



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Swedish University of Agricultural Sciences  
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science

## Möjlighet att uppnå efterfrågad marmoreringsgrad hos nötkreatur vid slakt – enligt svenska produktionsförhållanden

Louise Ryberg



---

**Examensarbete** / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **507**  
Uppsala 2014

**Degree project** / Swedish University of Agricultural Sciences,  
Department of Animal Nutrition and Management, **507**

Examensarbete, 30 hp  
Masterarbete  
Husdjursvetenskap  
Degree project, 30 hp  
Master Thesis  
Animal Science

---





Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences  
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science  
Department of Animal Nutrition and Management

## Möjlighet att uppnå efterfrågad marmoreringsgrad hos nötkreatur vid slakt – enligt svenska produktionsförhållanden

Ability to achieve demanded marbling degree in cattle at slaughter  
- according to Swedish production conditions

**Louise Ryberg**

**Handledare:** Ingemar Olsson, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård  
Supervisor:

**Examinator:** Jan Bertilsson, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård  
Examiner:

**Omfattning:** 30 hp  
Extent:

**Kurstitel:** Examensarbete i Husdjursvetenskap  
Course title:

**Kurskod:** EX0552  
Course code:

**Program:** Agronomprogrammet – Husdjur  
Programme:

**Nivå:** Avancerad A2E  
Level:

**Utgivningsort:** Uppsala  
Place of publication:

**Utgivningsår:** 2014  
Year of publication:

**Serienamn, delnr:** Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 507  
Series name, part No:

**On-line publicering:** <http://epsilon.slu.se>  
On-line published:

**Nyckelord:** Marmorering, nöt, intramuskulärt fett, köttkvalitet  
Key words:

## Förord

Köttkvalitet är ett ämne som intresserar mig väldigt mycket. Under min kandidatuppsats fick jag möjligheten att fördjupa mig inom genetiska aspekter som kan påverka köttets kvalitet. Inför mitt examensarbete hade jag bestämt mig för att fortsätta inom samma ämnesområde. Idén för uppsatsämnet växte fram i samarbete med Helena Stenberg, Taurus Kött rådgivning AB. Helena har under 2013 varit projektledare för projektet ”*Ett svenskt system för kvalitetsklassificering av nötkött*”, där man arbetat fram en nationella standard för klassificering av köttets marmorering hos nöt. Utan Helena hade detta examensarbete aldrig blivit av.

Examensarbetet har handletts av Ingemar Olsson på institutionen för Husdjurens utfodring och vård. Ingemar har med sin gedigna erfarenhet inom ämnet gett mig stöd och funnit till hands under arbetets gång. Ingemar har även gett mig mycket frihet kring arbetet med uppsatsen.

Jag vill även rikta ett stort tack till Erica Lindberg, LRF Kött, som har hjälpt till finansiellt med examensarbetet.

Då en stor andel av svenskt nötkött kommer från mjölkrastjurar eller mjölkraskorsningar ville jag undersöka marmoreringsgraden hos dessa raser. Därför tog jag kontakt med en uppfödare av ungtjurar. Jag fick då chansen att klassificera ett antal ungtjurar med den nya standarden som underlag. Denna kontakt har gett mig mycket i erfarenhet samt material till examensarbetet, vilket jag är väldigt tacksam för! Jag vill även rikta ett varmt tack till Siljans Chark AB med personal, där jag fick utföra klassificeringen.

Uppsala, 2014  
*Louise Ryberg*

## Innehållsförteckning

Ordförklaring och förkortningar.....	1
Sammanfattning .....	2
Abstract.....	3
1 Introduktion.....	4
1.1 Syfte och mål.....	5
1.2 Avgränsning och målgrupp .....	5
2 Material och metoder.....	6
2.1 Litteraturstudie .....	6
2.2 Data från Team Ugglarp AB .....	6
2.3 Data från Siljans Chark .....	7
3 Litteraturstudie .....	8
3.1 Svensk nötköttsproduktion.....	8
3.2 Köttkvalitet.....	9
3.2.1 Köttets sensoriska och visuella kvalitet .....	9
3.3 Tillväxt av ben-, muskel- och fettvävnad.....	10
3.4 Fettvävnadens tillväxt .....	11
3.4.1 Utveckling av intramuskulärt fett.....	11
3.4.2 Korrelation mellan intramuskulärt fett och fett på slaktkroppen .....	13
3.4.3 Marmoreringens inverkan på köttkvaliteten .....	13
3.5 Traditionell bedömning av slaktkroppen i EU .....	14
3.5.1 Klassificering av marmorering internationellt .....	14
3.5.2 Teknik för skattning av intramuskulärt fett.....	15
3.6 Svensk standard för klassificering av marmorering i nötkött .....	15
3.7 Faktorer som kan påverka utvecklingen av intramuskulärt fett hos nötkreatur .....	16
3.7.1 Genetiska aspekter.....	16
3.7.2 Kön .....	18
3.7.3 Ålder och slaktvikt .....	19
3.7.4 Utfodring .....	20
4 Resultat.....	25
4.1 Data från Team Ugglarp AB .....	25
4.1.1 Åldersintervallet 8 till 30 månader vid slakt .....	25
4.1.2 Åldersintervallet 30 till 60 månader vid slakt .....	31
4.2 Data från Siljans Chark .....	33
4.2.1 Rasens inverkan på marmoreringsgraden .....	33

4.2.2 Marmorering i förhållande till vikt, ålder, viktökning, fett- och formklass .....	34
5 Diskussion.....	38
6 Slutsats.....	42
7 Referenser.....	43

## Ordförklaring och förkortningar

*De novo* fettsyntes: nyttillverkning av fettsyror i fettvävnaden

*Longissimus dorsi*: ryggbiffen

Marmoreringsgrad: andelen intramuskulärt fett angett i procent (%)

*Post mortem*: efter slakt

*Rectus abdominis*: källapp

*Semitendinosus*: den s.k. rullen, en mindre mör muskel

*Supraspinatus*: bog

EBW: Empty body weight (kroppsvikt minus vikt av mag- och tarminnehåll)

LRF: Lantbrukarnas riksförbund

SJV: Statens jordbruksverk

## Sammanfattning

Efterfrågan på marmorerat kött har ökat i Sverige under de senaste åren. Marmorering är insprängt fett i muskulaturen, intramuskulärt fett, vilket anses vara en god indikator för köttets sensoriska kvalitet. Det insprängda fettet lyfter fram köttets smakämnen, fettet bidrar även till att köttet upplevs som saftigare. Det insprängda fettet separera muskelsegmenten, vilket ökar köttets mörhet. Utvecklingen av intramuskulärt fett är relaterat till faktorer som genotyp, ras, kön, ålder, muskeltyp samt tillväxthastighet av muskel- och fettvävnad. Även utfodringens intensitet påverkar andelen intramuskulärt fett.

För att tillgodose konsumenternas efterfrågan på marmorerat nötkött har den svenska köttbranschen gemensamt arbetat fram en nationell standard för klassificering av marmorering hos nötslaktkroppar. I samarbetet ingår Svenskt Kött, LRF, Sveriges Nötköttsproducenter och Matlandet Sverige. Den svenska marmoreringsstandarden utgår från den amerikanska USDA-skalan och utgörs av fem klasser (1=ingen marmorering, 2=begynnande marmorering, 3=Marmorerat, 4=Väl marmorerat, 5=Mycket marmorerat). Klassificeringen görs okulärt genom att studera ryggbiffens snittyta mellan 10:e och 11:e revbenet. Standarden gör det möjligt att differentiera ut kött med önskad marmoreringsgrad. Syftet med marmoreringsstandarden är att höja kvaliteten på svenskt nötkött, öka konkurrenskraften samt skapa ett ekonomiskt mervärde. Då marmorering är en egenskap som i hög grad går att påverka hos det levande djuret, kan mervärdet skapas på gårdsnivå av nötköttsproducenterna.

Under 2011, 2012 och 2013 klassificerade Team Ugglarp AB marmoreringen hos 15 465 ungnöt. I denna studie analyserades djurkategorierna kviga, stut och ungtjur närmare. Resultatet visade att kvigor och stutar var marmorerade i högre utsträckning än ungtjurar. Resultatet från Ugglarp tyder på att slaktkroppens fettklass har störst betydelse för marmoreringsgraden, då fettklassen var signifikant högre vid högre marmoreringsklass för samtliga djurkategorier. Men det fanns även individer med mycket fett på slaktkroppen utan betydande marmoreringsgrad. Klassificeringen på Ugglarp visade att de flesta kvigor och stutarna hade begynnande marmorering och de flesta ungtjurarna saknade marmorering, vilket tyder på att svenska nötkreatur i dagsläget inte är marmorerade i högre grad. Då marmorering är en egenskap med hög arvbarhet krävs även avelsmässiga insatser för att öka marmoreringsgraden.

Då insamlat material från Ugglarp inte var rasspecifikt kompletterades denna studie med ett eget försök, där marmoreringsgraden hos ungtjurar av mjölkras (SRB och Holstein) samt köttras (Charolais) från en utvald besättning bedömdes. Försöket visade att mjölkrastrjurarna var marmorerade i högre grad jämfört med Charolaistjurarna vid uppfödning under liknande förhållande. Då marmoreringsgraden skiljer sig mellan raser är det av intresse att undersöka olika rasers genetiska kapacitet för att uttrycka egenskapen, för att undvika risken med feta slaktkroppar och avdrag vid slakt.



## Abstract

In recent years, the demand for marbled beef has increased in Sweden. Marbling is the fat found within the muscle (intramuscular fat) and is considered as a good indicator for meat sensory quality. The intramuscular fat brings out the meat flavors and helps the meat to appear juicier. The intramuscular fat separates the muscle segments, which increases the tenderness of the meat. The development of intramuscular fat is related to factors such as genotype, breed, sex, age, muscle type and growth rate of muscle and fat tissue. Furthermore, the intensity of feeding affects the proportion of intramuscular fat.

To meet the consumers' increased demand for marbled beef, the Swedish meat sector has together developed a national standard for classification of marbling in beef. The collaboration includes Svenskt Kött, LRF, Sveriges Nötköttsproducenter and Matlandet Sverige. The Swedish marbling standard is based on the American USDA Beef Grading System and consists of five classes (1 = no marbling, 2 = Small, 3 = Modest, 4 = Moderate, 5 = Slightly abundant). The classification is done visually by studying the rib eye muscle at the cut surface between the 10th and 11th rib. This marbling standard makes it possible to differentiate meat with a desired degree of marbling. The purpose of the national marbling standard is to improve the quality of Swedish beef, increase competitiveness and generate economic value. Since marbling is a property that can be influenced in the living animal, the added value is created at a farm level by the beef producers.

In 2011, 2012 and 2013 Team Ugglarp AB classified the marbling degree of 15,465 young beef cattle. In this study, the categories heifer, steer and young bull were analyzed closer. The results showed that heifers and steers were marbled at a greater extent than young bulls. Results from Ugglarp indicate that carcass fat class has the greatest significance for marbling degree, since the fat class was significantly higher at higher marbling degree for all categories. But there were also individuals with a lot of fat on the carcass without significant marbling degree. The classification at Ugglarp showed that most of the heifers and steers had incipient marbling and most young bulls were lacking marbling. The result indicates that Swedish cattle, currently, are not marbled at a greater extent. Since marbling is a property with high heritability, it also requires efforts in breeding to increase the degree of marbling.

Since the data from Ugglarp was not specified by breed of the cattle, a complementary study was made, where the degree of marbling in bulls of dairy breed (SRB and Holstein) and beef breed (Charolais) from a select herd were classified. The experiment showed that dairy bulls were marbled at a greater level compared to Charolais bulls. Since the marbling degree differs between breeds, it is of interest to investigate the breed's genetic capacity to express the property, to avoid the risk of carcasses with high amount of fat and deductions at slaughter.

# 1 Introduktion

Svenskt nötkött associeras med många mervärden. Det bidrar bland annat till biologisk mångfald och öppna landskap, ger arbetstillfällen och en levande svensk landsbygd (Svenskt Kött, 2013). Svenskt nötkött produceras med höga krav på smittfrihet, livsmedelssäkerhet, djurskydd och djurmiljö (SJV, 2008). I konsumentledet finns det en högre betalningsvilja för svenskt kött, undersökningar visar att 62 procent av konsumenterna är villiga att betala mer för svenskt kött (Svenskt Kött, 2013). Likväl tappar svensk nötköttsproduktion ständigt marknadsandelar mot importen. Självförsörjningsgraden för nötkött ligger nu för första gången under 50 procent (SJV, 2013a). Konkurrensen från importerat kött påverkar den svenska nötköttsproduktionen kraftigt. Det beräknade indexet (mellan försäljningspris och marginalkostnad) för primärproducenterna för nötkött har sjunkit över tiden, parallellt med att indexet för nötköttsslakterierna har stigit (SJV, 2011). För att säkra en fortsatt efterfrågan på svenskt nötkött måste konsumenterna garanteras att köttet håller hög och jämn kvalitet.

En rad åtgärder har gjorts för att förbättra och öka mervärdet av nötkött i svensk primärproduktion. Olika kvalitetsprogram har inrättats med syftet att säkerställa och kontrollera köttets egenskaper i hela produktionsledet med avseende på ursprung, uppfödningssätt, livsmedelssäkerhet och djurens välbefinnande, vilket har skapat olika konsumentmärkningar (Hoffmann & Andersson, 1998). På förädlingsidan har olika tekniker utvecklats för att uppnå en bättre och jämnare kvalitet hos köttet, bland annat i form av elstimulering, hängning av slaktkropparna samt förpackningsmetod (Lundesjö Ahnström, 2008). Dock krävs även åtgärder på produktionsidan för att förbättra köttets kvalitet.

Idag klassificeras nötslaktkropparna i EU enligt det gemensamma klassificeringssystemet EUROP, där slaktkropparnas form och fettansättning bedöms (SJV, 2005). Nuvarande klassificeringsstandard gynnar producenter som levererar välutvecklade slaktkroppar (Sundelöf, 2012). Dock är EUROP systemet mindre effektivt när det gäller att värdera köttets sensoriska kvalitet, det vill säga hur välsmakande köttet är. I länder som USA, Kanada och Australien har man inkluderat sensoriska kvalitetsparametrar, där man även klassificerar slaktkropparna efter bland annat marmoreringsgraden (Polkinghorne & Thompson, 2010). Marmorering är insprängt fett i muskulaturen (intramuskulärt fett), vilket bidrar till ökad mörhet, saftighet och smak (Wood et al., 1999). Efterfrågan på marmorerat kött har under de senaste åren ökat i Sverige, främst inom restaurangbranschen och storhushåll, men även konsumenter efterfrågar idag ett mer marmorerat kött (Forshufvud, 2012a). Då det nuvarande klassificeringssystemet inte innefattar köttets marmoreringsgrad har marmorerat kött för närvarande inte gett producenten någon merbetalning.

I ett samarbete mellan Svenskt Kött, LRF, Sveriges Nötköttsproducenter och Matlandet Sverige har branschen i ett gemensamt projekt arbetat fram en nationell standard för klassificering av marmorering hos nötkreatur (Stenberg, 2013). Projektledare för projektet var Helena Stenberg, Taurus Köttrådgivning AB. Klassificeringsstandarden gör det möjligt att merbetala det marmorerade köttet, och att i högre utsträckning garantera konsumenterna ett välsmakande kött. Klassificeringen av marmorering återför även information till producenterna som därmed får incitament att anpassa uppfödningen så att en önskad grad av marmorering uppnås. Stenberg bekräftar att den nationella klassificeringsstandarden ännu inte är officiellt etablerad på svenska slakterier (personligt meddelande, 26 mars 2014). I samband med att den nationella standarden införs är ett nytt betalningssystem för producenten aktuellt. Ett betalningssystem för marmorering sänder prissignaler till producenten, där köttets kvalitet premieras och inte enbart volym.

Andelen intramuskulärt fett varierar mellan olika raser, mellan individer inom samma ras samt mellan olika muskler och styckningsdetaljer. Djurets ålder, kön och slaktvikt är andra faktorer som kan

påverka utvecklingen av intramuskulärt fett. Andelen intramuskulärt fett påverkas även av mer kontrollerbara faktorer som avel och utfodring (Hocquette et al., 2010).

Under 2011 genomförde Team Ugglarp AB en studie där marmoringsgraden hos 7517 slaktkroppar av ungnöt bedömdes vid Hörby slakterianläggning (Lindahl, 2012b). Studien innefattade djurkategorierna ungtjur, yngre tjur, kviga, ungo och stut. Totalt 9 procent av bedömda ungnöt ansågs vara marmorerade eller väl marmorerade. I studien var kvigor, ungor och stutar marmorerade i större utsträckning än tjurarna. Ungefär 20 procent av kvigor och ungor samt 27 procent av stutarna ansågs vara marmorerade eller väl marmorerade. Endast 1,6 procent av tjurarna ansågs vara marmorerade eller väl marmorerade.

Genom att undersöka faktorer som kan öka andelen intramuskulärt fett hos svenska raser kan man i framtiden säkerställa högre sensorisk kvalitet hos svenskt nötkött. Att producera slaktkroppar med en hög grad intramuskulärt fett innebär dock en risk att slaktkropparna ansätter mycket yttre fett, vilket ger avdrag på slakteriet (Lindahl, 2012a). Genom att utveckla en strategi för att producera högkvalitativa slaktkroppar med avseende på marmorering, utan att påverka slaktkroppens fettansättning (andelen putsfett) avsevärt, ges möjlighet till betydande ekonomisk lönsamhet för svenska nötköttsproducenter samt en ökad konkurrenskraft för svenskt nötkött.

## **1.1 Syfte och mål**

Denna studie syftar till att sammanfatta fakta om genetiska och fysiologiska faktorer som kan påverka utvecklingen av intramuskulärt fett hos nötkreatur, främst faktorer med koppling till utfodringsmässiga aspekter.

I studien kommer följande samband att studeras:

- 1) Marmoreringsklass och ålder
- 2) Marmoreringsklass och formklass
- 3) Marmoreringsklass och fettklass

Målsättningen med denna studie är att skapa större förståelse för vilka faktorer som kan påverka utvecklingen av intramuskulär fettvävnad hos nötkreatur. Genom att skapa större förståelse kan förutsättningarna för att uppnå efterfrågad marmoringsgrad hos nötkreatur vid slakt under svenska produktionsförhållanden förbättras.

## **1.2 Avgränsning och målgrupp**

Litteraturstudien avgränsas till att främst innefatta djurkategorier som förekommer i Sverige vid specialiserad nötköttsproduktion, det vill säga ungnöt av mjölkkras, korsningar med mjölkkras samt ungnöt av köttkras från dikalvsproduktion. Studien avgränsas även till att innefatta raser som är aktuella för svensk nötköttsproduktion.

Det finns en rad parametrar förutom marmorering som har betydelse för köttets kvalitet, vilket inte har inkluderats i denna studie i större omfattning. I studien har heller inte hälsoaspekter associerade med konsumtion av animaliskt fett inkluderats. Ekonomiska beräkningar eller direkta råd för hur den enskilde producenten kan implementera detta i sin produktion för optimal lönsamhet är inte inkluderat i arbetet. Målgruppen för studien är främst svenska nötköttsproducenter, svenska slakterier samt övriga intressenter inom området köttkvalitet och marmorering hos nöt.

## 2 Material och metoder

### 2.1 Litteraturstudie

Litteraturstudien sammanfattar nationella och internationella studier inom aktuellt område för att skapa en allmän beskrivning om vilka faktorer som kan påverka andelen intramuskulärt fett hos nötkreatur. Litteraturdelen står även som grund för att sammanfatta strategier som med framgång kan tillämpas i svenskt nötköttsproduktion för att uppnå ett mer marmorert nötkött, vilket kommer behandlas i diskussionen.

Främst ligger vetenskapliga artiklar som grund för litteraturdelen, men även facklitteratur från köttbranschen samt lantbrukspress har använts. Böcker har använts för att bekräfta allmän fakta. För att söka efter vetenskapliga artiklar har främst Primo Central nyttjats som sökmotor. Databaser som CAB, Web of Science, Scopus, PubMed och Elsevier har genererat vetenskapliga artiklar inom ämnet. Sökord som ”*marbling, beef, intramuscular fat, beef quality, marmorering, nöt, intramuskulärt fett, köttkvalitet*” med flera har använts för att finna relevant litteratur.

### 2.2 Data från Team Ugglarp AB

Under 2011 började Team Ugglarp AB klassificera marmoreringen hos ungnöt på slakterianläggningen i Hörby. Marmoreringen klassificerades manuellt (okulärt) utifrån en fyrgradig skala efter samma princip som den nationella standarden. Skalan anger andelen intramuskulärt fett som lägst måste uppnås för klassen (Klass 1: <5 %, Klass 2: 5-6.5 %, Klass 3: 6.5–7.5 %, Klass 4: >7.5 %).

I denna studie analyserades slaktstatistik från Team Ugglarp insamlad under 2011, 2012 samt första halvåret av 2013. Under nämnda år klassificerades marmoreringen hos totalt 15 465 ungnöt (tabell 1). Slaktstatistiken tillhandahölls av Taurus Kötrådgivning AB (Helena Stenberg). Under 2011 bedömdes djurkategorierna yngre tjur, ungtjur, kviga, ungko och stut. Under 2012 och 2013 bedömdes djurkategorierna kviga, ungko och stut. Materialet är indelat efter slaktdatum, djurkategori, formklass, fettgrupp, slaktvikt, ålder och marmoreringsklass. Inga uppgifter om djurens genetiska bakgrund eller uppfödningssform noterades vid klassificeringen.

