



Köttkvalitet hos utslagstackor

- Utfodringens och mörningstidens inverkan på slaktkroppsegenskaper och teknologisk köttkvalitet hos slutuppfödda utslagstackor

Sandra Blomberg

Examensarbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Agronomprogrammet - Husdjur
Skara 2024



Köttkvalitet hos utslagstackor – Inverkan av fodermedel och mörningstid på slaktkroppsegenskaper och teknologisk köttkvalitet hos slutuppfödda utslagstackor

Meat quality in cull ewes – The influence of feeding and aging on carcass characteristics and technological meat quality of final reared ewes

Sandra Blomberg

Handledare:	Elin Stenberg, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Bitr. handledare:	Katarina Arvidsson Segerkvist, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Bitr. handledare:	Annelie Carlsson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Examinator:	Anders Karlsson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

Omfattning:	30 hp
Nivå och fördjupning:	Avancerad nivå, A2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i husdjursvetenskap
Kurskod:	EX0872
Program/utbildning:	Agronomprogrammet - Husdjur
Kursansvarig inst.:	Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Utgivningsort:	Skara
Utgivningsår:	2024

Omslagsbild: Sandra Blomberg

Nyckelord: Tacka, utslagstacka, får, kött, köttkvalitet, slutuppfödning, foderstrategi, mörningstid, pH, temperatur, köttfärg, mörhet, skärmotstånd, vattenhållande förmåga, koksvinn

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Avdelningen för produktionssystem

Sammanfattning

Kött från utslagstackor har idag ett lågt ekonomiskt värde i Sverige. Köttet ger producenten knappt hälften så mycket betalt som för lammkött. Större delen av tackaköttet säljs till att bli korv och andra charkprodukter. Att köttet ger en så låg betalning påverkar producenternas ekonomi vilket gör att branschen idag vill se en höjning av värde på kött från utslagstackor. För att slakteriet skall kunna höja sin betalning för tackkött behöver branschen arbeta för att tackköttet som kommer in till slakterierna har en jämn kvalitet. En ytterligare viktig aspekt är att slakterierna önskar en jämn tillgång på tackor under året. För att lyckas med att öka värdet på tackaköttet är köttkvaliteten en viktig aspekt då den till stor del är avgörande om konsumenten väljer att köpa köttet eller inte. Inom köttkvalitet ingår många olika faktorer så som näringsinnehåll, sammansättning, hur djuren har fötts upp, hur köttet ser ut och hur köttet smakar. Köttkvaliteten påverkas av faktorer både innan och efter slakt. Innan slakt kan fodermedel påverka hur mycket intramuskulärt fett och vilken fettsyrasammansättning köttet har. Efter slakt har pH och temperaturnedgången i slaktkroppen en viktig roll för slutliga köttkvaliteten i form av exempelvis mörhet. Djurets kön och ålder kan också påverka köttkvaliteten.

Syftet med denna studie var därför att undersöka hur köttets kvalitet påverkas av olika foderstrategier och mörningstider. Utslagstackorna i studien fick två olika grovfodermedel och kraftfoderandelar under en slutuppfödningssperiod på drygt två månader innan tackorna skickades till slakt. Grovfodermedlen som undersöktes var ensilage respektive presskaka av ensilage där levande vikt vid slakt, tillväxt under slutuppfödning, hull vid slakt och hullökning under slutuppfödning, slaktkroppsegenskaper och teknologisk köttkvalitet jämfördes. Tackorna som utfodrades med presskaka fick även en högre andel kraftfoder jämfört med tackorna som utfodrades med ensilage, för att uppnå likvärdigt energi- och proteininnehåll i foderstaterna. Mörningstiderna som undersöktes var 40 dygnsgrader ($5\text{ }^{\circ}\text{C} \times 8\text{ dagar}$) respektive 80 dygnsgrader ($5\text{ }^{\circ}\text{C} \times 16\text{ dagar}$) där teknologisk köttkvalitet jämfördes mellan behandlingarna.

Studien visade på få skillnader i jämförelsen mellan de olika foderstrategierna när det kommer till tillväxt, ökning i hull, slaktkroppsegenskaper och teknologisk köttkvalitet. Utfodring med presskaka och en högre andel kraftfoder visade sig ge ett högre slaktutbyte och en lägre vattenhållande förmåga hos köttet. Inga skillnader sågs i vikt, tillväxt, hull, hullökning, slaktvikt, formklass, fettklass, blodlaktat, temperatur vid pH6, pH efter 24 timmar eller köttets mörhet och färg. Presskaka i kombination med en högre andel kraftfoder kan därför ses som ett likvärdigt fodermedel till ensilage i kombination med en lägre andel kraftfoder, som utfodring till utslagstackor innan de skickas till slakt. Köttets olika mörningstider gav några skillnader på köttets teknologiska kvalitet. Det kött som mörats i 80 dygnsgrader hade en lägre vattenhållande förmåga, mörkare färg och en rödare färg i jämförelse med kött som fått en mörningstid på 40 dygnsgrader. Inga skillnader sågs i köttets gulhet och heller inte i köttets mörhet.

Nyckelord: Tacka, utslagstacka, får, kött, köttkvalitet, slutuppfödning, foderstrategi, mörningstid, pH, temperatur, köttfärg, mörhet, skärnotstånd, vattenhållande förmåga, koksivinn

Abstract

Today, meat from cull ewes have a low economic value in Sweden. The ewe meat pays the producer barely half as much as lamb meat. Most of the meat from ewes are sold to become products like sausages and other charcuterie products. The low value of the meat affects the producers' finances, which means that the industry wants to see an increase in the value of meat from cull ewes. For the slaughterhouses to be able to increase the payment of the meat, the industry needs to work to ensure that the ewes that comes into the slaughterhouses has a consistent quality. A further important aspect is that the slaughterhouses wish for an even supply of ewes throughout the year. In order to succeed in increasing the value of the meat from cull ewes, the quality of the meat is an important aspect as it largely determines whether the consumer chooses to buy the meat or not. Meat quality includes many different factors such as nutritional content, composition, how the animals have been raised, how the meat looks and how the meat tastes. Meat quality is affected by factors both before and after slaughter. Before slaughter, feed can affect the amount of intramuscular fat and the fatty acid composition of the meat. After slaughter, the pH and temperature drop in the muscle has an important role in the final meat quality in form of, for example, tenderness. Gender and age could also affect meat quality.

The purpose of this study was therefore to investigate how the quality of the meat is affected by different feeding strategies and aging times. The cull ewes in the study received two different roughages and concentrate amounts during a final rearing period of just over two months before the ewes were sent to slaughter. The roughages that were investigated were silage and biorefined silage pulp where growth, increase in body condition score, carcass characteristics and technological meat quality were compared. The ewes fed with silage pulp also received a greater amount of concentrate compared to the ewes fed with silage, in order to achieve the same energy and protein content in the diet. The aging times investigated were either 8 or 16 days in 5 °C, where technical meat quality were compared between the treatments.

The study shows few differences in the comparison between the different feeding strategies when it comes to growth, increase in body condition score, carcass characteristics and technological meat quality. Feeding with silage pulp and a larger amount of concentrate is shown to give a higher dressing percentage and a lower water-holding capacity of the meat. No differences were seen in live weight at slaughter, growth during final rearing, body condition score at slaughter, increase in body condition score, slaughter weight, conformation class, fatness class, blood lactate, temperature at pH6, pH after 24 hours or meat tenderness and color. Biorefined silage pulp in combination with a larger amount of concentrate can therefore be seen as an equivalent feed to silage in combination with a smaller amount of concentrate, as feeding to cull ewes before they are sent to slaughter. The different aging times of the meat showed some differences in the technological quality of the meat. The meat that received an aging time of 16 days had a lower water-holding capacity, darker color, and a redder color in comparison to the meat that received an aging time of 8 days. No differences were seen in the yellowness of the meat, nor in the tenderness of the meat.

Keywords: Ewe, cull ewe, sheep, meat, meat quality, final reared, feeding strategy, aging time, pH, temperature, meat colour, tenderness, shear force, water-holding capacity, cooking loss

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	7
Figurförteckning.....	8
Förkortningar	9
1. Introduktion.....	10
1.1 Syfte	12
2. Litteraturgenomgång	13
2.1 Muskelns omvandling till kött	13
2.1.1 Muskelns pH- och temperaturnedgång	14
2.1.2 Kvalitetsproblem relaterade till pH.....	15
2.2 Köttkvalitet.....	17
2.2.1 Mörhet.....	17
2.2.2 Vattenhållande förmåga.....	18
2.2.3 Köttfärg och färgstabilitet	19
2.3 Fodermedlets inverkan på köttkvaliteten	21
2.3.1 Glykogenförråd och slutligt pH i muskeln	21
2.3.2 Intramuskulärt fett	21
2.3.3 Fettsyrasammansättning	22
2.4 Produktion av fårkött	24
2.4.1 Kött från vuxna tackor.....	24
2.4.2 Konsumtion av fårkött i Sverige	25
3. Material och metod.....	26
3.1 Djur och experimentell design.....	26
3.1.1 Vägning och hullbedömning	26
3.1.2 Fodermedel och foderstrategier.....	27
3.2 Slakt	29
3.2.1 pH- och temperaturmätning	30
3.3 Hantering av köttprover.....	30
3.4 Köttkvalitetsanalyser	31

3.4.1 Köttfärg	31
3.4.2 Vattenhållande förmåga.....	31
3.4.3 Skärmotstånd.....	31
3.5 Statistisk analys	32
4. Resultat.....	33
4.1 Tillväxt under slutuppfödning	33
4.2 Slaktkropparnas kvalitetsegenskaper	33
4.3 Köttets teknologiska kvalitetsegenskaper	34
5. Diskussion	36
5.1 Djuren och fodermedel.....	36
5.1.1 Presskakans potential som fodermedel.....	36
5.2 Effekt av foderstrategi	38
5.2.1 Tillväxt och slaktkroppsegenskaper.....	38
5.2.2 Tekniska kvalitetsegenskaper.....	40
5.3 Effekt av mörningstid	42
5.3.1 Tekniska kvalitetsegenskaper.....	42
6. Slutsats	44
Referenser	45
Personlig kommunikation	50
Populärvetenskaplig sammanfattning.....	51
Tack.....	53
Bilaga 1	54

Tabellförteckning

Tabell 1. Koncentration av torrs substans, energi och kemisk sammansättning i ensilage, presskaka och kraftfoder som utfodrades med under slutuppfödning av tackor	28
Tabell 2. Koncentration makromineraler, mikromineraler och vitaminer i ensilage, presskaka, kraftfoder och mineralfoder som utfodrades med under slutuppfödning av tackor	28
Tabell 3. Levande vikt vid slakt, tillväxt under slutuppfödning, hullpoäng vid slakt och ökning i hullpoäng under slutuppfödningen hos tackor slutuppfödda med foderstrategier med ensilage kombinerat med en lägre andel kraftfoder (Ensilage) respektive presskaka kombinerat med en högre andel kraftfoder (Presskaka)	33
Tabell 4. Slaktvikt, slaktutbyte, formklass, fettklass, laktat vid slakt, temperatur vid pH6 och pH vid 24 h hos tackor slutuppfödda med foderstrategier med ensilage kombinerat med en lägre andel kraftfoder (Ensilage) respektive presskaka kombinerat med en större andel kraftfoder (Presskaka)	34
Tabell 5. Skärnotstånd (WBSF), vätskeförlust och färg (ljushet, rödhet och gulhet) hos kött från tackor slutuppfödda på foderstrategier med ensilage kombinerat med en lägre andel kraftfoder (E) respektive presskaka kombinerat med en större andel kraftfoder (P) samt där köttet mörats 40 dygnsgrader (40°) respektive 80 dygnsgrader (80°)	35

Figurförteckning

Figur 1. Schematisk bild över den aeroba och anaeroba glykolysen.....	14
Figur 2. Inverkan av hastighet och omfattning av pH-minskning postmortem på köttets kvalitetsegenskaper	16
Figur 3. Schematisk bild av muskulaturens uppbyggnad	17
Figur 4. Effekt av pH på köttets vattenhållande förmåga	19
Figur 5. Köttets färg beroende på kemisk form av myoglobin	20

Förkortningar

a*	Rödhet
ATP	Adenosintrifosfat
ADP	Adenosindifosfat
b*	Gulhet
BCFA	Förgrenade fettsyror (Branched-chain fatty acid)
DFD	Mörkt, fast, torrt (Dark, firm, dry)
EOA	4-etyloktansyra (4-ethyloctanoic acid)
GM	<i>Musculus gluteus medius</i>
IMF	Intramuskulärt fett
INF	<i>Musculus infraspinatus</i>
Kgf	Kilogram-kraft (Kilogram-force)
L*	Ljushet
LL	<i>Musculus longissimus lumborum</i>
LTL	<i>Musculus longissimus thoracis et lumborum</i>
Mb	Deoxymyoglobin
MbO ₂	Oxymyoglobin
MMb	Metmyoglobin
MNA	4-metylnonansyra (4-methylnonanoic acid)
MOA	4-metyloktansyra (4-methyloctanoic acid)
MUFA	Enkelomättad fettsyra (Monounsaturated fatty acid)
PSE	Blekt, mjukt, vattnigt (Pale, soft, exudative)
PUFA	Fleromättad fettsyra (Polyunsaturated fatty acid)
SFA	Mättad fettsyra (Saturated fatty acid)
SM	<i>Musculus semimembranosus</i>
WHC	Vattenhållande förmåga (Water Holding Capacity)
WBSF	Skärmotstånd (Warner-Bratzler shear force)

1. Introduktion

I Sverige importerades år 2023 omkring 72 % av den totala andelen lamm- och färskött som konsumerades, där den största importen kom från Irland följt av Nya Zeeland och Nederländerna (Jordbruksverket 2023c). Produktionen av livsmedel i världen står under utveckling för att möta efterfrågan när världsbefolkningen hela tiden ökar. Livsmedelsproduktionen behöver vara hållbar och produceras på ett sätt som minskar klimatavtrycken samtidigt som det ska finnas tillräckligt med livsmedel för att mätta hela världens befolkning. Att producera livsmedel i det egna landet har aldrig varit viktigare och genom att äta kött som kommer från Sverige bidrar det dessutom till en mer levande landsbygd och fler arbetstillfällen, samt att det bidrar till en mer ekonomisk hållbarhet och ökad försörjningstrygghet på livsmedel i Sverige (Svenskt Kött 2023).

Kött från utslagstackor har idag ett lågt ekonomiskt värde i Sverige. Enligt Jordbruksverkets siffror hade vuxna tackor och baggar som blivit klassificerade på slakterier i Sverige år 2022 ett medel på 31,8 kg i slaktvikt, R- i formklass och 3- i fettklass (Jordbruksverket 2022, se bilaga 1). Notering från februari 2024 visar att kött från vuxna får med dessa förutsättningar gav en betalning på 26,45 kr/kg (KLS 2024) alternativt 18,27 kr/kg (Scan Sverige 2024). Ett lamm med samma förutsättningar hade gett en betalning på 52,65 kr/kg (KLS 2024) alternativt 49,77 kr/kg (Scan Sverige 2024) till producenten. Den bästa betalningen för tacka, var enligt notering från KLS (2024) vecka 6 29,95 kr/kg och gavs till får med en slaktvikt på minst 23 kg som hade en formklass på E-, E eller E+ (KLS 2024). Scan Sveriges (2024) bästa betalning vecka 6 var 21,77 kr/kg vilket gavs får med en slaktvikt mellan 23-33,9 kr/kg som hade en någon av formklasserna E-, E eller E+ (Scan Sverige 2024). Jordbruksverkets siffror visar dock att endast 0,11 % av de klassificerade vuxna tackorna och baggarna uppnådde så höga formklasser i Sverige år 2022 samt att medelslaktvikten på fåren som fått dessa klassificeringar ligger högre än 33,9 (Jordbruksverket 2022, se bilaga 1). Bäst betalning av lamm var enligt noteringarna från februari 2024 74,00 kr/kg och gavs vid en slaktvikt på 15-23,9 kg med E-, E eller E+ i formklass (KLS 2024), alternativt 65,77 kr/kg för lamm mellan 16-22,9 kg med samma formklasser (Scan Sverige 2024). Acceptabla fettgrupper för lamm och får var 2- till 3+ hos KLS (2024) och 2- till 4- hos Scan Sverige (2024), då resterande fettklasser gav avdrag på betalningen (KLS 2024; Scan Sverige 2024). Av KLS (2024) och Scan Sveriges (2024) acceptabla

fettklasser visar Jordbruksverkets (2022, se bilaga 1) siffror att mellan 21-27 % av de vuxna tackorna och baggarna i Sverige fick någon av de resterande fettklasserna, vilket enligt notering från februari 2024 innebär ett avdrag på mellan 2-13 kr/kg (KLS 2024) eller 2-7 kr/kg (Scan Sverige 2024). Ett ökat värde på tackaköttet skulle kunna ge ett viktigt signalvärde och innebära en statushöjning för köttet (Emma Holmstedt, pers. komm.).

