



Identifikation av faktorer som är viktiga för lammköttets kvalitetsegenskaper

*Identification of major factors affecting quality
characteristics of lamb meat*

**Annelie Carlsson och
Katarina Arvidsson Segerkvist**



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling: Europa
investerar i landsbygdsområden

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Avdelningen för Produktionssystem

Skara 2018

Rapport 47

*Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Environment and Health
Section of Production Systems*

Report 47

ISSN 1652-2885

**Identifikation av faktorer som är viktiga för
lammköttets kvalitetsegenskaper**

*Identification of major factors affecting quality
characteristics of lamb meat*

Annelie Carlsson och Katarina Arvidsson Segerkvist

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	7
SUMMARY	9
INLEDNING	11
Syfte och målgrupp för EIP-projektet Lammyftet.....	11
Innovationsprojekt EIP-Agri Lammyftet.....	11
Mål med EIP-projektet Lammyftet.....	11
UTVALDA KVALITETSEGENSKAPER.....	11
ALLMÄNT OM SVERIGES FÅR OCH LAMMPRODUKTION	13
Slakterstruktur, Sverige	13
Statistik över besättningar, antal får och lamm	13
Uppfödarens mål och strategi, management.....	14
Klassning av slaktkroppar, Sverige	16
SLAKTKROPPSTORLEK	19
Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?.....	19
Förslag på bedömningsbara kontrollpunkter:	19
Förslag på utbildningsinsatser	19
Behov av mer undersökning, studier och forskning	19
Påverkan på slaktkroppsvikt av:	19
Uppfödning	19
Transport.....	19
Slakt (till och med nedkylning).....	19
Mognadskylning och förpackning	19
Uppgifter från litteraturen om slaktkroppstorlek.....	20
Statistik, slaktkroppstorlek Sverige	20
Betalningsmodell och leveransvillkor slaktkroppstorlek, Sverige.....	21
Klarar de svenska lammen Meat Standard Australias viktgränser?.....	22
Vad påverkar slaktutbytet?	23
Påverkar rasen slaktkroppstorlek	28
KROPPSFORM.....	29
Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?.....	29
Förslag på bedömningsbara kontrollpunkter:	29
Förslag på utbildningsinsatser	29
Behov av mer undersökning, studier och forskning	29
Påverkan på kroppsform av:	29
Uppfödning	29
Transport.....	29
Slakt (till och med nedkylning).....	29
Mognadskylning och förpackning	29
Uppgifter från litteraturen om kroppsform	30
Klassning kroppsform Sverige.....	30
Statistik klassning kroppsform Sverige	31
Jämförelse formklass mellan Sverige och Storbritannien.....	31
Betalningsmodell, kroppsform	31
Klassning kroppsform utanför Europa.....	32
Arvbarheter och korrelationer.....	33
Rasens inverkan på kroppsform (EUROP).....	33
FETTKLASSNING	37

Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?.....	37
Förslag på faktorer som påverkar utvalda kvalitetsegenskaper	37
Förslag på utbildningsinsatser	37
Behov av mer undersökning, studier och forskning	37
Påverkan på fettklass av:	37
Uppfödning	37
Transport.....	37
Slakt (till och med nedkylning).....	37
Mognadskylning och förpackning	37
Uppgifter från litteraturen om fett och fettklassning	38
Fettklassning och betalningsmodell	38
Allmänt om fett i kött.....	40
Fettvävnadens tillväxt	40
Fettets fördelning och andel av slaktkroppen	40
Effekt av kön på fettinnehåll, fettansättning och slaktmognad.....	41
Andel putsfett och uppfödningkostnad fettansättning.....	41
Rasens inverkan på fettansättning.....	43
Fettets färg och konsistens	43
Intramuskulärt fett - marmorering	43
SMAK	47
Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?.....	47
Förslag på bedömningsbara kontrollpunkter:	47
Förslag på utbildningsinsatser	47
Påverkan på smak av:	47
Uppfödning	47
Transport.....	48
Slakt (till och med nedkylning).....	48
Mognadskylning och förpackning	48
Uppgifter från litteraturen om smak	48
Vad är smak?	48
Vad är bra smak?	48
Sensorisk analys.....	48
Djurets ålders inverkan på smak	49
Könets inverkan på smak	49
Rasens inverkan på smak	49
Tillväxtens inverkan på smak	50
Utfodringens inverkan på smak	50
Intramuskulärt fetts påverkan på smak	51
Påverkan på smak av mörningsprocessen.....	51
Påverkan på smak av processmetoder vid slakt, nedkylning och mörning.....	51
MÖRHET	53
Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?.....	53
Förslag på bedömningsbara kontrollpunkter:	53
Förslag på utbildningsinsatser	53
Behov av mer undersökning, studier och forskning	53
Påverkan på mörhet av:	53
Uppfödning	53
Transport.....	54

Slakt (till och med nedkylning).....	54
Mognadskylning och förpackning	54
Uppgifter från litteraturen om mörhet	54
Muskler blir till kött.....	54
Att mäta mörhet	57
Olika styckningsdetaljers mörhet.....	57
Djurets ålders inverkan på mörhet	58
Könets inverkan på mörhet	58
Rasens inverkan på mörhet	58
Tillväxtens inverkan på mörhet	59
Utfodringens påverkan på mörhet.....	59
Intramuskulärt fetts påverkan på mörhet	59
Mörningsprocessen	59
Påverkan av kylning av slaktkroppen på mörheten	61
Elektrisk stimulering av slaktkroppen	62
Rekommendationer pH nivå och temperatur, internationell branschorganisationer.....	63
Påverkan på mörhet av kylagring	63
SAFTIGHET	65
Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?.....	65
Förslag på faktorer som påverkar den utvalda kvalitetsegenskapen.....	65
Förslag på utbildningsinsatser	65
Behov av mer undersökning, studier och forskning	65
Påverkan på saftighet av	65
Uppfödning	65
Transport.....	65
Slakt (till och med nedkylning).....	65
Mognadskylning, styckning och förpackning.....	65
Uppgifter från litteraturen om saftighet	66
Att mäta vattenhållande kapacitet.....	66
Saftighet och sensorisk analys jämfört med mätning.....	66
Rasens inverkan på saftighet.....	66
Tillväxtens inverkan på saftighet	66
Utfodringens inverkan på saftighet.....	66
Intramuskulärt fetts påverkan på saftighet.....	67
pH-relaterade kvalitetsproblems inverkan på saftigheten	67
Rasens och könets inverkan på glykogenförråd och pH.....	67
Effekt av kylförvaring på saftighet	67
HÅLLBARHET ("bäst-före")	69
Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?.....	69
Förslag på faktorer som påverkar den utvalda kvalitetsegenskapen.....	69
Förslag på utbildningsinsatser	69
Behov av mer undersökning, studier och forskning	69
Påverkan på hållbarhet av:.....	69
Uppfödning	69
Transport.....	70
Slakt (till och med nedkylning).....	70
Mognadskylning, styckning och förpackning.....	70
Uppgifter från litteraturen om köttets hållbarhet	70

Projekt för renare djur i Europa	70
Hållbarhetstider.....	71
Rena djur och slaktkroppar	71
Bedömning av djurens renhet och prisavdrag.....	73
Påverkan på köttets hållbarhet av hantering i slakteri och efterföljande led	75
Påverkan på köttets hållbarhet av tekniska kyllosningar	75
Påverkan av kylförvaring på köttets hållbarhet	76
VAD ÄR MLA OCH MSA?	79
Vad utmärker MSA-Meat Standard Australia?	79
MLA, Meat and livestock Australia	79
MSA, Meat Standards Australia	79
Identifierade kritiska kontrollpunkter	80
Vad krävs för att köttet ska kunna MSA certifieras?	80
Producenten	80
Slaktdjurstransport, marknader, uppställning	81
Slakt	81
MSA - Omfattning och framtid.....	82
DISKUSSION	83
Vad är bra kvalitet för svenska konsumenter?	83
Elstimulering.....	83
Hållbarhet.....	83
Skillnader i primärproduktionen	84
Framgångsfaktorer	84
ORDLISTA	85
REFERENSER.....	87
BILAGOR	95

SAMMANFATTNING

Lammlyftet är ett innovationsprojekt inom EIP-Agri, med LRF-kött som projektägare. Projektets mål är att öka lammproducentens lönsamhet och därmed lammkötsproduktionen genom att säkra kvaliteten på svenskt lammkött med en svensk kvalitetsstandard som omfattar hela produktionskedjan. Till grund för utformningen av standarden ska faktorer som är viktiga för kvaliteten på lammkött identifieras. Denna rapport är utförd av SLU och sammanfattar nationella och internationella forskningsresultat samt annan branschinformation om faktorer som kan påverka köttkvaliteten. Projektet fokuserar på kvalitetsegenskaperna slaktkroppsstorlek, slaktkroppens form, fettklassning, smak, saftighet, mörhet samt hållbarhet. För varje egenskap har utifrån insamlad information tagits fram förslag på faktorer som påverkar respektive kvalitetsegenskap (bilaga 1), förslag på utbildningsområden (bilaga 2) samt identifierade behov av mer undersökningar, studier och forskning (bilaga 3). Varje del i kedjan från uppfödaren via transport och slakteri till handelsled innan kund innefattas i genomlysningen.

Några faktorer har identifierats som mer intressanta att arbeta vidare med än andra då de påverkar fler än en av de utvalda kvalitetsegenskaperna eller har kraftig påverkan på någon egenskap:

Slaktmognadsbedömning: Ett slaktmoget, lagom fett lamm har bra försättningar att ha tillräckligt med intramuskulärt fett vilket är positivt för smak, mörhet och saftighet.

Rena, torra lamm: Att lammet hålls rent och torrt på gården, under transport och på slakteriet är mycket viktigt för en bra slakthygien. Köttets hållbarhet påverkas av slakthygien men även smaken påverkas av hygien.

Tillväxt vid slakt: Lamm som är i tillväxtfas de sista två veckorna innan slakt har bättre förutsättningar att fylla sina glykogenförråd i musklerna. Ett bra glykogenförråd bidrar till att köttet kan utvecklas på rätt sätt så det blir mörkt, smakligt, saftigt och hållbart. Mörheten kan också påverkas positivt av att lammet är i tillväxtfas genom att omsättningen av kroppens kollagen, som utgör det strukturella proteinet i t.ex. bindväv, ökar vid tillväxt. Förnyelsen av kollagen är positivt för mörheten då den stödjande vävnaden blir mjukare.

Stressfri hantering: Att lammet inte stressas inför slakt på gården, under transport eller på slakteriet är viktigt för att lammet ska ha kvar tillräckliga glykogenförråd i musklerna vid slakt. Glykogen är en förutsättning för att de processer som sker i muskeln efter avlivning ska ske på ett optimalt sätt. Ett bra resultat av processerna leder till att köttet blir mörkt, får tilltalande smak och är saftigt. Även hållbarhetstiden påverkas positivt.

Temperatur- och pH sänkning: Optimal sänkning av slaktkroppens temperatur och pH-nivå efter slakt påverkar köttets smak, mörhet, saftighet och hållbarhet positivt.

God hygien, rätt förvaringstemperatur och obruten kylkedja: Korrekt hantering av köttet genom alla led är positivt för hållbarhet och smak samt till viss del saftighet och mörhet.

Andra faktorer som kan påverka smak, mörhet och hållbarhet: Köttets smak påverkas av foderstaten.Utfodring med enbart grovfoder eller bete ger en kraftigare lammsmak som tilltalar en del konsumenter. Utfodring med en kombination av grovfoder eller bete och kraftfoder ger en mildare lammsmak som upplevs positivt av andra. Köttets smak kan påverkas av kön då det finns exempel på att köns mogna bagglamm kan utveckla en oangenäm smak. En teknik som anses påverka både mörhet och hållbarhet positivt är elstimulering.

Slaktkroppsvikt och kroppsform är båda identifierade som viktiga kvalitetsegenskaper då de påverkar styckdetaljernas storlek och form. Viktintervall för vad som är en godkänd slaktkroppsvikt samt lägsta godkända kroppsform behöver vara specificerade i standarden.

Vilka erfarenheter av kvalitetsstandarder kan hämtas från andra länder? Vad är framgångsfaktorerna? De länder som arbetat längst och mest målmedvetet med lammkötskvalitet och kvalitets-säkring är de stora exportländerna Australien och Nya Zeeland. Det australiensiska Meat Standard

Australia (MSA) är det mest kända kvalitetssäkringssystemet. MSA är väl genomarbetat och öppet för insyn samt bygger på bred samverkan mellan producent, slakteribransch, handel, forskning och myndigheter. Inom ramen för MSA har det bl. a. utarbetats best practice-manualer för kvalitetspåverkande faktorer, satts upp utbildningskrav samt att det utförs revisioner av kedjans alla led, från gård till konsument. MSA har lagt stor vikt vid att kommunicera kvalitetsmärknigen till konsument.

SUMMARY

'Lammlyftet' is an innovation project within EIP-Agri, with The Federation of Swedish Farmers - LRF - as project owner. The aim of the project is to increase lamb producer's profitability and hence the Swedish lamb production by ensuring the quality of Swedish lamb meat with a Swedish quality standard covering the entire production chain. Factors important for the quality of lamb meat will be identified and will be the basis of the standard. This report is conducted by SLU and summarizes national and international research findings and other industry information on factors that may affect lamb meat quality. The project focuses on the quality characteristics of carcass size, carcass conformation, fat score, taste, juiciness, tenderness and serviceability. For each property, based on the information gathered, proposals have been made for factors affecting the respective quality characteristics, proposals for education areas and identified needs for more studies and research. The entire chain from the farmer via transport and slaughterhouse to trade level before the customer is included in the review.

Some factors have been identified as more interesting to work on with than others since they affect more than one of the selected quality characteristics or have a strong impact on one single characteristic:

Assessment of conformation and fatness: A lamb of suitable weight and fatness has good conditions for having enough intramuscular fat which is positive for taste, tenderness and juiciness.

Clean, dry lambs: Keeping the lamb clean and dry on the farm, during transport and at the slaughterhouse is very important for a good slaughter hygiene. The meat's durability is affected by the slaughter hygiene, but also the taste is affected by hygiene.

Live weight gain at slaughter: Lambs that are in positive growth the last two weeks before slaughter have better prerequisites for filling the glycogen stores in the muscles. A good glycogen supply contributes to a more tender, tasty and juicy meat and increases the shelf-life of the meat. The tenderness is also positively affected by the fact that the lamb is in positive growth since the turnover of the body's collagen, which constitutes the structural protein in e.g. connective tissue, increases. The renewal of collagen is positive for the tenderness since the connective tissue becomes softer.

Stress-free handling: It is important that the lamb is not stressed before slaughter, neither at the farm, during transport or at the slaughterhouse, to maintain a sufficient glycogen storage in the muscles during slaughter. Glycogen is a prerequisite for the processes that take place in the muscle after slaughter to occur in a proper way. A good result of the processes leads to a tender meat that has a pleasing taste and is juicy. Shelf-life is also positively affected.

Temperature and pH decline: Optimal cooling of the carcass and pH decline after slaughter positively affect the taste, tenderness, juiciness and shelf-life of the meat.

Good hygiene, proper storage temperature and unbroken cooling chain: Proper handling of the meat through the entire chain is positive for the shelf-life and taste, and to some extent juiciness and tenderness.

Other factors that may affect taste, tenderness and durability: The taste of the meat is affected by the diet. Roughage or grazing gives a more intense lamb flavor that appeals to some consumers. A diet consisting of both roughage/grazing and concentrates gives a milder lamb taste that is positively experienced by others. The taste of the meat can be influenced by gender, as there are examples that sexually mature rams can develop an unpleasant taste. Electrical stimulation is considered to positively affect both tenderness and shelf-life of the meat.

Carcass weight and conformation are both identified as important quality characteristics as they affect the size and shape of the retail cuts. Weight range for an approved carcass weight and lowest approved conformation need to be specified in the standard.

What experiences of quality standards can be obtained from other countries? What are the success factors? Australia and New Zealand, the major exporting countries, are the countries that have

worked the longest and most determined with lamb meat quality and quality assurance. Meat Standard Australia (MSA) is the best-known quality assurance system. MSA is well-open and transparent and builds on broad collaboration between producers, slaughter industry, wholesale retail, foodservice, research and authorities. Within the framework of MSA, best practice manuals have been developed for quality-influencing factors, education requirements are set, and controls of all parts of the chain are carried out, from farm to consumer. MSA has attached great importance to communicating the quality label to consumers.

INLEDNING

Syfte och målgrupp för EIP-projektet Lammyftet

Ett syfte med projektet är att korta livsmedelskedjan genom att rätt köttbit i högre utsträckning hamnar hos rätt kund i framtiden. Ett annat mål är att öka mervärdet på svenskt lammkött genom att fler kunder, som efterfrågar högkvalitativt lammkött, ska kunna erbjudas ett svenskt alternativ. Ett ökat mervärde ger ökad konkurrenskraft för näringen vilket leder till bättre lönsamhet och fler producerade lamm.

Projektets primära målgrupp är lammköttproducenter, transportörer, slakterier och till viss del styckningsanläggningar. Sekundära målgrupper är dagligvaruhandeln, förädlingsföretag, grossister, restauranger och konsumenter.

Innovationsprojekt EIP-Agri Lammyftet

Projektperioden sträcker sig fram till och med 2020. Projektet finansieras av landsbygdsprogrammet. Projektägare är LRF Kött och projektledare Svenska Köttföretagen. I styrgruppen ingår Svenska Fåravelsförbundet, SLU, KLS Ugglarps och Menigo. Lammyftet är en del av Handlingsplan Lamm.

Mål med EIP-projektet Lammyftet

Målet med projektet är att säkra kvaliteten på svenskt lammkött genom att skapa en svensk standard för lammköttskvalitet innefattande hela produktionskedjan. Standarden ska kompletteras med en manual, ett arbetsverktyg, för alla de i standarden ingående egenskaperna.

Till grund för standarden ska faktorer som är viktiga för kvaliteten på lammkött identifieras. Detta sker dels genom en genomgång av litteraturen, dels genom insamling av erfarenheter och kunskap från producenter, slakteri och handelsled gällande kvalitetsegenskaper hos lammkött.

UTVALDA KVALITETSEGENSKAPER

De kvalitetsegenskaper som har valts ut till fördjupad granskning i litteraturen är slaktkroppsstorlek, slaktkroppens form, fettklassning, smak, saftighet, mörhet samt hållbarhet. Dessa egenskaper diskuteras i denna rapport och för varje egenskap presenteras:

- en motivering till varför den valts ut
- förslag på bedömningsbara kontrollpunkter
- kortfattad bedömning om och hur de olika länkarna i kedjan som producent, transportör, slakteri och efterföljande handelsled kan påverka egenskapen
- förslag på utbildningsinsatser
- identifierade behov av mer undersökningar, studier och forskning
- litteraturstudie

Före avsnitten om de utvalda kvalitetsegenskaperna finns information om svensk lammproduktion i form av bl. a. statistik.

ALLMÄNT OM SVERIGES FÅR OCH LAMMPRODUKTION

Innan avsnitten om de valda kvalitetsegenskaperna redovisas fakta och statistik om svensk lammproduktion. De delar som tas upp är svensk slakteristruktur, uppfödarnas mål och strategier, antal besättningar och antal djur, slaktidpunkter m.m. Orsaken till att dessa uppgifter finns med i rapporten är att de kan ligga till grund för bedömningar och diskussioner inför olika beslut.

Slakteristruktur, Sverige

I Sverige fanns enligt Jordbruksverkets statistik för 2016 minst 57 slakterier som slaktar får och lamm. I tabell 1 nedan visas de 9 största aktörerna vars marknadsandel var 73 %, resterande 48 slakterier delade på återstående 27 %. De fyra största aktörerna, HKScan, Gotlands Slagteri, KLS Ugglarps och Skara Lammslakteri, slaktade ca 65 % alla får och lamm.

Tabell 1. De 9 största lammslakterierna i Sverige 2016 samt antal lamm ((SJV, 2017b)

Anläggning	Antal slaktade får och lamm 2016	Andel av total slakt, får och lamm, 2016
HKScan Sweden AB, Linköping ¹⁾	85 653	34,1 %
Gotlands Slagteri AB ¹⁾	29 687	11,8 %
KLS Ugglarps AB, Kalmar ¹⁾	24 591	9,8 %
KLS Ugglarps AB, Hörby ¹⁾	12 308	4,9 %
Skara Lammslakteri AB	11 965	4,8 %
Siljans Chark AB	6 545	2,6 %
Ljungskile Kött AB	4 620	1,8 %
Lundsbols Lammslakteri	4 609	1,8 %
Ragnar Johanssons Kött o Chark AB	3 811	1,5 %
Övriga	67 659	26,9%
Total svensk slakt, får och lamm 2016	251 448	

¹⁾ Företag som är delägare i Svenska Köttföretagen, motsvarar 60,5 % av får och lammslakten. (SJV, 2017b)

Statistik över besättningar, antal får och lamm

Antal besättningar och antal vuxna får inom olika besättningsstorlekar i juni 2016 visas i tabell 2.

Det är noterbart att hela 1 490 besättningar (17 %) inte har några lamm alls. Främst är det mindre besättningar som endast har vuxna djur.

Medelbesättningen 2016 bestod av 34 vuxna djur. Medianbesättningen hade 16 vuxna djur. Medelantalet lamm för besättningar som har lamm är 41 per besättning. Fördelas totalt antal lamm ut på samtliga besättningar med vuxna får blir medelantalet lamm per besättning 34 stycken.

I Sverige finns många men mycket små besättningar, 66 % av samtliga besättningar har mindre än 25 vuxna får. De i sin tur motsvarar 24 % av samtliga vuxna får. Detta kan jämföras med de 2 % största besättningarna där 22 % av samtliga vuxna får finns. 43 % av lammen finns i besättningar med upp till 25 vuxna får och 17 % av lammen återfinns i de 2 % största besättningarna.

Noterbart är att antal lamm är obetydligt högre än antalet vuxna djur även om vuxna djur i besättningar utan lamm undantas.

Tabell 2. Besättningar med vuxna får (tackor o baggar födda före 2015) samt med enbart lamm, Sverige 2016 (SJV, 2017e) (SJV, 2017h) (SJV, 2017i).

Besättningsstorlek	Får		Lamm		Besättningar					
	Antal	Andel	Antal	Andel	med lamm		utan lamm		totalt	
Antal får	Antal	Andel	Antal	Andel	Antal	Andel ¹⁾	Antal	Andel ¹⁾	Antal	Andel
0	0	0 %	633	0,2 %	55	0,6 %	0	0 %	55	0,6 %
1-9	14 184	5 %	13 601	5 %	1723	19,8 %	769	8,8 %	2 492	28,6 %
10-24	52 067	19 %	55 888	19 %	2808	32,2 %	487	5,6 %	3 295	37,8 %
25-49	54 506	19 %	58539	20 %	1425	16,3 %	165	1,9 %	1 590	18,2 %
50-99	50 658	18 %	53 434	18 %	700	8,0 %	49	0,6 %	749	8,6 %
100-199	48 617	17 %	51 251	17 %	349	4,0 %	20	0,2 %	369	4,2 %
200-299	21 103	8 %	21 989	7 %	89	1,0 %	0	0 %	89	1,0 %
300-399	10 677	4 %	10 831	4 %	32	0,4 %	0	0 %	32	0,4 %
400-499	9 329	3 %	10 875	4 %	21	0,2 %	0	0 %	21	0,2 %
>500	20 186	7 %	19 806	7 %	32	0,4 %	0	0 %	32	0,4 %
Summa	281 327		296 847		7 234		1 490		8 724	

¹⁾ Andel av totalt antal besättningar, 8724 st. 2016

Uppfödarens mål och strategi, management

Under 2012 genomförde Jordbruksverket en riktad undersökning till jordbruksföretag med får för att kartlägga fårföretagarnas attityder avseende fårskötsel och deras framtidsplaner för sin verksamhet, *Undersökning framtidsplaner inom svensk fårskötsel* (SJV, 2012).

Resultaten från undersökningen visade att det främsta skälet till att bedriva fårskötsel var att hålla landskapet öppet, därefter att arbeta med djur. Majoriteten av företagen ansåg inte att det ekonomiska utbytet var en orsak till att bedriva fårskötsel. Dock ansåg företag med större besättningar (fler än 49 tackor och baggar) i större utsträckning att det ekonomiska utbytet var ett skäl till att bedriva fårskötsel. Samma attityd gällande det ekonomiska utbytet återfinns även hos yngre företagare.

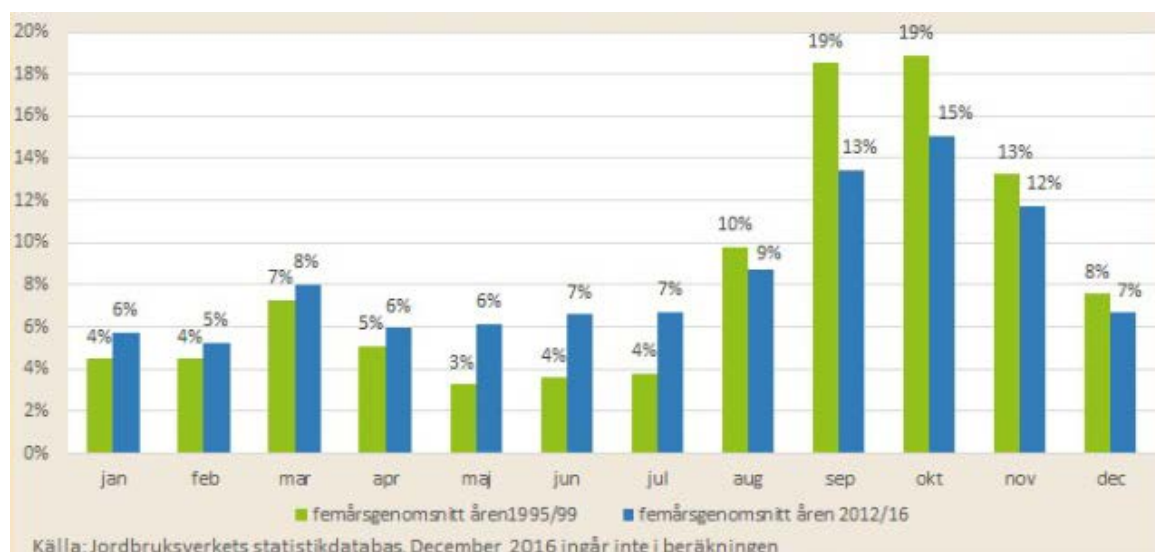
Majoriteten av företagen producerade enbart kött till försäljning, 23 % av fårföretagen uppgav att de även sålde skinn och 3 % att de förutom kött även producerade ull till försäljning. Lammen slaktades i genomsnitt när de var knappt 7 månader gamla.

Produktionens storlek och priset på lammkött varierar under året

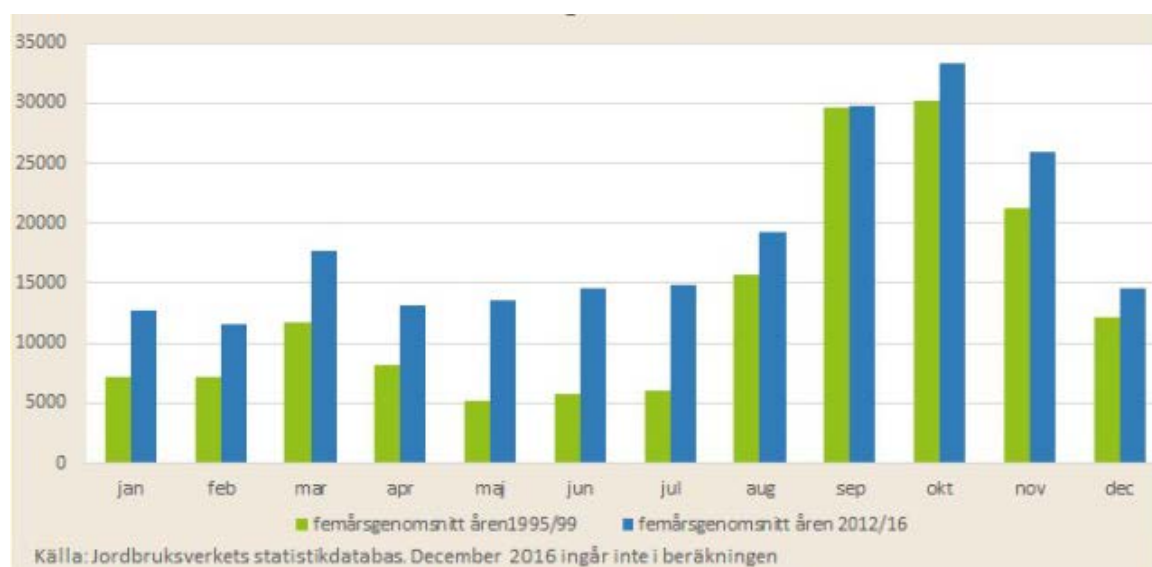
Jordbruksverket har tagit fram statistik över lammslakten och slaktidpunkter för lamm över tid (SJV, 2017c). Lammslakten är numera mycket mera jämnt fördelad över året än den var för 20 år sedan även om det fortfarande är en kraftig variation över året. Jämförelsen i figur 1 och i figur 2 visar att en större andel av slakten sker under försommaren nu jämför med för 20 år sedan. Andelen lamm som slaktas under försommaren var 3-4 procentenheter högre i månaderna maj, juni och juli under perioden 2012-2016 än under perioden 1995-1999. Samtidigt minskar den andel av lammen som slaktas under hösten. Under perioden 1995-1999 slaktades 38 % av lammen under september och oktober. För den senaste femårsperioden var motsvarande andel 28 %.

Fårsektorn har vuxit och antalet får har ökat de senaste åren. Det innebär att det slaktades ungefär 60 000 fler lamm per år under den senaste femårsperioden än det gjorde under perioden 1995-1999.

Figur 1. Andel slaktade lamm per månad för perioden 1995-1999 och 2012-2016, (SJV, 2017c).