Tabell 1. Totalt antal ungnöt i respektive djurkategori som klassificerats för marmorering på Hörby slakterianläggning under 2011, 2012 och 2013

År	2011	2012	2013	Totalt
Yngre tjur <sup>1</sup>	545	-	-	545
Ungtjur <sup>2</sup>	3 985	-	-	3 985
Kviga	1 691	3425	2151	7 267
Ungko	612	948	303	1 863
Stut	683	634	488	1 805
Totalt	7 516	5 007	2 942	15 465

<sup>1</sup> Äldre än 2 år

<sup>2</sup> Yngre än 2 år

I denna studie analyserades djurkategorierna kviga, stut och ungtjur närmare. För att sammanställa och analysera data har programmet SAS, version 9.3 (SAS, 2011) använts.

## 2.3 Data från Siljans Chark

I denna studie är ett eget försök inkluderat, där marmoreringsgraden hos ungtjurar av mjölkkras och köttras från en utvald besättning har bedömts enligt den nationella standarden (Stenberg, 2013).

Mjölkkraskalvarna köptes in avvanda vid två till tre månaders ålder från fyra olika besättningar. Köttraskalvarna var av rasen Charolais och köptes in på hösten, vid en ålder på cirka sex månader. Foderstaten till tjurarna uppskattades ha proportionerna 50 procent grovfoder och 50 procent kraftfoder och spannmål. Tjurarna utfodrades med krossad spannmål (havre och korn), proteinmix Mingla Kött/Mjök (Lantmännen) och mineralfoder (Kvarnbyfoder). Foderstaten kompletterades även med olika alternativa fodermedel som knäckebrödsspill och potatis. Grovfodret bestod av gräsensilage samt helsädsensilage. Fodret blandades i blandarvagn och utfodrades som fullfoder. Foderstaten varierade över tid beroende på tillgång på olika fodermedel, men hade genomgående ett högt energiinnehåll.

Klassificering av marmoreringsgraden utfördes vid tre slakttillfällen under första halvåret 2014 (2014-02-19, 2014-03-19, 2014-04-23). Totalt klassificerades 103 ungtjurar (14 Charolaistjurar, 44 SRB-tjurar och 45 Holsteintjurar). Tjurarna slaktades på Siljans Charks slakteri på Ickholmen. Klassificeringen genomfördes manuellt (okulärt) i kylrummet efter att slaktkropparna delats i fjärdedelar, omkring 24 timmar efter slakt. Marmoreringsgraden bedömdes på ytan av muskeln *longissimus dorsi* efter delning mellan 10:e och 11:e revbenet. Samtliga fjärdedelar av slaktkroppen granskades vid bedömningen. Då ljusintensiteten i kylrummet var under rekommenderad ljusintensitet vid klassificering (< 1000 lux) användes pannlampa. Referenskort för bedömning av marmoreringsgraden tillhandahölls av Taurus Kötrrådgivning AB.

Avsikten med studien var att undersöka hur marmoreringsgraden hos ungtjurar och hos ungtjurar med olika genetiska egenskaper varierar inom en besättning. Klassificeringen gav även ett rasspecifikt underlag.

## 3 Litteraturstudie

### 3.1 Svensk nötköttsproduktion

Totala antalet nötkreatur i Sverige var cirka 1505 800 vid husdjursräkningen i juni 2013. Under 2013 slaktades ungefär 420 000 nötkreatur, vilket betyder en produktion på omkring 126 000 ton nötkött (SJV, 2013b). Antalet nötkreatur i Sverige var fördelade på 15 565 företag med inriktning på köttproduktion och 5 380 företag med inriktning på mjölkproduktion. Antalet företag med kött djur har varit relativt stabilt under senaste åren. Av det totala antalet företag med nötkreatur bedriver omkring 15 procent av företagen ekologisk produktion (SJV, 2012).

Tabell 2. Slakt av nötkreatur vid slakteri 2010, 2011, 2012 och 2013 (SJV, 2013b)

	2010	2011	2012	2013
<b>Kalv totalt</b>				
Antal (1000-tal)	26,64	27,16	29,10	27,08
Kvantitet (1000 ton)	4,28	4,43	4,52	4,21
<b>Stut</b>				
Antal (1000-tal)	41,33	46,57	26,87	30,74
Kvantitet (1000 ton)	13,10	14,34	8,18	9,52
<b>Tjur totalt</b>				
Antal (1000-tal)	182,47	196,93	157,74	164,68
Kvantitet (1000 ton)	60,43	63,52	51,02	54,04
<b>Kviga</b>				
Antal (1000-tal)	53,23	47,92	59,79	56,93
Kvantitet (1000 ton)	15,09	13,56	16,95	16,19
<b>Kor totalt</b>				
Antal (1000-tal)	147,47	137,54	146,44	138,95
Kvantitet (1000 ton)	44,90	42,03	44,67	42,15

De specialiserade kötraser som förekommer i större antal i Sverige är Charolais, Hereford, Simmental, Limousin, Aberdeen Angus, Highland Cattle och Blond d'aquitaine. Det finns även ett mindre antal djur av raserna Dexter, Belted Galloway och Chianina (KAP, 2011). Dock är korsningsdjur mellan kötraser och med mjölkraserna Svensk Holstein (SH) och Svensk röd och vit boskap (SRB), liksom rena mjölkraser överlägset vanligast på företag inriktade på nötköttsproduktion (SJV, 2012).

I Sverige har mjölkproduktionen en stark koppling till nötköttsproduktionen, då en stor andel av svenskt nötkött kommer direkt eller indirekt från mjölkproduktionen (Hansson & Lindell, 1998). När det gäller fördelningen mellan han- och hondjur så återfinns handjuren (främst kalvar och ungdjur) i större utsträckning på köttföretag (SJV, 2012). I Sverige slaktas många ungtjurar, cirka 40 procent av nötköttet kommer från denna kategori. Slaktåldern för ungtjurar skiljer sig mellan mjölkföretag och köttföretag, där en större andel ungtjurar slaktas ut vid en tidigare ålder på köttföretag (SJV, 2013b). I flera andra länder väljer man att kastrera tjurarna, då kött från stutar generellt anses ha högre och jämnare kvalitet (Hedrick et al., 1969; Hessle et al., 2009).

I Sverige finns flera etablerade produktionssystem för specialiserad nötköttsproduktion. Beroende på gårdens förutsättningar utformas produktionen som dikalvsuppfödning, slutgödning av ungtjurar på stall, stutuppfödning samt produktion av mellankalv (SJV, 2011). Svensk nötköttsproduktion karaktäriseras således av en stor variation med avseende på djurmaterialets ras, kön och ålder samt uppfödningssystem. Den stora variationen bidrar till betydande variationer i köttets kvalitetsegenskaper (Lundesjö Ahnström et al., 2004).

## 3.2 Köttkvalitet

Konsumenternas kvalitetskrav för animaliska livsmedel på den europeiska marknaden (liksom världsmarknaden) blir allt mer uttalande vilket ställer högre krav på produktionen i samtliga led (Hocquette et al., 2005a). Definitionen för köttkvalitet är ett komplext begrepp, då det finns flera olika aspekter att ta hänsyn till. Grundläggande kvalitetsegenskaper innefattar köttets sensoriska kvalitet, näringsinnehåll och hälsoegenskaper (Warriss, 2000). Begreppet köttkvalitet innefattar även köttets ursprung och spårbarhet (Warriss, 2000; Hocquette et al., 2005a). Tekniska egenskaper som slaktkroppsutbyte och klassning av slaktkroppen (Maltin et al., 2003) samt produktionsrelaterade egenskaper som miljö- och djurvälstånd är likaså inkluderade i begreppet köttkvalitet (Becker, 2000). Tabell 3 sammanfattar viktiga parametrar för definition av köttkvalitet.

Tabell 3. Viktiga parametrar för karakterisering av köttkvalitet (Warriss, 1996)

Avkastning och sammansättning slaktkropp	Kvantitet av avsättbar produktion Förhållandet fett och muskler Musklernas form och storlek
Utseende och tekniska egenskaper	Fettets textur och färg Andelen intramuskulärt fett Musklernas färg Köttets förmåga att hålla vatten Musklernas kemiska sammansättning
Sensoriska egenskaper	Textur och mörhet Saftighet Smaklighet
Hälsoegenskaper	Näringsinnehåll Kemikaliesäkerhet Mikrobiologisk säkerhet
Etisk kvalitet	Produktionsförhållanden

### 3.2.1 Köttets sensoriska och visuella kvalitet

Köttets sensoriska kvalitet inkluderar parametrar som textur/mörhet, saftighet, smak och skärmtstånd (Hocquette et al., 2005a). Variationer i köttets sensoriska kvalitet är dock komplicerat att kontrollera då det beror på flera faktorer med hög interaktion. Det är dock viktigt att nötköttproducenter och återförsäljare tar hänsyn till dessa parametrar för att kunna tillgodose konsumenternas preferenser (Maltin et al., 2003). Ett tillagat kött ska vara mörkt och smakfullt, och detta liksom lukt och saftighet värderas högt (Glitsch, 2000). Mörhet anses i allmänhet som den viktigaste parametern för konsumenterna med avseende på den sensoriska kvaliteten (Hocquette et al., 2005a; Li et al., 2006). Otillfredsställelse vid konsumtion av nötkött beror främst på att köttet inte är mörkt eller på grund av stora variationer i köttets mörhet (Glitsch, 2000; Hocquette et al., 2005a).

Köttets sensoriska kvalitet är kopplat till faktorer som djurets genotyp, ras, kön, ålder, tillväxt och utfodring. Sensorisk kvalitet påverkas även av teknologiska faktorer (slaktmetod, mörningsprocess) samt tillagning (Hocquette et al., 2005a). Musklernas anatomiska, fysiska och kemiska uppbyggnad har även stor betydelse för köttets kvalitet, där det råder en stor variation mellan individer (Maltin et al., 2003). Efter slakt (*post mortem*) har pH, temperatur och graden av kontraktion i musklerna betydelse för köttets slutliga kvalitet. För att minimera variationerna är det viktigt att beakta samtliga faktorer från genuppsättning och uppfödning till slaktprocess och mörningstid (Warriss, 2000). En garanti för köttets kvalitetsegenskaper kan endast erhållas om samtliga faktorer kontrolleras under hela produktionskedjan (Thompson, 2002).

Visuella egenskaper inkluderar köttets och fettets färg, köttets textur, mängden fett samt om köttet uppfattas som vattnigt (Glitsch, 2000). Köttkvalitet är dock en term med personlig innebörd, vilket

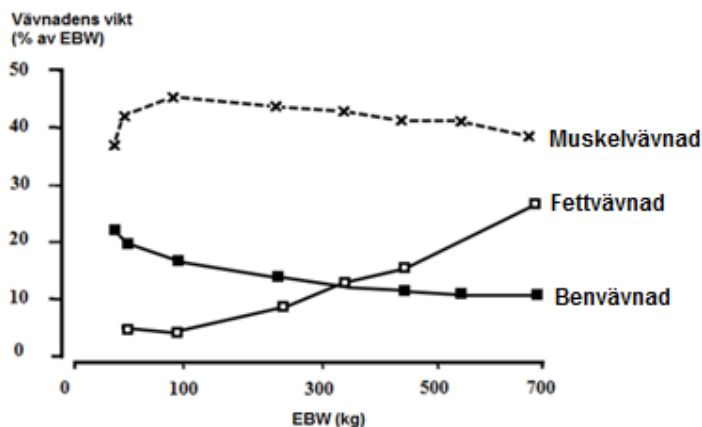
bidrar till komplexitet då definitionen av kvalitet varierar beroende på konsumenternas önskemål och behov, erfarenheter, kulturell bakgrund (Warriss, 2000) samt mellan länder (Hocquette et al., 2005a). Köttkvalitet är även en term som ständigt förändras över tid (Warriss, 2000; Becker, 2000).

Glitsch (2000) undersökte konsumenters preferenser gällande kvalitet för nötkött i sex europeiska länder: Tyskland, Irland, Italien, Spanien, Sverige och Storbritannien. I studien intervjuades 500 svenska hushåll med avseende deras konsumtionsvanor samt preferenser vid inköp av kött. Studien visade att köttets färg samt ursprung var främsta parametrarna för svenska konsumenter, därefter rankades marmorering som en viktig egenskap. I senare steg, efter tillagning av köttet, rankades attribut som mörhet och smaklighet högt i samtliga länder (Glitsch, 2000).

### 3.3 Tillväxt av ben-, muskel- och fettvävnad

Specialiserade nötköttsraser delas in i lätta och tunga köttraser, vilket återspeglar deras tillväxtkapacitet och vid vilken ålder djuret når slaktmognad. Lätta köttraser utgörs av Angus, Highland Cattle och Hereford. Tung köttraser utgörs av Limousin, Simmental, Charolais och Blonde d'Âquitaine. Lätta köttraser uppnår slaktmognad vid en lägre vikt än tunga köttraser, vilket främst är relaterat till när djuret når könsmognad (Warriss, 2000). Djurets anatomiska sammansättning av ben, muskler och fett är intressant både ur fysiologiskt och ekonomiskt perspektiv (Andersson et al., 1979). För att uppnå optimal ekonomisk lönsamhet vid uppfödning av nötkreatur till slakt är det viktigt att ha ingående kunskap om hur foderintag, tillväxthastighet och kvaliteten på slaktkroppen förändras i förhållande till djurets vikt och ålder (Andersen & Ingvarsen, 1987).

Berg & Butterfield (1968) har gett en grundläggande beskrivning av tillväxten av ben-, muskel- och fettvävnad hos nötkreatur. Näring från fodret används först för benvävnadens tillväxt och utveckling, därefter muskelvävnadens tillväxt följt av fettvävnadens. Tillväxten av olika vävnader sker självfallet parallellt till en viss del. Djurets kroppsvikt i relation till ålder följer en sigmoidal kurva (s-formad) (McDonald et al., 2011). Tillväxt av kroppsvävnad sker genom hyperplasi (ökat antal celler) samt genom hypertrofi (befintliga cellerna ökar i storlek). Innan födseln sker tillväxt av kroppsvävnaden främst genom hyperplasi och efter födseln främst genom hypertrofi (Warriss, 2000). En nyfödd kalv har hög muskeltillväxt första dagarna (Robelin, 1986; Warriss, 2000). Den höga muskeltillväxten beror främst på hypertrofi hos muskelcellerna. Tillväxten hos nötkreatur ökar fram till könsmognad, därefter avtar tillväxten (Warriss, 2000).



Figur 1. Tillväxt av muskel-, fett- och benvävnad för tjur av mjölkkras (Modifierad från Robelin, 1985).



Muskelvävnadens kemiska sammansättning är relativt konstant med avseende på vatten (ca 75 %), protein (19-25 %) samt mineraler och glykogen (1-2%). Däremot varierar muskelvävnadens innehåll av fett, både mellan arter, individer inom samma art och mellan muskler och styckningsdetaljer (Hocquette et al., 2010). Tillväxten styrs genom hormoner och tillväxtfaktorer (Warriss, 2000). Innan födsel är insulin och triiodothyronine (T3) viktiga hormoner för reglering av tillväxten hos fostret. Efter födsel regleras tillväxten av tillväxthormon och insulinliknande tillväxtfaktorer (IGF-1) (Sjaastad et al., 2003).

### **3.4 Fettvävnadens tillväxt**

Fettvävnadens utveckling och tillväxt varierar beroende på fettdepåernas anatomiska läge. Enligt Andrews (1958) och Vernon (1981) sker fettvävnadens utveckling först invärtes (runt njurarna, hjärtat, bäckenet och tarmkanalen), därefter intermuskulärt (mellan musklerna), subkutan (under huden) och sist intramuskulärt (insprängt i musklerna). Intermuskulära fettvävnaden börjar utvecklas under fosterstadiet och subkutan fettvävnad börjar utvecklas i samband med födseln (Robelin, 1986). Tillväxt av fettvävnad sker främst efter att muskelvävnadens tillväxt avtar, vilket sker efter att djuret uppnått könsmoden ålder (Berg & Butterfield, 1976; Vernon, 1981).

#### *Metaboliska processer*

På metabolisk nivå är utvecklingen av fettvävnaden relaterat till balansen mellan upptag, syntetisering och nedbrytning av triglycerider (McDonald et al., 2011). Idisslare syntetiserar triglycerider främst *de novo* i fettvävnaden (lipogenesis). En dominerande del av kolhydraterna från fodret fermenteras i våmmen. Vid fermentering av kolhydrater bildas flyktiga fettsyror (acetat, propionat och butyrat). Acetat antas vara den främsta kolkällan för idisslare vid syntetisering av fett *de novo*. Glukos deltar i fettsyntetiseringen främst via laktat (Vernon, 1981). Idisslare är följaktligen beroende av acetat, glukos och laktat som näringssubstrat vid syntetisering av fett. Syntetiseringen av fett kontrolleras främst av enzymet Acetyl-CoA Carboxylase. Andra enzymer med betydelse vid deponering av fettvävnad är lipoproteinlipas och hormon-känsligt lipas (McDonald et al., 2011).

#### **3.4.1 Utveckling av intramuskulärt fett**

För nötköttproducenter är det intressant att öka köttets kvalitet genom avel och uppfödning (Hocquette et al., 2005a). Marmorering är relaterat till andelen intramuskulärt fett (Warner et al., 2010). Marmorering är insprängt vitt fett mellan muskelfibrerna. Intramuskulärt fett separerar och försvagar kollagenfibrerna och löser upp intramuskulära bindvävsstrukturen (Nishimura et al., 1999; Li et al., 2006). Utvecklad marmorering utgörs av sfäriska adipocyter (fettceller fyllda med lipider) med en diameter på 40-90 µm (Cianzio et al., 1985). Intramuskulära adipocyter är generellt mindre än adipocyter i andra fettdepåer (Cianzio et al., 1985) och formar kluster som kan bestå av hundratals fettceller (Harper & Pethick, 2004).

Ansamling av intramuskulärt fett förekommer även hos andra däggdjur än nötkreatur, men främst under patologiska förhållanden. Det fenotypiska uttrycket av intramuskulärt fett hos nötkreatur kan förklaras av energirik utfodring under en lång period (Harper & Pethick, 2004). Utvecklingen av intramuskulär fettvävnad, liksom övrig fettvävnad, påverkas av faktorer som genotyp, ras, kön, ålder, tillväxthastighet, muskeltyp och utfodringsintensitet. Marmorering är följaktligen en egenskap som i hög grad går att påverka hos det levande djuret (Hocquette et al., 2010).

Den kronologiska ordningen för utvecklingen av intramuskulärt fett varierar mellan olika muskler (Vernon, 1981). Utvecklingen av intramuskulärt fett är associerat till musklernas fibertyp samt energimetabolism. Muskelvävnaden delas in i skelettmuskler, glatt muskulatur och hjärtmuskulatur. Skelettmuskelvävnaden kan delas in i undergrupper baserat på musklernas kontraktion, där man främst skiljer mellan ”långsamma muskelfibrer” (typ I) och ”snabba muskelfibrer” (typ II). Typ I är oxidativa muskelfibrer med många mitokondrier och hög halt av myoglobin. Typ II är glykolytiska muskelfibrer med färre mitokondrier och låg halt av myoglobin (Sjaastad et al., 2003). Muskler med hög glykolytisk aktivitet har lägre andel intramuskulärt fett (Hoquette et al., 2003), vilket tyder på att muskelceller och adipocyter samverkar under tillväxtperioden (Cianzio et al., 1985).

En allmän föreställning är att intramuskulärt fett är en vävnad som utvecklas sent (Vernon, 1981). Enligt Zinn et al. (1970) ansätts intramuskulärt fett stegvis. Utveckling och tillväxt av intramuskulär fettvävnad är dock inte fullständigt klarlagt. Senaste åren har en rad intressanta iakttagelser gjorts gällande fettvävnadens utveckling i allmänhet. Ny forskning indikerar på att intramuskulärt fett inte strikt är en vävnad som utvecklas sent. Bruns et al. (2004) konstaterade att intramuskulärt fett utvecklas relativt kontinuerligt under hela tillväxtperioden vid energirik utfodring. Däremot är marmoreringsgraden, procent synligt intramuskulärt fett, en egenskap som framträder senare (Bruns et al., 2004; Pethick et al., 2004).

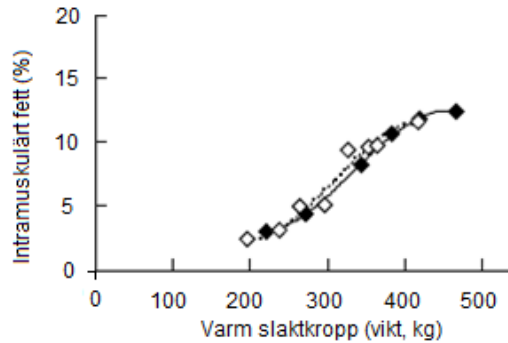
Enligt Robelin (1986) har intramuskulärt fett en relativt låg tillväxt fram till 100-120 kg levande vikt. I likhet med övrig fettvävnad sker tillväxten av intramuskulärt fett främst efter att djuret nått könsmognad (Veron, 1981). Cianzio et al. (1985) studerade fettvävnadens tillväxt hos stutar av köttorskorsning och såg en tydlig cellhyperplasi från 11 månaders ålder hos intramuskulära adipocyter (tabell 4).

Tabell 4. Totala antalet adipocyter i intramuskulära och subkutana fettdepåer som en funktion av ålder hos stutar (Cianzio et al., 1985)

Depå <sup>1</sup>	Ålder vid slakt (månader)				
	11	13	15	17	19
Intramuskulärt	4.6	4.8	6.8	7.6	8.0
Subkutant	15.54	12.55	15.15	16.33	14.31

<sup>1</sup> Miljarder adipocyter

När djuret närmar sig slaktmognad avtar fettvävnadens tillväxt, liksom intramuskulära fettets tillväxt. Även tillväxten för muskler och ben avtar vid slaktmognad. Intramuskulärt fett fortsätter dock att utvecklas även efter att djuret nått vuxen ålder, till skillnad från muskler och ben (Hood & Allen, 1973). Vid en ökad slaktvikt ökar följaktligen andelen fettvävnad, medan andelen muskel- och benvävnad minskar (Andersen & Ingvarsen, 1987). Intramuskulära fettvävnadens tillväxt i relation till slaktkroppens vikt hos nötkreatur illustreras i figur 2. Duckett et al. (1993) och Pugh et al. (2005) påvisade en låg tillväxt av intramuskulärt fett i tidig ålder, följt av en relativt konstant ökning från omkring 200 kg till 400 kg (slaktkroppsvikt) för kvigor och stutar av köttorsk vid intensiv utfodring.



