjölk, Djurhälsokostnader.

Referenser

- Andersson, L. 1981. An attempt to induce laminitis in cows by intraruminal infusion of lactic acid. *Acta Veterinaria Scandinavica* 31: 140-142.
- Andresen, N. 2005. Praktiska exempel -från foderberedning till mjölkproduktion. In *Svensk Mjölks Djurhälso- och Utfodringskonferens (Jönköping, Svensk Mjölk)*, pp. 53-54.
- Bergsten, C. 1994. Haemorrhages of the sole horn of dairy cows as a retrospective indicator of laminitis: an epidemiological study. *Acta Veterinaria Scandinavica* 35: 55-66.
- Bergsten, C. 2003. Causes, risk factors, and prevention of laminitis and related claw lesions. *Acta Veterinaria Scandinavica Supplement* 98: 157-166.
- Bergsten, C., Andersson, L., Wiktorsson, H. 1986. Effect of feeding intensity at calving on the prevalence of subclinical laminitis. In: *V Int. Symp. Disord. Ruminant Digit*, Dublin, Ireland, pp. 34-38.
- Butler, W.R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science* 60-61: 449-457.
- Care, A.D., Brown, R.C., Farrar, A.R., Pickard, D.W. 1984. Magnesium absorption from the digestive tract of sheep. *Quarterly Journal of Experimental Physiology and Cognate Medical Sciences* 69: 577-587.
- Chagas, L.M., Bass, J.J., Blache, D., Burke, C.R., Kay, J.K., Lindsay, D.R., Lucy, M.C., Martin, G.B., Meier, S., Rhodes, F.M., Roche, J.R., Thatcher, W.W., Webb, R. 2007. Invited review: New perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of highproducing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90: 4022-4032.
- Danscher, A.M., Enemark, J.M., Telezhenko, E., Capion, N., Ekstrom, C.T., Thoenfer, M.B. 2009. Oligofructose overload induces lameness in cattle. *Journal of Dairy Science* 92: 607-616.
- DeChant, G.M., Risco, C.A., Donovan, G.A., Tran, T.Q., van Horn, H.H., Bray, D.R. 1998. Effect of transition energy and fiber levels on subclinical laminitis and rumen acidosis in Holstein cows in Florida. In: *Thirty first Annual Conference American Association of Bovine Practitioners*, Spokane, p. 186.
- DeGaris, P.J., Lean, I.J. 2008. Milk fever in dairy cows: a review of pathophysiology and control principles. *The Veterinary Journal* 176: 58-69.
- DeGaris, P.J., Lean, I.J., Rabiee, A.R., Heuer, C. 2010. Effects of increasing days of exposure to prepartum transition diets on reproduction and health in dairy cows. *Australian Veterinary Journal* 88: 84-92.
- Garnsworthy, P.C., Gong, J.G., Armstrong, D.G., Newbold, J.R., Marsden, M., Richards, S.E., Mann, G.E., Sinclair, K.D., Webb, R. 2008a. Nutrition, metabolism, and fertility in dairy cows: 3. Amino acids and ovarian function. *Journal of Dairy Science* 91: 4190-4197.

- Garnsworthy, P.C., Lock, A., Mann, G.E., Sinclair, K.D., Webb, R. 2008b. Nutrition, metabolism, and fertility in dairy cows: 1. Dietary energy source and ovarian function. *Journal of Dairy Science* 91: 3814-3823.
- Goff, J.P., Horst, R.L., 1997. Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 80: 176-186.
- Goff, J.P. 2008. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia. *The Veterinary Journal* 176: 50-57.
- Gong, J.G., Lee, W.J., Garnsworthy, P.C., Webb, R. 2002. Effect of dietary-induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive function in dairy cows. *Reproduction* 123: 419-427.
- Holtenius, K., Kronqvist, C., Briland, E., Spörndly, R. 2008. Magnesium absorption by lactating cows on a grass silage-based diet supplied with different potassium and magnesium levels. *Journal of Dairy Science* 91: 743-748.
- Ingvartsen, K.L., Dewhurst, R.J., Friggens, N.C. 2003. On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livestock Production Science* 83: 277-308.
- Jittakhot, S., Schonewille, J.T., Wouterse, H., Uijtewaal, A.W.J., Yuangkland, C., Beynen, A.C. 2004. Increasing magnesium intakes in relation to magnesium absorption in dry cows. *Journal of Dairy Research* 71: 297-303.
- Knott, L., Tarlton, J.F., Craft, H., Webster, A.J. 2007. Effects of housing, parturition and diet change on the biochemistry and biomechanics of the support structures of the hoof of dairy heifers. *The Veterinary Journal* 174: 277-287.
- Lean, I.J., DeGaris, P.J., McNeil, D.M., Block, E. 2006. Hypocalcemia in dairy cows: Meta analysis and dietary cation-anion difference theory revisited. *Journal of Dairy Science* 89: 669-684
- Manson, F.J., Leaver, J.D. 1988a. The Influence of Concentrate Amount on Locomotion and Clinical Lameness in Dairy-Cattle. *Animal Production* 47: 185-190.
- Manson, F.J., Leaver, J.D. 1988b. The Influence of Dietary-Protein Intake and of Hoof Trimming on Lameness in Dairy-Cattle. *Animal Production* 47: 191-199.
- Manson, F.J., Leaver, J.D. 1989. The Effect of Concentrate - Silage Ratio and of Hoof Trimming on Lameness in Dairy-Cattle. *Animal Production* 49: 15-22.
- Mogensen, L., Ingvartsen, K.L., Kristensen, T., Seested, S., Thamsborg, S.M. 2004. Organic dairy production based on rapeseed, rapeseed cake or cereals as supplement to silage ad libitum. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science* 54: 81-93.
- Mogensen, L., Kristensen, T. 2002. Effect of barley or rape seed cake as supplement to silage for highyielding organic dairy cows. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science* 52: 243-252.
- Mulligan, F.J., Doherty, M.L. 2008. Production diseases of the transition cow. *The Veterinary Journal* 176: 3-9.
- Nordlund, K. 1995. Herd-based rumenocentesis: A clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 48-56.
- NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th revised edition. National Research Council. National Academy Press, Washington D.C. USA.
- Peterse, D.J., Korver, S., Oldenbroek, J.K., Talmon, F.P. 1984. Relationship between levels of concentrate feeding and incidence of sole ulcers in dairy cattle. *Veterinary Record* 115: 629-630.

- Peterse, D.J., Van Vuuren, A.M., Ossent, P. 1986. The effects of daily concentrate increase on the incidence of sole lesions in cattle. In: V Int. Symp. Disord. Ruminant Digit, Dublin, Ireland, pp. 39–46.
- Pollitt, C.C. 1999. Equine laminitis: A revised pathophysiology. In: American Association of Equine Practitioners, pp. 188-192.
- Roche, J.F., 2006. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science* 96: 282-296.
- Schonewille, J.T., Ram, L., van't Klooster, A.T., Wouterse, H., Beynen, A.C. 1997. Native corn starch versus either cellulose or glucose in the diet and the effects on apparent magnesium absorption in goats. *Journal of Dairy Science* 80: 1738-1743.
- Schonewille, J.T., van't Klooster, A.T., Beynen, A.C., 1994. High phosphorus intake depresses apparent magnesium absorption in pregnant heifers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 71: 15-21.
- Seifi, H.A., Mohri, M., Farzaneh, N., Nemati, H., Nejhad, S.V. 2010. Effects of anionic salts supplementation on blood pH and mineral status, energy metabolism, reproduction and production in transition dairy cows. *Research in Veterinary Science* 89: 72-77.
- Tarlton, J.F., Holah, D.E., Evans, K.M., Jones, S., Pearson, G.R., Webster, A.J. 2002. Biomechanical and histopathological changes in the support structures of bovine hooves around the time of first calving. *The Veterinary Journal* 163: 196-204.
- Thoefner, M.B., Pollitt, C.C., Van Eps, A.W., Milinovich, G.J., Trott, D.J., Wattle, O., Andersen, P.H. 2004. Acute bovine laminitis: a new induction model using alimentary oligofructose overload. *Journal of Dairy Science* 87: 2932-2940.

