

Slutrapport

Uppfödningmodeller för köttrasstutar, del 2, sensorisk och teknologisk köttkvalitet

Jana Pickova och Kerstin Lundström, Inst. för livsmedelsvetenskap, SLU

Denna slutrapport avser köttkvalitetsstudier på köttrasstutar som fötts upp enligt olika modeller. Produktionsresultaten har redan redovisats av Anna Hessle för delprojektet Uppfödningmodeller för köttrasstutar Del 1: utfodring, tillväxt, slaktresultat och företagsekonomi.

Bakgrund

Efterfrågan är stor på såväl betesdjur till naturbetesmarker som på svenskt kvalitetskött. I och med jordbruksreformen 2005 och ytterligare förväntade politiska förändringar 2009 fanns det allt större ekonomiska incitament för att kastrera såväl mjölkras- som köttrastjurkalvarna och föda upp dem som stutar på naturbetesmarker med eller utan slutgödning på stall. Detta projekt avsåg att undersöka eventuella fördelar för livsmedelskvaliteten med denna produktionsform. I projektet studerades alternativa sätt till nötköttsproduktion med mervärden, med fokus på naturbetesmarker och svenska fodermedel. Samtidigt önskade vi öka inslaget av ”nyttigt” fett i köttet genom att bete och de alternativa proteinfoder som användes innehåller de eftertraktade omega 3 (n-3) fettsyror. De naturligt medföljande antioxidanterna, har även en positiv effekt på köttets färg och därmed färgstabilitet.

Köttkvalitet hos köttrasstutar

För lönsam uppfödning av köttdjur krävs att kriterierna för märkeskvalitet uppnås, d.v.s. att tillräcklig slaktkroppsvikt, formklass och fettklass enligt EUROP-skalan (SJVFS, 1998) uppnås. Det största hindret för bra klassning av köttrastjurar är att uppnå tillräckligt hög fettansättning innan djurets slaktvikt överstiger 400 kg, särskilt bland de tunga köttraserna (Danielsson, 2005). I många länder kastreras köttrastjurar och föds upp som stutar. Anledningen är att förutom lugnare djur, ger kastrering en förbättrad köttkvalitet, då stutar har mer intramuskulärt fett, bättre slutligt pH, mörhet, färg och lukt samt mindre kokförluster än kött från tjurar (Dunne et al., 2004; Maher et al., 2004). Dessutom är köttkvaliteten jämnare hos stutarna (Maher et al., 2004). En studie om köttkvaliteten i beteskött från Gröna Gårdar AB, Bohuslän, visade att köttets mörhet hos stutar uppfödda på enbart vallfoder var lika bra som hos stutar där foderstaten kompletterats med spannmål (Karlsson, 2005). Även om tjurar har bättre foderomvandlingsförmåga och högre tillväxtpotential än stutar, kan den totala lönsamheten i nötköttsproduktionen även på en svensk gård vara bättre vid uppfödning av stutar än tjurar tack vare hög betesandel. Benämningen ”naturbeteskött” har en positiv klang för konsumenten och därmed ett mervärde för producenten (Plateryd, 2004; Andersson et al., 2005; personligt meddelande, T. Ivarsson, Gröna Gårdar, AB).

Sensorisk och teknologisk kvalitet

Den sensoriska och teknologiska kvaliteten är kopplad till förändringar i köttet under lagring och tillagning. Kött från betande nötkreatur och lamm har i vissa studier rapporterats ha en bättre smak medan det i andra studier har upplevts negativt eller lika bra (Enser et al., 1998; French et al., 2000; Griebenow, 1997; m.fl.). Dessutom kan fettsyrsammansättningen påverka fettets smältpunkt och därmed smakupplevelsen. Därför är det viktigt att identifiera hur produktionssystemet påverkar dessa egenskaper (t.ex. oxidation som kan ge olika smak).

Nutritionell köttkvalitet

Omättade n-3 fettsyror är väsentliga för humanhälsan, både för att förebygga hjärt- och kärlsjukdomar och därför att de har betydande funktioner i andra metabola mekanismer som påverkar det allmänna välbefinnandet. Gröna växter både på land och i hav är producenter av de för människa och alla högre djur essentiella fettsyror 18:3n-3, linolensyra, och 18:2n-6, linolsyra. 18:3n-3 förekommer mest i de gröna växterna, medan 18:2n-6 finns mest som lagringsfetter i frön som olja. De höga nivåer av n-6 fettsyror som mänskliga ”foderstater” i medeltal innehåller idag kan ur ett evolutionärt perspektiv betraktas som

onaturliga. Det rekommenderade intaget i människans kost av n-6/n-3 fettsyror ligger på en kvot av 1- 4:1, medan den nuvarande konsumtionen för det mesta ger en betydligt högre kvot. Ett flertal publikationer har visat på att ett lägre förhållande mellan n-6 och n-3 fettsyror i dieten är associerat med färre fall av hjärt- och kärlsjukdomar (t.ex. Simopoulos, 1998; se också ovan).

