

# **Effekt av enskilda gener på köttkvalitet samt tillväxt och slaktkroppsegenskaper hos svenska nötköttsraser (Kött H0650309) – slutrapport juni 2011**

Kerstin Lundström, Inst. för livsmedelsvetenskap, SLU, Uppsala

## **Mål**

Projektet syftar till att undersöka effekten av olika markörgener/kandidatgener på köttkvalitet och köttproduktionsegenskaper hos våra svenska nötköttsraser. Vi avsåg att studera följande frågeställningar:

- Vilken frekvens har olika varianter av intressanta kandidatgener för köttkvalitets- och köttproduktionsegenskaper i de vanligaste nötköttsraserna i Sverige?
- Betydelsen av olika kandidatgener för specifika köttkvalitetsegenskaper såsom mörhet och marmorering samt produktionsegenskaper såsom tillväxt och slaktkroppsegenskaper.
- Finns det genetiska samband mellan köttkvalitet och köttproduktionsegenskaper och nedärvs i så fall genvarianter som är positiva för köttkvalitet tillsammans med genvarianter för bra köttproduktionsegenskaper?

## **Kompletterande upplysningar**

I budgeten för projektet ”Effekt av enskilda gener på köttkvalitet samt tillväxt och slaktkroppsegenskaper hos svenska nötköttsraser” fanns lönebidrag för en doktorand under tre år. Det visade sig vara svårt att hitta rätt person med lämplig bakgrund för denna uppgift, men vi rekryterade en snart färdig husdjursagronom, Carina Leveau. Carina avslutade sitt examensarbete med direkt anknytning till detta projekt och skulle just påbörja sina doktorandstudier, då hon våren 2008 blev erbjuden ett jobb som kvalitetschef på slakteriet i Linköping. Det var ett alltför intressant jobb för Carina, så vi var plötsligt utan doktorand inom projektet. Vi rekryterade en ny doktorand, Marie Ekerljung, som började augusti 2008 vid Institutionen för husdjursgenetik. Hon har docent Anna Näsholm som huvudhandledare och professor Kerstin Lundström, docent Anne Lundén och docent Stefan Marklund som biträdande handledare. På grund av Carinas avhopp blev projektet försenat, men eftersom endast en mindre del av lönebidraget hade förbrukats kunde ändå projektet fortsätta enligt de ursprungliga planerna. På grund av den stora arbetsbelastningen i projektet har även doktoranden Xin Li vid Institutionen för livsmedelsvetenskap varit involverad i projektet. Hon har stipendium från Kina och har därför inte belastat projektet finansiellt.

Förutom detta projekt som nu slutredovisas, har SLF beviljat en fortsättning på projektet för att finansiera de sista två åren av Marie Ekerljungs doktorandstudier. Det nya projektet är en direkt fortsättning på det gamla och har titeln ”Kandidatgener för köttkvalitet samt tillväxt och slaktkroppsegenskaper hos svenska köttraser” med docent Anne Lundén som huvudsökande. De resultat som redovisas i denna slutrapport måste därför betraktas som preliminära.

## **Bakgrund**

Intresset för att förbättra köttkvaliteten hos nötkött är för närvarande stort både i Sverige och i andra länder. Variationen i framför allt mörhet mellan kött från olika individer är stor, även om köttet kommer från samma muskel. Det gör att konsumenten i dag inte kan vara säker på en jämn ätkvalitet hos kött som inhandlas. Olika koncept används inom industrin för att råda bot på detta.

Ett exempel är Scan Gourmet, där köttet enbart kommer från köttraser och där slaktkropparna bäckenhängs och möras minst en vecka innan försäljning.

Köttets ätegenskaper bestäms av samspelet mellan mörhet, saftighet och smak. Mörheten hos en viss muskel påverkas framför allt av muskelfibrernas kontraktionsgrad vid *rigor mortis* och bindvävsinnehåll, samt av proteolysen, d.v.s. hur snabbt muskelproteinerna bryts ned efter slakt. För mörhetsutvecklingen är det framför allt calpainsystemet som anses vara av betydelse (Koochmarai, 2002). Även fettinnehållet i muskeln kan ha viss betydelse för mörheten men också för smak och saftighet. Normalt är det liten variation i egenskaperna saftighet och smak hos nötkött och en minskning av variationen i mörhet har därför en avgörande inverkan på den totala variationen i ätkvalitet. Även om nötkreatur av samma ras och kön har fötts upp under identiska förhållanden finns det en stor variation i köttets mörhet mellan individer. Nya forskningsresultat pekar på betydande inflytande av enskilda gener med stor effekt, s.k. ”major genes”, på mörhet och andra egenskaper som är av betydelse för ätkvaliteten. Användande av markörgener skulle givetvis underlätta ett avelsurval för egenskaper som annars bara kan mätas sedan djuret är slaktat.