Mjölkkvalitet och mjölksammansättning

Helena Lindmark Månsson

Mjölakens sammansättning är av avgörande betydelse för mjölken som näringskälla, som råvara för tillverkning av olika produkter på mejeriet och som ingrediens vid övrig livsmedelsframställning. Sammansättningen är beroende av en mängd olika faktorer som kons gener, fodrets innehåll och hanteringen av korna, som exempelvis mjölkningstrategi, bland mycket annat. I denna sammanställning görs en genomgång av närproducerat foders inverkan på mjölakens sammansättning.

Syftet i flera av de relativt få försök som gjorts med närproducerat foder är att hitta alternativa fodermedel till sojabönan/sojamjöl (Volpelli, Comellini *et al.* 2010). Anledningen till detta är att begränsa importen av soja från länder utanför EU och att minimera risken för att GMO ska komma in i livsmedelskedjan. Flera av försöken är gjorda i Italien med fokus på mjölk för produktion av Parmigiano-Reggiano-ost. De vanligaste proteinkällorna i koncentrat till kor i Italien var sojamjöl, solrosmjöl, rapsmjöl och hela sojabönor (Comellini, Volpelli *et al.* 2009).

Närproducerat foder i Sverige

Proteinkraftfoder

Rapsprodukter

Långtidseffekter av rapsutfodring studerades under de tre första laktationerna hos 85 SRB-kor (Emanuelson, Ahlin *et al.* 1993). Korna fick tre olika mängder

av rapsmjöl och värmebehandlade och krossade rapsfrön. Under hela försöksperioden var det en tendens till högre mjölkavkastning i gruppen som fick den högsta mängden raps jämfört med kontrollgruppen utan rapsutfodring. Ureahalten i mjölken var signifikant högre för kontrollgruppen än i mjölk från kor som fått raps. Både medelhög och hög rapsutfodring resulterade i signifikant ökat innehåll av tiocyanat i mjölken medan det för jodinhållet blev en signifikant minskning när korna utfodrades med raps. Mjölakens smak påverkades inte av de olika utfodringsstrategierna. Fettsyrasammansättningen förändrades vid den högsta utfodringsnivån av raps med en 5-procentig minskning av palmitinsyra (C16:0) medan andelen av stearinsyra (C18:0) och oljesyra (C18:1) ökade med samma procentsats. Forskarnas slutsatser från försöket var att inblandning av rapsprodukter av dubbellag typ upp till 2,5 kg torrsbstans av rapsmjöl och 0,9 kg värmebehandlad krossade rapsfrön i fodret till mjölkkor inte hade några negativa effekter på mjölken sammansättning.

Resultaten har bekräftats i andra studier som i ett mindre försök där effekter av extruderad rapskaka studerades på mjölakens fettsyraprofil och jodinhållet i mjölken eftersom raps bedöms vara ett likvärdigt substitut för soja (Vesely *et al.* 2009). Fyra Holstein-kor delades in i två grupper och fick ett foder baserat på rapskaka eller soja, respektive. Utfodring med extruderad rapskaka resulterade i en ökad andel av enkelomättade fettsyror och en minskad andel palmitinsyra (C16:0) och fleromättade fettsyror i mjölkfettet jämfört med utfodring med soja, medan innehållet av mättade fettsyror inte påverkades. Jodinhållet i mjölken minskade markant med utfodring med rapskaka, från 367 µg jod/l vid sojautfodring till 197 µg jod/l med rapskaka fast innehållet i fodret var i stort sett lika.

Slutsatsen är att det går att använda raps i stället för soja vid utfodring av kor, men jodinhållet i mjölken måste följas noggrant.

Åkerböna

Åkerbönan har lägre proteinhalt och högre stärkelseinnehåll än sojabönsmjöl. Proteinet innehåller mer av aminosyran lysin men mindre av metionin och cystein. Åkerbönan innehåller en hög halt av antinutritionella tanniner och då särskilt i skalet. För att minska tannininnehållet kan åkerbönan processas på olika sätt som genom värmebehandling.

I två på varandra följande försök ersattes sojamjöl delvis med värmebehandlade åkerbönor (Volpelli, Comellini *et al.* 2010). I båda försöken jämfördes ett kontrollfoder bestående av 12 % sojamjöl/inga åkerbönor med försöksfoder med 7,5 % sojamjöl/10 % åkerböna. Korna fick dessutom hö och gräs i experiment 1 och enbart hö i experiment 2. Mjölkavkastning och mjölakens protein-, fett-, laktos- och kaseinhalt var lika i mjölk från de båda grupperna. Forskarna konstaterar att det är svårt att jämföra resultaten med andra publicerade resultat i litteraturen eftersom få studier gjorts och ofta användes samtidigt ärtor. De teknologiska egenskaperna i mjölken studerades också och även om ingen statistisk analys kunde göras var tendensen att ingen skillnad sågs i koagulerings- eller gelstyrka, viktiga egenskaper vid osttillverkning. Dessa resultat bekräftar resultaten från en tidigare studie där ingen skillnad sågs i mjölkavkastning eller produktion av fett eller protein (Melicharová, Pechová *et al.* 2009).

Slutsatserna från försöken är att värmebehandlade åkerbönor är ett möjligt alternativ till sojamjöl.

Ärter

Jämfört med sojamjöl innehåller proteinet i ärtor mer lysin och mindre metionin. Som andra baljväxter innehåller ärtor antinutritionella faktorer som proteasinhibitorer. Värmebaserade processer kan vara fördelaktiga för att minska dessa faktorer och sådana behandlingar ökar också proteinernas för-

måga att undkomma fermentering i vommen. I praktiken är dock värmebehandling av ärtor för närvarande ovanligt pga. brist på teknisk utrustning och det är oklart om mervärdet är större än kostnaderna för energi och hantering.

I två efter varandra följande försök undersöktes värmebehandlade ärtor som partiell ersättning för sojamjöl i fodret till kor för mjölkproduktion till framställning av osten Parmigiano-Reggiano (Volpelli, Comellini *et al.* 2009). Kontrollkoncentratet som innehöll 8,3 % sojamjöl jämfördes med ett koncentrat med 5 % sojamjöl och 15 % värmebehandlade ärtor i båda försöken. I försök 1, som varade i 26 dagar, ingick 60 kor och i försök 2, som varade i 48 dagar, ingick 44 kor. Varken mjölkavkastningen eller mjölkens innehåll av fett, protein, laktos, kasein eller urea skilde mellan grupperna, och inte heller mängden producerat fett, protein och kasein. Även om ingen statistik analys kunde göras av de teknologiska egenskaperna hos mjölken, ansåg forskarna att det inte var någon skillnad i koaguleringsegenskaper och gelstyrka hos mjölken från de båda grupperna. Samma resultat erhöles i ett liknande försök där ett sojafritt foder jämfördes med foder innehållande extruderade ärter (Cozzi, Boukha *et al.* 2010) med skillnaden att ureainnehållet i mjölken var högre från den grupp kor som inte fick sojamjöl. Forskarna i denna studie rekommenderar därför att kombinera foder med ärter med andra energikällor som lätt fermenteras i vommen.

Betydelsen av ärternas struktur har också undersökts för mjölkens sammansättning och egenskaper. I ett försök jämfördes råa, extruderade eller expanderade ärter med sojamjöl (Masoero, Moschini *et al.* 2006). Ärterna ersatte delvis sojamjöl och helt kornmjöl i fodret. Sojamjöl ingick till 3,40 % av torrsubstansen i kontrollfodret medan det i försöksfodren ingick 10,30 % ärter av torrsubstansen och inget sojamjöl. Mjölkavkastningen var signifikant högre hos kor som fått extruderade ärter jämfört med de andra grupperna. Annars var det i stort sett inga skillnader i mjölkens sammansättning mellan grupperna och inte heller på mjölkens koagulering, av betydelse för osttillverkning. Detta försök visade att ärter av olika struktur delvis kan ersätta sojamjöl och helt ersätta kornmjöl.