Man vet att även för idisslare, så påverkas den nutritionella kvaliteten hos köttet av djurets utfodring. I såväl svenska (Enfält et al., 2006; Pickova, 2004; Sampels, 2005) som utländska (Enser et al., 1998; Wood et al., 2004) försök har fettsyrsammansättningen i nötkött och kött från ren och hjort kunnat ändras med foderstaterna. Kött från djur som har fötts upp på en stor andel frön, d.v.s. på spannmål och andra kraftfoder, innehåller således fetter rika på omättade fettsyror från n-6 familjen och på mättade fettsyror, medan kött från djur som fötts upp på bete och vallfoder har en fettsyrsammansättning med hög andel n-3 fettsyror. Betesdjur har i flertalet studier uppvisat högre andel fleromättade fettsyror och en lägre n-6/n-3 kvot än djur uppfödda på kraftfoder (Enfält et al., 2006; Enser et al., 1998; Olsson och Pickova, 2005). Förutom att en fettsyrsammansättning med hög andel n-3 fettsyror har konstaterats i bete och vallfoder, har man också undersökt andra källor till n-3 fettsyror såsom hampa, raps, lin och fisk i foder till idisslare (Callaway, 2004; Sampels, 2005; Silversides et al., 2005). Effekter på fettsammansättning hos slaktdjur liknande dem vid bete borde därför också kunna uppnås på stall genom användning av proteinfodermedel såsom frökaka av hampa eller raps som har en lämplig fettsyrsammansättning. Med dessa fodermedel är det dessutom möjligt att utfodra med en helsvensk foderstat, vilket är positivt eftersom det finns en uttalad vilja mot mer lokalproducerat foder. Hampa är en för Sverige nygammal växt som ger fiber, energi och frön. Ur fröna utvinns olja och restprodukten, kallpressad hampfrökaka, kan användas som proteinfodermedel till nötkreatur med åtminstone upp till 20 % av totalfoderstaten (Mustafa et al., 1999). Hampfrökakan har samma råproteininnehåll som kallpressad rapsfrökaka (320 g per kg torrs substans), men har bättre proteinkvalitet än rapsfrökakan på grund av en mindre andel våmnedbrytbart protein (EPD; 57%) och en större andel aminosyror som absorberas i tunntarmen (AAT; 123 g per kg torrs substans; Gibb et al., 2004; Martinsson, personligt meddelande). Kvoten n-6/n-3 är 2,5 i hampfrökakan, vilket är fördelaktigt jämfört med de vanligaste sädeslagen som ligger på ca 12. Detta är i paritet med rapsens kvot på närmare 2.

Tillagning

Även om det är allmänt känt att intaget av n-3 fettsyror bör ökas och att mängden n-3 fettsyror i kött från betande djur är högre än hos djur uppfödda på kraftfoder, är kunskapen om vad som händer med fettsyrorerna under tillagning av kött från samma djurmaterial begränsad. Bara ett fåtal studier på tillagat kött finns publicerade och jämförelse av fettsyrsammansättningen i beteskött efter värmebehandling saknas, enligt vår vetenskap. Det är alltså osäkert hur tillagningen påverkar fettsyramönstret och E-vitaminhalten.

Syfte

Det övergripande syftet med studien var att medverka till en uthållig svensk nötköttsproduktion baserad på bete och med en helsvensk foderstat och lyfta fram de fördelar som detta ger ur nutritionshänseende, utan att försämra andra egenskaper som t.ex. smak och mörhet.

MATERIAL OCH METODER

Uppfödning av djuren

Delstudie 1. Uppfödningssmodeller för köttstutar

Köttstjurkalvar bestående av minst 75 % charolais ingick i försöket. Kastrering skedde vid två till tre månaders ålder. Försöket påbörjades då kalvarna i medeltal var 7,5 månader gamla och vägde 290 kg. Under stallperioderna hölls alla djur i ett oisolerat stall med djupströbädd och skrapad gång och under betesperioderna hölls stutarna på heterogena, tuvtättdominerade naturbetesmarker. Tre uppfödningssmodeller för stut samt en kontrollgrupp av ungtjurar studerades. I vardera av de fyra försöksleden fanns femton djur fördelade på tre boxar. Av dessa ingick tre djur från varje box, d.v.s. nio djur per försöksled, i köttkvalitetsstudien.

De fyra djurmodellerna som studerades var (se tabell 1:1):

- ungtjurar, slakt vid 15 månaders ålder

- stutar med intensiv uppfödning med slakt vid 17 månaders ålder
- stutar med medelintensiv uppfödning med slakt vid 20 månaders ålder (ej med i denna studie)
- stutar med extensiv uppfödning med slakt vid 27 månaders ålder

Utfodring. Ungtjurarna och 20-månadersstutarna utfodrades under stallperioderna med fri tillgång på ett fullfoder bestående av 45 % gräs/klöverensilage och 55 % krossat korn. 25-månadersstutarna utfodrades med ensilage i fri tillgång som enda foder medan 30-månadersstutarna fick en begränsad giva ensilage (motsvarande 80 % respektive 90 % av fri tillgång under stallperiod 1 och 2). Fettsyraanalyser gjordes varje månad på ett samlingsprov av fodren och ett blandprov analyserades (tabell 1:2).