Av alla tackor som slaktas på svenska slakterier tas endast en liten del av köttet som återtag. Köttet som inte tas som återtag säljs huvudsakligen till industri och grossister där det främst används till rökta produkter och korv (Emma Holmstedt, pers. komm.). Enligt de tre största får- och lammslakterierna i Sverige så tas mellan 0,7-10 % av köttet från vuxna får som återtag.

Att öka utslagstackans värde och därmed betalningen som producenten får vid slakt är något som är en aktuell fråga för får- och lammproducenter och något som efterfrågas i branschen (Gudrun Haglund-Eriksson, pers. komm.; Jordbruksaktuellt 2021). Det låga värdet på tackakött påverkar lammproducentens totalekonomi där en ökning skulle kunna innebära stor skillnad för producenten (Emma Holmstedt, pers. komm.; Gudrun Haglund-Eriksson, pers. komm.). Om tackaköttet skulle öka i värde (kr/kg) till att vara lika med lammets skulle det rent ekonomiskt betyda att producenten skulle kunna få mer än dubbelt så mycket betalt per kilo kött enligt notering från februari 2024. En vuxen tacka med en medelslaktvikt och medelklassificering enligt Jordbruksverket (2022, se bilaga 1), ger en total betalning hos KLS (2024) på 841 kr vilket kan jämföras med ett lamm med samma förutsättningar som skulle ge en betalning på 1674 kr. Vid samma förutsättningar hos Scan Sverige (2024) skulle den vuxna tackan ge 454 kr i total betalning medan ett lamm skulle ge 1583 kr. Om betalningen är högre kan det innebära att producenterna väljer att skicka utslagstackorna till slakt mer utspritt under året, vilket skulle kunna ge en jämnare tillgång på kött från vuxna får (Jordbruksaktuellt 2021). Jämnare tillgång tillsammans med jämn kvalitet är önskvärt av slakterier och genom att uppnå det kan mer förädling av köttet vara aktuellt vilket skulle kunna bidra till att köttet får ett ökat värde (Josefine Back, pers. komm.).

Kvaliteten på köttet är viktig om konsumenterna ska välja att köpa köttet. Köttkvalitet kan inkludera många olika egenskaper och aspekter, allt från köttets näringsinnehåll och sammansättning till hur köttet ser ut och smakar. Det kan också handla om hur djuren har fötts upp där en etisk aspekt kan beaktas. Köttets kvalitetsegenskaper kan påverkas av flera faktorer både innan och efter djurets död. Innan slakt kan kvaliteten påverkas av allt från uppfödning till kön och ålder. Det kan också vara av betydelse hur snabb tillväxt djuret har haft och vilken utfodring djuren fått under sitt liv. Efter slakt har hantering av slaktkroppen samt hur temperatur och pH fallit i slaktkroppen en viktig betydelse för köttets kvalitet (Warriss 2000).

När det kommer till fodermedel har det en viktig påverkan på köttkvaliteten eftersom näringsinnehållet i fodret är en avgörande faktor för utvecklingen av djurets muskler genom att bland annat styra musklernas uppbyggnad och tillväxtmönster (Oddy & Sainz 2002). Fodermedlet kan också påverka slutligt pH och glykogenförråd genom att en kraftfoderbaserad foderstat visat sig ge muskeln ett högre slutligt pH (Priolo et al. 2002) och ett större glykogenförråd (Pethick et al. 2005) jämfört med grovfoderbaserade foderstater. Intramuskulärt fett har även visat sig påverkas av vad djuren äter där ett högre koncentration av fett i fodret ger en högre andel intramuskulärt fett i muskeln (Luo et al. 2019). Fodermedlet påverkar dessutom fettsyrasammansättningen i muskeln på flera sätt, både när det kommer till koncentrationen av mättade, enkelomättade och fleromättade fettsyror samt koncentrationerna av de förgrenade fettsyrorna 4-metyloktansyra (MOA), 4-metylnonansyra (MNA) och 4-etyloktansyra (EOA). Där har det till exempel observerats att en betesbaserad foderstat ger en högre koncentration av omega-3-fettsyror i muskeln medan en kraftfoderbaserad foderstat ger en högre koncentration av omega-6-fettsyror i muskeln. Inblandning av kraftfoder i foderstaten har också visat sig ge muskeln en högre koncentration av förgrenade fettsyror (Gravador et al. 2022).

Syftet med den aktuella studien var att undersöka hur kött från utslagstackor kan öka i värde när de går till slakt genom att undersöka hur tackans slutuppfödning kan påverka köttkvaliteten i form av slaktkroppsegenskaper samt teknologisk köttkvalitet så som färg, mörhet och vätskehållande förmåga. Vidare undersöktes även effekten av mörningstid på köttets teknologiska kvalitet. Tackakött är något som inte tidigare har undersökts i Sverige och det här projektet blir därför en pilotstudie för framtida studier i ämnet.

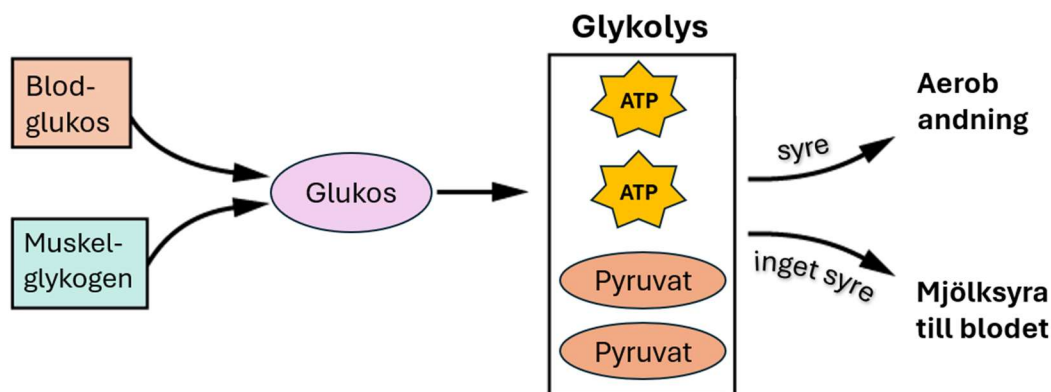
1.1 Syfte

Syftet med projektet var att undersöka hur två olika foderstrategier och mörningstider påverkar slaktkroppsegenskaper och den teknologiska köttkvaliteten i form av färg, mörhet och vätskehållande förmåga i kött från vuxna tackor. Foderstrategierna som undersöktes var förstaskördens vallfoder i form av ensilage respektive presskaka som producerats från ensilaget, där tackorna som utfodrades med presskaka också fick en högre andel kraftfoder jämfört med tackorna som utfodrades med ensilage. Mörningstiderna som undersöktes var 40 respektive 80 dygnsgrader, vilket i detta fall motsvarade 8 och 16 dagar.

2. Litteraturgenomgång

2.1 Muskelns omvandling till kött

Muskeln är uppbyggd av proteiner som tillsammans bildar muskelfibrer som ligger tätt intill varandra och hålls ihop av bindväv (Tornberg 1996). Levy & Koshland (1959) kunde, med sin studie på muskler från kaniner, visa att energi krävs för att kunna skapa rörelse i muskeln och därför finns glukos lagrat i muskelcellerna i form av glykogen. När musklerna behöver energi startar en aerob process som kallas glykolysen där en glukosmolekyl bryts ned till pyruvat. Under denna process blir energiföreningen adenosintrifosfat (ATP) tillgänglig. Myosin och aktin är de proteiner som bildar aktomyosin när de binder ATP-molekylerna som hydrolyseras till adenosindifosfat (ADP). Denna hydrolys skapar då en muskelkontraktion. För att muskeln sedan ska kunna gå tillbaka till ett avslappnat läge hydrolyseras aktomyosinet vilket leder till att aktinet och myosinet går tillbaka till sin ursprungliga form och muskeln slappnar av. Det är dessa hydrolyser som muskeln använder för att kunna utföra energikrävande uppgifter, så som muskelkontraktioner som gör att djuret kan röra sig (Levy & Koshland 1959). Glykogenet kan dessutom användas av djuret för att förse muskeln med energi när syre inte finns tillgänglig i en anaerob glykolys. I den anaeroba glykolysen reduceras pyruvatet och bildar mjölksyra. Denna process används främst när blodet inte kan förse musklerna med tillräckligt mycket syre, till exempel när djurets muskler arbetar kortvarigt och intensivt. I samband med att djuret dör kommer syretillförseln upphöra till musklerna och därmed också muskelns möjlighet att utföra en aerob glykolys. Musklerna tvingas då använda sig av den anaeroba glykolysen för att förse musklerna med ATP, vilket gör att mjölksyra kommer bildas i muskeln, se figur 1. När det inte finns något blod som transporterar bort mjölksyran från muskeln kommer det ske en gradvis pH-sänkning i muskeln (Warriss 2000).



Figur 1. Schematisk bild över den aeroba och anaeroba glykolysen (efter Gudiol 2008).

I en studie utförd på kaninkött kunde Bendall (1951) visa att det fortsätter att bildas ATP i muskeln fram till att tillgången på glykogen tar slut. När ATP-nivån i muskeln till slut blir för låg kommer aktin- och myosinproteinerna i muskeln att fästa till varandra. När glykogenet är slut kommer aktomyosinet inte längre kunna hydrolyseras och det leder till att muskeln inte kan gå tillbaka till ett avslappnat läge. Detta gör att muskeln till slut stannar i ett kontraherat stadie vilket betyder att *rigor mortis*, även kallat likstelhet, infallit (Bendall 1951). Enzymer som finns naturligt i muskeln kommer så småningom att börja bryta ned aktomyosinet i muskeln, som bildats i samband med *rigor mortis*. Detta resulterar i att muskelstrukturen luckras upp och ju mer aktomyosin som bryts upp desto mörare kommer köttet sedan att upplevas (Warriss 2000).

2.1.1 Muskelns pH- och temperaturnedgång

Under pH- och temperaturnedgången i muskeln *post mortem*, efter djurets död, sker en mängd kemiska och fysiska förändringar i muskeln som kommer resultera i att den omvandlas till kött. Nedgången av pH är beroende av tillgången på glykogen i muskeln, eftersom glykogenet är nödvändigt för muskelns ATP-försörjning (Matarneh et al. 2023). Geesink et al. (2000) och Ge et al. (2021) kunde i sina studier på lamm visa att *rigor mortis* infaller när pH sjunkit till strax under 6,0. Ge et al. (2021) kunde i sin studie också visa att det slutliga pH-värdet även skilde sig mellan olika muskler på samma djur. Geesink et al. (2000) jämförde pH vid *rigor mortis* vid olika temperaturer i lammuskler och kom fram till att muskelns temperatur bör ligga kring 15°C när muskeln når *rigor mortis* för att köttet ska bli så mört som möjligt. Detta kunde Devine et al. (2002) stärka med tackor som hade en ålder mellan 12–18 månader och en slaktvikt mellan 15–20kg. I studien visade det sig att en muskeltemperatur kring 10–18 °C när *rigor mortis* inträffar resulterade i mörast kött genom att ge köttet ett lägre skärnotstånd (Devine et al. 2002). Om muskeltemperaturen är för hög eller låg i samband med att *rigor mortis* infaller kan muskeln drabbas av värmesammandragning respektive

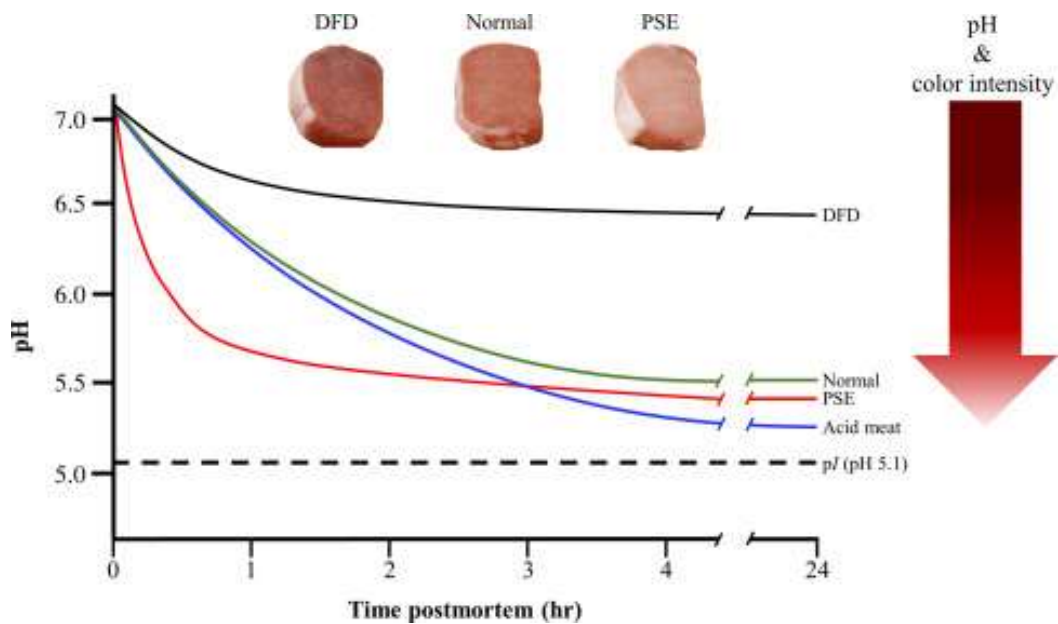
kylsammandragning, vilket kan påverka köttets vätskehållande förmåga, färg, mörhet. Tydlig värmesammandragning kan uppstå om *rigor mortis* inträffar när muskler hos lamm fortfarande har en relativt hög temperatur på närmare 35°C (Geesink 2000), medan kylsammandragningar observerats när muskler från lamm har en temperatur omkring 0°C när *rigor mortis* infaller (Fausto et al. 2017).

Sänkningen av pH i muskeln är den viktigaste processen som sker i omvandlingen till kött och är till stor del avgörande för vilka egenskaper som köttet kommer ha när det kommer till bland annat köttets färg, konsistens, struktur, utseende, och vattenhållande förmåga (Matarneh et al. 2023). Efter att *rigor mortis* har inträffat kan pH-värdet fortsätta förändras fram till att muskeln når ett slutgiltigt pH som i regel mäts 24 timmar efter slakt. Hos lamm som slaktats under ett års ålder har tidigare studier visat att slutliga pH-värden (mätt efter 24 timmar) kan variera från 5,3 till värden kring 6,0 (Young et al. 1993; Gardner et al. 1999; Stenberg et al. 2020, 2021; Ge et al. 2021). Vilket slutligt pH som är önskvärt skiljer sig mellan olika länder. Enligt Meat Standards Australia bör inte pH bli mer än 5,7 hos får (MSA 2019), medan det enligt Alliance Group Limited i Nya Zeeland bör ligga mellan 5,4 och 5,8 (Alliance Group Limited 2010). Meat Standard Sweden har för lamm kommit fram till att pH-värdet, 24 timmar efter slakt, inte bör vara högre än 5,8 (Lammlyftet u.å.).

2.1.2 Kvalitetsproblem relaterade till pH

Stress hos djuret är något som kan påverka musklerna att använda sitt glykogenförråd. Om djuret har varit stressat kan det innebära att en del av glykogenförrådet i muskeln hunnit förbrukas innan slakt eller förbrukas för snabbt i samband med slakten. Stress kan på så sätt påverka pH-sänkningen i muskeln då det ökar risken för att sänkningen av pH antingen blir otillräcklig eller påskyndad. Laktat kan användas som en indikator på akut stress hos djuren. Det kan mätas i blodet i samband med slakt för att identifiera om djuret varit stressade före slakt. Detta eftersom pH-nedgången är beroende av tillgången på mjölksyra (Sjaastad et al. 2016).

Om processen med pH-sänkningen blir påskyndad, förlängd eller otillräcklig kan det bland annat påverka köttets färg, mörhet och vattenhållande förmåga. Om köttet har påverkats extremt av någon av dessa faktorer kan köttet benämnas efter kvalitetsdefekterna mörkt, fast och torrt (dark, firm and dry; DFD) respektive blekt, mjukt och vattnigt (pale, soft and exudative; PSE) kött, se figur 2 (Warriss 2000).



Figur 2. Inverkan av hastighet och omfattning av pH-minskning postmortem på köttets kvalitetsegenskaper (Matarneh et al. 2023).

Kött med DFD kännetecknas av att köttet är onormalt mörkt, har en fast konsistens och en torr klibbig yta. Defekten uppkommer framförallt när djuren utsätts för långvarig stress före slakt. När ett djur under en längre tid utsätts för stress ökar musklernas behov av energi och gör att musklerna förbrukar glykogenet som finns lagrat i muskeln. Stressen gör att musklerna inte hinner med att fylla på med glykogen i musklerna så när djuret sen slaktas kommer det inte finnas tillräckligt med glykogenreserver i muskeln och pH-fallet kommer att stanna på en alldeles för hög nivå. pH stannar då normalt på 6,0 eller högre. När köttet har ett så pass högt slutligt pH kommer det resultera i ett kött med minimerade köttpigmentförluster vilket ger en mörkare färg samt en ökad vattenhållande förmåga vilket ger köttet en torr och klibbig yta.