Tidigare testades våra blivande avelstjurar av de vanligaste köttraserna (Charolais, Hereford, Angus, Simmental och Limousin) på Gismestad station för köttrasprövning, medan testningen nu görs på Gunnarps station ([www.kottrasprovningen.se](http://www.kottrasprovningen.se)). Avelsmålet är framför allt god tillväxt (T-tal) och efter avslutad prövning rangordnas tjurarna med avseende på T-tal (Eriksson et al., 2002). Svensk Köttrasprövning och rasföreningarna ställer minimikrav på vilket T-tal tjurarna måste ha för att få säljas vid årets auktion av köttrastjurar. Tjurarna måste också uppfylla ställda krav på hälsa, testiklar, exteriör, klövar och lynne för att godkännas som avelstjurar. Tjurar med låga T-tal eller som inte uppfyller de minimikrav som gäller för övriga egenskaper slaktas. Däremot ingår inte någon egenskap kopplad till ätkvaliteten i avelsmålet. I Sverige görs dock redan nu DNA-tester för vissa mutationer i leptingenen och calpaingenen (se nedan), som anses ha betydelse för köttets marmorering och mörhet. Avelsuppfödarna får själva betala testen och i vilken utsträckning avelsuppfödarna selekterar sina djur beroende på vilken genetisk variant djuret har är upp till den enskilda djurägaren.

Flera olika gener med stor effekt på olika fysiologiska egenskaper (s.k. ”major genes”) är av intresse som markörgener. De gener som diskuteras mest är de som kodar för enzymer med direkt effekt på fettmetabolismen (t.ex. generna för leptin, thyroglobulin, DGAT1 och SCD1) eller på mörhetsutvecklingen (t.ex. calpain och calpastatin). Ett EU-projekt ”Assessment of genetic variation in meat quality and the evaluation of the role of candidate genes in beef characteristics” har nyligen avslutats, där England, Spanien, Danmark, Italien och Frankrike ingick. Studien är ännu inte färdig med utvärdering och publicering. I Sverige har inga systematiska studier gjorts för att undersöka användbarheten av markör- eller kandidatgener för att förbättra köttkvalitet och produktionsegenskaper hos nötköttsraser.

Innan selektion av avelsdjur baserat på markörgener eller kandidatgener kan tillämpas är det nödvändigt att undersöka vilken effekt enskilda genvarianter har i olika populationer. Det är inte givet att en viss genvariant har samma effekt på exempelvis marmorering eller mörhet i våra svenska nötkreatursraser som i utländska populationer, beroende på att genvarianten uttrycks mot olika genetisk bakgrund och kan fungera olika i andra miljöer. Det är också av största vikt att fastställa om genvarianter som är associerade med god köttkvalitet har negativ effekt på viktiga produktionsegenskaper såsom tillväxt, fettansättning och foderomvandlingsförmåga.

## Olika kandidatgener av betydelse

I det ovan nämnda EU-projektet har mer än 200 olika kandidatgener studerats, av vilka flera uppvisade inte bara en mutation utan flera mutationer på olika ställen i genen. I det nu redovisade projektet kommer vi att analysera de kandidatgener som vi bedömer vara av störst intresse för svenska förhållanden. Nedan listas ett antal gener som är av generellt intresse att undersöka; en lista som eventuellt kan komma att förändras beroende på nya forskningsrön under projektets gång.

### Mörhet: calpain, calpastatin mm

Enzymerna i calpainsystemet ( $\mu$ - och m-calpain) är viktiga komponenter i initieringen av proteinnedbrytningen *post mortem*, och därigenom mörhetsutvecklingen. Variation i nivåerna för calpastatin, som inhiberar calpainerna, är också viktigt för mörhetsutvecklingen. Genen *CAPN1* kodar för  $\mu$ -calpain och innehåller flera mutationer som är kopplade till variation i mörhet (Page et al., 2002; Page et al., 2004; White et al., 2005). Även genen *CAST*, som kodar för calpastatin, innehåller flera mutationer som visar samband med mörhet (Barendse, 2002). Även variation i genen *LOX*, som kodar för ett enzym (lysyloxidas) som är inblandat i hopkopplingen av kollagenfibrer, kan ha ett visst samband med mörhet (Barendse, 2002). Många av dessa gener uppträder i olika varianter framför allt i korsningar mellan zeburaser (*Bos indicus*) och våra vanliga nötkreatursraser (*Bos taurus*) och variationen i frekvensen av dessa varianter anses vara en av orsakerna till skillnaden i mörhet mellan dessa grupper av nötkreatur.