I en studie var slutsatserna att antingen ärter med högt eller lågt innehåll av tanniner kan ersätta ungefär 1,1 kg sojamjöl per dag till kor mitt i laktationen (Sinclair, Hart *et al.* 2009). I ett annat försök ansågs 15 % till 20 % vara en lämplig andel men det konstateras i denna studie att mjölkens smak inte var bedömd i utfodringsförsök med ärter (Vander Pol, Hristov *et al.* 2008).

Slutsatsen är att ärter, sett ur mjölk kvalitetsperspektiv, är ett fullvärdigt alternativ till sojamjöl.

Lupin

I två experiment undersöktes det om sojamjöl kunde ersättas med grovt mald lupin och/ eller ärter i högproducerande mjölkkor. I det första försöket ersattes sojamjöl delvis, till 75 %, med lupin, ärter eller en blandning av båda. I försök 1, där alla fodervarianter ingick, var mjölkavkastningen högst hos kor utfodrade med lupin eller sojamjöl och mjölkens fetthalt var högst hos kor utfodrade med lupin liksom innehåll av urea och också producerad mängd fett. I försök 2 ingick inte sojamjöl i försöksfodret utan endast lupin eller lupin/ärter som proteinfoderkälla, och där var också innehållet av urea i mjölken högre med enbart lupin jämfört med lupin/ärter men inte jämfört med sojamjöl medan fetthalten var lägre med utfodring med enbart lupin jämfört med när korna fick sojamjöl. Proteininnehållet i mjölken var högre med enbart lupinfoder jämfört med sojamjöl. Mjölkens fettsyrasammansättning påverkades av lupinfodret genom en ökad halt långa mättade fettsyror (C20:0, C22:0). Försöket visade att grovt mald lupin kan ersätta upp till 100 % av sojamjölet (räknat på kraftfodrets torrsubstans) till högproducerande kor utan att mjölkavkastningen påverkas.

Dessa resultat överensstämmer med de från ett tidigare försök med hel lupin och hela sojaböner (May, Otterby *et al.* 1993).

Slutsatserna är att lupin, sett ur mjölkperspektiv, kan ersätta sojamjöl.

Agrodrank/Drank

I Sverige ger den ökande produktionen av alternativa drivmedel till fordon resulterat i biprodukten Agrodrank som kan användas som fodermedel och tillgången på Agrodrank förväntas öka (Bertilsson 2007). I USA har också en ökning av agrodrank baserat på majs genererats genom en ökad produktion av bränsleetanol (Hollmann, Allen *et al.* 2011).

I ett examensarbete utfört vid SLU i Skara utvärderades bland annat effekten av drankgivans storlek på mjölkavkastning och mjölkens sammansättning (Carlsson 2007). Fyra olika foderbehandlingar användes där drank adderades till en basfoderstat med:

- 1 kg drank (4 % av torrsubstansmängden) och standardensilage med gräs/klöver
- 1 kg drank (4 % av torrsubstansmängden) och anpassat gräsenilage
- 2,5 kg drank (10 % av torrsubstansmängden) och anpassat gräsenilage
- 4 kg drank (16 % av torrsubstansmängden) och anpassat gräsenilage

Resultaten visade att utfodring med anpassat gräsenilage istället för standardensilage av gräs/klöver, vid användning av 1 kg drank oberoende av mängd, resulterade i en ökad halt och mängd av protein i mjölken och en minskad ureahalt. Utfodring med anpassat gräsenilage vid 1, 2,5 och 4 kg drank gav liknande fett- och proteinhalt i mjölken som utfodring med standardensilaget av gräs/klöver och 1 kg drank. Slutsatsen från försöket var att en drankgiva på 1-2 kg i kombination med ett anpassat gräsenilage är att rekommendera.

En nyligen publicerad meta-analys har utvärderat effekter på mjölkavkastning och mjölkens fetthalt av utfodring med agrodrank baserad på majs (Hollmann, Allen *et al.* 2011). En farhåga har varit att om agrodrank baserat på majs används i en omfattning av 5-10% av givan så ökar risken för minskad mjölkavkastning och lägre fettinnehåll i mjölken. Resultaten av meta-analysen visade att mjölkavkastningen ökade upp till en utfodring på 1,2 kg torrsubstans agrodrank/ko och dag. Vid högre inblandning minskade mjölkavkastningen. Produktionen av mjölkfett påverkades inte av fodrets innehåll av agrodrank. Andelen fettsyror i mjölkfettet kortare än C18 var lägre i kor som fått agrodrank baserat på majs än i kontrollerna i flera av försöken i meta-analysen.

En generell slutsats baserat på tillgängliga studier kan vara att man bör vara försiktig, sett ur mjölk kvalitetsperspektiv, med att använda agrodrank som huvudsaklig proteinkälla till mjölkkor. I kombination med andra proteinkällor är dock agrodrank ett bra alternativ.

Övriga proteinkraftfodermedel som används i mindre skala

Linfrökaka

Omkring 60 % av linfrö utgörs av kolhydrater och protein lämpliga för foderändamål. Linfrön innehåller slemämnen och den antinutritionella substansen linatin, som förhindrar upptaget av vitaminet pyridoxin (vitamin B5). Oprocessat linfrö innehåller varierande nivåer av cyanogena glykosider som med hjälp av enzymet linamaras kan bilda cyanväte. För utvinning av linfröolja tillämpas i Sverige enkel pressning. Den då utvunna foderprodukten kallas linfrökaka.

Utfodringsförsök på Lantbruksuniversitetet 1994 med mjölkkor visade att foderstater med linfrökaka upp till 2-2,4 kilo/ko/dag gick att utfodra utan negativ effekt på mjölkavkastningen (Bertilsson 1994). Vid så hög giva som 3,9 kilo per ko och dag sjönk mjölk- och proteinavkastning jämfört med rapskaka. Vid

utfodring med linfrökaka ökar andelen 18:3 omega-3-fettsyror i mjölken (Herland 2008).

I en tidigare publicerad rapport om linfröets användbarhet som foder konstaterades att en mindre giva verkar höjande på mjölkavkastningen medan en högre giva är sänkande (Olsson, Emanuelson *et al.* 1988). Linfröets påverkan på mjölk och smör kan tillskrivas fettfraktionen, som med sin omätningsgrad, och en högre andel omega-3 fettsyror, ger ett mjukt smör.

Slutsatsen är att linfrökaka till mjölkkor kan påverka mjölkfettets kvalitet genom att andelen omättat fett ökar.

Hampfrökaka

Sedan 2003 är det inom EU tillåtet att odla hampa (*Cannabis sativa L.*) med lågt innehåll av den psykoaktiva substansen delta-9-tetrahydrocannabinol, den främsta aktiva kemiska substansen i cannabis (Council of the European Communities 1993). Hampaförn innehåller mer än 300 g olja och runt 250 g protein per kg (Callaway 2004). Efter att ha pressat ut oljan kan innehållet av protein i hampfrökakan variera, värden mellan 319 och 385 g/kg torrsubstans har rapporterats (Karlsson, Hetta *et al.* 2009). Det finns i stort sett bara en studie publicerad där effekterna av utfodring med hampfrökaka på mjölkavkastning och mjölkens sammansättning gjorts (Karlsson, Finell *et al.* 2010). Under det fem veckor långa försöket ingick 40 SRB-kor som lottades till fyra olika utfodringar som innehöll 0 g, 143 g, 233 g eller 318 g kallpressad hampfrökaka per kg torrsubstansfullfoder. Ett ökat innehåll av hampfrökaka hade en signifikant effekt på mjölkavkastningen och produktionen av protein, fett och laktos där maximum för dessa parametrar erhöles vid en utfodring på 143 g hampfrökaka/kg torrsubstansfullfoder. Med ökad utfodring av hampfrökaka ökade innehållet av protein, laktos och urea signifikant. Sammanfattningsvis ansågs utfodring med 143 g hampfrökaka/kg torrsubstans fullfoder motsvarande 157 g råprotein/kg torrsubstans fullfoder vara optimalt.

Det är möjligt, sett ur mjölk kvalitetsperspektiv, att använda en moderat mängd hampfrökaka som proteinkälla till mjölkkor.