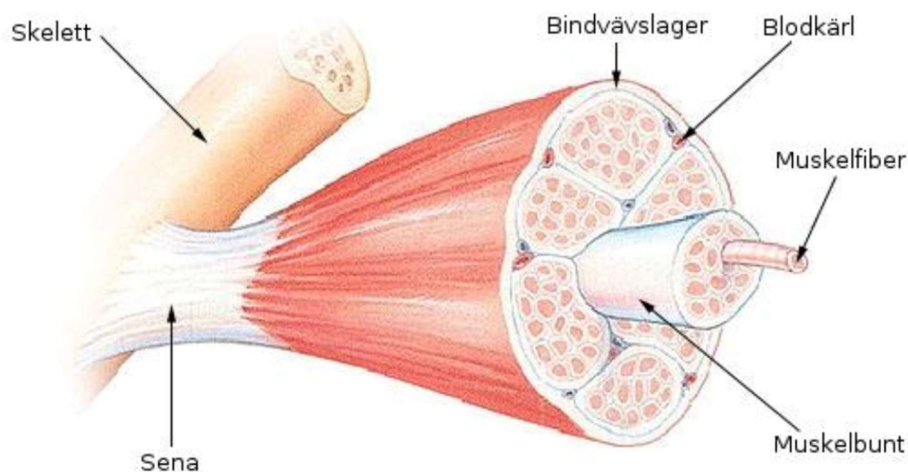
Kött med PSE kännetecknas istället av att köttet är onormalt blekt, mjukt och vattnigt. Detta uppkommer framförallt när djuren utsätts för stress i samband med slakt. Det kan till exempel handla om att djuren inte behandlas korrekt för att minska djurets upplevda stress eller att djuren blandas med obekanta djur på slakteriet/under transporten till slakteriet. Stressen gör att pH-fallet i slaktkroppen sker för snabbt när temperaturen i slaktkroppen fortfarande är relativt hög. Kombinationen av lågt pH och hög slaktkroppstemperatur gör att proteinerna i muskeln denatureras, ändrar egenskaper, vilket leder till att köttets förmåga att hålla vatten minskar samt att köttet får en ljusare färg och mjukare konsistens (Matarneh et al. 2023).

2.2 Köttkvalitet

Köttkvalitet kan delas in i två olika definitioner; subjektiv och objektiv. Den subjektiva uppfattningen definieras av hur köttet uppfyller konsumenternas önskemål och förväntningar, den syftar till exempel till att köttet ska vara mörkt och ha god smak. Den objektiva köttkvaliteten definieras av mätningar som endast kan mätas med hjälp av instrument. Den syftar till egenskaper som till exempel handlar om konsumentens önskemål när det kommer köttet utseende och tekniska egenskaper. Detta kan innefatta en mängd olika faktorer så som köttets färg, vätskehållande förmåga, mängd insprängt fett samt kemiska sammansättning. Köttkvalitet kan även delas in i till exempel kategorin hälsosam kvalitet där näringskvalitet, kemisk säkerhet och mikrobiell säkerhet mäts samt etisk kvalitet där miljön under djurens uppfödning har betydelse (Warriss 2000).

2.2.1 Mörhet

Muskeln är uppbyggd på så sätt att den är omgiven av ett lager bindväv. I muskeln finns muskelfibrer som också är omgivna av bindväv. Muskelfibrerna är sedan samlade i så kallade muskelbuntar som omges av ännu ett lager bindväv, se figur 3. Inuti muskelfibern finns sarkomerer i långa trådar som utgörs av myofibrillära proteiner, främst aktin och myosin, som utgör tunna filament respektive tjocka filament. Filamenten är de proteiner som gör att muskeln kan kontrahera vilket möjliggör rörelse i muskeln (Tornberg 1996).



Figur 3. Schematisk bild av muskulaturens uppbyggnad (Stamcellehuset 2019).

Mörhet är ett mått på hur lättskuret eller hur segt ett kött är. Det finns flera metoder för att mäta mörheten i en köttbit. Den kan antingen mätas genom att en tränad eller utbildad panel gör en sensorisk bedömning eller genom att mekaniskt

bedöma mörheten i köttet (Thompson 2002). En vanlig mekanisk metod som används är mätning av skärmotstånd (Warner-Bratzler shear force; WBSF) där kraften som det tar för ett metallblad att skära igenom ett definierat köttprov mäts (Warriss 2000).

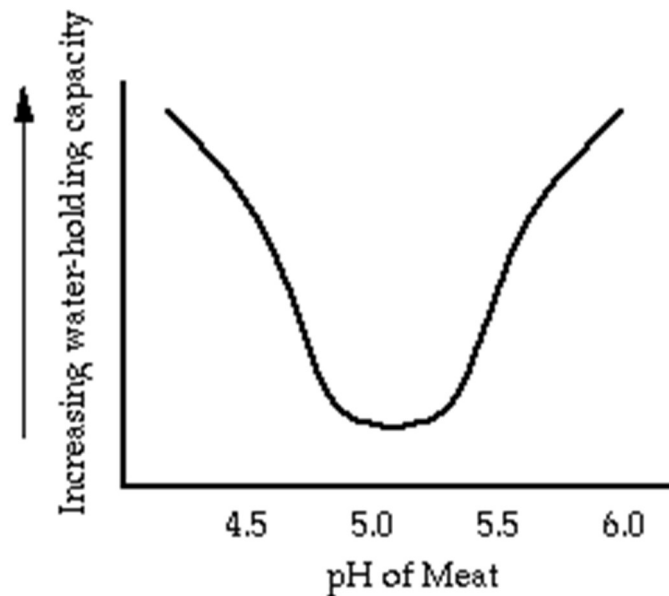
Mörheten påverkas framförallt av bindvävsinnehåll, sarkomerernas längd, nedbrytningen av de myofibrillära proteinerna efter djurets död (Koohmaraie et al. 2002) samt bindvävens struktur. När det kommer till bindväven kan olika muskler innehålla olika andelar bindväv. En muskel med lägre andel bindväv och tvärbindingar ger generellt ett mörare kött. Detta ses i större utsträckning hos yngre djur medan äldre djur generellt har högre andel bindväv och tvärbindingar i musklerna vilket medför ett mindre mörare kött (Warriss 2000). Sarkomerernas längd avgörs till stor del av hanteringen av slaktkroppen när *rigor mortis* inträffar och muskeln stelnar. Om musklernas sarkomerer är sträckta vid *rigor mortis* kommer det bidra till mörare kött (Warriss 2000). Nedbrytningen av de myofibrillära proteinerna börjar efter det att djuret avlivats och fortsätter fram till att köttet konsumeras (Matarneh et al. 2023), där en större nedbrytning av proteinerna ger köttet en mörare textur (Koohmaraie et al. 2002). Innehåll av intramuskulärt fett kan påverka köttet genom att större mängder fett i muskeln gör köttet mörare (Warriss 2000).

Tillagning av köttet kan dessutom påverka mörheten där längre tillagningstider så som kokning kan göra köttet mörare, eftersom bindväven i köttet då kan omvandlas till gelatin (Warriss 2000).

2.2.2 Vattenhållande förmåga

Kött består till cirka tre fjärdedelar av vatten som finns både i och mellan muskelcellerna. Köttets kapacitet att behålla vatten definieras generellt som köttets vattenhållande förmåga (water-holding capacity; WHC). Köttets vattenhållande förmåga benämns också ofta som dropp- och koksvinn. Kapaciteten att hålla vatten är viktig för köttets kvalitet när det kommer till flera aspekter. Om muskeln har en låg WHC kan det innebära att köttet successivt kommer tappa vatten vilket leder till att köttet upplevs vattnigt. Vid tillagning och uppvärmning kommer ännu mer vatten att tappas och köttet kan upplevas torrt vid konsumtion, då den vattenförhållande förmågan till stor del påverkar köttets saftighet efter tillagning (Warriss 2000).

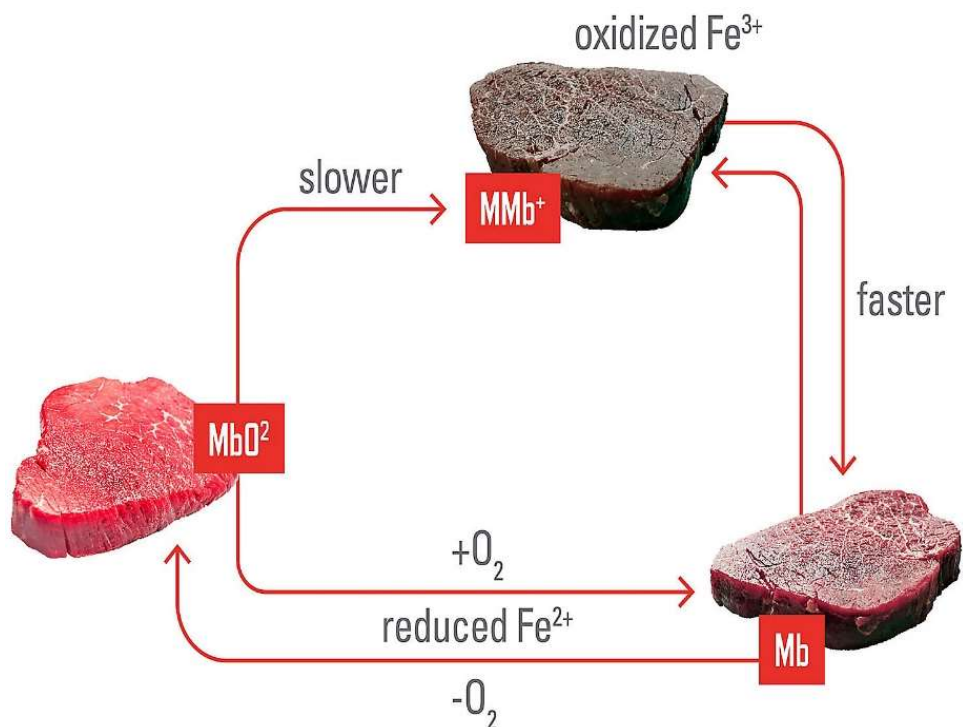
Köttets WHC är till stor del beroende av pH-värdet. Det lägsta värdet för WHC uppnås vid ett pH kring 5, vid lägre och högre pH-värden har köttet en högre WHC, se figur 4. Detta beror på att aktomyosinet i muskeln, vid detta pH befinner sig vid den isoelektriska punkten som gör att proteinet inte har någon laddning (Brewer 2014).



Figur 4. Effekt av pH på köttets vattenhållande förmåga (Meat Science u.å.)

2.2.3 Köttfärg och färgstabilitet

Köttets färg avgörs till stor del av hur mycket myoglobin som köttet innehåller samt i vilken kemisk form myoglobinet befinner sig i. Myoglobin är ett järnhaltigt protein som är naturligt förekommande i kött och där huvuduppgiften är att binda syre. Ju mer syre som köttet innehåller, desto ljusare röd färg kommer köttet att ha, vilket innebär att köttets färg påverkas av hur mycket köttet har exponerats av syre. I frånvaro av syre är myoglobinet reducerat och förekommer i en form som kallas deoxymyoglobin (Mb). I denna form får köttet en lila färg. När köttet kommer i kontakt med syre oxiderar myoglobinet och övergår till den kemiska formen oxymyoglobin (MbO₂) vilket ger köttet en mer klarröd färg. När köttet har varit exponerat för syre under längre tid kommer färgen att bli allt mer brun-grå som betyder att myoglobinet har börjat oxidera och övergått i den kemiska formen som kallas metmyoglobin (MMb), se figur 5. Den brun-grå färgen är normalt inte accepterad av konsumenter (Hocquette et al. 2010b). I vissa fall kan MMb reduceras tillbaka till Mb om det finns specifika enzymer och kofaktorer tillgängliga i köttet. Förekomst av dessa enzymer och kofaktorer kan skilja sig mellan muskler samt att de delvis försvinner successivt när köttet lagras (Kropf 2003).



Figur 5. Köttets färg beroende på kemisk form av myoglobin (Kemin 2019).

Färgstabilitet i köttet påverkas av flera olika faktorer, däribland hur stabilt myoglobinet är i köttet. Kött som innehåller mer av de MMb-reducerade enzymerna och kofaktorerna är i regel mer färgstabila, och behåller den lila färgen längre jämfört med det kött som har låg förekomst. *Musculus longissimus dorsi* är en muskel på djuren som visat sig ha en högre aktivitet av dessa enzymer, där den röda färgen kan bibehållas tre till fyra gånger så länge som andra muskler (Kropf 2003). Stabiliteten kan också påverkas av pH- och temperatursänkningen som sker i muskeln efter djurets död. Det är därför viktigt att pH och temperatursänkningen sker i rätt hastighet och under optimala förhållanden eftersom det gör minst skada på muskelproteinerna och ger köttet en mer stabil färg. Det har också visat sig att ju lägre slutligt pH köttet har, desto snabbare tenderar myoglobinet att oxidera. När myoglobinet oxiderar får köttet dessutom en minskad vattenhållande förmåga vilket påverkar köttets färg på så sätt att det får ett blekare utseende (Faustman et al. 2023).

Ljusexponering har också visat sig ge negativa effekter på färgens stabilitet. Andra faktorer som har visat sig påverka lammköttets förmåga att bibehålla sin färg är vilken temperatur som köttet förvaras i, där lägre temperaturer är gynnsamma med undantag för frysning av kött som minskar färgstabiliteten (AMPC 2015). Detta styrks av Li et al. (2017) som visade att förvaring av lammkött i temperaturer runt 0 °C var gynnsamt för köttets färgstabilitet.

2.3 Fodermedlets inverkan på köttkvaliteten

För att ett djur ska växa och uppnå den önskade slaktvikten krävs det att djuret får i sig tillräckligt med näring. I kombination med genetiska faktorer och miljöfaktorer, är fodermedlet som djuren utfodras med under uppfödningen av stor betydelse när det kommer till tillväxt, skelettmuskulaturens uppbyggnad och tillväxtmönster. Vad för fodermedel och vilka proportioner av näringsämnen som djuren har ätit under sin livstid har därför visat sig påverka kvaliteten på köttet (Oddy & Sainz 2002).

2.3.1 Glykogenförråd och slutligt pH i muskeln

Det finns mindre litteratur baserat på studier på vuxna tackor när det kommer till hur fodret påverkar ätkvaliteten, men det finns resultat ifrån studier baserade på lamm som kan antas ge liknande resultat på den vuxna tackans kött. Studier på lamm har visat att utfodring med en grovfoderbaserad foderstat jämfört med en kraftfoderbaserad ger köttet ett något högre slutligt pH, vilket framförallt resulterar i en mörkare färg på köttet. Det spekulerades i studierna om att det högre pH-värdet kunde bero på att djur med en foderstat baserad på kraftfoder fick högre koncentrationer med energi, jämfört med djuren på en grovfoderbaserad foderstat. Detta skulle då kunna resultera i att muskelns glykogenförråd töms långsammare medan de muskler från lammen som åt mer grovfoder tömmer sitt glykogen snabbare (Priolo et al. 2002; Zhang et al. 2022).

En studie gjord av Pethick et al. (2005) visade att lamm som utfodrats med en kraftfoder-baserad foderstat, med högt energiinnehåll, hade större förråd av glykogen i musklerna jämfört med lammen som utfodrades med bete. Studien visade också att djur som gick på en kraftfoderbaserad foderstat förlorade stora mängder glykogen under tiden mellan att djuren lämnade gården och innan djuren slaktades på slakteriet. Den stora minskningen av glykogen hos djuren med den kraftfoder-baserade foderstaten misstänktes bero på stress hos djuren vilket kan bero på både metaboliska och beteendemässiga faktorer hos lammen. Resultatet av studien är ändå att lammen som gått på bete i slutändan hade högre koncentrationer av glykogen i sina muskler vid slakt än vad lammen som ätit kraftfoder-baserad foderstat. Studien visar därmed att utfodringen månaderna innan slakt är en faktor när det kommer till glykogenförrådet i samband med slakt (Pethick et al. 2005).

2.3.2 Intramuskulärt fett

Intramuskulärt fett (IMF), även kallat marmorering är det fett som finns insprängt inuti muskeln, mellan buntarna av muskelfiber (Hocquette et al. 2010a). Ätkvaliteten kan påverkas av IMF på flera olika sätt genom smak, mörhet, saftighet och lukt (Pannier et al. 2014).

I en studie gjord av Luo et al. (2019) visade de att lamm som hade utfodrats med en blandad foderstat innehållande bland annat majs, sojamjöl och majsensilage hade en högre procent IMF, jämfört med lamm som endast ätit gräs på bete. Den blandade foderstaten hade ett högre fettinnehåll än vad betet hade medan de andra näringsvärdena energi, råprotein, råfett, aska, NDF och ADF som rapporterades i studien var likvärdiga eller inom samma intervall mellan de två olika foderstaterna (Luo et al. 2019).