### Marmorering: Leptin, thyroglobulin, DGAT1, SCD1

*Leptin* är ett hormon som är involverat i fettmetabolismen och som bl.a. reglerar aptit och energimetabolism hos t.ex. nötkreatur. Hormonet produceras i fettvävnaden och utsöndras i blodet. Ordet leptin kommer från det grekiska ordet leptos, som betyder mager. Ju fler fettceller som finns i kroppen, desto mer leptin produceras. Speciella receptorer i hjärnan känner av höga leptinkoncentrationer i blodet, vilket resulterar i att aptiten minskar och metabolismen ökar. Leptin har ansetts vara en kandidatgen för såväl produktions- och slaktkroppsegenskaper som köttkvalitetsegenskaper hos nötkreatur (Schenkel et al., 2005). Det finns flera kända mutationer i leptingenen. En DNA-test för några mutationer erbjuds kommersiellt av t.ex. den engelska firman Igenity. Den mest omfattande studien som har publicerats hittills över samband mellan olika varianter av leptingenen och slaktkropp- och köttkvalitetsegenskaper är gjord i Kanada på över 1100 korsningsdjur av främst raserna Angus, Charolais, Simmental och Limousin (Schenkel et al., 2005). De undersökte sambandet mellan 5 olika mutationer i leptingenen och ett flertal slaktkropp- och köttkvalitetsegenskaper. De olika mutationerna uppvisade varierande effekter på köttansättning, fettinnehåll och mörhet där vissa resultat stämde med tidigare undersökningar, medan andra visade avvikande resultat. Deras studie visar på ett övertygande sätt att sambanden mellan en viss genvariant och en egenskap kan variera i olika populationer. Det är därför ytterst viktigt att inte förutsätta att utländska resultat gäller direkt i svenska populationer. Det går inte att utläsa vilka av de analyserade leptinmutationerna i studien av Schenkel et al. (2005) som Igenity's kommersiella test baseras på.

*Thyroglobulin* är försubstans till två hormoner som bildas i tyroidea och som är involverade i bildandet av fettceller. Både Barendse (1999) och Thaller *et al.* (2003) rapporterade samband mellan en variant av thyroglobin-genen (*TG*) och ökat intramuskulärt fettinnehåll.

*DGAT1* är ett 'nyckelenzym' i fettsyntesen. Vid syntesen av triglycerider påbörjas bindningen av fettsyror med hjälp av olika enzymer till position 1 och 2 på glycerolmolekylen. Vid bindningen av fettsyror till den tredje positionen krävs medverkan av enzymet acyl-CoA:diacylglycerol acyltransferas (*DGAT1*), ett enzym som bara har denna enda uppgift.

Enzymet återfinns i cellernas mikrosomer i kroppens alla triglyceridproducerande vävnader och har en bred specificitet, d.v.s. binder alla fettsyror oavsett kolkedjelängd (Bell & Coleman, 1980). Grisart *et al.* (2002) och Winter *et al.* (2002) fann att *DGATI* var en ”major gene” för mjölkfetthalt. Även skillnader i köttmarmorering har visat sig vara associerad med variation i *DGATI*-genen och marmoreringen befanns därtill vara högre i djur av Holstein-ras än i Charolais-djur (Marschall, 1999; Thaller *et al.*, 2003). Denna rasskillnad kan delvis bero på en högre frekvens av *K*-varianten av *DGATI* i Holstein jämfört med Charolais (0,45 resp. 0,11) (Thaller *et al.*, 2003). *DGATI* kan sannolikt ha lika stor betydelse för marmorering som exempelvis leptingenen, som nu testas kommersiellt.

*SCDI* kodar för enzymet Stearoyl-CoA desaturase. Detta enzym omvandlar mättade fettsyror till enkelomättade fettsyror. Fettsyrasammansättningen hos nötkött har betydelse för fettets mjukhet och är även av intresse ur hälsosynpunkt. *SCDI* kan påverka kroppens energiförbrukning och inlagringen av kroppsfett, åtminstone hos möss (Dobrzyn *et al.*, 2005). Enzymet är föremål för genetiska studier även när det gäller förbättrad fettsyrasammansättning hos idisslarmjolk (Reh *et al.*, 2004).

## Material och metoder

### Urval av djurmaterial

Totalt 261 ungtjurar av renrasig kött-ras av raserna Angus, Charolais, Hereford, Limousin och Simmental ingår i projektet. En beskrivning av djurmaterialet med medeltal och spridning av slaktkroppsvikt och EUROP-klassificering redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Medeltal och standardavvikelse (SD) för slaktkroppsegenskaper för ingående djurmaterial (ungtjurar)

	Antal	Slaktkroppsvikt, kg		EUROP-klassificering		Fettklass	
		Medeltal	SD	Medeltal	SD	Medeltal	SD
Angus	36	318	40	7,2	1,6	7,7	1,5
Charolais	109	380	33	10,2	1,3	7,0	1,1
Hereford	33	318	33	7,0	1,1	7,7	1,7
Limousin	35	371	23	12,3	1,4	6,6	0,7
Simmental	17	358	29	9,1	1,4	7,9	1,0

