

## *Slutrapport till Nötkreatursstiftelsen Skaraborg*

### **Gårdsanpassad värmebehandling av åkerböna och ärt till kalvar**

Elisabet Nadeau, docent, Birgitta Johansson, docent\* och Frida Dahlström, försökstekniker  
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara

\*Nuvarande adress: Jordbruksverket, Rådgivningsenheten Norr, Skara

#### **Bakgrund**

Svenska studier pekar på att det är ekonomiskt fördelaktigt för lantbrukarna att öka andelen egenodlat protein i foderstaten genom minskat inköp av kraftfoder samt genom förbättrad avkastning hos efterföljande grödor i växtföljden (LRF, 2011). Proteinets från våra hemmaodlade proteingrödor har dock inte samma höga proteinkvalitet som importerat sojamjöl. För att inte tappa tillväxt behöver kalvarna en tillräckligt stor andel protein som kan utnyttjas av vommikroberna för att bilda mikrobprotein och ett foderprotein som utnyttjas först i tunntarmen. Ett sätt att åstadkomma detta är genom värmebehandling av hemmaproducerat proteinfoder på gårdsnivå. Det finns några olika rostningsmaskiner på marknaden. Roastech toaster som har använts i försök i Sverige har inte visat tillräckligt stor förbättring av proteinkvaliteten i form av ökat AAT (aminosyror absorberade i tunntarmen). Däremot har danska studier vid SEGES visat på en betydligt större ökning av AAT och minskad andel oönskat lösligt protein när proteinfodermedel har rostats med MasterToaster från Mosegården A/S. MasterToaster har under lång tid använts vid University of Wisconsin, USA och Sötåsens naturbruksgymnasium har en sådan rostningsmaskin. I MasterToaster används olja för upphettning av fodret till ca 125 °C under 1-1,5 timmar. Detta ger en betydligt jämnare upphettning och den långa tiden möjliggör upphettning genom hela bönan/ärtan jämfört med Roastech toaster där upphettning av fodret sker med en eldflamma under en mycket kort tid på 5-15 minuter.

I samråd med Jörgen Holmén och Peter Strålman, Naturbruksskolan Sötåsen kom vi fram till att det är högst väsentligt att utvärdera eventuell effekt av rostning av åkerböna och ärt med MasterToaster på tillväxten hos mjölkkraskalvar.

#### **Hypotes**

När proteinets nedbrytbarhet i vommen fördröjs och vomstabiliteten förbättras genom värmebehandling bör även kalvens tillväxt förbättras.

#### **Syfte**

Att få ökade kunskaper om hur väl värmebehandling fungerar, hur proteinets nedbrytbarhet i vommen förändras när åkerböna och ärt rostas och hur en förändrad vomnedbrytbarhet påverkar konsumtion och tillväxt hos mjölkkraskalvar.

#### **Material och metod**

Projektet utfördes på kalvar på SLU Götala nöt- och lammkötsforskning, Skara. Utfodringsförsöket började den 13 september 2017 och avslutades den 11 april 2018. Försöket var godkänt av Göteborgs djurförsöksetiska nämnd.

#### **Djur, inhysning och försöksuppläggning**

Sextio kastrerade mjölkkraskalvar, som i genomsnitt var 3,8 månader gamla vid försöksstart, ingick i försöket fram till i genomsnitt 9,8 månaders ålder. Kalvarna var indelade i grupper

om 6 stutar i varje box enligt tabell 1.

Tabell 1. Försöksuppläggning för produktionsförsök med mjölkkraskalvar.

Foderbehandling	Antal stutar	Antal boxar
Rå åkerböna	18	3
Rostad åkerböna	18	3
Rå ärt	12	2
Rostad ärt	12	2

Rå och rostad ärt lades till som försöksled i den ursprungliga ansökan med befintlig budget.

Stutarna inhystes i ett oisolerat stall med djupströbädd och utfodrades med ett fullfoder som innehöll gräs/klöverensilage, kornkross och ett av de 4 försöksfodren samt mineralfoder (100 g/dag av Effekt Optimal, Lantmännen). Fullfodret utfodrades i fri tillgång med 5-10 % rester. Stutarna hade fri tillgång på saltsten och vatten. Åkerböna och ärt rostades vid 125°C (temperaturen i böna/ärt) i MasterToaster (Mosegården A/S, Holstebro, Danmark) på Naturbruksskolan Sötåsen. Både obehandlat och rostat proteinfoder krossades i skivkvarn på Sötåsen med 4,5 mm avstånd mellan skivorna.