2.3.3 Fettsyrasammansättning

Fett är en väsentlig komponent när det kommer till vår föda och det påverkar flera viktiga faktorer när det kommer till köttets kvalitet. Fettet består av olika typer av fettsyror som skiljer sig i uppbyggnad. Fettsyrorna är uppbyggda av olika antal kolatomer och dessa är sammanlänkade med antingen enkel- eller dubbelbindningar. Fettsyror med enkelbindningar, även kallat mättat fett (saturated fatty acid; SFA) är de fettsyror som anses vara ett problem kopplat till att ge negativa hälsoeffekter hos människor. Det är därför ofta önskvärt att det ska finnas en lägre andel av detta fett i kosten vi äter. Det finns även fettsyror som antingen har en dubbelbindning, så kallade enkelomättat fett (monounsaturated fatty acid; MUFA), eller fettsyror med två eller flera dubbelbindningar som kallas fleromättat fett (polyunsaturated fatty acid; PUFA). De omättade fettsyrorna är ofta de fettsyror som anses vara nyttigare och önskvärt att köttet innehåller mer av. Vilka och hur mycket av de olika fettsyror som köttet innehåller har därför betydelse när det kommer till den näringsmässiga kvaliteten i köttet (Warriss 2000).

Till skillnad mot enkelmagade djur så som grisar och fjäderfän där fodrets fettsyrasammansättning som djuren äter till stor del återspeglar köttets fettinnehåll, är det svårare att påverka idisslars fettsammansättning. Detta beror på att vommens mikroorganismer hos idisslare mättar fetterna som djuren äter. Så trots att gräset, som utgör större delen av en idisslars foderstat, till stor del består av omättade fetter så är innehållet av omättade fetter i köttet relativt lågt (Warriss 2000).

Fettsyrasammansättningen i köttet har trots allt visat sig kunna påverkas i viss utsträckning hos idisslare. Det kan till exempel avgöras av vilken typ av fodermedel som djuret har utfodrats med under djurets livstid, framförallt under slutuppfödningen (sista månaderna innan djuret slaktas). Skillnader i fettsyrasammansättningen har till exempel observerats hos lamm, beroende på om djuren har gått på bete respektive utfodrats med en foderstat baserad på kraftfoder (Santé-Lhoutellier et al. 2008). En betesbaserad foderstat har till exempel visat sig medföra att köttet får en högre andel av de fleromättade omega-3-fettsyrorna än djur som utfodrats med en kraftfoderbaserad foderstat som istället ger en högre andel av omega-6-fettsyror jämfört med betesdjur (Gravador et al. 2022).

Fettsyrasammansättningen har också en viktig roll när det kommer till bland annat smak på köttet. När det kommer till fårkött är det framförallt tre stycken

förgrenade fettsyror (branched-chain fatty acid; BCFA) som kopplas till den speciella fårsmaken, vilket är 4-metyloktansyra (4-methyloctanoic acid; MOA), 4-metylnonansyra (4-methylnonanoic acid; MNA) och 4-etyloktansyra (4-ethyloctanoic acid; EOA). Förekomsten av dessa BCFA är kopplade till en intensiv smak som kan uppfattas som negativ av vissa konsumenter (Watkins et al. 2013). Andelen BCFA i köttet är beroende av flera faktorer, både genetik och fodermedel. När det kommer till genetik har andelen BCFA visat sig påverkas av könet på djuret där okastrerade baggar som är könsmogna har högre koncentrationer av MOA och MNA jämfört med kastrerade baggar. Anledningen till den högre andelen BCFA i okastrerade baggar tros bero på de högre testosteron-halterna i dessa djur och att testosteronet påverkar bildningen av MOA och MNA (Sutherland & Ames 1996). En studie utförd på lamm visade att koncentrationerna av de olika BCFA i köttet skilde sig beroende på vilken typ av foder som djuren hade utfodrats med. Studien jämförde koncentrationerna av MOA, MNA och EOA i fettvävnad hos lamm som utfodrats med bete, ensilage, kraftfoder alternativt en blandning av ensilage och kraftfoder. Resultatet från studien visade att både de lamm som fått enbart kraftfoder och de som fått kraftfoder blandat med ensilage hade en högre koncentration av MNA och MOA jämfört med lamm utfodrade med enbart ensilage och bete (Gravador et al. 2022). En annan studie visade på att lamm som utfodrades på naturbete hade högre koncentrationer av BCFA jämfört med lamm som utfodrats med spannmål, lucern och åkermarksbete (Watkins et al. 2010).

Fettsyrorna har också egenskaper som styr hur fort fett oxiderar, där det har visat sig att vid högre innehåll av PUFA i köttet ökar fettets benägenhet till oxidering (Li & Liu 2012). Oxidationen av fett ger köttet bland annat en förändrad konsistens, smak och en minskad färgstabilitet. Oxidation av fett i kött börjar redan vid slakt då det är en process som börjar när fett kommer i kontakt med syre. Det har dock visat sig att det går att påverka oxidationen till viss del med hjälp av utfodringen, där till exempel vitamin E har visat sig motverka oxidativ skada på köttet. Lamms muskler som har en vitamin E-koncentration mellan 3-3,5 mg/kg har visat sig ge positiva effekter på köttet när det kommer till att fördröja oxidation av fett, i jämförelse med muskler som hade en vitamin E-koncentration mellan 0,8-1,0 mg/kg (Ponnampalam et al. 2021). I studierna har det påvisats att grovfoderbaserade foderstater är att föredra eftersom gräs innehåller mer E-vitamin i jämförelse med kraftfoder. Studier som visar att gräs innehåller mer PUFA visar också på en högre koncentration av E-vitamin, vilket tolkas som att de högre halterna av E-vitamin väger upp för de ökade koncentrationerna av PUFA vid gräs-baserade foderstater (Santé-Lhoutellier et al. 2008; Ponnampalam et al. 2017; Ponnampalam et al. 2021).

2.4 Produktion av fårkött

Fårproduktionen i Sverige ger oss idag kött, skinn, ull och mjölk. Till skillnad från flera andra länder i världen är den inte särskilt stor i Sverige men trots det är produktionen viktig för det svenska odlingslandskapet när det kommer till att hålla ängs- och betesmarker öppna (LRF 2016). Jordbruksverket uppskattade att det år 2023 fanns 262 315 stycken tackor och baggar samt 220 926 lamm i Sverige (Jordbruksverket 2023a).

2.4.1 Kött från vuxna tackor

Enligt den Meat and Livestock Australia (MLA u.å.a) definieras övergången från lamm till vuxen tacka av flera olika faktorer. När hondjuret är över 12 månader gammal eller har fått minst en permanent framtand räknas hon som vuxen och köttet definieras då inte längre som lammkött. Exakt ålder när det unga djuret byter till permanenta tänder varierar från djur till djur då det kan påverkas av genetik, näring och miljön under djurets uppväxt (MLA u.å.a). På svenska slakterier kategoriseras lamm respektive får efter om djuret har lammat eller inte, ledytornas färg i frambenen samt formen på bäckenbenfogens främre del. För att djuret ska kategoriseras som lamm ska djuret aldrig ha lammat, ledytorna i frambenen ska ha en blåaktig färg och bäckenbenfogens främre del ska vara cirkelformad. Om djuret inte uppfyller ett eller flera av dessa krav kategoriseras djuret som får (SJVFS 2004:88).

Kött från vuxna får kan i vissa fall skilja sig i vissa aspekter jämfört med yngre djur. Aldern har visat sig påverka andelen fett och kött i slaktkroppen där en studie av Ponnampalam et al. (2007) visade att 22 månader gamla fårs slaktkroppar innehöll en större andel fett och en lägre andel muskler än yngre lamm i åldrarna 4, 8 och 14 månader. Studien jämförde lamm och får av olika raser där varken ras eller slaktvikt hade påverkan på resultaten (Ponnampalam et al. 2007). En studie gjord av Hopkins et al. (2007), jämförde köttkvalitet hos samma lamm och får som i föregående studie. Studien undersökte andel IMF i *Musculus longissimus thoracis et. lumborum* (LTL), hos får i åldrarna 4, 8, 14 och 22 månader där resultaten visade att IMF i muskeln ökade med åldern. Hopkins et al. (2007) undersökte dessutom teknologisk köttkvalitet i LTL-muskeln mellan fåren (4, 8, 14 och 22 månader). Studien visade att köttets skärmotstånd ökade för varje ålder, där 4 månaders lammen hade kött med minst skärmotstånd och 22 månaders fårens kött hade högst skärmotstånd. Köttets WHC visade vara lägst hos de 4 månader gamla lammen och högst hos ungtackorna på 14 månaders. De 22 månader gamla fåren hade det näst högsta WHC. Köttfärgen mellan fåren i de olika åldrarna visade sig också förändras där den ökade åldern gav köttet en ljusare och rödare färg ju äldre fåren blev (Hopkins et al. 2007).

2.4.2 Konsumtion av fårkött i Sverige

År 2023 uppskattades antal slaktade tackor och baggar i Sverige till 37 300 och antal slaktade lamm till 119 420 (Jordbruksverket 2023b). Total konsumtion av tacka-, bagge- och lammkött (kött med ben) uppskattades år 2023 vara 1,61 kg per person och totalt 16 950 ton i Sverige. År 2023 uppskattades också den totala konsumtionen av kött vara 832 020 ton vilket gör att konsumtionen av får- och lammkött ligger kring 2 % av den totala konsumtionen av kött i Sverige (Jordbruksverket 2023d). Sverige har haft en självförsörjningsgrad kring 30 % av får- och lammkött sedan 2011 (Jordbruksverket 2023c).

3. Material och metod

3.1 Djur och experimentell design

Studien inkluderade 24 vuxna tackor och ägde rum på Götala nöt- och lammköttforskning vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Skara. Tackorna som inkluderades i studien ingick i ett utfodringsförsök inom projektet Green Valleys 2.0 som ägde rum från 7 december 2023 till 16 februari 2024, totalt 72 dagar. Alla tackorna i studien är inköpta från en och samma producent. Tackorna var av blandras där modern var av rasen finull och fadern av rasen dorset (14 tackor), alternativt att både modern och fadern var en kombination av raserna finull och dorset (10 tackor). Under projektet hölls tackorna inomhus i fällor (3 × 2 meter) uppbyggda av grindar med strö av halm och med två tackor i vardera fälla.

Innan studien startades vägdes och hullbedömdes tackorna (för detaljerad information, se stycket nedan om vägning och hullbedömning). De delades därefter in i två grupper. Indelningen gick till på så sätt att tackorna delades in i par där paren i första hand skulle vara så likvärdiga i hull som möjligt och i andra hand så lika i vikt som möjligt. Därefter gjordes en rangordning på de 12 paren utifrån tackornas hull. Det bildades sedan sex hullgrupper där de två par med lägst hull var en grupp, de två par med näst lägst hull bildade en grupp och så vidare upp till de två par med högst hull som bildade sista gruppen. Lottning skedde sedan inom alla hullgrupper där ett av paren fick ensilage och andra paret presskaka som grovfoder under studiens gång. Ensilage-gruppen hade i genomsnitt en vikt på 60,9 kg, hullpoäng på 2,1 och en ålder på 7 år vid starten av slutuppfödningen. Presskaka-gruppen hade i genomsnitt en vikt på 58,6 kg, hullpoäng på 2,2 och en ålder på 6 år vid starten av slutuppfödningen.

3.1.1 Vägning och hullbedömning

Tackorna vägdes och hullbedömdes vid studiens start och slut. Under studiens gång vägdes tackorna varje vecka samt hullbedömdes varannan vecka. Vid studiens start och slut dubbelvägdes tackorna där deras vikter togs två gånger efterföljande dagar. Hullbedömning gjordes två gånger efterföljande dagar vid projektets slut. Vid de tillfällen som två vikter och hullpoäng registrerats användes medelvärdet av

vikterna och bedömningarna. Hullbedömning gjordes efter en 5-gradiga skala där hullpoäng 1 står för mycket mager och hullpoäng 5 för mycket fet (Gård och Djurhälsan 2015). Tillväxt i vikt per dag och ökning i hull under slutuppfödningen kunde därefter beräknas enligt (vikt vid slakt-vikt vid start)/antal dagar i uppfödningen respektive hullpoäng vid slakt-hullpoäng vid start.

3.1.2 Fodermedel och foderstrategier

Ensilaget och presskakan producerades från samma vall och har fram till att presskakan pressats fått samma behandling. Vallen såddes år 2017 och bestod av en fröblandning med 50 % timotej (*Phleum pratense* L.), 20 % ängssvingel (*Festuca pratensis* L.), 15 % engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.), 10 % rödklöver (*Trifolium pratense* L.) och 5 % vitklöver (*T. repens* L.). Den gödslades senaste gången 12 april 2023 med 300 kg kvävegödselmedel (Yarabela Axan, Yara, Sverige; totalkväve 27 %, nitratkväve 13,5 %, magnesium 0,6 % och svavel 3,7 %). Skörden var årets första och togs 8 juni 2023. Gräset pressades i rundbalar och för varje bal användes åtta lager sträckfilm (XtraFilm, John Deere, USA). Ensileringsmedel (Xtrasil Bio Ultra, Konsil Scandinavia, Sverige; *Lactobacillus plantarum*, *L. paracasei* och *L.s brevis* med >200 000 cfu/g grönmassa) användes till samtliga balar före ensilering. Rundbalarna för både ensilage och presskaka förvarades utomhus.

Ensilagebalarna som det skulle produceras presskaka ifrån transporterades till ett bioraffinaderi där processen till presskaka ägde rum den 24 juli. Processen gick till på så sätt att biomassan i form av ensilage transporteras till en skruvpress som mekaniskt pressade biomassan. Genom att pressa ensilaget separerades bladproteinerna från cellväggarna och två olika fraktioner, en torr fiberkaka (presskaka) och en vätskeform (grönjuice), utvanns. Presskakan balades sedan till rundbalar med åtta lager sträckfilm (Triowrap plus, Triowrap, Sverige).

Foderprover för ensilage och presskaka togs för analys av kemisk sammansättning innan start av studien. Ensilage-proverna togs ut på bioraffineriet genom att samla ihop mindre prover (ca 150 g), från matarbandet som förser bioraffineringspressen med ensilage. Proverna samlades in kontinuerligt under dagen fram tills att ca två kg ensilage hade samlats ihop. Presskaka-proverna togs på liknande sätt efter att fodret gått igenom bioraffineringspressen. Provpåsarna frystes sedan ned till -20 °C innan de skickades för analys. Foderanalyserna utfördes av Optilab i Lidköping. Det var dessa foderanalyser som sedan låg till grund för tackornas foderstater.

Tabell 1. Koncentration av torrsubstans, energi och kemisk sammansättning i ensilage, presskaka och kraftfoder som utfodrades med under slutuppfödning av tackor.

Parametrar	Ensilage ²	Presskaka ²	Kraftfoder ³
Torrsubstans (g/kg foder)	290	440	890
Energi (OE ¹) (MJ/kg TS)	10,5	9,6	12,9
Råprotein (g/kg TS)	103	71	205
Smb Råprotein (g/kg TS)	65	36	167
AAT ¹ (g/kg TS)	71	68	117
PBV ¹ (g/kg TS)	-18	-44	28
NDF (g/kg TS)	566	690	280
WSC (g/kg TS)	41	17	-
OMD (%)	71,4	65,8	
Aska (g/kg TS)	64	53	-
Stärkelse (g/kg TS)	-	-	235
Råfett	-	-	52

¹ Omsättbar energi (OE), Aminosyror absorberande i tarmen (AAT), Proteinbalans i vommen (PBV), Neutral Detergent Fiber (NDF), Vattenlösliga kolhydrater (WSC), Smältbarhet av organisk substans (OMD);

² Medelvärden från två foderprover; ³ Värden från foderproducent.

Tabell 2. Koncentration av makromineraler, mikromineraler och vitaminer i ensilage, presskaka, kraftfoder och mineraldofoder som utfodrades med under slutuppfödning av tackor.