### Provinsamling

För att överhuvudtaget få tillgång till kött från renrasiga kött-djur krävdes ett omfattande arbete med marknadsföring av projektet på olika sätt via brev, mail samt personliga möten på kötttrixdag, Mila, Elmia och rasklubbars årsmöten mm. Det krävdes mycket kontakt med djurägare, slakterier både i mottagningsstall och bland styckare liksom anlitanade av kyltransportföretag. Varje prov bestod av ca 15 cm av ryggbiffen, en bit per individ. Köttprovet togs ut från biffen direkt efter parteringsstället (vanligen mellan 10:e och 11:e revbenet) och vakuumförpackades. Insamlingen arrangerades så att det vakuumförpackade köttet kom till labbet senast dag 7 efter slakt. Dag 7 skars köttet upp efter en strikt procedur, se figur 1. Köttets slutliga pH mättes och färgmätning utfördes (efter minst en timmas blomning). Färgen mättes sedan kontinuerligt under de följande dagarna för att följa färgstabiliteten vid tillgång på syre.

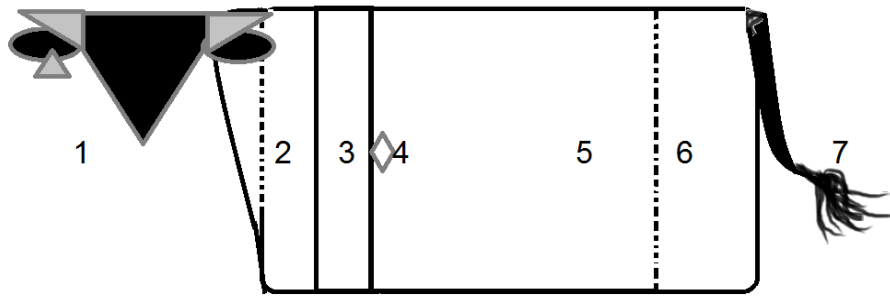


Fig. 1, En schematisk bild av den 15 cm långa biten, en bit från varje djur. 1) indikerar riktning mot huvudet; 2) 2 cm bred köttskiva för marmorering och färgmätning; 3) 2 cm köttskiva till framtida analyser av intresse; 4) 2 st. eppendorf-rör med hackat kött för DNA-extraktion, 5) 7 cm lång bit för mätning av skärmotstånd och kompression; 6) extrabit för ev. smaktest (för de bitar som är tillräckligt långa); 7) indikerar riktning mot svansen.

### Köttkvalitetssegenskaper

Köttkvaliteten har mätts på ryggbiffen (*M. longissimus dorsi*).

*Köttets pH:* Köttets slutliga pH bestäms i samband med styckning.

*Köttets vätskehållande förmåga:* Viktsförändringar under upptining och värmebehandling bestämdes (lagringssvinn, tiningssvinn, kokningssvinn).

*Instrumentell mörhet:* Warner Bratzler skärmotstånd mättes i ryggbiffen på kött tillagat till 70°C efter en standardiserad mörningstid på 7 dagar (instrument: TA-HDI texture Analyser; Stable Micro Systems, Surrey, UK). Maxkraft, area samt kompressionsparametrar registrerades. Mätningarna gjordes på 12 stavar från varje djur.

*Marmoreringsgrad* skattades med hjälp av fotografering med digitalkamera och efterföljande subjektiv bedömning samt bildanalys. Bildanalysen gör det möjligt att även bestämma hur fett är fördelat i muskeln och storleken på enskilda fettansamlingar.

*Färg och färgstabilitet:* färgen mättes med Minolta spektrofotometer (Minolta CM-600d; Konica Minolta Sensing Inc., Japan), vilket gör att man även kan bedöma proportionen av myoglobinets olika former. Registreringar gjordes efter 2h, samt efter 3, 5 och 6 dygn.

### Statistiska analyser

De statistiska analyserna är gjorda med SAS (Statistical Analysis System, Version 9.2; SAS Institute, Cary, NC, USA). Hittills har analyserna gjorts med hjälp av GLM-proceduren, där effekten av de genetiska markörerna på köttkroppskvalitet och köttkvalitetssegenskaper har undersökts. De hittills utförda statistiska analyserna måste betraktas som preliminära eftersom allt material ännu inte är färdiganalyserat.

### Genetiska analyser

DNA extraherades från musklerna med hjälp av Omega Bio-Tek Tissue DNA Kit och användes till att undersöka genupsättningen hos varje individ. Från ungtjurar uppfödda vid individprövningsstationen Gismestad extraherades DNA från insamlade blodprover. De genetiska analyserna av markörgener gjordes med Real-Time PCR (Applied Biosystems StepOnePlus™).