### **Registreringar och analyser**

Djurens konsumtion registrerades automatiskt på individnivå (Biocontrol, CRFI, Rakkestad, Norge) genom hela försöket. Stutarna vägdes två dagar i följd vid försöksstart och vid försöksslut samt en gång varannan vecka under hela försöksperioden för uppföljning av daglig tillväxt. Foderprov togs på ensilage, kornkross, åkerböna och ärt (rå och rostad) kontinuerligt under försöksperioden för beräkning av torrsubstanskonsumtionen. Samtliga fodermedel var analyserade för näringsinnehåll som användes för beräkning av foderstater, som grundade sig på kalvarnas behov av gram råprotein per megajoule (MJ) omsättbar energi och gram AAT per MJ omsättbar energi för varje 50-kg viktsintervall på stutarna med start från 76-125 kg intervallet till intervallet 276-325 kg (Spörndly, 2003). Rå och rostad åkerböna och ärt analyserades med avseende på råproteinets nedbrytningskinetik i vommen genom inkubering av nylonpåsar, som innehöll torkade och malda prover, i vommen hos tre icke-lakterande vomfistulerade kor vid SLU i Uppsala (*in situ* teknik, Åkerlind et al., 2011). Nedbrytningshastigheten av det potentiellt nedbrytbara råproteinets beräknades genom att använda inkubationstiderna 2, 4, 8, 16, 24 och 48 timmar enligt NorFor som baseras på metoden enligt Ørskov och McDonald (1979). Lösligt råprotein av torkat och malet prov bestämdes efter extraktion av provet i borat-fosfat buffert i 39°C i 60 minuter och analys av totala kväve-halten i supernatanten (Åkerlind et al., 2011). Effektiv proteinnedbrytbarhet (EPD) beräknades vid 8 % passagehastighet då en exponentiell funktion användes för bräkning av råproteinets nedbrytbarhet mellan tidpunkter (Kristensen et al., 1982; Lindgren, 1991) och en icke-linjär kurvanpassning av datan (Ørskov och McDonald, 1979).

### **Statistisk analys**

Medelvärden och standardavvikelser visas för näringsinnehåll i proteinfodermedlen. Data för konsumtion, tillväxt och fodereffektivitet analyserades i PROC MIXED i SAS (ver. 9.3.) Den statistiska modellen var:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{cov lv} + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

där  $Y_{ijk}$  = observerad respons,  $\mu$  = medelvärde, cov lv = levande vikt vid försöksstart som kovariat för att korrigera för skillnader i levande vikt mellan djuren,  $\alpha_i$  = fix effekt av protein-

foder (åkerböna och ärt;  $i = 1$  till  $2$ ),  $\beta_j$  = fix effekt av rostning ( $j = 1$  till  $2$ ),  $\alpha\beta_{ij}$  = samspelseffekt mellan proteinfoder och rostning,  $\gamma_k$  = slumpmässig effekt av box och  $\varepsilon_{ijkl}$  = residualen. Kovariaten levande vikt vid försöksstart utslöts ur modellen för analys av initialvikt och initialålder hos djuren.  $P$ -värden större än  $0,05$  är icke signifikanta, och  $P$ -värden större än  $0,10$  visar ingen tendens till signifikans. Två stutar som fick rå åkerböna fick tas ut ur försöket på grund av sjukdom samt en stut som fick rostad åkerböna och en stut som fick rostad ärt utslöts ur den statistiska analysen på grund av orimligt låga tillväxter ( $0,44$  och  $0,48$  kg/dag) orsakade av nedsatt hälsa.

## Resultat

Foderstatens sammansättning justerad efter kalvarnas behov av protein och energi vid varje 50-kg intervall framgår av tabell 2.

Tabell 2. Andel av fodermedlen i % av ts fullfoder i varje 50-kg intervall hos stutarna utfodrade med rå eller rostad åkerböna och ärt.

	Rå åkerböna	Rostad åkerböna	Rå ärt	Rostad ärt
<i>&lt; 125 kg</i>				
Andel ensilage, % av ts	63	64	64	64
Andel korn, % av ts	13	12	3	3
Andel åkerböna/ärt, % av ts	24	24	33	33
<i>126-175 kg</i>				
Andel ensilage, % av ts	71	71	69	69
Andel korn, % av ts	7	7	5	3
Andel åkerböna/ärt, % av ts	22	22	26	28
<i>176-225 kg</i>				
Andel ensilage, % av ts	71	71	70	69
Andel korn, % av ts	12	12	7	7
Andel åkerböna/ärt, % av ts	17	17	23	24
<i>226-275 kg</i>				
Andel ensilage, % av ts	76	76	75	74
Andel korn, % av ts	10	10	7	7
Andel åkerböna/ärt, % av ts	14	14	18	19

Näringsinnehåll och utfodringsdatum för de gräs/klöverensilage som utfodrades till stutarna framgår av tabell 3.