Svenskodlad soja

Inga studier är publicerade där effekten av att utfodra kor med svenskodlad soja (i stället för importerad) på mjölkens sammansättning och egenskaper redovisats.

Alternativa fodermedel

Att delvis byta ut soja och helt byta ut HP-massa mot 8 % senapsfröekli av torrsubstansen har studerats i mjölk från 34 Holsteinkor (Maiga, Bauer *et al.* 2011). Mjölkavkastningen var högre för kor som utfodrats med senapsfröekli men det var ingen skillnad i mjölkens sammansättning eller smak.

Grovfoder som proteinkälla

Vallfoder

En studie om inverkan av klöverensilage i förhållandet 100:0, 75:25, 50:50 och 25:75 tillsammans med ett kraftfoder bestående av 32 % sojamjöl, 65 % havre och 3 % mineralblandning finns rapporterad. Mjölkavkastning och mjölkens sammansättning undersöktes hos 48 kor av rasen som numera kallas dansk Holstein (Sejrsen & Larsen 1977). Inga signifikanta skillnader i mjölkavkastning, protein- eller fetthalt i mjölken eller producerad fettmängd kunde uppmätas i försöket. Utöver detta försök där vallfoder jämförs med soja har inga fler hittats i litteraturen.

Majsensilage

I ett nyligen publicerat försök har inverkan av olika förhållanden mellan majsensilage och lusern och extruderade sojaböner på mjölkens sammansättning studerats med syfte att utvärdera möjligheten att byta ut majsensilaget (Yan, Zhang *et al.* 2011). Försöket omfattade 90 Holsteinkor och varade i 14 veckor. Foderstaterna innehöll 0 %, 5 % eller 10 % extruderade sojaböner och 30 %, 20 % respektive 10 % majsensilage tillsammans med lusern. Samtliga foderstater innehöll dock 7,7 till 13,8 % sojamjöl. Ju högre innehåll av extruderad sojaböna det var i fodret desto högre blev mjölkavkastningen och mjölkens proteinhalt. Fett- och laktoshalten påverkades inte medan den totala mängden för protein, fett och laktos ökade med mängden extruderad sojaböna. Ju mer majsensilage korna fick desto högre var innehållet av mättade fettsyror i mjölken, medan innehållet av omättade fettsyror var lägre.

HP-massa

Inga försök är publicerade där effekten på mjölkens sammansättning och egenskaper av att utfodra kor med ökande mängd HP-massa och samtidigt variera mängden sojamjöl har studerats.

Diskussion och slutsatser

Syftet i flera av de relativt få försök som gjorts med närproducerat foder är att hitta alternativa fodermedel till sojabönan/sojamjöl. Anledningen till att man vill hitta ersättningar för soja är att kunna begränsa importen av soja från länder utanför EU och att minimera risken för att GMO-produkter ska komma in i livsmedelskedjan. I denna del av sammanställning var syftet att utvärdera möjligheterna att byta ut importerad soja mot närproducerat foder och främst belysa effekter på mjölkens sammansättning och egenskaper. Slutsatser från litteraturstudien är att:

- Det går att använda raps i stället för soja vid utfodring av kor, men jodinhållet i mjölken måste följas noggrant
- Åkerböner är ett möjligt alternativ till sojamjöl, små eller inga effekter på mjölkens sammansättning förväntas
- Lupin som ersättning för sojamjöl har små eller inga effekter på mjölkens sammansättning
- Linfrökaka till mjölkkor kan påverka mjölkfettets kvalitet genom att andelen omättat fett ökar

Referenser

- Bertilsson, J., Emanuelson, M., Murphy, M. 1994. Linfröprodukter som foder till mjölkkor. Rapport 229, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala. ISSN 0347-9838.
- Bertilsson, J. 2007. Agrodrank som foder till mjölkkor, SLU: <http://www.svenskmjolk.se/Global/Dokument/EPitr%20a4det/Mj%20b6lkg%20a5rden/Foder/Agrodank%20som%20foder%20till%20mj%20c23%20b26lkor.pdf>.
- Callaway, J. C. 2004. Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica* 140(1): 65-72.
- Carlsson, M. 2007. Drankgivans och vallfoderkvaliténs effekt på konsumtion och produktion hos mjölkkor. Studentarbete. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa Avdelningen för produktionssystem. 129.
- Comellini, M., Volpelli L. A. *et al.* 2009. Faba bean in dairy cow diet: effect on milk production and quality. 8(Supplement 2): 396-398.
- Council of the European Communities 1993. Council Regulation (EC) No 1782/2003 of 29 September 2003. Official Journal of the European Union L 297: 1-69.

- Cozzi, G., Boukha, A. *et al.* 2010. Extruded pea (*Pisum sativum*) as alternative to soybean protein for dairy cows feeding in organic Alpine farms. *Italian Journal of Animal Science* 9(2): e38.
- Emanuelson, M., Ahlin, K. A. *et al.* 1993. Long-term feeding of rapeseed meal and full-fat rapeseed of double low cultivars to dairy cows. *Livestock Production Science* 33(3-4): 199-214.
- Froidmont, E., Bartiaux-Thill, N. 2004. Suitability of lupin and pea seeds as a substitute for soybean meal in high-producing dairy cow feed. *Animal Research* 53(6): 475-487.
- Herland, P. J. 2008. Lin och linfrökaka som foderråvara. *Svensk Frötidning* 7.
- Hermansson, L. 2000. Rapsprodukter i foder till våra djur. *Svensk Frötidning* 9.
- Hollmann, M., Allen, M.S. *et al.* 2011. Diet fermentability influences lactational performance responses to corn distillers grains: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science* 94(4): 2007-2021.
- Karlsson, L., Finell, M. *et al.* 2010. Effects of increasing amounts of hempseed cake in the diet of dairy cows on the production and composition of milk. *Animal* 4(11): 1854-1860.
- Karlsson, L., Hetta, M. *et al.* 2009. New methodology for estimating rumen protein degradation using the *in vitro* gas production technique. *Animal Feed Science and Technology* 153(3-4): 193-202.
- Maiga, H., Bauer, M. *et al.* 2011. Mustard bran in lactating dairy cow diets. *Journal of Dairy Science* 94: 3054-3062.
- Masoero, F., Moschini, M. *et al.* 2006. Raw, extruded and expanded pea (*Pisum sativum*) in dairy cows diets. *Italian Journal of Animal Science* 5(3): 237-247.
- May, M.G., Otterby, D.E. *et al.* 1993. Lupins (*Lupinus albus*) as a protein supplement for lactating Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 76(9): 2682-2691.
- Melicharová, V., Pechová, A. *et al.* 2009. Performance and metabolism of dairy cows fed bean seeds (*Vicia faba*) with different levels of anti-nutritional substances. *Acta Veterinaria Brno* 78(1): 57-66.
- Olsson, A.-C., Emanuelson, M. *et al.* 1988. Linfröets egenskaper och användbarhet som foder, Institutionen för djurens utfodring och vård.
- Pettersson, T. 2006. Konsumtion av vallfoder. *Jordbruksinformation* 6 – 2006. Jönköping, Jordbruksverket.
- Sejrsen, K., Larsen, J.B. 1977. Effect of silage:concentrate ratio on feed intake, growth rate and subsequent milk yield of early calving heifers. *Livestock Production Science* 4(4): 313-325.
- Sinclair, L.A., Hart, K.J. *et al.* 2009. Effects of inclusion of whole-crop pea silages differing in their tannin content on the performance of dairy cows fed high or low protein concentrates. *Livestock Science* 124(1/3): 306-313.
- Vander Pol, M., Hristov, A.N. *et al.* 2008. Peas can replace soybean meal and corn grain in dairy cow diets. *Journal of Dairy Science* 91(2): 698-703.
- Veselý, A., Křízová, L. *et al.* 2009. Changes in fatty acid profile and iodine content in milk as influenced by the inclusion of extruded rapeseed cake in the diet of dairy cows. *Czech Journal of Animal Science* 54(5): 201-209.
- Volpelli, L. A., Comellini, M. *et al.* 2009. Pea (*Pisum sativum*) in dairy cow diet: effect on milk production and quality. *Italian Journal of Animal Science* 8(2): 245-257.