Figur 2. Relationen mellan slaktkroppsvikt och intramuskulärt fett (%) i muskeln longissimus hos Angus x Hereford (◇, Duckett et al., 1993) och Angus (◆, Pugh et al., 2005) (Pethick et al., 2004).

### 3.4.2 Korrelation mellan intramuskulärt fett och fett på slaktkroppen

Det är viktigt att ta hänsyn till korrelationen mellan olika slaktkroppsegenskaper vid uppfödning av nötkreatur för slakt. Slaktkroppar med en stor andel fett är ett resursslöseri, då fettet putsas bort vid slakt och har ett lågt kommersiellt värde (Harper & Pethick, 2001).

I en svensk undersökning påvisade Andersson et al. (1991) en positiv korrelation mellan putsfett och intramuskulärt fett i ryggbiffen ( $r=0,7$ ) och i bogen ( $r=0,65$ ) hos SRB-tjurar som slaktades vid 18 månader. I studien bestämdes andelen putsfett (slaktkropparnas exakta fettnnehåll) genom noggrann nedskärning av slaktkroppen. Slaktkroppar med 12-14 procent putsfett hade i genomsnitt en betydligt högre grad intramuskulärt fett (2.7 %) i ryggbiffen i förhållande till tjurarna med lägre andel putsfett (mindre än 12 procent putsfett). I studien påvisades dock en låg korrelation mellan putsfett och intramuskulärt fett i innanläret ( $r=0,3$ ). Inget klart samband påvisades mellan putsfett och intramuskulärt fett i ryggbiffen från SRB-ungtjurar som slaktades vid 13 månaders ålder (Andersson et al., 1991).

### 3.4.3 Marmoreringens inverkan på köttkvaliteten

Som nämnt har marmorering positiv inverkan på köttets sensoriska kvalitet. Intramuskulärt fett är av betydande intresse för styckningsdetaljer med högre kommersiellt värde så som ryggbiffen (Brackebusch et al., 1991). Intramuskulärt fett har en direkt inverkan på köttets saftighet och smaklighet samt en indirekt inverkan på köttets mörhet (Jeremiah et al., 2003; Webb & O'Neill, 2008).

Intramuskulära fettets inverkan på kollagenfibrerna är speciellt viktigt hos nötkreatur, då kollagenets struktur är en bidragande faktor till variation i köttets mörhet (Nishimura et al., 1999; Hoquette et al., 2010). Det insprängda mjuka fett separerar muskelsegmenten, vilket bidrar till att skärmotståndet reduceras och köttet upplevs som mörare (Wood, 1990). Enligt Savell & Cross (1986) bör nötkött innehålla minst 3-4 procent intramuskulärt fett för att konsumenterna ska uppleva tillfredsställelse vid förtäring av tillagat kött. Andersson et al. (1991) påvisade att mörheten i ryggbiff från ungtjurar med ungefär 2-3 procent intramuskulärt fett var signifikant bättre jämfört med en intramuskulär fetthalt på ungefär 1-2 procent. Enligt Nishimura et al. (1999) förklarar marmorering dock endast 3-10 procent av variationerna i köttets mörhet. Av denna anledning är mörning av slaktkropparna efter slakt fortfarande av avgörande betydelse för köttets slutliga kvalitet (May et al., 1992).

En låg andel intramuskulärt fett bidrar till att nötkött upplevs som mindre smakfullt och torrt. Enligt Hocquette et al. (2006) har andelen intramuskulärt fett avgörande betydelse för smakligheten hos köttet från ungtjurar i åldern 15 till 18 månader. Marmorerat kött upplevs som saftigare genom att fett bidrar till ökad salivproduktion. Insprängt fett bidrar likaså till ett mer smakfullt kött då främst fosfolipiderna agerar smakbärare vid upphettning (Warriss, 2000). Killinger et al. (2004) undersökte konsumenternas smakupplevelse vid konsumtion av nötkött med olika marmoreringsgrad men likvärdig mörhet mätt som skärmotstånd (Warner-Bratzler). Konsumenterna ansåg att kött med högre marmoreringsgrad var saftigare, smakligare och att den totala smakupplevelsen blev förbättrad. Marmoreringens inverkan på köttets kvalitet är följaktligen en faktor att ta hänsyn till (Killinger et al., 2004).

### 3.5 Traditionell bedömning av slaktkroppen i EU

På en gemensam marknad och vid handel mellan länder är det betydelsefullt med lika regler varvid man inom EU har tillämpat en gemensam klassificering av slaktkroppar, EUROP systemet. Syftet med EUROP systemet är att erhålla en skattning av slaktkropparnas användbarhet och innehåll av muskler, ben och fett. Klassificeringen ligger till grund för avräkningspris (producentpris) och partipris, där priset styrs av marknadssituationen (SJV, 2005).

Klassificeringen av nötkött omfattar djurkategori (kön och ålder), vikt, slaktkroppens form och fettansättning. För kalv bedöms även köttets färg. Djurkategori är indelat i gödkalv, mellankalv, ungnöt (ungtjur, ungo, kviga och stut), ko och tjur. EUROP systemet är uppbyggt av femton klasser som anger slaktkroppens form (tabell 5). Systemet består av fem huvudklasser: *E*, *U*, *R*, *O* samt *P*. Varje huvudklass kan kompletteras med plus eller minus, vilket ger totalt femton klasser. I EUROP systemet inkluderas även femton grupper som anger slaktkroppens fettansättning. Huvudgrupperna för fettansättning består av fem klasser: *1*, *2*, *3*, *4* och *5*. Även fettansättningen kompletteras med plus eller minus. Bedömningen av slaktkropparna görs okulärt av utbildade och tränade klassificerare (SJV, 2005).

Tabell 5. EUROP systemet för formklass och fettansättning (SJV, 2005)

Formklass	E+	E	E-	U+	U	U-	R+	R	R-	O+	O	O-	P+	P	P-
	Extremt svällande och välutvecklad			Mycket svällande och välutvecklad			Svällande och välutvecklad			Välutvecklad			Något tunn och insjunken		
Fettklass	1-	1	1+	2-	2	2+	3-	3	3+	4-	4	4+	5-	5	5+
	Mycket liten			Liten			Ordinär			Riklig			Mycket riklig		

#### 3.5.1 Klassificering av marmorering internationellt

I länder som USA, Kanada och Australien är marmoreringsgraden inkluderat i klassificeringen av slaktkroppen (Polkinghorne & Thompson, 2010). I USA har marmoreringsgraden länge varit en integrerad del av klassificeringen av nötkreatur och amerikanska konsumenter är villiga att betala mer för att garantera högre kvalitet (Hocquette et al., 2010). I allmänhet bedöms andelen intramuskulärt fett hos ett tvärsnitt genom muskeln *longissimus dorsi* (USDA, 1997).

Graderingssystemet för nötkött i USA benämns USDA och är utvecklat av The United States Department of Agriculture (USDA, 1997). USDA graderingssystemet inkluderar kvalitetsparametrar som är relaterade till köttets mörhet, saftighet och smak. Marmoreringen graderas genom ett tvärsnitt i ryggbiffen mellan 12:e och 13:e ryggekotan. USDA graderingssystem består av nio marmoreringsklasser: *Abundant*, *Moderate Abundant*, *Slightly Abundant*, *Moderate*, *Modest*, *Small*,

*Slight, Traces* och *Practical Devoided. Abundant* anger den högsta marmoringsklassen och *Practical Devoided* anger den lägsta marmoringsklassen. USDA graderingssystem inkluderar även slaktkroppsmognad. Slaktkroppens mognad graderas liksom marmoreringen mellan 12:e och 13:e ryggkotan, där man studerar skelettets utseende. Marmoreringsgrad och slaktkroppsmognaden sammanvägs i en slutgiltig kvalitetsgradering som innefattar sex kategorier: *Prime, Choice, Select, Standard, Commercial* och *Utility* (USDA, 1997).

I färskt kött syns marmoreringen som vita fläckar eller sträck av fett och är relaterat till procent fett insprängt i muskulaturen (Albrecht et al., 2006). Intramuskulärt fett har inte någon kontakt med subkutant fett eller intermuskulärt fett. Vid kontakt anses det som en inträngning i muskeln och inkluderas inte in i marmoreringsbedömningen (Harper & Pethick, 2004). Om intramuskulära adipocyter formar små kluster med få celler kan dessa vara svåra att upptäcka (Harper & Pethick, 2001).

### **3.5.2 Teknik för skattning av intramuskulärt fett**

För att öka mängden intramuskulärt fett genom avelsarbete och i produktionen är det av stort intresse att finna metoder för att bedöma egenskapen hos det levande djuret (Hansson & Lindell, 1998). Genom ultraljudsteknik kan ryggmuskelnas innehåll av intramuskulärt fett samt det subkutana fettets tjocklek uppskattas hos det levande djuret. Arvbarheten för intramuskulärt fett och subkutant fett mätt med ultraljud är medelstor till hög (Bertrand et al., 2001).

Reverter et al. (2000) undersökte möjligheten att använda ultraljudsteknik vid skattning av andelen intramuskulärt fett hos det levande djuret. I studien ingick 2 720 ungdjur av raserna Hereford och Angus. I studien konstaterades att ultraljudsteknik med framgång kan användas på levande djur för att uppskatta mängden intramuskulärt fett innan slakt. Eftersom arvbarheten för egenskaperna är medelstor till hög kan man selektera djur för avel efter information från ultraljudsmätningarna. Sapp et al., (2002) konstaterade att man kan selektera för ökad andel intramuskulärt fett utan att påverka den totala mängden andelen fett på slaktkroppen. I studien konstaterades även att mätningar av andelen intramuskulärt fett med ultraljud med framgång kan inkluderas i avelsprogrammet för att ge nötköttsproducenter möjligheten att selektera djur som kan påverka marmoreringsgraden hos sina avkommor.

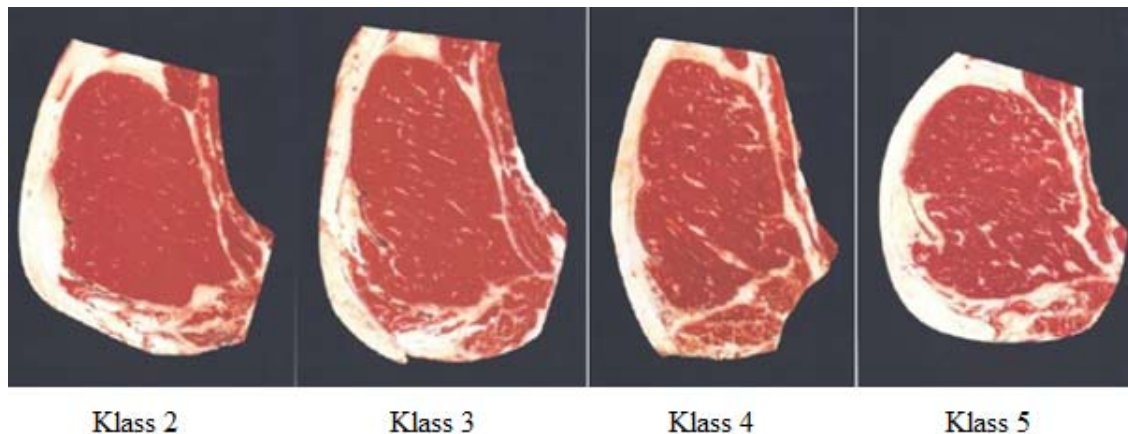
## **3.6 Svensk standard för klassificering av marmorering i nötkött**

Utöver klassificeringskrav på slaktkroppens form och fettansättning önskar man nu även ta hänsyn till köttets marmoreringsgrad. Köttets marmoreringsgrad är ännu inte inkluderat i EUROP systemet (Hocquette et al., 2010). Stenberg menar att i nuläget är kvalitetsbedömning av nötkött med hänsyn till sensorisk kvalitet inte etablerat i några europeiska länder (personligt meddelande, 26 mars 2014).

Den svenska klassificeringsstandarden för marmoreringsgraden hos nötkreatur baseras på jämförelse med referenskort från det amerikanska graderingssystemet USDA. Den svenska klassificeringsstandarden är dock komprimerad och omfattar fem klasser (figur 3). Referenskortet anger andelen intramuskulärt fett som lägst måste uppnås för klassen (Klass 1: <5 %, Klass 2: 5-6.5 %, Klass 3: 6.5–7.5 %, Klass 4: 7.5–8.5 %, Klass 5: >8.5 %) (Stenberg, 2013).

Marmoreringsgraden klassificeras på ytan av *longissimus dorsi*, genom ett snitt mellan 10:e och 11:e ryggkotan. Bedömningen av marmoreringsgraden görs genom okulär bedömning av snittyttans innehåll

av intramuskulärt fett. Klassificeringen utförs på kylda slaktkroppar, då marmoreringen framträder tydligare (Stenberg, 2013).



Figur 3. Nationell standard för klassificering av marmoreringsgraden hos nötkreatur. Klass 1: Ingen marmorering (referenskort saknas). Klass 2: Begynnande marmorering ("Small" i USDA). Klass 3: Marmorerat ("Modest" i USDA). Klass 4: Väl marmorerat ("Moderate" i USDA). Klass 5: Mycket marmorerat ("Slightly abundant" i USDA) (Stenberg, 2013).

### **3.7 Faktorer som kan påverka utvecklingen av intramuskulärt fett hos nötkreatur**

#### **3.7.1 Genetiska aspekter**

Den genetiska inverkan på köttets marmorering kan demonstreras genom att jämföra olika raser eller olika genotyper inom samma ras. Olika raser har visat sig ha varierande marmoreringsegenskaper, vilket främst är relaterat till den genetiska kapaciteten att utveckla intramuskulärt fett. Sent slaktmogna raser har vid samma ålder generellt lägre marmoreringsgrad jämfört med tidigt slaktmogna raser (Wheeler et al., 1989; Wheeler et al., 2004). Mjölkraserna har generellt högre marmoreringsgrad än specialiserade kött-raser vid en given ålder (Harper & Pethick, 2001; Pfuhl et al., 2007). Wheeler et al. (2004) betonade dock att ingen ras utmärker sig i samtliga egenskaper som är av betydelse vid nötköttsproduktion. Olika raser är avgörande för att utnyttja heterosiseffekten genom korsningsavel samt utnyttjandet av diverse rasers genetiska potential för olika foder, klimat samt för marknadens behov och önskemål. Utvärdering av olika rasers slaktkroppsegenskaper är därför viktigt för att uppnå lönsam nötköttsproduktion (Wheeler et al., 2004).

Enligt Crews & Kemp (2001) kan man med framgång selektera för ökad marmoreringsgrad utan att påverka slaktkroppens vikt negativt. Arvbarheten för intramuskulärt fett och marmoreringsgrad är varierande mellan olika populationen. Wheeler et al. (2004) fann att arvbarheten för marmorering var medelhög ( $h^2=0,35$ ). Resultaten tyder på att selektering för egenskapen kan göras med framgång.

Pfuhl et al. (2007) studerade marmoreringsgraden vid slakt hos renrasiga Charolaistjurar och Holsteintjurar uppfödda under identiska förhållanden. Samtliga tjurar utfodrades med fri tillgång på foder med högt energivärde (11.7 MJ ME/kg ts). Tjurarna slaktades vid 18 månaders ålder. Vid slakt hade Holsteintjurarna högre marmoreringsgrad ( $P<0,001$ ) i muskeln *longissimus dorsi* samt högre andel subkutant fett. Det dagliga intaget av energi var likvärdigt för raserna. Däremot var Charolaistjurarna 85 kg tyngre vid slakt jämfört med Holsteintjurarna (751 kg respektive 666 kg

levande vikt). Charolais-tjurarna utnyttjade följaktligen intagen energi för proteintillväxt i högre utsträckning jämfört med Holsteintjurarna (Pfuhl et al., 2007).

Albrecht et al. (2006) studerade marmoreringsgraden hos tjurar av raserna German Angus, Galloway, Holstein-Friesian och Belgian Blue. Tjurarna slaktades ut vid 2, 4, 6, 12 och 24 månaders ålder. Marmoreringsgraden och andelen intramuskulärt fett studerades i musklerna *longissimus dorsi* och *semitendinosus*. I studien konstaterades att Holsteintjurarna hade signifikant högre andelen intramuskulärt fett i *longissimus dorsi* vid 12 månaders ålder jämfört med Holsteintjurarna som slaktades vid en lägre ålder. Angus- och Gallowaytjurarna hade signifikant högre andel intramuskulärt fett vid 24 månaders ålder jämfört med tjurarna inom samma ras som slaktades vid en lägre ålder. Andelen intramuskulärt fett hos Belgian Blue var signifikant lägre jämfört med övriga raser. Vid 24 månader hade Gallowaytjurarna och Holsteintjurarna högre andel intramuskulärt fett jämfört med Angustjurarna. I studien påvisades att inte enbart andelen intramuskulärt fett varierar mellan olika raser, utan även strukturen och fördelningen av intramuskulära fettceller. Marmoreringen hos Angustjurarna uppträdde som större anhopningar av intramuskulära adipocyter. Gallowaytjurarna hade flest antal intramuskulära adipocyter och marmoreringen hos Holsteintjurarna var fint fördelad i tunna stråk (Albrecht et al., 2006). Förklaringen till att mjölkramer generellt har en högre grad av marmorering kan vara för att utvecklade mjölkramer är avlade för att klara en intensivare laktationsperiod och lagrar därför mer fettvävnad som energireserv (Pfuhl et al., 2007).

Chambaz et al. (2003) jämförde den sensoriska köttkvaliteten från stutar av raserna Angus, Simmental, Limousin och Charolais. Stutarna utfodrades likvärdigt för att uppnå en marmoreringsgrad på 3-4 procent intramuskulärt fett i muskeln *longissimus dorsi*. Andelen intramuskulärt fett hos det levande djuret mättes med ultraljud. Försöket påbörjades när stutarna var 238±25 dagar gamla. För att uppnå önskad marmoreringsgrad utfodrades Angus, Simmental, Charolais och Limousin i 141, 267, 281 respektive 346 dagar. I studien bedömdes kött från Angus och Limousin som mörare. Köttets smak var snarlik mellan raserna, medan saftighet var högst i kött från Limousin och lägst i kött från Angus. Studien visade att marmoreringsgraden inte är avgörande för köttets sensoriska kvalitet. Studien visade även att variationen i uppfödningstid för att uppnå likvärdig marmoreringsgrad var betydande mellan olika raser. Det är fördelaktigt att föda upp sent slaktmogna raser som Charolais och Limousin mer intensivt för att raserna ska hinna utveckla intramuskulärt fett och slaktmognad utan att uppfödningstiden blir för lång, medan Angus är mer anpassad för extensiv uppfödning (Chambaz et al., 2003).

Den genetiska kapaciteten för att utveckla intramuskulärt fett är bland annat relaterad till förekomst och aktivitet hos proteiner och enzymer som kontrollerar musklernas energimetabolism (se kapitel 3.4). Hocquette et al. (2003) undersökte den metaboliska aktiviteten i tre olika muskler (*rectus abdominis*, *longissimus* och *semitendinosus*) hos Angusstutar och Limousinstutar, för att jämföra rasernas kapacitet att utveckla intramuskulärt fett. Angusstutarna hade högre andel intramuskulärt fett i samtliga muskler, vilket kunde härledas till högre oxidativ muskelmetabolism. Studien bekräftade även att andelen intramuskulärt fett var högre i oxidativa muskler (*rectus abdominis* och *longissimus*) jämfört med glykolytiska muskler (*semitendinosus*). Utvecklingen av intramuskulärt fett påverkas följaktligen av musklernas tillväxthastighet samt metaboliska aktivitet (Hocquette et al., 2003).

### **Kandidatgener**

En gen som är associerad till att ha effekt på ett specifikt anlag eller egenskap benämns ”kandidatgen”. Identifiering av kandidatgener som är associerade med utvecklingen av intramuskulärt fett och marmoreringsgraden är av intresse om man vill förbättra köttets kvalitet genom avel (Hocquette et al.,

2010). Genom mutationer uppstår variationer i genernas DNA, polymorfism, som kan identifieras genom genomisk selektion (Ekerljung, 2012).

Gener som kodar för diacylglycerol acyltransferase 1 och 2 (DGAT1, DGAT2) (Thaller et al., 2003), thyroglobulin (TG5) (Berendse, 2004) och stearyl-CoA desaturase 1 (SCD1) är associerade till utvecklingen av intramuskulärt fett hos nötkreatur. Utvecklingen av intramuskulärt fett kan även påverkas av proteinet leptin (Geary et al., 2003).

Ekerljung (2012) genomförde en studie där bland annat relationen mellan genetiska faktorer och marmorering i nötkött hos svenska kötttraser studerades. I studien ingick ungtjurar av raserna Angus, Charolais, Hereford, Limousin och Simmental. Genotypfrekvensen för gener som kodar för DGAT1, SCD1 och leptin studerades för ungtjurarna. Andelen intramuskulärt fett samt marmoreringsgraden i muskeln *longissimus* uppskattades genom bildanalys samt okulär bedömning sju dagar *post mortem*. I studien påvisades en genetisk korrelation mellan marmorering och polymorfism hos genen DGAT1 hos ungtjurarna. Genom att ta hänsyn till rasernas genetiska potential kan man genom avelsarbete förbättra köttets kvalitetsegenskaper (Ekerljung, 2012).