Köttkvalitet: Prover av biff och rostbiff från ungtjurar och stutar från de olika behandlingarna har tagits och fraktats till Institutionen för livsmedelsvetenskap i Uppsala. Muskler från alla djur blev analyserade på fettinnehåll, lipidklasser, fettsyrasammansättning och MFI (myofibrillärt fragmenteringsindex som indikator på köttets mörhet). Dessutom utfördes skärmotståndsmätningar på en del av materialet.

Tabell 1:1. Uppfödningssmodeller för en grupp kötttrastjurar ($n=15$) och tre grupper kötttraststutar med olika stallutfodringsintensitet slaktade vid 20 ($n=13$), 25 ($n=12$) respektive 30 ($n=12$) månaders ålder, planerad samt verklig slaktålder och levandevikt vid slakt; SP är stallperiod, BP är betesperiod

	Period				Planerad		Verklig	
	SP 1	BP 1	SP 2	BP 2	slaktålder, mån.	vikt, kg	slaktålder, mån.	vikt, kg
15-mån. tjur	x	-	-	-	15	700	15	675
20-mån. stut ¹	x	x	-	-	17	640	20	638
25-mån. stut	x	x	x	-	22	700	25	670
30-mån. stut	x	x	x	x	27	720	30	705

¹Utesluten ur denna studie.

Delstudie 2. Slutgödning med hampfrökaka

Femtio tre mjölkraststutar, som tidigare har betat naturbetesmarker, slutgöddes under vintern 2005/2006 på Götala försöksstation. Djuren fördelades på två olika proteinfodermedel och två olika levande vikter vid slakt. Av dessa skulle sex djur från varje försöksled enligt planerna ingå i köttkvalitetsstudien, men p.g.a. överlappning mellan slaktvikterna jämfördes i stället åtta djur från resp. proteinfodergrupp. Biffen (*M. longissimus dorsi*) undersöktes med avseende på fettsyrasammansättning i kött både före och efter tillagning, lipidklasser, E-vitaminhalt samt skärmotstånd.

De olika slutgödningssmodellerna som studerades var:

- hampfrökaka, slakt vid 600 eller 650 kg levandevikt
- sojamjöl, slakt vid 600 eller 650 kg levandevikt

Grovfodret under slutgödningen utgjordes av ett ensilage bestående av 90-95 % gräs och 5-10 % klöver med lågt råproteininnehåll, 80 g råprotein per kg torrs substans. Stutarna utfodrades med fri tillgång på ett fullfoder bestående av 45 % ensilage och 55 % krossat korn per djur och dag. Som proteinfodermedel fick dessutom hälften av stutarna 1,4 kg hampfrökaka per djur och dag medan den andra hälften fick 0,7 kg sojamjöl och 0,7 kg korn.

Resultat

Delstudie 1. Uppfödningssmodeller för kötttraststutar

Foder

Näringsinnehållet i fodret framgår i rapport från del 1 (projektledare Anna Hessle). Ensilagets pH-värde var i medeltal 4,6 (standardavvikelse, SD 0,5) respektive 4,3 (SD 0,2) under stallperiod 1 och 2, medan kornets stärkelseinnehåll i medeltal var 627 g/kg torrs substans (SD 13). Vid betesperiodens slut bedömdes betesmarken uppfylla kraven på tillräcklig avbetning för miljöersättningar. Fetthalten i de olika foder som ingick i försöket framgår av tabell 1:2 och var inte signifikant skild mellan fodren.

Tabell 1:2. Fetthalt i fodret under slututfodring för de olika behandlingarna, medeltal och standardavvikelse (SD)

	Bal	SD	Korn	SD	Bete 07	SD	Ensilage 06	SD	Ensilage 07	SD
Fetthalt, %	0,71	0,28	1,19	0,25	0,69	0,22	0,89	0,09	1,03	0,47

Foderkonsumtion, tillväxt och foderomvandlingsförmåga

Ungtjurarna hade 5 % större foderkonsumtion, uttryckt som kg torrsbstans (TS) per dag, än 20-månadersstutarna. Samtidigt var tillväxten 35 % högre hos ungtjurarna, vilket resulterade i en 19 % lägre energiåtgång per kg tillväxt. De båda stutgrupperna med lägre utfodringsintensitet hade lägre foderkonsumtion och lägre total tillväxt än ungtjurarna och 20-månadersstutarna, vilket resulterade i en större energiåtgång per kg tillväxt från avvänjning till slakt. Under stallperiod 1 hade 20-månadersstutarna en 53 % högre tillväxt än 25-månadersstutarna och en 166 % högre tillväxt än 30-månadersstutarna. Under efterföljande betesperiod växte 20-månadersstutarna emellertid inte alls, utan avtog i vikt. Samtidigt var tillväxten på bete 50 % högre hos 30-månadersstutarna än hos 25-månadersstutarna. Sett över hela uppfostringsperioden inhämtade 20-månadersstutarna hela sin tillväxt på stall medan 21 % och 47 % av 25-månadersstutarnas och 30-månadersstutarnas tillväxter erhöles på bete. Då 20-månadersstutarna hade en lägre tillväxt på bete än förväntat, blev det nödvändigt att ställa in dem för slutgödning på samma foderstat som under stallperiod 1, vilket skedde den 15 augusti 2007.