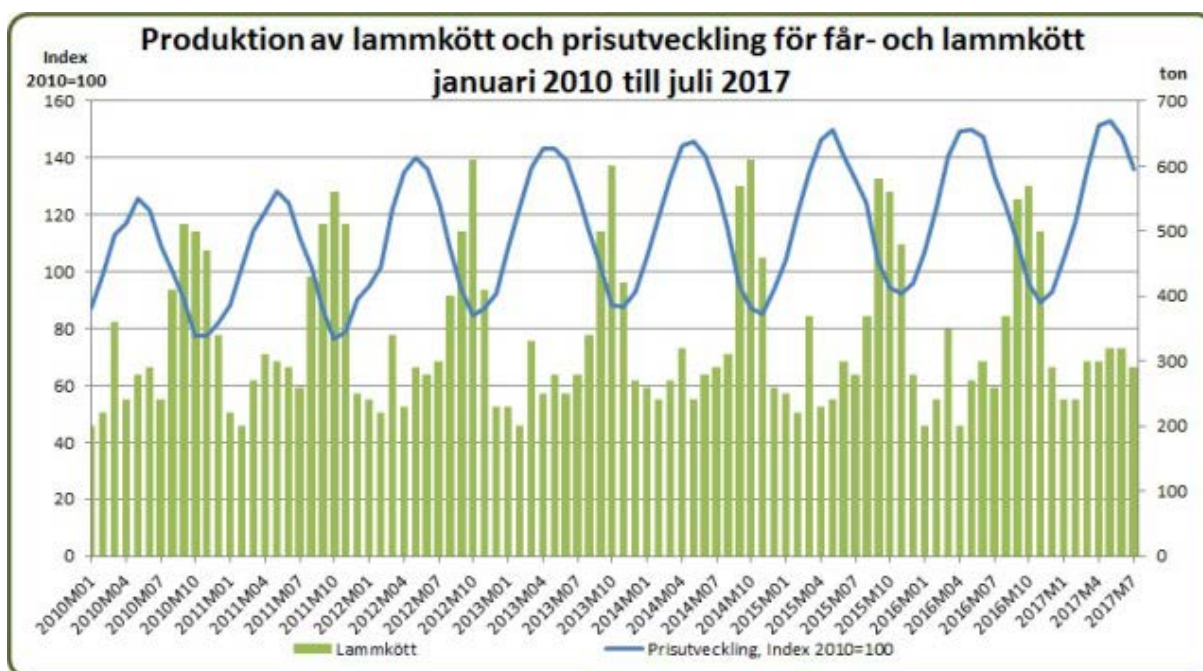
Figur 2. Antal slaktade lamm per månad för perioden 1995-1999 och 2012-2016 (SJV, 2017c).



I Jordbruksverkets blogg "Jordbruket i siffror" jämfördes i oktober 2017 produktionen och prisnivån över året för olika djurslag. Där konstaterades att får- och lammkött är det enda djurslag bland lantbrukets djur där priset och produktionen varierar tydligt över året. De flesta lamm slaktas på hösten, vilket är den period då priserna också är lägst, se figur 3.

För de företagare som producerar vinterlamm är priserna högre. Priserna var runt 60 % högre i maj 2017 jämfört med oktober 2016. Samtidigt var slakten 320 ton i maj 2017 att jämföra med 570 ton i oktober 2016 (SJV, 2017f).

Figur 3. I diagrammet representeras prisutvecklingen av en linje med skala på den vänstra sidan i diagrammet. Produktionen redovisas genom staplar och skalan finns på den högra sidan i diagrammet.



Klassning av slaktkroppar, Sverige

I Sverige infördes lag om köttklassning 1941 och det är Jordbruksverket som ansvarar för den offentliga köttklassningen (se www.jordbruksverket.se, köttklassning, för mer detaljerad information).

Klassningen finns till för att avräkningspriserna från lantbrukare till slakteri och priserna inom partihandeln ska vara jämförbara. Klassningssystemet används för att så noggrant som möjligt beskriva slaktkroppens användbarhet och innehåll av kött, fett och ben. Alla slaktkroppar av nöt, svin, får, get, häst och ren som marknadsförs som livsmedel ska vara klassade på ett bestämt sätt. Mindre gårdsslakterier som endast slaktar och styckar egna djur kan söka dispens från klassningskravet.

Vad som i Sverige räknas som betalningsgrundande slaktvikt till producenten regleras av Jordbruksverket och Livsmedelsverket (SJV, 2004; SLV, 2002)

- En slaktkropp kan vägas i varmt eller kylt tillstånd. Med en slaktkroppens officiella slaktvikt, d.v.s. invägningsvikt, avses vid klassificering 98 % av den vikt som en putsad kropp har i varmt tillstånd. Varmvägning ska ske snarast möjligt efter slakt. Om slaktkropparna vägs efter kylning ska vägningen utföras tidigast dagen efter avlivning, tidigast 12 timmar efter avlivning men senast kl. 12.00 denna dag.
- Med putsad kropp menas att kroppen är avblodad, inälvor som t. ex. lunga, hjärta, lever, njure, mellangärde och njurtapp är urtagna, huvud, svans, testiklar och juervävnad är borttagna, kroppen är putsad från överflödigt fett både på insidan och utsidan samt att benen kapats vid framknä och hasleder.

EU-länderna har ett gemensamt klassningssystem där alla slaktkroppar utom svinslaktkroppar indelas i kategorierna formklasser och fettgrupper. Alla länder i EU använder EUROP systemet för klassningen. Innan klassningen av slaktkropparna måste de putsas för att vägning och klassning

ska kunna göras på ett rättvisande sätt. Klassificeraren bedömer därefter kategori, kroppens form och fettansättning. Kategorin bestäms av djurets kön och ålder. Kroppens form delas in i femton klasser från E+ till P-. De mest svällande slaktkropparna får klassen E+ och de tunnaste får klassen P-. Fettansättningen bedöms och indelas i klasserna 1- till 5+ där 1- är magrast och 5+ fetast.

Den som klassar slaktkroppar ska ha behörighetsbevis. Beviset utfärdas av Jordbruksverket efter att klassificeraren deltagit med godkänt resultat på utbildning anordnad av Jordbruksverket. Klassificerarna vidareutbildas dessutom på samtrimningskurser och vid Jordbruksverkets inspektioner. Klassificeraren är anställd av slakteriet.

Klassningen kontrolleras av Jordbruksverket för att garantera lika bedömning. Slakterierna rapporterar veckovis klassningsutfallet, uppgifterna sammanställs och granskas av klassningsinspektörerna på Jordbruksverket. Klassningen övervakas också genom oanmälda inspektionsbesök för att kontrollera att bedömningen sker likadant över hela landet och att reglerna tillämpas på rätt sätt. De större slakterierna inspekteras oanmält minst åtta gånger per år. Kontroll av putsningen ingår också som en del av inspektionen (SJV, 2012b; SJV, 2004).

SLAKTKROPPSTORLEK

Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?

- Betalnings- och avdragsgrundande till lantbrukare
- Kvantitet säljbar produkt per djur
- Slaktkostnad per kg säljbart kött påverkas
- Optimal storlek på slaktdetaljer för rådande teknik och förpackning
- Optimal storlek på slaktdetaljer för handel och konsument

Förslag på bedömningsbara kontrollpunkter:

- Slaktad vikt: intervall med angivet lägst och högst godkänd slaktkroppsvikt kopplat till djurkategori
- Slaktmogna lamm till slakt
- Korrekt slakt, putsning och klassning (SJV kontrollmyndighet)

Förslag på utbildningsinsatser

- Produktionsplanering och produktionsuppföljning
- Allmän utbildning om lamms näringsbehov, tillväxtpotential beroende på foderstat, intensitet m.m.
- Påverkan av parasiter på tillväxt m.m.
- Slaktmognad, olika rasers normala slaktkroppsvikt m.m.
- Vad som kan påverka slaktutbytet

Behov av mer undersökning, studier och forskning

- Vad påverkar de svenska lammens slaktutbyte?
- Hur ser årstidsvariationen avseende slaktkroppsvikt och slaktutbyte ut?
- Skillnad i slaktkroppstorlek beroende på slaktmånad, region, storlek på leverantör?
- Intervjustudie, varför levereras för små djur, vad kan göras bättre mm.
- Vad är optimal slaktkroppstorlek för industri och konsument?
- Hur påverkas antal kilo slaktad och styckad vikt per styckare/linje och timme beroende på slaktkroppstorlek?

Påverkan på slaktkroppsvikt av:

Uppfödning

- Stor påverkan genom val av ras, utfodringsintensitet, parasitstatus, slaktmognadsbedömning m.m.

Transport

- Kan påverka slaktutbytet om transporttiden är lång

Slakt (till och med nedkylning)

- Kan påverkas av betalningssystem som är ett styrmedel
- Kan till viss del påverkas av putsning och när och hur slaktkroppen vägs
- Kan påverka slaktutbytet om djuren står länge på slakteri innan slakt

Mognadskylning och förpackning

- Påverkar inte

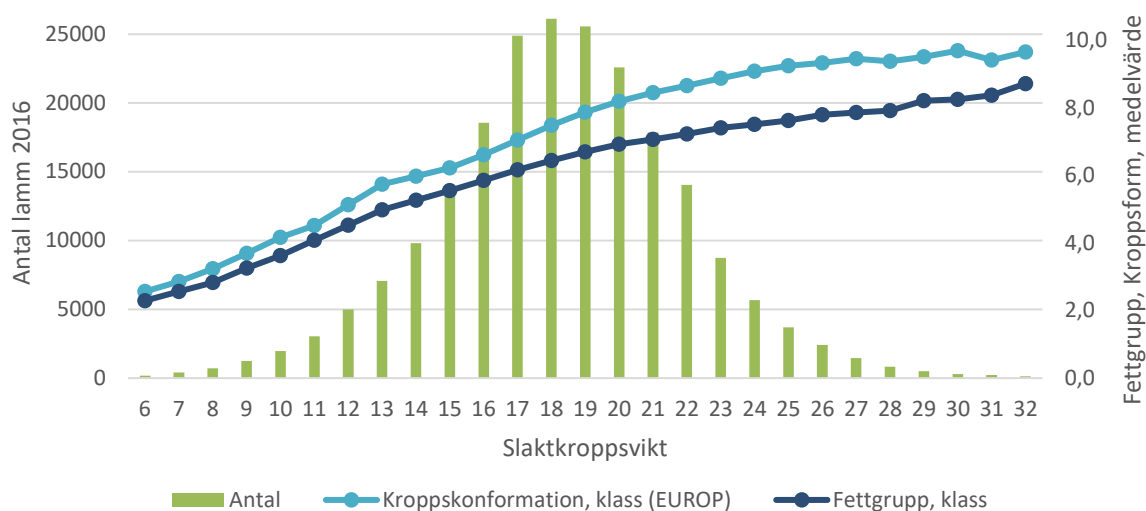
Uppgifter från litteraturen om slaktkroppstorlek

Statistik, slaktkroppstorlek Sverige

Under 2016 slaktades i Sverige enligt den officiella statistiken 217 980 lamm, vilket var ca 5 000 färre än åren innan (SJV, 2017i; SJV, 2017b). I figur 4 visas antal slaktade lamm per kg slaktkroppsvikt samt medelvärde för kroppsform och fettgrupp per kg slaktkroppsvikt. Underlaget omfattar 216 518 lamm med slaktvikter fr. o m 6 kg t. om. 32 kg, slaktvikter utanför viktintervallet är borttagna ur materialet då de bedöms vara mindre tillförlitliga (SJV, 2017a). Kropparna klassas enligt EUROP systemet men resultatet räknas om till siffervärden enligt tabell 3. (SJV, 2005).

Medelslaktvikt 2016 beräknat från tillgängligt material var 18,7 kg (SJV, 2017a). Figur 4 visar att spridningen i slaktkroppsvikt är stor. Det är också tydligt att klassningen för kroppsform och fettgruppansättning höjs med stigande slaktkroppsvikt.

Figur 4. Antal slaktade lamm per kg slaktkroppsvikt samt medelvärde för kropparnas kroppsform och fettgrupp per kg slaktkroppsvikt 2016 (SJV, 2017a).



Tabell 3. Omräkning från EUROP systemet till siffervärden. (SJV, 2005).

Kroppsform		Fettgrupp	
E+	15	5+	15
E	14	5	14
E-	13	5-	13
U+	12	4+	12
U	11	4	11
U-	10	4-	10
R+	9	3+	9
R	8	3	8
R-	7	3-	7
O+	6	2+	6
O	5	2	5
O-	4	2-	4
P+	3	1+	3
P	2	1	2
P-	1	1-	1

Betalningsmodell och leveransvillkor slaktkroppstorlek, Sverige

Alla slakterier har inte samma betalningsmodell men vanligen grundas betalningen i huvudsak på slaktkroppsvikt, kroppsform och fettgrupp.

Till grund för tabell 4 ligger officiella prislister för vecka 46 år 2017 hos de två största slakterierna, HKScan och KLS Ugglarps, tillsammans har de en marknadsandel på 49 %. Tabellen visar de olika betalningsgrundande viktintervallen för respektive slakteri. De bäst betalda viktintervallet i HKScans modell är 16-22,9 kg, och för KLS Ugglarps 15-23,9 kg (i tabellen grönmarkerat i kolumnerna "viktintervall"). De bäst betalda viktintervallen har satts till pris = 100 och är utgångspunkt vid beräkningen av den relativa betalningen för övriga viktintervall. Priset baseras på en slaktkropp som är klassad i R samt fettgrupp 2- till 3 (HKScan) eller 2- till 3+ (KLS).

Tabell 4. Relativ betalning inom respektive företags viktintervall. Fördelning av 216 518 svenska lamm (6-32 kg) slaktade 2016 i respektive viktintervall per slakteri. Källa: Officiell prislista v 46 2017 HKScan och KLS Ugglarpsamt (SJV, 2017a).

V46 2017	HKScan			KLS		
Slaktkroppsvikt, kg	Viktintervall, kg	Relativt pris ²⁾	Antal av alla svenska lamm per intervall ¹⁾	Viktintervall, kg	Relativt pris ²⁾	Antal av alla svenska lamm per intervall ¹⁾
28-(32)	28-	70	1 950	28-	63	1 950
27	26-27,9	90	3 851	24-27,9	94	13 208
26						
25	23-25,9	90	18 089			
24						
23						
22	16-22,9	100	149 641	15-23,9	100	171 907
21						
20						
19						
18						
17						
16						
15	14-15,9	87	23 348	12-14,9	45	21 876
14						
13	12-13,9	48	12 062			
12						
-11	Avräknas ej	0	7 577	Avräknas ej	0	7 577

¹⁾ Svensk lammslakt 2016 enligt fördelning i figur 4, totalt 216 518 slaktade lamm inom viktintervallet 6-32 kg

²⁾ Relativpris = pris inom respektive viktintervall i relation till bäst betalda intervall per företag. Pris som används vid beräkning av relativt förutsätter klassning R samt fettgrupp 2- till 3+ (KLS) eller 2- till 3 (SCAN).

I tabell 4 jämförs också utfallen vid ett scenario där samtliga slaktade lamm i Sverige 2016 fördelats utifrån respektive slakteris betalningsmodell för slaktkroppsvikt. Om HKScans modell används klassas knappt 70 % inom HKScans mest efterfrågade viktintervall (16-22,9 kg). Används KLS Ugglarps betalningsmodell är motsvarande andel i klassen bäst betalda viktintervall knappt 80 % (15-23,9 kg). 3,5 % av lammen hamnar under den gemensamma lägsta betalningsgrundande viktgränsen på 12 kg slaktvikt och avräknas inte alls utan får pris 0 kr. Knappt 1 % av lammen klassas i tyngsta viktsgruppen (≥ 28 kg).

Företagen har inte samma leveransvillkor. HKScan har leveranstillägg, vid leverans på 10 djur eller mer utgår tillägg på upp till 20 kr per lamm medan en kostnad på 125-325 kr tas ut om leveransen är mindre än 10 djur per gång. KLS Ugglarps tar ut en stoppavgift på 150 kr per leveransvecka oavsett antal levererade djur.

Klarar de svenska lammen Meat Standard Australias viktgränser?

I tabell 5 visas ett exempel på hur stor andel av de svenska lammen som klarar de australiensiska viktgränserna som gäller för olika lammkategorier inom Meat Standard Australia (MSA, för mer information se kapitel i slutet av denna rapport).

Den svenska statistiken över slaktade lamm är inte som i Australien indelad i två olika åldersklasser utan alla svenska lamm som bedöms vara ca 12 månader eller yngre klassas i en och samma klass oavsett ålder. Skillnaden i antal lammkategoriklasser medför att jämförelsen inte går att göra korrekt men den kan ge en fingervisning om hur de svenska lammen skulle klassats i MSA. Tabellen visar att 60 % av de svenska lammen 2016 hade klarat MSAs gräns på minst 18 kg slaktad vikt för lamm äldre än fem månader och 80 % hade vägt minst 16 kg som är lägsta viktgräns för lamm under 5 månader.

Tabell 5. Antal av alla slaktade lamm per kg slaktkroppsvikt 2016 (SJV, 2017a) jämfört med bäst betalda slaktviktintervall se figur 4 samt viktgränser MSA, Australien (MLA, 2015)

Viktsintervall	Kommentar till viktintervall	Antal (andel) svenska lamm över minimiviktgräns, MSA
16-	Nedre viktgräns, yngre lamm MSA ¹⁾	175 000 (80 %)
18-	Nedre viktgräns, lamm MSA ²⁾	132 000 (60 %)

¹⁾ MSA Yngre lamm=upp till 5 månaders ålder, fettklass Australien minst 2. ²⁾ MSA Lamm=upp till 12 månaders ålder, fettklass Australien minst 2.

Vad är optimal slaktkroppsvikt för industrin och konsumenter?

Medelslaktvikten för svenska lamm 2016 beräknades till 18,7 kg (SJV, 2017a). I Storbritannien 2016 var medelslaktvikten 19,2 kg (AHDB, 2017b). Medelslaktvikten i Australien har varit stigande under en lång följd av år. 1992 var medelslaktvikten 17,5 kg för alla lamm och 2017 närmade den sig 23 kg. Orsaken till ökningen anses vara att uppfödarna ändrat produktionen från uppfödning av den lättare merinorasan till lamm av tyngre köttproducerande raser (MLA, 2017c). Större slaktkroppar leder till större slaktdetaljer, något som inte alltid är önskvärt. Antalet personer per australienskt hushåll minskar vilket gör att många efterfrågar mindre stekar, inte större (MLA, 2017c).

I en studie av Fowler *et al.* (2017) jämfördes tre olika stycknings sätt av 95 slaktkroppar med medelslaktvikten 25,9 kg (variation 13-39,5 kg). I undersökningen konstaterades att antal styckade kroppar per styckare sjunker kraftigt med ökad grad av finstyckning, från 4,5 lamm per timme vid traditionell styckning till 1,2 lamm vid finstyckning. Vid traditionell styckning ger varje kropp 16,5 kg säljbara styckningsdetaljer medan vid finstyck ger en kropp endast 9 kg säljbar produkt. Benandelen ökar med styckningsgraden från 1,95 kg till 4,41 kg samt andelen fett och trim från 3,4 kg till 9,8 kg. För att kalkylen ska gå ihop måste priset höjas kraftigt, från AUS\$ 15/kg säljbar traditionellt styckad produkt till AUS\$ 27,4/kg säljbar finstyckad produkt.

Vad påverkar slaktkroppstorlek?

I avsnitten nedan belyses hur faktorer som slaktutbyte, ras och betalningsmodell påverkar slaktkroppstorleken.

En grundläggande förutsättning för att slaktkroppen ska ha önskad storlek är att djuren kan utnyttja sin tillväxtpotential. För att kunna växa behöver de vara friska, inte angripas av parasiter samt få tillräckligt med foder av rätt kvalitet för att kunna växa. En annan viktig faktor som påverkar slaktkroppens storlek är när slaktmognaden infaller. Slaktmognaden varierar beroende t ex på uppfödningssystem, utfodring, intensitet, tillväxthastighet och kön. Uppgifter om lämplig utfodring och vad som påverkar slaktmognad kommer inte att belysas djupare i rapporten då det finns andra publikationer som belyser dessa viktiga men omfattande och komplexa frågeställningarna (Sjödin, 2008).

Vad påverkar slaktutbytet?

Följande avsnitt behandlar faktorer som påverkar slaktutbytet. Litteratursökningen har gett få användbara publicerade försöksresultat. Därför är avsnittet baserat på ett mindre antal artiklar samt internationella branschrekommendationer.

Vad är slaktutbyte?

Slaktutbytet är skillnaden mellan djurets levandevikt och slaktkroppsvikt och anges i procent av levandevikten.

Vad som i Sverige räknas som betalningsgrundande slaktvikt till producenten regleras av Jordbruksverket och Livsmedelsverket (SJV, 2004; SLV, 2002)

- En slaktkropp kan vägas i varmt eller kylt tillstånd. Med en slaktkroppens officiella slaktvikt, d.v.s. invägningsvikt, avses vid klassificering 98 % av den vikt som en putsad kropp har i varmt tillstånd. Varmvägning ska ske snarast möjligt efter slakt. Om slaktkropparna vägs efter kylning ska vägningen utföras tidigast dagen efter avlivning, tidigast 12 timmar efter avlivning men senast kl. 12:00 denna dag.
- Med putsad kropp menas att kroppen är avblodad, inälvor som t.ex. lunga, hjärta, lever, njure, mellangärde och njurtapp är urtagna, huvud, svans, testiklar och juvervävnad är borttagna, kroppen är putsad från överflödigt fett både på insidan och utsidan samt att benen kapats vid framknä och hasleder.

Vad påverkar slaktutbytet?

De flesta lammproducenter har noterat att slaktutbytet varierar mellan djur och över tid samt att det inte är helt lätt att beräkna den slaktade vikten utifrån det levande djurets vikt. I en Nya Zeeländsk sammanställning (Muir, 2008) och Meat Standard Australia Yard Book (MLA, 2005) nämns att faktorer som slaktmognad, fettklass, tid utan foder, kön, ras, ålder, avvand/ ej avvand och mängd ull påverkar slaktutbytet inom ett intervall från ca 40 % till 51 %. Utöver dessa faktorer påverkas slaktutbytet av att vågar är kalibrerade både på gård och slakteri, tid mellan vägning och slakt, våmfyllnad m.m.

Påverkan av metod för levandeviktsvägning och slaktkroppsvägning på slaktutbytet

Levandevikt och slaktvikt kan definieras på olika sätt. Levandevägning kan göras antingen då djuret har fyllt våm eller efter att djuren fastat en viss tid, vanligen minst 12 timmar. Slaktkroppen kan varmvägas innan kylning direkt efter den är urtagen eller kallvägas efter nedkylning. Vilken metod som används vid vägningen av det levande djuret och slaktkroppen har betydelse för resultatet av beräkningen av t. ex slaktutbyte. (Muir, 2008).

Muir (2008) refererar till en utvärdering av 2 200 lamm som visade vilken betydelse vägningsmetod har på resultatet vid beräkningen av slaktutbytet. För en slaktkropp med slaktvikten 13 kg varierade den beräknade levandevikten beroende på slaktutbytet med 13 %, från 28,6 kg till 32,3 kg

(tabell 6) beroende på vägningmetoder vid vägning av det levande djuret och vid vägning av slaktkroppen.

Tabell 6. Effekt av metod vid beräkning av slaktutbyte vid en slaktkroppsvikt på 13 kg (Muir, 2008)

Beräkningsmetod (kg slaktkropp*100/kg levandevikt)	Slaktutbyte, %	Levandevikt, kg (beräknad utifrån slaktkroppsvikt=13 kg och på raden angivet slaktutbyte)
Vikt varm slaktkropp ¹⁾ /levandevikt, ”full våm” ³⁾	42,2	30,8
Vikt kall slaktkropp ²⁾ /levandevikt, ”full våm”	40,3	32,3
Vikt varm slaktkropp/levandevikt, ”tom våm” ⁴⁾	45,4	28,6
Vikt kall slaktkropp/levandevikt, ”tom våm”	43,3	30,0

¹⁾ varm slaktkropp (Hot Carcass Weight, HCW)= vikt direkt efter slakt (skinn, huvud klövar, inre organ avlägsnade).

²⁾ kall slaktkropp (Cold Carcass Weight, CCW) = vikt efter att den urtagna kroppen är kyld (vanligen 3-5% lägre än vikt ” varm slaktkropp)

³⁾ levandevikt, ”full våm” (Fresh Liveweight, LWP)= Lammets levande vikt direkt från t ex. bete

⁴⁾ levandevikt, ”tom våm” (Empty Liveweight, ELW)= Lammets levandevikt efter att ha fastat minst över en natt.

Påverkas slaktutbytet av tiden mellan leverans och slakttidpunkt?

Tiden mellan att lammen lastas på transporten och slaktas varierar bl. a. beroende på avstånd mellan producent och slakteri. En del producenter anser att slaktutbytet blir lägre om djuren övernattar jämfört med om de slaktas samma dag som de lastas. Övernattning på slakteriet är vanlig i Sverige, upp mot 60 % av de svenska lammen övernattar och slaktas först dagen efter (Berg, 2010). I den internationella litteraturen redovisas studier på hur transport- och uppställningstid påverkar djurs välfärd indirekt genom mätning av slaktkroppsvikt och köttkvalitet (Liu *et al.*, 2012; Gallo *et al.*, 2003). I några studier har slutsatsen varit att uppställning en period efter transport innan slakt gör att djuret kan vila och bygga upp muskelglykogendepåerna samt minska dehydreringen av kroppsvävnad och viktminskning hos kroppen (Liste *et al.*, 2011; Jacob *et al.*, 2006).

Andra författare anser att den främmande miljön vid uppställning kan hämma djurens möjlighet att vila och att återhämta sig från effekterna av begränsning i foder- och vattenintag (Jarvis *et al.*, 1996) och långa uppställningstider är förknippade med sämre slaktkroppsvikt och köttkvalitet (Gallo *et al.*, 2003). Liu *et al.* (2012) redovisade större viktminskning hos lamm som stallats upp i 12, 24 och 48 timmar jämfört med lamm som hade varit uppstallade 0, 2 eller 6 timmar före slakt.

Arvidsson-Segerkvist (2016) följde upp en producents egna vägningar av lamm innan slakt och deras slaktuppgifter. Av de 693 lammen i studien var 338 uppfödda på bete och 355 uppfödda på stall. Totalt övernattade i medeltal 63 % på slakteriet. För de som kom från bete blev andelen övernattande lamm 70 % och för de som kom från stall 56 %. Mellan de grupper lamm som kom från bete fanns inga signifikanta skillnader i levandevikt, form- eller fettklass. De beteslamm som slaktades på ankomstdagen hade en något lägre slaktvikt, 17,3 kg jämfört med slaktvikten på 17,7 kg för de lamm som övernattade. Detta medförde att lammen som slaktades på ankomstdagen hade ett signifikant lägre slaktutbyte (slaktvikt som en andel av levandevikten) på 40,4 % jämfört med slaktutbytet på 41,4 % för de lamm som slaktades på ankomstdagen.

De stalluppfödda lamm som slaktades på ankomstdagen hade en något lägre levandevikt (41,4 kg) jämfört med de stalluppfödda lamm övernattade (42,5 kg). Det var däremot ingen skillnad i slaktvikt mellan de två grupperna. Detta ledde till att slaktutbytet blev 1,5 % högre för de djur som slaktades på ankomstdagen, 43,0 % jämfört med 41,5 %. Övernattning eller inte gav ingen skillnad i formklass men fettklassen blev lägre för de djur som övernattat (6,5 jämfört 7,0). Studien kunde inte förklara resultatet men författaren nämner faktorer som skillnader i ålder, uppfödningsslag eller genetiska skillnader beroende på ras som tänkbara orsaker till det något motstridiga resultatet på slaktutbytet mellan de olika grupperna av lamm.

Påverkan på slaktutbyte av tid utan foder

MLAs Yard book (MLA, 2005) anger riktvärden för påverkan av tid utan foder innan levandevägningen på slaktutbytet, se tabell 7.

Tabell 7. Effekt av tid utan foder på slaktutbytet (%) hos lamm (MLA, 2005)

Tid utan foder (h)	Påverkan på slaktutbytet
0-3	0
4-5	+1
6-8	+2
9-12	+2-3 %
12-24	+3,5-4,5 %

Muir (2008) refererar till opublicerad data där slaktutbytet undersöktes på grupper av unga lamm som inte utfodrades under 24 timmar. 70 lamm delades in i 7 grupper och första gruppen slaktades direkt då de togs in från betet, de andra grupperna slaktades 2-24 timmar efter installning utan tillgång till foder, se tabell 8. Slaktad vikt för alla grupper var ca 10,7 kg men slaktutbytet ökar med närmare fyra procentenheter, från 41,7% för den först slaktade gruppen till 45,8 % för gruppen som slaktas efter 24 timmar. Orsaken till det stigande slaktutbytet är att levandevikten i anslutning till slakt minskar succesivt i takt med att våm och tarminnehåll minskar då det inte sker något tillflöde av foder. Muir refererar också till äldre, publicerade resultat som visat likartad trend (Muir, 2008).

Tabell 8. Effekt av tid utan foder på levandevikten (kg) och slaktutbytet (%) hos lamm. Slaktad vikt för alla grupper ca 10,7 kg.

Tid utan foder (timmar)		0	2	4	6	10	21,5	24
Levande vikt, kg	Medel	25,5	25,2	24,8	24,4	24,3	23,4	23,3
Slaktutbyte, %	Medel	41,7 %	42,3 %	43,0 %	43,8 %	44,0 %	45,7 %	45,8 %

Könets påverkan på slaktutbytet

Förutom i nordnorrna kastreras vanligen bagglammen vilket gör att effekten av kön på slaktutbytet vanligen redovisas för tacklamm eller kastrater och inte för bagglamm. I en Nya Zeeländsk undersökning av ca 6 200 slaktmogna lamm jämfördes dock slaktutbytet på slaktmogna tack- och bagglamm (Muir, 2008). Bagglammen som var magrare, slaktades vid en högre levandevikt men tacklammens högre slaktutbyte medförde att skillnaden i slaktvikt blev mindre än skillnaden i levandevikt (tabell 9).

Tabell 9. Skillnad slaktutbyte, tack- och bagglamm (Muir, 2008).

	Levande-vikt, kg	Slaktutbyte, %	Slaktvikt, kg
Tacklamm	38,8	44,6	17,3
Bagglamm	41,8	43,2	18,1
Medel	40,3	43,8 %	17,7

Ålderns inverkan på slaktutbytet

Muir (2008) jämförde data från ca 6 000 slaktade lamm under perioden 1998-2007. I tabell 10 jämförs slaktutbytet mellan snabbväxande och långsamväxande djur. Skillnaden i slaktutbyte var närmare 4 procentenheter högre för den mer snabbväxande gruppen jämfört den långsamväxande. Skillnaden förklarades med att äldre djur har en mer utvecklad (tyngre) våm och mer ull.