### 3.7.2 Kön

Djurets kön är nära korrelerat med slaktkroppens form och fettansättning (Robelin, 1985; Warriss, 2000). Olika djurkategorier har varierande förmåga att ansätta intramuskulärt fett. Utvecklingen av intramuskulärt fett beror bland annat på djurets muskeltillväxt (Hocquette et al., 2010). Djur med hög muskeltillväxt och hög energimetabolism har mindre förmåga att ansätta intramuskulärt fett. Tjurar har en högre muskeltillväxt och har således generellt mindre marmorering än kvigor och ungor vid en given vikt (Harper & Pethick, 2004). Enligt Zinn et al. (1970) är tillväxthastigheten för intramuskulärt fett densamma för stutar och kvigor uppfödda under identiska förhållanden. Kvingor börjar däremot ansätta fett vid en lägre vikt jämfört med stutar (Berg & Butterfield, 1976).

Kastrering resulterar i en lägre tillväxtkapacitet av muskler och ben, främst efter könsmognad (Sørensen et al., 1972). Observationerna tyder på att könshormoner påverkar intramuskulära fettvävnadens tillväxt och utveckling (Meaker et al., 1986). Kastrering tar bort den anabola effekten hos handjur (Warriss, 2000) och ökar den dagliga fettansättningen. Slaktkroppar från stutar har således mer fett jämfört med tjurar vid samma slaktvikt. Skillnaderna mellan stutar och tjurar ökar med ökad slaktvikt (Andersen & Ingvarsen, 1987). Även tidpunkten för kastrering har betydelse för marmoreringsgraden. Worrell et al. (1987) påvisade högre marmoreringsgrad hos kalvar som kastrerades vid 70 dagar jämfört med kastrering vid 230 dagars ålder. Även Meaker et al. (1986) påvisade högre marmoreringsgrad hos kalvar som kastrerades tidigt efter födseln jämfört med kastrering vid sex månaders ålder.

Field et al. (1966) jämförde marmoreringsgrad, mörhet, saftighet och smaklighet av kött från muskeln *longissimus dorsi* hos kvigor, stutar och tjurar av raserna Hereford, Angus samt Shorthorn. Djuren slaktades vid fyra olika åldersintervall (300-399, 400-499, 500-599, 600-699 dagar). Kvingor och stutar hade signifikant högre sensorisk kvalitet än tjurarna vid 500-599 samt 600-699 dagars ålder. Det är dock anmärkningsvärt att ingen signifikant skillnad mellan tjurarna, kvingorna och stutarna med avseende på köttets sensoriska kvalitet påvisades fram till 399 dagars ålder (Field et al., 1966).



Tabell 6. Antal djur i respektive marmoreringsklass (*trace, slight, small, modest och moderate*) (Field et al., 1966)

Marmoreringsklass	Antal	Ålder (dagar)			
		300-399	400-499	500-599	600-699
<b>Tjurar</b>					
”Trace”	23	17	0	3	3
”Slight”	42	18	5	13	6
”Small”	41	17	8	11	5
”Modest”	18	1	9	5	3
”Moderate”	10	2	2	5	1
<b>Totalt</b>	<b>134</b>	<b>55</b>	<b>24</b>	<b>37</b>	<b>18</b>
<b>Stutar och kvigor</b>					
”Trace”	9	6	1	1	1
”Slight”	11	4	4	1	2
”Small”	14	1	4	4	5
”Modest”	29	2	4	13	10
”Moderate”	21	0	2	7	12
<b>Totalt</b>	<b>84</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>26</b>	<b>30</b>

På Götala nö- och lammköttscentrum vid SLU i Skara jämförde Hessle et al. (2009) marmoreringsgraden hos tjurar och stutar av charolaiskorsning (minst 75 %). Djuren ingick i studien efter avvänjning, då de vägde 290 kg. Ungtjurarna föddes upp på stall med fri tillgång på fullfoder (45 procent vallensilage och 55 procent krossat korn) i 15 månader och slaktades vid 675 kg. För stutarna jämfördes tre olika uppfödningssystemer med olika utfodringsintensitet och uppfödningstid (20, 25 respektive 30 månader). 20-månadersstutarna utfodrades med fri tillgång på samma foder som ungtjurarna under stallperioden. 25-månadersstutarna utfodrades med fri tillgång på vallensilage under stallperiod 1 och 2. 30-månadersstutarna utfodrades med restriktiv giva vallensilage motsvarande 80 procent av fri tillgång stallperiod 1 respektive 90 procent stallperiod 2. Under betesperioden (maj-oktober) hölls stutarna på naturbetesmarker. 20-månadersstutarna stallades dock in i mitten på augusti för slutgödning och slaktades vid 640 kg. 25-månadersstutarna slaktades vid 670 kg medan 30-månadersstutarna slaktades vid 705 kg. Ungtjurarna hade 35 procent högre tillväxt jämfört med 20-månadersstutarna. Formklassen var i snitt tre klasser bättre för ungtjurarna (U-) än hos stutarna (R-) medan stutarna hade högre fettklass än ungtjurarna. Ryggbiffens marmoreringsgrad bedömdes okulärt. Samtliga stutarna i försöket hade mer marmorerade ryggbiffar än ungtjurarna. 25-månadersstutarna gav mest marmorering, dock hann inte 20-månadersstutarna sätta någon marmorering. Studien visade att stutarna genererade kött av högre och jämnare kvalitet jämfört med tjurar. Tjurar var dock fördelaktiga utifrån foderomvandlingsförmåga och tillväxtpotential (Hessle et al., 2009).

### 3.7.3 Ålder och slaktvikt

Intramuskulärt fett ökar med åldern (Aalhus et al., 1992; Albrecht et al., 2006) samt vid ökad slaktvikt (Andersen & Ingvarsen, 1987). Vid ökad slaktvikt förbättras även slaktkroppsutbytet samt kroppsformen (Andersen & Ingvarsen, 1987). Dock ökar diametern av kollagenfibrillerna samt tvärbindingarna av kollagenet hos äldre djur, vilket har en negativ inverkan på köttets mörhet (Harper, 1999).

Lundesjö Ahnström et al. (2004) undersökte effekten av högre slaktålder hos kvigor av raserna Angus och Charolais. Kvigorna slaktades vid 18 månader (direkt efter betet) eller vid 22 månader (efter ytterligare en stallperiod). Slaktkroppsegenskaperna påverkades av slaktåldern för båda raserna. Vid en högre slaktålder hade båda raserna en högre andel intramuskulärt fett. Högre slaktålder gav även högre levande vikt, slaktkroppsutbyte, fettklass, formklass samt en högre andel putsfett för båda raserna. Vid både 18 och 22 månader hade Anguskvigorna en högre andel intramuskulärt fett i

*longissimus dorsi* jämfört med Charolaiskvigorna. Anguskvigorna hade vid 18 respektive 22 månader i medel 2.3 samt 4.2 procent intramuskulärt fett, jämfört med Charolaiskvigorna som hade 1.7 samt 2.4 procent intramuskulärt fett.

### 3.7.4 Utfodring

Det ekonomiska utbytet vid uppfödning av nötkreatur till slakt påverkas av faktorer som avräkningspris, daglig tillväxt, foderkostnad per kilo tillväxt, slaktkroppens klassning samt uppfödningstid (Stenberg & Widebeck, 2006). En lönsam produktion av nötkött med önskad marmoringsgrad kräver därför en strategi vid utfodringen. Intramuskulärt fett utgör en liten del av totala andelen fettvävnad där en ökning i tillväxthastigheten hos denna vävnad skulle ha betydande konsekvenser för marmoringsgraden (Pethick et al., 1997). Av denna anledning är det intressant att undersöka hur tillväxthastigheten och ansättningen av intramuskulär fettvävnad kan påverkas genom utfodringen.

#### *Extensiv eller intensiv utfodring?*

Fodrets koncentrationsgrad påverkar djurets konsumtionsförmåga och tillväxt (Andersen & Ingvarsen, 1987). Vid hög koncentrationsgrad blir utnyttjandet av omsättbar energi för tillväxt av ben-, muskel- och fettvävnad högre (McDonald et al., 2011). Forskare har rapporterat att även det intramuskulära fettets ansättning är relaterat till fodrets koncentrationsgrad (Aalhus et al., 1992., Bruns et al., 2004). Högre andel nettoenergi i foderstaten påverkar marmoringsgraden positivt (Pethick et al., 2004). Fettvävnadens tillväxt begränsas vid ett lågt energiintag. Restriktiv utfodring minskar fettansättningen hos tjurar i större utsträckning än hos stutar (Andersen & Ingvarsen, 1987). Det är dock viktigt att ha i åtanke att även om utfodringen är intensiv kommer utvecklingen av intramuskulärt fett att begränsas av individernas genetiska kapacitet att uttrycka egenskapen (May et al., 1992).

I en studie från Danmark jämförde Vestergaard et al. (2000) olika produktionssystem, extensiv respektive intensiv, vid uppfödning av höstfödda Friesiantjurkalvar. Innan avvänjning utfodrades samtliga kalvar med mjölkersättning och fri tillgång på koncentrat och hö. Tjurkalvarna avvandades vid tre månaders ålder. Tjurkalvarna i det extensiva produktionssystemet hölls i lösdrift med grovfoderbaserad foderstat anpassad för en daglig viktökning på 700 g per dag, med efterföljande betesperiod. En del av tjurarna i det extensiva produktionssystemet slaktades direkt efter betet vid 360 kg levande vikt, resterande extensiva tjurar slutgöddes i tio veckor på kraftfoderbaserad foderstat och slaktades vid 460 kg levande vikt. Tjurar i det intensiva systemet hölls uppbundna med fri tillgång på kraftfoderbaserad foderstat. En del av de intensivt uppfödda tjurarna slaktades vid 360 kg levande vikt och resterande vid 460 kg levande vikt. Studien visade att det intensivt uppfödda mjölkkrastjurar genererade kött av högre kvalitet jämfört med extensivt uppfödda mjölkkrastjurar. Köttkvaliteten analyserades utifrån parametrar som köttets pH, andelen kollagen, skärmotstånd, intramuskulärt fett samt sensorisk bedömning av mörhet, saftighet och smak. Vid 360 kg levande vikt var andelen intramuskulärt fett (24 h *post mortem*) ungefär 50 procent lägre i musklerna *semitendinosus* och *longissimus dorsi* samt ungefär 30 procent lägre i muskeln *supraspinatus* för extensivt uppfödda tjurar jämfört med intensivt uppfödda tjurar (tabell 7). Vid 460 kg levande vikt minskade dock skillnaden i andelen intramuskulärt fett mellan produktionssystemen. Förbättring i köttets kvalitet vid ökad slaktvikt för de extensiva tjurarna är sannolikt relaterat till slutgödningsperioden (Vestergaard et al., 2000).

Tabell 7. Andelen intramuskulärt fett vid intensiv och extensiv uppfödning av ungtjurar av mjölkras (Vestergaard et al., 2000)

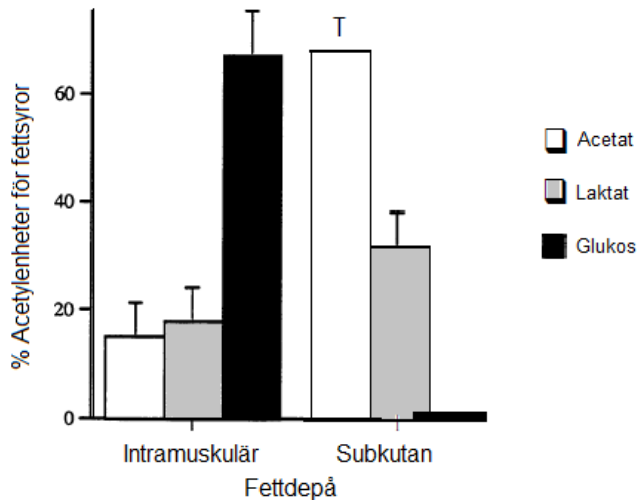
Levande vikt	360 kg		460 kg		Signifikansnivå PS
	Intensiv	Extensiv	Intensiv	Extensiv	
Produktionssystem (PS)					
Antal djur (n)	11	10	9	11	
<i>Semitendinosus</i>					
Intramuskulärt fett (%)	1.7	0.8	1.8	1.1	0.001
<i>Longissimus dorsi</i>					
Intramuskulärt fett (%)	2.0	0.8	2.7	1.4	0.001
<i>Supraspinatus</i>					
Intramuskulärt fett (%)	1.5	1.0	1.5	1.1	0.001

### Typ av fodermedel

Intensiv utfodring är ofta associerat med högre foderkostnader per dag (Pethick et al., 1997). Av den anledningen är det intressant att undersöka hur olika fodermedel påverkar utvecklingen av intramuskulärt fett. Prior (1983) påvisade av utvecklingen av intramuskulärt fett hos nötkreatur som utfodrades med spannmålsbaserad foderstat främst var relaterat till hyperplasi. Hos nötkreatur uppfödda på grovfoderbaserad foderstat var däremot utvecklingen av intramuskulärt fett snarare relaterat till hypertrofi (Prior, 1983). Även Hood & Allen (1978) och Cianzio et al. (1985) bekräftade att marmoreringsgraden främst var relaterat till hyperplasi av adipocyterna. Dessa studier kan tyda på att antal och storlek på intramuskulära adipocyter är relaterat till tillgängligheten av olika näringssubstrat från foderstaten.

Forskare har undersökt betydelsen av acetat, glukos och laktat som kolkälla vid syntetiseringen av intramuskulär samt subkutan fettvävnad (Smith & Crouse, 1984). När nötkreatur bryter ner konsumerat foder i våmmen produceras acetat, propionat och butyrat. Fiberrika foderstater ger högre acetatproduktion och stärkelsesrika foderstater ger högre propionatproduktion. Vid fermentering av fiberrika fodermedel produceras omkring 70 procent acetat, 20 procent propionat och 10 procent butyrat. Vid fermentering av stärkelsesrika fodermedel producerar omkring 60 procent acetat, 30 procent propionat och 10 procent butyrat. Vid stärkelsesrika foderstater ökar även produktionen av den totala mängden flyktiga fettsyror. Propionat används för att producera glukos i levern (McDonald et al., 2011). Som tidigare nämnt antas acetat vara den främsta kolkällan vid syntetisering av fettvävnad (Vernon, 1981). Dock finns det bevis för att enzymer och hormoner som är involverade i syntesen för intramuskulär fettvävnad ökar vid ökad tillgänglighet på glukos och/eller laktat (Prior, 1978; Smith & Crouse, 1984).

Smith & Crouse (1984) kunde dock inte konstatera någon skillnad i marmoreringsgraden i muskeln *longissimus dorsi* hos Angusstutar som utfodrades med fri tillgång på majsensilage (mindre glukos) eller kärnmajs (mer glukos) från avvänjning fram till slakt. Stutarna avvandades vid 8 månader och slaktades ut vid 16 eller 18 månaders ålder. I studien observerades ingen signifikant skillnad i adipocyternas diameter eller antal celler per gram som ett resultat av foder eller ålder. Studien rapporterade dock att intramuskulära adipocyter är beroende av glukos som kolkälla snarare än acetat, då energiupptaget från glukos var högre hos intramuskulära adipocyter (figur 4). Skillnaden i fettsyntesen antyder att det finns en möjlighet att manipulera ansättningen av fett i olika depåer beroende på tillgängligheten av olika näringssubstrat (Smith & Crouse, 1984).



Figur 4. Kolkälla för fettsyrasyntesen hos Angusstutar vid 18 månaders ålder (värdena är % ± standardavvikelse) (Smith & Course, 1984 genom Pethick et al. 1997).

Under två år studerade Wertz et al. (2001) sambandet mellan subkutan och intramuskulärt fett vid olika utfodringsstrategier och fodermedel efter avvänjning. I studien ingick korsningskvigor (Angus×Simmental) med liknande genetisk bakgrund. År 1 avvandes 16 kvigor vid 73±5 dagar, som därefter hölls på bete innan slutgödning vid 20 månaders ålder. År 2 avvandes 80 kvigor vid 71±5 dagar, där en del kvigor utfodrades med fri tillgång på foder med 25 procent koncentrat och en del med restriktiv fodergera med 90 procent koncentrat. Foderstaterna var beräknade för att kvigorna skulle uppnå likvärdig daglig viktökning. Foderstaterna var utformade för att antingen bidra till hög acetatproduktion eller hög propionatproduktion vid fermentering, för att undersöka om tillgången på olika näringssubstrat påverkade utvecklingen av intramuskulärt fett. Kvigorna år 2 förflyttades till feedlots vid 7 månaders ålder för slutgödning. Under slutgödningensperioden år 1 och 2 användes ultraljudsteknik för att uppskatta mängden subkutan fett och intramuskulärt fett. Mätningarna utfördes under ett ~60 dagars intervall. Samtliga djur slaktades vid 1.6 cm subkutan fett över ryggen. De grovfoderuppfödda kvigorna (år 1) slaktades efter cirka 218 dagar på slutgödning, när kvigorna var ungefär 27 månader. Kvigorna hade då en levande vikt på 693 kg. De spannmålsuppfödda kvigorna (år 2) slaktades efter cirka 258 dagar på slutgödning, vid en ålder på ungefär 16 månader. Kvigorna som utfodrades restriktivt (90 procent koncentrat) respektive fri tillgång (25 procent koncentrat) vägde ungefär 527 respektive 514 kg. Spannmålsuppfödda kvigor som slaktades vid en lägre ålder hade högre tillväxt av intramuskulärt fett i relation till subkutan fett. I studien påvisades däremot ingen skillnad i tillväxthastigheten för intramuskulärt fett hos kvigorna som utfodrades med 25 procent koncentrat jämfört med 90 procent koncentrat. Studierna visade att intensivt uppfödda kvigor som slaktas vid en lägre ålder genererar kött med högre sensorisk kvalitet i kombination med mindre andel subkutan fett på slaktkroppen (Wertz et al., 2001).

### Protein

Oddy et al. (2000) och Pethick et al. (2000) studerade effekten av protein- och energikoncentrationen på marmoringsgraden i två parallella försök. Båda studierna visade att andelen protein i fodret inte hade någon signifikant effekt på marmoringsgraden. Däremot såg man en tendens till att en foderstat med mer protein än rekommenderad mängd gav lägre marmoringsgrad och att en foderstat med lite protein gav högre marmoringsgrad. Protein är viktigt för musklernas utveckling. En reduktion av

foderprotein bidrar till minskad muskeltillväxt, varvid andelen fettvävnad ökar och inte nödvändigtvis totala mängden fettvävnad.

### Fett

Andrae et al. (2001) undersökte foderfettets inverkan på utvecklingen av intramuskulärt fett. I försöket jämfördes Angusstutar som utfodrades under 84 dagar med majs innehållande 4.9 procent fett eller majs innehållande 7 procent fett (beräknat på torrs substans). Stutarna som fick majs med högre fettinnehåll utvecklade mer marmorering ( $P < 0.05$ ). Majsoljan ökade även andelen omättade fett i muskeln *longissimus*. Ökat innehåll av fett i foderstaten bidrar till mer tillgänglig nettoenergi för fett syntesen, vilket bidrar till utvecklingen av intramuskulärt fett (Andrae et al., 2001).

### Avvänjning och slutgödning

En traditionell utfodringsstrategi i USA för att uppnå hög marmorering är slutgödning med lättlösliga kolhydrater. Dubeski et al. (1997) konstaterade dock att utfodringen har störst effekt på utvecklingen av intramuskulärt fett hos yngre djur, oavsett ras. Senare forskning visar att utfodring med lättlösliga kolhydrater direkt efter avvänjning påskyndar marmoreringsprocessen till följd av högre marmorering i tidigare ålder (Loy et al., 1999; Myers et al., 1999; Scheffler et al., 2013).

I en studie från University of Illinois (Myers et al., 1999) studerades marmoreringsgraden hos stutkalvar av köttraskorsning. I studien jämfördes stutkalvar som avvandades vid 4-6 månaders ålder med stutkalvar som gick kvar hos kon ytterligare 55 dagar innan avvänjning. Efter avvänjning utfodrades stutarna med fri tillgång på foder med högt energivärde (tabell 7, foderstat 1). Under slutgödningsfasen (44 dagar innan slakt) minskades andelen grovfoder successivt (tabell 7, foderstat 2-4). Alla stutarna slaktades vid 14-15 månaders ålder. Försöket visade att kalvarna som avvandades vid 4-6 månader och utfodrades intensivt med spannmål vid en tidigare ålder hade signifikant bättre slaktkroppsklassificering och högre marmorering vid slakt. Studiens resultat bekräftar hypotesen att intensiv utfodring tidigt ökar marmoreringsgraden hos slaktkroppen (Myers et al., 1999).

Tabell 7. Foderstater efter avvänjning för stutar (Myers et al., 1999)

	Foderstat			
	1	2	3	4
Foderstat, % (torrs substans)				
Majs	63,80	72,84	77,82	82,81
Sojamjöl	3,62	3,57	3,60	3,60
Grovfoder	30,13	19,98	14,99	10,00
Näringsvärde				
Råprotein, %	10,24	10,23	10,30	10,36
NE <sub>m</sub> , Mcal/kg	1,79	1,89	1,94	1,98
NE <sub>g</sub> , Mcal/kg	1,16	1,26	1,31	1,36

Även Loy et al. (1999) jämförde marmoreringsgraden hos stutar av köttraskorsning som avvandades vid olika åldrar. I studien konstaterades att stutar som avvandades vid omkring två månaders ålder och utfodrades intensivt efter avvänjning uppnådde högre marmorering vid slakt jämfört med stutar som avvandades vid fem månaders ålder. Samtliga stutar slaktades vid 14 månader. Studierna stödjer teorin om att intramuskulärt fett är en vävnad som kan utvecklas tidigt. Denna typ av uppfödningstrategi bekräftar även hypotesen att tidig avvänjning följt av intensiv utfodring ökar slaktkroppens kvalitet samt marmoreringsgrad.