Volpelli, L. A., Comellini, M. *et al.* 2010. Faba beans (*Vicia faba*) in dairy cow diet: effect on milk production and quality. *Italian Journal of Animal Science* 9(1): e27.

Yan, R., Zhang, R. *et al.* 2011. Changes in milk production and metabolic parameters by feeding lactating cows based on different ratios of corn silage: alfalfa hay with addition of extruded soybeans. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences* 24(6): 800-809.

Miljö- och klimataspekter på användning av närodlat foder i mjölkproduktionen

Christian Swensson

Inledning

I detta avsnitt beskrivs positiva och negativa miljökonsekvenser av odling och användning av närodlat foder. Närodlat foder definieras som foder odlat och/eller producerat inom landet. Denna definition får vissa konsekvenser, framförallt södra Sverige kommer att ha närmare till en konkurrenskraftig odling av t.ex. proteingrödor i norra Polen, norra Tyskland och Danmark än proteingrödor odlade i exempelvis Västra Götaland. Å andra sidan är regelverket för användning av pesticider mer liberalt utanför Sverige vilket innebär att import av foder från våra närmaste grannländer kan ha odlats med användning av i Sverige förbjudna preparat. Emanuelsson *et al.* (2006) delade upp fodrets ursprung i tre delar; svenskodlat foder, europeiskt odlat foder samt fjärrodlat foder (dvs. foder som är odlat utanför Europa).

I detta avsnitt behandlas översiktligt följande miljöaspekter av närodlat foders påverkan på miljön, positiv eller negativ:

- I relation till Sveriges miljömål
- Markanvändningens påverkan på
 - markbördighet
 - biologisk mångfald
 - kulturella värden
- I relation till kretsloppet av kväve och fosfor
- Lustgasavgången
- Betydelse som kolsänka
- Inverkan på avgången av växthusgaser

Närodlat foder och miljömålen

Närodlade foderstater innebär kraftigt ökade arealer av framförallt baljväxter (ärter, åkerbönor, lupiner) och oljeväxter om den svenska mjölksektorns behov av proteinfoder skulle täckas med inhemskt producerat foder. I närodlatrapporten från 2003 (Bertilsson *et al.*, 2003) redovisar Cederberg vad en ökning av baljväxt- och oljeväxtarealen på bekostnad av spannmålsarealen innebär i relation till miljömålen.

En fördjupad analys finns redovisad i "Livscykelanalys av närproducerade foderstater för mjölkkor" (Wallman *et al.*, 2011). I rapporten jämförs fem olika foderstatsalternativ, beräknade för att ge 9 000 kg ECM, ur framför allt miljöbelastningssynpunkt. Foderstaterna användes på en teoretisk mjölk-gård med 100 mjölkkor belägen i Västra Götaland. Foderstaterna jämfördes avseende energi- och markanvändning, klimatpåverkan, övergödning och försurning. De olika foderstaterna var normalfoderstater, en majsensilagedominerad foderstat och tre närproducerade alternativ. De tre närproducerade alternativen var ett Agrodrankbaserat alternativ, ett alternativ baserat på bättre vallfoder och ett alternativ baserat på raps, ärter och klöverrikt ensilage. Livscykelanalysen om-

fattade följande steg i produktion och användande av foder; odling, transport till foderfabrik och gård, tillverkning av foder, fodersmältning hos kon och spridning och lagring av kons gödsel (Wallman *et al.*, 2011).

I nedanstående sammanställning redovisas resultat från Bertilsson *et al.* (2003) och Wallman *et al.* (2011) avseende närodlat foders påverkan på de svenska miljömålen. Numreringen av miljömålen är enligt Miljömålsportalens numrering (<http://miljomal.nu/>).

Begränsad klimatpåverkan +/- 0

Närproducerade fodermedel kommer att ha en lägre klimatpåverkan framför allt beroende på odlingen och transporten av fodermedel. Kvävefixerande grödor som baljväxter har en lägre växthusavgång beroende på användning av mindre mängd mineralgödsel jämfört med många importerade fodermedel. Kortare transporter av närodlade fodermedel jämfört med importerade innebär generellt lägre utsläpp jämfört med framför allt fjärrodlade fodermedel, hur mycket är beroende av transportmedel. Blandvall, baljväxter och raps ger totalt lägre utsläpp av lustgas och koldioxid i jämförelsen med övriga alternativ i undersökningen av Wallman *et al.* (2011) trots något högre utsläpp vid gödselspridning på grund av högre kväveinnehåll i gödseln. Metanavgången vid djurens fodersmältning skiljer sig mycket lite mellan de olika alternativen i samma undersökning (Liljeholm *et al.*, 2009).

Bara naturlig försurning +/- 0

Vallodling får enligt Wallman *et al.* (2011) ett större utsläpp av försurande ämnen än de övriga alternativen. Detta framför allt på grund av att spridningen av stallgödsel i vallodling sker i växande gröda och därmed ger högre ammoniakförluster jämfört med övriga alternativ där stallgödseln myllas i samband med vårbruket.

Giftfri miljö +/- 0

Det finns ingenting som indikerar att en ökad odling av närodlat foder (raps och baljväxter) ökar användningen av bekämpningsmedel i Sverige (Bertilsson *et al.*, 2003). Användningen av bekämpningsmedel i både Sverige och Finland är låg i en internationell jämförelse, främst beroende på ett lågt antal skadegörare (Wivstad, 2005).

Ingen övergödning - Negativt

Foderproduktionen är det steg i mjölkproduktionens livscykel som ger det största potentiella bidraget till övergödningen. Foderstaten med raps och ärter ger störst bidrag bland alternativen både från foderodling och från gödsel före spridning. Både ärter och oljeväxter innebär en ökad utlakningsrisk av näringsämnen jämfört med spannmålsodling. Orsakerna är två; dels är skörderesterna mer kväverika än hos spannmål, t.ex. innehåller rapsskörderester inklusive rötter ca 50 kg N/ha, dels bearbetas marken oftast direkt efter skörden av dessa grödor för att förbereda sädd av höstvet och därmed gynnas markens nitrattbildning eftersom nitrifikation gynnas av den tidiga höstbearbetningen. Eftersom höstsädd spannmål endast tar upp ca 10 kg N/ha är risken stor för ökat N-läckage. Någon form av fånggröda i samband med dessa grödor och sädd av vårsäd istället för höstsädd begränsar risken för ökat läckage. Gödselns större bidrag beror på att foderstaten är kväverik och att även gödseln därför innehåller mer kväve än i övriga alternativ. En ökad odling av baljväxter och oljeväxter förväntas framför allt ske i södra Sverige vilket kan innebära svårigheter för att upp-fylla de regionala miljömålen i södra Sverige för framför allt miljömålet "Ingen övergödning".

Ur fosforsynpunkt kan foderstater med mycket rapsprodukter innebära problem med fosforöverskott. Rapsmjöl och rapskaka är mycket fosforrika foder-

medel, över 11 gram fosfor per kg ts (tabell 19) vilket innebär att mjölkkor i höglaktation som får mycket rapsprodukter kan få fosforöverskott. Det innebär att överskottet hamnar i gödseln och därmed så småningom kan bidra till fosforutlakning på åkrarna. Å andra sidan kommer rapsmjölets fosfor från svenska åkrar och går tillbaka till svenska åkrar. Införsel av fosfor från sojamjöl blir en extra fosfortillförsel till ett redan fosforrikt svenskt jordbruk.

Grundvattenkvalitet - Negativt

Som påpekades för miljömålet ”Ingen övergödning” finns det risk för högre markläckage av framförallt kväve vid odling av raps och baljväxter men knappast så höga nivåer att nitrathalten i grundvattnet ökar (Bertilsson *et al.*, 2003).

Ett rikt odlingslandskap - Positivt

En ökad andel närodlade fodermedel kommer naturligtvis att innebära mer variation i val av grödor och troligen bättre markbördighet på grund av varierade växtföljder (Bertilsson *et al.*, 2003).