Tabell 10. Skillnad i slaktutbyte för lamm av olika ålder men lika levandevikt (Muir, 2008).

	Levandevikt (tom våm), kg	Slaktad vikt, (kall) kg	Slaktutbyte, %
Snabbt växande (7 månader)	40,1	17,5	43,7
Långsamt växande (14 månader)	43,2	17,2	39,8

Muirs resultat styrker branschens uppfattning att äldre djur har sämre slaktutbyte än yngre djur vid jämförbara levandevikter (AHDB, 2015; Cymru, 2005). Orsaken anses vara att huvud, päls, våm och benmassa är mer utvecklad och väger mer hos ett äldre djur. Det är dock svårt att hitta försöksresultat som styrker att det finns ett samband mellan ålder och slaktutbyte som beror på ålder och inte störs av andra påverkande parametrar.

Rasens inverkan på slaktutbytet

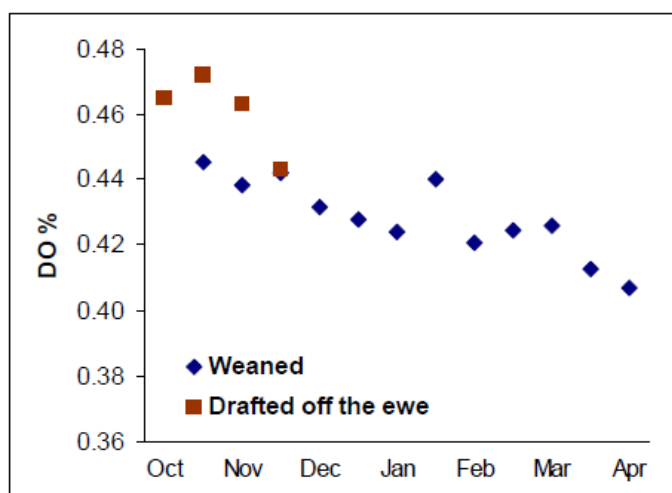
Ras påverkar slaktutbytet, Muir (2008) refererar till Nya Zeeländska undersökningar där skillnader i slaktutbyte i ett försök varierade mellan 39-45 % och i ett annat inte helt jämförbart försök mellan 42-45 % beroende på faderras. Djur av rasen merino och merinokorsningar hade lägst utbyte och kötttraser som texel, poll dorset och dorper högst utbyte.

MLAs riktlinje är att merino och border leicester har 1,5–3,5 procentenhet lägre slaktutbyte än lamm med kötttrasfäder (MLA, 2005). Några aktuella svenska undersökningar om rasers inverkan på slaktutbyte finns inte.

Påverkan av avvänjning på slaktutbytet

I Muirs (2008) undersökning var 889 lamm av 6 213 inte avvanda vid slakt, se figur 5. Slaktutbytet var högst för de yngsta, ej avvanda lammen. De äldre lammen hade ett lägre men jämförbart slaktutbyte oavsett om de var avvanda eller togs direkt från tackan vid slakt. Förklaringen till det sjunkande slaktutbytet även bland äldre men ej avvanda lamm är att i takt att lammen minskar mjölkintaget ökar våmmens volym samt mängden ull ökar med stigande ålder (Muir, 2008).

Figur 5. Effekt av avvänjning och ålder på slaktutbytet (i figur=DO %) för 5 300 avvanda lamm (i figur=Weaned) och 889 inte avvanda lamm (i figur=Drafted off the ewe) (Muir, 2008)



MLAs uppgifter i tabell 11 indikerar en skillnad på i medeltal två procentenheter i slaktutbyte mellan ej avvanda och avvanda lamm vid samma fettgrupp (MLA, 2005).

Tabell 11. Slaktutbyte för ej avvanda lamm och avvanda lamm i relation till fettgrupp, Australien (MLA, 2005)

Fett grupp	Slaktutbyte, %		
	Ej avvanda lamm	Avvanda lamm	Vuxna får (Tackor)
1	43 %	41 %	38 %
2	45 %	43 %	40 %
3	47 %	45 %	42 %
4	49 %	47 %	44 %
5	51 %	49 %	46 %

Samband mellan fettklassning och slaktutbyte

I tabell 11 framgår av de australiensiska riktlinjerna för beräkning av slaktutbyte att fetare lamm har ett betydligt högre slaktutbyte än magrare lamm. Skillnaden i slaktutbyte för avvanda lamm mellan lägsta och högsta fettgruppen är upp till 8 procentenheter (41-49%) (MLA, 2005).

Ullens påverkan på slaktutbytet

Muir (2008) nämner en jämförelse av slaktutbytet mellan klippta eller oklippta djur som slaktades vid 14 månaders ålder och vid en levandevikt på 43 kg. De klippta djurens slaktutbyte var 39,8 % och de oklipptas 37,4 % med en ullvikt på 2,96 kg per djur. I en jämförelse mellan 100 dagar gamla lamm var ullvikten hos down cross 0,8 kg och hos korsningslamm mellan romney och engelsk leicester 1,1 kg ull per djur.

I MLA Yard Book (MLA, 2005) nämns ett riktvärde att en päls där ullen är 75 mm och blöt kan hålla 0,2-0,5 kg vatten.

Påverkar rasen slaktkroppstorlek

I tabell 12 visas de raser som finns i svenska fårkontrollen, deras vuxenvikt enligt rasföreningens hemsidor, antal djur i fårkontrollen 2016 (Elitlamm, 2016) samt totalt antal djur i Sverige 2016 (SJV, 2017h).

Några allmogeraser kan ha svårt att leverera lammslaktkroppar med en tillräckligt hög vikt då rasen i sig har en låg vuxenvikt och följaktligen blir lammen slaktmogna vid en relativt låg vikt.

Tabell 12. Raser och antal djur per ras i Fårkontrollen 2016, deras vuxenvikt, totalt antal djur i Sverige 2016 samt raser berättigade till miljöstödet (Elitlamm, 2016; SJV, 2017h; (SJV, 2017k))

Ras	Ras kod	Vuxen vikt		Källa vuxenvikt (nov 2017)	Tackor	Baggar	Vuxna	Lamm
		Tackor	Baggar					
Dorset Horn	Kdh	65-90	100-125	Lammproducenterna.se	379	63	442	560
Dorper	Kdp	95	105	Svenskdorper.se	134	57	191	277
Vit dorper	Kdpw	95	105	Svenskdorper.se	30	9	39	43
Jämtlandsfår	Kjf	ingen uppgift			238	19	257	437
Leicester	Kle	65-85	100-120	Lammproducenterna.se	1 215	153	1 368	1 915
Oxforddown	Ko	70-100	-200	Lammproducenterna.se	115	24	139	187
Ostfrisiskt Mjölkfår	Kof	80-100	110-130	Lammproducenterna.se	27	2	29	33
Shropshire	Ks	65-80	100-120	Lammproducenterna.se	62	11	73	73
Suffolk	Ksu	75-110	-150	Lammproducenterna.se	1 168	125	1 293	1 853
Texel	Kt	110-130	75-95	Lammproducenterna.se	2 272	243	2 515	3 199
Åsenfår ¹⁾	Lås	35-40	45-55	Föreningen Svenska	421	64	485	694
Dala pälsfår ¹⁾	Lda	30-35	50	Allmogefår	170	24	194	238
Finull ¹⁾	Lf	50-70	-	Finull.se	3 392	253	3 645	5 751
Finsk lantras	Lfj	ingen uppgift			40	10	50	59
Gestrikefår ¹⁾	Lge	45	60-70	Föreningen Svenska	210	30	240	361
Helsingefår ¹⁾	Lhe	40-60	50-80	Allmogefår	572	103	675	1 076
Klövsjöfår ¹⁾	Lkl	40-60	60-70		446	73	519	861
Ryafår ¹⁾	Lr	ingen uppgift			797	73	870	1 551
Roslagsfår ¹⁾	Lro	30-40	50	Föreningen Svenska	410	60	470	565
Svärdsjöfår ¹⁾	Lsv	35-45	50	Allmogefår	105	20	125	161
Tabacktorpsfår	Lta	ingen uppgift			27	6	33	23
Värmlandsfår ¹⁾	Lvä	40-65	60-70	Föreningen Svenska Allmogefår	1 574	180	1 754	2 796
Walliska svartnosfår	Wsn	ingen uppgift			15	5	20	32
Gotlandsfår	P	55-90	80-120	Silverlock.se	19 195	1 026	20 221	33 941
Gutefår ¹⁾	Pg	45-60	60-80	Lammproducenterna.se	1 857	162	2 019	2 739
Summa i fårkontrollen 2016							37 666	59 425
Totalt antal djur i Jordbruksverkets statistik							281 327	296 847

¹⁾ Raser som är stödberättigade i miljöstödet för hotade husdjursraser 2017 (SJV, 2017k)

Det finns ibland en uppfattning att det finns raser som under vissa förhållanden, t ex hög utfodningsintensitet, har benägenhet att blir slaktmogna vid en lägre kroppsvikt än andra raser även om rasen i sig har potential att producera en fullstor lammslaktkropp. Det är dock svårt att hitta försöksresultat som styrker att det finns samband mellan kroppsvikt och slaktmognad som är rasbetingad under förutsättning att rasen inte är småvuxen.

KROPPSFORM

Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?

- Betalnings- och avdragsgrundande till lantbrukare
- Högre krav på kroppsform på slaktkroppen kan innebära kostnad kopplad till uppfödning
- Kvantitet säljbar produkt per djur påverkas
- Slaktkostnad per kg säljbart kött påverkas
- Optimal storlek på slaktdetaljer för rådande teknik och förpackning
- Optimal storlek på slaktdetaljer för handel och konsument

Förslag på bedömningsbara kontrollpunkter:

- Standarden har en tydligt lägsta acceptabla kroppsformsklass
- Slaktmogna lamm till slakt
- Korrekt slakt, putsning och klassning (SJV kontrollmyndighet)

Förslag på utbildningsinsatser

- Grundläggande om utfodring, parasiter
- Slaktmognadsbedömning
- Skillnader och påverkan av ras

Behov av mer undersökning, studier och forskning

- Vad är normal kroppsform beroende på ras, uppfödningsform m.m.?
- Vad påverkar kroppsformen på svenska lamm?
- Skillnad i kroppsformsklassning beroende på slaktmånad, region, storlek på leverantör?
- Hur stor är skillnaden i andel benfritt kött mellan olika klasser vid en och samma slaktvikt i Sverige?
- Hur påverkar avel och avelsvärdering svenska lamms kroppsform?
- Vad är optimal kroppsform (teknik, förpackning, konsument)?

Påverkan på kroppsform av:

Uppfödning

- Uppfödningen, med val av ras, produktionsplaneringen och produktionsuppföljning samt korrekt slaktmognadsbedömning, påverkar lammens slaktkroppsform starkt.

Transport

- Påverkar inte

Slakt (till och med nedkylning)

- Kan påverka genom betalningssystem som styrmedel.

Mognadskylning och förpackning

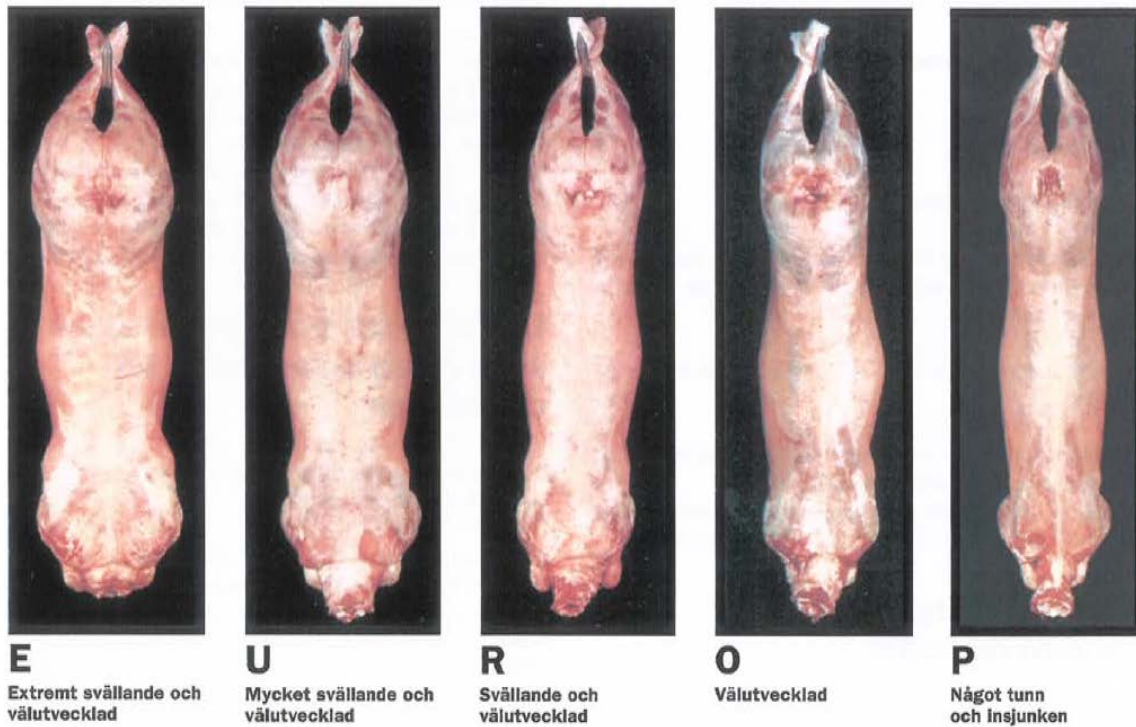
- Påverkar inte

Uppgifter från litteraturen om kroppsform

Klassning kroppsform Sverige

Slaktkropparnas köttinnehåll uppskattas genom en bedömning av kropparnas form (SJV, 2004). Alla länder i EU använder EUROP systemet som är uppbyggt av femton klasser med huvudklasserna E, U, R, O och P och efter var och en av huvudklasserna kan ett + eller - läggas till. I figur 6 är kroppen till vänster mycket väl utvecklad över bogar, rygg och lår och är ett exempel på en E-klassad kropp. Slaktkroppen till höger är klassad som en P-kropp då den är mycket utvecklad och muskelfattig (SJV, 2005). Innan klassningen ska slaktkroppen putsas enligt bestämmelser utfärdade av Jordbruksverket och Livsmedelsverket (SLV, 2002; SJV, 2001).

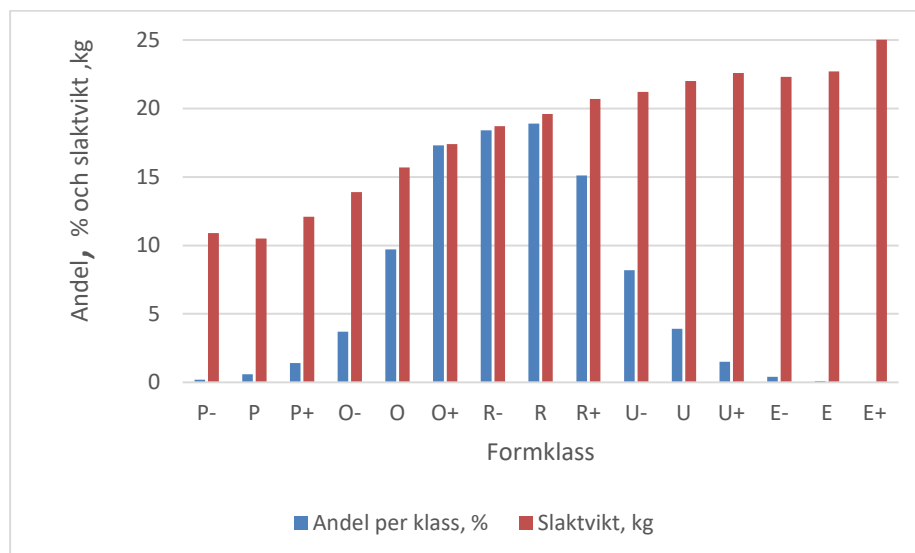
Figur 6. Lammkroppar med kroppsformklassning i fem klasser, E, U, R, O och P (SJV, 2005).



Statistik klassning kroppsform Sverige

Jordbruksverkets klassningsstatistik för de 218 259 lamm som formklassades i Sverige 2016 visas i figur 7.

Figur 7. Andel av alla formklassade lamm 2016 i respektive formklass samt medelslaktvikten inom formklass (SJV, 2016).



Närmare 94 % av lammerna 2016 klassades minst i formklass O. Resterande ca 6 % var fördelade från P- till O- (P- till P+ 2,2 % och O- 3,7 %). Figur 7 visar också att de outvecklade kropparna har låg till mycket låg slaktvikt (P-: 10,9 kg, P: 10,5 kg, P+: 12,1 kg och O- 13,9 kg).

Jämförelse formklass mellan Sverige och Storbritannien

Sammanställningen i tabell 13 över formklassade lamm i Storbritannien 2016 visar att ca 0,3 % av lammerna klassades i klass P och 15,3 % i klass O (AHDB, 2017b). Lammerna i Storbritannien klassade sig högre än de svenska lammerna vars andel i klasserna P- till P+ var 2,2 % och för klasserna O- till O+ 30,7 %. Andelen brittiska lamm i klass E var 6 % och andelen svenska lamm ca 0,5 %. Däremot är andelen lamm i klass R relativt lika, 55,5 % i Storbritannien och 52,4 % i Sverige.

Tabell 13. Alla slaktade lamm i Storbritannien 2016 fördelade efter slaktkroppsform och fettgrupp (AHDB, 2017b).

Kroppsform	Klassificering fettgrupp, %							Totalt %
	1	2	3L	3H	4L	4H	5	
E	0,0	0,8	3,3	1,3	0,4	0,1	0,0	6,0
U	0,0	2,9	12,7	5,7	1,4	0,2	0,1	22,9
R	0,4	9,7	29,8	12,3	2,8	0,4	0,1	55,5
O	0,5	4,3	7,6	2,6	0,3	0,1	0,0	15,3
P	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Total	1,0	17,9	53,5	21,8	4,9	0,7	0,1	100

Betalningsmodell, kroppsform

De större svenska slakteriernas betalningsmodell till producenten grundar sig till en del på slaktkroppens formklass, desto bättre klass desto högre pris.

I tabell 14 visas HKScans och KLS Ugglarps grundprislista vecka 46 år 2017. I tabellen jämförs priset per kg slaktad vikt för en E-klassad kropp med fettgrupp i intervallet 2- till 3 med övriga formklasser inom samma fettgrupper.

Båda företagen betalar högre priser för de bäst klassade kropparna men vid sämre klassning sjunker priset märkbart. Prisskillnaden i kronor mellan E och R-lamm under v 46 2017 varierade mellan 2,5–3,25 kr/kg.

Tabell 14. HKScans och KLS priser v 46 2016. Pris enligt prislista omräknade med basen betalning för klass E=100 inklusive kroppformstillägg.

Företag	Vikt, kg	E	U	R+	R	R-	O+	O	O-	P+	P,P-	Tillägg v 46 2017
HKScan	16-22,9	100 ¹⁾	98	95	92	90	88	86	75	69	63	E-U-; 0,75 kr/kg
KLS	15-23,9	100 ²⁾	99	93	91	89	87	85	60	55	49	E-U; 1,50 kr/kg

¹⁾ Verklig betalning: 32,52+0,75=33,27 kr/kg ²⁾ Verklig betalning: 35,00+1,50=36,50 kr/kg

Lägsta godkända formklassning för HKScans märkeslamm är O, KLS Ugglarps lägsta formklass för att få kontraktstillägg är också O. Önskvärd lägsta slaktvikt för slaktkropparna i bäst betalda viktintervall är hos HKScan 16 kg respektive 15 kg hos KLS Ugglarps enligt officiell prislista v 46 2017.

Klassning kroppsform utanför Europa

I länder utanför Europa som t.ex. Nya Zeeland används andra klassningssystem av kroppsform än EUROP-systemet. Andra länder som Australien klassar vanligen inte slaktkroppens kroppsform och betalningsmodellen grundas normalt på slaktkroppens vikt och fettgrupp.

Skillnad i andel kött beroende på klassning

Europa

En intressant men i denna rapport obesvarad frågeställning är skillnaden i förväntad andel kött mellan klasserna i EUROP-systemet vid en viss slaktkroppsvikt och fettgrupp. De undersökningar som gjorts har mer varit inriktade t.ex. på att jämföra EUROP-systemet mot hur väl andra metoder mäter köttinnehållet. Einarsson (2014) undersökte som en del i sin studie hur väl EUROP-systemets klassning av kroppsform kan förutsäga andelen kött i slaktkroppen. Resultatet visade att formklassning enligt EUROP inte är en liktydigt med en korrekt skattning av kroppens köttinnehåll. Kroppsformklassningen beskriver slaktkroppsdelarnas form och den påverkas både av hur fet och muskulös slaktkroppen är. Vid jämförelse av slaktkroppar med olika formklassning förutser EUROP-systemet andelen kött bättre om slaktkropparna har samma vikt och fettgrupp jämfört med om slaktkropparna är av olika vikt och fettgrupp. En norsk undersökning av Johansen *et al.* (2006) kom fram till att klassning av kroppsform enligt EUROP systemet inte är en säker metod att uppskatta slaktkroppens köttandel.

Australien

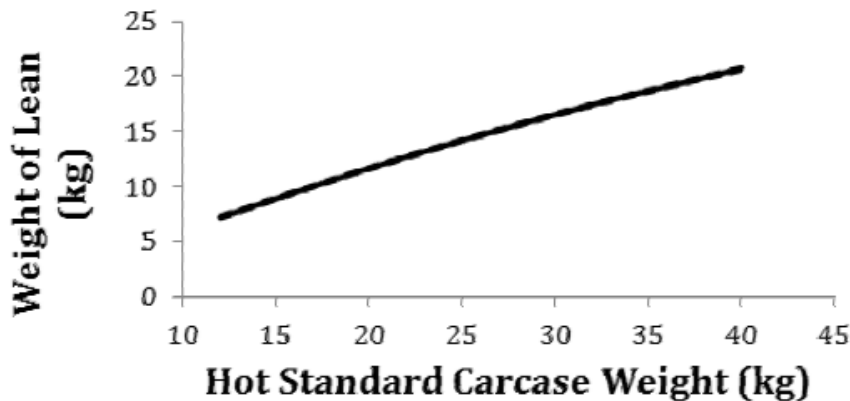
Slaktkroppens kroppsform är inte betalningsgrundande i Australien men andelen och mängden kött på slaktkroppen är viktig. Hög andel kött ökar effektiviteten vid slakt och styckning samt tillgodoser konsumentens önskemål om styckningsdetaljer med mycket kött men lite fett och ben. Ökad efterfrågan på styckningsdetaljer som utgörs av få muskler istället för t.ex. stekar, som består av många muskler, ställer också krav på kroppar med hög köttandel. I en australiensisk rapport, "Improving lamb meat yield" av Pearce (2016), diskuteras bl.a. hur marknadssignaler ska nå producenterna genom att betalningen grundas på marknadens efterfrågan. En nyckelfaktor för värdebaserad betalning men också för effektivare genetiska framsteg är teknisk utveckling av objektiv mätning av slaktkroppens verkliga köttinnehåll.

Hur påverkas köttinnehåll av slaktkroppsvikt

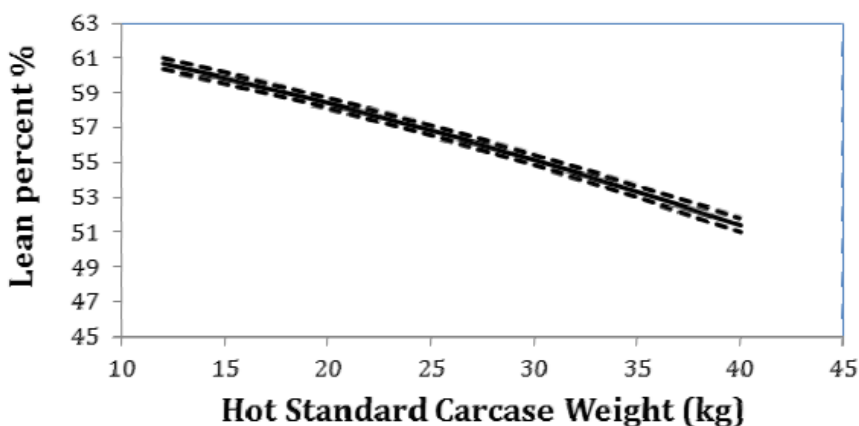
I figur 8 visas att mängden kött har starkt positivt samband med slaktkroppsvikten. Däremot är sambandet mellan slaktkroppens andel kött och slaktkroppsvikten tydligt negativt, se figur 9. Om

tyngre slaktkroppar värderas högre än lätta kroppar utan hänsyn tas till förhållandet mellan köttandel och slaktkroppsvikt finns risk att utvecklingen går mot tunga slaktkroppar med lägre andel kött (Pearce, 2016).

Figur 8. Samband mellan mängden kött ("weight of lean") och vikt på den varma slaktkroppen (hot standard carcass weight) (Pearce, 2016)



Figur 9. Samband mellan andelen kött ("lean percent") och vikt på den varma slaktkroppen (hot standard carcass weight) (Pearce, 2016)



Arvbarheter och korrelationer

För att en egenskap ska vara möjlig att avla på måste den ha en arvbarhet. I ett brittiskt projekt, RamCOMPARE, beräknades arvbarheten till 0,33 för slaktkroppsvikt. För kroppsformklass och fettklass bedömt enligt EUROP-systemet var arvbarheterna 0,37 respektive 0,55 (AHDB, 2017a). I en australiensisk beräkning skattades arvbarheten för köttandel till 0,51–0,58 (Pearce, 2016).

Vissa egenskaper är genetiskt korrelerade till varandra. En australiensisk rapport, "Improving lamb meat yield" av Pearce (2016), redovisar följande korrelationer:

- Högre andel intramuskulärt fett har hög korrelation till mörare kött (+0,8)
- Högre köttandel har hög korrelation till mindre andel intramuskulärt fett (-0,5)
- Högre köttandel har medelhög korrelation till mindre mörkt kött (-0,4)

Rasens inverkan på kroppsform (EUROP)

Den allmänna uppfattningen är att tyngre köttraser som texel, suffolk, belltex, charolais m.fl. har, om de ges rätt förutsättningar, större potential att nå de högre formklasserna i EUROP-systemet än t.ex. lantraser. I tabell 15 visas några svenska rasers medelvärde för formklass vid slakt. Högst

poäng får köttraserna medan lantraserna ligger lägre (se tabell 3 för översättning av poäng till EUROP-skala). Det har inte varit möjligt att få fram tillförlitlig slaktstatistik över olika rasers formklassning internationellt.

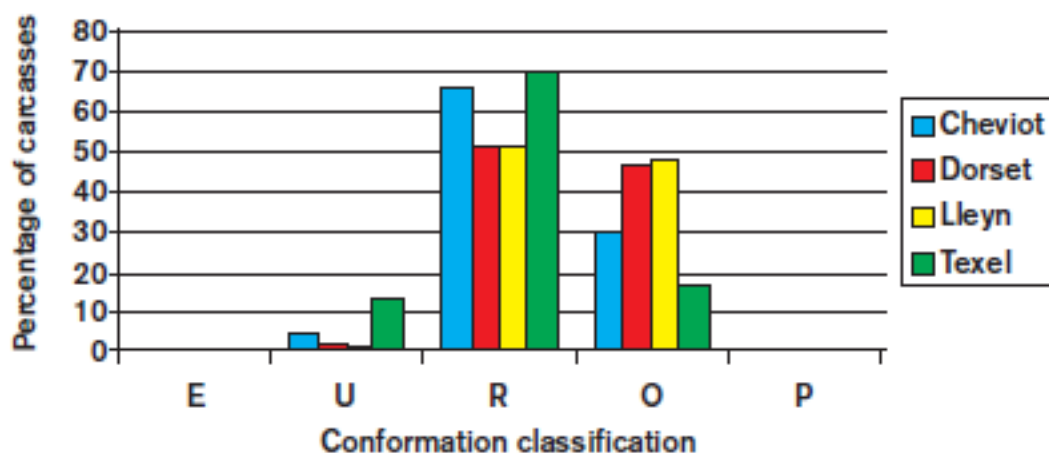
Tabell 15. Medelvärde för formklass vid slakt per ras 2017, (uppgifter från svensk avelsvärdering 2017, Svenska Fåravelsförbundet)

	Formklass, slakt	Antal djur ¹⁾
Texel	10,7	3 877
Suffolk	9,0	691
Dorset	8,9	1 381
Finull	7,0	8 003
Leicester	6,8	2 413
Gotland	6,6	68 780
Rya	5,9	1 164
Oxford down	8,0 ²⁾	75
Jämtlandsfår	5,9 ²⁾	376
Shropshire,	-	-

¹⁾ Antal djur i basgrupp baserad på djur födda de senaste 5 åren (2012-2016)²⁾ Osäker uppgift, baserad på mycket få djur.

Det finns studier där faderrasens inverkan på lammens kroppsform undersökts men flertalet utfördes före 1990 vilket gör resultaten svåra att använda då djurmaterialet förändras över tid. En studie utförd under senare tid är gjord i Wales 2000-2002 av McLean (2007). Kroppsformen följdes upp för ca 1 200 slaktlamm (879 baggar och 325 tackor) vars mödrar var renrasiga welsh mountain och fäder var cheviot, dorset, lleyn eller texel. Faderraserna var inte speciellt utvalda för att förbättra kroppsform men det var en av flera egenskaper som undersöktes. Resultatet visade att det finns skillnader mellan raser (figur 10). Lamm med texel som far hade signifikant ($P>0,001$) bättre formklassning enligt EUROP-systemet än alla de andra fadersraserna. Cheviotkorsningslammens klassning var signifikant bättre ($P>0,001$) än llynkorsningslammens. Vid slakt var lammens fettgrupp 2-3L.