## Analys som återstår att göra i det nu pågående projektet

- Analysera fler genetiska markörer.
- Undersöka samband mellan genetiska markörer och produktionsegenskaper såsom klassning, underhudsfett och tillväxt, samt köttets förmåga att behålla den för konsumenten så attraktiva röda färgen under så lång period som möjligt.

## Resultat och diskussion

Carina Leveaus omfattande examensarbete om kandidatgener och köttkvalitet (Leveau, 2008) gav en bra bakgrund inför det fortsatta arbetet. Litteraturstudien omfattade framförallt gener som påverkar mörhet och marmorering (andelen insprängt fett). De gener som har undersökts för sin eventuella involvering i marmoreringsprocessen är först och främst de som kodar för enzymer med en direkt effekt på fettmetabolismen (leptin, thyroglobulin och DGAT1 (acyl-CoA:diacylglycerol acyltransferase)). Samtliga dessa gener innehåller en eller flera enskilda mutationer som i olika studier visat sig påverka fettrelaterade egenskaper (Nkrumah *et al.*, 2005; Nkrumah *et al.*, 2006; Schenkel *et al.*, 2005). Vad gäller köttets mörhet är de gener som styr uttrycket av calpain och calpastatin av särskilt intresse. Calpain är ett enzym som bryter ner proteinstrukturer i musklerna medan calpastatin inhiberar dess funktion. Även dessa gener innehåller enskilda mutationer som anses inverka på slutproduktens kvalitet (Schenkel *et al.*, 2006; White *et al.*, 2005; Costello *et al.*, 2007).

I examensarbetet inkluderades även en studie gjord i samarbete med HK Scan, Sverige och Merial, Animal Health Company, England. Genom detta samarbete har frekvensen för ett urval gener kunnat analyseras i de svenska populationerna. Totalt har ca 400 kött djur genotypbestämts, vilka representerar olika raser (Charolais, Angus, Hereford, Limousin och Simmental) och som kommer från ett antal gårdar i Sverige.

Vi valde renrasiga kött djur (ungtjurar) för att de genetiska analyserna verkligen skulle säga något om varje ras och det skulle gå att jämföra allelfrekvenser med andra studier gjorda på samma raser i andra länder. Om vi hade använt korningsdjur hade vi inte haft den möjligheten. De undersökta raserna är Angus, Charolais, Hereford, Limousin och Simmental, totalt 236 djur. Samtidigt som variationen i mörhet är stor inom ungtjurarna så vet vi att de är uppfödda under kortast möjliga period och att de tyngre raserna är de mest intensivt uppfödda. Ungtjurar utgör antalsmässigt den största slaktgruppen i Sverige och det har därför en stor betydelse för konsumentens uppfattning av kvaliteten hos svenskt kött om köttet från ungtjurar är mört.

Inom projektet har hittills de prover som redovisas i Tabell 2 testats. Medeltal och spridning för skärmotstånd och intramuskulär fetthalt framgår av Tabell 3. Allel- och genotypfrekvenser för markörerna Calpain (*CAPN1*: c.947), (*CAPN1*: g.6545) och Calpastatin (*CAST*: c.155) redovisas i Tabell 4 medan allel- och genotypfrekvenser för markörerna DGAT1, Leptin och SCD1 redovisas i Tabell 5.

Tabell 2. Använda prob-sekvenser

Gen	SNP/allel (trans)	VIC-prob	FAM-prob	Genebank
<i>CAPN1</i> <sup>1</sup>	CAPN1g.6545 C>T	CTGCGCCTCGGTT	CTGCGCCTCAGTTT	AF248054
	CAPN1c.947 G>C (Gly,Ala)	CCACGGCGTTCCA	CCACGGCGTTCCA	AF252504
<i>CAST</i> <sup>2</sup>	CASTc.155 C>T (P52L)	AAAAGCCCGGTCC	AAAAGCCCTGGTCC	NM_174003.2
<i>DGAT1</i> <sup>3</sup>	(K232A)	CGTTGGCCITCTTAC	TTGGCCGCCTTAC	AY065621
<i>LEP</i> <sup>4</sup>	UASMS2 528 C>T	CAAGCTCTAGAGCCTGTGT	AAGCTCTAGAGCCTATGT	AB070368-528
<i>SCD1</i> <sup>5</sup>	G/A 787 (A293V)	CTTACCCGACGCTCC	ACTTACCCACAGCTCC	AY241932.1

<sup>1,2</sup>Barendse 2007; <sup>3</sup>Schennink 2007; <sup>4</sup>Nkrumah 2005; <sup>5</sup>Taniguchi 2003.