Slaktkroppsegenskaper. Ungtjurarna och 30-månadersstutarna slaktades vid vikterna 675 respektive 705 kg. Det fyra procentenheter högre slaktutbytet hos tjurarna resulterade dock i att slaktvikterna för de båda djurkategorierna blev lika (tabell 1:3). Inga skillnader i slaktutbyte mellan de tre stutgrupperna kunde påvisas, trots att slutuppfostringen varierade mellan bete och stall. Formklassen var i medeltal tre klasser lägre hos stutarna än hos ungtjurarna (klass R- vs U-; $p < 0,001$). Samtidigt var stutarna fetare än ungtjurarna ($p = 0,008$) där 20- och 25-månadersstutarna i medeltal var två klasser fetare än ungtjurarna (klass 3 vs 2+). Under försökets gång blev utfodringsprotokollet ändrat och detta orsakade att gruppen 20 månader inte kunde ingå i kvalitetsstudien. Sammanblandning av olika foder (bete-korn-ensilage) för att få tillräcklig tillväxt gjorde det meningslöst att ta prover för fettsyrasammansättning. Enligt den ursprungliga planen skulle 20-månadersstutarna slaktas direkt från betet, men på grund av låg tillväxt utfodrades de inne före slakt (se ovan). Därför beslutade vi i projektgruppen att fettsyraanalyser på denna grupp skulle uteslutas, eftersom det var samma foderblandning och därmed samma fettsyrasammansättning som för 25-månadersstutarna.

Tabell 1:3. Slaktkropsdata från tjurar utfodrade med ensilage: koncentrat (45:55 ; tjur *ens.:konc.*, slakt vid 15 mån.), stutar utfodrade med grovfoder *ad libitum* (stut *ad lib.*, slakt vid 25 mån) och stutar utfodrade med 90 % av grovfodergivan under slututfodring och sedan bete (stut *restr.*, slakt vid 30 mån), medeltal med standardfel (SE)

	Tjur <i>ens.:konc</i> n = 9	Stut <i>ad lib.</i> n = 9	Stut <i>restr.</i> n = 11	<i>P</i> -värde	SE
Levande vikt , kg	672 ^a	675 ^a	713 ^b	<0,001	5,50
Slaktkroppsvikt , kg	397 ^a	358 ^b	385 ^a	<0,001	4,30
Slaktutbyte, %	58,8 ^a	53,1 ^b	54,0 ^b	<0,001	0,57
Ålder (månader)	13,8 ^c	23,4 ^b	30,3 ^a	<0,001	0,31
Formklass ^d	10,2 ^a	7,4 ^b	6,8 ^b	<0,001	0,34
Fettklass ^e	5,9	7,2	6,4	0,064	0,38

^{a-c} Medelvärden inom rad med olika bokstäver skiljer sig åt ($p < 0,05$).

^dEUROP-skalan översattes till en 15-gradig skala där 1 = P-, tunn, och 15 = E+, extremt svällande.

^eEUROP-skalan översattes till en 15-gradig skala där 1 = 1-, mager, och 15 = 5+, fet.

Köttkvalitet – jämförelse mellan tjur och stut

Alla köttkvalitetsmätningar (skärmotstånd och sensorisk kvalitet) kunde tyvärr inte genomföras på alla djur i de tre grupperna som slutligen ingick i försöket. Anledningen var ett frysrums haveri (-20°C frys), där larmet inte fungerade efter ett strömavbrott. Då detta upptäcktes var köttet delvis tinat med olika grad av vätskeavgång, varför det inte var meningsfullt att göra de planerade analyserna p.g.a. att det inte gick att standardisera hur de olika proverna påverkats. Den sensoriska analysen uteslöts också av samma skäl. I stället kunde vi använda köttprover som fanns kvar i Skara för mätningar av skärmotståndet, men tyvärr saknades prover från vissa djur. Vi kompletterade även analyserna med mätning av myofibrillärt fragmenteringsindex (MFI), som ger en uppfattning om muskelfibrernas nedbrytning och därmed mörheten (Clausen et al., 2009). Denna analys gjordes på det material som återstod från fettsyraanalyserna, d.v.s. material som var lagrat i -80°C frys.

Teknologisk köttkvalitet

Warner-Bratzlermätning av skärmotståndet i biff mätt i kött nedfruset dagen efter slakt finns redovisat i Tabell 1:4. Det framgår att ungtjurar och den äldsta stutgruppen hade samma totala skärmotstånd. Detta resultat är endast baserat på fyra ungtjurar, vilket medför stor osäkerhet. Den planerade mörhetsmätningen på kött efter mörning under 7 dagar kunde som tidigare nämnts tyvärr inte genomföras. Därför kompletterades analyserna med myofibrillärt fragmenteringsindex från både biff och rostbiff mätt i kött efter mörning under 7 dagar. Ingen skillnad fanns mellan grupperna (tabell 1:4).