Figur 10. Fördelning i EUROP-klasser beroende på fader. Korsningslamm efter faderraserna cheviot, dorset, lleyn och texel (McLean, 2007)



Grill *et al.* (2015) jämförde i Österrike 173 renrasiga lamms kroppsform klassade enligt EUROP-systemet. Raserna i studien var merinolandschafe, tiroler bergchaf, suffolk, jura och texel. Lammen var uppfödda under olika förhållanden på 34 gårdar och slaktades vid en levandvikt i medel

på 38,8 kg. EUROP-systemet omvandlades till siffror, 1-5, där E=5, P=1. Vid den statistiska analysen var kroppsform signifikant ($P>0,05$) högst för texel vars medelvärde var 3,57. Övriga rasers medelvärde varierade mellan 2,72–2,88.

Kroppsformen hos slaktlamm med samma faderras kan vara olika beroende på avelslinje. I Wales jämfördes olika egenskaper varav en var kroppsformen hos 217 slaktlamm. Deras fäder var alla suffolkbaggar men tre av baggarna betecknades vara traditionella brittiska baggar, fyra baggar var från Nya Zeeland och tre var brittiska högindexbaggar. Både de brittiska traditionella baggarnas och högindexbaggarnas avkommor formklassades (E=5; P=1) i medel till 2,9 poäng vilket var signifikant ($P<0,001$) bättre än klassningen av lammen efter baggarna från Nya Zeeland som i medel var 2,6 (Cymru *et al.*, 2008).

Inom en snar framtid väntas resultat bl. a. på lamms kroppsform beroende på faderras i en stor pågående studie i Storbritannien, RamCOMPARE, ett projekt som drivs av AHDB. I studien följs ett större antal avkommor efter fem raser, charollais, hampshire down, meatlinc, suffolk, texel (AHDB, 2017a).

FETTKLASSNING

Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?

- Optimal fettgrupp viktig för handel och konsument (visuell egenskap)
- Betalning/avdrag till lantbrukare om lammen är för feta är betydande.
- Uppfödningens kostnad (fettansättning dyr)
- Slaktkostnad per kg kött (mängden putsfett) påverkas
- Kylning (fettlager påverkar nedkylningshastighet, kan vara kvalitetspåverkande)
- Positiv korrelation mellan intramuskulärt fett och påverkan på smak, mörhet, saftighet

Förslag på faktorer som påverkar utvalda kvalitetsegenskaper

- Fettklass: tydligt intervall med godkänt min- och maxvärde
- Slaktmogna lamm till slakt
- Korrekt slakt, putsning och klassning (SJV kontrollmyndighet)

Förslag på utbildningsinsatser

- Hur fungerar fettansättningen? Vikt, kön, utfodringsintensitet m.m.
- Slaktmognadsbedömning
- Betydelsen av intramuskulärt fett på smak

Behov av mer undersökning, studier och forskning

- Vad är normal fettklassning i Sverige beroende på ras, uppfödningens form m.m.?
- Skillnad i fettklassning beroende på månad, region, besättningsstorlek?
- Hur mycket putsfett är normalt vid olika fettklassningar i Sverige?
- Hur påverkas fettansättning av svenska produktionsförhållanden?
- Vad är optimal fettgrupp beroende på putsningsbehov, mängd oanvändbar produkt, konsumentens önskemål, kylningshastighet m.m.?
- Är det olika fettansättning och mängd intramuskulärt fett mellan svenska raser?

Påverkan på fettklass av:

Uppfödning

- Uppfödningen inkluderar produktionsplaneringen och produktionsuppföljning, inte minst slaktmognadsbedömning, vilket påverkar lammens fettklass vid slakt starkt.

Transport

- Påverkar inte

Slakt (till och med nedkylning)

- Kan påverka genom betalningssystem som styrmedel.

Mognadskylning och förpackning

- Påverkar inte

Uppgifter från litteraturen om fett och fettklassning

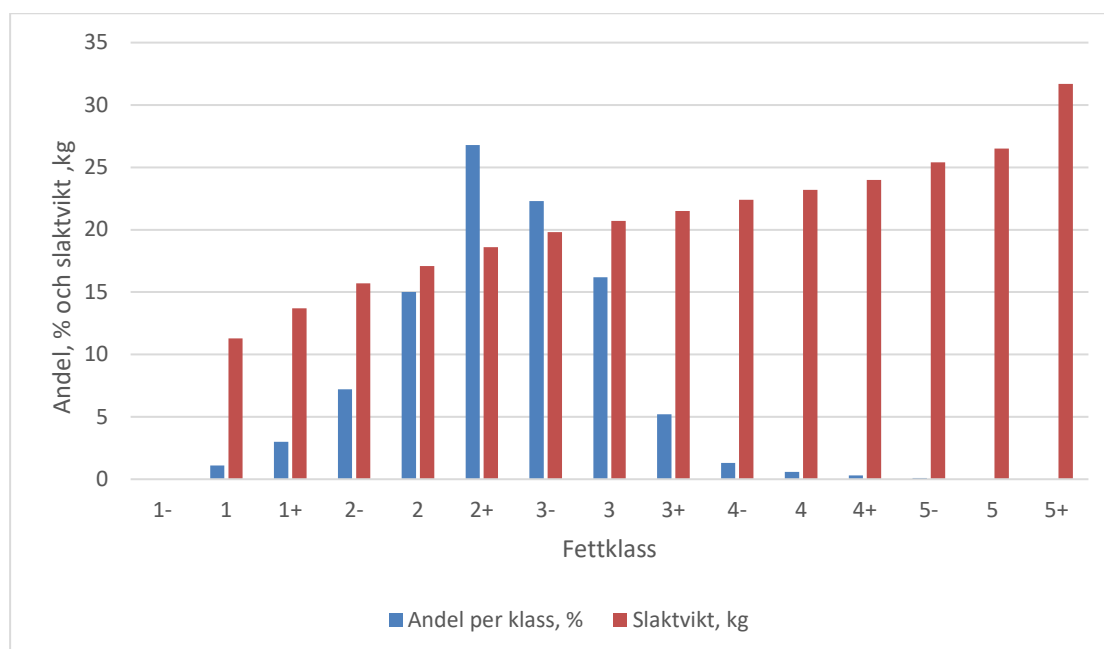
Fettklassning och betalningsmodell

Fettklassning Sverige

Svenska slaktkropparnas fettinnehåll uppskattas genom en bedömning av kropparnas fettansättning. Slaktkropparna klassas in i 15 olika fettgrupper där 1- innebär att lammet är mycket magert och 5+ att fettet är mycket rikligt (SJV, 2005). Innan klassningen ska slaktkroppen putsas enligt bestämmelser utfärdade av Jordbruksverket och Livsmedelsverket (SLV, 2002; SJV, 2001).

Svenska slakterier betalar bäst för slaktkroppar i fettgrupp 2- till och med 3 eller 3+, slaktkroppar med lägre eller högre fettklassning betalas sämre (v 46 2017 HKScan och KLS Ugglarps). Jordbruksverkets klassningsstatistik för de 218 259 lamm som fettgruppsklassades i Sverige 2016 visas i figur 11. Andel av alla fettklassade lamm 2016 i respektive fettklass samt medelslaktvikten inom fettklass (SJV, 2016). Ca 88 % av lammen klassades inom bäst betalda fettintervall men ca 4 % var för magra och 8 % var fetare än fettgrupp 3 (SJV, 2016).

Figur 11. Andel av alla fettklassade lamm 2016 i respektive fettklass samt medelslaktvikten inom fettklass (SJV, 2016).



Betalningsmodell Sverige

Betalningsmodellen beroende på fettklassning är ganska lika mellan de marknadsledande aktörerna, HKScan och KLS Ugglarps, som tillsammans har närmare 50 % av den svenska lammslakteten. Lamm som klassas in i fettgrupperna 2- till och med 3, vissa perioder 3+, är godkända medan magrare eller fetare lamm belastas med ett avdrag per kg slaktad vikt som visas i tabell 16.

Tabell 16. Avdrag på grundpris beroende på fettklass, kr per kg slaktad vikt (HK Scan, KLS Ugglarps v 14 och v 46 2017)

Avdrag på grundpris, kr per kg slaktad vikt och fettgrupp											
Fettgrupp	1	2-	2	2+	3-	3	3+ ¹⁾	4-	4	4+	5
Avdrag	4,0	0	0	0	0	0	4,0	8,0	10,0	13,50	18,0

¹⁾ Vissa företag tillämpar inte alls eller inte under vissa perioder avdrag för fettgrupp 3+.

Utöver avdraget per kg slaktad vikt betalas inte kontraktstillägg för de lamm som är för magra eller för feta. Kontraktstillägget varierar i olika perioder men vecka 14 2017 var tillägget 10-12 kr per kg slaktad vikt och i vecka 46 2017 3 kr per kg slaktad vikt.

Fettklassning Storbritannien

I Storbritannien används en 7 gradig skala vid fettklassning. Uppgifter från EBLEX visade att 2010 var 23 % av lammen i Storbritannien fetare än idealet som är lägre än 3H (Roehe, 2013). I senaste sammanställningen av fettklassningen i Storbritannien av AHDB (2017b) var hela 27,5 % av lammen klassade i fettgrupp 3H eller högre, se tabell 17.

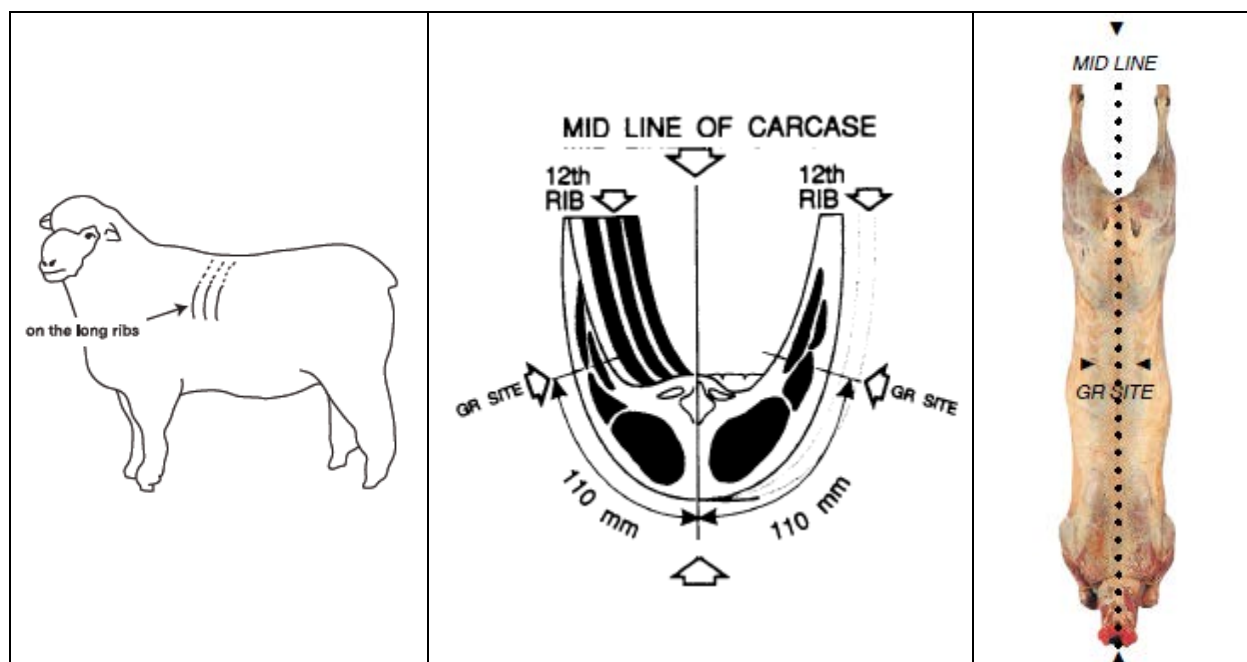
Tabell 17. Alla slaktade lamm i Storbritannien 2016 fördelade efter kroppsform och fettgrupp (AHDB, 2017b)

Klassificering kroppsform	Klassificering fettgrupp, %							Totalt %
	1	2	3L	3H	4L	4H	5	
E	0,0	0,8	3,3	1,3	0,4	0,1	0,0	6,0
U	0,0	2,9	12,7	5,7	1,4	0,2	0,1	22,9
R	0,4	9,7	29,8	12,3	2,8	0,4	0,1	55,5
O	0,5	4,3	7,6	2,6	0,3	0,1	0,0	15,3
P	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Total	1,0	17,9	53,5	21,8	4,9	0,7	0,1	100

Fettklassning Australien

I Australien fettklassas slaktkroppar utifrån vävnadsdjupet på en punkt 110 mm från ryggraden ner på det 12 revbenet ("GR site"), se figur 12. Punkten är enkel att mäta på en varm slaktkropp och ger bra information om slaktkroppens totala fetthinnehåll. Punkten kan bedömas manuellt eller med GR kniv (Pearce, 2016).

Figur 12. Punkt ("GR site") vid 12:e revbenet där fett bedöms både på det levande djuret och på slakkoppen (AUS-MEAT, 2016; Pearce, 2016).



I figur 13 visas det australiensiska fettklassningssystemet som är indelat i 5 klasser från klass 1= mycket mager kropp, till klass 5= mycket fet kropp. Rad ett i figur 13 definierar fettklassernas vävnadsdjup vid GR-siten. Rad två definierar fettklasserna vid manuell bedömning gjord av ackrediterade klassificerare med fingrarna det speciella området (GR-site) (AWI., 2018).

Figur 13. Fettklasser i det Australiensiska klassningssystemet (AWI, 2018).

Fat Score	1	2	3	4	5
GR tissue depth in mm	0 to 5 mm Not eligible for MSA	6 to 10 mm	11 to 15 mm	16 to 20 mm	20 mm and over
Feel at the 12th long rib	Individual ribs felt easily. Cannot feel any tissue over the ribs	Individual ribs easily felt but some tissue present	Individual ribs can still be felt. Can feel more tissue over the rib	Can only just feel ribs. There is fluid movement of tissue	Ribs cannot be felt. Tissue movement very fluid

Allmänt om fett i kött

Att köttet innehåller fett i form av intramuskulärt fett är positivt för ätkvaliteten, däremot vill vare sig lammproducenten, industrin eller konsumenten ha kött med stor mängd synligt fett. Ett överskott av synligt fett upplever konsumenten om mycket negativt (Valsta *et al.*, 2005). I en undersökning av Matthews (2012) ansåg brittiska konsumenter att lamm har bra ätkvalitet men 55 % av konsumenterna ansåg att lammkött är ett fett köttslag. Denna uppfattning kan vara en nackdel, många konsumenter söker produkter med låg fetthalt då magra produkter kopplas till en mer hälsosam kosthållning.

Även för uppfödare, slakt och chark är feta lamm oönskade och olönsamma. Att putsa bort och kasta överflödigt fett är en kostnad som slakt och chark vill minimera (MLA, 2015; Montossi *et al.*, 2013). För uppfödaren är en onödig fettansättning kostsam. Det är energikrävande för djuret att ansätta fett vilket ökar foderförbrukningen och det finns risk för avdrag på slaktpriset om djuret klassas som fett (Roehe, 2013).

Fettvävnadens tillväxt

Allt eftersom kroppen växer, utvecklas och mognar utvecklas de olika vävnaderna. Nervsystemet utvecklas före benvävnad som i sin tur utvecklas före tillväxt av muskelvävnad. Fettvävnaden utvecklas sist i den växande kroppen. Fettvävnaden delas i olika typer som sinsemellan har olika utvecklingstakt. Först ansätts invärtes fett runt njurarna, hjärtat, bäckenet och i bukhålan. Därefter utvecklas intermuskulärt fett som finns mellan musklerna. I nästa steg ansätts subkutant fett som återfinns under huden. Till sist ansätts det intramuskulära fettet, som är insprängt i musklerna mellan muskeltrådarna (Warriss, 2009). Utvecklingen av olika typer av fettvävnad är egenskaper som går att påverka då den styrs av parametrar som genotyp, ras, kön, ålder, tillväxthastighet och utfodringsintensitet (Hocquette *et al.*, 2010).

Fettets fördelning och andel av slaktkroppen

Vid samma totala andel fett i kroppen har får och nöt större andel av fettet invärtes i buken medan grisar har mer subkutant fett se tabell 18.

Tabell 18. Andel dissekerbart fett invärtes och subkutant hos nöt, lamm och gris (Warriss, 2009)

Djurslag	Mjölk-nötkreatur	Får	Gris
Invärtes fett (runt njurar och i bukhåla; %)	17	10	6
Subkutant fett (under huden; %)	24	43	68

I tabell 19 jämförs andel ben, muskel respektive fett i olika tunga slaktkroppar från lamm och får. Fettandelen stiger vid ökad vikt vilket är en följd av att fett är den vävnad som ansätts sist.

Tabell 19. Andel ben, muskel respektive fett i slaktkroppen hos lamm och får (AMPC, 2015b; Warriss, 2009).

Slaktkroppsvikt (kg)	Ben (%)	Muskel (%)	Fett (%)
15	16	61	24
20	14 (17 %) ¹	58 (60 %) ¹	28 (23 %) ¹
30	12	55	33

¹Inom parantes: värden från CT-scanning (AMPC, 2015b)

Effekt av kön på fettinnehåll, fettansättning och slaktmognad

I en beräkning av fettinnehållet i engelska lammslaktkroppar var tacklammen fetast med 27 % fett av slaktkroppsvikten, kastrerade bagglamm 26 % fett och intakta bagglamm 23 % fett (Warriss, 2009). Detta resultat stöds av (Díaz *et al.*, 2003) som visat att tacklamm vid jämförbara förhållanden (utfodring, ålder, ras mm) har en högre fettklassning än bagglamm.

I en studie där man hade samma slaktmognadsgrad, istället för lika ålder eller vikt, som utgångspunkt fann man att slaktkroppens fettinnehåll och mängd putsfett var oberoende av kön vid en viss grad av slaktmognad (McClelland *et al.*, 1976). Däremot var slaktmognadsgraden och därmed fettinnehållet kopplat till ålder, tacklamm var slaktmogna vid 161 dagars ålder och kastrerade bagglamm vid 196 dagar.

I tabell 20 och tabell 21 visas Roehe (2013) beräkning hur lång tid som behövs för ett tack- respektive kastrerat bagglamm ska bli en fettklass fetare. Tacklammen stiger en fettklass mycket snabbare än kastraterna.

Tabell 20. Antal tillväxtdagar tills nästa fettgrupp nåts, ändring i putsfett (%), beräknad levandetillväxt, samt energibehov för tacklamm (Roehe, 2013)

Ändring av fettgrupp		Antal dagar	Ändring av putsfett		Beräknad tillväxt, per dag (g)	Energibehov MJ
från	till		från (%)	till (%)		
2	3L	26	3,7	4,5	175	289
3L	3H	21	4,5	5,1	100	206
3H	4L	42	5,1	5,7	50	370
4L	4H	22	5,7	6,2	Uppgifter saknas	178

Tabell 21. Antal tillväxtdagar tills nästa fettgrupp nåts, ändring i putsfett (%), beräknad samt energibehov för kastrerade bagglamm (Roehe, 2013). Uppgift om tillväxthastighet per dag saknas.

Ändring av fettgrupp		Antal dagar	Ändring av putsfett		Energibehov MJ
från	till		från (%)	till (%)	
2	3L	35	3,5	4,4	253
3L	3H	55	4,4	5,0	468

Andel putsfett och uppfödningkostnad fettansättning

I tabell 22 redovisas slaktdata från total 495 lamm i ett försök utfört av EBELEX 2007. Slaktkroppens andel säljbar produkt är ganska lika mellan könen. Tacklammens högre andel putsfett balanserades av deras lägre andel ben och övrigt.

Tabell 22. Andel av slaktkroppen som är säljbar, putsfett eller ben och övrigt oanvändbart, data från VIA trail by Ebelex 2007 (Roehe, 2013)

Kön	Antal	Slaktkroppsvikt, kg	Säljbar andel, %	Putsfett, %	Ben och övrigt, %
Alla	495	19,7	77,6	4,9	17,5
Tacklamm	191	19,3	77,7	5,4	16,9
Bagglamm	304	19,9	77,6	4,6	17,8

I tabell 23 och tabell 24 visas beräknad andel putsfett för tack- och bagglamm i olika fett- och kroppsformsklasser. Att andelen putsfett ökar med fettklass är väntat men också kroppsformsklassen har viss påverkan på mängden putsfett speciellt vid jämförelse av könen. Djur med sämre kroppsformsklass har mer putsfett än de som klassas högre.

Tabell 23. Andel putsfett (%) i olika fett- och konfirmationsklasser, slaktad vikt 19,2 kg, tacklamm (Roehe, 2013).

Kroppsforms klass	Fettklass						
	1	2	3L	3H	4L	4H	5
E	1,87	3,01	3,87	4,44	5,01	5,58	6,43
U	2,20	3,34	4,20	4,77	5,34	5,91	6,76
R	2,53	3,67	4,52	5,09	5,66	6,23	7,09
O	2,85	3,99	4,85	5,42	5,99	6,56	7,41
P	3,18	4,32	5,17	5,74	6,31	6,88	7,74

Tabell 24. Andel putsfett (%) i olika fett- och konfirmationsklasser, slaktad vikt 19,9 kg, bagglamm (Roehe, 2013).

Kroppsforms klass	Fettklass						
	1	2	3L	3H	4L	4H	5
E	2,25	3,42	4,30	4,88	5,46	6,05	6,92
U	2,29	3,46	4,33	4,92	5,50	6,08	6,96
R	2,33	3,49	4,37	4,95	5,54	6,12	7,00
O	2,36	3,53	4,41	4,99	5,57	6,16	7,03
P	2,40	3,57	4,44	5,03	5,61	6,20	7,07

Baserat på ålder minskar tillväxten av säljbart kött desto äldre lammet blir, samtidigt ökar andelen putsfett. Roehe (2013) beräknar att putsfettet ökar från 48 g per kg säljbart kött vid 100 dagars ålder till 77 g vid 211 dagars ålder för tacklamm. Den ökande andelen putsfett är en kostnad för både producent och slakteri på flera sätt. Slaktkroppar med för högt fetthinnehåll betalas sämre och extra putsfett kräver mer resurser av slakteriet innan kroppen är säljbar. Onödig fettansättningen är också en kostnad i uppfödningen med t.ex. ökad foderförbrukning och arbetstid. I tabell 20 och tabell 21 finns uppgifter om energibehovet för att tacklamm respektive kastrerade bagglamm ska öka en fettklass. När lammen kommer över optimal fettgrupp, för tacklamm 3H och kastrerade bagglamm 3L, är vidare uppfödning endast en kostnad (Roehe, 2013).

Rasens inverkan på fettansättning

Roehe (2013) menar med det stora antal raser som finns att tillgå av varierad typ med allt från extensiva raser som scottish blackface (SBF), till faderraser som texel och suffolk bör det finnas variation i fettansättning mellan raser. Denna skillnad har undersökts av Lambe *et al.* (2007) som fann att fettandelen av slaktkroppsvikten ökade snabbare med tillväxten hos SBF än hos texel, vilket resulterade i en ökad fettandel och högre fett:muskelförhållande hos blackface.

I en studie av Shackelford *et al.* (2012) hade dorper tjockast fettlager över 12:e revbenet och tillsammans med vit dorper också tjockast fettlager över 4:e ryggkotan. Vit dorper hade högst och texel lägst andel fett i slaktkroppen. Likande resultat gällande fettansättning presenterades av Cloete *et al.* (2007) som fann att renrasiga dorperlamm hade signifikant mer fett vid 13:e revbenet än andra raskombinationer (ile de france, merino landsheep och SA mutton merino). Även Snowden (2003) fann att dorperkorsningslamm hade ett signifikant tjockare fettlager över 13:e revbenet än suffolkkorsningslamm.

Arvbarhet fett

För att en egenskap ska vara möjlig att avla på måste den ha en arvbarhet. I ett brittiskt projekt, RamCOMPARE, beräknades arvbarheten för fettklass bedömt enligt EUROP systemet till 0,55 (AHDB, 2017a).

Fettets färg och konsistens

Fettet från betande lamm är på grund av gräsets innehåll av karotenoider något gulare och mjukare jämfört med det nästan vita och relativt fasta fett hos lamm som utfodras intensivt med stor andel kraftfoder (Priolo *et al.*, 2002). Under mörningen jämnas färgen ut men färgskillnaden direkt efter slakt är så tydligt att det i vissa fall kan vara ett sätt att skilja betesuppfödda från kraftfoderuppfödda lamm (Carrasco *et al.*, 2009). I Norge har noterats att det förekommer slaktkroppar med kraftigt gulfärgat fett. Orsaken är en mutation som påverkar de enzymer som bryter ner karotenoiderna. Mutationen gör att karotenoiderna ansamlas i fett och slaktkroppen blir starkt gulfärgad (Våge, 2010).

Intramuskulärt fett - marmorering

Marmorering är det intramuskulära fett som finns insprängt i musklerna mellan muskeltrådarna. Graden av marmorering spelar stor roll för hur köttets mörhet, saftighet och smak upplevs. Vid smaktester har kött med ca 4-6 % intramuskulärt fett fått högst poäng (Pannier *et al.*, 2014a).

Samband mellan intramuskulärt fett och fettinnehåll

Det finns ett positivt samband mellan slaktkroppens fettinnehåll och andelen intramuskulärt fett vilket medför att feta lamm oftast har högre andel intramuskulärt fett än magra. Australiensiska undersökningar har visat att vid samma slaktkroppsvikt ökade det intramuskulära fett med 1,6 procentenheter då fettlagret, mätt 110 mm från ryggraden ner på 12:e revbenet, ökade från 0,5 till 25 mm (AMPC, 2015a).

Samband intramuskulärt fett och styckningsdetalj

Andelen intramuskulärt fett varierar något mellan olika styckningsdetaljer. I Australien utförde Anderson *et al.* (2015) en undersökning av andelen intramuskulärt fett i fem muskelgrupper (*M. longissimus lumborum*, *M. semimembranosus*, *M. semitendinosus*, *M. supraspinatus*, *M. infraspinatus*; se ordlista på sid. 85) på 400 lamm. Resultatet visade att högst andel intramuskulärt fett fanns i *M. supraspinatus* ($4,87 \pm 0,1$; $P < 0,01$) och lägst i *M. semimembranosus* ($3,58 \pm 0,1$; $P < 0,01$). Vidare så CT-scannade Anderson *et al.* (2015c) lamm för att undersöka korrelationen mellan de fem olika musklernas andel intramuskulärt fett. CT-scanningen kan användas för att förutsäga andelen intramuskulärt fett trots att precisionen i denna studie var dålig. Vid undersökningen utnyttjas att pixeltätheten på muskler har ett negativt samband med andelen intramuskulärt fett. Förmågan hos CT-scanningen att förutsäga intramuskulärt fett var störst i *M. longissimus lumborum* och minst i *M. infraspinatus*. Korrelationskoefficienterna för andelen intramuskulärt fett varierade mellan de fem musklerna. Högst korrelationskoefficienter fanns mellan musklerna i

framdelen (0,67 mellan *M. supraspinatus* och *M. infraspinatus*) och de svagaste korrelationerna var mellan muskler i slaktkroppens fram- och bakdel. Korrelationen mellan *M. longissimus lumborum* och andra muskler var ganska stadig med värden på mellan 0,34 och 0,40. Korrelationen mellan andelen fett i slaktkroppen och andelen intramuskulärt fett hos de fem musklerna varierade och var högst i *M. longissimus lumborum* (0,41).

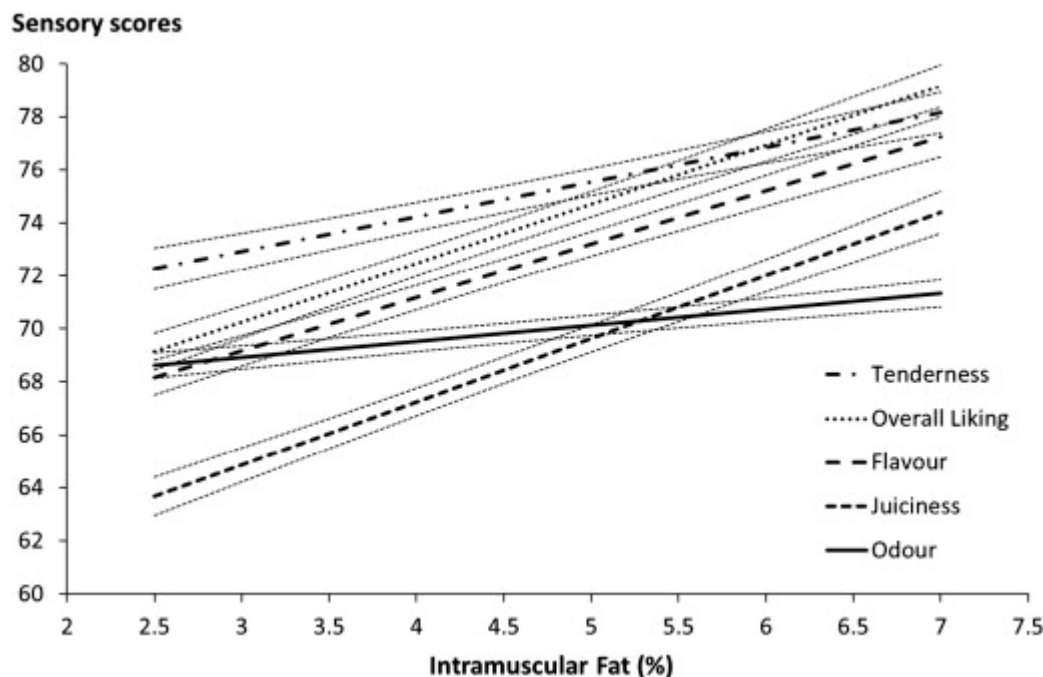
Intramuskulärt fetts påverkan på mörhet, saftighet och smak

Intramuskulärt fett är viktigt för det tillagade köttets smak, mörhet och saftighet. Djur med högre andel intramuskulärt fett producerar kött som uppskattas av konsumenterna. AMPC (2015b) rekommenderar därför att andelen intramuskulärt fett i australiensiskt lammkött bör vara 4-6 %.

Det intramuskulära fett bidrar till att köttet upplevs som mörare då fett är mjukare än muskelvävnad vilket minskar skärmotståndet. Muskelfibrerna är inte heller lika hårt bundna till varandra då fett är insprängt mellan muskeltrådarna vilket kan leda till att de delar sig lättare (Warriss, 2009). Flera undersökningar stödjer uppfattningen att intramuskulärt fett också ger positiv effekt på saftighet och smak (Hopkins *et al.*, 2006; Young *et al.*, 2005).