Tabell 3. Torrsubstans och näringsinnehåll i ensilage som utfodrades till stutarna.

	Ensilage 1	Ensilage 2	Ensilage 3	Ensilage 4	Ensilage 5	Ensilage 6
Utfodrat	170913- 171004	171005- 171031	171101- 171205	171206- 180102	180103- 180220	180221-försöksslut
Torrsubstans (%)	50	50	41	27	42	40
Aska (g/kg ts)	81	85	76	94	69	72
Råprotein (g/kg ts)	145	135	139	123	118	121
NDF (g/kg ts) <sup>1</sup>	533	497	500	555	625	615
Omsättbar energi (MJ/kg ts)	10,1	10,4	10,5	9,9	10,3	10,0

<sup>1</sup>NDF = neutral detergent fiber (hemicellulosa, cellulosa och lignin),

Torrsubstans och näringsinnehåll i rå och rostad åkerböna och ärt framgår av tabell 4. Rostningen ökade torrsubstanshalten (ts-halten) med 2 procentenheter i åkerböna och 5,5 procentenheter i ärt. Ärt innehöll mer stärkelse men mindre NDF och ADF än åkerböna. Innehållet

av stärkelse och ADF påverkades inte av rostningen men däremot ökade NDF-halten i ärt vid rostning. Råproteinhalten som analyseras som totala kvävehalten i fodret påverkades inte av rostningen men däremot påverkades proteinets löslighet och nedbrytbarhet i vommen, vilket framgår av tabell 5. Rostning av åkerböna och ärt medförde att det buffertlösliga proteinet minskade samtidigt som det potentiellt vomnedbrytbara proteinet ökade i motsvarande grad. Dessutom resulterade rostningen i att det vomnedbrytbara proteinet bröts ner långsammare i vommen, vilket ledde till att den effektiva proteinnedbrytningen (EPD), där hänsyn tas till passagehastighet av fodret genom vommen på 8 % per timme, var lägre i rostad än i rå åkerböna och ärt.

Tabell 4. Näringsinnehåll korn samt i rå och rostad åkerböna och ärt. Medel och standardavvikelse (Stdavv) av fyra prover.

	Korn	Rå åkerböna		Rostad åkerböna		Rå ärt		Rostad ärt	
		Medel	Stdavv	Medel	Stdavv	Medel	Stdavv	Medel	Stdavv
Torrsubstans (%)	86	88,2	6,3	90,3	4,8	85,3	5,8	90,8	5,3
Aska (g/kg ts)	26	33	1,3	35	0,5	31	1,9	30	0,6
Råprotein (g/kg ts)	119	289	8,1	298	7,0	222	9,2	214	6,7
Stärkelse (g/kg ts)	640	427	5,6	422	28,8	515	21,3	514	10,2
NDF (g/kg ts) <sup>1</sup>	189	162	30,1	151	24,7	113	21,8	139	13,7
ADF (g/kg ts) <sup>1</sup>		126	18,7	115	6,2	88	26,7	87	9,5
Råfett (g/kg ts) <sup>2</sup>	29	19				19			
Omsättbar energi (MJ/kg ts) <sup>2</sup>	13,3	12,9				13,8			

<sup>1</sup>NDF = neutral detergent fiber (hemicellulosa, cellulosa och lignin), ADF = acid detergent fiber (cellulosa och lignin).

<sup>2</sup>tabellvärde

Tabell 5. Effekt av rostning på proteinets nedbrytning *in situ* enligt NorFor i åkerböna och ärt.

	Rå åkerböna	Rostad åkerböna	Rå ärt	Rostad ärt
Råprotein (Rp), g/kg ts	285	300	217	216
Buffertlösligt Rp, g/kg Rp	661	210	651	219
Pot. nedbrytb Rp, g/kg Rp <sup>1</sup>	339	790	349	781
Nedbrytningshastighet av pot. nedbrytb Rp, % / tim	17,5	12,3	17,0	13,0
EPD (NorFor), % av Rp <sup>2</sup>	86	74	85	73

<sup>1</sup>Potentiellt nedbrytbart råprotein

<sup>2</sup>Effektiv proteinnedbrytning i vommen.