Tabell 1:4. Skärmotstånd i LD samt myofibrillärt fragmenteringsindex (MFI) i biff (*M. longissimus dorsi*, LD) och rostbiff (*M. gluteus medius*, GM) från ungtjurar utfodrade med ensilage: koncentrat (45:55; tjur *ens.:konc.*), stutar utfodrade med grovfoder *ad libitum* (stut *ad lib.*) och stutar utfodrade med 90 % av grovfodergiva under slututfodring och sedan bete (stut *restr.*), medeltal med standardfel (SE)

	Ungtjur <i>ens.:konc</i> n = 9	Stut <i>ad lib.</i> n = 9	Stut <i>restr.</i> n = 11	SE	p-värde
Skärmotstånd ¹					
Max (N)	61,9	47,6	62,0	6,15	0,128
Total energi	343,8 ^a	242,3 ^b	315,3 ^a	26,38	0,029
MFI					
LD	132,2	124,9	129,8	4,76	0,570
GM	153,6	148,7	153,2	3,38	0,543

¹Skärmotståndsmätningarna är baserade på ett begränsat antal djur (tjur *ens.:konc*, n=4; stut *ad lib.*, n=6; stut *restr.*, n=11). ^{a-b} Medelvärden inom rad med olika bokstäver skiljer sig åt ($p < 0,05$).

Fettsyraanalyser i kött

Lipidanalyserna genomfördes dels som hela lipider uppdelade i olika lipidklasser (lagringsfett, membranfett, kolesterol) och dels som fettsyraanalyser av totalfett, lagringsfett och membranfett. Tabell 1:5 visar fettinnehåll och lipidklasser i biff och rostbiff och tabell 1:6 fettsyrasammansättningen i totalfettet. Fettsyrasammansättningen i lagringsfett och membranfett finns analyserat och ingår i den vetenskapliga publikationen men tas inte med i denna redovisning (Turner et al., 2011). Tjurarna hade lägre intramuskulär fetthalt än stutarna (endast signifikant skillnad i rostbiffen), medan stutarna inte skilde i fetthalt mellan de olika uppfödningmodellerna. Tjurgruppen hade även högre andel kolesterol och fria fettsyror än stutarna, där ingen skillnad fanns mellan de två grupperna. Som väntat hade stutarna högre andel triglycerider och lägre andel fosfolipider jämfört med tjurarna.

Tabell 1:5. Fettinnehåll och lipidklasser i i biff (*M. longissimus dorsi*) och rostbiff (*M. gluteus medius*), medeltal med standardfel (SE), (se Tabell 1:3 för detaljerad förklaring av behandlingarna)

	Biff					Rostbiff				
	Ungtjur ens:konc (n=9)	Stut ad lib. (n=9)	Stut restr. (n=11)	SE	p-värde	Ungtjur ens:konc (n=9)	Stut ad lib. (n=9)	Stut restr. (n=11)	SE	p-värde
Fetthalt, %	2,28	3,25	3,00	0,478	0,363	1,70 ^B	2,64 ^A	2,36 ^A	0,158	0,001
Fosfolipider	25,0	20,4	19,1	1,833	0,079	22,5 ^A	18,0 ^B	18,3 ^B	0,842	0,001
Kolesterol	14,5 ^A	11,2 ^B	9,43 ^B	0,718	0,000	13,3 ^A	9,77 ^B	9,88 ^B	0,444	0,000
Fria fettsyror	5,74 ^A	3,37 ^B	3,63 ^B	0,541	0,010	9,91 ^A	6,16 ^B	6,38 ^B	0,617	0,000
Triglycerider	54,8 ^B	62,7 ^{AB}	67,9 ^A	2,748	0,008	54,3 ^B	66,0 ^A	65,5 ^A	1,626	0,000

^{A-B} Medelvärden inom rad och muskel med olika bokstäver skiljer sig åt ($p < 0,05$).

Tabell 1:6. Fettsyraprofil för totalfett (%) i biff (*M. longissimus dorsi*) och rostbiff (*M. gluteus medius*), medeltal med standardfel (SE), (se Tabell 1:3 för detaljerad förklaring av behandlingarna)