Pannier *et al.* (2014a) lät konsumentpaneler testa köttprover från *M. longissimus lumborum* med varierande andel intramuskulärt fett. Då andelen intramuskulärt fett ökade från 2,5 % till 7 % höjdes testpanelens poäng, skala 1-100 poäng, signifikant ($P < 0,01$) för samtliga testade ätkvalitets-egenskaper. Poängen för mörhet ökade med 6 enheter, för saftighet med 10 enheter och smakpoängen ökade med 9 enheter, se figur 14.

Figur 14. Samband mellan andelen intramuskulärt fett ("Intramuscular Fat (%)") och konsumentpanelens poäng ("Sensory scores"), skala 1-10, för mörhet, total bedömning ("overall liking"), saftighet, smak och doft. (Pannier *et al.*, 2014a)



Samband intramuskulärt fett och kön

Pannier *et al.* (2014b) fann att tacklamm har något högre andel intramuskulärt fett än bagglamm vid samma fysiologiska utvecklingsstadium. Skillnaden mellan könen i denna undersökning kunde inte förklaras av ett högre totalt fettinnehåll hos tacklammen. I undersökningen av Craigie *et al.* (2012) framkom att även vid låga slaktvikter (knapp 15 kg) var andelen intramuskulärt fett högre hos tacklamm jämfört med bagglamm, (1,49 % respektive 1,13 %). Noterbart är att andelen intramuskulärt fett var mycket låg oavsett kön.

Samband Intramuskulärt fett och tillväxt

Sambanden mellan tillväxt och intramuskulärt fett är komplicerade. Vid jämförelse av jämngamla lamm har de som växt snabbare och är tyngre vid en viss tidpunkt en högre andel intramuskulärt fett än jämngamla mer långsamväxande och därmed lättare lamm.

Samband mellan intramuskulärt fett och ras

Undersökningar visar att det finns skillnader i slaktkroppens sammansättning beroende på ras. Enligt australiensiska uppgifter har merino högre andel intramuskulärt fett jämfört med köttraser. I en undersökning var andelen intramuskulärt fett hos lamm med merino som faderras 4,49 % jämfört med 4,17 % hos lamm med köttrasfäder (AMPC, 2015a).

I en amerikansk studie undersöktes bl.a. ätkvalitetsparametrar på 800 korsningslamm. Mödrarna var korsningstackor och fäderna var bl.a. av raserna finull, romanov, dorper, vit dorper, suffolk, texel och dorset. Resultatet visade att finull hade signifikant högst andel intramuskulärt fett med 4,18 %, lägst skärmotstånd, högst testpoäng för mörhet och tillsammans med romanov högst marineringspoäng. (Shackelford *et al.*, 2012). Jandasek *et al.* (2014) genomförde en jämförelse mellan fadersraser och fann att lamm med charollais som faderras hade signifikant högre andel intramuskulärt fett än oxford down, texel, suffolk och merino trots att lammen med charollais som far inte var fetare eller signifikant tyngre. Andelen intramuskulärt fett var låg för samtliga lamm (1,6–2,1 %).

Arvbarheter och genetiskt samband mellan synligt fett, intramuskulärt fett, muskler och ätkvalitet

Enligt beräkningar gjorda av Mortimer *et al.* (2014) har andelen intramuskulärt fett medel till hög arvbarhet (0,47). Andelen intramuskulärt fett är positivt korrelerad med slaktkroppsvikt och fett djup men negativt korrelerad med muskeldjup, köttutbyte, vikten på *M. longissimus lumborum*, skärmotstånd samt färgstabilitet (AMPC, 2015a). Detta innebär att andelen intramuskulärt fett minskar vid genetiskt urval för högre muskeltillväxt och lägre fettansättning samtidigt som köttutbytet ökar (AMPC, 2015a; Jandasek *et al.*, 2014; Pannier *et al.*, 2014b). I figur 15 visas Pearce (2016) de genetiska korrelationerna mellan intramuskulärt fett, mörhet och köttandel (Pearce, 2016).

Figur 15. Genetiska korrelationer (correlation) mellan intramuskulärt fett (IMF), mörhet (tenderness) och köttandel (LMY) (Pearce, 2016).

↑	IMF	↑	tenderness (high correlation, +0.8)
↑	LMY	↓	IMF (high correlation, -0.5)
↑	LMY	↓	tenderness (moderate correlation, -0.4)

Lorentzen (2012) fann i en norsk undersökning av 350 lamm med Nor-X fäder att intramuskulärt fett var medel till starkt positivt korrelerat med slaktkroppens fettinnehåll men negativt korrelerat till köttprocent. Slutsatsen var att avelsurval till förmån för magrare djur med mindre slaktkroppsfett samtidigt kan minska det intramuskulära fettet med försämrad köttkvalitet som följd.

Pannier *et al.* (2014a) undersökte hur ätkvalitetsegenskaper påverkas av andelen intramuskulärt fett. I undersökningen studerades sambandet mellan avelsvärde för fettlagret mätt 110 mm från ryggraden ner på 12:e revbenet och mörhet genom smaktester på lammkött från närmare 1 500 djur. Lamm med fäder som hade låga avelsvärden för fett (dvs. anlag för magrare slaktkroppar) ansågs ha segare *M. longissimus lumborum* än lamm vars fäder hade höga avelsvärden för fett. Däremot var det inget samband mellan avelsvärde för fett och mörhetspoäng på *M. semi-membranosus*. Orsaken kan vara att den sistnämnda har en lägre andel intramuskulärt fett. I

samma undersökning såg man ett samband mellan stigande muskeldjup på *M. longissimus lumborum* efter avvänjning och lägre testpanelspoäng vad gäller ätkvalitetsegenskaper som smak, mörhet och helhetspoäng för både *M. longissimus lumborum* och *M. semimembranosus*. Konsumentundersökningen bekräftade det negativa sambandet mellan andelen intramuskulärt fett och muskelmassa då smakttestpoängen ökade med högre andel intramuskulärt fett och lägre andel muskler. Detta indikerar att selekteras baggar utifrån förbättrad muskelansättning av *M. longissimus lumborum* är det troligt att både *M. longissimus lumborum* och *M. semimembranosus* från deras avkomma kommer att vara mindre mör, få lägre smakpoäng och sämre helhetspoäng. Denna uppfattning är i linje med det resultat som Hopkins *et al.* (2005b) presenterat om påverkan av selektion för muskeldjupsavelsvärde på ätkvalitetsegenskaper.

Det finns dock andra studier som visat på andra resultat. Navajas *et al.* (2008) jämförde ätkvalitet hos skotska texellamm och blackfacelamm vars fäder inom respektive ras var utvalda för att de hade lågt eller högt värde vid scanning av låret. Smakttesten visade ingen signifikant skillnad mellan de hög- och lågmuskulade grupperna inom respektive ras. Författarna drog därför slutsatsen att avel för ökad muskulatur inte hade någon negativ påverkan på ätkvalitet.

Hot och möjligheter med avel för egenskaper som synligt fett, intramuskulärt fett och muskler

Ingen i värdekedjan, från lantbrukare till konsument, vill ha fett lammkött men samtidigt är det viktigt att bibehålla en tillräckligt hög andel intramuskulärt fett i köttet för att konsumenten ska vara nöjd med ätkvalitetsegenskaperna. Fortsatt selektion av baggar som ger hög köttansättning och låg fettansättning minskar visserligen risken för feta lamm men leder till lägre andel intramuskulärt fett (Pannier *et al.*, 2014a). Därför rekommenderar Pannier *et al.* (2014a) att sambanden mellan avelsvärde för muskeldjup respektive fett och deras påverkan på intramuskulärt fett bör vägas in i utvecklingen av MSAs avelsvärdering för att bättre förutse lammköttets ätkvalitet. Det är en bättre lösning än att ta fram tunga eller feta slaktkroppar för att säkerställa andelen intramuskulärt fett (AMPC, 2015a). I Storbritannien påbörjades 2014 ett projekt där man genom CT-scanning och NIR-teknik ska ta fram modeller för att selektera fram avelsdjur med optimal nivå av andel intramuskulärt fett utan att öka andelen subkutant putsfett (SRUC, 2014). Mycket resurser sätts också på forskning om genomisk selektion för köttkvalitetsegenskaper (Hopkins & Mortimer, 2014; Knight *et al.*, 2014)

Att mäta intramuskulärt fett

Andelen fett, muskler och ben i det levande djuret kan uppskattas genom helkroppsscanning. Baggar som ingår i avelsprogram CT-scannas (Computed Tomography) i t.ex. Storbritannien, Australien och Nya Zeeland. CT-scanning av muskeldensiteten har visat sig ge en bra förutsägelse av andelen intramuskulärt fett som i sin tur ger en indikation på ätkvalitet (Lambe *et al.*, 2008). CT-tekniken är dock inte fullt utvecklad för mätning av intramuskulärt fett, den är dessutom dyr och resurskrävande. Metodutveckling pågår på flera håll för att kunna uppskatta andelen intramuskulärt fett på ett säkrare, snabbare och mindre resurskrävande sätt än CT-scanning av levande djur (Anderson *et al.*, 2015c).

Med nära infraröd (NIR) spektroskopi, som bygger på mätning av hur mycket ljus av olika våglängder som reflekteras från provet, kan andelen intramuskulärt fett i malt kött mätas till låg kostnad och med god säkerhet. Däremot fungerar NIR-tekniken inte lika bra vid mätning av intramuskulärt fett i helt kött (Cheng *et al.*, 2015). En annan metod är kemisk analys där fettet extraheras med kloroform (Pannier *et al.*, 2014a). Inga uppgifter har hittats om att intramuskulärt fett på lamm mäts regelbundet i kommersiell drift på slakterier eller styckningsanläggningar. Däremot finns metoder utvecklade inom nötslakten där slaktkroppens marmorering klassificeras och kan vara betalningsgrundande. Den vanligaste klassificeringsmetoden är att klassificeraren jämför köttets marmorering i *M. longissimus dorsi* med referenskort på en femgradig skala. Andra metoder som används vid klassificering av nötkötts marmorering är bildanalys där digital teknik används (Stenberg, 2012).

SMAK

Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?

- Mycket viktig för konsument

Förslag på bedömningsbara kontrollpunkter:

- Standard med två åldersintervall för "lamm",
- Standarden har ett tydligt intervall med max ålder per djurkategori
- Standarden har ett tydligt intervall med min- max värde för fettklass
- Lammtillväxt (gram per dag) innan slakt
- Slaktmogna lamm till slakt
- Deklaration om uppfödningsslag (uppfödda på enbart bete eller grovfoder eller i kombination med kraftfoder). Informationen måste följa med ut till konsument.
- Minimering av stress
 - Ingen stressande hantering som klippning, förflyttning mm på gården tiden innan slakt
 - Ingen blandning av grupper – producent, transport, slakt
- Ev. ej bagglamm > x m ålder, könsmogna baggar kan ge smakpåverkan
- Slakteri och efterföljande led:
 - Kontroll rätt temp o pH sänkning
 - Kyltemperatur, obruten kylkedja
 - Hygien

Förslag på utbildningsinsatser

- Slaktmognadsbedömning
- Betydelsen av intramuskulärt fett på smak.
- Hur få lamm att växa minst x g/d?
- Undvik stress i alla led (djurhantering, utformning av drivningsgångar, fordon m.m.)
- Kyltemperaturer, pH sänkning
- Hygienens betydelse för smaken

Behov av mer undersökning, studier och forskning

- Hur gamla är svenska lamm vid slakt?
- Vad är normal tillväxt för svenska lamm innan slakt under olika perioder under året?
- Hur ser åldersfördelningen ut under olika perioder under året?
- Hur ofta omgrupperas lamm under transport och på slakteriet?
- Följa djurens beteende under transport och på slakteriet (antal resningar, förhållande stå/ligga/idissla).
- Uppföljning av temp och pH slakteri
- Test effekt av elstimulering på svenska lamm
- Könets påverkan på smak
- Svenska foderstaters påverkan på smak
- Påverkan av svensk avelsvärdering på intramuskulärt fett på sikt.
- Vad vill svenska konsumenterna ha? Vilken smak föredrar de?

Påverkan på smak av:

Uppfödning

- Uppfödningen genom vilket foder som lammen fått (enbart grovfoder/gräs eller i kombination med kraftfoder) har påverkan på smaken.
- Tillväxthastighet vid slakt
- Kön kan påverka smaken

- Ålder
- Slaktmognad (intramuskulärt fett) påverkar smaken
- Djurens stressnivå kan påverka utvecklingen av pH sänkning i slaktkroppen vilket kan påverka smaken.

Transport

- Djurens stressnivå kan påverka utvecklingen av pH sänkning i slaktkroppen vilket kan påverka smaken.

Slakt (till och med nedkylning)

- Djurens stressnivå kan påverka utvecklingen av pH sänkning i slaktkroppen vilket kan påverka smaken.
- Temperatur och pH-fall samt hygien kan påverka smaken

Mognadskylning och förpackning

- Hygien, kyltemperatur, kylkedja och hållbarhetstid kan påverka smaken.

Uppgifter från litteraturen om smak

Vad är smak?

Rått kött har en ganska svag smak och det är först när köttet tillagas som den karaktäristiska köttsmaken kommer fram. Under tillagningen sker reaktioner i fett- och köttvävnad som bildar olika karaktäristiska slutprodukter. Varje djurslag har en specifik uppsättning av smaker som ger den artspecifika karaktären (Mottram, 1998). Framförallt nämns tre grenade fettsyror: 4-methyloctanoic acid (MOA), 4-methylnonanoic acid (MNA), 4-ethyloctanoic (EOA) som kan kopplas till stark, intensiv fårsmak (Watkins *et al.*, 2013; Watkins *et al.*, 2010; Sutherland, 1996). I engelsk litteratur används oftast uttryck som "flavour" när man uttrycker smakupplevelse om köttet. De engelska begreppen är något vidare än det svenska ordet smak och innehåller fler egenskaper som påverkar smakupplevelsen. Ibland används begreppet "flavour" i kombination med uttrycket "aroma" som kan översättas ungefär med det svenska begreppet doft. Ord och begrepp som används för att beskriva köttets smak kan vara "smak av får" som associerar till smaken av ett äldre djur och "gräsmak" som förknippas med smaken på kött från betande djur (Young *et al.*, 1997).

Vad är bra smak?

Vad som anses vara en bra, eller rätt, smak på lammkött skiljer sig mellan olika personer. Resultat från smakpaneler måste tolkas med försiktighet och inte generaliseras då konsumenter från olika länder, beroende på lokala preferenser, vana och tradition, föredrar olika smaker, vilket stöds av flera undersökningar (Sañudo *et al.*, 1998b; Sañudo *et al.*, 1998a). Vana lammkötsätare som konsumenter i stora fårländer som Nya Zeeland och Storbritannien uppskattar oftast lammkött med en karaktäristisk och tydlig smak av lamm uppfödda på bete. Andra mer ovana konsumenter kan ha svårt att uppskatta även mild smak av lamm (Watkins *et al.*, 2013; Prescott *et al.*, 2001; Fisher *et al.*, 2000; Sañudo *et al.*, 2000)

Sensorisk analys

Det är vanligt att använda testpaneler för att analysera ätkvalitetssegenskaper som mörhet, smak, saftighet och helhetsupplevelse. Testpaneler används i försökssammanhang men också vid marknadsundersökningar då företaget vill veta vilka produkter kunder föredrar.

Testerna planeras på olika sätt beroende på frågeställning och syfte med testen. Vissa tester är urskiljande och används för att se vilket av två alternativ som personerna föredrar eller ogillar t.ex. vilket köttprov man upplever som mörast eller segast, saftigast eller torrast etc. Andra tester är mer inriktade på att ett antal köttprover ska rangordnas från t.ex. mörast till segast. En tredje typ av test är beskrivande och kategoriserande. Personerna har en 8-gradig skala för t.ex. mörhet och bedömer varje prov för sig utifrån en skala där 1 poäng = extremt segt till 8 poäng = extremt mört. Till sist finns tester för att beskriva ett köttets sensoriska karaktär där man sätter olika beskrivande

ord på smaken enligt förutbestämda smakord i en mall. Testerna kan utföras av tränade personer under kontrollerade former eller av otränade konsumentgrupper under mer fria former.

Djurets ålders inverkan på smak

Allteftersom djuret blir äldre blir lamm- eller fårsmaken mer tydlig och intensiv. Halten av de fettsyror som bär den specifika lammsmaken ökar med stigande ålder för samtliga djurkategorier men hos baggar ökar halten tidigare (Watkins *et al.*, 2010). Äldre djur får oftast lägre poäng för smak av testpaneler (Hopkins *et al.*, 2006), något som bekräftades av Arsenos *et al.* (2002) som jämförde smaken på kött från tre olika raser som slaktades vid olika slaktvikter, 48 respektive 55 % av vuxenvikten. Testpanelen föredrog de lättare och därmed yngre lammen.

Könets inverkan på smak

Arsenos *et al.* (2002) konstaterade visserligen att smakpaneler gav kött från tacklamm något högre smakpoäng än kött från bagglamm men deras slutsats var att effekt av kön på smaken från unga, lätta lamm är liten. Den åsikten delas av fler forskare (Navajas *et al.*, 2008; Teixeira *et al.*, 2005). Young *et al.* (2006) fann ingen skillnad i smak vid jämförelse av bagglamm och kastrater upp till 13 månaders ålder i ett Nya Zeeländskt försök. Med hänvisning till detta försök behölls åldersgränsen på max 12 månader för slakt av bagglamm i Nya Zeeland (Alliancegroup, 2010).

I ett försök av Sutherland (1996) visade det sig att då bagglammen börjar bli sexuellt aktiva vid ca 30 veckors ålder kan koncentrationen av fettsyran MOA, som anses kunna ge en oönskad fårsmak, i kött från bagglamm vara 13 gånger högre än vid 12 veckors ålder. Nivån av MOA hos kastrater i motsvarande ålder ökade endast 1,3 gånger. På grundval av detta rekommenderas att baggar bör slaktas senast vid 5-6 månaders ålder. (Watkins *et al.*, 2013; Watkins *et al.*, 2010; Sutherland, 1996). I en norsk studie jämförde Lind *et al.* (2011) smaken på lammkött från vårfödda tack- och bagglamm slaktade i september. Även här blev slutsatsen att bagglamm bör slaktas vid ca 5 månaders ålder för att minska risken för smakförsämring.

Rasens inverkan på smak

Rasens inverkan på smak anses allmänt vara betydligt mindre än andra smakpåverkande faktorer som utfodring, ålder, kön och andel intramuskulärt fett (Pannier *et al.*, 2014a; Shackelford *et al.*, 2012) även om det finns rapporter om smakskillnader mellan raser. Vid en undersökning av Nya Zeeländskt material fann man mycket låga eller inga arvbarheter samt låg genetisk variation för ätkvalitetsparametrar som smak, saftighet och mörhet kopplat till ras (Alliancegroup, 2010). Arsenos *et al.* (2002) fann en viss effekt av ras på smaken men slutsatsen var att raseffekten är av mindre betydelse. Denna slutsats stöds också av en norsk underökning där lamm av raserna nor-X och norsk kvit sau (NKS) jämfördes och raspåverkan på smak var liten (Lind *et al.*, 2011; Mushi *et al.*, 2008).

Det kan vara svårt, även under kontrollerade försöksmässiga förhållanden, att särskilja en eventuell raseffekt från t.ex. fodereffekt på smaken om man jämför raser som är uppfödda i olika miljöer och på varierande foderstater. Men det finns egenskapsskillnader mellan raser som kan påverka smaken indirekt. Exempel på detta är fettansättning och andel intramuskulärt fett som påverkar smaken genom att fett är smakbärare.

I en mycket stor australiensisk underökning, som omfattande närmare 1 500 lamm (Pannier *et al.*, 2014a), fann man att smaktestpoängen ökade med högre andel intramuskulärt fett och lägre andel muskler. I studien konstaterades samtidigt skillnader för sensoriska egenskaper beroende på lammens faderras. Fäder till lammen delades in i grupperna 1) "terminal", faderraser för att producera slaktlamm (poll dorset, suffolk, texel, white suffolk), 2) "maternal", faderraser för att producera livtackor (bond, border leicester, coop worth, corriedale, dohne merino, prime SAMM) eller 3) "merino" (merino, poll merino). Mödrarna till lammen var av rasen merino eller korsningar. Lamm vars fäder tillhörde raserna i gruppen "terminal" konstaterades ha lägre poäng för mörhet, saftighet, smak och helhet än de lamm vars fäder var från grupperna "maternal" och "merino".

Tolkningen av resultatet var att avelsvärderingen av de raser som ingår i gruppen ”terminal” premierat baggar med högt avelsvärde för mycket muskler och lite fett. Samtidigt nedärver dessa baggar lägre andel intramuskulärt fett vilket gav lägre smakpoäng (Pannier *et al.*, 2014a).

Några studier pekar på att lamm av utpräglade ullfåraser som merino kan ha en starkare smak och mer fårsmak jämfört med lamm av andra raser (Hopkins *et al.*, 2005a). I Australien anses den starkare smaken mildras om merinolamm har en tillväxt på minst 150 g/dag vid slakt (MLA, 2015). Vid en jämförelse av Navajas *et al.* (2008) mellan renrasig skotsk texel och skotsk blackface under samma utfodringsförhållanden gav testpanelen något högre poäng för mörhet, saftighet, smak och helhetspoäng till lammkött av rasen blackface. Testpanelen ansåg också att blackface lamm hade starkast lammsmak. Även om utfodringen var lika så skilde sig det intramuskulära fettet mellan raserna vid slakt, blackface hade 2,14 % intramuskulärt fett och texel hade 1,33 %. Detta kan ha påverkat skillnaderna i ätkvalitet (Navajas *et al.*, 2008).

Tillväxtens inverkan på smak

Tillväxthastighet hade signifikant betydelse för smak vid en Nya Zeeländsk undersökning. Lamm med en tillväxt på ca 230 g/dag fick signifikant högre poäng av smakpaneler än lamm som växte 300 g/dag. Resultatet kan ha påverkats av att slaktkroppsvikterna skilde sig åt, de långsamväxande lammen vägde 14,7 kg slaktade och de mer snabbväxande lammen 19,3 kg men inga uppgift om andel intramuskulärt fett redovisades (Campbell *et al.*, 2012).

Utfodringens inverkan på smak

Grovfoder eller kraftfoderbaserade foderstater

Ett antal undersökningar har gjorts om och hur olika fodermedel påverkar smaken på det tillagade köttet. Även om det finns motsägande resultat är den sammanvägda bedömningen att smaken skiljer mellan annars jämförbara lamm slutuppfödda på bete och lamm slutuppfödda på en spannmålsbaserad foderstat. Med jämförbara lamm avses att de inte får skilja sig åt på andra faktorer som kan påverka ätkvaliteten som ålder, kön, andel intramuskulärt fett och vikt (Watkins *et al.*, 2013). Gräs och grovfoderuppfödda lamm anses i allmänhet ha en starkare och intensivare lammsmak än spannmålsuppfödda lamm (Fisher *et al.*, 2000; Sañudo *et al.*, 1998a).

Ett exempel på hur skillnader i köttets smak beroende på uppfödningmodell uppfattas är den amerikanska smakpanel som gav kött från lamm som utfodrats med majs-kraftfoderbaserad foderstat högre poäng än kött från betesuppfödda lamm då det köttet upplevdes ha en bismak (Borton *et al.*, 2005). En förklaring till resultatet kan vara att man i USA är mer van vid kött från lamm som slutgötts med kraftfoder eller majsensilage i feedlots. Exempel på avvikande resultat finns, i en mindre underökning redovisar Priolo *et al.* (2002) att köttet från gräsuppfödda lamm hade en tydlig leversmak, men till skillnad från andra undersökningar uppgavs att kött från stalluppfödda lamm smakade mer intensivt än de gräsuppfödda. I ett norskt försök hade utfodringsintensiteten (fri tillgång till ensilage samt två nivåer av kraftfoder: 1= fri tillgång och 2 = 0,4 kg/dag) ingen eller liten effekt på ätkvalitetsgenskaper som doft, smak, textur (fasthet), mörhet, oljighet och saftighet (Mushi *et al.*, 2008). Ingen uppgift finns om lammens fettgrupp eller intramuskulärt fett vid slakt.

Utfodring med höga nivåer av spannmål påverkar fettsammansättningen och leder oftast till ett mjukare fett. Konsumenterna föredrar konsistensen hos ett mjukare fett jämfört med ett fastare fett men det mjukare fettets kan också ge negativa associationer som oljig smak och lukt (QMS, 2005).

Olika typer av grovfoder och beten

Det råder skilda uppfattningar om olika grovfoder- eller betesväxter påverkar köttets smak. I Norge jämfördes köttets smak på lamm som antingen betat på naturbeten i bergen eller åkermarksbeten på låglandet. Skillnaderna i smak var signifikanta men små och sannolikt inte märkbara för konsumenten (Ådnøy *et al.*, 2005). Lind *et al.* (2009) jämförde under två år lamm som betade enbart betesmarker i fjällen med lamm som flyttats ned till åkermarksbete 26 respektive 42

dagar innan slakt. Under ett försöksår noterades signifikant skillnad i smak där kött från lamm som betat på fjällen upplevdes ha mer metallisk men mindre härsken smak än kött från lamm som betat åkermarksbete. När försöket upprepades året efter fanns ingen sådan skillnad i smak mellan grupperna. Vid jämförelse mellan bete på rajgräsvall och klöver/rajgräs märktes inga skillnader i smak (Vipond *et al.*, 1995). Inte heller de undersökningar som Nya Zeeländska rekommendationer grundar sig på har identifierat någon smakskillnad på lamm uppfödda på olika typer av betesväxter som blandvall, foderraps, fodermärgkål, rödklöver m.fl. (Alliancegroup, 2010). Flera försök har gjorts på ätkvalitet på kött från djur som betat cikoria. Ingen av dem har visat några negativ påverkan på kvalitetsparametrar som smak, mörhet, saftighet, köttfärg eller pH (J, 2010; Hopkins *et al.*, 1995).

Vid andra undersökningar har dock olika växter haft en smakpåverkan på köttet. Baljväxter, främst lusern (Park *et al.*, 1972a) men också majsensilage, vitklöver och kålväxter som t.ex. foderraps och fodermärgkål har rapporterats ge oönskad påverkan på smaken (Wheeler *et al.*, 1974; Park *et al.*, 1972b). Värt att nämna är att kålväxter innehåller ett ämne, glukosinolater, som anses kunna ombildas till andra ämnen i djuret som ger oönskad smak på köttet. Det är inte klarlagt vilket ämne glukosinolaterna ombildas till men isotiocyanat nämns. Olika kålväxter innehåller olika nivåer av ämnet, mellan 3-35 µmol/g finns rapporterade, men oklart vid vilken nivå köttkvaliteten påverkas (Watkins *et al.*, 2013).

Vid utfodringsförsök med våmstabil solrosolja där de fleromättade fettsyrorerna i oljan är skyddade mot nedbrytning i våmmen märktes en sötoljig smak på köttet. Likaså vid utfodring med fiskolja eller alger påverkar de fleromättade fettsyrorerna smaken på köttet (Watkins *et al.*, 2013). Vid ett jämförande försök mellan utfodring med linfrö och utan linfrö föredrog 83 % av konsumenterna lamm som inte fått linfrö ($P < 0,001$) (Andrés *et al.*, 2014).

Om djuren ges foder utan smakpåverkande växter eller tillsatser kan en så kort tid som sju dagar ta bort (neutralisera) oönskad smak på köttet från andra typer av foder (Park *et al.*, 1972a; Park *et al.*, 1972b). Detta resultat understöds av Arsenos *et al.* (2002) som fann att de skillnader i smak som uppstått vid olika nivåer av kraftfoder försvann om djuren slutgötts på bete. Ett vanligt förekommande råd är att undvika utfodring med t.ex. lusern eller kålväxter 7-14 dagar innan slakt.

Intramuskulärt fetts påverkan på smak

Pannier *et al.* (2014a) lät konsumentpaneler testa köttprover från *M. longissimus lumborum* med varierande andel intramuskulärt fett. Då andelen intramuskulärt fett ökade från 2,5 % till 7 % höjdes testpanelens poäng för smak signifikant ($P < 0,01$) med 9 enheter (poängskala 1-100). Flera andra smaktester stödjer uppfattningen att intramuskulärt fett ger positiv effekt på smaken (Hopkins *et al.*, 2006; Young *et al.*, 2005).

Påverkan på smak av mörningsprocessen

Under mörningsprocessen utvecklas sensoriska egenskaper i köttet och det blir mörare, smakriktare och saftigare. Mörningen går snabbare i höga temperaturer, varje höjning med 10 °C fördubblar mörningseffekten. Samtidigt medför en högre temperatur en ökad risk för hygieniska kvalitetsproblem. Vanligen rekommenderas en mörningstemperatur på ca +1 °C för att mörningen ska ske under hygieniskt bra förhållanden. Rekommenderad mörningstid för lamm anges till 7-14 dagar och ett riktvärde är att 80 % av maximal mörhet har uppnåtts efter 7-8 dagar vid +1 °C. Därefter är det oftast inte ekonomiskt försvarbart i relation till mörningseffekten att möras köttet längre.

Påverkan på smak av processmetoder vid slakt, nedkylning och mörning

Coombs *et al.* (2017) har gjort en utförlig genomgång av forskningsresultat om lagringens påverkan på köttets smak. Nedanstående stycke är en fritt översatt sammanfattning av Coombs *et al.* (2017) genomgång.

Under kylagringen förstärks och förbättras smaken genom oxidationen av flyktiga fettsyror och aminosyror. När oxidationen går för långt kan en härsken smak uppstå som inte uppskattas av konsumenten.

Den mikrobiella floran på köttet, speciellt bakterier som förstör köttet, t.ex. mjölksyrabakterier (Lactic Acid Bacteria -LAB), *Enterobacteriaceae*, *Brocothrix thermospacta* och psykotolerant *Clostridium spp.* (t ex *C. perfringens*), ökar när kylagringstiden ökar. Dessa arter kommer huvudsakligen från kontamination vid slakten och med undantag för mjölksyrabakterier och klostridier måste bakterierna ha tillgång till syre för att kunna överleva och växa. Hur stor påverkan kontamineringen får på hållbarheten beror inte bara på hur kraftig den är utan också på andra riskfaktorer som lagringstid, lagringstemperatur och om den varierar, pH, vattenaktivitet och förhållande vid packning som hygien temperatur m.m.