Tabell 3. Medeltal (Medel) och standardavvikelse (SD) för skärmotstånd och intramuskulär fetthalt (IMF)

	Warner Bratzler-skärmotstånd <sup>1</sup>						IMF			
	Maxkraft, N		Area, Nmm		Lutning (N/mm)		Okulärt <sup>2</sup>		Bildanalys	
	Medel	SD	Medel	SD	Medel	SD	Medel	SD	Medel	SD
Angus	37	8	257	45	4,4	0,9	2,9	0,9	3,2	1,2
Charolais	45	14	299	73	5,9	1,8	2,0	0,5	1,9	0,6
Hereford	50	13	335	68	6,5	1,7	2,3	0,6	2,0	0,8
Limousin	54	21	329	107	6,4	2,4	1,9	0,5	1,8	0,7
Simmental	54	21	332	98	7,2	2,3	2,6	0,8	2,6	1,0

<sup>1</sup>) Warner Bratzler-skärmotstånd mäter kraften som behövs för att skära av köttprovet (högt värde indikerar segt kött).

<sup>2</sup>) Skala 1-5, 1 = muskel utan synlig marmorering; 5 = riklig marmorering.

Tabell 4. Allel- och genotypfrekvenser för markörerna Calpain (*CAPNI: c.947*), (*CAPNI: g.6545*) och Calpastatin (*CAST: c.155*) hos ungtjurar av kötttras i Sverige

Ras	N	<i>CAPNI: c.947</i>					<i>CAPNI: g.6545</i>					<i>CAST: c.155</i>				
		Genotyper			Alleler		Genotyper			Alleler		Genotyper			Alleler	
		GG	GC	CC	G	C	CC	CT	TT	C	T	CC	CT	TT	C	T
Angus	38	0,08	0,53	0,39	0,85	0,15	0,66	0,26	0,08	0,79	0,21	0,03	0,32	0,66	0,18	0,82
Charolais	109	0,04	0,21	0,75	0,14	0,86	0,28	0,27	0,44	0,42	0,58	0,32	0,50	0,18	0,43	0,57
Hereford	35	0,00	0,57	0,94	0,03	0,97	0,60	0,26	0,27	0,73	0,27	0,14	0,54	0,31	0,41	0,59
Limousin	35	0,00	0,31	0,66	0,16	0,84	0,34	0,23	0,43	0,46	0,54	0,17	0,51	0,31	0,43	0,57
Simmental	21	0,00	0,33	0,67	0,17	0,83	0,24	0,19	0,57	0,33	0,67	0,52	0,48	0,00	0,76	0,24

Tabell 5. Allel- och genotypfrekvenser för markörerna DGAT1, Leptin och SCD1

Ras	N	<i>DGAT1 K232A<sup>1</sup></i>					<i>Leptin</i>					<i>SCD1</i>				
		Genotyper			Alleler		Genotyper			Alleler		Genotyper			Alleler	
		KK	KA	AA	K	A	GG	GA	AA	G	A	GG	GA	AA	G	A
Angus	38	0,03	0,34	0,80	0,20	0,80	0,39	0,42	0,18	0,61	0,39	0,60	0,34	0,06	0,71	0,29
Charolais	109	0,00	0,21	0,79	0,11	0,89	0,76	0,23	0,01	0,88	0,12	0,39	0,50	0,11	0,64	0,36
Hereford	35	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,54	0,29	0,17	0,69	0,31	0,60	0,34	0,06	0,77	0,23
Limousin	35	0,00	0,11	0,89	0,06	0,94	0,31	0,63	0,06	0,63	0,37	0,31	0,54	0,14	0,59	0,41
Simmental	21	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,43	0,48	0,10	0,67	0,33	0,38	0,38	0,24	0,57	0,43

<sup>1</sup>För DGAT1 anges för enkelhetens skull frekvensen av den resulterande aminosyran (K eller A), inte den bakomliggande dinukleotids substitutionen.

## Redovisade resultat vid olika kongresser

### Effekt av polymorfism i *DGATI K232A* på marmorering och skär motstånd i svenska kötttraser

En dinukleotidmutation som leder till en aminosyrasubstitution från lysin (K) till alanin (A) vid position 232 i exon 8 hos genen *DGATI* har visat sig ha samband med mängden intramuskulärt fett hos nötkreatur. Syftet med denna studie var att få en preliminär skattning av genotypfrekvenserna av *DGATI* hos kötttraser som finns i Sverige och eventuell effekt på marmorering och skär motstånd. A-allelen visade sig vara den vanligaste allelen hos de analyserade kötttraserna (Angus, Charolais, Hereford, Limousin och Simmental; se Tabell 5 ovan). Studien pekade på en positiv effekt av K-allelen av *DGATI K232A* på marmorering hos svensk Charolais, men hade ingen effekt på skär motstånd. Inom Angus hade djur med den heterozygota KA-genotypen signifikant högre skär motstånd (maxkraft och area) jämfört med djur med AA-genotypen ( $P < 0,05$ ), medan inga signifikanta skillnader iakttogs mellan olika genotyper för de andra raserna.