I tabell 20 sammanfattas resultaten från Wallman *et al.* (2011).

Tabell 20. Relativ miljöpåverkan jämfört med normalfoderstaten (efter Wallman *et al.*, 2011)

	Agrodrank	Mer och bättre vall	Majsensilage och HPmassa	Raps, ärtor och klöver
Energi				
Mark				
Klimat				
Försumning				
Övergödning				
		>10 % bättre		
		<10% sämre		

Utfallet av denna jämförelse beror dels på koncentratets innehåll i den ”normala” foderstaten, dels på foderstatsberäkningar som beräknades enligt det gamla AAT/PBV-systemet. Ingen hänsyn togs till förändrad markanvändning, i och med att det inte finns någon internationell standardiserad metod för att beräkna konsekvenserna av förändrad markanvändning. FAO har i en rapport uppskattat koldioxidavgången vid odling av sojabönor i Brasilien till över 7 kg koldioxidkvivalenter per kg sojabönkaka (FAO, 2010). Även om värdet är omdiskuterat kommer hänsyn till förändrad markanvändning på grund av utökad sojaodling ha stor betydelse för kolavtrycket (Carbon Footprint, CF) från svensk mjölkproduktion.

Närodlad foder och markanvändningen

Den övergripande tanken är att marken är en ändlig resurs och att det gäller att använda den så effektivt som möjligt. Det innebär att avkastningen i växtodlingen är mycket betydelsefull. Om det är en låg skörd kan det vara bättre att marken används till något annat som t.ex. skogsplantering eller för naturvårdsändamål. Samtidigt får inte markutnyttjandet innebära att markens värde som odlingsresurs degraderas. Andra värden som påverkas av markutnyttjandet är den biologiska mångfalden och det kulturella värdet (Emanuelson *et al.*, 2006).

Ur miljöanalyssynpunkt finns det ännu ingen etablerad metod som används för att värdera indirekt påverkan av markanvändning. Jämfört med växtodling i södra Europa har svensk växtodling små eller inga problem med erosion. Markpackning är den faktor som i Sverige har störst negativ påverkan på markens bördighet. En procents skördenedsättning var 15 till 20:e år anses markpackningen stå för. (Emanuelson *et al.*, 2006).

Kretsloppet av kväve och fosfor

Användning av närodlat foder och/eller närproducerade biprodukter som t.ex. rapsmjöl och Agrodrank kan innebära att kvävet kretslopp blir mer slutet, åtminstone på nationell nivå. Detta bör minska kväveöverskottet på nationell nivå och i bästa fall även på gårdsnivå. Sverige har i jämförelse med länder med intensiv mjölkproduktion lägre kväveöverskott per hektar på mjölkgårdar (Swensson, 2002). En förklaring till detta är billigare markpriser och större tillgång på mark än många länder i Nordvästeuropa. Lokalt kan dock mark vara en bristvara i vissa regioner med expanderande mjölkproduktion.

I en undersökning av sambandet mellan import av gödselmedel och foder vs. kväveöverskottet visade Bleken *et al.* (2005) att en stor import av kraftfoder leder till en betydligt lägre kväveeffektivitet i mjölkproduktionen. Det är viktigt att kopplingen mellan växtodling och djurproduktion är bra åtminstone på nationell nivå och allra helst även på gårdsnivå.

Fosfor är livsviktigt för både människor, djur och växter, egentligen för alla livsyttringar. Paradoxalt nog pågår det två fosfordiskussioner samtidigt som pekar åt olika håll. Dels finns det en oro över att de kända fosforfyndigheterna håller på att ta slut, dels att det finns ett fosforöverskott i bl.a. lantbruket. Fosfor läcker ut i vattendrag, åar, sjöar och så småningom kust och hav vilket bidrar till övergödningen i t ex Östersjön. I serien Formas fokuserar finns aktuell kunskap om återvinning av fosfor dokumenterad (Formas, 2011).

Fosforbrist är mycket ovanligt i modern mjölkproduktion vilket har konstaterats både i undersökningar i Sverige och i andra länder. Den senaste svenska undersökningen från Halland visade att korna fick 27 % mer fosfor än behovet. Om resultatet från den halländska undersökningen skulle gälla för hela Sverige innebär det överutfodring med 7 ton fosfor årligen bara för mjölkkor (Danielsson, 2004).

Idisslare är generellt bra på att göra sig av med ett överskott av fosfor, och om fosforabsorptionen blir för hög utsöndras överskottet via saliven och hamnar till slut i gödseln. Detta utgör ett värdefullt tillskott av växtnäring, men kan även leda till problem med höga fosforhalter i markerna, med fosforförluster och övergödning som följd (Ebeling *et al.* 2002).

Transporter av fodermedel

I Närodlatrapporten från 2006 (Emanuelson *et al.*, 2006) används indikatorn MJ/kg foder för att beskriva energiåtgången vid transporter av foder. Inte oväntat har transporter som sker från andra världsdelar störst energiåtgång (tabell 21).

Tabell 21. Beräknad energiåtgång för fodertransporter (Emanuelson *et al.*, 2006).

Transport	Transportsträcka, km	Energianvändning MJ/kg foder
Lokal transporter i Sverige	20 – 150	0,03 – 0,30
Regionala transporter i Sverige	100 – 1000	0,25 - 0,60
Regionala transporter i norra EU	400 – 1000	0,35 - 0,65
Transporter i EU	2 000 – 2 500	1 - 1,25
Globala transporter från Sydamerika och Sydostasien	12 000 – 17 000	2,9 – 4,2

Vid fotosyntesen omvandlas vatten och koldioxid till energirika kolhydrater. För vallar och betesmarker innebär detta att koldioxid tas om hand av vallväxterna och så småningom kan bindas till stabila organiska material som lag-

ras i marken. Detta är ett exempel på en så kallad ekosystemtjänst. Hur stor kolinbindningen är och hur långvarig, den frågan är under debatt. Kolinlagringen i svenska naturbetesmarker är enligt Jordbruksverket (2010) endast 30-60 kilo per hektar och år. Det är mycket lägre värde än vad många andra europeiska studier visar. Jordbruksverket förklarar skillnaden med att de svenska naturbetesmarkerna ligger på mindre bördiga områden med låg produktivitet vilket innebär minskat kolförråd i marken. Vall i växtföljden ökar kolinlagringen enligt resultat baserat på svenska långliggande försök (Kätterer *et al.*, 2011). I en undersökning på Kungsängens gård, Uppsala, konstaterade Kätterer *et al.* (2008) att kolinlagringen i en 30-årig vall var cirka 400 kilo per hektar och år.

I de flesta livscykelanalyser som publicerats för mjölkproduktion har man inte tagit hänsyn till eventuell kolinlagring i marken. I en beräkning av CF (Carbon footprint) för amerikansk mjölkproduktion där man tog hänsyn foderodlingens betydelse som kolsänka så innebär det att CF för 1 kg mjölk var nästan hälften av de CF som brukar anges för nordeuropeisk mjölkproduktion (Rotz *et al.*, 2010).

Lustgasavgång från jordbruksmark

I rapporten "Jordbrukets klimatpåverkan – underlag för att beräkna växthusgasutsläpp på gårdsnivå och nulägesanalyser av exempelgårdar" (Berglund *et al.*, 2009) beskrivs hur lustgas bildas i marken, faktorer som påverkar detta och hur avgången av lustgas beräknas. Lustgas bildas vid två markprocesser: nitrifikation dvs. oxidering av ammoniumjoner till nitrat och denitrifikation där nitrit först reduceras till lustgas och nästa steg till kvävgas. Faktorer i marken som påverkar bildning av lustgas är jordarten, framförallt ler- och mulljordar, markpackning och stor tillgång på kväve i jorden.

En ökad areal närodlat foder har inget direkt samband med ökad lustgasavgång. En ökad baljväxtodling kan indirekt påverka lustgasavgången genom att baljväxter skördas sent vilket innebär större risk för markpackning och kvarlämnade kväverika skörderester, faktorer som ökar risken för lustgasavgång.