Ofta leder ökad tillväxt av mikroorganismer till att köttet får oönskad smak (smaker som förknippas med mejeri och ost) samt sämre produktsäkerhet. Anaerob (syrefri) kylförvaring, som vakuumpförpackning, förhindrar tillväxt av bakterier som behöver syre men leder till att antalet mjölksyrabakterier kan öka vilket resulterar i att köttet luktar illa. Mjölksyrabakterier ger också sur smak och genom kemiska reaktioner en grön missfärgning av köttet. När förpackningen öppnas kan en del konsumenter reagera på den speciella lukten. Vanligen försvinner lukten inom 30 minuter efter att förpackningen öppnats.

Lagringstemperaturen har stor inverkan på mikrobiell tillväxttakt av kylagrat kött. Den bör helst vara mellan 0 °C och -1,5 °C, men i praktiken hålls inte alltid det temperaturintervallet. Loggning av temperaturen i produkten har inte gjorts i alla studier eller endast i vissa steg i processen men kraftig höjning av temperaturen (>5 °C) eller oavsiktlig frysning (<-2 °C) kan leda till snabbare mikrobiell förstörelse av köttet och negativa konsumentreaktioner.

MÖRHET

Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?

- Mycket viktig ätkvalitetsegenskap för konsument

Förslag på bedömningsbara kontrollpunkter:

- Standarden har två intervall för kategorin ”lamm”
- Standarden har ett tydligt intervall med max ålder per djurkategoriklass
- Standarden har ett tydligt intervall med min- max värde för fettklass
- Lammtillväxt (gram per dag) innan slakt
- Slaktmogna lamm till slakt
- Minimering av stress
 - Ingen stressande hantering som klippning, förflyttning mm på gården tiden innan slakt
 - Ingen blandning av grupper – producent, transport, slakt
- Slakteri och efterföljande led:
 - Elstimulering
 - Kontroll rätt temp o pH sänkning
 - Kontroll lägsta antal mörningsdagar innan konsumtion
 - Hängningsmetod,
 - Kyltemperatur, obruten kylkedja

Förslag på utbildningsinsatser

- Slaktmognadsbedömning
- Betydelsen av intramuskulärt fett på smak.
- Hur få lamm att växa minst x g/d?
- Hur undvika stress i alla led (djurhantering, utformning av drivninggångar, fordon m.m.)?
- Kyltemperaturer, pH sänkning
- Effekt av elstimulering, hängningsmetod

Behov av mer undersökning, studier och forskning

- Hur gamla är svenska lamm vid slakt?
- Hur är normal tillväxt för svenska lamm innan slakt under olika perioder under året?
- Hur ser åldersfördelningen ut under olika perioder under året
- Hur ofta omgrupperas lamm under transport och på slakteriet?
- Följa djurens beteende under transport och på slakteriet (antal resningar, förhållande stå/ligga/idissla).
- Uppföljning av temp och pH slakteri
- Undersöka effekten på köttets mörhet vid elstimulering på svenska lamm
- Påverkan av svensk avelsvärdering på intramuskulärt fett på sikt.
- Vad tycker de svenska konsumenterna, är lammkött mör? Varierar det?

Påverkan på mörhet av:

Uppfödning

- Ålder
- Påverkar genom att djur i tillväxt med fyllda glykogenförråd har bättre förutsättningar att ge ett mörkt kött
- Slaktmognad viktig då intramuskulärt fett påverkar den upplevda mörheten
- Djurens stressnivå kan påverka pH-sänkningen i slaktkroppen, vilket i sin tur påverkar mörheten

Transport

- Djurens stressnivå kan påverka pH-sänkningen i slaktkroppen, vilket i sin tur påverkar mörheten

Slakt (till och med nedkylning)

- Djurens stressnivå kan påverka pH-sänkningen i slaktkroppen, vilket i sin tur påverkar mörheten
- Användning av elstimulering eller inte
- Nedkylningsprocessen (pH-fall i kombination med temperatursänkning)
- Hängningsmetod

Mognadskylning och förpackning

- Kyltemperatur, kylkedja
- Kontroll lägsta antal mörningsdagar innan konsumtion

Uppgifter från litteraturen om mörhet

Konsumenter anser att lammkött i allmänhet är ett mörkt köttslag och att variationen i mörhet är mindre jämfört med kött från andra djurslag (Matthews, 2012). Samtidigt anses mörhet vara en av de högst värderade ätkvalitetsegenskaperna vilket gör att det är viktigt för kundnöjdheten att köttets mörhet uppfyller förväntningarna (Pannier *et al.*, 2014a).

Processen hur pH utvecklas i muskeln efter avlivningen har stor betydelse bland annat för köttets mörhet. I följande stycke utvecklas därför resonemanget om vad som påverkar pH i slaktkroppen och pH relaterade kvalitetsproblem.

Muskler blir till kött

Nedan ges en översiktlig beskrivning av vad som händer med musklerna i slaktkroppen i samband med avlivning, mörning m.m. Om inget annat anges är källan främst Warriss (2009), uppgifter från branschen är hämtade från MLA och AHDB.

Muskelns energiförsörjning och pH

Musklernas energiförsörjning är komplicerad och kan ske på flera sätt beroende på olika faktorer. Energiförsörjning till den levande, arbetande muskeln sker i form av adenosintrifosfat (ATP). Under normala förhållanden bildas ATP i muskeln av glukos eller fria fettsyror som förts dit med blodet. I muskelfibrerna finns också energiförråd lagrade i form av glykogen som muskeln kan använda då den normala näringstillförseln via blodet inte räcker till. Glykogen används också som energikälla under anaeroba förhållanden, t.ex. vid stress eller vid kraftig ansträngning. Vid den anaeroba nedbrytningen av glykogen bildas mjölksyra.

Då djuret avlivas upphör blodets tillförsel av syre, glukos och fria fettsyror till muskeln. Muskelns energiförsörjning övergår till anaerob nedbrytning av muskelns glykogenförråd. Då blodet inte för bort restprodukter sker en ansamling av mjölksyra i muskeln och pH sjunker gradvis under optimala förhållanden från den normala nivån 7,2 i ett levande djur ner till ca pH 5,5 i det slaktade djuret. En process som hos får tar ca 12-24 timmar och hos nöt ca 15-36 timmar beroende på bl. a. omgivningstemperaturen. Nivån på pH-fallet är nära kopplat till muskelns glykogeninnehåll. Finns tillräckligt med glykogen upphör mjölksyrabildningen först när enzymsystemet inte längre fungerar på grund av att pH nått ca 5,5. Optimalt innehåll av glykogen vid slaktillfället är ca 1,5 g per 100 g muskel. Om glykogenförrådet är lägre än ca 0,8 g per 100 g muskel vid avlivningen räcker energin inte till och pH-sänkningen blir mindre (MLA, 2015a).

Rigor mortis

Efter att djuret avlivas fortsätter musklerna att arbeta och de energiförsörjs genom nedbrytning av glykogen till ATP. Då muskelns förråd av ATP är slut bildar aktin- och myosinmolekyler aktomysin och muskelns töjbarhet upphör. Effekten blir att musklerna stannar i ett kontraherat tillstånd - rigor mortis ("likstelhet"). Efter en tid går rigor mortis tillbaka och muskeln blir mörare till

följd av enzymatiska reaktioner. Tiden mellan slakt och rigor mortis beror på muskelns glykogenförråd vid slaktillfället samt hur snabbt slaktkroppstemperaturen sjunker. Rigor mortis kan inträffa vid olika pH nivåer beroende på muskelns glykogennivå. MLA anger att rigor mortis inträder vid ca pH 6 under förutsättning att slaktkroppens glykogeninnehåll är tillräckligt och att slaktkroppen kyls på ett korrekt sätt.

pH-relaterade kvalitetsproblem

Några kvalitetsbrister är DFD (Dark, Firm, Dry), och PSE (Pale, Soft, Exudative) som både leder till ekonomiska förluster och risk för missnöjda kunder. Båda problemen är till stor del en följd av felaktig hantering av djuren innan och vid slakt.

DFD

Vid kvalitetsfelet DFD blir köttet mörkt, hårt och torrt, ibland benämns det i litteraturen som ”dark cutting”. Karaktäristiskt för DFD-kött är den slutliga höga pH-nivån (>6). DFD uppstår då djuret varit utsatt för t.ex. långvarig stress som leder till att musklerna förbrukat glykogenförrådet innan slakt. Effekten blir att mjölksyrabildningen blir otillräckligt och pH i slaktkroppen sänks inte till den önskade nivån på ca 5,5. Den ofullständiga pH-sänkningen medför att muskelproteinerna förblir ganska opåverkade och denaturerar inte. Följden blir att köttsaften är hårt bunden i muskelproteinerna samt att muskelfibrerna förblir tätt packade. Köttet upplevs därför som hårt och torrt och köttfärgen förblir mörk och matt. Den höga pH-nivån i DFD-kött gör det också extra utsatt för bakterietillväxt, vilket försämrar hållbarheten (Newton & Gill, 1981) och kan leda till andra kvalitetsproblem som oönskade färgförändringar och avvikande lukt.

Vakuumpförpackat DFD-kött kan genom anaeroba, bakteriella och kemiska reaktioner bli grönskimrande. Australiensiska köttexportörer har uppmärksammat problemet med ”grönt kött”. I en stor undersökning av olika slaktdetaljer på 1 600 lamm konstaterades att faktorerna ras, årstid vid slakt, elstimulering och slaktvikt påverkar frekvensen av kroppar med pH>6 och mörkfärgat kött. Merinolamm hade signifikant högre pH än andra raser. Sannolik orsak till att de höstslaktade lammen uppvisade högre andel mörkfärgat kött och högre pH var sämre näringsförsörjning från det näringsfattiga höstbetet. Tunga slaktkroppar hade lägre pH och lägre frekvens mörkt kött (McPhail *et al.*, 2014).

PSE

Kvalitetsfelet PSE leder till att köttet upplevs som blekt, mjukt och blött. PSE uppstår om djuren stressas nära slaktillfället vilket leder till att processen med nedbrytningen av glykogen med åtföljande mjölksyrabilning är kraftig redan vid slakt. Detta leder i sin tur till en mycket snabb pH-sänkning samtidigt som slaktkroppen är varm. Karaktäristiskt för PSE-kött är att pH är ca 5,8-6 redan 45 minuter efter slakt. Kvalitetsfelet är vanligast i griskött men det finns exempel på PSE-problem även hos andra djurslag som lamm, får och nöt. PSE är väl utforskat och åtgärdat inom traditionell grisslakt, men mindre undersökt inom andra djurslag.

Påverkan av stress på pH

Det råder skilda uppfattningar om hur stresskänsliga lamm är och hur stor påverkan stressen har på lammköttskvaliteten. Det ligger nära till hands att få uppfattningen att lamm är mycket stresskänsliga när man tar del av branschens många gånger detaljerade råd om hur lamm bör hanteras inför slakt för att minimera stressrelaterade kvalitetsförsämringar. Andra källor, som t.ex. Hadley (2015), menar att lamm inte är lika stresskänsliga som nöt och därför är DFD ett mindre problem i lammslakten jämfört med slakt av nöt. En bakgrund till rekommendationerna från branschen kan vara erfarenheter av höga DFD nivåer då lamm och får utsatts för kraftig stress. Warriss (2009) nämner exempel från Nya Zeeland där frekvensen av DFD varit mycket hög hos smutsiga djur som innan slakt tvingats simma upprepade gånger i vatten för att bli tillräckligt rena. Ett annat exempel är från Australien och 80-talet då nyklippta djur med negativ näringsstatus uppvisade en DFD-frekvens på 80 % jämfört med kontrollgrupper som låg på 12 % DFD. Senare studier har visat mindre påverkan av stress på köttkvaliteten, men oftast har djuren i dessa försök utsatts för

jämförelsevis mildare stress. Bond *et al.* (2004) såg att lamm som stressades genom att vallas med hund två gånger fem minuter, med 30 sekunders vila mellan passen, hade lägre glykogennivå och högre pH i muskeln efter slakt jämfört med de som inte vallats. Köttkvaliteten på de vallade djuren var lägre då det gäller vätskeförlust men var inte segare än kontrollgruppen. I en argentinsk undersökning studerades hur hantering med varierade stressnivåer före slakt påverkade merinolammets köttkvalitet (Zimerman *et al.*, 2013). Tre djurgrupper fick olika behandlingar: 1) vara utan foder i 24 timmar men med tillgång till vatten, 2) förflyttas gående före slakt i lågt tempo i 30 minuter och 3) utsättas för hundskall i fem minuter före slakt. Resultatet visade att de olika behandlingarna hade inverkan på fysiologiska parametrar men ingen skillnad kunde påvisas på köttets pH, färg, skärnotstånd eller vattenhållande förmåga. Författarna påpekade att en mer långvarig eller högre stressnivå kunde ge ett andra resultat (Zimerman *et al.*, 2013).

Rasens och könets inverkan på glykogenförråd och pH

Vid flera undersökningar av pH i slaktkroppar har renrasiga merinolamm och lamm med stor andel merino haft högre pH än lamm av andra raskombinationer (Hopkins *et al.*, 2007c; Hopkins & Fogarty, 1998). En förklaring till högre pH-värde kan vara att djur av rasen merino tycks vara mer stresskänsliga än andra raser, något som styrks av Gardner *et al.* (1999) som fann att djur av rasen merino förlorade en stor andel av sitt glykogenförråd då de utsattes för stark stress. Hopkins *et al.* (2005a) har visat att djur av rasen merino kan ha samma pH-nivå i slaktkroppen som andra raser om de hanteras varsamt under förhållanden med låg stressnivå.

Alliancegroup (2010) studerade på sin försöksgård i Nya Zeeland om lammens kön påverkar köttets pH. Undersökningen omfattade en grupp om 200 enfödda bagglamm, kastrater respektive kryptorchid som slaktades vid 6, 8, 10, 11 och 13 månaders ålder. Det var ett signifikant lägre pH i köttet från kastrater vid 10 och 11 månaders ålder jämfört med kött från bagglamm. Däremot var det ingen skillnad i pH mellan könen vid 6, 8 eller 13 månaders ålder. Skillnader i köttets pH gav ingen skillnad vid smaktester på mörhet eller ätkvaliteten. Inga uppgifter finns om djurens tillväxt, intramuskulära fett, glykogennivån före eller i samband med slakt eller om baggarna var sexuellt aktiva vid 10-11 månaders ålder.

Tillväxtens och utfodringens inverkan på glykogenförråd och pH

Studier visar att intensivt uppfödda djur med en hög tillväxt i flera fall haft lägre pH i slaktkroppen än extensivt uppfödda och långsamväxande djur. Hopkins *et al.* (2005b) jämförde lamm utfodrade med hög respektive låg intensitet och fann att pH och köttets skärnotstånd var högre hos de lamm som utfodrats restriktivt. Campbell *et al.* (2012) jämförde pH i slaktkropparna från lamm som i snitt växt 230 g/dag med lamm som i snitt växt 300 g/dag. Gruppen med lägst tillväxt hade signifikant ($p < 0,05$) högre pH än gruppen med högre tillväxt. Pethick *et al.* (2005) undersökte hur olika utfodringsstrategier innan slakt påverkar bl.a. glykogennivåer och pH. De fördelade 196 st. sex månader gamla lamm på fyra försöksled med olika utfodringsstrategier: 1) enbart bete, 2) beteslamm som utfodrats med halm de sista 12-16 dagarna innan slakt, 3) bete och kraftfoder med medelhög energinivå och 4) utfodring av högenergikraftfoder i feedlots. Grupperna jämfördes med avseende på bl. a. glykogennivå i både levande djur och slaktkropp samt pH i slaktkropp. De lamm som var slutuppfödda på halm hade lägst glykogeninnehåll i musklerna både före och efter slakt samt högst pH och lägst andel intramuskulärt fett. Lammen som fick högenergifoder i feedlots hade högst glykogeninnehåll vid provtagning på gård men vid slakt hade lammen både högre pH och lägre glykogeninnehåll än lammen som enbart betat eller utfodrats med kraftfoder och bete. Orsaken till detta oväntade resultat kunde inte förklaras.

Utländska branschrekommendationer för glykogennivåer och stresshantering

Syftet med branschens rekommendationer är att säkerställa att väl fyllda glykogendepåer och minimal stress ska minska risken för ogynnsam pH-nivå i köttet (MLA, 2015a). Branschrekommendationer i Australien, Nya Zeeland och Skottland är, som tidigare nämnts, mycket tydliga med att djuren ska vara i tillväxtfas vid slakt. Tillräcklig glykogendepå anser branschen uppnås om lammen har en tillväxt på minst 100 g per dag. För djur av rasen merino rekommenderas en tillväxt på

150 g per dag (MLA, 2015a). Optimalt innehåll av glykogen i muskeln är ca 1,5 g per 100 g muskel vid slakttillfället. Nivåer ned mot 0,8 g glykogen per 100 g muskel anses vara för lågt för att kunna trygga en optimal pH sänkning.

Man är också mån om att stress ska undvikas i samtliga hanteringsled för att säkerställa att glykogennivån är tillräcklig vid slakt. För att undvika, eller åtminstone minimera, stress rekommenderas t.ex. att djuren inte får klippas senare än två veckor innan slakt och att de maximalt får vara utan foder 48 timmar innan slakt. Andra rekommendationer fokuserar på hantering vid t.ex. samling, lastning och transport som kan upplevas stressande och ska undvikas i görligaste mån. Exempel som nämns är att hundar ska användas med försiktighet, djur från olika besättningar och särskilda köns sorterade grupper ska inte blandas vid uppsamling på gård, transport eller på slakteri.

Att mäta mörhet

Warner-Bratzler metoden

En i försökssammanhang ofta använd maskinell metod för att mäta köttets mörhet är Warner-Bratzler shear force (WBSF). Metoden mäter det tillagade köttets skärmotstånd. Köttet, oftast *M. longissimus dorsi*, tillagas under kontrollerade former tills köttets innertemperatur når 71 °C. Tillagningsmetod kan variera, vanligast är kokning men i vissa fall används ungstekning eller att köttet grillas. Köttet kyls ned under kontrollerade förhållanden. Därefter skärs ca 5 cm långa, cylinderformade stavar ut med diametern ca 1-1,3 cm i muskeltrådarnas längsriktning. Köttet placeras i Warner-Bratzler-instrumentet som mäter hur mycket kraft som krävs för att skära igenom köttet (Shackelford *et al.*, 2004b).

Pannier *et al.* (2014a) fann ett signifikant ($P < 0,01$) samband mellan WBSF och en otränad testpanel för mätning av mörhet. Ju större kraft som krävdes för WBSF (12-49 N) desto lägre testpanelspoäng för mörhet, saftighet, smak, doft och helhetspoäng. Mateescu *et al.* (2015) undersökte ätkvalitetssegenskaper på kött från Angusdjur med både testpanel och WBSF och även här visades WBSF vara en god indikator på hur testpanelen poängsatte mörhet.

Volodkevichmetoden

Ett annat sätt att maskinellt mäta köttets mörhet och struktur är genom Volodkevichmetoden. Instrumentet mäter kraften som krävs då två trubbiga metallstänger trycker ihop muskeln mellan sig till ett bestämt motstånd.

Sensorisk analys

Det är vanligt att använda testpaneler för att analysera ätkvalitetssegenskaper som mörhet, smak, saftighet och helhetsupplevelse. Testpaneler används i försökssammanhang men också vid marknadsundersökningar då företag vill veta vilka produkter kunder föredrar.

Testerna planeras på olika sätt beroende på frågeställning och syfte med testen. Vissa tester är urskiljande och används för att se vilket av två alternativ som personerna föredrar eller ogillar t.ex. vilket köttprov man upplever som mörast eller segast, saftigast eller torrast etc. Andra tester är mer inriktade på att ett antal köttprover ska rangordnas från t.ex. mörast till segast. En tredje typ av test är beskrivande och kategoriserande. Personerna har en 8-gradig skala för t.ex. mörhet och bedömer varje prov för sig utifrån en skala där 1 poäng=extremt segt till 8 poäng=extremt mört. Till sist finns tester för att beskriva ett köttets sensoriska karaktär där man sätter olika beskrivande ord på smaken enligt förutbestämda smakord i en mall. Testerna kan utföras av tränade personer under kontrollerade former eller av otränade konsumentgrupper under mer fria former.

Olika styckningsdetaljers mörhet

Muskler består av muskelfibrer som är omgivna av stödjande bindväv som innehåller proteinet kollagen, vilket stabiliserar och stärker muskeln. Muskler har olika stor andel kollagen beroende

på vilken funktion muskeln har och var den sitter i kroppen. Muskler som sällan används, t.ex. filén, innehåller lite kollagen och upplevs som mör. Däremot muskler som används mycket och ofta innehåller mer bindväv och upplevs som segare (Warriss, 2009).

Djurets ålders inverkan på mörhet

Äldre djur anses i allmänhet vara mindre möra då de har mer bindväv, senor och brosk i slaktkroppen än yngre djur. I Australien har mörheten på kött från djur i olika åldrar jämförts i konsumenttester. Köttet från yngre djur klassades som mörare än kött från djur som var äldre än ca 20 månader (MLA, 2015). Wiese *et al.* (2005) studerade inverkan av djurets ålder på upplevd mörhet. De jämförde köttets mörhet från tre grupper av djur med utgångspunkt från tandutvecklingen: 1) lamm som enbart hade mjölkttänder, 2) djur som börjat få de första permanenta tänderna och 3) djur som hade utvecklat sina först permanenta tänder (drygt ett år gamla). Studien visade att djurens ålder upp till drygt ett års ålder inte påverkade köttets mörhet. Resultatet stöds av Veiseth *et al.* (2004) som jämförde åldersrelaterade förändringar i musklerna hos lamm i åldrarna 2-10 månader. De fann inte någon försämring i mörhet beroende på lammens ålder under förutsättning att slaktkroppen mörades på rätt sätt. Samtidigt ökar andelen intramuskulärt fett i takt med att djuret blir äldre (Hopkins *et al.*, 2007c) vilket till viss del kan motverka den förändrade bindvävens negativa påverkan på köttets mörhet. En australiensisk undersökning visade att andelen intramuskulärt fett ökade med 2 procentenheter då slaktåldern steg från 134 till 504 dagar. Andelen intramuskulärt fett vid medelslaktåldern 268 dagar var 4,2 % (AMPC, 2015a).

Könets inverkan på mörhet

Det finns olika åsikter om lammens kön inverkar på köttets mörhet eller inte. Då baggarna kastras i många länder finns det begränsade erfarenheter och försöksresultat kring om det är någon skillnad i mörhet på kött från bagglamm jämfört med kött från tacklamm och kastrater. Branschorganisationer som AHDB (Matthews, 2012) och QMS (2005) menar att försöksresultaten är motsägelsefulla men att deras samlade bedömning och erfarenhet är att det är liten skillnad i köttkvalitet mellan könen. Navajas *et al.* (2008) fann inte några skillnader i testpanelens poäng för mörhet beroende på kön då lammen slaktades vid en hullpoäng på minst tre och levande vikt på 32-35 kg. Inte heller Lambe *et al.* (2010) fann signifikanta skillnader i mörhet mellan tack- eller bagglamm uppfödda på bete.

Några undersökningar har gett andra resultat som pekar mot att det kan vara skillnader i mörhet beroende på kön. I en studie av Craigie *et al.* (2012) jämfördes renrasiga texellamm och då visade sig tacklammen vara mörare än bagglammen. Trots att slaktvikterna var låga, 14-15 kg, fanns det signifikanta skillnader i det intramuskulära fettet mellan grupperna. Tacklammens intramuskulära fett var 1,49 % och bagglammens intramuskulära fett 1,13 %. Skillnaderna i mörhet kunde dock enligt använd modell inte förklaras av olikheterna i intramuskulärt fett. Noterbart är att andelen intramuskulärt fett var mycket låg oavsett kön. Då Lind *et al.* (2011) följde upp köttets mörhet från lamm som betat rajgräs 24 dagar innan slakt var tacklammen signifikant mörare än bagglammen. Däremot när lammen betat rajgräs 44 dagar innan slakt var det ingen skillnad i mörhet mellan tack- och bagglamm. Levandevikten vid slakt var ca 36-40 kg men inga uppgifter om intramuskulärt fett eller fettklassning var redovisade.

Rasens inverkan på mörhet

Branschorganisationer som MLA, Scotch lamb och AHDB anser att rasens påverkan på mörhet är liten jämfört med andra faktorer. Denna uppfattning stöds också av Fisher *et al.* (2000) och Hopkins *et al.* (2011). I litteraturen finns dock några exempel där skillnad i mörhet mellan raser påvisats. Det mest kända och belagda exemplet är rasen merino som har benägenhet att vara stresskänslig och därför löper större risk för pH-problem vid slakt med åtföljande påverkan på köttets mörhet (MLA, 2015; Hopkins *et al.*, 2006). Vidare så jämförde Mushi *et al.* (2008) två norska raser, nor-x och NKS, och fann en trend att nor-x var mörare ($P < 0,1$). Fisher *et al.* (2000) fann att den skotska rasen soya var mindre mör än welsh mountain och suffolk men resultatet var

inte entydigt, vilket kan bero på att slaktkropparna från de olika raserna hade mycket olika fettklassning.

I en omfattande treårig amerikansk studie undersöktes bl.a. ätkvalitetsparametrar på 800 korsningslamm. Mödrarna var korsningstackor och fäderna var fördelade på 10 olika faderraser bl.a. finull, romanov, dorper, vit dorper, suffolk, texel och dorset. Resultatet visade att finull hade signifikant högst andel intramuskulärt fett med 4,18 %, lägst skärmotstånd, högst testpoäng för mörhet och tillsammans med romanov högst marmoreringspoäng. (Shackelford *et al.*, 2012). Inom ras fanns skillnad i mörhet mellan olika baggars lamm. Här kan genetiska skillnaden i andel intramuskulärt fett vara förklaringen till olikheten i mörhet (Hopkins *et al.*, 2005b).

Tillväxtens inverkan på mörhet

Allmänt anses att det är bättre förutsättningar för att köttet ska bli mörkt om lammen är i en tillväxtfas vid slakt. Muskelvävnad innehåller möra muskelfibrer och intramuskulärt fett. Muskelfibrerna omges av fastare bindväv som ökar köttets seghet. Under perioder av aktiv tillväxt ökar omsättningen av kroppens kollagen som utgör det strukturella proteinet i t.ex. bindväv. Förnyelsen av kollagen är positivt för mörheten då den stödjande vävnaden blir mjukare. Dåligt näringsförsörjda djur som förlorar i vikt bryter istället ned muskelfibrer och intramuskulärt fett medan bindväven är relativt opåverkad. Även korta perioder av dålig näringsförsörjning kan påverka nivån av intramuskulärt fett i lammen. I Australien rekommenderas en lägsta tillväxt på 100-150 g/dag två veckor innan slakt för att muskeln ska vara väl näringsförsörjd vilket förebygger risken att köttets mörhet påverkas på grund av låg kollagenomsättning, sjunkande andel intramuskulärt fett och låg glykogenreserv i musklerna vid slakt (MLA, 2015).

Utfodringens påverkan på mörhet

I en litteraturgenomgång av Matthews (2012) framkom att utfodringsmodeller och slakttidpunkt inte har någon påverkan på köttets mörhet vare sig lammen är uppfödda på spannmål, rajgräs, ensilage eller andra slutuppfödningfoderstater. Denna uppfattning stöds bl. a. av ett norskt försök där Mushi *et al.* (2008) jämförde utfodringsintensiteten men inte såg någon skillnad i mörhet vare sig lammen fick ensilage kombinerat med fri kraftfodertillgång eller begränsad kraftfodergiva på 0,4 kg per dag. Samma resultat rapporterade Lowe *et al.* (2002) från en jämförelse mellan enbart gräsuppfödda lamm och lamm uppfödda på gräs och kraftfoder. Delvis andra resultat redovisas av Lind *et al.* (2009) som i ett tvåårigt projekt jämförde lamm som betade enbart i fjällen med lamm som flyttats ned till åkermarksbete 26 respektive 42 dagar innan slakt. Under första året noterades en signifikant skillnad på mörhet och köttets fasthet där lammen som betat i fjällen bedömdes som bäst. Däremot när försöket upprepades året därpå fanns ingen sådan skillnad mellan grupperna. När Priolo *et al.* (2002) lät en tränad smakpanel jämföra kött från gräsuppfödda lamm med stalluppfödda som var slaktade vid samma levandevikt och tillväxthastighet så ansågs de stalluppfödda vara något mörare. De stalluppfödda lammen var något fetare vid slakt vilket kan ha påverkat att köttet upplevdes som mörare.

Intramuskulärt fettets påverkan på mörhet

Det intramuskulära fettet bidrar till att köttet upplevs mörare då fettet är mjukare än muskelvävnad vilket minskar skärmotståndet. En annan orsak kan vara att muskelfibrerna inte är lika hårt bundna till varandra då fettet är insprängt mellan muskeltrådarna vilket kan leda till att de delar sig lättare (Warriss, 2009). Pannier *et al.* (2014a) lät konsumentpaneler testa köttprover från *M. longissimus lumborum* med varierande andel intramuskulärt fett. Då andelen intramuskulärt fett ökade från 2,5 % till 7 % höjdes testpanelens poäng för mörhet signifikant ($P < 0,01$) med 6 enheter (poängskala 1-100).

Mörningsprocessen

Under mörningsprocessen utvecklas sensoriska egenskaper i köttet och det blir mörare, smakriktare och saftigare. Hur mör köttet blir och hur snabbt det går beror på faktorer både före och efter rigor mortis.

Mörningen går snabbare i höga temperaturer, varje höjning med 10 °C fördubblar mörningseffekten. Samtidigt medför en högre temperatur en ökad risk för hygieniska kvalitetsproblem. Vanligen rekommenderas en mörningstemperatur på ca +1 °C för att mörningen ska ske under hygieniskt bra förhållanden. Rekommenderad mörningstid för lamm anges till 7-14 dagar och ett riktvärde är att 80 % av maximal mörhet har uppnåtts efter 7-8 dagar vid +1 °C. Därefter är det oftast inte ekonomiskt försvarbart i relation till mörningseffekten att möras köttet längre.