### Effekt av fyra SNP:s på slaktkropp- och köttkvalitet hos svenska Charolaisungtjurar

Vi undersökte hur acyl CoA:diacylglycerol acyltransferas 1 (*DGATI*) K232A, stearoyl-CoA desaturas 1 (*SCD1*) A293V, calpain (*CAPN1*) C316G och calpastatin (*CAST*) P52L bidrog till variationen i slaktkroppens klassificering och intramuskulärt fett skattat med bildanalys (IMF). Data bestod av 106 ungtjurar av rasen Charolais. Polymorfismen i *DGATI* var associerad med variation i IMF skattad via bildanalys ( $P < 0.01$ ), vilket överensstämde med resultaten från vår tidigare subjektiva klassning av marmoreringsgraden utifrån samma fotografier. Däremot iakttogs inget samband med fettklassen. Lite överraskande var att *CAPN1*-genen var associerad med fettklassen ( $P < 0.01$ ). Polymorfismen i calpastatin hade samband med slaktkroppens konformation ( $P < 0.05$ ). Detta kan vara en effekt av att variationen i calpastatin kan påverka calpainets proteolytiska aktivitet på muskelfibrerna, där *CAST 155T*-allelen hade samband med bättre EUROP-konformation. Ingen av de analyserade generna uppvisade någon effekt på skär motstånd. Polymorfismen inom *SCD1*-genen uppvisade inte något samband med de analyserade egenskaperna.

Analys av olika markörer kommer att fortsätta i det nya projektet varför det är för tidigt att kunna presentera några slutsatser av det nu redovisade projektet.

## Referenser

- Barendse, W. 1999. Assessing lipid metabolism. Patent WO9923248.
- Barendse, W. 2002. DNA markers for meat tenderness. Patent WO02064820.
- Bell, R.M. & R.A. Coleman, 1980. Enzymes of glycerolipid synthesis in eukaryotes. *Annu. Rev. Biochem.* 49: 459-487
- Costello, S., O'Doherty, E., Troy, D.J., Ernst, C.W., Kim, K.-S., Stapleton, P., Sweeney, T. and Mullen, A.M., 2007. Association of polymorphism in the calpain I, calpain II and growth hormone genes with tenderness in bovine *M. longissimus dorsi*. *Meat Science*. 75:551-557.
- Dobrzyn, A., Dobrzyn, P., Lee, S.H., et al. 2005. Stearoyl-CoA desaturase-1 deficiency reduces ceramide synthesis by downregulating serine palmitoyltransferase and increasing beta-oxidation in skeletal muscle. *Am. J. Physiol. - Endocrin. Met.* 288: E599.
- Eriksson, S., Näsholm, A., Johansson, K. & Philipsson, J., 2002. Genetic analysis of post-weaning gain of Swedish beef cattle recorded under field conditions and at station performance testing. *Livest. Prod. Sci.* 76, 91-101.