Parametrar	Ensilage	Presskaka	Kraftfoder ¹	Mineraldofoder ²
<i>Makromineraler</i>				
Kalcium	4,6 g/kg	2,7 g/kg	12 g/kg	150 g/kg TS
Fosfor	2,4 g/kg	1,2 g/kg	6 g/kg	45 g/kg TS
Magnesium	1,7 g/kg	0,9 g/kg	3 g/kg	80 g/kg TS
Kalium	15,3 g/kg	8,8 g/kg	9 g/kg	-
Natrium	1,5 g/kg	0,8 g/kg	-	90 g/kg TS
Svavel	1,6 g/kg	1,2 g/kg	-	5 g/kg TS
<i>Mikromineraler</i>				
Koppar	6 mg/kg	6 mg/kg	6 mg/kg	200 mg/kg
Järn	128 mg/kg	103 mg/kg	-	-
Mangan	76 mg/kg	43 mg/kg	-	4000 mg/kg
Zink	33 mg/kg	18 mg/kg	-	5000 mg/kg
Jod	-	-	-	200 mg/kg
Selen	-	-	0,4 mg/kg	45 mg/kg*
Kobolt	-	-	-	80 mg/kg
<i>Vitaminer</i>				
Vitamin A	-	-	6500 IE/kg	350 000 IE/kg
Vitamin D	-	-	1000 IE/kg	80 000 IE/kg
Vitamin E	-	-	75 mg/kg	4000 mg/kg**

¹ Medelvärden från två foderprover; ² Värden från foderproducent; * Varav 15 mg/kg som selenjäst; ** Varav 1500 mg/kg i naturlig form.

Tackorna utfodrades enligt två olika foderstrategier under slutuppfödningen, ensilage respektive presskaka från ensilage (tabell 1 och 2), där båda grupperna hade fri tillgång till grovfoder. Utöver de olika grovfodren utfodrades alla tackor med kraftfoder (Lantmännens Fårfor Tacka) (tabell 1 och 2). Andel kraftfoder som utfodrades till de två olika grupperna var olika, där presskaka-gruppen fick en högre andel jämfört med ensilage-gruppen. Anledningen till detta var för att presskakan innehöll en högre koncentration av NDF samt lägre koncentration av energi och protein. För att tackorna i båda grupperna skulle konsumera ungefär samma andel energi och protein gavs presskaka-tackorna en högre andel kraftfoder. Ensilage-tackorna utfodrades med 0,1 kg ts kraftfoder/dag och presskaka-tackorna med 0,5 kg ts kraftfoder/dag de första 34 dagarna av slutuppfödningen. Resterande 38 dagar av slutuppfödningen utfodrades ensilage-tackorna med 0,2 kg ts kraftfoder/dag och presskaka-tackorna med 0,7 kg ts kraftfoder/dag. Höjningen av kraftfoder under slutuppfödningen berodde på att tackorna bedömdes svara långsamt på den första andelen kraftfoder som utfodrades. Tackorna utfodrades dessutom med 20 gram mineralfoder (Svenska foders Deltalmin Får) (tabell 2) per dag samt att de hade fri tillgång till rent salt (natriumklorid) i form av slicksten (KNZ 100) och vatten. Foderstatsberäkningen utgick från Spörndly (2003) där tackornas behov beräknades efter deras hullutveckling.

3.2 Slakt

Djuren slaktades på Skara Lammslakteri cirka tio minuter från SLU Götala nöt- och lammköttforskning Personal från SLU transporterade djuren till slakteriet i ett godkänt hästsläp dagen innan djuren skulle slaktas. Samtliga djur slaktades vid samma tillfälle i följd efter varandra. Tackorna bedövades med bultpistol och avblodades därefter inom 9 sekunder (5-12 sekunder) genom att halspulsådrorna skars av. Laktat mättes, med hjälp av en laktatmätare (Lactate Plus-mätare från Nova Biomedical) i blodet från halspulsådern i samband med avblodningen.

Slaktkropparnas formklass och fettklass bedömdes efter den svenska EUROP-skalan, detta utfördes av certifierad klassificerare på slakteriet. EUROP är EU-ländernas gemensamma system för klassificering. Formklassen ges en bokstav; E, U, R, O eller P efter hur mycket kött som slaktkroppen förväntas innehålla. Slaktkroppen ges också en siffra mellan 1–5 efter hur mycket fett som den förväntas innehålla. Varje bokstav och siffra kan sedan kompletteras med ett plus eller minus vilket gör att både formklass och fettklass har 15 klasser. Klasserna E+ och 5+ motsvarar en slaktkropp med väldigt högt köttutbyte respektive fettinnehåll medan P- och 1- motsvarar en slaktkropp med väldigt lågt köttutbyte respektive fettinnehåll. Kall slaktvikt registrerades enligt varm slaktvikt $\times 0,98$ (SJVFS 2004:88). Slaktutbyte beräknades enligt slaktvikt/levande vikt $\times 100$.

Efter urtagning, vägning och klassificering av slaktkropparna delades bröstbenet mitt itu innan slaktkropparna hängandes i akillessenan och flyttades till ett kylrum som hade en temperatur kring 3–4 °C. Slaktkropparna ankom till kylrummet mellan 35–60 minuter efter det att djuren bedövats. Alla slaktkropparna märktes upp med identifikationslappar som fästes på slaktkropparna. Slaktanmärkningar registrerades efter slakt som visade på att två tackor från presskaka-gruppen hade mastit respektive lunginflammation.

3.2.1 pH- och temperaturmätning

I samband med att slaktkropparna kom in i kylrummet kopplades de till pH- och temperaturmätare (Mettler Toledo, Seven2Go pro). Mätarens prober kopplades in på insidan av slaktkroppen i LTL-muskeln mellan 10:e och 11:e revbenet, samtliga på vänster sidan av slaktkroppen. pH-mätarna kopplades till slaktkropparna allt eftersom slaktkropparna förts in i kylan. Mätningar av pH och temperatur gjordes var 10:e minut under 24 timmar. På så sätt kunde slaktkropparnas temperatur vid pH 6,0 och pH-värde efter 24 timmar erhållas. På grund av antalet pH-mätare samt problem med utrustning kunde temperatur vid pH 6,0 mätas på 11 av 12 slaktkroppar i ensilage-gruppen och 9 av 12 slaktkroppar i presskaka-gruppen.

Innan användning kalibrerades pH- och temperaturmätarna med buffertlösning med pH 4,0 och 7,0. Proberna rengjordes med pepsin- och etanollösningar, detta för att förhindra att rester av protein respektive fett blivit kvar på probern som kan påverka resultatet. När sönerna inte används förvaras proberna i en mättad kaliumkloridlösning (KCl 3 mol/l).

3.3 Hantering av köttprover

Efter 24–30 timmar från det att djurens slaktades skars LTL-muskeln ut från slaktkroppens vänstra sida, mellan sista ländkotan och sjunde bröstkotan, och subkutant fett togs bort på muskeln. Alla bitar delades i två lika stora bitar och vägdes innan de vakuumförpackades enskilt i påsar med storleken 25×35 cm på slakteriet och förvarades sedan i 5 °C. Den kraniala muskel-delen (närmast huvudet) fick en mörningstid på 40 dygnsgrader (5 °C × 8 dagar) medan den kaudala muskel-delen (närmast svansen) fick en mörningstid på 80 dygnsgrader (5 °C × 16 dagar).

3.4 Köttkvalitetsanalyser

3.4.1 Köttfärg

Färgen på köttet mättes på det färska köttet för de båda olika mörningstiderna med hjälp av en portabel färgmätare (Spectrophotometer CM-600d från Kronika Minolta). Från instrumentet kunde information om muskelns ljushet (L^*), rödhet (a^*) samt gulhet (b^*) ges. Inför mätningen skars en skiva ut från LTL-muskeln med cirka 1 centimeter tjocklek, där sidan som blivit utskuren exponerades för syre kring 60 minuter innan mätningen gjordes. På varje skiva gjordes tre färgmätningar på olika punkter, som sedan gav ett medelvärde för varje LTL-muskel. Mätningar på punkter med mycket bindväv och intramuskulärt fett undveks.

3.4.2 Vattenhållande förmåga

Samtliga prover kokades i vattenbad med doppvärmare (Precision Cooker från Anova) inställd på 65 °C. Proverna var uppdelade i totalt fyra vattenbad med 6 stycken prover i varje vattenbad. Köttbitarna låg i sina vakuumpåsar under hela kokningen och kokades till det att proverna uppnått en innertemperatur på 65 °C. Köttbitarnas innertemperatur mättes av en mobil termometer (Therma 1 från ETI Industrial Thermometers) som fästes i ett av proverna, genom vakuumpåsen, i varje vattenbad. Proverna vägdes före och efter kokning samt att vätskeförlusten som fanns i vakuumpåsarna efter mörningen vägdes för att få fram en total vätskeförlust för alla prover.

3.4.3 Skärmotstånd

Köttets mörhet mättes, uttryckt som skärmotstånd på kokta LTL-prover med hjälp av en Warner-Bratzler-kniv med ett giljotinblock som var kopplat till en texturmätare (TA.XT Plus Connect från Stable Micro Systems). Proverna skars ut i storleken 1,0 × 1,0 cm (bredd × höjd) samt med en längd omkring 3 cm. Totalt skars fyra prover ut från varje LTL-muskel för analys, som sedan gav ett medelvärde för varje LTL-muskel. Samtliga prover var utskurna i muskelfibrernas riktning och Warner-Bratzler-kniven skar ortogonalt mot muskelfibrernas riktning.

3.5 Statistisk analys

Resultaten analyserades statistiskt med användning av Proc Mixed genom programmet Statistical Analysis Software (SAS 2018). För de statistiska analyserna användes två olika modeller.

Vid analys av djurens levande vikt, levande viktökning, hullpoäng, ökning i hullpoäng samt slaktkroppsegenskaper användes följande modell, där foderbehandling användes som fix faktor:

$$Y_{ij} = \mu + F_i + e_{ij}$$

Vid analys av köttets mörhet, vattenhållande förmåga och färg användes följande modell, där mörning och djur-id inkluderades som fix respektive slumpmässig faktor:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + M_j + BM_{ij} + D_k + e_{ijkl}$$

där Y_{ijk} är den beroende variabeln, μ är medelvärdet, F_i är den fixa effekten av foderbehandling, M_j är den fixa effekten av mörningstid, BM_{ij} är interaktionen mellan foderbehandling och mörningstid, D_k är den slumpmässiga effekten av djur-id och e_{ijkl} är medelvärdets medelfel. Vid analys användes SATTERTH-alternativet för att få en generell Satterthwaite approximation för att ta hänsyn till olika sampelvarianser. Skillnader bedömdes vara signifikanta vid ett värde på $p < 0,05$.

4. Resultat

4.1 Tillväxt under slutuppfödning

Foderstrategin hade ingen betydande effekt på varken vikt vid slakt, levande viktökning, hullpoäng vid slakt eller ökning i hullpoäng vid jämförelse mellan de två olika foderstrategierna under tackornas slutuppfödning (tabell 3).

Tabell 3. Levande vikt vid slakt, tillväxt under slutuppfödning, hullpoäng vid slakt och ökning i hullpoäng under slutuppfödning hos tackor slutuppfödda med ensilage kombinerat med en lägre andel kraftfoder (Ensilage) respektive presskaka kombinerat med en högre andel kraftfoder (Presskaka).

Parametrar	Ensilage	Presskaka	SEM ¹	P-värde ²
Levande vikt vid slakt (kg)	74,5	72,4	1,42	0,3041
Tillväxt (g/dag)	188,5	192,4	15,48	0,8582
Hullpoäng vid slakt ³	2,9	3,0	0,05	0,7375
Ökning i hullpoäng ³	0,8	0,7	0,62	0,4041

¹ Standard error of mean; ² Skillnader anses signifikanta vid $p < 0,05$; ³ Gård och Djurhälsans 5-gradiga skala.

4.2 Slaktkropparnas kvalitetsegenskaper

Vid jämförelse mellan tackornas foderstrategier under slutuppfödningen kunde en signifikant effekt hittas, där tackorna som utfodrats med presskaka hade ett signifikant högre slaktutbyte i jämförelse med ensilage-gruppen. Ingen signifikant effekt kunde hittas vid jämförelse av slaktvikt, formklass, fettklass, laktatnivåer i blodet, temperatur vid pH 6 eller pH vid 24 timmar efter slakt (tabell 4).

Tabell 4. Slaktvikt, slaktutbyte, formklass, fettklass, laktat vid slakt, temperatur vid pH6 och pH vid 24h hos tackor slutuppfödda med ensilage kombinerat med en lägre andel kraftfoder (Ensilage) respektive presskaka kombinerat med en högre andel kraftfoder (Presskaka).

Parametrar	Ensilage	Presskaka	SEM ¹	P-värde ²
Slaktvikt (kg)	30,4	31,5	0,68	0,2357
Slaktutbyte (%)	40,8 ^a	43,6 ^b	0,51	0,0006
Formklass ³	8,3	8,8	0,25	0,1071
Fettklass ⁴	8,5	8,9	0,36	0,4199
Laktat (mmol/L) ⁵	7,7	7,7	0,49	0,9810
Temperatur pH6 (°C) ⁶	24,7	29,9	2,26	0,1185
pH 24h ⁷	5,7	5,6	0,05	0,7330

¹ Standard error of mean; ² Skillnader anses signifikanta vid $p < 0,05$; ³ Enligt EUROP-systemet: 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+, 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E och 15=E+; ⁴ Enligt EUROP-systemet: 1=1-, 2=1, 3=1+, 4=2-, 5=2, 6=2+, 7=3-, 8=3, 9=3+, 10=4-, 11=4, 12=4+, 13=5-, 14=5 och 15=5+; ⁵ Laktat taget från blod vid avblodningstillfället; ⁶ Temperatur vid pH-värde 6; ⁷ pH-värde vid 24 h efter slakt.

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

4.3 Köttets teknologiska kvalitetsegenskaper

En betydande effekt hittades i köttets vätskehållande förmåga. Utfodring med presskaka ledde till en signifikant högre vätskeförlust när det kommer till både jämförelse mellan tackornas foderstrategier och vid jämförelse mellan köttets mörningstider. Signifikanta skillnader fanns i köttfärgen vid jämförelse mellan köttets olika mörningstider när det kommer till köttets L*- och a*-värde. Det visade sig där att en mörning på 40 dygnsgrader gav köttet en signifikant ljusare färg medan en mörningstid på 80 dygnsgrader gav köttet en signifikant rödare färg. Inga signifikanta effekter kunde hittas i köttets L*- och a*-värde vid jämförelse mellan de olika foderstrategierna. Det kunde heller inte hittas några effekter på köttfärgens b*-värde vid jämförelse av varken foderstrategi och mörningstid. Inga effekter kunde hittas när det kommer till köttets mörhet när det kommer till varken foderstrategi och mörningstid. Samspelseffekter av foderstrategi och mörningstid testades men visade inte på några signifikanta effekter (tabell 5).

Tabell 5. Skärnotstånd (WBSF), vätskeförlust och färg (ljushet, rödhet och gulhet) hos kött från tackor slutuppfödda på ensilage kombinerat med en lägre andel kraftfoder (E) respektive presskaka kombinerat med en högre andel kraftfoder (P) samt där köttet mörats 40 dygnsgrader (40°) respektive 80 dygnsgrader (80°).

Parametrar	Utfodring		Mörning		SEM ¹	P-värde ²	
	E	P	40°	80°		Utfodring	Mörning
<i>Mörhet</i>							
WBSF (N) ³	29,1	28,2	28,0	29,4	1,15	0,6113	0,1445
<i>Vattenhållande förmåga</i>							
Total vätskeförlust (%)	19,4 ^a	21,4 ^b	15,5 ^a	25,3 ^b	0,62	0,0441	<0,0001
<i>Färg</i>							
L* (Ljushet)	30,4	30,2	31,9 ^a	28,7 ^b	0,53	0,8420	<0,0001
a* (Rödhet)	16,3	16,1	15,6 ^a	16,9 ^b	0,33	0,6812	<0,0001
b* (Gulhet)	15,8	15,4	15,6	15,6	0,26	0,3385	0,8974

¹ Standard error of mean; ² Skillnader anses signifikanta vid p <0,05; ³ Warner-Bratzler skärnotstånd mätt i Newtons. ^{a-b} Medelvärden inom samma rad med olika bokstäver skiljer sig signifikant (p <0,05).

5. Diskussion

5.1 Djuren och fodermedel

Tackorna som deltog i studien fick förutom utfodringen precis samma behandling under slutuppfödningen. Gruppindelningen var lika för vikt, hull och ålder samt att alla tackor köptes in från samma gård. Detta gör att resultaten från studien bör kunna härledas till effekt av utfodring. Skillnaderna när det kommer till utfodringen var grovfodret, där hälften av tackorna utfodrades med ensilage och andra hälften presskaka. Presskakan utvanns av samma omgång ensilage som utfodrades till ensilage-gruppen. Tackorna som utfodrades med presskaka fick också en högre andel kraftfoder jämfört med ensilage-gruppen, för att koncentrationen av energi och protein skulle bli mer likvärdiga mellan foderstrategierna.

Det som framförallt skilde sig mellan de olika grovfodren var att presskakan hade en högre andel torrsubstans och NDF och medan ensilaget hade en högre andel energi, råprotein, AAT, PBV, WSC, OMD och aska (tabell 1). Ensilaget innehöll dessutom en högre koncentration av samtliga mineraler med undantag från koppar enligt den foderanalys som gjordes (tabell 2). Att ensilagens och presskakans innehåll visar detta är inget konstigt eftersom presskakan utvinns genom att pressa ut vätska ur ensilaget. Detta gör att koncentrationerna i presskakan kommer skilja sig från ensilaget eftersom många lösliga näringsämnen, så som till exempel energi, råprotein, AAT, PBV, WSC, OMD, aska samt mineraler, hamnar i pressjuicen (Nadeau et al. 2022).