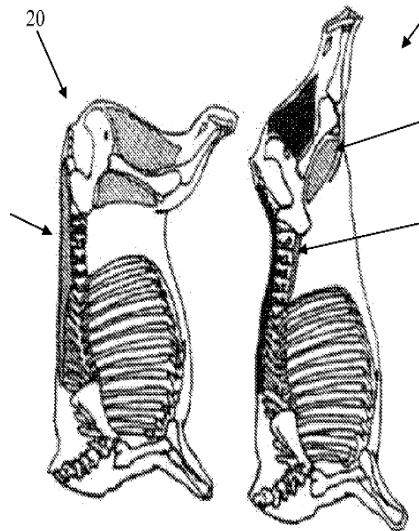
Torrmörning/hängmörning

För att musklerna ska vara så utsträckta som möjligt när rigor mortis inträder hängs vanligen slaktkropparna. Två metoder av hängmörning kan användas, akilleshängning och bäckenbenshängning (figur 16). I båda fallen hängs slaktkroppen ostyckad i kyla. Det ställs stora krav på kylkapacitet, kyltemperatur samt luftfuktighet och ventilation i kylarna för att förhindra mikrobiella angrepp. Under hängtiden uppstår svinn dels genom viktförluster (avdunstning av vätska), dels genom ytliga förändringar på slaktkroppen som måste putsas bort.

Akilleshängning

Traditionellt har slaktkroppar hängts i akillessenan (figur 16). En risk med akilleshängning är att metoden medför att ytterlårsmuskeln inte sträcks ut utan tvärtom drar ihop sig vid rigor mortis vilket kan leda till ett något segare kött (MLA, 2016b; MLA, 2015).

Figur 16. Slaktkroppen till vänster är bäckenbenshängd och den högra akilleshängd (MLA, www.raremedium.com.au).



Bäckenbenshängning

Vid bäckenbenshängning bibehåller muskeln sin naturliga form och fler muskler är sträckta (figur 16), vilket minskar risken för att de dras samman vid rigor mortis. Störst effekt på köttkvaliteten av hängmetod märks på lårmuskeln. Metoden är mer arbets- och platskrävande men mörningsprocessen går snabbare (tabell 25). Ätkvaliteten ökar mest för äldre djur där samtliga styckningsdetaljer blir mörare (MLA, 2016b; MLA, 2015).

Tabell 25. Rekommendationer för mörningstid (MLA 2015a).

Hängningsmetod	Bäckenbenschängd	Akilleshängd	Akilleshängd
Elektrisk stimulering	Nej	Ja	Nej
Når rigor mortis (vid ca pH 6) vid temp:	8-35 °C	18-35 °C	8-18 °C
Lägsta mörningstid	5 dagar	5 dagar	10 dagar

Våtmörning/vakuummörning

Vid våtmörning förpackas det grov- eller konsumentstyckade köttet i vacuumpåsar som är helt ogenomsläppliga för gaser. Under processen tas all gas bort ur förpackningen innan den försluts. Mörningsprocessen pågår sedan under kylagringen, men också under transport och i butik. Nya Zeeländska rekommendationer anger att hållbarheten på köttet är upp till 12 veckor efter det förpackats om det förvaras vid + 0,5-1 °C.

Den vätska som köttet släpper under mörningen kan inte avdunsta utan samlas i påsen vilket reducerar vätskeförlusten. Ytan torkar inte och putssvinnet blir lägre. Konsumenter kan uppleva vakuumförpackat kött som mindre attraktivt, dels på grund av köttsaften som samlas i förpackningen, dels att det sker en färgförändring i den syrefria miljön. Den syrefria miljön förhindrar tillväxt av aeroba mikroorganismer men i kombination med lågt pH ökar tillväxten av anaeroba bakterier som mjölksyrabakterier. Dessa kan ge köttet en syrlig smak och lukt. Våtmörning är på grund av den låga vätskeförlusten, det låga putssvinnet, de lägre kostnaderna samt enklare logistik jämfört med hängmörning en mycket vanlig mörningsmetod och en ofta använd metod av de exporterande länderna som t.ex. Nya Zeeland.

Påverkan av kylning av slaktkroppen på mörheten

Relationen mellan nedkylningstid och slaktkroppens temperatur mellan avlivning och rigor mortis är komplex men mycket viktig för köttkvaliteten. Utöver tekniska kyllosningar påverkar faktorer som slaktkroppens storlek och tjockleken på det yttre, skyddande fettlagret optimal nedkylningstid och slaktkroppstemperatur från avlivning till rigor mortis.

Värmesammandragning

Om slaktkroppen kyls för långsamt kan pH-fallet gå för hastigt då de kemiska och enzymatiska reaktionerna sker snabbare vid hög temperatur. Om slaktkroppens temperatur är högre än 35 °C då rigor mortis inträder är musklerna benägna att drabbas av värmesammandragning. Detta kan leda till kvalitetsproblem som segt kött, att köttet släpper vätska och får en blek färg. Problemet kan uppstå vid felaktigt utförd elstimulering eller vid otillräcklig kylkapacitet.

Kylsammandragning

Om slaktkroppen kyls ner till ca 8-10 °C innan den nått rigor mortis finns risk för att köttet blir segt på grund av kylsammandragning. Lamm är känsligare för detta problem än andra djurslag då lamm har en liten slaktkropp som snabbt blir genomkyld. Magra slaktkroppar har lättare för att drabbas av kylsammandragning än feta kroppar då fettkappan skyddar kroppen mot snabb temperatursänkning.

Med en långsam nedkylning minskar risken för köldssammandragning av musklerna samtidigt som aktiviteten av proteolytiska (proteinnedbrytande) enzymer ökar, vilket förbättrar mörheten (Hanekom, 2010). En generell rekommendation för att undvika problem med kylsammandragning är att slaktkroppstemperaturen inte får understiga 10 °C under de första 10 timmarna efter slakt.

Nyare tekniska kyllosningar

Bellés *et al.* (2017) sammanfattande i en artikel forskningsresultat om kylning av färskt lamm. Efter slakt kyls slaktkroppen för att minska mikrobiell tillväxt och kemiska och enzymatiska reaktioner. Inom EU måste kroppen kylas ner under 7 °C innan kroppen får hanteras vidare i kedjan enligt EU:s förordning (EG) 853/2004). Branschen är intresserad av att kyla ned kroppen så snabbt som möjligt till minimitemperaturen bl. a. för att minska tiden för lagerhållning i kylrum men med bibehållen köttkvalitet och livsmedelsäkerhet.

En viss given slaktkroppens kylhastighet påverkas av fyra parametrar: temperatur, relativ fuktighet, lufthastighet och tid. Variationer i någon faktor under kylning kan minska den tid som behövs för att uppnå EU:s krav, emellertid kan felaktig inställning av någon parameter leda till negativ effekt på köttkvaliteten. En traditionell kylning av lammslaktkroppar kan vara en kylrumstemperatur på 2-4 °C i kombination med en lufthastighet på 0,2 m/s. och luftfuktighet högre än 90 % i 24 timmar. Slaktkroppens kärntemperatur når 7 °C efter ca 16 h med konventionell kylning, vilket kräver att slaktkroppar måste hållas kvar under natten innan de kan transporteras. Detta medför behov av stora kylrummen eftersom slaktkroppar behöver vara kvar i kylan i nästan 24 timmar.

Flera kylningsmetoder har utvecklats för att lösa nackdelarna med den långsamma konventionella kylningen. De vanligaste alternativen är chockkylning (ultra-rapid chilling) och spraykylning. Chockkylning innebär att kroppar hängs 3,5 timmar i ett kylrum med en omgivningstemperatur på -20 °C och med en lufthastighet på 1,5 m/s. Därefter hängs kropparna 3,5 timmar i ett kylrum med en omgivningstemperatur av 4 °C och en lufthastighet på 0,2 m/s. Efter totalt 7 timmar är kroppen tillräckligt kyld och kan transporteras vidare.

Vid spraykylning sprayas kroppen i oregelbundna intervall med kallt vatten för att bibehålla en fuktig yta under kylningsprocessen. Både överföring av värme och evaporativ kylning förbättras genom denna metod samtidigt som viktminskningen av kroppen blir lägre. Det finns farhågor om spraykylningens påverkan på slaktkropparnas mikrobiologiska kvalitet då kroppen hålls fuktig, vilket kan öka mikrobiell tillväxt. Det har emellertid visat sig att det inte finns signifikanta skillnader i mängden mikroorganismer mellan spraykylda och konventionella kylda kroppar. Däremot är mängden mikroorganismer på de chockkylda kropparna lägre än på de konventionellt kylda kropparna. Kroppstemperaturen minskar snabbare vid chockkylning, vilket resulterar i en ogynnsammare miljö för mikrobiell tillväxt. Detta är en stor fördel för köttindustrin, eftersom en låg initial mikrobiell belastning är en nyckelfaktor för längre hållbarhetstid.

För att bibehålla en hög köttkvalitet och undvika köldsammandragning då metoder används som innebär snabb nedkylning rekommenderas elektrisk stimulering av kropparna efter slakt.

Elektrisk stimulering av slaktkroppen

Risken för att köttet ska bli segt på grund av kylsammandragning kan minskas genom att slaktkroppen elstimuleras direkt efter slakt. Elstimuleringen gör att musklerna dras samman vilket ökar hastigheten av glykogenolysen vilket främjar ett snabbare pH fall. Följden blir att rigor mortis inträder snabbare men också att rigor går tillbaka kvickare, vilket minskar process- och arbetstid. ES kan förbättra andra köttkvalitetsgenskaper utöver mörhet som utseende, hållbarhet och eventuellt också smak (MLA, 2015; Warriss, 2009). Nyttan med elstimulering är inte lika stor om slaktkroppstemperaturen är 8-18 °C vid rigor mortis samt att kroppen kylagras minst 10 dagar innan konsumtionstillfället (MLA, 2015). Både MLA i Australien och AHDB i England har rekommendationer för hur elektrisk stimulering ska utföras och följas upp för att säkerställa processen.

Vid en genomgång över publicerade forskningsartiklar om elstimulering av Adeyemi och Sazili (2014) nämns att elstimulering kan ha negativa effekter på vissa köttkvalitetsgenskaper som färgstabilitet och vattenhållande förmåga. Att endast använda elstimulering för att uppnå den efterfrågade effekten på köttkvalitet är oftast inte tillräckligt. Tekniken måste kombineras med andra åt-

gärder både före, under och efter slakt. Exempel på åtgärder är att muskeln måste innehålla tillräckligt med glykogen vid avlivningen, Trots omfattande forskning på ES är dess grundläggande mekanismer och lämpliga kommersiella tillämpningar inte helt klarlagda. Till exempel är det inte klarlagt varför olika muskeltyper reagerar olika på ES.

Rekommendationer pH nivå och temperatur, internationell branschorganisationer

För att nå avsedd produktkvalitet är det viktigt att processen vid slakt, oavsett teknisk lösning, fortlöper på rätt sätt. Både MLA och AHDB (AHDB, 2011) har identifierat lämpliga pH- och temperaturnivåer beroende på produktionsmetod. Grundläggande är god kontroll på processen för att nå optimalt pH. För att fastställa vid vilken slaktkroppstemperatur och efter vilken nedkylningstid slaktkroppen når ca pH 6 bör pH och temperatur mätas vid flera tillfällen efter slakt. När kyltemperaturer m.m. ställts in, processen fungerar väl och rutinerna är fastställda bör uppföljande kontroll och verifiering av rutinerna göras några gånger per år.

- Om elstimulering används: kontrollera pH och temperatur omedelbart efter slakt och därefter var 30 min tills pH 6 är nått. Slaktkroppstemperaturen vid rigor mortis ska vara under 35 °C.
- Om elstimulering inte används: rekommenderas att kontrollera pH och temperatur 45 min efter slakt och därefter var 30 min tills pH 6 är nått. Slaktkroppstemperatur vid rigor mortis ska vara över 18 °C.

Dagligen bör följande punkter följas upp:

- Om elstimulering används: ta dagligen stickprov för att kontrollera pH och temperatur omedelbart efter elstimulering.
- Om elstimulering inte används: logga temperaturer och mät pH på ca 10 kroppar per dag vid en bestämd tid efter slakt.

I MLA:s HACCP-system är slaktkroppens pH-fall och slaktkroppstemperaturen definierad som en kontrollpunkt som kräver kontinuerlig övervakning.

Påverkan på mörhet av kylagring

Coombs et al. (2017) sammanställning av forskning på kyl- och frysförvarings effekter på rött kött tar upp kylagringens påverkan på mörhet. Lammkött blir mörare om det kylförvaras och rekommendationen är 7-10 dagar vid en lagringstemperatur mellan 1-4 °C. Längre kylförvaring vid den temperaturen leder inte till mörare kött.

SAFTIGHET

Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?

- Mycket viktig ätkvalitetsegenskap för konsument

Förslag på faktorer som påverkar den utvalda kvalitetsegenskapen

- Standarden har ett tydligt intervall med min- och maxvärde för fettklass
- Lammtillväxt (g/d) innan slakt
- Slaktmogna lamm till slakt
- Minimering av stress
 - Ingen stressande hantering som klippning, förflyttning mm på gården tiden innan slakt
 - Minimal stress vid hantering vid lastning, transport och på slakteri
 - Ingen blandning av grupper – producent, transport, slakteri
- Kontroll rätt temperatur- och pH-sänkning
- Kyltemperatur, obruten kylkedja

Förslag på utbildningsinsatser

- Slaktmognadsbedömning
- Intramuskulärt fett, betydelse för ätkvalitet
- Hur få lamm att växa minst x g/d?
- Hur undvika stress i alla led (djurhantering, utformning av drivningsgångar, fordon m.m.)?
- Kyltemperaturer, pH-sänkning
- Vikten av obruten kylkedja

Behov av mer undersökning, studier och forskning

- Är lammen i tillväxt de sista två veckorna innan slakt t.ex. sen höst?
- Renhetsbedömning vid lastning, lossning och slakt
- Kylnings- och pH-kurva
- Uppföljning av temperaturen i produkten under hela kylkedjan.
- Hur arbetar företagen med kyl och hygien? Tid, temperatur, förpackning.

Påverkan på saftighet av

Uppfödning

- Slaktmognad viktig då intramuskulärt fett påverkar den upplevda saftigheten
- Påverkar genom att djur i tillväxt med fyllda glykogenförråd har bättre förutsättningar att ge ett saftigt kött
- Djurens stressnivå kan påverka pH-sänkningen i slaktkroppen, vilket i sin tur påverkar saftigheten.

Transport

- Djurens stressnivå kan påverka pH-sänkningen i slaktkroppen, vilket i sin tur påverkar saftigheten.

Slakt (till och med nedkylning)

- Djurens stressnivå kan påverka pH-sänkningen i slaktkroppen, vilket i sin tur påverkar saftigheten.
- Temperatur- och pH-sänkning i slaktkroppen

Mognadskylning, styckning och förpackning

- Obruten kylkedja viktig
- Oklar om påverkan av långvarig kylagringen under förutsättning att den utförs korrekt.

Uppgifter från litteraturen om saftighet

Ett saftigt kött uppfattas som mer mörkt i jämförelse med ett kött med lägre saftighet. Köttets vattenhållande förmåga har därigenom betydelse för köttkvaliteten. Lägre vattenhållande förmåga bidrar också till ökad viktförlust (Warriss, 2009).

Att mäta vattenhållande kapacitet

Det finns flera metoder för att mäta köttets saftighet eller dess vattenhållande kapacitet. En definition som täcker in de flesta alternativ är att man mäter köttets förmåga att hålla kvar vätska när det utsätts för någon form av kraft eller påverkan vilket kan vara enbart tyngdkraft till tuffare påverkan som kokning av köttet.

Saftighet och sensorisk analys jämfört med mätning

Upplevd saftighet är en komplicerad egenskap där det kan vara svårt att koppla upplevd saftighet till köttets faktiska innehåll av vätska (Coombs *et al.*, 2017). Vid sensorisk analys bidrar flera parametrar till den upplevda saftigheten. En är den mängd vätska som släpps ut från köttet, en annan utgörs av salivavsöndring som stimuleras av att personen tuggar. Salivutsöndringen sin tur påverkas positivt av ökad andel intramuskulärt fett i köttet. Sambandet mellan vattenhållande förmåga och upplevd saftighet vid sensorisk analys bedöms därför vara svagt.

Rasens inverkan på saftighet

Ras bedöms inte ha någon direkt inverkan på saftighet (Beriain *et al.*, 2000). Alliancegroup (2010) fann små eller inga arvbarheter och låg genetisk variation för saftighet. Däremot kan ras indirekt inverka på saftigheten. Vid flera undersökningar av pH i slaktkroppar har renrasiga merinolamm och lamm med stor andel merino haft högre pH än lamm av andra raskombinationer (Hopkins *et al.*, 2007c; Hopkins & Fogarty, 1998). En förklaring till högre pH-värde kan vara att djur av rasen merino tycks vara mer stresskänsliga än andra raser, något som styrks av Gardner *et al.* (1999) som fann att djur av rasen merino förlorade en stor andel av sitt glykogenförråd då de utsattes för stark stress. Stressade djur kan utveckla kvalitetsfel som DFD (Dark, Firm, Dry), och PSE (Pale, Soft, Exudative).

Tillväxtens inverkan på saftighet

Att djuren är i tillväxt vid slakt är positivt för köttets mörhet, smak och saftighet. Ett växande djur har bättre förutsättningar att ha hög glykogennivå i musklerna vilket är positivt för optimal pH-sänkning i muskeln efter slakt. Branschrekommendationerna i t.ex. Australien, Nya Zeeland och England är att djuren ska växa ca 100-150 g/dag vid slakt.

Campbell *et al.* (2012) visade att tillväxthastigheten har betydelse för om köttet upplevs som saftigt eller inte. Lamm med låg tillväxt fick signifikant högre poäng för saftighet av smakpaneler än snabbt växande lamm. Inga uppgifter finns om det var skillnader i intramuskulärt fett mellan de långsam- och snabbväxande lammen.

Utfodringens inverkan på saftighet

I några försök har köttets saftighet undersökts men det är svårt att från de få undersökningarna dra någon slutsats om utfodringen påverkar saftigheten. I ett fall bedömde en tränad smakpanel att köttet från stalluppfödda lamm var saftigare än kött från gräsuppfödda men inga uppgifter finns om lammen hade t.ex. olika fetthalt vid slakt (Priolo *et al.*, 2002). I den norska undersökning som tidigare nämnts, där man under två års tid studerade lamm som enbart betade på betesmarker i fjällen och lamm som flyttats ned till åkermarksbete 26 till 42 dagar innan slakt, fann man skillnader i saftighet. I en region noterades under båda åren en signifikant skillnad i saftighet där lammen som betat uppe i fjällen bedömdes som bäst. Den andra regionen deltog endast under ett år och där fann man ingen skillnad i saftighet mellan grupperna. (Lind *et al.*, 2009).

Intramuskulärt fetts påverkan på saftighet

Pannier et al. (2014a) lät konsumentpaneler testa köttprover från *M. longissimus lumborum* med varierande andel intramuskulärt fett. Då andelen intramuskulärt fett ökade från 2,5 % till 7 % höjdes testpanelens poäng för saftighet signifikant ($P < 0,01$) med 10 enheter (poängskala 1-100).

pH-relaterade kvalitetsproblems inverkan på saftigheten

Några kvalitetsbrister som påverkar saftigheten är DFD (Dark, Firm, Dry), och PSE (Pale, Soft, Exudative). Båda problemen är till stor del en följd av felaktig hantering av djuren innan och vid slakt.

DFD

Vid kvalitetsfelet DFD blir köttet mörkt, hårt och torrt, ibland benämns det i litteraturen som ”dark cutting”. Karaktäristiskt för DFD-kött är den slutliga höga pH-nivån (>6). DFD uppstår då djuret varit utsatt för t.ex. långvarig stress som leder till att musklerna förbrukat glykogenförrådet innan slakt. Effekten blir att mjölksyrabildningen blir otillräckligt och pH i slaktkroppen sänks inte till den önskade nivån på ca 5,5. Den ofullständiga pH-sänkningen medför att muskelproteinerna förblir ganska opåverkade och denaturerar inte. Följden blir att köttsaften är hårt bunden i muskelproteinerna samt att muskelfibrerna förblir tätt packade. Köttet upplevs därför som hårt och torrt och köttfärgen förblir mörk och matt. Den höga pH-nivån i DFD-kött gör det också extra utsatt för bakterietillväxt, vilket försämrar hållbarheten (Newton & Gill, 1981) och kan leda till andra kvalitetsproblem som oönskade färgförändringar och avvikande lukt.

Vakuumpförpackat DFD-kött kan genom anaeroba, bakteriella och kemiska reaktioner bli grönskimmrande. Australiensiska köttexportörer har uppmärksammat problemet med ”grönt kött”. I en stor undersökning av olika slaktdetaljer på 1 600 lamm konstaterades att faktorerna ras, årstid vid slakt, elstimulering och slaktvikt påverkar frekvensen av kroppar med $pH > 6$ och mörkfärgat kött. merinolamm hade signifikant högre pH än andra raser. Sannolik orsak till att de höstslaktade lammen uppvisade högre andel mörkfärgat kött och högre pH var sämre näringsförsörjning från det näringsfattiga höstbetet. Tunga slaktkroppar hade lägre pH och lägre frekvens mörkt kött (McPhail *et al.*, 2014).

PSE

Kvalitetsfelet PSE leder till att köttet upplevs som blekt, mjukt och blött. PSE uppstår om djuren stressas nära slaktillfället vilket leder till att processen med nedbrytningen av glykogen med åtföljande mjölksyrabilning är kraftig redan vid slakt. Detta leder i sin tur till en mycket snabb pH-sänkning samtidigt som slaktkroppen är varm. Karaktäristiskt för PSE-kött är att pH är ca 5,8-6 redan 45 minuter efter slakt. Kvalitetsfelet är vanligast i griskött men det finns exempel på PSE-problem även hos andra djurslag som lamm, får och nöt. PSE är väl utforskad och åtgärdad inom traditionell grisslakt, men mindre undersökt inom andra djurslag.

Rasens och könets inverkan på glykogenförråd och pH

Vid flera undersökningar av pH i slaktkroppar har renrasiga merinolamm och lamm med stor andel merino haft högre pH än lamm av andra raskombinationer (Hopkins *et al.*, 2007c; Hopkins & Fogarty, 1998). En förklaring till högre pH-värde kan vara att djur av rasen merino tycks vara mer stresskänsliga än andra raser, något som styrks av Gardner *et al.* (1999) som fann att djur av rasen merino förlorade en stor andel av sitt glykogenförråd då de utsattes för stark stress. Hopkins *et al.* (2005a) har visat att djur av rasen merino kan ha samma pH-nivå i slaktkroppen som andra raser om de hanteras varsamt under förhållanden med låg stressnivå.

Effekt av kylförvaring på saftighet

(Coombs *et al.*, 2017) redovisade inte några negativa sambanden mellan kylförvaring och sensoriskt upplevd saftighet vare sig på lamm- eller nötkött även om den vattenhållande förmågan minskade vid längre kylförvaringstid. De redovisade undersökningarna var främst utförda på nötkött och lagringstiderna varierade mellan 10 och 63 dagar mellan försöken.

HÅLLBARHET ("bäst-före")

Varför bedöms egenskapen ur köttkvalitetsynpunkt som viktig för projektet?

- Mycket viktig för slakteri, efterföljande handelsled och konsument

Förslag på faktorer som påverkar den utvalda kvalitetsegenskapen

- Lammtillväxt (gram per dag) innan slakt
- Slaktmogna lamm
- Lägsta renhetspoäng vid slakt (gäller uppfödare, transport, slakt)
- Utformning av transportfordon samt rengöring och mängd strö
- Utformning av gångar och golv samt rengöring och mängd strö på slakteri
- Minimering av stress
 - Ingen stressande hantering som klippning, förflyttning mm på gården tiden innan slakt
 - Ingen blandning av grupper – producent, transport, slakt
 - Kontroll rätt temperatur- och pH-sänkning
- Kvalitetssäkrade rutiner för bra hygien och hantering på slakteri, vid styck och i efterföljande led
- Obruten kylkedja, alla led från och med slakt
- Antal dagars hållbarhet

Förslag på utbildningsinsatser

- Hur hålla djur rena på gården (parasiter, utfodring m.m.)?
- Hur hålla djur rena på transporten och i slakteriet?
- Slaktmognadsbedömning
- Renhetsbedömning (gård, transport, slakteri)
- Hur undvika stress i alla led (djurhantering, utformning av drivninggångar, fordon)?
- Hygienutbildningar (Korrekt flöde, hygien och hantering putsning, mörningskylning, packningsmetoder)
- Vikten av obruten kylkedja
- Vad påverkar hållbarhetstiden

Behov av mer undersökning, studier och forskning

- Renhetsbedömning vid lastning, efter transport och vid slakt. Vad är normal renhet beroende på årstid, m.m.?
- Vad är kylrumstemperaturen samt dess variation i alla led?
- Följa produktens kylkedja

Påverkan på hållbarhet av:

Uppfödning

- Påverkan genom hur rena och torra djuren är vid lastning
- Påverkan på hur rena djuren är vid lastning och risk för nedsmutsning under transport samt uppstallning beroende på foderstat och hälsostatus innan slakt
- Påverkar genom att djur i tillväxt med fyllda glykogenförråd har bättre förutsättningar att ge ett hållbart kött
- Djurens stressnivå kan påverka dels hur smutsiga de blir, dels utvecklingen av pH-sänkning i slaktkroppen vilket påverkar köttets hållbarhet.
- Låg stressnivå (syfte: optimal pH-sänkning vilket förbättrar hållbarheten)

Transport

- Påverkan genom djurens renhet efter transport (strö, utformning mm)
- Djurens stressnivå kan påverka dels hur smutsiga de blir, dels utvecklingen av pH sänkning i slaktkroppen vilket påverkar köttets hållbarhet.
- Regelverk omgruppering

Slakt (till och med nedkylning)

- Påverkan av utformning av stallar och rutiner på djurens stressnivå och renhet vid slakt. Djurens stressnivå kan påverka dels hur smutsiga de blir, dels utvecklingen av pH sänkning i slaktkroppen vilket påverkar köttets hållbarhet.
- Hantering (kontaminering) vid slakttillfället (avhudning mm)
- Påverkan genom utformning av flöde av slaktkropp, personal, ventilation (smutsig/rensida)
- Påverkan av hantering vid putsning
- Påverkan av hygienprogrammets utformning och efterlevnad
- Påverkar genom temperatur och luftfuktighet vid kylning

Mognadskylning, styckning och förpackning

- Påverkan av hantering vid putsning och styckning
- Påverkan av hygienprogrammets utformning och efterlevnad
- Bra teknik vid packning, vakuumpackning mm
- Påverkar genom temperatur och luftfuktighet
- Obruten kylkedja viktig
- Bedömning max antal dagars hållbarhet

Uppgifter från litteraturen om köttets hållbarhet

Stora exportländer av lammkött som Nya Zeeland och Australien har målmedvetet under lång tid arbetat med att öka lammköttets hållbarhetstid. Detta har gett dem en konkurrensfördel och goda möjlighet att välja kostnadseffektiva fraktlösningar utan att riskera livsmedels säkerheten. För att möta konkurrensen har flera Europiska organisationer t.ex. i Wales (Cymru, 2013a) och Irland (Teagasc, 2017) börjat fokusera på att öka köttets hållbarhet.

Projekt för renare djur i Europa

Köttbranschen i Wales initierade 2013 ett projekt för att förbättra hållbarheten på det walesiska lammköttet. Då bedömdes det walesiska köttet ha en hållbarhet på 14-21 dagar efter det nått butiken medan lammkött från Nya Zeeland uppgavs ha en hållbarhetstid på mer än 60 dagar för vakuumpackat och upp till 110 dagar för kött packat i modifierad atmosfär (CO₂) (Cymru, 2013a).

Grundläggande för att lyckas med att förbättra köttets hållbarhet är att minimera och helst undvika kontamination av köttet med mikroorganismer vilket kräver kunskap och förståelse genom hela kedjan (Cymru, 2013a). Det walesiska projektet identifierade ett antal nyckelfaktorer som påverkar köttets hållbarhet. I det walesiska projektet nämns också att Nya Zeeland har utvecklat best practice för att hantera var och en av de identifierade faktorerna så att köttets hållbarhet inte påverkas negativt.

Identifierade faktorerna i det walesiska projektet:

- Rena och torra djur vid slakt
- Bra planerade slakterier
- God hygien vid slakt och putsning av slaktkroppen
- God kontroll över luftfuktighet och temperatur i slakterier och styckningsanläggningar
- Bra teknik vid vakuumpackning och packning av kött i modifierad atmosfär
- Väl utvecklad övervakning av produkten genom hela bearbetningen och kylkedjan.

Hållbarhetstider

MLA (2016a) anger totala hållbarhetstider på över 80 dagar för vakuumpackat och över 110 dagar för lammkött packat i modifierad atmosfär (CO₂) om det förvaras vid 0 °C. Som redan nämnts bedömdes 2013 det Walesiska köttet ha en hållbarhet på 14-21 dagar efter det nått butiken medan lammkött från Nya Zeeland uppgavs ha en hållbarhetstid på mer än 60 dagar för vakuumpackat och upp till 110 dagar för kött packat i modifierad atmosfär (CO₂) (Cymru, 2013a).

I Sverige uppges hållbarheten på vakuumpackat svenskt kött sällan vara längre än 21 dagar medan Nya Zeeländskt kött uppges ha kvar 30 dagars hållbarhet vid ankomst till grossist i Sverige (Femling, pers med. 2018).

Rena djur och slaktkroppar

I följande avsnitt har ett försök gjorts att jämföra några länders rekommendationer och regelverk för att hålla djur och slaktkropp rena genom hela kedjan. Det är svårt att få fram gällande bestämmelser om t ex tillåtna transporttider, tider utan foder m.m. för alla led i kedjan i de nämnda länderna. Därför ger avsnittet inte en heltäckande bild över alla påverkande faktorer utan är en översikt.

Påverkan på djuren renhet på gården och innan leverans

Grundläggande för en god hygien och minska risken för mikrobiologisk kontamination av köttet är att djuren är torra och rena vid slakt. Flera länder rekommenderar att djuren inte ska ges foder innan leverans för att de ska tömma sig innan de lastas på transporten. Syftet med fastan är att djuren ska hålla sig renare under transport och uppstallning i slakteri.