- Grisart, B., Coppieters, W., Farnir, F., Karim, L., Ford, C., Berzi, P., Cambisano, N., Mni, M., Reid, S., Simon, P., Spelman, R., Georges, M. & Snell, R. 2002. Positional cloning of a QTL in dairy cattle: identification of a missense mutation in the bovine *DGATI* gene with major effect on milk yield and composition. *Genome Res.* 12:222-231.
- Koohmaraie, M., Kent, M.P., Shackelford, S.D., Veiseth, E., Wheeler, T.L. 2002. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Science*, 62, 345-352.
- Leveau, C. 2008. Candidate genes for beef quality – allele frequencies in Swedish beef cattle. Examensarbete 301, Inst. För husdjursgenetik, Uppsala.
- Marschall, D.M. 1999. Genetics of meat quality. In: *The Genetics of Cattle*. (Ed. by R.Fries, A. Ruvinsky), pp. 605-636. CABI Publishing, Wallingford.
- Nkrumah, J.D., Li, C., Yu, J., Hansen, C., Keisler, D.H. and Moore, S.S., 2005. Polymorphism in the bovine leptin promoter associated with serum leptin concentration, growth, feed intake, feeding behaviour and measures of carcass merit. *J. Anim. Sci.* 83:20-28.
- Nkrumah, J.D., Li, C., Keisler, D.H., Sherman, E.L., Wang, Z., Murdoch, B.M. and Moore, S.S., 2006. Polymorphisms in the leptin gene and their associations with performance, feed efficiency and carcass merit of beef cattle. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. August 13-18. Belo Horizonte, Brazil.
- Page, B.T., Casas, E., Heaton, M.P., et al. 2002. Evaluation of single-nucleotide polymorphisms in CAPN1 for association with meat tenderness in cattle. *J. Animal Sci.* 80: 3077-3085.
- Reh, W.A., Maga, E.A., Collette, N.M., Moye, A., Conrad-Brink, J.S., Taylor, S.J., DePeters, E.J., Oppenheim, S., Rowe, J.D., BonDurant, R.H., Anderson, G.B. & Murray, J.D. 2004. Hot topic: using a stearoyl-CoA desaturase transgene to alter milk fatty acid composition. *J. Dairy Sci.* 87:3510-3514.
- Schenkel, F.S., Miller, S.P., Ye, X., Moore, S.S., Nkrumah, J.D., Li, C., Yu, J., Mandell, I.B., Wilton, J.W. & Williams, J.L. 2005. Association of single nucleotide polymorphisms in the leptin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. *J. Animal Sci.* 83: 2009-2020.
- Schenkel, F.S., Miller, S.P., Jiang, Z., Mandell, I.B., Ye, X., Li, H., Wilton, J.W., 2006. Association of a single nucleotide polymorphism in the calpastatin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 84:291-299
- Thaller, G., Kuhn, C., Winter, A., Ewald, G., Bellmann, O., Wegner, J., Zuhlke, H. & Fries, R. 2003. *DGATI*, a new positional and functional candidate gene for intramuscular fat deposition in cattle. *Anim. Genet.* 34, 354-357.
- White, S.N., Casas, E., Wheeler, T.L., Shackelford, S.D., Koohmaraie, M., Riley, D.G., Chase, Jr., C.C., Johnson, D.D., Keele, J.W. & Smith, T.P.L. 2005. A new single nucleotide polymorphism in *CAPN1* extends the current tenderness marker test to include cattle of *Bos indicus*, *Bos Taurus*, and crossbred descent. *J. Animal Sci.* 83: 2001-2008.
- Winter, A., Krämer, W., Werner, F.A.O., Kollers, S., Kata, S., Durstewitz, G., Buitkamp, J., Womack, J.E., Thaller, G. & Fries, R. 2002. Association of a lysine-232/alanine polymorphism in a bovine gene encoding acyl-CoA:diacylglycerol acyltransferase (*DGATI*) with variation at a quantitative trait locus for milk fat content. *Proc. Natl. Acad. Sci.USA* 99:9300-9305.

## Publikationer

### Kongressartiklar

- Ekerljung M., Li X., Näsholm A., Lundström K., Marklund S., Lundén A, 2010. *DGATI* K232A polymorphism, marbling and shear force in Swedish beef breeds. *9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Leipzig, Germany.
- Ekerljung M., Li X., Lundström K., Lundén A., Marklund S., Näsholm A. 2011. Association of four SNPs with carcass and meat quality traits in Swedish young bulls of the Charolais breed. Abstract, EAAP, Stavanger, Norway.
- Li X., Ekerljung M., Lundén A., Lundström K. 2010. Effect of *DGATI* polymorphism on meat shear force and compression in Swedish beef breeds. *Proceedings 56<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology*, Jeju, South Korea.

### Planerade publikationer i vetenskapliga tidskrifter

Candidate genes for meat tenderness in Swedish beef cattle

Candidate genes for meat marbling in Swedish beef cattle

Effects of candidate genes for beef quality traits on production traits in Swedish beef cattle

Genetic aspects on meat colour stability during storage

### **Övrig resultatförmedling till näringen**

Direkt kontakt med representanter för näringen (bönder, slakterier och kyltransportföretag) har skett genom mail, brev och telefon.

Diskussioner med referensgruppen har skett via mail samt vid ett fysiskt möte december 2010 i Uppsala. I referensgruppen har ingått Hans Stålhammar, Jens Fjelkner, Per Mårtensson och Anna Jamieson.

Kerstin Lundström och Marie Ekerljung har kortfattat informerat om projektet i Charolais-tidningen vid ett flertal tillfällen och Marie har även informerat om projektet i tidningen Nötkött.

Marie Ekerljung har haft informationsföreläsningar, skapat kontakter med rasklubbarna och delat ut flygblad om projektet vid följande tillfällen:

Gismestad, nov. 2008

Mila, feb. 2009

Elmia, sept. 2008

Kötttriksdagen, okt. 2008

Angusklubbens årsmöte, maj 2010

Hereforklubbens årsmöte, maj 2009

Team Ugglarp, feb. 2009

Fruänges kött och chark

Scan Uppsala

Anna Näsholm deltog i mötet med Team Ugglarp, hade informationen tillsammans med Marie Ekerljung på Gismestad och deltog vid Mila-utställningen.

Marie Ekerljung har haft Hans Stålhammar som mentor inom forskarskolan LiFT.