Något som kommer skilja sig mellan de olika foderstrategierna är framförallt kostnaderna. I och med att presskakan går igenom ytterligare en process jämfört med ensilaget samt att presskaka-gruppen dessutom utfodrades med en högre andel kraftfoder, kommer denna foderstrategi ge högre kostnader än ensilage-gruppens foderstrategi.

5.1.1 Presskakans potential som fodermedel

Bioraffinering är en metod som funnits en längre tid men som inte börjat användas i någon större utsträckning förrän klimatkrisen i världen blev uppmärksam och människors medvetenhet kring klimatet ökade (Calvo-Flores & Martin-Martinez

2022). Tack vare att processen utvinnet två fraktioner, en presskaka som är fiberrik och en pressjuice som är proteinrik (Santamaría-Fernández et al. 2018), öppnar detta fodermedel upp för fler användningsområden jämfört med ensilaget. Presskakan har genom tidigare studier visat sig kunna användas till mjölkkor (Damborg et al. 2018) och lamm (Nadeau et al. 2022). Genom den här studien har presskaka också visat sig fungera bra till vuxna tackor. Resultaten i den aktuella studien visade att utfodring med presskaka i kombination med kraftfoder i jämförelse med utfodring med ensilage i kombination med kraftfoder endast gav små skillnader när det kommer till tillväxt, hullökning, slaktkroppsegenskaper och teknologisk köttkvalitet.

Pressjuicen som utvinns under pressningen av ensilaget kan användas till utfodring av grisar tack vare att juicen innehåller mycket protein. Den kan då ersätta andra fodermedel som de i vanliga fall utfodras med (Åkerfeldt et al 2022). Om vallen i större utsträckning kan användas till utfodring av enkelmagade djur, som grisar, kan en större andel vall användas i växtföljden. Ökad vall i växtföljden kan ha positiva effekter i flera avseenden, som till exempel ökad biomassa och minskat kväveläckage i marken (Manevski et al. 2018). Utfodring med presskaka jämfört med ensilage kan därför minska jordbrukets miljöpåverkan. Det har dessutom visat sig att bioraffinerad presskaka och pressjuice fungerar bra att använda som substrat till biogasanläggningar (Santamaría-Fernández et al. 2018). Presskakan skulle därför kunna ses som ett bättre fodermedel jämfört med ensilage när det kommer till flera olika miljö- och klimatsynpunkter.

En studie av Nadeau et al. (2022) jämförde olika foderstrategier, däribland ensilage och presskaka från ensilage, utfodrat till lamm som var 7 månader gamla, vägde 60 kg och hade 3,3 i hullpoäng i genomsnitt vid start av studien. Studien kunde visa att utfodring med bioraffinerat ensilage i form av presskaka även fungerar för växande lamm, då liknande levandevikter kunde uppnås av utfodring med ensilage och presskaka från ensilage vilket liknar de resultat som den aktuella studien kommit fram till. Lammen i studien fick dock inte kraftfoder eller mineralfoder (Nadeau 2022) vilket skiljer sig från den aktuella studien. I och med att bioraffineringen påverkar den kemiska sammansättningen i fodret ger presskakan en lägre smältbarhet i jämförelse med vanligt ensilage. Detta förklarades med att presskakan innehöll en lägre koncentration av smältbart råprotein och en högre koncentration av NDF än vad ensilaget gjorde. Presskakan visade sig också leda till ett lägre foderintag jämfört med ensilaget, vilket författarna också drog slutsatsen att det berodde på den högre koncentrationen av NDF i presskakan (Nadeau et al. 2022).

Antalet studier i ämnet är inte så många för tillfället, ytterligare forskning där presskaka som fodermedel till får och andra djurslag undersöks vidare är därför aktuell. Att olika vallblandningar och skördetidpunkter ger presskakan olika näringsegenskaper behöver också tas i beaktning för att veta vad som fungerar bra

och inte. Att det skiljer sig visade sig i en studie av Damborg et al. (2018) som har jämfört värden från flera olika vallväxter. I studien visade det sig att högre protein- och askvärdena utvanns från presskaka gjord på rödklöver och vitklöver jämfört med engelskt rajgräs och lucern. Presskaka av engelskt rajgräs utmärkte sig från de andra när det kommer till NDF, då det innehöll signifikant mer NDF än de övriga vallväxterna.

5.2 Effekt av foderstrategi

Enligt författarens kännedom har liknande studier där slaktkroppsegenskaper och teknologiska kvalitetsegenskaper på köttet varken gjorts på får, lamm eller nötkreatur tidigare. Därför kommer resultaten av tillväxt, slaktkroppsegenskaper och teknologisk köttkvalitet i den aktuella studien jämföras med studier som har jämfört andra typer av foderstrategier.

5.2.1 Tillväxt och slaktkroppsegenskaper

Resultatet från den aktuella studien visar på en ganska jämn tillväxt mellan grupperna där ensilage-gruppen hade en tillväxt på 188,5 g/dag och presskaka-gruppen 192,4 g/dag. Inga signifikanta skillnader kunde observeras i vare sig tillväxt eller ökat hull. En studie av Stenberg et al. (2020) visade på signifikanta skillnader i tillväxt per dag där lamm från avvänjning vid 84-85 dagars ålder fram till slakt vid en ålder av 149-194 dagar hade fått olika foderstrategier. Lammen hade antingen utfodrats inomhus med ensilage och kraftfoder, på åkermarksbete med tillgång till kraftfoder, på åkermarksbete utan tillgång på kraftfoder eller på naturbete utan tillgång på kraftfoder. Tillväxten gick i fallande skala mellan foderstrategierna där utfodring inomhus med ensilage och kraftfoder hade högst tillväxt och naturbete lägst tillväxt per dag. Viktigt att notera är dock att lammen i studien av Stenberg et al. (2020) var så pass unga att deras tillväxtmönster mest sannolikt såg annorlunda ut i jämförelse med tackorna i den aktuella studien. Varför tackorna i den aktuella studien inte visade på skillnader i viktökning kan tänkas bero på att skillnaderna i utfodringarna var för små eller att slutuppfödningen skulle ha behövt fortsätta under en längre tid för att ge signifikanta skillnader. Större skillnader skulle troligen ha setts om tackorna inte hade utfodrats med olika andelar kraftfoder eftersom detta gjorde att foderstaterna var relativt lika i energi- och proteininnehåll.

Den aktuella studien visade att presskaka-gruppen hade ett signifikant högre slaktutbyte (43,6 %) jämfört med ensilage-gruppen (40,8 %). En studie av Ramírez-Zamudio et al. (2022) jämförde 3-åriga utslagstackor som fick samma utfodring under slutuppfödningen fram till att tackorna nådde en önskad vikt på 45 kg då hälften av tackorna istället utfodrats med foder innehållande en lägre andel protein

i 14 dagar. Resultaten i studien visade inga signifikanta skillnader i vare sig tillväxt, slaktvikt eller slaktutbyte. Detta förklarar författarna med att näringsbegränsningen i studien inte var tillräckligt stor för att öka muskelnedbrytningen hos tackorna. Detta kan kopplas med resultaten från den aktuella studien, genom att bristen på skillnader berodde på att skillnaderna i näring var för små mellan de två olika utfodringsstrategierna. Dock observerades det i studien av Ramírez-Zamudio et al. (2022) att tackornas kroppsfett, med den restriktiva utfodringen, påverkades av den 14 dagar långa näringsrestriktionen då tjockleken på ryggfettet var betydligt lägre hos dessa tackor. I studien av Stenberg et al. (2020) gav slaktvikt och slaktutbyte signifikanta skillnader, där lammen på naturbete skilde sig från resterande grupper genom att uppnå både lägre slaktvikt och lägre slaktutbyte. Den lägre slaktvikten förklarade författarna med att näringsvärdet på naturbetesmarken sjönk så pass mycket under säsongen. Detta stärks i studien genom att studien visade att lammens tillväxt under de första 14 dagarna av studien var bland de högsta för att sedan ha lägst tillväxt av alla grupper genom hela studien. I den aktuella studien hade presskaka-gruppen ett högre slaktutbyte vilket då kan förklaras av liknande anledning som i studien av Stenberg et al. (2020), att skillnaderna i näringsvärdena mellan de olika foderstrategierna påverkar slaktutbytet. Inga skillnader i den aktuella studien kunde dock ses i slaktvikt. Att slaktutbytet, men inte slaktvikten, skilde sig hos tackorna i den aktuella studien skulle kunna förklaras av skillnader i foderintag. Enligt Muir & Thomson (2008) påverkas slaktutbytet av hur mycket foder som djuret har i vommen vid slakttillfället där mer foder ger ett lägre slaktutbyte. Då ett lägre slaktutbyte uppmättes hos ensilage-gruppen kan en förklaring till detta vara ett högre foderintag hos dessa tackor jämfört med presskaka-gruppen. Detta påstående förstärks genom studien av Nadeau et al. (2022) som kunde visa att lamm som utfodrades med ensilage hade ett högre foderintag än lammen som utfodrades med presskaka.

I ett försök att undersöka stressnivån hos tackorna vid slakt registrerades laktatvärdet i tackornas blod i samband med avblodningen. Laktatvärdena i den aktuella studien påvisade ingen skillnad mellan grupper då de hade samma medelvärde på 7,7 mmol/L. De laktatvärden som uppmättes för tackorna kan endast jämföras med resultat från lamm då studier där laktat från vuxna tackor inte kunnat hittas. Stress hos djuren kan variera av flera olika anledningar där variationen kan bero på hur djuren har blivit hanterade i samband med slakten. En studie av Zimerman et al. (2013) visade att lamm som fastades och lamm som skrämdes upp med hundar kort innan slakt hade högre laktatnivåer än kontrollgruppen och lamm som förmåddes till rörelse kort innan slakt. Studier på lamm har tidigare kunnat visa att laktat i blodet kan variera en hel del. Några studier visar att värden mellan 3-13 mmol/L (Chauhan et al. 2019; Liste et al. 2011; Stempa et al. 2016) har observerats hos lamm där värdena tagits i samband med slakt. Ju högre laktatvärde desto mer stressade tolkas djuren i studierna ha varit innan slakt. I ett arbete av

Stenberg (2017) som bland annat jämfört bagglamms laktatnivåer mellan olika utfodringsstrategier visade sig nivåerna för alla fyra foderstrategier ligga mellan 2,9-3,7 mmol/L utan några signifikanta skillnader. Bagglammen i den studien slaktades på samma slakteri och under liknande förhållanden som tackorna i den aktuella studien. De laktatvärden som presenterats av Stenberg (2017) var lägre än i den aktuella studien men eftersom det, precis som i denna studie, inte visade på signifikanta skillnader kan resultaten tolkas som att utfodringsstrategi inte har påverkat laktatnivån i stickblodet hos djuren. De olika laktatnivåerna i studierna kan mer tänkas bero på andra faktorer så som hantering under djurens livstid, ålder och/eller kön hos djuren. Vad som är normala värden för tackor går inte att säga eftersom inga studier hittades för att presentera detta. Djurens laktatnivåer vid slakt har visat sig påverka lamms köttkvalitet där högre laktat gett köttet en högre WHC (Liste et al. 2011). Då resultaten i den aktuella studien inte visade på någon skillnad i laktatvärden är det oklart om laktat-värdena i den aktuella studien hade påverkat köttets WHC. Resultatet från den aktuella studien kan tolkas som att foderstrategin inte påverkat förutsättningen för laktatproduktionen hos tackorna i försöket. Värdena ser dessutom ut att ligga i mitten av skalan av värden som de tidigare studierna observerade hos lamm vilket kan tolkas som att tackorna i denna studie visade på laktatnivå i medel på skalan.

Temperatur vid pH 6 och pH efter 24 timmar visade sig inte skilja mellan grupperna i den aktuella studien. Resultaten på pH efter 24 timmar bekräftas också i andra studier som jämfört tackor (Ramírez-Zamudio et al. 2022) och lamm (Stenberg et al. 2020; Stenberg et al. 2021) som utfodrats med olika foderstrategier. Slut pH efter 24 timmar som uppmättes i den aktuella studien för ensilage-gruppen (5,7) och presskaka-gruppen (5,6) visar dock sig ligga inom lämpligt intervall; högst 5,7 enligt standarden i Australien (MSA 2019), inom 5,4-5,8 enligt standarden i Nya Zeeland (Alliance Group Limited 2010) samt högst 5,8 enligt den svenska standarden (Lammyftet u.å.)

5.2.2 Tekniska kvalitetsegenskaper

Ingen signifikant skillnad mellan köttets mörhet, för ensilage-gruppen (29,1 N) och presskaka-gruppen (28,2 N) mätt som WBSF kunde påvisas i den aktuella studien. Resultat från Ramírez-Zamudio et al. (2022) där kött från treåriga tackor som blivit utfodrade med olika foderstrategier visade på signifikanta skillnader i mörhet mellan de olika behandlingarna. Resultatet i studien av Ramírez-Zamudio et al. (2022) visade att tackorna som utfodrades med lägre andel protein gav ett signifikant högre WBSF, 36,0 N (3,67 kilogram-force; kgf) och 21,9 N (2,23 kgf) i de fall köttet mörats antingen en respektive sju dagar. Detta jämfördes med kontrollgruppen som hade WBSF på 29,6 N (3,02 kgf) och 16,7 N (1,7 kgf) vid en mörningstid på en respektive sju dagar. Vid mörning i 14 dagar visade inte strategierna på några signifikanta skillnader, WBSF visade där 18,3 N (1,87 kgf)

för tackorna som utfodrade med en lägre koncentration protein i foderstaten de sista veckorna innan slakt och 15,8 N (1,61 kgf) för kontroll-tackorna. Författarna i studien tror att den restriktiva koncentrationen av protein som gavs till ena gruppen av tackor hade en negativ effekt på nedbrytningen av de myofibrillära proteinerna *post mortem*. Då resultaten i den aktuella studien inte skilde sig är det svårt att säga hur detta resultat kan kopplas ihop med varandra, mer än att intaget av protein inte skilde sig lika stort mellan grupperna för att visa på signifikanta skillnader. En studie av Modzelewska-Kapitula et al. (2016) gjord på nötkreatur utförde en sensorisk analys med en utbildad panel. Musklerna *M. infraspinatus* (INF) och *M. semimembranosus* (SM) jämfördes mellan olika raskorsningar. Studien mätte WBSF-värden på 23,4 N, 23,0 N och 26,5 N för INF-muskeln medan SM-muskeln mätte värden på 44,3 N, 47,3 N och 58,5 N. Panelen fick sedan ge köttets poäng mellan ett till nio där ett var segast och nio var mörast. Trots den stora skillnaden i WBSF visade den sensoriska analysen att panelen endast upplevde en mindre skillnad i mörhet mellan behandlingar. Analysen visade att INF-muskeln fick 7,8, 7,9 respektive 7,9 i poäng medan SM-muskeln fick 6,5, 6,1 respektive 6,1 i poäng. Panelen gav i studien poäng mellan 1 och 9, där köttet vid 1 poäng bedömdes vara extremt segt och 9 extremt mörkt (Modzelewska-Kapitula et al. 2016). Resultatet av detta visar att stora skillnader mellan WBSF inte alltid behöver betyda att stora skillnader i köttets mörhet upplevs lika stor vid konsumtion. Den aktuella studien som visade WBSF-värdena på 29,1 N (utfodring med ensilage) och 28,2 N (utfodring med presskaka) hos utslagstackorna kan jämföras med värdena från INF-muskeln och SM-muskeln från studien av Modzelewska-Kapitula et al. (2016). Köttet från tackorna i den aktuella studien kan då också tänkas få höga poäng i mörhet baserat på att värdena från INF-muskeln endast skiljer sig lite från resultaten från den aktuella studien.

Köttets WHC var den enda köttkvalitetsparameter som visade på signifikanta skillnader mellan foderstrategierna i denna studie. Studien av Ramírez-Zamudio et al. (2022) fann inga signifikanta skillnader i köttets totala vätskeförlust mellan de olika foderstrategierna. Det gjorde heller inte studien av Karaca et al. (2016) som jämförde effekten av foderstrategi på WHC hos sex månader gamla lamm, där lammen antingen gått på bete eller utfodrats med hö och kraftfoder inne på stall. Studien av Stenberg et al. (2020) som jämförde lamm utfodrade med olika foderstrategier visade heller inte på några signifikanta skillnader i WHC mellan foderstrategier. Varför den aktuella studien visade på signifikanta skillnader mellan foderstrategierna är därför svårt att förklara. Detta gör att det är viktigt att fortsätta undersöka WHC i kött under de aktuella förutsättningarna eftersom det finns få studier som undersökt ämnet tidigare och kan förklara varför det kan bli skillnader.