Scheffler et al. (2013) undersökte resultatet av att utfodra intensivt i begränsat antal dagar efter avvänjning för att sedan utfodra mer restriktivt en period innan slutgödningsfasen. I studien jämfördes stutar som avvandades vid 105±6 dagars ålder med stutar som avvandades vid 253±6 dagars ålder. Stutarna

som avvandes tidigare utfodrades med högkoncentrerad fodergiva (20 % råprotein, 1.26 Mcal/kg NE<sub>g</sub>) under 148 dagar. Stutarna som avvandes senare gick tillsammans med kon på bete utan tillskottsutfodring fram till avvänjning vid 253±6 dagars ålder. Vid 8-9 månaders ålder förflyttades samtliga stutar till bete utan tillskottsutfodring. Vid ungefär 13-14 månaders ålder flyttades stutarna till feedlots för slutgödning i 35 dagar. Under slutgödningsperioden utfodrades stutarna med fri tillgång på majsensilage och koncentrat där andelen majsensilage minskades successivt från 75 procent till 25 procent (baserat på torrsubstans). Stutarna som avvandes tidigare hade högre slaktkroppsvikt ( $P=0.029$ ) samt högre marmoreringsgrad ( $P<0.001$ ) vid slakt, jämfört med stutarna som avvandes senare. Det var ingen signifikant skillnad i mängd subkutant fett för stutarna som avvandes tidigare jämfört med stutarna som avvandes senare. Studiens resultat visar att intensiv utfodring under en kortare period i tidig ålder förbättrar slaktkroppens vikt samt stimulerar bildandet av intramuskulärt fett, vilket resulterar i högre marmoreringsgrad vid slakt.

## 4 Resultat

### 4.1 Data från Team Ugglarp AB

Denna studie inkluderade djurkategorierna kviga, stut och ungtjur. Slaktdata insamlad under 2011 innehöll 25 observationer där marmoreringssklassen angivits med decimaler. Dessa observationer uteslöts eftersom det inte var klart hur de skulle avrundas för att matcha övriga uppgifter. Spännvidden i ålder var mycket stor mellan individerna, de yngsta var 2 månader och de äldsta upp till 90 månader. I ett första steg uteslöts därför individer som var yngre än 8 månader (6 stycken) samt individer som var äldre än 60 månader (11 stycken). Studien innefattade därefter data som berörde totalt 7 245 kvigor, 1 802 stutar och 3 974 ungtjurar. Tabell 8 visar antal djur samt den procentuella fördelningen för djurkategorierna i respektive marmoreringssklass.

Tabell 8. Antal individer i respektive marmoreringssklass samt procentuell fördelning på marmoreringssklass inom respektive djurkategori

	Marmoreringssklass, antal				Marmoreringssklass, andel (%)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Kvigor	1 755	3 555	1 693	242	24.2	49.0	23.4	3.3
Stutar	544	763	419	76	30.2	42.3	23.3	4.2
Ungtjurar	3 173	743	57	1	79.8	18.7	1.4	0.03

Ungefär 27 procent av kvigorerna och 28 procent av stutarna bedömdes vara marmorerade eller väl marmorerade (marmoreringssklass 3 och 4). Endast cirka 1,4 procent av ungtjurarna bedömdes i marmoreringssklass 3 och 4. Största andelen kvigor och stutar, 49 procent respektive 42 procent, bedömdes i marmoreringssklass 2 (begynnande marmorering). Ungefär 80 procent av ungtjurarna bedömdes i marmoreringssklass 1 (ingen synlig marmorering). En låg andel av individerna i samtliga djurkategorier klassificerades i marmoreringssklass 4.

#### 4.1.1 Åldersintervallet 8 till 30 månader vid slakt

I ett första urval begränsades åldersintervallet till att endast innefatta kvigor och stutar som var yngre än 30 månader vid slakt. Ungtjurarna var dock per definition yngre än 24 månader. Data för det begränsade åldersintervallet innefattade 5 733 kvigor, 1 434 stutar och 3 974 ungtjurar, (tabell 9).

Tabell 9. Antal individer i respektive marmoreringssklass samt procentuell fördelning på marmoreringssklass inom respektive djurkategori vid begränsat åldersintervall (kvigor och stutar 8-30 månader, ungtjurar 8-24 månader)

	Marmoreringssklass, antal				Marmoreringssklass, andel (%)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Kvigor	1 457	2 907	1 223	146	25.4	50.7	21.3	2.5
Stutar	443	625	316	50	30.9	43.6	22.0	3.5
Ungtjurar	3 173	743	57	1	79.8	18.7	1.4	0.03

Det begränsade åldersintervallet innebar att en något mindre andel kvigor och stutar bedömdes i marmoreringssklass 3 och 4 och en större andel i marmoreringssklass 1 och 2. Omkring 3 procentenheter färre kvigor och 2 procentenheter färre stutar bedömdes i marmoreringssklass 3 och 4 vid en begränsning av åldersintervallet. Totalt ansågs ungefär 24 procent av kvigorerna och

26 procent av stutarna vara marmorerade eller väl marmorerade inom åldersintervallet. Största andelen kvigor och stutar, 51 procent respektive 44 procent, bedömdes i marmoreringsklass 2.

Tabell 10-12 redovisar sammanställning för slaktvikt, ålder, daglig viktökning, fettklass samt formklass för kvigor, stutarna och ungtjurarna i respektive marmoreringsklass inom åldersintervallet. Skillnader mellan marmoreringsklasserna inom djurkategorierna testades med en enkel variansanalysmodell med hjälp av PROC GLM (SAS, 2011). Alla skillnader mellan marmoreringsklasser var högregradigt signifikanta trots att modellen förklarade en mycket liten del av den totala variationen ( $R^2$ ) för alla variabler utom för fettklass.

#### *Effekt av slaktvikt*

Kvigor hade lägst medelslaktvikt i samtliga marmoreringsklasser jämfört med stutarna och ungtjurarna. Kvigornas slaktvikt låg i ett intervall mellan 193-451 kg. Ungtjurarna hade högst medelslaktvikt i samtliga marmoreringsklasser. Stutarnas slaktvikt låg i ett intervall mellan 203-478 kg och ungtjurarna låg i ett viktintervall mellan 199-611 kg. Högre medeltal för slaktvikt var förenat med högre marmoreringsklass för stutarna och ungtjurarna. Dock var det inte någon signifikant skillnad i slaktvikt för kvigor i marmoreringsklass 3 och 4 ( $P=0.9$ )

#### *Effekt av ålder*

Stutarna inom det begränsade åldersintervallet var generellt något äldre vid slakt jämfört med kvigor och ungtjurarna. Ungtjurarna hade generellt lägst medelålder vid slakt. Ungtjurarna i marmoreringsklass 1 var i medeltal tre månader yngre än ungtjurarna i marmoreringsklass 3 (16 månader jämfört med 19 månader). Den enda ungtjuren i marmoreringsklass 4 var 23 månader. Stutarna i marmoreringsklass 1, 2 och 3 hade en medelålder på ungefär 24 månader. Stutarna i klass 4 var något äldre med en medelålder på ungefär 26 månader. Kvigor i marmoreringsklass 1 och 2 hade en medelålder på ungefär 22 månader och kvigor i klass 3 och 4 hade en medelålder på ungefär 23 månader.

#### *Effekt av viktökning*

Daglig viktökning beräknades genom att anta att slaktkroppsvikten hos den nyfödda kalven var 25 kg. Ungtjurarna hade högre daglig viktökning än stutarna och kvigor i samtliga marmoreringsklasser. Kvigor hade något högre viktökning än stutarna i marmoreringsklass 1 och 2. I marmoreringsklass 3 och 4 hade kvigor och stutarna likvärdigt medeltal för viktökningen. Ungtjurarna i marmoreringsklass 1 och 2 hade högre viktökning jämfört med ungtjurarna i marmoreringsklass 3 och 4. Förhållandet var tvärtom för kvigor och stutarna, där individer i marmoreringsklass 2, 3 och 4 hade något högre viktökning jämfört med individer i marmoreringsklass 1.

#### *Effekt av fettklass*

Medeltalet för fettklass var signifikant högre vid högre marmoreringsklass för samtliga djurkategorier. Kvigornas fettklass låg i intervallet 4-15 (fettgrupp 2- till 5+). Stutarnas fettklass låg i intervallet 3-13 (fettgrupp 1+ till 5-) och ungtjurarnas fettklass låg i intervallet 3-14 (fettgrupp 1+ till 5). Medeltalet för fettklassen var högst för kvigor och lägst för ungtjurarna i samtliga marmoreringsklasser. Resultatet tyder på att kvigor hade mer fett på slaktkroppen än stutarna och ungtjurarna i respektive marmoreringsklass. Stutar och kvigor i marmoreringsklass 4 låg ungefär tre fettklasser högre (en fettgrupp i EUROP systemet) jämfört med individer i marmoreringsklass 1.

#### *Effekt av formklass*

Formklassen för kvigor och ungtjurarna låg i intervallet 2-14 (P till E). Formklassen för stutarna låg i intervallet 2-11 (P till U i EUROP). Ungtjurarna hade högre formklass i marmoreringsklass 1 och



2 jämfört med kvigorna, medan kvigorna hade högre formklass i marmoringsklass 3 jämfört med ungtjurarna. Ungtjurarna som var marmorerade hade generellt något lägre formklass jämfört med ungtjurarna som inte hade utvecklat någon synlig marmorering. För kvigorna och stutarna var förhållandet tvärtom, individerna som hade högre marmoringsgrad hade något högre medeltal för formklass. Kvigorna och stutarna i marmoringsklass 2 och 3 hade signifikant högre medeltal för formklass jämfört med individerna i marmoringsklass 1. För kvigorna och stutarna försämrades dock medeltalet för formklass något mellan marmoringsklass 3 och 4.

Vid samma marmoringsklass var ungtjurarna således yngre vid slakt, hade generellt högre slaktvikt och lägre fettklass jämfört med kvigorna och stutarna. Högre marmoringsklass var främst relaterat till högre fettklass för samtliga djurkategorier. Det förekommer dock stora variationer och avvikelser inom samtliga parametrar och det är en stor variation mellan individerna inom respektive djurkategori.

Tabell 10. Slaktvikt, ålder, viktökning, fettklass och formklass för kvigor (8-30 månader) i respektive marmoringsklass (antal observationer i varje marmoringsklass redovisas i tabell 9). Medeltal (Least Squares Means, LSM)±standardfel

	Marmoringsklass				R <sup>2</sup>	P-värde
	1	2	3	4		
<b>Slaktvikt</b> , kg	289±0.8 <sup>a</sup>	301±0.6 <sup>b</sup>	311±0.9 <sup>c</sup>	311±2.6 <sup>c</sup>	0.06	<0.0001
Minimum	201	193	222	243		
Maximum	427	451	437	423		
<b>Ålder</b> , månader	22±0.1 <sup>a</sup>	22±0.1 <sup>a</sup>	23±0.1 <sup>b</sup>	23±0.3 <sup>b</sup>	0.006	<0.0001
Minimum	9	9	11	14		
Maximum	29	29	29	29		
<b>Viktökning</b> , kg/dag	0.41±0.002 <sup>a</sup>	0.43±0.002 <sup>b</sup>	0.43±0.003 <sup>b</sup>	0.42±0.008 <sup>ab</sup>	0.009	<0.0001
Minimum	0.23	0.24	0.23	0.29		
Maximum	0.89	0.93	0.83	0.69		
<b>Fettklass</b> <sup>1</sup>	7.7±0.03 <sup>a</sup>	8.8±0.02 <sup>b</sup>	9.9±0.04 <sup>c</sup>	10.5±0.1 <sup>d</sup>	0.29	<0.0001
Minimum	4	4	6	8		
Maximum	14	15	15	15		
<b>Formklass</b> <sup>1</sup>	7.1±0.04 <sup>a</sup>	7.3±0.03 <sup>b</sup>	7.4±0.04 <sup>b</sup>	7.2±0.1 <sup>ab</sup>	0.005	<0.0001
Minimum	2	2	3	3		
Maximum	14	12	11	10		

<sup>1</sup> Formklass och fettklass redovisas i EUROP systemets 15 klasser. Formklassen: 1=P-, 15=E+. Fettklass: 1=1-, 15=5+ Medeltal på samma rad som markeras med olika bokstäver är signifikant skilda ( $P<0.01$ )

Tabell 11. Slaktvikt, ålder, viktökning, fettklass och formklass för stutar (8-30 månader) i respektive marmoringsklass (antal observationer i varje marmoringsklass redovisas i tabell 9). Medeltal (Least Squares Means, LSM)±standardfel

	Marmoringsklass				R <sup>2</sup>	P-värde
	1	2	3	4		
<b>Slaktvikt</b> , kg	302±1.8 <sup>a</sup>	321±1.5 <sup>b</sup>	331±2.1 <sup>c</sup>	352±5.3 <sup>d</sup>	0.10	<0.0001
Minimum	225	216	203	273		
Maximum	442	474	467	478		
<b>Ålder</b> , månader	24±0.2 <sup>a</sup>	24±0.1 <sup>a</sup>	24±0.2 <sup>a</sup>	26±0.5 <sup>b</sup>	0.01	0.0016
Minimum	12	11	12	14		
Maximum	29	29	29	29		
<b>Viktökning</b> , kg/dag	0.39±0.005 <sup>a</sup>	0.42±0.004 <sup>b</sup>	0.43±0.005 <sup>b</sup>	0.42±0.01 <sup>ab</sup>	0.03	<0.0001
Minimum	0.25	0.27	0.25	0.33		
Maximum	0.85	0.92	0.87	0.66		
<b>Fettklass</b> <sup>1</sup>	6.9±0.06 <sup>a</sup>	8.1±0.05 <sup>b</sup>	8.9±0.07 <sup>c</sup>	9.9±0.19 <sup>d</sup>	0.28	<0.0001
Minimum	3	4	6	7		
Maximum	12	13	13	12		
<b>Formklass</b> <sup>1</sup>	4.9±0.09 <sup>a</sup>	5.3±0.08 <sup>b</sup>	5.4±0.1 <sup>b</sup>	5.5±0.27 <sup>ab</sup>	0.01	<0.0002
Minimum	2	2	3	3		
Maximum	11	11	10	9		

<sup>1</sup> Formklass och fettklass redovisas i EUROP systemets 15 klasser. Formklassen: 1=P-, 15=E+. Fettklass: 1=1-, 15=5+ Medeltal på samma rad som markeras med olika bokstäver är signifikant åtskilda ( $P<0.01$ )

Tabell 12. Slaktvikt, ålder, viktökning, fettklass och formklass för ungtjurar (8-24 månader) i respektive marmoringsklass (antal observationer i varje marmoringsklass redovisas i tabell 9). Den enda ungtjuren i marmoringsklass 4 utslöts i variansanalysen. Medeltal (Least Squares Means, LSM)±standardfel

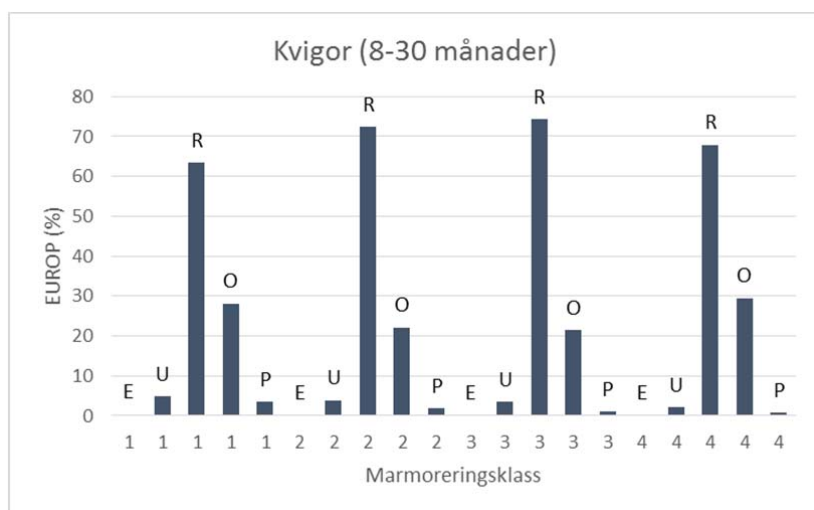
	Marmoringsklass				R <sup>2</sup>	P-värde
	1	2	3	4		
<b>Slaktvikt</b> , kg	339±0.76 <sup>a</sup>	343±1.58 <sup>b</sup>	360±5.7 <sup>c</sup>	408	0.005	<0.0001
Minimum	199	233	267	408		
Maximum	476	611	467	408		
<b>Ålder</b> , månader	16±0.05 <sup>a</sup>	17±0.1 <sup>b</sup>	19±0.4 <sup>c</sup>	23	0.02	<0.0001
Minimum	8	9	13	23		
Maximum	23	23	23	23		
<b>Viktökning</b> , kg/dag	0.67±0.003 <sup>a</sup>	0.65±0.005 <sup>b</sup>	0.60±0.02 <sup>c</sup>	0.55	0.008	<0.0001
Minimum	0.34	0.35	0.38	0.55		
Maximum	1.34	1.25	0.92	0.55		
<b>Fettklass</b> <sup>1</sup>	6.7±0.02 <sup>a</sup>	7.8±0.04 <sup>b</sup>	8.4±0.2 <sup>c</sup>	9.0	0.12	<0.0001
Minimum	3	4	7	9		
Maximum	11	12	14	9		
<b>Formklass</b> <sup>1</sup>	8.3±0.04 <sup>a</sup>	7.2±0.09 <sup>b</sup>	6.0±0.32 <sup>c</sup>	5.0	0.04	<0.0001
Minimum	2	2	3	5		
Maximum	14	13	11	5		

<sup>1</sup> Formklass och fettklass redovisas i EUROP systemets 15 klasser. Formklassen: 1=P-, 15=E+. Fettklass: 1=1-, 15=5+ Medeltal på samma rad som markeras med olika bokstäver är signifikant åtskilda ( $P<0.01$ )

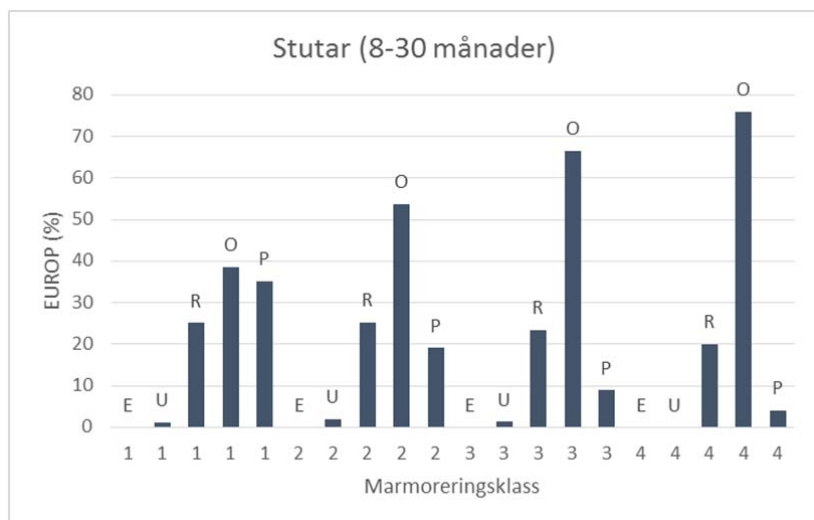
Figur 5-7 illustrerar sambandet mellan marmoringsklass och fördelningen på formklass för respektive djurkategori. Värden mindre än 1 procent redovisas inte i figurena. Slaktkroppens formklass redovisas i EUROP systemets fem huvudklasser (E, U, R, O och P). Då det endast var en ungtjur som bedömdes i marmoringsklass 4 utslöts den individen.

Som redovisats i tabellerna ovan hade stutarna generellt lägre formklass jämfört med kvigorna och ungtjurarna. Största andelen kvigorna och ungtjurarna klassades i formklass R. Största andelen stutarna klassades i formklass O. Ungefär 5 procent av kvigorna och 1 procent av stutarna klassificerades i formklass U i marmoringsklass 1. I marmoringsklass 4 var andelen mindre. Ungefär 2 procent av kvigorna men ingen stut klassificerades i formklass U i marmoringsklass 4. I marmoringsklass 1 bedömdes ungefär 63 procent av kvigorna och 25

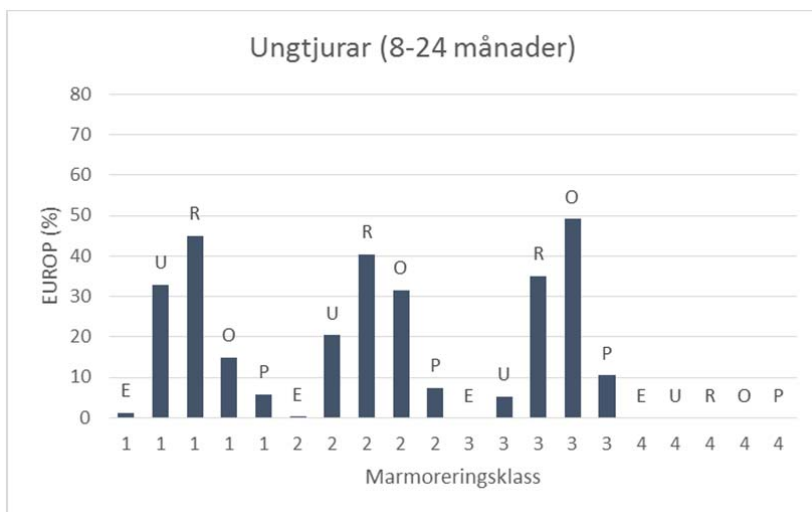
procent av stutarna i formklass R. I marmoreringsklass 4 bedömdes ungefär 68 procent av kvigorna och 20 procent av stutarna i formklass R. Däremot ökade andelen stutar i formklass O medan andelen stutar i formklass P minskade vid högre marmoreringsgrad. Totalt klassificerades 4 stycken kvigor i formklass E, vilket motsvarar mindre än 1 procent. Dessa kvigor bedömdes i marmoreringsklass 1. Ingen stut klassificerades i formklass E. Medeltalet för ungtjurarnas formklass var signifikant lägre i marmoreringsklass 3 jämfört med marmoreringsklass 1 och 2 (tabell 12), vilket motsvarades av en minskad andel som klassades i formklass U och R och en ökad andel i formklass O. I marmoreringsklass 1 klassificerades ungefär 33 procent av ungtjurarna i formklass U och ungefär 45 procent i formklass R. I marmoreringsklass 3 klassificerades ungefär 5 procent av ungtjurarna i formklass U och 35 procent i formklass R. Ingen tjur som var marmorerad eller väl marmorerad klassificerades i formklass E. I marmoreringsklass 1 klassificerades ungefär 1 procent av ungtjurarna i formklass E.