Medelviker, konsumtion, tillväxt och fodereffektivitet hos stutarna framgår av tabell 6. Levande vikt och ålder vid försöksstart och vid försöksslut skilde sig inte mellan de fyra behandlingarna (rå åb, rostad åb, rå ärt, rostad ärt). Resultaten på torrsubstans (ts)-konsumtion, tillväxt och fodereffektivitet skilde sig inte mellan behandlingarna, varken mellan var och en av de fyra behandlingarna ( $P$  Prot  $\times$  Rost), som effekt av proteinfodermedel (åb, ärt) i genomsnitt över rostningsbehandling ( $P$  Prot) eller som effekt av rostning i genomsnitt över proteinfodermedel ( $P$  Rost). I tabell 5 visas detta som icke-signifikanta  $P$ -värden större än 0,10.

Tabell 6. Medelvikt, konsumtion, tillväxt och fodereffektivitet hos stutar utfodrade med rå eller rostad åkerböna (åb) och ärt.

	Rå åb	Rostad åb	Rå ärt	Rostad ärt	SEM	<i>P</i> Prot × Rost <sup>1</sup>	<i>P</i> Prot	<i>P</i> Rost
Levande vikt vid försöksstart, kg	127,9	129,5	115,5	114,3	17,94	0,94	0,47	0,99
Ålder vid försöksstart, dagar	118,4	126,1	107,3	101,0	17,17	0,70	0,33	0,97
Levande vikt vid försöksslut, kg	289,4	275,5	316,3	307,4	26,35	0,93	0,33	0,69
Ålder vid försöksslut, dagar	290,6	298,5	297,0	290,5	9,44	0,51	0,94	0,94
Ts-konsumtion <sup>2</sup> , kg/dag	6,17	6,59	7,09	6,66	0,302	0,21	0,16	0,98
Ts-konsumtion, % av levande vikt	2,98	3,29	3,23	3,09	0,209	0,34	0,90	0,72
Tillväxt, g/dag	0,963	0,894	1,012	0,969	0,037	0,72	0,11	0,13
Fodereffektivitet, kg tillväxt/kg ts-konsumtion	0,158	0,137	0,143	0,147	0,006	0,14	0,76	0,24

<sup>1</sup>*P*=*P*-värde; Prot × Rost = Samspelseffekt mellan proteinfodermedel (åkerböna, ärt) och rostning, Prot = huvudeffekt av proteinfodermedel i genomsnitt över rostning; Rost = huvudeffekt av rostning i genomsnitt över proteinfodermedel.

<sup>2</sup>Ts = torrs substans

*P*-värden större än 0,05 är icke signifikanta.

## Diskussion

Rostning av åkerböna och ärt gav en betydande omvandling av buffertlösligt protein till potentiellt nedbrytbart protein i vommen, vilket är ett protein som bättre kan utnyttjas av mikroberna i vommen för att bygga upp mikrobprotein, som utgör den största delen av det protein som djuren omsätter till muskeltillväxt. Samtidigt minskade nedbrytningshastigheten av det potentiellt nedbrytbara proteinet under rostningen, vilket ledde till att den effektiva proteinnedbrytningen (EPD) minskade och därmed ökade andelen vomstabil foderprotein, vilket tas upp i tunntarmen för utnyttjande till muskeltillväxt. De här förändringarna i proteinets löslighet och vomnedbrytbarhet stämmer väl överens med resultat på effekt av rostning på åkerböna från tidigare danska och svenska försök (Martinussen et al., 2013; Spörndly et al., 2013). Våra resultat på ärt får anses som unika då vi hittills inte hittat någon rapport på ärt. De här förbättringarna av proteinets kvalitet i åkerböna och ärt genom rostning resulterade dock inte i en förbättrad konsumtion, tillväxt och fodereffektivitet hos stutarna i det här försöket och orsaken till detta beror troligtvis på många olika faktorer av vilka djurmaterial och djurhälsa kan ha spelat roll. Djuren varierade mycket i insättningsvikt, från 84 kg till 165 kg, och dessutom fick många av djuren behandlas för lunginflammation och diarré förekom bland kalvarna. Fastän vi korregerade för spridningen i insättningsvikt på stutarna genom att ha levande vikt vid försöksstart som en kovariat i den statistiska modellen kan vi inte fullt ut kompensera för de biologiska skillnaderna mellan djuren. En annan orsak kan vara att stutar istället för tjurar användes i försöket. Stutar har lägre tillväxtpkapacitet än tjurar och därför är det svårare att få fram skillnader i tillväxt mellan försöksfodren. I ett utfodringsförsök med mjölkkor, som i genomsnitt avkastade 25-26 kg mjölk per dag, gav rostning av åkerböna ingen effekt på konsumtion, mjölkavkastning och proteinmängd i mjölken (Ramin et al., 2017). Tidigare försök på SLU Götala nöt- och lammköttforskning, finansierat av Nötkreatursstiftelsen Skaraborg, visade inga skillnader i *in vivo* smältbarhet av ts och råprotein i hela mag-tarmkanalen hos kastrerade baggar som utfodrades med samma åkerböna och ärt som stutarna fick (Nadeau och Arnesson, 2018). Resultaten från *in situ* och *in vivo* smältbarhetsförsöken visar på att det sker en förskjutning av proteinets nedbrytbarhet mot mag-tarmkanalen utan att påverka totala smältbarheten genom djuret. När ett sådant foder utfodras till stutar av mjölkkras, som har relativt låg tillväxtpkapacitet jämfört med tjurar av köttkras och till låg- och medium-avkastande mjölkkor, vilka inte har lika stort behov av vomstabil protein som snabbväxande tjurar och högväxande mjölkkor, kan effekten av rostningen på djurens produktion utebli, som i det här försöket.