Precis som med mörheten visade inte den aktuella studien på några signifikanta skillnader när det kommer till någon av färgparametrarna ljushet, rödhet och gulhet. Köttets färg har betydelsen för konsumentens acceptans av köttet där det är önskvärt

för konsumenten att köttet har en ljus rosa-röd färg. Mörkt kött bedöms ofta som mindre acceptabelt hos konsumenter (MLA u.å.b). Studien av Stenberg et al. (2020) bekräftar den aktuella studiens resultat, att inga signifikanta skillnader i köttets färg observerades mellan foderstrategierna. Detta troddes i studien bero på att pH efter 24 timmar inte signifikant skilde sig mellan foderstrategierna och heller inte då påverkat köttfärgen i någon större grad (Stenberg et al. 2020). Detta kan bekräftas av studien av Karaca et al. (2016), där lamm som fått antingen hö och kraftfoder eller bete jämfördes. Studien visade på signifikanta skillnader i både pH efter 24 timmar och i köttets färg (ljushet och gulhet) mellan foderstrategierna. Lammen som fått hö och kraftfoder gav ett kött med lägre pH efter 24 timmar samt ett kött som var både signifikant ljusare och gulare jämfört med gruppen på bete (Karaca et al. 2016). Precis som i studien av Stenberg et al. (2020) diskuterade författarna kring att det kunde bero på att det slutliga pH-värdet skilde sig mellan foderstrategierna. Förklaringen att slutligt pH har effekt på köttfärgen kan appliceras på den aktuella studien, då foderstrategierna inte påverkade varken köttets pH efter 24 timmar eller färg.

5.3 Effekt av mörningstid

5.3.1 Tekniska kvalitetsegenskaper

När det kommer till mörhet mätt som WBSF kunde inga signifikanta skillnader påvisas mellan de olika mörningstiderna 40 respektive 80 dygnsgrader. En studie av Kaić et al. (2020) jämförde kött från tackor som var mellan tre och sju år där köttet fått en mörningstid på en, sju respektive tio dagar inte heller visade på skillnader i köttets WBSF. Studien tar upp flera olika faktorer som skulle kunna ha påverkat WBSF-värdet, som att till exempel fårens ålder ger vissa förändringar i musklerna. Studien tar dock upp att det finns bristande bakgrundsunderlag relaterade till ätkvaliteten på tackor vilket gör det viktigt med ytterligare undersökningar i ämnet. Köttet i studien av Kaić et al. (2020) hade dock varit fryst innan testerna utfördes, men då tidigare studier av Stenberg et al. (2022) och Fevold et al. (2024) som undersökt lammkött inte kunde visa på att frysning skilde sig från det färska köttet när det kommer till WBSF bedöms värdena i studierna kunna jämföras med WBSF-värdena som uppmättes i den aktuella studien. Att mörningstiden ger signifikanta skillnader visades dock i en studie av Rant et al. (2019) som jämförde WBSF hos två muskler (*M. longissimus lumborum* (LL) och *M. gluteus medius* (GM)) från lamm som antingen inte fått någon mörningstid alls respektive en mörningstid på 14 dagar. Åldern på lammen i studien framgår inte utan studien förklarar att uppfödningen pågick fram till att en önskad slaktvikt på 40 kg uppnåts. Studien kunde visa att en längre mörningstid gav signifikant lägre

WBSF. Studien fann dessutom signifikanta skillnader mellan LL- och GM-muskeln hos lammen.

Den vattenhållande förmågan hos köttet skilde sig signifikant mellan de olika mörningstiderna, där köttet som mörats 80 dygnsgrader hade en högre procentuell vätskeförlust (25,3 %) jämfört med köttet som mörats 40 dygnsgrader (15,5 %). Rant et al. (2019) jämförde förutom WBSF också koksvinn i LL-muskeln från lamm som inte mörats alls och kött som mörats i 14 dagar. Resultaten visade att en längre mörningstid gav en högre vätskeförlust i LL-muskeln, vilket styrker det som påvisats i den aktuella studien.

Köttets mätta färg i den aktuella studien visade en signifikant skillnad i köttets ljushet och rödhet men inte i köttets gulhet. I studien av Rant et al. (2019) jämfördes också köttets färg på både LL-muskeln och GM-muskeln från lamm som inte mörats och kött som mörats i 14 dagar. Resultatet från studien visade endast signifikanta skillnader för GM-muskeln där ljusheten minskade samt att rödheten och gulheten i köttet ökade med den längre mörningstiden. Inga signifikanta skillnader sågs i färgparametrarna för LL-muskeln. Författarna hade svårt att förklara vad detta berodde på mer än att myoglobin-koncentrationen skiljer sig i olika muskler samt att omvandling av myoglobin är orsaken till att skillnader endast sågs i GM-muskeln (Rant et al. 2019). Vilka färger som är önskvärda kan vara svårt att säga, eftersom det ofta är personberoende. Att människor har stora variationer i den individuella uppfattningen av färg hos kött visades i en studie av Khlijji et al. (2010) där konsumenters acceptans för färg på kött från lamm undersöktes. Vilken bedömning köttet fått rent siffermässigt kommer kanske därför inte påverka konsumentens val alltid. Vilken mörningsbehandling av köttet i den aktuella studien som konsumenten föredrar är därför svår att säga. Färgerna skilde sig endast lite mellan mörningstiderna vilket då är frågan om skillnaden ens skulle uppmärksammas av konsumenten.

6. Slutsats

Slutuppföda utslagstackor som utfodrats med presskaka jämfört med ensilage som grovfoder visade ingen skillnad när det kommer till tillväxt under slutuppfödningen. Presskakan hade signifikant positiv effekt på tackornas slaktutbyte. De två foderstrategierna visade däremot inga effekter på slaktvikt, formklass, fettklass, laktat i blodet vid slakt, temperatur vid pH 6, pH 24 timmar efter slakt. Utfodring med presskaka och kraftfoder visade sig ge köttet en lägre vattenhållande förmåga men påverkade inte de övriga teknologiska köttkvalitetsparametrarna mörhet (WBSF) eller köttfärg. Att låta köttet möra 80 dygnsgrader jämfört med 40 dygnsgrader visade sig ge köttet en lägre vattenhållande förmåga samt en mörkare och rödare färg. Inga signifikanta skillnader påvisades på köttets gulhet eller mörhet (WBSF) mellan de olika mörningsbehandlingarna.

Resultaten från denna studie visar att presskaka av ensilage, tillsammans med en lite högre andel kraftfoder, kan vara ett likvärdigt alternativ till ensilage, tillsammans med en lägre andel kraftfoder, för utfodring av vuxna tackor som ska slutuppfödning innan slakt. Mer forskning kring ämnet är dock relevant för att dra mer tillförlitliga slutsatser. Det är aktuellt med fler studier kring slutuppfödning av tackor och hur det påverkar slaktkroppsegenskaper och olika köttkvalitetsegenskaper för att på så sätt öka utslagstackans värde. Ökad kunskap i ämnet skulle kunna bidra till ökad lönsamhet hos de svenska får företag i och med ett ökat ekonomiskt värde på tackköttet.

Referenser

- Alliance Group Limited (2010). *Research into lamb meat quality*. [Broschyr].
http://ekowidodo.lecture.ub.ac.id/files/2012/02/Lamb_Meat_Quality_booklet.pdf
- AMPC (2015). *Meat colour stability* [Faktablad]. Australian meat processor corporation.
https://www.ampc.com.au/getmedia/dc801161-c5aa-41a3-b566-3c5621d40858/AMPC_MeatColourStability_FactSheet.pdf?ext=.pdf
 [2024-02-16]
- Bendall, J.R. (1951). The shortening of rabbit muscles during rigor mortis: its relation to the breakdown of adenosine triphosphate and creatine phosphate and to muscular contraction. *The Journal of Physiology*, 114 (1–2), 71–88
- Brewer, M.S. (2014). CHEMICAL AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF MEAT | Water-Holding Capacity. I: Dikeman, M. & Devine, C. (red.) *Encyclopedia of Meat Sciences (Second Edition)*. Academic Press. 274–282.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00247-6>
- Calvo-Flores, F.G. & Martin-Martinez, F.J. (2022). Biorefineries: Achievements and challenges for a bio-based economy. *Frontiers in Chemistry*, 10.
<https://doi.org/10.3389/fchem.2022.973417>
- Chauhan, S. S., Ponnampalam, E., Dunshea, F. & Warner, R. D., (2019) “Breed and Nutrition Effects on Meat Quality and Retail Color after Lamb Pre-Slaughter Stress”, *Meat and Muscle Biology* 3(1).
<https://doi.org/10.22175/mmb2018.10.0033>
- Damborg, V.K., Stødkilde, L., Jensen, S.K. & Weisbjerg, M.R. (2018). Protein value and degradation characteristics of pulp fibre fractions from screw pressed grass, clover, and lucerne. *Animal Feed Science and Technology*, 244, 93–103.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.08.004>
- Devine, C.E., Payne, S.R., Peachey, B.M., Lowe, T.E., Ingram, J.R. & Cook, C.J. (2002). High and low rigor temperature effects on sheep meat tenderness and ageing. *Meat Science*, 60 (2), 141–146. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00115-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00115-2)
- Faustman, C., Suman, S.P. & Ramanathan, R. (2023). Chapter 11 - The eating quality of meat: I Color. *Lawrie's Meat Science (Ninth Edition)*. Woodhead Publishing. 363–392. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85408-5.00023-6>
- Fausto, D.A., Lima, M.A.D., Ramos, P.M., Pertile, S.F.N., Susin, I. & Delgado, E.F. (2017). Cold shortening decreases the tenderization of Biceps femoris muscle from lambs. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 18 (1), 16–25.
<https://doi.org/10.1590/s1519-99402017000100003>
- Fevold, M.A., Maddock-Carlin, K.R., Keller, W.L. & Hoffman, T.W. (2024). Fresh and frozen storage on meat quality and sensory attributes of lamb loins and legs. *Meat and Muscle Biology*, 8 (1), 15701. <https://doi.org/10.22175/mmb.15701>
- Gardner, G.E., Kennedy, L., Milton, J.T.B. & Pethick, D.W. (1999). Glycogen metabolism and ultimate pH of muscle in Merino, first-cross, and second-cross wether lambs as affected by stress before slaughter. *Australian Journal of Agricultural Research*, 50 (2), 175. <https://doi.org/10.1071/A98093>

- Ge, Y., Zhang, D., Zhang, H., Li, X., Fang, F., Liang, C. & Wang, Z. (2021). Effect of Postmortem Phases on Lamb Meat Quality: A Physicochemical, Microstructural and Water Mobility Approach. *Food Science of Animal Resources*, 41 (5), 802–815. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e37>
- Geesink, G.H., Bekhit, A.-D. & Bickerstaffe, R. (2000). Rigor temperature and meat quality characteristics of lamb longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, 78 (11), 2842–2848. <https://doi.org/10.2527/2000.78112842x>
- Gravador, R.S., Fahey, A.G., Harrison, S.M., Gkarane, V., Moloney, A.P., Brunton, N.P., Claffey, N.A., Diskin, M.G., Farmer, L.J., Allen, P. & Monahan, F.J. (2022). Effect of silage to concentrate ratio and duration of feeding on the fatty acid composition of ovine muscle and adipose tissue. *Animal Production Science*, 62 (7), 682-690. <https://doi.org/10.1071/AN20301>
- Gudiol, J. (2008). *Mjölksyra, en missförstådd hjälpgumma*. <https://traningslara.se/mjolksyra-en-missforstadd-hjalpgumma/> [2024-02-30]
- Gård och Djurhälsan (2015). *Hullbedömning av får* [Broschyr]. https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2019/06/hullbroschyr_150520.pdf
- Hocquette, J.F., Gondret, F., Baéza, E., Médale, F., Jurie, C. & Pethick, D.W. (2010a). Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal*, 4 (2), 303–319. <https://doi.org/10.1017/S1751731109991091>
- Hocquette, J.F., Richardson, R.I., Prache, S., Médale, F., Geraldine, D. & Scollan, N. (2010b). The future trends for research on quality and safety of animal products. *Italian Journal of Animal Science*, 4. <https://doi.org/10.4081/ijas.2005.3s.49>
- Hopkins, D.L., Stanley, D.F., Martin, L.C., Toohey, E.S. & Gilmour, A.R. (2007). Genotype and age effects on sheep meat production 3. Meat quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47 (10), 1155–1164. <https://doi.org/10.1071/EA06299>
- Jordbruksaktuellt (2021). Om vi har världens bästa lammkött så har vi antagligen världens bästa tackakött. *Jordbruksaktuellt*, 25 juni. <https://www.ja.se/artikel/2228810/om-vi-har-vrldens-bsta-lammktt-s-har-vi-antagligen-vrldens-bsta-tackaktt.html> [2024-02-06]
- Jordbruksverket (2023a). *Preliminärt antal lantbruksdjur*. https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas__Lantbrukets%20djur__Preliminar%20djurstatistik/JO0103J01.px/ [2024-04-02]
- Jordbruksverket (2023b). *Slakt av större lantbruksdjur vid slakteri*. https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas__Animalieproduktion__Slakt/JO0604A3.px/ [2024-04-02]
- Jordbruksverket (2022). *Statistik om slaktade djur och klassning*. <https://jordbruksverket.se/djur/djurtransportorer-och-slakterier/statistik-om-slaktade-djur-och-klassning>
- Jordbruksverket (2023c). *Svensk marknadsbalans fårkött*. <https://jordbruksverket.se/download/18.4f9dead71770f4e9ae04a08a/1702553635556/Marknadsbalans-farkott-tga.xlsx> [2024-04-02]
- Jordbruksverket (2023d). *Totalkonsumtion av vara*. https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas__Konsumtion%20av%20livsmedel/JO1301K2.px/ [2024-04-02]

- Kaić, A., Širić, I., Žgur, S., Šubara, G. & Mioč, B. (2020). The effect of slaughter age and aging period on water-holding capacity and tenderness of mutton. *Veterinarski Arhiv*, 90 (6), 611-616. DOI: 10.24099/vet.arhiv.0985
- Karaca, S., Yılmaz, A., Askin, K., Bingöl, M. Cavidoglu, I. & Ser, G. (2016). The effect of feeding system on slaughter-carcass characteristics, meat quality, and fatty acid composition of lambs. *Archives Animal Breeding*, 59, 121-129. doi:10.5194/aab-59-121-2016
- Kemin (2019). *Colour is the decision-making parameter for consumers when selecting meat*. <https://www.kemin.com/eu/en/blog/food/the-colour-of-meat> [2024-02-02]
- Khlijji, S., Van de Ven, R., Lamb, T.A., Lanza, M. & Hopkins, D.L. (2010). Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. *Meat Science*, 85 (2), 224-229. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.01.002>
- KLS (2024). *Kvalitetsnotering nöt och lamm, vecka 6*. <https://www.kls.se/media/18468/kvalitetsnotering-noet-lamm-202406.pdf?638479041060000000>
- Koohmaraie, M., Kent, M.P., Shackelford, S.D., Veiseth, E. & Wheeler, T.L. (2002). Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Science*, 62 (3), 345–352. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00127-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00127-4)
- Kropf, D.H. (u.å.). *Enhancing Meat Color Stability*. [https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/2003/enhancing-meat-color-stability\(3\).pdf?sfvrsn=2](https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/2003/enhancing-meat-color-stability(3).pdf?sfvrsn=2)
- Lammlyftet (u.å.). *pH-värde i slaktkroppen – Meat Standard Sweden lamm*. <https://slu-se.instructure.com/courses/1985/pages/ph-varde-i-slaktkroppen-meat-standard-sweden-lamm> [2024-05-09]
- Levy, H.M. & Koshland, D.E. (1959). Mechanism of Hydrolysis of Adenosinetriphosphate by Muscle Proteins and Its Relation to Muscular Contraction. *Journal of Biological Chemistry*, 234 (5), 1102–1107. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)98139-1](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)98139-1)
- Li, X., Zhang, Y., Li, Z., Li, M., Liu, Y. & Zhang, D. (2017). Effekten av temperatur i intervallet –0,8 till 4 °C på lammköttets färgstabilitet. *Meat Science*, 134, 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.010>
- Li, Y. & Liu, S. (2012). Reducing lipid peroxidation for improving colour stability of beef and lamb: on-farm considerations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (4), 719–729. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4715>
- Liste, G., Miranda-de la Lama, G.C., Campo, M.M., Villarroel, M., Muela, E. & María, G.A. (2011). Effect of lairage on lamb welfare and meat quality. *Animal Production Science*, 51 (10), 952-958. <https://doi.org/10.1071/AN10274>
- LRF (2016). *Korta fakta om svensk lammuppfödning*. https://faravelsforbundet.se/wp-content/uploads/lrf-fakta_lammuppfodning.pdf [2024-02-13]
- Luo, Y., Wang, B., Liu, C., Su, R., Hou, Y., Yao, D., Zhao, L., Su, L. & Jin, Y. (2019). Meat quality, fatty acids, volatile compounds, and antioxidant properties of lambs fed pasture versus mixed diet. *Food Science & Nutrition*, 7 (9), 2796–2805. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1039>
- Manevski, K., Lærke, P.E., Olesen, J.E. & Jørgensen, U. (2018). Nitrogen balances of innovative cropping systems for feedstock production to future biorefineries. *Science of the Total Environment*, 633, 372-390. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.155>
- Matarneh, S.K., Scheffler, T.L. & Gerrard, D.E. (2023). Chapter 5 - The conversion of muscle to meat. *Lawrie's Meat Science (Ninth Edition)*. Woodhead Publishing. 159–194. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85408-5.00010-8>
- Meat science (u.å.). *Conversion of muscle to meat*. <https://meat.tamu.edu/ansc-307-honors/conversion-muscle-to-meat/> [2024-04-01]