Närodlat foder och avgången av växthusgaser

Som tidigare nämnts har flera livscykelberäkningar (LCA) gjorts för att beräkna miljökonsekvenserna vid produktion av mjölk. Man följer mjölken "från vaggan till graven" och beräknar alla utsläpp eller miljöpåverkningar som sker från framställning av mineralgödsel till förpackning av mjölk på mejeriet. Fokuserar man enbart på klimatpåverkan definieras detta som produktens "kolavtryck" eller "carbon footprint". Utmärkande för livsmedelsproduktion är att det största bidraget till klimatpåverkan kommer från primärproduktionen, de flesta beräkningarna brukar ange att 80-90 % av den totala avgången av växthusgaser kommer från primärproduktionen. Därför är det relevant att begränsa beräkningarna fram till och med "gårdsgrinden" för mjölkproduktion (Henriksson & Flysjö, 2011).

Den enskilt viktigaste faktorn för mjölkens "carbon footprint" är metanavgången vid fodermältningen, den brukar motsvara cirka hälften av mjölkens klimatpåverkan i mjölkproduktionen i de nordiska länderna. Vommikrobernas metanproduktion är en naturlig del av fibernedbrytningen i vommen och är svår att påverka utan negativa effekter hos kon. Man kan se det som en slags "hävdvunnen rätt" kopplad till nötkreaturens existens och del av ekosystemen. En större andel grovfoder i kofoderstater innebär ökad metanavgång. Vid användning av tidigt skördat ensilage fanns det i ett svensk försök tendens till ökad metanavgång vid en ökad andel grovfoder i foderstaten (Patel *et al.*, 2011).

Odlingen av foder inklusive tillverkning av mineralgödsel, koldioxidavgång från förbränning av diesel och lustgasavgång från marken bidrar med cirka en tredjedel eller mer av mjölkens totala klimatpåverkan. Det innebär att foderodling-

en och metan från vommen tillsammans står för 85-90 % av mjölkens klimatpåverkan (Henriksson & Flysjö, 2011).

Både val av vallfoder och kraftfoderval kommer att ha betydelse för mjölkens kolavtryck. En klöverdominerad vall kommer att medföra en lägre klimatpåverkan jämfört med en gräsdominerad vall jämfört vid samma ts-avkastning (Henriksson *et al.*, 2011). Kraftfoder baserat på närodlade råvaror kommer att ha en lägre klimatpåverkan jämfört med kraftfoder baserad på sojainblandning (Flysjö *et al.*, 2008). Oavsett foderval är fodereffektiviten av avgörande betydelse för att minska mjölkens klimatavtryck (Kristensen *et al.*, 2011).

Diskussion

En ökad användning av närodlad foder kommer att öka den biologiska mångfalden i svensk växtodling, ha ett positivt inflytande på det öppna landskapet och öka självförsörjningsgraden på proteinfoder. Förutsättningen för en större andel närodlad foder är att det går att få fram närproducerade foder som är lönsamt ur både växtodlingssynpunkt och att det närproducerade fodret inte blir för dyrt. En konkurrensnackdel för svensk mjölkproduktion kan vara att man inte har tillgång till hela världsmarknadens foderutbud. Det gäller både med och utan inriktning på närproducerat foder.

Ur både klimat- och miljösynpunkt pekar det mesta på att en ökad användning av närodlad foder är positiv. Samtidigt är det viktigt att påpeka att en viktig faktor är hur mjölkföretaget drivs. En hög fodereffektivitet har mycket stor betydelse för mjölkföretagets klimatpåverkan (Henriksson *et al.*, 2011).

Slutsatser

- Det finns ingen utfodringsmodell (närodlad eller fjärodlad) som har enbart positiva miljö- eller klimatfördelar
- Produktionen av foder tillsammans med metan från vommen står för 85-90 % av mjölkens klimatpåverkan.
- Beräkningsprinciper för klimatpåverkan är inte färdigutvecklade (standardiserade). Fortfarande saknas beräkningar för vallodlingens betydelse som kolsänka och konsekvenser av förändrad markanvändning och dess inverkan på koldioxidavgång.
- Övergång till större andel rapsprodukter kan medföra fosforöverskott i mjölkfoderstater. Å andra sidan så recirkulerar fosfor från rapsprodukter inom landet till kor och åter till växtodlingen via gödseln. Detta förutsätter att rapsprodukterna är inhemskt odlade.

Referenser

- Berglund, M., Cederberg, C., Clason, C., Henriksson, M., Törner, L. 2009. Jordbrukets klimatpåverkan – underlag för att beräkna växthusgasutsläpp på gårdsnivå och nulägesanalyser av exempelgårdar. Hushållningssällskapet Halland.
- Bertilsson, J., Cederberg, C., Emanuelson, M., Jonasson, L., Rosenqvist, H., Salomonsson, M., Swensson, C. 2003. Närproducerat foder. Svensk Mjölk.
- Möjligheter och konsekvenser av en ökad användning av närproducerat foder till mjölkkor. Rapport nr 7017-P, Svensk Mjölk.
- Bleken Azzaroli, M., Steinshamn, H., Hansen, S. 2005. High Nitrogen Costs of Dairy Production in Europe: Worsened by Intensification. *Ambio* 34:598-606.
- Emanuelson, M., Cederberg, C., Bertilsson, J., Rietz, H. 2006. Närodlad foder – en kunskapsuppdatering. Rapport nr 7059-P, Svensk Mjölk.
- Danielsson, H. 2004. Fosfor i praktiken – en studie på 20 mjölkföretag med fullfoder i Halland. Projektarbete Greppa Näringen. www.greppa.nu.

- Ebeling, AM, Bundy, L.G., Powell, J.M., Andraski, T.W. 2002. Dairy diet phosphorus effects on phosphorus losses in runoff from land applied manure. *Soil Science Society American Journal* 66, 284-291.
- FAO.2010. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector A Life Cycle Assessment. Report Food and Agriculture Organization of the United Nations, Animal Production and Health Division. www.fao.org/docrep/012/k7930e/k7930e00.pdf. Access 2012-11-22.
- Flysjö, A., Cederberg, C., Strid, I. 2008. LCA-databas för konventionella fodermedel - miljöpåverkan i samband med produktion. SIK-rapport nr 772. SIK.
- Formas. 2011. Återvinna fosfor – hur brättom är det? Formas fokuserar. ISBN 978-91-540-6064-1.
- Jordbruksverket, 2010. Minskade växtnäringsförluster och växthusgasutsläpp till 2016 - förslag till handlingsprogram för jordbruket. Bilaga 2 i Jordbruksverkets rapport 2010:10.
- Henriksson, M., Flysjö, A. 2011. Foderproduktion och metanbildning i vommen utgör 85-90 % av mjölkens klimatpåverkan - resultat från studie av mjölkproduktion i Sverige och Nya Zeeland. LTJ-fakultetens faktablad nr 11. SLU Alnarp.
- Henriksson, M., Flysjö, A., Cederberg, C., Swensson, C. 2011. Variation in carbon footprint of milk due to management differences between Swedish dairy farms. *Animal*, 5:9, 1474-1489.
- Kristensen, T., Mogensen, L., Trydeman Knudsen, M., Hermansen, E.J. 2011. Effect of production system and farming strategy on greenhouse gas emissions from commercial dairy farms in a life cycle approach. *Livestock Science* 140: 136-148.
- Kätterer T., Andersson L., Anderén O., Persson J. 2008. Longterm impact of chronosequential land use change on soil carbon stocks on a Swedish farm. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 81:145–155.
- Kätterer, T., Kirchmann, G. Börjesson, G. 2011. Fosfor och kväveinteraktioner samt mullupbyggnad i svenska långligganded försök. Meddelande från södra jordbruksförsöksdistriktet 64, SLU Alnarp. 25:1-10.
- Liljeholm, M., Bertilsson, J., Strid, I. 2009. Närproducerat foder till svenska mjölkkor - miljöpåverkan från djur. Rapport nr 273, inst. för Husdjurens utfodring och vård, SLU.
- Patel, M., Wredle, E., Börjesson, G. Danielsson, R., Iwaasac, A.D., Spörndly, E., Bertilsson, J. 2012. Enteric methane emissions from dairy cows fed different proportions of highly digestible grass silage. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science* 61: 128-136.
- Rotz, C.A., Montes, F., Chianese, D.S. 2010. The carbon footprint of dairy production systems through partial life cycle assessment *Journal of Dairy Science* 93: 1266–1282.
- Swensson, C. 2002. Ammonia Release and Nitrogen Balances on South Swedish Dairy Farms 1997 – 1999. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria* 333, SLU, Alnarp.
- Swensson, C. 2012. Fosforöverskottet sjunker. *Husdjur* nr 8: 12-13.
- Wallman, M., Cederberg, C., Floren, B., Strid, I. 2011. Livscykelanalys av närproducerade foderstater för mjölkkor. Rapport 19, Inst. för Energi och Teknik, SLU Uppsala.
- Wivstad, M. 2005. Kemiska bekämpningsmedel i svenskt jordbruk – användning och risker för miljö och hälsa. CUL, SLU. ISBN 91-576-6827-2.