## **Slutsats**

Rostning av åkerböna och ärt omvandlade en stor del av det lösliga proteinet i fodermedlen till vomnedbrytbart och vomstabil protein. Den förbättrade proteinkvaliteten resulterade dock inte i en förbättrad tillväxt hos mjölkkrasstutar. En möjlig orsak till utebliven respons kan bero på att stutar sannolikt inte har lika stort behov av vomstabil protein och AAT (aminosyror absorberade i tunntarmen) som tjurar med högre tillväxtkapacitet än stutar.

## **Förändringar från ursprungsansökan med motivering**

Försöksmaterialet har utnyttjats mer effektivt då antalet försöksbehandlingar har utökats från två (rå och rostad åkerböna) till fyra, då rå och rostad ärt har lagts till i den befintliga budgeten från Nötkreatursstiftelsen Skaraborg. Omfattning med avseende på provtagningar, analyser och ekonomiska beräkningar som beskrevs i ansökan var under förutsättning att de sökta medlen omfattande 2 233 000 kr från SLU Eko-forsk beviljades. Utfallet blev dock att ansökan till Eko-forsk inte beviljades, vilket har inneburit att vi har behövt göra nedskärningar i projektkostnaderna. Trots det har vi kunna redovisa konsumtion, tillväxt och fodereffektivitet hos stutarna. Eftersom vi inte kunde påvisa skillnader mellan försöksbehandlingarna är det inte lika relevant att göra ekonomiska beräkningar på resultaten.

## **Referenser**

- Kristensen, E.S., Möller, P.D. and Hvelplund, T. 1982 Estimation of effective protein degradability in the rumen of cows using the nylon bag technique combined with outflow rate. *Acta Agr. Scand.* 32, 123 – 127.
- Lindgren, E. 1991. Analytical methods for energy evaluation. *Norw. J. Agric. Sci. Suppl.* 5:59-66.
- Martinussen, H., Jørgensen, K.F., Strudsholm, F. and Weisbjerg, M.R. 2013. Heat treatment increases the protein value in faba beans and lupins. *Proceedings of the 4<sup>th</sup> Nordic Feed Science Conference, June 12-13, 2013*, sid 34-38. Rapport 287, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Nadeau, E. och Arnesson, A. 2018. Gårdsanpassad värmebehandling av åkerböna och ärt. Slutrapport till Nötkreatursstiftelsen Skaraborg. 9 sidor.
- Ramin, M., Höjer, A. and Hetta, M. 2017. The effect of legume seeds on the lactation performance of dairy cows fed grass silage-based diets. *Agricultural and Food Science*, pp. 129-137.
- Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare. Rapport 257, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Spörndly, R. 2013. Rumen degradability of protein in field beans after heat treatment or ensiling. *Proceedings of the 4<sup>th</sup> Nordic Feed Science Conference, June 12-13, 2013*, sid 39-42. Rapport 287, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Åkerlind, M., Weisbjerg, M., Eriksson, T., Tøgersen, R., Udén, P., Ólafsson, B.L., Harstad, O.M. and Volden, H. 2011. Feed analyses and digestion methods, In: H. Volden, H. (Ed.), *NorFor – The Nordic Feed Evaluation System*. Wageningen Acad. Publ., Wageningen, The Netherlands, pp. 41-54.
- Ørskov, E.R., and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from measurements adjusted for rate of passage. *J Agric Sci.* 92: 499.

**Den här rapporten har inte tidigare publicerats.**