Figur 5. Procent kvigor i respektive marmoreringsklass som klassificerades i E, U, R, O eller P.



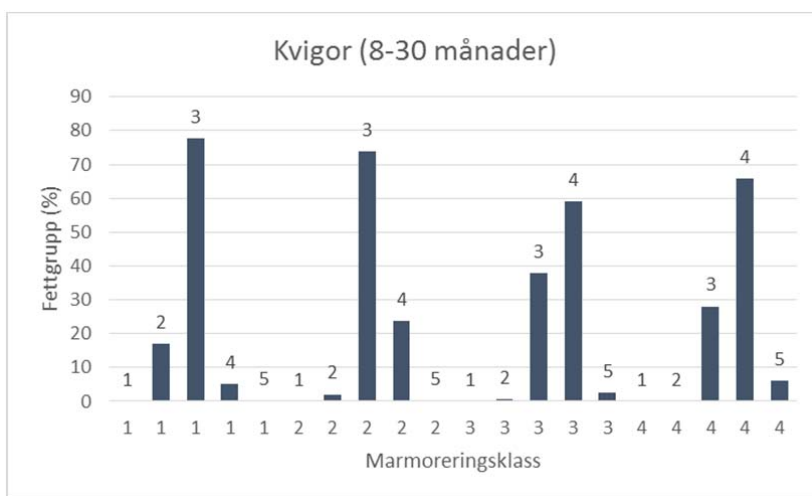
Figur 6. Procent stutar i respektive marmoreringsklass som klassificerades i E, U, R, O eller P.



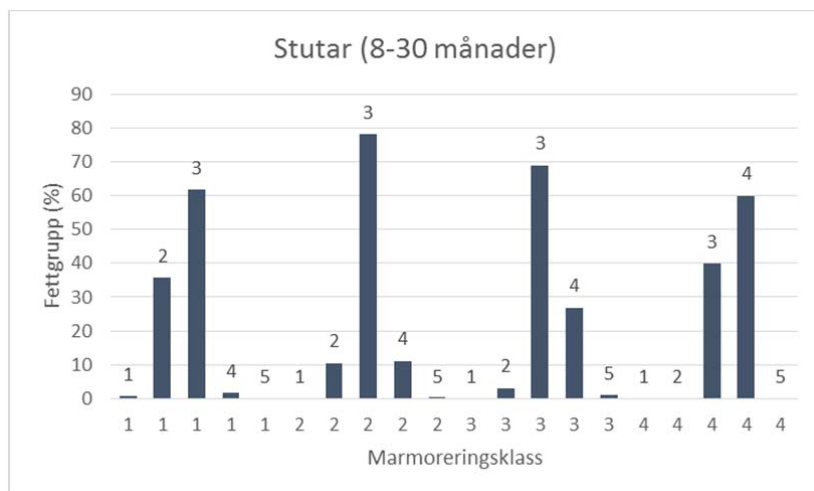
Figur 7. Procent ungtjurar i respektive marmoreringsklass som klassificerades i E, U, R, O eller P.

Figur 8-10 illustrerar sambandet mellan marmoreringsklass och fördelningen på fettgrupp för respektive djurkategori. Fettgruppen redovisas i EUROP systemets fem huvudklasser (1, 2, 3, 4 och 5). Värden mindre än 1 procent redovisas inte i figurerna. Då det endast var en ungtjur som bedömdes i marmoreringsklass 4 uteslöts den individen.

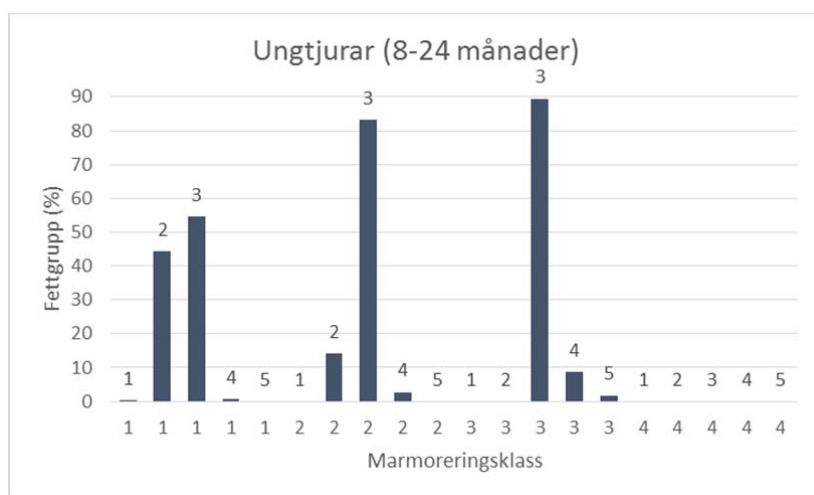
Högre marmoreringsklass medförde signifikant högre fettklass för samtliga djurkategorier (tabell 10-12). I marmoreringsklass 3 och 4 klassificerades största andelen av kvigorna i fettgrupp 4 (ungefär 59 procent respektive 66 procent). Ungefär 6 procent av kvigorna i marmoreringsklass 4 klassificerades i fettgrupp 5. Största andelen av stutarna i marmoreringsklass 3 klassificerades i fettgrupp 3 (ungefär 69 procent). I marmoreringsklass 4 klassificerades största andelen av stutarna i fettgrupp 4 (60 procent). Ungefär 89 procent av ungtjurarna i marmoreringsklass 3 klassificerades i fettgrupp 3. Endast ungefär 9 procent av ungtjurarna i marmoreringsklass 3 hade fettgrupp 4.



Figur 8. Procent kvigor i respektive marmoreringsklass som klassificerades i fettgrupp 1, 2, 3, 4 eller 5.



Figur 9. Procent stutar i respektive marmoreringsklass som klassificerades i fettgrupp 1, 2, 3, 4 eller 5.



Figur 10. Procent ungtjurar i respektive marmoreringsklass som klassificerades i fettgrupp 1, 2, 3, 4 eller 5.

#### 4.1.2 Åldersintervallet 30 till 60 månader vid slakt

Det var totalt 1 512 kvigor och 368 stutar som var äldre än 30 månader men yngre än 60 månader. Tabell 13 visar antal kvigor och stutar inom ålderskategorin samt den procentuella fördelningen i respektive marmoreringsklass.

Tabell 13. Antal kvigor och stutar i respektive marmoreringsklass samt procentuell fördelning på marmoreringsklass inom respektive djurkategori vid begränsat åldersintervall (30-60 månader)

	Marmoreringsklass, antal				Marmoreringsklass, andel (%)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Kvigor	298	648	470	96	19.7	42.9	31.1	6.3
Stutar	101	138	103	26	27.4	37.5	28.0	7.0

Kvigor och stutar inom åldersintervallet var marmorerade i högre utsträckning jämfört med kvigor och stutar som var yngre än 30 månader. Ungefär 37 procent av kvigorerna och 35 procent av stutarna inom åldersintervallet bedömdes vara marmorerade eller väl marmorerade

(marmoreringsklass 3 och 4). Totalt bedömdes ungefär 47 procent av kvigorna och stutarna i marmoreringsklass 1.

Tabell 14 och 15 visar sammanställning för slaktvikt, ålder, daglig viktökning, fettklass samt formklass för kvigorna och stutarna i åldersintervallet. De äldre kvigorna och stutarna hade högre slaktvikt men lägre viktökning i samtliga marmoringsklasser jämfört med de yngre individerna. De yngre kvigorna och stutarna hade dock bättre formklass i samtliga marmoreringsklasser jämfört med de äldre individerna.

Kvigorna i åldersintervallet 30-60 månader hade något högre medeltal för fettklassen i marmoreringsklass 2, 3 och 4 jämfört med kvigorna som var yngre än 30 månader. Stutarna i åldersintervallet 30-60 månader hade dock något lägre medeltal för fettklassen i samtliga marmoreringsklasser jämfört med stutarna som var yngre än 30 månader. Dock var det endast marginella skillnader i fettklassen mellan de olika ålderskategorierna. Kvigornas fettklass låg i intervallet 4-15 (fettgrupp 2- till 5+). Stutarnas fettklass låg i intervallet 4-14 (fettgrupp 2- till 5). Medeltalet för fettklassen var högst för kvigorna i samtliga marmoreringsklasser.

Tabell 14. Slaktvikt, fettklass, ålder, formklass och viktökning för kvigor (30-60 månader) i respektive marmoreringsklass (antal observationer i varje marmoreringsklass redovisas i tabell 13). Medeltal (Least Squares Means, LSM) ± standardfel

	Marmoreringsklass				R <sup>2</sup>	P-värde
	1	2	3	4		
<b>Slaktvikt</b> , kg	300±2.4 <sup>a</sup>	322±1.6 <sup>b</sup>	331±1.9 <sup>c</sup>	336±4.3 <sup>c</sup>	0.073	<0.0001
Minimum	183	210	226	264		
Maximum	464	504	499	483		
<b>Ålder</b> , månader	35±0.28 <sup>a</sup>	35±0.19 <sup>a</sup>	35±0.22 <sup>a</sup>	37±0.49 <sup>b</sup>	0.007	0.0119
Minimum	30	30	30	30		
Maximum	56	59	57	59		
<b>Viktökning</b> , kg/dag	0.27±0.003 <sup>a</sup>	0.29±0.002 <sup>b</sup>	0.30±0.002 <sup>b</sup>	0.29±0.005 <sup>b</sup>	0.042	<0.0001
Minimum	0.13	0.15	0.15	0.18		
Maximum	0.47	0.45	0.43	0.44		
<b>Fettklass</b> <sup>1</sup>	7.4±0.09 <sup>a</sup>	8.9±0.06 <sup>b</sup>	10.1±0.07 <sup>c</sup>	10.7±0.2 <sup>d</sup>	0.316	<0.0001
Minimum	4	3	7	7		
Maximum	14	14	15	15		
<b>Formklass</b> <sup>1</sup>	6.1±0.1 <sup>a</sup>	6.3±0.07 <sup>a</sup>	6.4±0.08 <sup>a</sup>	5.9±0.18 <sup>a</sup>	0.006	0.0204
Minimum	3	2	3	3		
Maximum	12	11	12	10		

<sup>1</sup> Formklass och fettklass redovisas i EUROP systemets 15 klasser. Formklassen: 1=P-, 15=E+. Fettklass: 1=1-, 15=5+ Medeltal på samma rad som markeras med olika bokstäver är signifikant åtskilda ( $P < 0.01$ )

Tabell 15. Slaktvikt, fettklass, ålder, formklass och viktökning för stutar (30-60 månader) i respektive marmoringsklass (antal observationer i varje marmoringsklass redovisas i tabell 13). Medeltal (Least Squares Means, LSM)±standardfel

	Marmoringsklass				R <sup>2</sup>	P-värde
	1	2	3	4		
<b>Slaktvikt, kg</b>	309±4.5 <sup>a</sup>	341±3.8 <sup>b</sup>	364±4.4 <sup>c</sup>	387±8.8 <sup>c</sup>	0.221	<0.0001
Minimum	239	240	263	300		
Maximum	419	494	469	507		
<b>Ålder, månader</b>	34±0.45 <sup>a</sup>	34±0.38 <sup>a</sup>	34±0.44 <sup>a</sup>	34±0.88 <sup>a</sup>	0.004	0.6677
Minimum	30	30	30	30		
Maximum	53	55	48	57		
<b>Viktökning, kg/dag</b>	0.29±0.005 <sup>a</sup>	0.31±0.005 <sup>b</sup>	0.34±0.005 <sup>c</sup>	0.36±0.01 <sup>c</sup>	0.155	<0.0001
Minimum	0.17	0.16	0.18	0.28		
Maximum	0.41	0.45	0.48	0.48		
<b>Fettklass<sup>1</sup></b>	6.5±0.13 <sup>a</sup>	7.9±0.11 <sup>b</sup>	8.7±0.13 <sup>c</sup>	9.7±0.26 <sup>d</sup>	0.346	<0.0001
Minimum	4	4	6	7		
Maximum	10	11	12	14		
<b>Formklass<sup>1</sup></b>	4.3±0.15 <sup>a</sup>	4.7±0.13 <sup>ac</sup>	5.1±0.15 <sup>bc</sup>	5.3±0.29 <sup>bc</sup>	0.045	0.0008
Minimum	2	2	3	3		
Maximum	10	10	8	9		

<sup>1</sup> Formklass och fettklass redovisas i EUROP systemets 15 klasser. Formklassen: 1=P-, 15=E+. Fettklass: 1=1-, 15=5+ Medeltal på samma rad som markeras med olika bokstäver är signifikant åtskilda ( $P<0.01$ )

## 4.2 Data från Siljans Chark

Totalt klassificerades 103 ungtjurar från en utvald besättning. Ungefär 24 procent av ungtjurarna var marmorerade (klass 3). Största andelen ungtjurar, omkring 43 procent, bedömdes i marmoringsklass 2 (begynnande marmorering). Ingen av ungtjurarna bedömdes i marmoringsklass 5 (mycket marmorerat). Ungefär 31 procent av ungtjurarna bedömdes inte ha någon synlig marmorering (marmoringsklass 1).

Tabell 16. Antal ungtjurar i respektive marmoringsklass samt procentuell fördelning på marmoringsklass

	Marmoringsklass, antal					Marmoringsklass, andel (%)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ungtjurar	32	33	25	2	0	31.1	42.7	24.3	1.9	0

### 4.2.1 Rasens inverkan på marmoringsgraden

Av de 103 ungtjurarna var 14 tjurar av Charolaisras, 45 tjurar av Holsteinras och 44 tjurar av SRB-ras. Antal individer inom rasen samt den procentuella fördelningen av andelen ungtjurar i respektive marmoringsklass indelat efter ras visas i tabell 17. SRB-tjurarna hade generellt högre marmoringsgrad jämfört med Charolaistjurarna och Holsteintjurarna. Omkring 32 procent av SRB-tjurarna, 22 procent av Holsteintjurarna och 7 procent av Charolaistjurarna bedömdes i marmoringsklass 3. Charolaistjurarna hade lägst marmoringsklass, omkring 64 procent av tjurarna bedömdes i marmoringsklass 1. Ingen tjur av Charolaisras bedömdes i marmoringsklass 4. Största andelen SRB-tjurar och Holsteintjurar bedömdes i marmoringsklass 2 (41 procent respektive 49 procent).

Tabell 17. Antal Charolaistjuror, Holsteintjuror och SRB-tjuror i respektive marmoringsklass samt procentuell fördelning på marmoringsklass inom respektive ras

	Marmoringsklass, antal					Marmoringsklass, andel (%)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Charolais	9	4	1	0	0	64.3	28.6	7.1	0	0
Holstein	12	22	10	1	0	26.7	48.9	22.2	2.2	0
SRB	11	18	14	1	0	25.0	40.9	31.8	2.2	0

#### 4.2.2 Marmorering i förhållande till vikt, ålder, viktökning, fett- och formklass

Tabell 18-20 redovisar sammanställning för slaktvikt, ålder, daglig viktökning, fettklass samt formklass för Charolaistjurarna, Holsteintjurarna och SRB-tjurarna i respektive marmoringsklass. Skillnader mellan marmoringsklasserna inom raserna testades med en enkel variansanalysmodell med hjälp av PROC GLM (SAS, 2011). Skillnader mellan raser testades med en modell där effekt av ras och marmoringsklass ingick då det inte förekom något signifikant samspel mellan ras och marmoringsklass. För samtliga parametrar var effekten av ras högregradigt signifikant ( $p < 0.001$ ).

##### *Effekt av slaktvikt*

Charolaistjurarna hade högre medeltal för slaktvikt i samtliga marmoringsklasser jämfört med mjölkkrastjurarna. Charolaistjurarna hade en medelslaktvikt på 345 kg, jämfört med 273 kg för Holsteintjurarna och 268 kg för SRB-tjurarna. Charolaistjurarnas slaktvikt låg i intervallet 306-413 kg. Slaktvikten för Holsteintjurarna låg i intervallet 230-314 kg och i intervallet 204-324 kg för SRB-tjurarna.

##### *Effekt av ålder*

Medelåldern vid slakt för mjölkkrastjurarna var högre än Charolaistjurarna. Åldern vid slakt för SRB-tjurarna låg i intervallet 12-16 månader, i intervallet 12-18 månader för Holsteintjurarna och 10-13 månader för Charolaistjurarna.

##### *Effekt av viktökning*

Daglig viktökning beräknades genom att anta att slaktkroppsvikten hos den nyfödda kalven var 25 kg. Charolaistjurarna hade högre daglig viktökning i samtliga marmoringsklasser jämfört med mjölkkrastjurarna. I marmoringsklass 3 och 4 hade Holsteintjurarna högre viktökning än SRB-tjurarna.

##### *Effekt av fettklass*

Charolaistjurarna och SRB-tjurarna bedömdes i intervallet 6-9 för fettklass (fettgrupp 2+ till 3+). Holsteintjurarna bedömdes i intervallet 5-8 för fettklass (fettgrupp 2 till 3). Charolaistjurarna hade mer fett på slaktkroppen jämfört med SRB-tjurarna och Holsteintjurarna i samtliga marmoringsklasser. Omkring 14 procent av Charolaistjurarna klassificerades i fettgrupp 3+, jämfört med 0 procent av Holsteintjurarna och ungefär 2 procent av SRB-tjurarna (figur 12). SRB-tjurarna hade generellt mer fett på slaktkroppen jämfört med Holsteintjurarna. Största andelen Charolaistjurarna klassificerades i fettgrupp 3 (ungefär 57 procent). Omkring 4 procent av Holsteintjurarna klassificerades i fettgrupp 2, jämfört med 0 procent av Charolaistjurarna och SRB-tjurarna.

##### *Effekt av formklass*

Charolaistjurarna hade högre medeltal för formklassen jämfört med mjölkkrastjurarna i samtliga marmoringsklasser. Charolaistjurarnas formklass låg i intervallet 8-12 (R till U i EUROP). Holsteintjurarnas formklass låg i intervallet 2-8 (P till R) och SRB-tjurarnas formklass låg i intervallet



4-8 (O- till R). Största andelen av Charolaistjurarna bedömdes i formklass R+ (ungefär 36 procent). En stor andel av Charolaistjurarna bedömdes även i formklass U och U+ (29 procent respektive 21 procent). SRB-tjurarna hade bättre formklass jämfört med Holsteintjurarna. Omkring 7 procent av SRB-tjurarna bedömdes i formklass R jämfört med 2 procent av Holsteintjurarna. Största andelen Holsteintjuror bedömdes i formklass O (40 procent) och största andelen SRB-tjuror bedömdes i formklass O+ (ungefär 39 procent). Sambanden mellan ras och formklass illustreras i figur 13.

Tabell 18. Slaktvikt, ålder, viktökning, fettklass och formklass för Charolaistjurarna i respektive marmoringsklass (antal observationer i varje marmoringsklass redovisas i tabell 17). Medeltal (Least Squares Means, LSM)±standardfel

	Marmoringsklass				R <sup>2</sup>	P-värde
	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4		
<b>Slaktvikt, kg</b>	342±11	344±17	378±33	-		NS
Minimum	306	310	378	-		
Maximum	413	387	378	-		
<b>Ålder, månader</b>	12,2±0.29	13,8±0.43	13,0±0.87	-		NS
Minimum	10	12	13	-		
Maximum	13	13	13	-		
<b>Viktökning, kg/dag</b>	0.87±0.03	0.83±0.04	0.91±0.08	-		NS
Minimum	0.72	0.78	0.91	-		
Maximum	0.99	0.93	0.91	-		
<b>Fettklass<sup>1</sup></b>	7.7±0.28	8±0.43	8±0.85	-		NS
Minimum	6	8	8	-		
Maximum	9	8	8	-		
<b>Formklass<sup>1</sup></b>	10.4±0.46	9.5±0.69	11±1.39	-		NS
Minimum	8	9	11	-		
Maximum	12	11	11	-		

<sup>1</sup> Formklass och fettklass redovisas i EUROP systemets 15 klasser. Formklassen: 1=P-, 15=E+. Fettklass: 1=1-, 15=5+ Medeltal på samma rad som markeras med olika bokstäver är signifikant åtskilda ( $P<0.01$ ).

NS (non-significant)=Inte signifikant

Tabell 19. Slaktvikt, ålder, viktökning, fettklass och formklass för Holsteintjurarna i respektive marmoringsklass (antal observationer i varje marmoringsklass redovisas i tabell 17). Medeltal (Least Squares Means, LSM)±standardfel

	Marmoringsklass				R <sup>2</sup>	P-värde
	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4		
<b>Slaktvikt, kg</b>	274±5 <sup>ab</sup>	264±4 <sup>a</sup>	289±6 <sup>b</sup>	279±18 <sup>a</sup>	0,25	<0,083
Minimum	247	230	253	279		
Maximum	314	292	302	279		
<b>Ålder, månader</b>	13.9±0.36	13.9±0.26	14.2±0.39	14±1.24		NS
Minimum	12	12	13	14		
Maximum	16	18	16	14		
<b>Viktökning, kg/dag</b>	0.60±0.02	0.58±0.01	0.62±0.02	0.61±0.06		NS
Minimum	0.47	0.42	0.49	0.61		
Maximum	0.74	0.73	0.71	0.61		
<b>Fettklass<sup>1</sup></b>	6.3±0.25 <sup>a</sup>	7.0±0.18 <sup>b</sup>	7.4±0.27 <sup>b</sup>	8.0±0.86 <sup>b</sup>	0,20	<0,025
Minimum	5	6	6	8		
Maximum	8	8	8	8		
<b>Formklass<sup>1</sup></b>	4.7±0.3 <sup>a</sup>	4.9±0.2 <sup>a</sup>	5.9±0.3 <sup>b</sup>	4,0±1.1 <sup>ab</sup>	0,18	<0,040
Minimum	3	2	5	4		
Maximum	7	6	8	4		

<sup>1</sup> Formklass och fettklass redovisas i EUROP systemets 15 klasser. Formklassen: 1=P-, 15=E+. Fettklass: 1=1-, 15=5+ Medeltal på samma rad som markeras med olika bokstäver är signifikant åtskilda ( $P<0.01$ ).