	Biff					Rostbiff				
	Tjur ens:konc (n=9)	Stut ad lib. (n=9)	Stut restr. (n=11)	SE	p-värde	Tjur ens:konc (n=9)	Stut ad lib. (n=9)	Stut restr. (n=11)	SE	p-värde
16:1c-9	2,49 ^B	3,19 ^A	3,53 ^A	0,190	0,002	2,23 ^B	2,66 ^A	2,68 ^A	0,110	0,013
18:0	16,2	14,7	14,3	0,802	0,221	17,6	15,9	16,8	0,508	0,104
18:1t-11	0,96 ^C	1,64 ^B	2,36 ^A	0,156	0,000	0,83 ^C	1,74 ^B	2,28 ^A	0,146	0,000
18:1c-9	31,9 ^B	36,7 ^A	36,7 ^A	0,905	0,001	30,5 ^C	36,3 ^A	33,7 ^B	0,685	0,000
18:2n-6	7,88 ^A	2,26 ^B	2,57 ^B	0,803	0,000	9,06 ^A	3,22 ^B	4,47 ^B	0,538	0,000
18:3n-3	1,51	1,37	1,45	0,147	0,814	1,67 ^B	1,69 ^B	2,11 ^A	0,122	0,025
CLAc-9,t-11	0,30 ^B	0,39 ^B	0,56 ^A	0,040	0,000	0,28 ^B	0,45 ^A	0,49 ^A	0,035	0,001
20:4n-6	1,69 ^A	0,80 ^B	0,83 ^B	0,210	0,009	2,19 ^A	1,18 ^B	1,48 ^B	0,152	0,000
20:5n-3	0,57	0,58	0,57	0,095	0,997	0,75	0,86	1,04	0,091	0,081
22:5n-3	0,88	0,78	0,63	0,128	0,388	1,13	1,11	1,02	0,091	0,631
SFA	47,8	48,5	46,2	1,020	0,254	47,0	46,4	45,7	0,696	0,391
MUFA	38,0 ^B	44,0 ^A	45,6 ^A	1,004	0,000	35,9 ^B	43,2 ^A	41,2 ^A	0,750	0,000
PUFA	13,1 ^A	6,4 ^B	6,8 ^B	1,375	0,003	15,5 ^A	8,8 ^B	11,0 ^B	0,965	0,000
PUFA/SFA	0,29 ^A	0,13 ^B	0,15 ^B	0,034	0,008	0,34 ^A	0,19 ^B	0,24 ^B	0,025	0,002
n-6	9,90 ^A	3,25 ^B	3,64 ^B	1,051	0,000	11,69 ^A	4,68 ^B	6,38 ^B	0,706	0,000
n-3	2,90	2,73	2,65	0,366	0,890	3,55	3,66	4,17	0,290	0,276
n-6/n-3	3,32 ^A	1,16 ^C	1,37 ^B	0,056	0,000	3,28 ^A	1,27 ^C	1,54 ^B	0,046	0,000

CLA, konjugerad linolsyra; MUFA, enkelomättade fettsyror; PUFA, fleromättade fettsyror; SFA, mättade fettsyror. ^{A-C} Medelvärden inom rad och muskel med olika bokstäver skiljer sig åt ($p < 0,05$).

Delstudie 2. Slutgödning med hampfrökaka

Fetthalten (lipidprocent) och fodrets fettsyrsammansättning framgår av tabell 2:1, medan lipidklasserna framgår av Tabell 2:2. Slaktkroppsvikt, fetthalt före och efter tillagning, skärmotstånd samt E-vitaminhalt i biffen finns redovisad i Tabell 2:3. Inga skillnader i slaktkroppsegenskaper fanns mellan stutar utfodrade med hampfrökaka eller sojamjöl som proteinfoder. Skärmotstånd och fetthinnehåll påverkades inte heller av skillnaderna i utfodring. Tillagning av köttet medförde en minskning av andelen triglycerider och en ökning av andelen fosfolipider, kolesterol och fria fettsyror. I totalfettet ledde utfodring med hampfrökaka till en minskning av andelen mättade fettsyror (SFA) och i stället en ökning av andelen enkelomättade fettsyror (MUFA).

Stutar utfodrade med hampfrökaka hade en högre andel konjugerad linolsyra (CLA) i köttet. Hampfrökaka ökade innehållet av 18:3 n-3 och minskade kvoten mellan n-6/n-3-fettsyrorna. Jämfört med stutar utfodrade med sojamjöl var andelen mättade fettsyror lägre i membranfettet efter utfodring med hampfrökaka, medan andelen fleromättade fettsyror var högre. Tabeller med de totala fettsyraprofilerna från denna studie finns redovisade i Turner et al., 2008.

Tabell 2:1. Fettsyraprofil för ingående foderingsredienser (%)

	Ensilage	Korn	Hampfrö- kaka	Sojamjöl
Totalfett, %	1,31	2,04	8,53	2,32
Totalfett, % av ts	5,04	2,38	9,58	2,68
16:0	17,4	22,0	7,38	17,1
18:0	1,64	1,08	2,41	3,53
18:1 <i>cis</i> -9	3,15	13,0	8,62	15,2
18:2 n-6	15,3	54,4	53,2	55,0
18:3 n-3	43,5	6,10	19,2	5,99
SFA	24,4	23,8	11,2	21,6
MUFA	4,13	14,5	10,0	17,0
PUFA	58,9	60,7	72,5	61,0
Okända	6,76	1,03	6,26	0,46
n-6/n-3 ¹	0,35	8,92	2,77	9,17

¹ förhållandet mellan n-6 och n-3 fettsyror.

SFA = mättade fettsyror; MUFA = enkelomättade;

PUFA=polyomättade;

n-6= 18:2 n-6 + 20:2 n-6 + 20:3 n-6 + 20:4 n-6 + 22:5 n-6;

n-3= 18:3 n-3 + 20:3 n-3 + 20:5 n-3 + 22:5 n-3 + 22:6 n-3.