Ekonomi och sammanfattande diskussion

Ulrik Lovang och Anders H Gustafsson

Sojamjöl och andra importerade foder kan ersättas med proteinfodermedel odlade och producerade i Sverige när det gäller mjölkkor och de flesta andra nötkreatur. Det är främst rapsprodukter, äkerböna och torkad drank som förväntas kunna öka på kort och medellång sikt när det gäller kraftfoder. Men även den idag väl etablerade odlingen av ärter kan vara konkurrenskraftig och därmed öka, liksom lupin som till skillnad från ärter är nästan obefintlig i svensk växtodling men visar en del lovande resultat. En viktig förutsättning för att kunna nå väl fungerande foderstater är vallfoder av hög kvalitet.

För att bedöma lönsamheten på gårdsnivå av en övergång till närproducerat foder måste man se till lönsamheten i sin helhet, från produktion av foder till effekt på kostnader och mjölkintäkten. I denna litteraturstudie finns beskrivningar av vilka effekter som uppstått i försök och undersökningar inom områdena växtodling, utfodring, djurvelfärd, mjölksammansättning och miljö/klimat.

Basen i mjölkgårdens växtodling är grovfodergrödor med hög kvalitet och avkastning. Det lägger grunden till en god lönsamhet i växtodlingen samtidigt som foderstaten blir billigare. Med den höga kvaliteten på grovfodret finns det även större möjlighet att uppnå en hög mjölkavkastning utan importerade fodermedel. Inhemska tröskade proteingrödor är i dagsläget en bristvara. Oftast finns inte tillräckligt med areal på mjölkgårdarna för att kunna odla dessa grödor själv. Men det finns många rena växtodlingsgårdar som skulle kunna öka sin odling om det ger en bättre lönsamhet än ensidig spannmålsodling. Ju högre kvävepriser desto intressantare blir det att odla de proteingrödor som inte behöver kvävegödsling. Men för att växtodlingsgårdar som säljer proteingrödor ska få en tillräcklig lönsamhet för att välja odling krävs det att mjölkgårdens foderstat kan värdera proteingrödan till det pris som krävs. Vid en optimering blir det då helt avgörande vad priset är på alternativa proteinfodermedel. Vid låga priser på sojamjöl så innebär det att foderstaten med närproducerat foder troligen blir dyrare. Men vid höga priser på soja så blir den närproducerade foderstaten istället troligen billigare.

Lönsamheten med mer närproducerat foder i foderstaten är dock inte bara kopplat till foderkostnaderna. Generellt är det lite svårare att nå de allra högsta mjölkavkastningarna med närproducerat foder fullt ut, dvs. helt utan sojamjöl. Detta gäller främst om man inte fått riktigt bra kvalitet på sitt ensilage. Men lite lägre mjölkavkastning kan accepteras om kostnadsbesparingen är hög. På gårdar med stor andel fasta kostnader är det svårare att få lönsamhet vid lägre mjölkavkastning jämfört med låg andel fasta kostnader. För att uppnå bättre lönsamhet med närproducerat foder bör målsättningen i de flesta fall vara lägre foderkostnad med bibehållen mjölkavkastning, vilket är en helt realistisk möjlighet enligt forskning och praktik.

Förutom foderkostnader så bör man beakta om andra kostnader förändras, t.ex. djurhälsan. Normalt sett har det ingen betydelse för djurhälsostatus att gå över till närproducerat foder. Men på vissa gårdar, beroende på förutsättningar, kan en förändrad foderstrategi innebära en påverkan på djurhälsan och därmed lönsamheten. Med val av foderstrategi och god planering kan man undvika denna risk.

Med en närproducerad foderstat så sker i normalfallet mycket små förändringar av mjölkens sammansättning och man får därmed ingen påverkan på mjölkpriset. Om det efterfrågas är det dock tänkbart att med rätt kombination av närproducerade fodermedel uppnå en annan mjölksammansättning. Då, inom ett specialsegment, skulle det kunna generera ett högre pris.

Ur ett globalt perspektiv så innebär en övergång till närproducerat foder en mindre miljöbelastning. Om denna miljöbelastning prissattes så skulle det vara ännu enklare att uppnå lönsamhet av att använda närproducerat foder. Frågan är politisk och internationell, men skulle kunna lösas om man "tänker lokalt men agerar globalt".

Huvudproblemet med att värdera om närproducerat foder är lönsamt eller inte är att omvärldens förutsättningar hela tiden förändras. Om man rangordnar vilka faktorer som har störst inverkan på lönsamhet av närproducerat foder så är de viktigaste; sojapriset samt om mjölkavkastningen förändras vid ändrad foderstat. Därefter kommer avkastningsnivå (mer beroende av andra faktorer), kvalitet och kvävepris i växtodlingen. Däremot har djurvelfärd och mjölk kvalitet mindre betydelse.

För framtiden

Jan Bertilsson och Anders H Gustafsson

Kunskapsöversikten visar att det finns stora möjligheter att utnyttja närproducerat foder i svensk mjölkproduktion. Den största begränsningen i ett kort perspektiv (några år) är odlingen av och tillgången på inhemskt protein, främst grödor som kan bli kraftfoder. Konkurrensen från andra djurslag är hård om de förhållandevis små mängder som nu finns tillgängliga. För att öka tillgången måste växtodlingsinriktade lantbrukare få lönsamhet av och övertygas om fördelarna med att odla proteingrödor. De stora gårdarna i slättbygder behövs för denna produktion, men de kan även nå fördelar av att få en mer omväxlande växtföljd. Även bra transportlösningar behövs för främst foderprodukter, men om avstånden är rimliga även för stallgödsel. För detta behövs en marknad med spelregler som är bestående över en längre tid t.ex. genom att handeln ger fasta priser redan före odlingssäsongen eller genom kontraktsodling. Arealstöd för proteingrödor är också en möjlighet.

Odling inklusive skörd och konservering är en stor flaskhals. På sikt behövs en växtförädling som kan ta fram sorter som är lämpliga för svenska förhållanden. Även nya arter kan behöva utvärderas. Allt detta är begränsat i dagsläget. Osäkerheten i odlingen i jämförelse med spannmålsodling är säkert en återhållande faktor. Ny teknik för skörd, konservering och bearbetning av t.ex. bönor, som på många sätt är annorlunda än de små spannmålskärnorna, behövs.

Utfodring av närproducerat foder i sådan omfattning, och i nivåer som riskerar ge ensidiga foderstater och därmed skulle kunna ge problem känns helt osannolika. Den generella svårigheten är kunskap om kornas utnyttjande av protein av olika kvalitet. Kunskap om detta, och utveckling och förfining av NorFor vad gäller utnyttjande och behov av AAT, PBV och olika styrinstrument som ureahalten i mjölk, är naturligtvis viktigt. Att följa utvecklingen genom olika riktade fältundersökningar och deltagardriven forskning kan också vara ett sätt att öka såväl kunskap som intresse för närproducerat foder fullt ut.

VÄXA SVERIGE

Box 288 • 751 05 Uppsala

www.vxa.se

Telefon: 010-471 00 00