NS (non-significant)=Inte signifikant

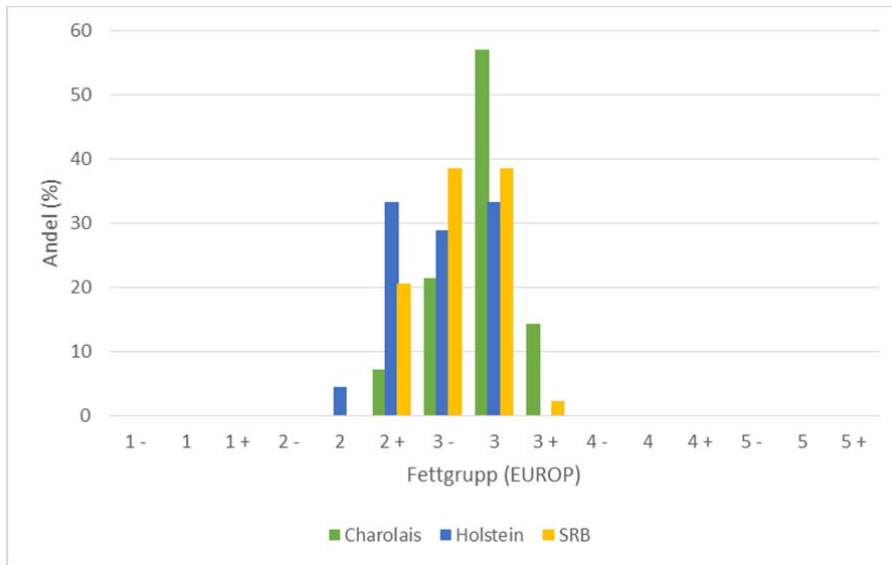
Tabell 20. Slaktvikt, ålder, viktökning, fettklass och formklass för SRB-tjurarna i respektive marmoringsklass (antal observationer i varje marmoringsklass redovisas i tabell 17). Medeltal (Least Squares Means, LSM)±standardfel

	Marmoringsklass				R <sup>2</sup>	P-värde
	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4		
<b>Slaktvikt</b> , kg	251±7 <sup>a</sup>	269±6 <sup>ab</sup>	277±7 <sup>b</sup>	296±25 <sup>ab</sup>	0,17	<0,059
Minimum	204	227	243	296		
Maximum	301	324	306	296		
<b>Ålder</b> , månader	13.4±0.27 <sup>a</sup>	13.5±0.21 <sup>a</sup>	14.2±0.24 <sup>b</sup>	16±0.89 <sup>b</sup>	0,29	<0,0034
Minimum	12.3	12	13	16		
Maximum	15	15	16	16		
<b>Viktökning</b> , kg/dag	0.56±0.02	0.60±0.02	0.58±0.02	0.56±0.06		NS
Minimum	0.45	0.49	0.49	0.56		
Maximum	0.66	0.73	0.69	0.56		
<b>Fettklass</b> <sup>1</sup>	6.7±0.22 <sup>ac</sup>	7.2±0.17 <sup>ab</sup>	7.6±0.2 <sup>bc</sup>	8.0±0.74 <sup>ac</sup>	0,21	<0,023
Minimum	6	6	6	8		
Maximum	8	8	9	8		
<b>Formklass</b> <sup>1</sup>	5.1±0.29 <sup>a</sup>	6.0±0.23 <sup>b</sup>	5.8±0.26 <sup>ab</sup>	8.0±0.97 <sup>b</sup>	0,23	<0,015
Minimum	4	5	4	8		
Maximum	7	8	7	8		

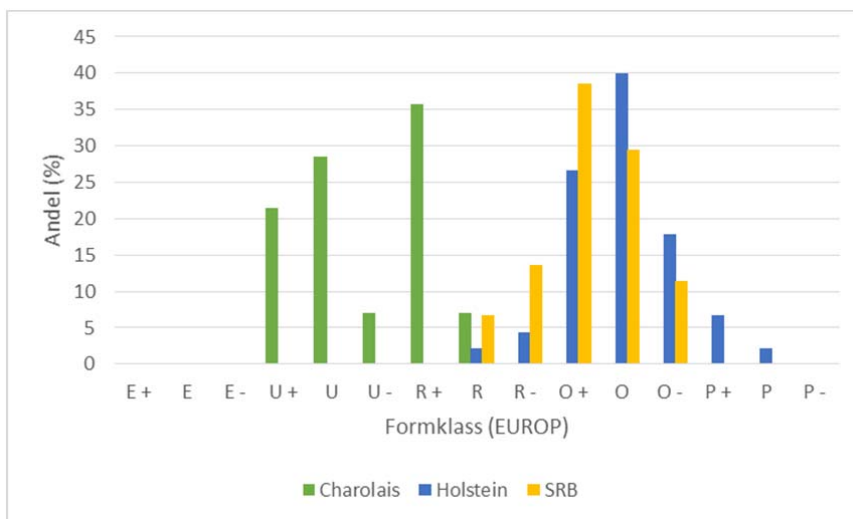
<sup>1</sup> Formklass och fettklass redovisas i EUROP systemets 15 klasser. Formklassen: 1=P-, 15=E+. Fettklass: 1=1-, 15=5+

Medeltal på samma rad som markeras med olika bokstäver är signifikant åtskilda ( $P<0.01$ )

NS (non-significant)=Inte signifikant



Figur 12. Andelen Charolaistjurar, Holsteintjurar och SRB-tjurar i respektive fettgrupp (EUROP systemet).



Figur 13. Andelen Charolaistjurar, Holsteintjurar och SRB-tjurar i respektive formklass (EUROP systemet).

## 5 Diskussion

### *Kviga, stut eller tjur?*

Materialet från Ugglarp gav en god översikt hur marmoreringen skiljer sig beroende på djurkategori. Materialet innehöll ursprungligen totalt 15 465 ungnöt (kviga, stut, ungtjur, yngre tjur och ungko). Uppgifter om djurens genetiska bakgrund samt uppfödningsform noterades inte vid klassificeringen, vilket har varit en begränsning för slutsatserna i denna studie. För att få ett mer jämförbart resultat begränsades materialet i studien till att endast innefatta djurkategorierna kviga, stut och ungtjur. Det var även stora variationer mellan individerna med avseende på ålder, slaktvikt, formklass och fettgrupp. I ett första urval begränsades därför åldersintervallet till att endast innefatta kvigor och stutar i åldersintervallet 8 till 30 månader samt tjurar yngre än 24 månader (ungtjurar). Urvalet gjordes för att materialet skulle vara mer jämförbart med en planerad nötköttsproduktion. I ett andra urval studerades kvigor och stutar i åldersintervallet 30 till 60 månader närmare.

Materialet visade att totalt ungefär 2 procent av samtliga kvigor, stutar och ungtjurar bedömdes vara väl marmorerade (marmoreringsklass 4) och 17 procent bedömdes vara marmorerade (marmoreringsklass 3). Resultatet visar att svenska nötkreatur i dagsläget inte är marmorerade i högre grad. Materialet från Ugglarp visade däremot att kvigor och stutar var marmorerade i en större grad jämfört med ungtjurar. Största andelen kvigor och stutar hade dock begynnande marmorering (marmoreringsklass 2) medan största andelen ungtjurar saknade marmorering.

Ungtjurarna hade generellt högre slaktvikt och högre daglig viktökning jämfört med kvigorna och stutarna. Som litteraturen påvisat har individer med hög muskeltillväxt generellt lägre andel intramuskulärt fett (Harper & Pethick et al., 2004). Ungtjurarna i marmoreringsklass 3 och 4 hade något lägre daglig viktökning jämfört med ungtjurarna i marmoreringsklass 1 och 2. Eventuellt kan något mer långsamväxande ungtjurar som slaktas vid en högre ålder utveckla mer intramuskulärt fett. Om iakttagelsen har en fysiologisk eller genetisk förklaring kvarstår obesvarat, då materialet från Ugglarp saknar information som grund för ytterligare slutsatser. Lätta kötttraser och mjölktraser har en lägre daglig tillväxt jämfört med tunga kötttraser, varvid det är troligt att de förstnämnda raserna bidrar till en mer omfattande marmorering. Enligt Duckett et al. (1993) och Pugh et al. (2005) har intramuskulärt fett en låg tillväxt i tidig ålder, följt av en relativt konstant tillväxt från omkring 200 kg till 400 kg (slaktvikt) för kvigor och stutar av kötttraser. Resultatet från Ugglarp visar dock att det finns individer som har utvecklat en omfattande marmoreringsgrad redan vid en slaktvikt på ungefär 200 kg.

Andelen intramuskulärt fett ökar med åldern (Aalhus et al., 1992; Albrecht et al., 2006). Resultatet från Ugglarp visar att kvigor och stutar äldre än 30 månader var marmorerade i högre grad jämfört med kvigor och stutar yngre än 30 månader. Som nämnt ökar dock tvärbindingarna av kollagenet samt diametern av kollagenfibrillerna med åldern, vilket kan påverka köttets sensoriska kvalitet negativt (Harper, 1999). I åldersintervallet 8 till 30 månader bedömdes stutarna ha något högre marmorering än kvigorna, medan kvigorna i åldersintervallet 30 till 60 månader bedömdes ha något högre marmorering än stutarna. Enligt Berg & Butterfield (1976) ansätter kvigor fett vid en lägre vikt jämfört med stutar, vilket materialet från Ugglarp bekräftade då kvigorna generellt hade en lägre slaktvikt och ålder men en högre fettklass i samtliga marmoreringsklasser jämfört med stutarna.

Resultatet från Ugglarp tyder på att slaktkroppens fettklass har störst betydelse för marmoreringsgraden, då medeltalet för fettklassen var signifikant högre vid högre marmoreringsklass för samtliga djurkategorier. Resultatet visade även att kvigor tenderar att ha mer fett på slaktkroppen vid jämförelse med stutar och ungtjurar i samma marmoreringsklass. Ungtjurarna

hade generellt mindre fett på slaktkroppen vid jämförelse med övriga djurkategorier i samma marmoringsklass. Kvigorna och stutarna använder följaktligen mer energi för att ansätta fett medan ungtjurarna använder mer energi för att ansätta muskler. Av särskilt intresse är de individer som klassificerades i fettklass 6 till 9 (fettgrupp 2+ till 3+) men som bedömdes i marmoringsklass 3 eller 4. Individerna inom nämnda intervall uppnådde hög marmoringsgrad samt efterfrågad mängd fett på slaktkroppen. Dessa individer återfinns i samtliga djurkategorier. Medeltalet för fettklassen för kvigorna i marmoringsklass 3 och 4 samt för stutarna i marmoringsklass 4 var dock högre än 9. Resultatet visar även att det finns individer med mycket fett på slaktkroppen utan att ha utvecklat betydande marmorering.

Kvigor och stutar äldre än 30 månader hade högre slaktvikt men lägre formklass jämfört med kvigor och stutar yngre än 30 månader. De äldre kvigorna hade något högre fettklass vid högre marmorering jämfört med de yngre kvigorna. Förhållandet var tvärtom för stutarna där de äldre stutarna hade mindre fett på slaktkroppen i samtliga marmoringsklasser jämfört med de yngre stutarna. Som resultatet visar kan en mer extensiv uppfödning av kvigor och stutar till en högre ålder bidra till en högre marmoringsgrad. Dock försämrades slaktkroppens formklass. En högre ålder innebär i allmänhet även högre uppfödningkostnader.

För kvigorna och stutarna påvisades inget klart samband mellan slaktkroppens formklass och marmoringsklass. Ungtjurarnas formklass hade dock ett negativt samband med marmoringsgraden, där ungtjuror i marmoringsklass 2 och 3 hade signifikant lägre formklass jämfört med ungtjurorna i marmoringsklass 1. Mjölkraser har generellt lägre formklass jämfört med kötttraser (Warriss, 2000). En förklaring till att ungtjurorna hade sämre formklass vid högre marmoringsklass kan följaktligen bero på att mjölkrastjuror ingick i dessa klasser.

Svensk nötköttsproduktion karaktäriseras av en stor andel ungtjuror. Som resultatet från Ugglarp visar kan ungtjuror utveckla marmorering, dock är det stor variation mellan olika individer. Stutproduktion är främst lönsamt i Sverige vid utnyttjande av naturbetesmarker som är berättigade att erhålla stöd (Hessle et al., 2009). Dock är stutproduktion samt uppfödning av kvigor till slakt begränsad av tillgången till stödberättigade arealer liksom kvantiteten kött som produceras på detta sätt. Att andra länder (utanför EU) kan ha stutproduktion med god lönsamhet är på grund av användningen av tillväxthormoner, vilket gör att man trots kastrering kan uppnå en hög tillväxt (Warriss, 2000). Slakten av kvigor och stutar i Sverige minskar under sommaren, då majoriteten hålls på bete under denna period. Därför kommer även tillgången på marmorerat kött att variera under året.

### *Mjölkras eller tung köttträs?*

I försöket på Siljans Chark klassificerades marmoreringen hos ungtjuror av Charolaisras, Holsteinras samt SRB-ras. Försöket visade att marmoringsgraden skiljer sig mellan olika raser uppfödda under liknande förhållanden. SRB-tjurarna och Holsteintjurarna hade högre marmoringsgrad jämfört med Charolaistjurarna. Resultatet från det egna försöket bekräftas av litteraturen. Albrecht et al. (2006) och Pfuhl et al. (2007) påvisade att mjölkraser och lätta kötttraser har mer intramuskulärt fett än tunga kötttraser vid en given vikt eller ålder. Det egna försöket visade även av SRB-tjurarna generellt hade högre marmoringsgrad jämfört med Holsteintjurarna.

Charolaistjurarna i försöket hade högre medeltal för slaktvikt och formklass jämfört med mjölkrastjurarna. SRB-tjurarna hade generellt bättre formklass men lägre slaktvikt jämfört med Holsteintjurarna. Charolaistjurarna i försöket hade något lägre medelålder än mjölkrastjurarna. Att Charolaistjurarna hade lägre marmoringsgrad kan bero på att tunga kötttraser når könsmognad senare och hade därför inte hunnit utveckla mer omfattande marmorering vid tidpunkten för slakt. Hocquette et al. (2003) visade även att sent slaktmogna raser har högre glykolytisk muskelmetabolism jämfört

med tidigt slaktmogna raser, vilket kan vara ännu en förklaring till varför Charolaistjurarna i försöket hade lägre andel intramuskulärt fett. En intressant iakttagelse i försöket var att Charolaistjurarna trots lägre marmoringsgrad hade något mer fett på slaktkroppen jämfört med mjölkrastjurarna, vilket kan vara relaterat till rasens genetiska kapacitet för att utveckla intramuskulärt fett.

Ungtjurarna som klassificerades på Siljans Chark bedömdes ha högre marmoringsgrad jämfört med ungtjurarna som klassificerades på Ugglarp. Slutsatser från försöket begränsades av att det endast innefattade 103 ungtjurar. Det egna försöket påvisade dock att marmoringsgraden är relaterat till djurets ras, där den genetiska kapaciteten att uttrycka egenskapen varierar mellan raser. De stora variationerna och avvikelserna i materialet från Ugglarp kan bland annat vara relaterat till individernas genotypiska bakgrund. Därför krävs det ytterligare studier för att undersöka olika rasers genetiska kapacitet för att utveckla marmorering under svenska produktionsförhållanden.

#### *Krävs feta slaktroppar för att uppnå marmorering?*

Sambandet mellan intramuskulärt fett och fettansättning i allmänhet gör det komplicerat att producera marmorerat kött utan att riskera att djuren ansätter onödigt mycket fett på slaktkroppen, som behöver putsas bort vid styckningen (putsfett). Stor andel putsfett på slaktkroppen resulterar i sämre styckningsutbyte samt större foderbehov och högre kostnad per kg viktökning. Resultatet från denna studie liksom litteraturen bekräftar att sambandet mellan marmorering och putsfett är högre för äldre djur (Andersson et al., 1991). I denna studie hade dock inte de äldre stutarna högre medeltal för fettklassen.

Sambandet mellan putsfett och intramuskulärt fett har inspirerat forskare att studera om adipocyterna i olika fettdepåer skiljer sig metaboliskt (Prior, 1978; Smith & Crouse, 1984). Möjligheten att manipulera intramuskulära adipocyternas tillväxt utan att påverka tillväxten av adipocyter i andra fettdepåer har dock varit svårt att bevisa i praktiken. Utvecklingen av intramuskulärt fett är, som beskrivits i litteratursammanställningen, mer beroende av tillgång på nettoenergi än typ av näringssubstrat.

#### *Strategi för att uppnå marmorering*

Djurets ras och kön är nära korrelerat med slaktkroppens marmoringsgrad. Även uppfödningstrategi påverkar utvecklingen av intramuskulärt fett. Intensiv utfodring resulterar i att marmorering uppträder i en tidigare ålder. Genom att öka tillgången på nettoenergi för fettsyntesen stimuleras bildandet av intramuskulärt fett (Pethick et al., 2004). En längre utfodringsperiod med energirikt foder tillåter djuren att utveckla marmorering, då djuret hinner nå muskelmognad och därefter tid för att "fylla på" musklerna med intramuskulärt fett (Myers et al., 1999). Av denna anledning är slutgödning innan slakt en strategi för att uppnå marmorering. Slutgödning är även positivt för slaktkroppens form (Scheffler et al., 2013). Vid en kortare utfodringsperiod ökar risken för att djuret inte hinner utveckla intramuskulärt fett, speciellt om utfodringen efter muskelmognad är restriktiv. Vid en mer extensiv uppfödning på grovfoder och bete kommer djuren att vara betydligt äldre vid slakt för att uppnå önskad marmoringsgrad.

Scheffler et al. (2013) påvisade att intensiv utfodring en period efter avvänjning kan förbättra marmoringsgraden utan att påverka andelen fett på slaktkroppen. Intensiv utfodring direkt efter avvänjning kan stimulera bildandet av intramuskulära fettceller genom ökad celledelning (Gorocica-Buenfil et al., 2007). De intramuskulära adipocyterna underhålls sedan under den period foderstaten är mer restriktiv för att utvecklas till mogna adipocyter under slutgödningsperioden. Utfodringsstrategin kan implementeras i svensk dikalvsproduktion genom att tillskottsutfodra kalvar inför och under betessäsongen. Strategin kan även implementeras genom tillgång på energirikt foder direkt efter avvänjning under stallperioden. Man bör dock ha i åtanke att utfodringen inte ensamt kan påverka

andelen intramuskulärt fett. Djurens genetiska kapacitet att uttrycka egenskapen begränsar (May et al., 1992), där vidare utfodring endast bidrar till högre kostnader. En kombination av avelsarbete och utfodring är dock framgångsrikt för att uppnå högre marmoreringsgrad.

### *Ekonomiskt perspektiv*

En längre utfodringsperiod och slakt vid en högre ålder ger i allmänhet en högre grad av marmorering men resulterar i högre kostnader för produktionen. Parametrar som även i fortsättningen kommer påverka nötköttsproducenternas lönsamhet är daglig tillväxt, klassning av slaktkroppen, avräkningspris, foderkostnad per kg tillväxt samt uppfödningstid. Även kostnader för bland annat byggnader och driftkostnad påverkar lönsamheten. Av denna anledning kommer handeln behöva ta ut ett högre pris på marknaden för att nötköttsproducenter som levererar marmorerade djur ska få täckning för de högre produktionskostnaderna. Även om köttkvalitet har varit en viktig fråga under en längre tid har avsaknaden av merbetalningen för högkvalitativt kött bidragit till att producenterna fokuserat mer på volym. För att nötköttsproducenterna ska fokusera på köttets kvalitetsegenskaper utan att försämra lönsamheten krävs tydliga prissignaler. Intramuskulärt fett är främst av intresse för styckningsdetaljer med högre kommersiellt värde. Det betyder att några få styckningsdetaljer kommer behöva betala för hela slaktkroppen vid implementering av den nationella standarden för marmorering.

Då den nationella standarden utgår från den amerikanska USDA-skalan blir marmoreringsgraden för svenskt nötkött internationellt jämförbart. Enligt Stenberg är kvalitetsbedömning med avseende på köttets marmoreringsgrad i nuläget inte etablerat inom EU (personligt meddelande, 26 mars 2014), vilket ger nötköttssektorn i Sverige ett försprång. Marmorerat kött behöver dock inte givet generera kött med hög sensorisk kvalitet, då köttets slutliga kvalitet är ett resultat av flera faktorer med hög interaktion (muskulernas biologiska karaktär, slaktmetod, mörningsprocess med mera).

## 6 Slutsats

Differentieringen av svenskt nötkött baserat på kötråvarans egenskaper har hitintills varit bristfällig. Genom att bygga upp nya koncept kan kvaliteten hos svenskt nötkött förbättras, vilket kan skapa ekonomiska mervärden samt öka konkurrenskraften för svenskt kött. En kvalitetsgradering av nötkött är nödvändigt för att mervärdet ska nå fram till nötköttsproducenterna. För att stärka konkurrenskraften hos svenskt nötkött krävs satsningar inom hela nötköttssektorn. Att arbeta fram en svensk standard för marmorering är ett första steg. Därefter är det av stor vikt att marmoreringsgraden systematiskt dokumenteras på svenska slakterier. Nötköttsbranschen och handeln måste kommunicera ut mervärdet till konsumenterna för att öka medvetenheten och därmed efterfrågan och betalningsviljan för marmorerat kött. För att signalera ut mervärdet till konsumenterna krävs tydlig kvalitetsmärkning av marmorerat kött. Marmoreringsstandarden öppnar upp för alternativa mervärden samt försäljning under specifika koncept. Eftersom marmorering är ett mervärde som skapas på gårdsnivå är det viktigt att mervärdet tillfaller nötköttsproducenterna, så att producenter som levererar slaktdjur med hög marmorering kan stärka sin förhandlingsposition. Standarden är en förutsättning för att producenterna ska kunna styra och utforma uppfödningen efter marknadens önskemål.