Tabell 2:2. Fettklasser (%) i biff (*M. Longissimus dorsi*) före och efter tillagning

	Hampfrökaka		Sojamjöl		Foder	p-värde ¹		
	Rå	Tillagad	Rå	Tillagad		Behandl.	Samspel	SE
Fosfolipider	8,71	9,82	10,86	11,93	0,11	0,03	0,96	0,94
Kolesterol	4,80	6,12	5,72	6,55	0,36	0,00	0,35	0,54
Fria fettsyror	1,42	3,09	1,24	2,94	0,23	0,00	0,91	0,13
Triglycerider	85,1	81,0	82,2	78,5	0,20	0,00	0,74	1,47

¹ ES = Ej signifikant ($P > 0,05$).

Tabell 2:3. Slaktkroppsvikt, fetthalt före och efter tillagning, skärnotstånd samt E-vitaminhalt i biff från mjölkrasstutar uppfödda med hampfrökaka eller sojamjöl som proteinfoder

	Hampfrökaka	Sojamjöl	p-värde ¹	SEM
	(n = 8)	(n = 8)		
Slaktkroppsvikt, kg	321,5	327,8	ES	6,83
Fetthalt, %				
Före tillagning	1,1	0,7	0,08	0,12
Efter tillagning	1,1	0,9	ES	0,14
Skärnotstånd				
Maxvärde, N	32,9	35,8	ES	2,06
Area, Nmm	199,7	224,1	0,15	11,68
E-vitamin				
mg/ 100 g fett	2,55	3,39	ES	0,54

¹ ES = Ej signifikant ($P > 0,05$).

Diskussion

Stutar med samma foderstat som ungtjurarna hade lägre fodereffektivitet än tjurarna. Däremot hade stutarna i försöket högre fodereffektivitet än vad aktuell utfodringsnorm anger enligt rapporten av Anna Hesse. Utfodringsnormen för stutar av tung köttkrasstutur bör därför kunna sänkas. Om en viss försiktighet i rekommendationerna eftersträvas bör i alla fall behovet kunna anges som 90 % av mjölkrasstuturarnas behov, till skillnad från dagens 100 %. 30-månadersstutarna, med låg utfodringsintensitet under stallperiod 1, uppvisade kompenserande tillväxt under efterföljande betesperiod och vägde endast 20 kg mindre än 25-månadersstutarna vid installation. Fettsyror analyserades i biff och rostbiff. Tjurarna var magrare och fettsyraprofilerna skilde sig mellan stutar och tjurar. Dessutom var skillnaden mellan n6/n3- kvoten mycket tydlig mellan de olika utfodringsgrupperna. Grovfoderutfodring gav en n6/n3-kvot på drygt 1,2, jämfört med 3,2 i koncentratutfodrade djur i bägge musklerna.

Väl marmorerat kött förknippas med god mörhet. Ryggbiffarna från stutarna var mer marmorerade än ryggbiffarna från ungtjurarna, där slakt från stall (20-månadersstutarna som ej blev analyserade för köttkvalitetsparametrar) eller med hög vikt (30-månadersstutar) gav mest marmorering. Däremot visade inte de begränsade Warner Bratzler-mätningarna att 30-månadersstutarna var mörare. 20-månadersstutarna hann ansätta sot- och njurtalg och underhudsfett (putsfett) under slutgödningen på stall men ej intramuskulärt fett (marmorering). Skärnotståndsmätningar kunde inte genomföras tillfredsställande p.g.a. tekniska problem (fryshaveri) och har därför kompletterats med analys av myofibrillärt fragmenteringsindex (MFI) som nämnts tidigare. Proverna som analyserades med MFI var frysta dag 7 och inga skillnader fanns mellan behandlingarna. På grund av fryshaveriet kunde som tidigare nämnts den sensoriska analysen inte genomföras.

Stutarna blev inte slaktmogna vid de tidpunkter som planerats utan ca två månader senare. Därmed styrker inte resultaten fullt ut hypotesen att köttkrasstutar kan bidra till utjämnade leveranser av köttkrasstkött över året.

Hampastudien visade klart att de nyttiga fleromättade fettsyrorerna avspeglar fodret och följaktligen gav hampautfodring en bättre fettsyrasammansättning ur detta perspektiv. Andra köttkvalitetsparametrar skiljde sig inte mellan soja och hampautfodrade mjölkkrasstutar.

Publikationer

Arbetet är grunden i Tyler Turners doktorsavhandling (disputation 2010):

Influence of oilseed supplementation on ruminant meat and milk with emphasis on fatty acids

- Hampastudien har publicerats i *Acta Agriculturae Scandinavica* : Turner, T., Lundström, K., Hessle, A., Pickova, J. 2008. Influence of hempseed cake and soybean meal on lipid fractions in bovine *M. longissimus dorsi*. *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Science* 58, 152-160.
- Studien på ungtjur och stutjämförelsen är publicerad i: Turner, T., Hessle, A., Lundström, K., Pickova, J. 2011. Silage-concentrate finishing of bulls versus silage or fresh forage finishing of steers: Effects on fatty acids and meat tenderness. *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Science* 61, 103-113.