- MLA (u.å.a). *Age and definition*.
<https://solutionstofeedback.mla.com.au/Sheep/AgeDentition> [2024-01-22]
- MLA (u.å.b). *Meat colour*. <https://solutionstofeedback.mla.com.au/cattle/chiller-assessment/meat-colour/> [2024-05-07]
- Modzelewska-Kapitula, M., Nogalski, Z. & Kwiatkowska, A. (2016). The influence of crossbreeding on collagen solubility and tenderness of Infraspinatus and Semimembranosus muscles of semi-intensively reared young bulls. *Animal Science Journal*, 87 (10), 1312-1321. <https://doi.org/10.1111/asj.12581>
- MSA (2019). *The effect of pH on sheepmeat eating quality*. Tips & tools, Meat Standards Australia. [Faktablad]. <https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/marketing-beef-and-lamb/documents/meat-standards-australia/msa-sheep-tt-july-2019-lr---the-effect-of-ph-on-sheepmeat-eating-quality.pdf>
- Muir, P.D. & Thomson, B.C. (2008). *A review of dressing out percentage in New Zealand livestock*. <https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/2963-review-dressing-out-percentage-in-nz-livestock>
- Nadeau, E., Dahlström, F. & Sousa, D. (2022). Feed value of pulp from fresh and ensiled grass-clover forage. *Grassland Science in Europe*, 27, 231-232.
https://www.europeangrassland.org/fileadmin/documents/Infos/Printed_Matter/Proceedings/EGF2022.pdf
- Oddy, V.H. & Sainz, R.D. (2002). Nutrition for sheep-meat production. I: Freer, M. & Dove, H. (red.) *Sheep Nutrition*. 1. uppl. CABI Publishing. 237–262.
<https://doi.org/10.1079/9780851995953.0237>
- Pannier, L., Gardner, G.E., Pearce, K.L., McDonagh, M., Ball, A.J., Jacob, R.H. & Pethick, D.W. (2014). Associations of sire estimated breeding values and objective meat quality measurements with sensory scores in Australian lamb. *Meat Science*, 96 (2, Part B), 1076–1087.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.037>
- Pethick, D.W., Davidson, R., Hopkins, D.L., Jacob, R.H., D’Souza, D.N., Thompson, J.M. & Walker, P.J. (2005). The effect of dietary treatment on meat quality and on consumer perception of sheep meat eating quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45 (5), 517–524. <https://doi.org/10.1071/EA03255>
- Ponnampalam, E.N., Butler, K.L., Muir, S.K., Plozza, T.E., Kerr, M.G., Brown, W.G., Jacobs, J.L. & Knight, M.I. (2021). Lipid Oxidation and Colour Stability of Lamb and Yearling Meat (Muscle longissimus lumborum) from Sheep Supplemented with Camelina-Based Diets after Short-, Medium-, and Long-Term Storage. *Antioxidants*, 10 (2), 166. <https://doi.org/10.3390/antiox10020166>
- Ponnampalam, E.N., Hopkins, D.L., Dunshea, F.R., Pethick, D.W., Butler, K.L. & Warner, R.D. (2007). Genotype and age effects on sheep meat production 4. Carcass composition predicted by dual energy X-ray absorptiometry. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47 (10), 1172–1179.
<https://doi.org/10.1071/EA07008>
- Ponnampalam, E.N., Plozza, T., Kerr, M.G., Linden, N., Mitchell, M., Bekhit, A.E.-D.A., Jacobs, J.L. & Hopkins, D.L. (2017). Interaction of diet and long ageing period on lipid oxidation and colour stability of lamb meat. *Meat Science*, 129, 43–49.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.02.008>
- Priolo, A., Micol, D., Agabriel, J., Prache, S. & Dransfield, E. (2002). Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Science*, 62 (2), 179–185. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00244-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00244-3)
- Ramírez-Zamudio, G.D., Silva L.H.P., Vieira N.M., Vilela, R.S.R., Assis, D.E.F., Assis, G.J.F., Estrada, M.M., Rodrigues, R.T.S., Duarte, M.S. & Chizzotti, M.L. (2022). Effect of short-term dietary protein restriction before slaughter on meat quality

- and skeletal muscle metabolomic profile in culled ewes. *Livestock Science*, 261. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104956>
- Rant, W., Radzik-Rant, A., Świątek, M., Niżnikowski, R., Szymańska Z., Bednarczyk, M., Orłowski, E., Morales-Villavicencio, A. & Ślęzak, M. (2019). The effect of aging and muscle type on the quality characteristics and lipid oxidation of lamb meat. *Archives Animal Breeding*, 62 (2), 383-391. <https://doi.org/10.5194/aab-62-383-2019>
- SAS (2018). SAS 9.4, S.I.I.; SAS Version 9.4; SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA.
- Santamaría-Fernández, M., Molinuevo-Salces, B., Lübeck, M. & Uellendahl, H. (2018). Biogas potential of green biomass after protein extraction in an organic biorefinery concept for feed, fuel and fertilizer production. *Renewable Energy*, 129, 769-775. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.03.012>
- Santé-Lhoutellier, V., Engel, E. & Gatellier, Ph. (2008). Assessment of the influence of diet on lamb meat oxidation. *Food Chemistry*, 109 (3), 573-579. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.081>
- Spörndly, R. 2003. *Fodertabeller för idisslare*. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala
- Stamcellehuset (2019). *Betennelse i sener og ledd*. <https://www.stamcellehuset.no/betennelse> [2024-02-14]
- SJVFS 2004:88. *Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 1998:127) om klassificering av slaktkroppar*. Statens jordbruksverk.
- Sjaastad, Ø.V., Sand, O. & Hove, K (2016). *Physiology of Domestic Animals*. 3 uppl. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Stempa, T., Muchenje, V., Abrahams, A.M. & Bradley, G. (2016). Sex and breed affect plasma glucose, lactate, cortisol, meat quality but not muscle glycolytic potential of Dorper and Merino lambs. *Animal Production Science*, 58 (5), 958-964. <https://doi.org/10.1071/AN16522>
- Stenberg, E. (2017). *The effect of production system on carcass and meat quality in lambs*. (Studentarbete nr 698) Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. https://stud.epsilon.slu.se/10454/1/Stenberg_E_170627.pdf
- Stenberg, E., Arvidsson-Segerkvist, K., Karlsson, A.H., Ólafsdóttir, A., Hilmarsson, Ó.Þ., Gudjónsdóttir, M. & Thorkelsson, G. (2022). A Comparison of fresh and frozen lamb meat – differences in technological meat quality and sensory attributes. *Animals*, 12, 2830. <https://doi.org/10.3390/ani12202830>
- Stenberg, E., Arvidsson-Segerkvist, K., Karlsson, A.H., Ólafsdóttir, A., Hilmarsson, Ó.Þ., Gudjónsdóttir, M. & Thorkelsson, G. (2021). A Comparison of Two Different Slaughter Systems for Lambs. Effects on Carcass Characteristics, Technological Meat Quality and Sensory Attributes. *Animals*, 11 (10), 2935. <https://doi.org/10.3390/ani11102935>
- Stenberg, E., Karlsson, A., Öghren, C. & Segerkvist, K.A. (2020). Carcass characteristics and meat quality attributes in lambs reared indoors, on cultivated pasture, or on semi-natural pasture. *Agricultural and Food Science*, 29 (5), 432-441. <https://doi.org/10.23986/afsci.91706>
- Sutherland, M.M. & Ames, J.M. (1996). Free fatty acid composition of the adipose tissue of intact and castrated lambs slaughtered at 12 and 30 weeks of age. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44 (10), 3113-3116. <https://doi.org/10.1021/jf960049h>
- Svenskt kött (2023). *Varför ska man öka svensk livsmedelsproduktion trots risk för ökade utsläpp?* <https://svensktkott.se/aktuellt/varfor-ska-man-oka-svensk-livsmedelsproduktion-trots-risk-for-okade-utslapp/> [2024-02-06]

- Thompson, J. (2002). Managing meat tenderness. *Meat Science*, 62 (3), 295-308.
[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00126-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00126-2)
- Tornberg, E. (1996). Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Science*, 43, 175–191.
[https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)00064-2](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)00064-2)
- Warriss, P.D. (2000). *Meat science: an introductory text*. CABI Publishing.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/epdf/10.1079/9780851994246.0000>
- Watkins, P.J., Frank, D., Singh, T.K., Young, O.A. & Warner, R.D. (2013). Sheepmeat flavor and the effect of different feeding systems: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 (15), 3561-3579.
<https://doi.org/10.1021/jf303768e>
- Watkins, P.J., Rose, G., Salvatore, L., Allen, D., Tucman, D., Warner, R.D., Dunshea, F.R. & Pethick, D.W. (2010). Age and nutrition influence the concentrations of three branched chain fatty acids in sheep fat from Australian abattoirs. *Meat Science*, 86 (3), 594–599. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.009>
- Young, O.A., Reid, D.H. & Scales, G.H. (1993). Effect of breed and ultimate pH on the odour and flavour of sheep meat. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 36 (3), 363–370. <https://doi.org/10.1080/00288233.1993.10417733>
- Zhang, Z., Wang, X., Jin, Y., Zhao, K. & Duan, Z. (2022). Comparison and analysis on sheep meat quality and flavor under pasture-based fattening contrast to intensive pasture-based feeding system. *Animal Bioscience*, 35 (7), 1069–1079.
<https://doi.org/10.5713/ab.21.0396>
- Zimmerman, M., Domingo, E., Grigioni, G., Taddeo, H. & Willems, P. (2013). The effect of pre-slaughter stressors on physiological indicators and meat quality traits on Merino lambs. *Small Ruminant Research*, 111 (1-3), 6-9.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.12.018>
- Åkerfeldt, M.P., Friman, J., Dahlström, F., Larsen, A. & Wallenbeck, A. (2022). Juice from silage in green bio refineries – a potential feed ingredient in liquid diets to weaned pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 71 (1-4), 51-57. <https://doi.org/10.1080/09064702.2022.2118828>

Personlig kommunikation

Emma Holmstedt. Inköpschef lamm, KLS.

Gudrun Haglund-Eriksson. Styrelseordförande, Svenska Fåravelsförbundet.

Josefine Back. Inköpare lamm, Scan Sverige.

Populärvetenskaplig sammanfattning

När djuren skickas till slakt får producenten en betalning som baseras på djurets slaktvikt samt klassificering (EUROP-skalan) av slaktkroppens ansättning av muskler och fett. I Sverige är det slakterierna själva som bestämmer betalningen baserat på ovanstående nämnda kriterier. Vad producenten får i betalning bestäms till stor del av efterfrågan och tillgång. Kött från äldre tackor förknippas ofta med en förutfattad mening om sämre köttkvalitet, vilket bidrar till att köttet har en låg efterfrågan. Den låga efterfrågan ger producenten en lägre betalning för tackan i jämförelse med till exempel lamm. Köttkvaliteten har viktig betydelse när det kommer till om konsumenter ska vilja köpa köttet eller inte. Köttkvalitet innefattar många olika faktorer, allt från vad köttet har för näringsinnehåll och sammansättning till hur köttet ser ut och smakar. Hur köttet ser ut är en avgörande faktor om konsumenten kommer köpa det i affären medan köttets smak kommer vara avgörande om konsumenten väljer att köpa köttet fler gånger. Köttkvalitet avgörs av flera olika faktorer både innan och efter slakt. Innan slakt är djurets utfodring och tillväxt under dess livstid, framförallt sista tiden innan slakt, en betydande faktor. Ur ett etiskt perspektiv har också djurens uppfödningen en viktig roll för köttkvaliteten. Efter slakt har nedgången av pH och temperatur i muskeln samt mörningstid betydelse för köttets kvalitet. Kön och ålder hos djuret påverkar också köttkvaliteten.

Syftet med den här studien var att undersöka hur kött från utslagstackor påverkas av utfodring med ensilage respektive presskaka från ensilage veckorna innan slakt, samt av mörningstiderna 40 dygnsgrader ($5\text{ }^{\circ}\text{C} \times 8\text{ dagar}$) respektive 80 dygnsgrader ($5\text{ }^{\circ}\text{C} \times 16\text{ dagar}$). Tackorna som utfodrades med presskaka fick också en högre andel kraftfoder i jämförelse med tackorna som utfodrades med ensilage, för att få likvärdigt innehåll av energi och protein i foderstaterna. Levande vikt vid slakt, tillväxt under slutuppfödningen, hull vid slakt, hullökning under slutuppfödningen, slaktkroppsegenskaper (slaktvikt, slaktutbyte, form- och fettklass) och teknologisk kvalitet (köttets färg, mörhet och vätskeförlust) jämfördes mellan foderstrategierna. För effekter på mörningstid mättes teknologisk kvalitet (köttets färg, mörhet och vätskeförlust).

Slutsatserna från studien är att utfodring med presskaka, tillsammans med en högre andel kraftfoder, till skillnad från ensilage, tillsammans med en lägre andelkraftfoder, gav tackorna ett högre slaktutbyte samt ett kött med en lägre

vattenhållande förmåga. Inga skillnader sågs i levande vikt vid slakt, tillväxt, hull vid slakt, hullökning, slaktvikt, formklass, fettklass, blodlaktat, temperatur vid pH6, pH efter 24 timmar, köttets mörhet (WBSF) eller färg vilket kan ses som att de båda foderstrategierna är likvärdiga till utslagstackor innan slakt. Mörningstiderna påverkade köttet mer än foderstrategierna. Det kött som fått en mörningstid på 80 dygnsgrader hade en lägre vattenhållande förmåga, mörkare färg och en rödare färg i jämförelse med köttet som fått en mörningstid på 40 dygnsgrader. Inga skillnader sågs i köttets gulhet och heller inte i köttets mörhet (WBSF). Fortsatta studier är aktuellt för att fortsätta undersöka effekten av olika typer av slutuppfödning på tackans slaktkroppsegenskaper samt köttets olika kvalitetsegenskaper.

Tack

Stort tack till min huvudhandledare Elin Stenberg för all uppmuntran och stöd som du gett mig under arbetets gång. Tack också till Katarina Arvidsson Segerkvist och Annelie Carlsson för er viktiga input och stöd som har hjälpt mitt arbete framåt. Jag vill också tacka försökstekniker Karin Wallin för att ha tagit dig tid och varit delaktig i de praktiska momenten i studien samt för att ha bidragit med mycket skratt och god stämning under de praktiska dagarna. Tack också till personalen på Skara Lammslakteri som varit väldigt hjälpsamma och låtit oss vara med på slakteriet. Jag vill även ge ett stort tack till de personer i branschen som tagit er tid att hjälpa mig med information kring hur situationen med tackor och tackakött ser ut i Sverige idag. Tack allihopa!

Bilaga 1

Statens jordbruksverks slaktstatistik av klassificerade djur från 2022 för vuxna tackor och baggar i Sverige

Formklass	P-	P	P+	O-	O	O+	R-	R	R+	U-	U	U+	E-	E	E+
Andel djur (%)	0,4	1,3	2,5	5,4	12,0	16,1	17,1	18,4	13,8	6,0	4,1	1,8	0,7	0,3	0,1
Antal djur (st)	127	419	837	1807	3993	5369	5708	6148	4617	2016	1357	596	221	116	34
Djurens medelslaktvikt (kg)	17,9	16,4	18,3	19,9	22,0	24,5	26,7	30,3	34,1	36,8	40,6	42,4	44,1	47,3	55,3
Fettklass	1-	1	1+	2-	2	2+	3-	3	3+	4-	4	4+	5-	5	5+
Andel djur (%)	0,2	1,5	3,4	7,4	13,3	16,1	13,5	13,7	9,6	5,6	5,8	4,5	2,3	1,8	1,5
Antal djur (st)	54	484	1124	2472	4443	5361	4492	4566	3198	1864	1931	1510	763	600	502
Djurens medelslaktvikt (kg)	14,3	16,2	18,2	20,6	22,6	25,1	27,1	29,5	32,1	34,7	36,4	38,5	41,4	43,6	46,3

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

☒ JA, jag ger härmed min tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag ger inte min tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.