## 7 Referenser

- Aalhus, J.L., Jones, S.D.M., Tong, A.K.W., Jeremiah, L.E., Robertson, W.M., Gibson, L.L. 1992. The combined effects of time on feed, electrical stimulation and aging on beef quality. *Canadian Journal of Animal Science*. 72, 525-535.
- Albrecht, E., Teuscher, F., Ender, K., Wegner, J. 2006. Growth- and breed-related changes of marbling characteristics in cattle. *Journal of Animal Science*. 84, 1067-1075.
- Andersen, R.G., Ingvarsten, L.K. 1987. Effect of energy level, weight and castration on growth, feed conversion and carcass composition of cattle. *National Institute of Animal Science*. 92-101.
- Andersson, I., Andersson, B-M., Göransson, B., Jonsson, H., Malmfors, G., Möller, B-M. 1991. Samband mellan putsfett, intramuskulärt fett och ätkvaliteten på nötkött. *Köttforskningsinstitutet*. ISSN nr 0379-277x.
- Andersson, O., Dareljus, K., Brännäng, E., Hansson, I. 1979. Organ and by-product weights in cattle. *Swedish Journal of Agricultural Research*. 9, 15-24.
- Andrae, J.G., Duckett, S.K., Hunt, C.W., Pritchard, G.T., Owens, F.N. 2001. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. *Journal of Animal Science*. 79, 582-588.
- Andrews, F.N. 1958. Fifty years of progress in animal physiology. *Journal of Animal Science*. 17, 1064-1078.
- Becker, T. 2000. Consumer perception of fresh meat quality: A framework for analysis. *British Food Journal*. 102, 158-176.
- Berendse, W., Bunch, R., Thomas, M., Armitage, S., Baud, S., Donaldson, N. 2004. The TG5 thyroglobulin gene test for marbling quantitative traits loci evaluated in feedlot cattle. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 44, 669-674.
- Berg, R.T., Butterfield R.M. 1968. Growth patterns of bovine muscle, fat and bone. *Journal of Animal Science*. 27, 611-628.
- Berg, R.T., Butterfield, R.M. 1976. New concepts of cattle growth. *Sydney University Press, Sydney, Australia*.
- Bertrand, J.K., Green, R.D., Herring, W.O., Moser, D.W. 2001. Genetic evaluation for beef carcass traits. *Journal of Animal Science*. 79, 190-200.
- Brackebusch, S.A., McKeith, F.K., Carr, T.R., McLaren, D.G. 1991. Relationship between *longissimus* composition and of other major muscles of the beef carcass. *Journal of Animal Science*. 69, 631-640.
- Bruns, K.W., Pritchard, R.H., Boggs, D.L. 2004. The relationships among body weight, body condition, and intramuscular fat content in steers. *Journal of Animal Science*. 82, 1315-1322.
- Chambaz, A., Scheeder, M.R.L., Kreuzer, M., Dufer, P-A-. 2003. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same level of intramuscular fat. *Meat Science*. 63, 491-500.
- Cianzio, D.S., Topel, D.G., Whitehurst, G.B., Beitz, D.C., Self, H. L. 1985. Adipose tissue growth and cellularity: changes in bovine adipocyte size and number. *Journal of Animal Science*. 60, 970-976.
- Crews, D.H. Jr. och Kemp, R.A. 2001. Genetic parameters of ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and slaughter beef cattle. *Journal of animal science*. 79, 3008-3020.
- Dubiski, P.L., Aalhus, J.L., Jones, S.D.M., Tong, A.K.W., Robertson, W.M. 1997. Fattening heifers to heavy weights to enhance marbling: efficiency of gain. *Canadian Journal of Animal Science*. 828, 625-633.
- Duckett, S.K., Wagner, D.G., Yates, L.D., Dolezal, H.G., May, S.G. 1993. Effects of time of feed on beef nutrient composition. *Journal of Animal Science*. 71, 2079-2088.
- Ekerljung, M. 2012. Candidate gene effects on beef quality. Licentiate thesis. Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala 2012. Department of Animal Breeding and Genetics ISSN 1401-7520. Publication no 148.
- Field, R.A., Nelms, G.E., Schoonover, C.O. 1966. Effects of age, marbling and sex on palatability of beef. *Journal of Animal Science*. 25, 360-366.
- Forshufvud, M. 2012a. Mer betalt för marmorerat kött. (12 Okt. 2012). *Nötkött* 5/2012 sid 9. ISSN: 0281-8205. Årgång 29.
- Forshufvud, M. 2012b. Köttbranschen vill lyfta nötköttet. (15 Sep. 2012). *Livsmedel i fokus* 6/2012 sid 26. ISSN: 1652-912X.
- Geary, T.W., McFadin, E.L., MacNeil, M.D., Grings, E.E., Short, R.E., Funston, R.N., Keisler, D.H. 2003. Leptin as a predictor of carcass composition in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 81, 1-8.

- Glitsch, K. 2000. Consumer perception of fresh meat quality: Cross-national comparison. *British Food Journal*. 102, 177-194.
- Gorocica-Buenfil, M.A., Fluharty, F.L., Bohn, T., Schwartz, S.J., Loerch, S.C. 2007. Effect of low vitamin A diets with high-moisture or dry corn on marbling and adipose tissue fatty acid composition of beef steers. *Journal of Animal Science*. 85, 3355-3366.
- Hansson, I., Lindell, L. 1998. Skattning av slaktkroppsegenskaper hos nötkreatur. *Slakteriförbundets FOU-grupp Nöt/Lamm*. Rapport Nr 19.
- Harper, G.S. 1999. Trends in skeletal biology and the understanding of toughness in beef. *Australian Journal of Agricultural Research*. 50, 1105-1129.
- Harper, G.S., Pethick, D.W. 2001. The physiology of marbling: what is it, and why does it develop? Cooperative Research Centre for Cattle and Beef Quality. *Marbling Symposium*. 36-45.
- Harper, G.S., Pethick, D.W. 2004. How might marbling begin? *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 44, 653-662.
- Hedrick, H.B., Thompson, G.B., Krause, G.F. 1969. Comparison of feedlot performance and carcass characteristics of half-sib bulls, steers and heifers. *Journal of animal science*. 29, 687-694.
- Hessle, A., Dahlström, F., Wallin, K. 2009. Långsam stut på naturbete eller snabb ungtjur? Sveriges Lantbruksuniversitet. Nr 3.
- Hocquette, J.F., Jurie, C., Ueda, Y., Boulesteix, P., Bauchart, D., Pethick, D.W. 2003. The relationship between muscle metabolic pathways and marbling of beef. In: Progress in Research on Energy and Protein Metabolism, W.B.Souffrant, C.C. Metges (editors). EAAP Publication N° 109, Wageningen Pers., Wageningen, The Netherlands. 513-516.
- Hocquette, J.F., Richardson, I., Prache, S., Medale, F., Duffy, G., Scollan, D.N. 2005a. The future trends for research on quality and safety of animal products. *Italian Journal of Animal Science*. 4, 49-72.
- Hocquette, J.F., Renand, G., Levéziel, H., Picard, B., Cassar-Malek, I. 2006. The potential benefits of genetics and genomics to improve beef quality: a review. *Animal Science Papers and Reports*. 24, 173-189.
- Hocquette, J.F., Gondret, F., Baéza, E., Médale, F., Jurie, C., Pethick, D.W. 2010. Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animals*. 4, 303-319.
- Hoffmann, R., Andersson, H. 1998. Köttkvalitet, producent- och konsumentaspekter. *Sveriges lantbruksuniversitet*. Nr 18 1998.
- Hood, R.L., Allen, C.E. 1973. Cellularity of bovine adipose tissue. *Journal of Lipid Research*. 14, 605-610.
- Hood, R.L., Allen, C.E. 1978. Lipogenesis in isolated intramuscular adipose tissue from four bovine muscles. *Journal of Animal Science*. 46, 1626-1633.
- Jeremiah, L.E., Dugan, M.E.R., Aalhus, J.L., Gibson, L.L. 2003. Assessment of the relationship between chemical components and palatability of major beef muscles and muscle groups. *Meat Science*. 65, 1013-1019.
- KAP kött-avelproduktion. 2011. Slaktstatistik för kötttraser i KAP. Tillgänglig online: <http://www.taurus.mu/aciro/bilddb/objektvisa.asp?Idnr=4iPNuUBjnvVISUxCCVNWLFdHdMeh5HohgWgNMmbhFjpsCkbSDr6uUNlfqPNs&ext=.pdf>
- Killinger, K.M., Calkins, C.R., Umberger, W.J., Feuz, D.M., Eskridge, K.M. 2004. Consumer sensory acceptance and value for beef steaks of similar tenderness, but differing in marbling level. *Journal of Animal Science*. 82, 3294-3301.
- Li, C., Zhou, G., Xu, X., Zhang, J., Xu, S., Ji, Y. 2006. Effects of marbling on meat quality characteristics and intramuscular connective tissue of beef *longissimus* muscle. *Journal of Animal Science*. 19, 1799-1808.
- Lindahl, C. 2012a. Svårt att få marmorerat kött. (12 Okt. 2012). *Nötkött* 5/2012 sid 37. ISSN:0281-8205. Årgång 29.
- Lindahl, C. 2012b. Taurus. Marmorerat kött! Taurus nyhetsarkiv 2012-07-09. Hämtad 2014-05-02 Tillgänglig online: <http://www.taurus.mu/aciro/bilddb/objektvisa.asp?Idnr=PZeMLPdaGpnJajxJCcORMXc9I5PvLh2fuVESbktFtCnTICQ9bTOpnK0PQNoP&ext=.pdf>
- Loy, D., Maxwell, D., Rouse, G. 1999. Effect of early weaning of beef calves on performance and carcass quality. *Beef Research Report*. Iowa State University. A.S. Leaflet R1632.

- Lundesjö Ahnström, M., Hessle, A., Enfält, A-C., Hansson, I., Lundström, K. 2004. Kvigor på naturbetesmark - produktionsegenskaper, slutgödning och köttkvalitet. *Sveriges lantbruksuniversitet (SLU); Stiftelsen Lantbruksforskning; Jordbruksverket (SJV)*. SLF Rapport nr 68, ISSN 1104-6082.
- Lundesjö Ahnström, M. 2008. Influence of Pelvic Suspension on Beef Meat Quality. Doctoral Thesis. *Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences Department of Food Science. Uppsala. Sveriges Lantbruksuniversitet*. ISSN 1652-6880.
- Maltin, C., Balcerzak, D., Tilley, R., Delday, M. 2003. Determinants of meat quality: tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society*. 62, 337-347.
- May, S.G., Dolezal, H.G., Gill, D.R., Ray, F.K., Buchanan, D.S. 1992. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. *Journal of Animal Science*. 70, 444-53.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G. 2011. Animal nutrition. Seventh edition. ISBN: 978-1-4082-0423-8.
- Meaker, H.J., Liebenberg, G.C., van Schalkwyk, A.P. 1986. Live and carcass measurements of steers castrated at three different ages and slaughtered at 2 or 3 years of age. *South Africa Journal of Animal Science*. 16, 151-154.
- Myers, S.E., Faulkner, D.B., Ireland, F.A., Berger, L.L., Parrett, D.F. 1999. Production systems comparing early weaning to normal weaning with or without creep feeding for beef steers. *Journal of Animal Science*. 77, 300-310.
- Nishimura, T., Hattori, A., Takahashi, K. 1999. Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of Japanese black cattle: Effect of marbling on beef tenderization. *Journal of Animal Science*. 77, 93-104.
- Pethick, D.W., McIntyre, L., Tudor, G., Rowe, J.B. 1997. The partitioning of fat in ruminants – can nutrition be used as a tool to regulate marbling? *University of New England, Armidale NSW 2351, Australia*. 151-158.
- Pethick, D.W., Harper, G.S., Oddy, V.H. 2004. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 44, 705-715
- Pfuhl, R., Bellman, O., Kühn, C., Teuscher, F., Ender, K., Wegner, J. 2007. Beef versus dairy cattle: a comparison of feed conversion, carcass composition, and meat quality. *Research Institute for the Biology of Farm Animals Dummerstorf*. 1, 59-70.
- Polkinghorne, R.J., Thompson, J.M. 2010. Meat standards and grading, a world view. *Meat science*. 86, 227-235.
- Prior, R.L. 1978. Affect of level of feed intake on lactate and acetate metabolism and lipogenesis *in vivo* in sheep. *Journal of Nutrition*. 108, 926-35.
- Prior, R.L. 1983. Lipogenesis and adipose tissue cellularity in steers switched from alfalfa hay to high concentrate diets. *Journal of Animal Science*. 56, 483-492.
- Pugh, A.K., McIntyre, B.L., Tudor, G.E., Pethick, D.W. 2005. Understanding the effect of gender and age on the pattern of fat deposition in cattle. In: Indicators of milk and beef quality. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands. 405-408.
- Reverter, A., Johnston, D.J., Graser, H.U., Wolcott, M.L., Upton, W.H. 2000. Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. *Journal of Animal Science*. 78, 1786-1795.
- Robelin, J. 1985. Bases physiologiques de la production de viande: croissance et développement. In: D. Micol and C. Beranger (Editors), *La Production de Viande Bovine. I.N.R.A. Publications, Versailles*. 35-59.
- Robelin, J. 1986. Growth of adipose tissues in cattle; Partitioning between depots, chemical composition and cellularity: a review. *Livestock Production Science*. 14, 349-364.
- Sapp, R.L., Bertand, J.K., Pringle, T.D., Wilson, D.E. 2002. Effects of selection for ultrasound intramuscular fat percentage in Angus bulls on carcass traits of progeny. *Journal of Animal Science*. 80, 2017-2022.
- SAS, 2011. SAS/STAT® 9.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Savell, J.W., Cross, H.R. 1986. The role of fat in the palatability of beef, pork and lamb. *Meat Res*. Update 1 (4): 1-10. Publ. Dept. of Animal Science, The Texas A&M University System, Texas, USA.
- Scheffler, J.M., McCann, M.A., Jiang, H., Hanigan, M.D., Bridges, G.A., Lake, S.L., Gerrard, D.E. 2013. Early metabolic imprinting events increase marbling scores in fed cattle. *Journal of Animal Science*. 92, 320-324.
- Sjaastad Ø.V., Hove, K., Sand, O. 2003. Physiology of domestic animals. *Scandinavian Veterinary Press, Oslo*. ISBN: 82-91743-11-8.

- Smith, S.B., Crouse, J.D. 1984. Relative contributions of acetate, lactate, and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. *Journal of Nutrition*. 114, 792-800.
- Statens jordbruksverk. 2005. Klassificering av slaktkroppar – nöt, svin, får, get, häst, ren. Jönköping: Statens Jordbruksverk. Klassningsbroschyr. Hämtad: 2014-03-03 Tillgänglig online: [http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_ovrigt/ovr21.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr21.pdf)
- Statens jordbruksverk. 2008. Mervärden för svenskt kött. Rapport 2008:5.
- Statens jordbruksverk. 2011. Från gård till köttdisk – konkurrensen på den svenska köttmarknaden. Rapport 2011:2.
- Statens jordbruksverk. 2012. Nötkreaturssektorns uppbyggnad – en analys av struktur och slakt i nötkreaturssektorn. Rapport 2012:03.
- Statens jordbruksverk. 2013a. På tal om jordbruk – fördjupning om aktuella frågor. Hämtad: 2014-04-10. Tillgänglig online: [http://www.jordbruksverket.se/download/18.2c4b2c401409a3349319287/1379665307953/Kortrapport+animaliebalanser\\_sep\\_t13.pdf](http://www.jordbruksverket.se/download/18.2c4b2c401409a3349319287/1379665307953/Kortrapport+animaliebalanser_sep_t13.pdf)
- Statens jordbruksverk. 2013b. Statistisk databas. Hämtad: 2014-02-03. Tillgänglig online: <http://statistik.sjv.se/Dialog/Saveshow.asp>
- Stenberg, H., Widebeck, L. 2006. Produktionsnyckeltal för ungnöt. Taurus Köttträdgivning AB.
- Stenberg, H. 2013. Ett svenskt system för kvalitetsklassificering av nötkött. *Matlandet Sverige* Dnr 19-10925/12. Hämtad: 2014-02-14. Tillgänglig online: <http://www.jordbruksverket.se/download/18.37e9ac46144f41921cd2d8f/1396012750964/Ett+svenskt+system+f%C3%B6r+kvalitetsklassificering+av+n%C3%B6tk%C3%B6tt.pdf>
- Sundelöf, J-A. 2012. Marmorerat kött ska ge extra betalt. *Nötkött* 5/2012 sid 11.
- Svenskt Kött. 2013. Fakta om det svenska köttet: i kosten, för sysselsättningen, djuromsorgen, den biologiska mångfalden och de öppna landskapen. Hämtad: 2014-03-30. Tillgänglig online: [https://static-svensktkott.s3.amazonaws.com/uploads/attachments/SVK\\_RAPPORT\\_2013.pdf](https://static-svensktkott.s3.amazonaws.com/uploads/attachments/SVK_RAPPORT_2013.pdf)
- Sørensen, M., Lykkeaa, J., Andersen, H. Refsgaard. 1972. Fodringsintensitetens indflydelse på tilvækst og kødkvalitet hos ungtyre og stude. *Årbog Landøk. Forsøgslab*. København. 370-376.
- 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. *Animal Genetics* 34, 354-357.
- Thompson, J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Science*. 62, 295-308
- USDA. 1997. "United States standards for grades of carcass beef" (Elektronisk). The United States Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service: Washington, DC. Hämtad: 2013-02-01. Tillgänglig online: <http://www.ams.usda.gov/AMSv1.0/getfile?dDocName=STELDEV3002979>
- Vernon, R.G. 1981. Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminant animals. In "Lipid metabolism in ruminant animals". Pergamon Press: Oxford, UK. 279-362.
- Vestergaard, M., Therkildsen, M., Henckel, P., Jensen, L.R., Andersen, H.R. och Sejrsen, K. 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. *Meat Science*.54, 187-195.
- Warner, R.D., Greenwood, P.I., Pethick, D.W., Ferguson, D.M. 2010. Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat science*. 86, 171-183.
- Warriss, P.D. 1996. Introduction: what is meat quality? In: Taylor, S.A., Raimundo, A., Severini, M., Smulders, F.J.M. (eds) *Meat Quality and Meat Packaging*. ECCEAMST, Utrecht. 3-10.
- Warriss, P.D. 2000. Meat science: An Introductory Text. *Wallingford; CABI Publishing*.
- Webb, E.C., O'Neill, H.A. 2008. The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science*. 80, 28-36.
- Wertz, E., Berge, L.L., Walker, P.M., Faulkner, D.B., McKeith, K.F., Rodriguez-Zas, S. 2001. Early weaning and postweaning nutritional management affect feedlot performance of Angus × Simmental heifers and the relationship of 12<sup>th</sup> rib fat and marbling score to feed efficiency. *Journal of Animal Science*. 79, 1660-1669.

Wheeler, T.L., Davis, G.W., Clark, J.R., Ramsey, C.B., Rourke, T.J. 1989. Composition and palatability of early and late maturing beef breed-types. *Journal of Animal Science*. 67, 142-151.

Wheeler, T.L., Cundiff, L.V., Shackleford, S.D. and Koohmaraie, M., 2004. Characterization of biological types of cattle (Cycle VI): carcass, yield and longissimus palatability traits. *Journal of Animal Science*, 83, 196-207.

Wood, J.D. 1990. Consequences for meat quality of reducing carcass fatness. Reducing fat in meat animals. 344-397.

Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Richardson, R.I., Sheard, P.R. 1999. Manipulating meat quality and composition. *Proceedings of the Nutrition Society*. 58, 363-370.

Worrell, M.A., Clanton, D.C., Calkins, C.R. 1987. Effect of weight of castration on steer performance in the feedlot. *Journal of Animal Science*. 64, 343-347.

Zinn, D. W., Durham, R. M. och Hedrick, H. B. (1970). Feedlot and carcass grade characteristics of steers and heifers as influenced by days on feed. *Journal of Animal Science*. 31, 302-306.

## **Ej publicerade källor**

Oddy, V.H., Smith, C., Dobos, R., Harper, G.S., Allingham, P.G. 2000. Effect of dietary protein content on marbling and performance of beef cattle. Meat and Livestock Australia, Final Report of project FLOT 210, North Sydney.

Pethick, D.W., McIntyre, B.L., Tudor, G.E. 2000. The role of dietary protein as a regulator of the expression of marbling in feedlot cattle (WA). Meat and Livestock Australia, Final report of project FLOT 209, North Sydney.

Stenberg, H. 2014. Personligt meddelande

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida [www.slu.se](http://www.slu.se).

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. The department's degree projects are published on the SLU website [www.slu.se](http://www.slu.se).

<p>Sveriges lantbruksuniversitet Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap Institutionen för husdjurens utfodring och vård Box 7024 750 07 Uppsala Tel. 018/67 10 00 Hemsida: <a href="http://www.slu.se/husdjur-utfodring-varld">www.slu.se/husdjur-utfodring-varld</a></p>	<p><i>Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management PO Box 7024 SE-750 07 Uppsala Phone +46 (0) 18 67 10 00 Homepage: <a href="http://www.slu.se/animal-nutrition-management">www.slu.se/animal-nutrition-management</a></i></p>
--	--