Övrig resultatförmedling till näringen

- I samband med försöksstart presenterades försöket på Elmia lantbrukarmässas forskartorg och i tidningen Nötkött.
- Resultaten presenterades på EUROFEDLipid congress i Göteborg 2007

Litteraturförteckning

- Callaway, J. C. 2004. Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica* 140, 65- 72.
- Clausen, I, Jakobsen, M, Erbjerg, P, Madsen, NT. 2009. Modified atmosphere packaging affects lipid oxidation, myofibrillar fragmentation index and eating quality of beef, *Packaging, technology and science*. 22, 85-96.
- Danielsson, D-A. 2005. Slaktstatistik för KAP-anslutna besättningar 2004. Nyhetsbrev 11 från Taurus. 3 s.
- Dunne, P. G., Keane, M. G., O'Mara, F. P., Monahan, F. J., and Moloney, A. P. 2004. Colour of subcutaneous adipose tissue and *M. longissimus dorsi* of high index dairy and beef × dairy cattle slaughtered at two liveweights as bulls and steers. *Meat Science* 68, 97-106.
- Enfält, A-C, Hessle, A., Pickova, J., Sampels, S. Karlsson, J., Lunström, K. 2006. Bete och vallfoder ger nyttigare kött. FAKTA Jordbruk no 2. 4pp. SLU, NL-fakulteten, Uppsala
- Enser, M., Hallett, K. G., Hewett, B., Fursey, G. A. J., Wood, J. D. & Harrington, G. (1998). Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*, 49, 329-341
- Fredriksson, S., Pickova, J. 2007. Fatty acids and tocopherol levels in *M. Longissimus dorsi* of beef cattle in a Swedish climate - a comparison between seasonal diets. *Meat Science*. 76, 746-754.
- French P., and six co-authors. 2000. The eating quality of meat of steers fed grass and/or concentrates. *Meat Science* 57: 379-386.
- Gatellier, P., Mercier, Y., Juin, H., Renerre, M. 2005. Effects of finishing mode (pasture- or mixed diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. *Meat Science*, 69, 175-186.
- Gibb, D. J., Shah, M. A., Mir, P. S., and McAllister, T. A. 2004. Effect of full-fat hemp seed on growth performance and tissue fatty acid composition of feedlot cattle. *Canadian J. of Animal Science* 84, 774-775.
- Griebenow, R.L., Martz, F.A., Morrow, R.E. 1997. Forage-based beef finishing systems: A review. *J.prod. Agric.* 10: 84-91.
- Karlsson, J. 2005. Utfodringens inverkan på färgstabilitet och mörhet i nötkött. Examensarbete, Institutionen för livsmedelsvetenskap; SLU, Publ no 208. 25 sidor.
- Maher, S. C., Mullen, A. M., Keane, M. G., Buckley, D. J., Kerry, J. P. and Moloney, A. P. 2004. Variation in the eating quality of *M-longissimus dorsi* from Holstein-Friesian bulls and steers of New Zealand and European/American descent, and Belgian Blue × Holstein-Friesians, slaughtered at two weights. *Livest. Prod. Sci.* 90:2-3, 271-277.
- Mustafa, A. F., McKinnon, J. J., and Christensen, D. A. 1999. The nutritive value of hemp meal for ruminants. *Canadian Journal of Animal Science* 79, 91-95.
- Olsson, V., Pickova, J. 2005. The influence of production systems on meat quality, with emphasis on pork. *AMBIO* 34: 338-343.
- Pickova, J. Betande nötkreatur kontra kraftfoderuppfojt; köttets fett blir vad djuren äter. Föredrag och abstrakt. Jordbrukskonferensen 2004, Nov 23-24, Uppsala, Sverige
- Plateryd, L. 2004. Konsumenter och naturbeteskött. Motiv till köp av kaprifolkött samt föreställningar om landsbygdens landskap. Occasional paper 2004:4. Dept. of Human and Economic Geography, Göteborg University.
- Sampels, S. 2005. Fatty acids and antioxidants in reindeer and red deer – emphasis on animal nutrition and consequent meat quality. *Acta Universitatis Agriculturae Suecia* 2005:31 Akademisk avhandling, SLU, Uppsala.
- Simopoulos, A.P. 1998. Overview of evolutionary of n-3 fatty acids in the diet. In: The return of n-3 fatty acids into the food supply. Editor: A.P.Simopoulos. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 83: 1-11.
- Silversides, F. G., LeFrançois, M. R. 2005. The effect of feeding hemp seed meal to laying hens. *British Poultry Sci* 46, 231-235.

- SJVFS 127. 1998. Statens jordbruksverks föreskrifter om klassificering av slaktkroppar. Statens jordbruksverk, Jönköping, 17 s.
- Sørensen, J. T. & Foldager, J. 1991. Effect of breed and plane of nutrition on the estimation of live weight by heart girth in dual purpose heifers. *Acta Agriculturae Scandinavica* 41, 161-169.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E. Sheard, P.R., Enser, M. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66, 21-32.

Personliga meddelanden

Ivarsson, Thomas, Gröna Gårdar, AB.

Martinsson, Kjell. Tel 090-7868740. Forskningsledare, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.

Persson, Tomas. Tel 0498-50118. Projektledare, Hampekraft. Romakloster.