Wales

I Wales rekommenderas starkt att lammen ska stallas in utan foder men med vatten minst 6 timmar innan lastning på transport (Cymru, 2013a). Stallet på gården ska det vara rent och det ska finnas tillräckligt med strö eller spån så djuren håller sig rena. Om djuren inför slakt går på kraftigt bete eller utfodras med foder med hög smältbarhet finns risk att träcken blir lös med följd att djuren lättare blir smutsiga vid installning och under transport. Det är då önskvärt att djuren får bete eller foder som torkar upp magarna några dagar innan slakt.

Enligt rekommendationen ska djur som är smutsiga klippas så nära leverans som möjligt så de inte hinner smutsa ned sig. På hösten, då ullen blivit lång på vårfödda lamm, ska djuren hygienklippas på buken och runt svans och lår. Efter klippningen bör djuren stallas in på en ren bädd innan leverans.

Irland

I Irland rekommenderas också att lammen ska stallas in på ren bädd innan leverans men att de inte ska utfodras närmare än 8 timmar innan leverans (Teagasc, 2017). Maximalt får de hållas utan foder 12 timmar på gården men de ska alltid ha tillgång till vatten. Många av de irländska rekommendationerna är lika de walesiska och syftar till att djuren ska vara rena vid slakt. De lyfter också fram viktiga förebyggande åtgärder som att ha god kontroll över djurens parasitstatus, undvika foderbyten, inte använda foder med hög smältbarhet eller att stressa djuren genom att t.ex. blanda grupper, allt för undvika diarré och nedsmutsning. Smutsiga djur ska klippas före leverans.

Australien

I Australien (MLA, 2015) är rekommenderad tid utan foder på gården innan leverans vanligen minst 12 timmar men beroende på foderstat, väder och köparens krav kan djuren behöva fasta längre tid. I MSA:s regelverk anges att lamm inte får vara utan foder totalt mer än 48 timmar innan slakt då risken för försämrad hygienisk status måste vägas mot risken för sämre köttkvalitet. Däremot ska de ha tillgång till vatten på gården och på slakteriet. Långa tider utan foder kan också leda till risker med högre nivåer av t ex *E. coli* och salmonella i träcken vilket kan bero på ändring i mag-tarmsystemets pH vid fasta (MLA, 2015d).

Norge

De norska rekommendationerna är att djuren alltid ska ges vatten men få reducerad fodergiva 12 timmar innan förväntat slakttidpunkt (Animalia, 2018; Animalia, 2007). De ska levereras rena och torra till slakt, om det behövs bör de stallas in innan leverans. Om de har lös träck bör utfodringen ändras i god tid innan slakt. Rekommendationen är att djuren inte ska klippas på gården veckorna innan leverans, fransett hygienklippning om de är mycket smutsiga och har fasttorkad gödsel i ullen. Om de hygien- eller helklippas på gården ska de antingen klippas mindre än tre dagar innan leverans eller i så god tid innan slakt att ullen växt ut minst 1 cm så det går att hygienklippa dem på slakteriet. I Norge klippas lammen istället på slakteriet, förr klipptes de innan slakt men det är allt vanligare att de klippas efter avlivning hängande på linan. Speciella regler gäller för lamm som uppfödaren vill ska slaktas oklippta som t.ex. päslamm. Uppfödaren får betala 120 kr om djuret ska slaktas oklippt då det lammet måste specialbehandlats genom slakten.

Sverige

Svenska regler är mycket striktare än t.ex. de australiensiska reglerna för maximalt tillåten tid utan foder och transporttider. I Sverige ska fåren dagligen ges foder av lämplig struktur (SJV, 2017j). Transporttiden får vara maximalt åtta timmar om djuren inte har tillgång till vatten (SJV, 2010). Djuren ska ha tillgång till vatten direkt efter avlastning från lämplig utrustning (EG, 2009). Om den sammanlagda tiden för transport och uppställning på slakteriet överstiger tolv timmar ska djuren utfodras med foder som är lämpligt för djurarten och i tillräcklig mängd. Idisslare ska förses med stråfoder (SJV, 2012b).

I Sverige finns inte som i Wales, Irland eller Norge någon generell ”Clean Livestock Policy”. Däremot har HKScan (2018) följande avsnitt i sin leveransinfo lamm om renhet:

”För att kunna hålla en hög hygienisk kvalitet vid uppslaktning, är det oerhört viktigt att lammen är rena samt ej har lång ullfäll. Oklippta samt smutsiga får och lamm belastas med hygienavdrag 60 kr/djur. Se riktlinjer nedan.

- *Lamm äldre än ca 8 månader vid slakt skall vara klippa. Lamm som är yngre vid slakt behöver normalt inte klippas om de är rena.*
- *Utöver rygg och sida skall lammen även klippas på halsen, buken, insidan av benen och bak under svansroten.*
- *För renrasiga Gotlandslamm (päslamm) gäller inte krav på klippning fram t.o.m. den vecka som tilläggsbetalning utgår under förutsättning att lammen är rena.*
- *Vinterlamm skall vara klippa innan nyår om de slaktas fr.o.m. vecka 1 fram t.o.m. vecka 17. Vid slakt av vinterlamm efter vecka 17 så skall lammen vara klippa efter nyår för att inte drabbas av hygienavdrag.*
- *Smutsiga får och lamm skall före leverans klippas längs med strupen, magen, längs insidan av benen och bak under svansroten för att möjliggöra en ren uppslaktning.”*

Påverkan av transport på djurens renhet

Wales

För att minska risken att djuren blir smutsiga under transport har man i Wales tagit fram rekommendationer (Cymru, 2013a). Transporten ska göras ren och desinficeras samt förses med nytt strö innan nya djur kan lastas. Lastning av blöta djur ska undvikas. Stress ska minimeras genom bra och väl underhållen utrustning, ramp och fordon, olika grupper av djur ska inte blandas på transporten, om fordonet har flera däck ska ingen träck eller urin kunna tränga ned på djuren på det lägre däck.

Irland

Irländarna pekar också på vikten av att transporten fungerar väl då den annars kan leda till smutsiga djur (Teagasc, 2017). Väl rengjorda och ventilerade fordon samt att det ska finnas möjlighet att dela upp djuren i olika grupper anses viktiga.

Australien

Den australiensiska kvalitetsstandarden MSA har inga rekommendationer eller rutiner för att minska risken att djuren blir smutsiga under transporten förutom kravet på att djuren ska vara utan foder minst 12 timmar innan lastning (MLA, 2015).

Påverkan av hantering i slakteri på djurens renhet

Utsidan på skinn och ull är uppenbara kontaminationskällor. Är djuret blött och smutsigt vid slakt ökar risken för att mikroorganismer hamnar på slaktkroppen under slakt- och putsningsmomenten. Om miljön och hanteringen på slakteriet är dålig finns risk att djuren blir smutsiga på slakteriet. Stressande hantering av djuren i alla led ska undvikas även av hygieniska orsaker då stressade djur har en tendens att bli lösa i magen vilket ökar risken för smutsiga djur på transporten och i slakteriet. För att minska risken ska djuren hanteras lugnt samt ramper och annan utrustning ska vara väl anpassade till djuren. För att djuren ska hålla sig rena rekommenderas spaltgolv i boxarna för att förhindra att djuren lägger sig i gödseln och att boxarna ska vara takförsedda för att djuren ska hålla sig torra (Cymru, 2016; Cymru, 2013a). I Sverige är det inte tillåtet med spaltgolv till får vilket gör att det inte är en lösning på svenska slakterier.

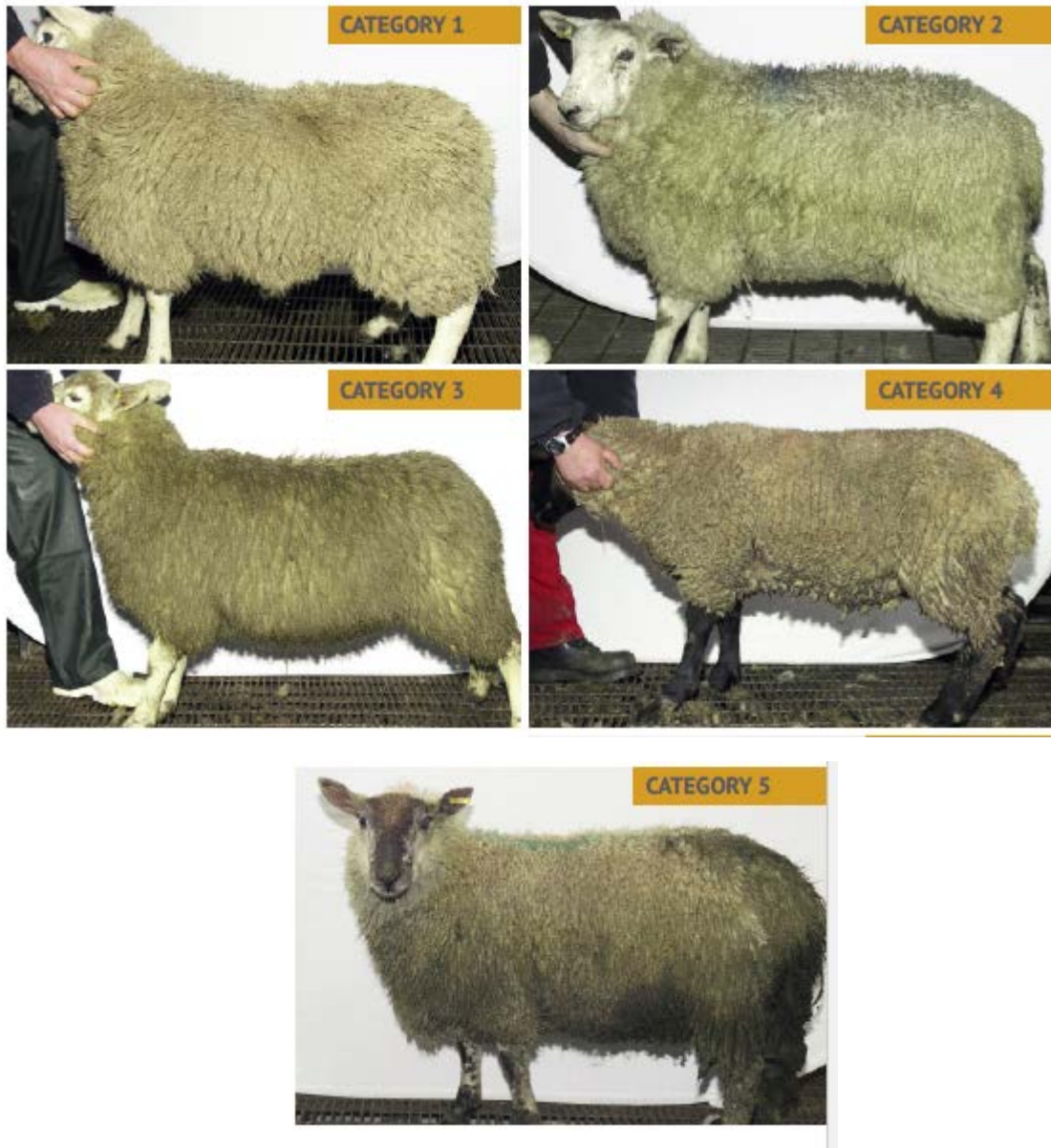
Den australiensiska kvalitetsstandarden MSA rekommenderar kortfattat att boxarna i slakteriet ska vara väl dränerade och skyddade (MLA, 2015).

Bedömning av djurens renhet och prisavdrag

Wales

I Wales används ”The Clean Livestock Policy” vid bedömning av djurens renhet. Bedömningen sker enligt en femgradig skala 1-5 där kategori 1 innebär att djuren är torra och rena och kategori 5 innebär att de är blöta och mycket smutsiga (figur 17). Djur som klassas i kategori 1-2 slaktas enligt normal rutin. Däremot djur klassade i kategori 3-5 kan inte slaktas direkt utan de måste först klippas på slakteriet eller hålls över natten på slakteriet för att torka innan slakt. Slakteriets extra kostnader för djur i kategori 3-5 betalas av producenten (Cymru, 2013a; Cymru, 2013b).

Figur 17. Bedömning av djurens renhet, Wales (Cymru, 2013b)



Irland

Irland använder en tregradig skala vid bedömning av djurens renhet enligt ”Clean Livestock Policy for Sheep”, se figur 18 (Teagasc, 2017).

DAFM (Department Agriculture Food and the Marine, Irland) införde policyn för lamm och får i februari 2017 för att öka den hygieniska nivån. Kategori 1 är den önskvärda nivån på renhet. Kategori två är smutsigare än önskvärt men kan slaktas om särskilda rutiner följs. Kategori tre är inte acceptabla och får inte slaktas utan att någon avhjälpande åtgärd gjorts (DAFM, 2017).

Figur 18. Bedömning av djurens renhet, Irland (Teagasc, 2017).



Påverkan på köttets hållbarhet av hantering i slakteri och efterföljande led

I slakteriet kan slaktkroppen kontamineras med mikroorganismer om den kommer i kontakt med träck och maginnehåll, smutsiga ytor eller om mikroorganismer sprids genom luften eller vatten. Det är viktigt med mycket god hygien och att t ex ventilationen eller andra luftrörelser gör att luftströmmarna går från ren sida till smutsig sida, inte tvärtom.

Efter slakt hanteras, trimmas, styckas och packas slaktkroppen och de mikroorganismer som finns på slaktkroppens utsida riskerar att komma in i köttet vid hanteringen. Alla led i kedjan måste vidta alla möjliga åtgärder för att minska risken för kontamination.

Påverkan på köttets hållbarhet av tekniska kyllosningar

Bellés *et al.* (2017) sammanfattande i en artikel forskningsresultat om kylning av färskt lamm. Efter slakt kyls slaktkroppen för att minska mikrobiell tillväxt och kemiska och enzymatiska reaktioner. Inom EU måste kroppen kylas ner under 7 °C innan kroppen får hanteras vidare i kedjan enligt EU:s förordning, EG 853/2004. Branschen är intresserad av att kyla ned kroppen så snabbt som möjligt till minimitemperaturen men med bibehållen köttkvalitet och livsmedelsäkerhet bl. a. för att minska tiden för lagerhållning i kylrum.

En viss given slaktkroppens kylhastighet påverkas av fyra parametrar: temperatur, relativ fuktighet, lufthastighet och tid. Variationer i någon faktor under kylning kan minska den tid som behövs för att uppnå EU:s krav. Samtidigt kan felaktig inställning av någon parameter leda till negativ effekt på köttkvalitet. En traditionell kylning av lammslaktroppar kan vara en kylrumstemperatur på 2-4 °C i kombination med en lufthastighet på 0,2 m/s. och en luftfuktighet högre än 90 % i 24 timmar. Slaktkroppens kärntemperatur når 7 °C efter ca 16 h med konventionell kylning, vilket innebär att slaktkropparna måste hållas kvar över natt innan de kan transporteras. Detta kräver stora kylutrymmen eftersom slaktkropparna behöver vara kvar i kylarna nästan 24 timmar.

Flera kylningsmetoder har utvecklats för att lösa nackdelarna med den långsamma konventionella kylningen. De vanligaste alternativen är chockkylning (ultra-rapid chilling) och spraykylning. Den första metoden innebär att kroppar hängs 3,5 timmar i ett kylrum med en omgivningstemperatur på -20 °C med en lufthastighet på 1,5 m/s. Därefter hängs kropparna 3,5 timmar i ett kylrum med en omgivningstemperatur på 4 °C och en lufthastighet på 0,2 m/s. Efter totalt 7 timmar är kroppen tillräckligt kyld och får transporteras. Vid spraykylning sprayas kroppen i oregelbundna intervall med kallt vatten för att bibehålla en fuktig yta under kylningsprocessen. Både överföring av värme och evaporativ kylning förbättras genom denna metod samtidigt som viktminskning genom avdunstning minskar. Det finns dock farhågor om spraykylningens påverkan på slaktkropparnas mikrobiologiska kvalitet. Vid spraykylningen torkar kroppen inte ut genom att ytan hålls fuktig, vilket kan öka mikrobiell tillväxt. Det har emellertid visat sig att det inte finns signifikanta skillnader i mängden mikroorganismer mellan spraykylda och konventionella kylda kroppar. Däremot är mängden mikroorganismer på de chockkylda kropparna lägre på de konventionellt kylda kropparna. Kroppstemperaturen sänks snabbare vid chockkylning, vilket resulterar i en ogynnsammare miljö för mikrobiell tillväxt. Detta är en stor fördel för köttindustrin, eftersom en låg initial mikrobiell belastning är en nyckelfaktor för längre hållbarhetstid.

För att bibehålla en hög köttkvalitet och undvika köldsammandragning då metoder används som innebär snabb nedkylning rekommenderas elektrisk stimulering av kropparna efter slakt.

Påverkan av kylförvaring på köttets hållbarhet

Coombs et al. (2017) har gjort en utförlig genomgång av forskningsresultat om hur kylförvaring påverkar de parametrar som förstör kött. Nedanstående stycke är en fritt översatt sammanfattning av Coombs et al. (2017) genomgång.

Kylförvaring (-1,5 °C till 5 °C) av hela slaktroppar eller vakuumpförpackade slaktdetaljer används rutinmässigt efter slakt. Köttet kylagras mellan 24 h till flera veckor efter rigor mortis, variation i tid och temperatur beror på t ex köttslag, kundönskemål m.m. Kyld lagring skyddar köttet från mikrobiell förstöring genom att det förvaras i låga temperaturer. Lagras produkten dessutom i en anaerob (syrefri) miljö påverkar det hållbarheten positivt och köttkvaliteten förbättras genom protolys efter rigor mortis. Den förlängda hållbarheten gör produkten lättare att förvara och transportera för att möta marknadens behov av rätt produkt i rätt tid på rätt plats.

Den mikrobiella floran på köttet, speciellt bakterier som förstör köttet inklusive mjölksyrabakterier (Lactic Acid Bacteria, LAB), *Enterobacteriaceae*, *Brocothrix thermospecta* och psykotolerant *Clostridium spp.* (t.ex. *C. perfringens*), ökar när kylagringstiden ökar. Dessa arter kommer huvudsakligen från kontamination vid slakten och med undantag för mjölksyrabakterier och klostridier måste bakterierna ha tillgång till syre för att kunna överleva och växa. Hur stor påverkan kontamineringen får på hållbarheten beror inte bara på hur kraftig den är utan också på andra riskfaktorer som lagringstid, lagringstemperaturen och om den varierar, pH, vattenaktivitet och förhållande vid packning som hygien, temperatur m.m.

Ofta leder ökad tillväxt av mikroorganismer till att köttet får oönskad smak (smaker som förknippas med mejeri och ost) samt sämre produktsäkerhet. Anaerob (syrefri) kylförvaring, som vaku-umförpackning, förhindrar tillväxt av bakterier som behöver syre men leder till att antalet mjölksyrabakterier kan öka vilket resulterar i att köttet luktar illa. Mjölksyrabakterier ger också sur smak och genom kemiska reaktioner en grön missfärgning av köttet.

Långvarig anaerob kylförvaring ökar både vattenaktiviteten genom att köttet släpper köttsaft och höjer pH-värdet på grund av nedbrytning av muskelvävnad, speciellt om lammkött lagras i mer än 6 veckor och nötkött i mer än 12 veckor.

Om vattenaktiviteten är mer än 0,93 och pH överstiger 5,8 i produkten resulterar det i snabbare ökning av mikrober som förstör köttet. Lagringstemperaturen har dock störst inverkan på mikrobiell tillväxttakt av kylt lagrat kött. Den bör helst vara mellan 0 och -1,5 °C, men i praktiken hålls inte alltid det temperaturintervallet. Loggning av temperaturen i produkten har inte gjorts i alla studier eller endast i vissa steg i processen men kraftig höjning av temperaturen (>5 °C) eller oavsiktlig frysning (<-2 °C) kan leda till snabbare mikrobiell förstörelse av köttet och negativa konsumentreaktioner.

VAD ÄR MLA OCH MSA?

Vad utmärker MSA - Meat Standard Australia?

- Drivs av Meat and Livestock Australia (MLA) vilket är en producentägd organisation
- Hela kedjan, från lammproducent till konsument, omfattas i arbetet för att utveckla köttkvaliteten. I arbetet deltar lammproducenter, slakterier, köttindustrin, forskare m fl.
- Grundligt, metodiskt och långsiktigt arbete.
- MLA är ett kvalitetssäkringssystem där hela kedjan certifieras utifrån MSA Standards (<https://www.mla.com.au/marketing-beef-and-lamb/meat-standards-australia/msa-standards/>).

Nedan följer en fritt översatt kortfattat information om ”MSA - Meat Standards Australia” hämtad från Meat Standards Australia sheepmeat information kit (MLA, 2015).

MLA, Meat and livestock Australia

MLA är en av australiensiska nöt-, får- och getköttproducenter medlemsägd och ideell organisation som levererar forskning, utveckling och marknadsföring till Australiens röda köttindustri. MLA:s strävan är att vara ledande när det gäller att leverera världsomspännande forsknings-, utvecklings- och marknadsresultat som gynnar australiensiska nötkreatur, får- och getproducenter.

Producenterna betalar för varje slaktat djur en avgift på maximalt 20 cent per får och \$1,50 per lamm till Department of Agriculture’s Levies Service. Avgiften fördelas på Animal Health Australia, National Residue Survey och MLA. MLA investerar i samarbete med den australiensiska regeringen och den röda köttindustrin i ”initiativ som bidrar till lönsamhet, hållbarhet och global konkurrenskraft för producenterna”.

MSA, Meat Standards Australia

MLA startade år 2000 tillsammans med forskare och köttindustrin ett forskningsprojekt ”Sheepmeat Eating Quality (SMEQ)”. Huvudsyftet var att säkerställa köttets kvalitet i hela produktionskedjan från producent till konsument. Ett mål var att definiera kritiska kontrollpunkter (CCP) som kan påverka köttkvaliteten och hitta det bästa arbetssättet i produktionskedjans samtliga länkar för att säkerställa en kvalitetssäkrad och jämn köttkvalitet (MLA, 2015). Ett annat mål var att ge kunden information om bästa tillagningssätt på etiketten till varje konsumentförpackning av kött, se exempel på märkning i figur 19.

Figur 19. Exempel på etiketter för förpackat kött (MLA, 2015).

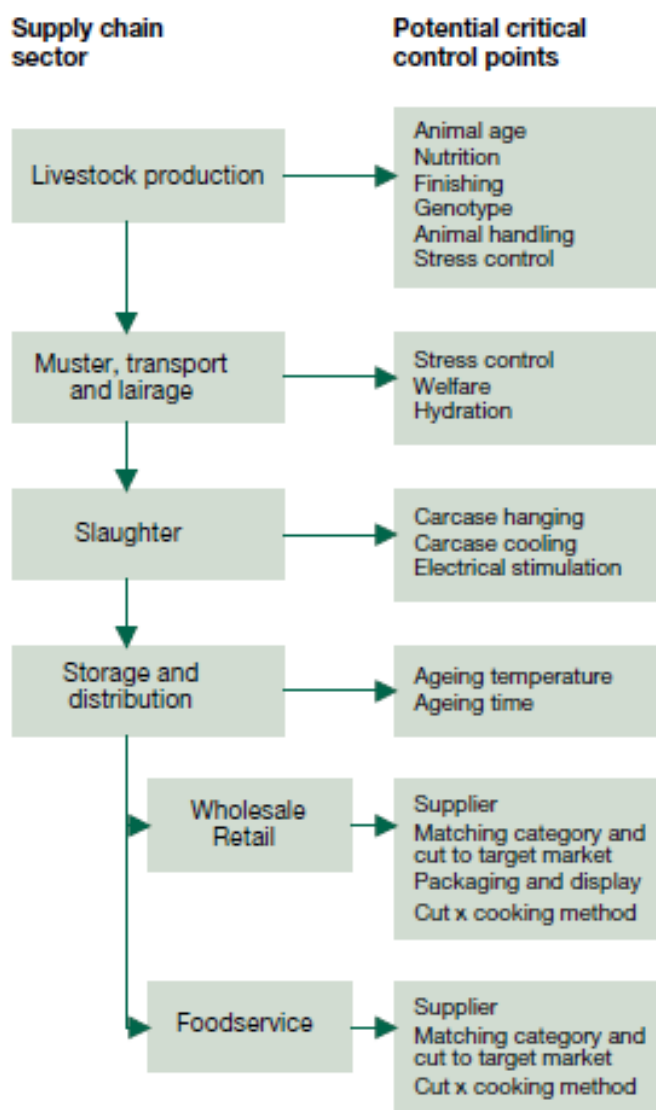


Projektet har genererat ett större antal forskningsrapporter om får- och lammköttskvalitet. Utifrån forskningsresultat samt producenters och industrins erfarenheter har man utarbetat kvalitetssäkringsstandards (MSA Standards), manualer och informationsmaterial som täcker hela produktionskedjan för att säkerställa att kunden får utlovad köttkvalitet. Information om MSA och utveckling samt uppdatering av kunskap, standards, arbetssätt m.m. pågår kontinuerligt.

Identifierade kritiska kontrollpunkter

Projektet har analyserat 90 000 konsumenttester med avseende på parametrar som smak, saftighet och helhetsbedömning. Utifrån testerna har parametrar i produktionskedjan som kan påverka ätkvaliteten identifierats som potentiella kritiska kontrollpunkter (figur 20).

Figur 20. Potentiella kritiska kontrollpunkter för ätkvalitet (MLA, 2015).



Vad krävs för att köttet ska kunna MSA certifieras?

Samtliga delar i produktionskedjan måste vara anslutna till MSA och följa kontrollprogrammet (MLA, 2017b; MLA, 2016b; MLA, 2015).

Producenten

Slaktdjursleverantören ska vara registrerad hos MSA och förbinda sig att följa MSA uppfödning- och hanteringsrekommendationer. Exempel på uppfödningrekommendationer är att lammen ska

ha en tillväxt på minst 100-150 g/dag vid slakt. Viktig hanteringsrekommendation är att undvika stress innan slakt. Djuren får t.ex. inte klippas senare än 2 veckor innan slakt och stress vid kritiska moment som samling och lastning ska minimeras. Vid varje slaktdjursleverans måste uppgifter om djuren som klippdatum, senaste utfodringstillfälle, andel av rasen merino m.m följa med till slakteriet.

Producenten ska i samarbete med slakteriet säkerställa att djuren har tillgång till vatten på gården och slakteriet samt att de inte är utan foder mer än 48 timmar sammanräknad tid på gård och fram till slakttidpunkt. I Australien har dock många slakterier krav att djuren ska vara utan foder minst 12 timmar innan leverans för att djuren ska hålla sig rena under transporten till slakteriet. Vid slakt ska specifikationerna på djurkategori, slaktvikt och klassning i tabell 26 följas.

Tabell 26. MSA slaktkroppsspecifikationer, får- och lamm (MLA, 2015).

Kategori	Permanenta tänder	Ålder (mån)	Slaktad vikt (kg)	Fettgrupp	Fettdjup ¹
Dilamm, ungt lamm	0	≤5	≥16	≥2	≥6
Lamm	0	≤12	≥18	≥2	≥6
Ungt får ("Hogget")	1-2	10-18	≥18	≥2	≥6
Får ("Mutton")	>1	>10	≥18	≥2	≥6

¹ mätt 110 mm från ryggraden ner på 12:e revbenet

Slaktdjurstransport, marknader, uppställning

Det finns utarbetade manualer och rekommendationer för hanteringen av djuren mellan gården och slakttillfället. Ett tydligt krav är att all personal som hanterar djur ska vara rutinerad och välutbildad. Stress ska undvikas i alla led i hanteringen. Djur från olika grupper ska inte blandas. Golv, drivningsgångar, utrustning i transportbilar, på uppställningsplatser m.m. ska vara utformade så att stress minimeras. Maximalt tillåts 48 timmar utan foder och 24 timmar utan vatten från att djuren börjar hanteras på gård till slakttillfälle. Djuren ska ha tillgång till vatten under uppställning. Transporttiden får inte överstiga 24 timmar och uppställningstiden på slakteriet får vara maximalt 24 timmar.

Slakt

Även vid slakttillfället framhålls vikten av att undvika stress. Det finns väl utarbetade regler och rekommendationer för att minska risken för att köttet ska bli segt på grund av köld- och värme-sammandragningar. Faktorer som kan påverka köttkvaliteten är elstimulering, hängningsmetod, kylning och inom vilket temperaturintervall kroppen når rigor mortis som MSA anser nås vid ca pH 6, se tabell 27.

Tabell 27. Temperaturfönster för får- och lammkött (MLA 2015a).

Hängningsmetod	Bäckenbenshängd	Akilleshängd	Akilleshängd
Elektrisk stimulering	Nej	Ja	Nej
Slaktkroppen ska nå rigor mortis (ca pH 6) vid slaktkropp temp:	8-35 °C	18-35 °C	8-18 °C
Lägsta mörningstid, dagar	5	5	10

MSA - Omfattning och framtid

2013-2014 var det 37 600 lammproducenter anslutna till MSA och tillsammans levererade de 6,5 miljoner får och lamm till slakt årligen (Condon, 2014). Av dessa var det 93,5 % av slaktdjuren som uppfyllde samtliga av MSA:s kvalitetskrav och blev MSA-märkta. Totalt slaktades ca 32 miljoner får och lamm årligen i Australien under motsvarande period (ABS, 2015).

2016/2017 omfattade MSA 25 % av alla slaktlamm och 40 % av slaktade nöt. Målsättningen till 2020 är att 43 % av lammen och 50 % av nöten ska vara kvalitetssäkrade enligt MSA (MLA, 2017d).

För att säkerställa att produkterna håller den förväntade kvaliteten har över 100 unika koncept med någon typ av kvalitetsmärkning för lamm- och nötkött anslutit sig och har tillstånd att MSA-märka sina produkter. 2 400 köttbutiker, livsmedelskedjor, grossister, restauranger m.fl. är anslutna till MSA. Landets största livsmedelskedja, Woolworths, anslöt sig 2012 vilket kraftigt ökat efterfrågan på kvalitetssäkrat kött enligt MSA. Under åren har omfattande informationskampanjer om MSA genomförts. Vid en undersökning 2014 kände 55 % av konsumenterna till märkningen och 80 % av dessa ansåg att de litade på märkningen (Condon, 2014).

DISKUSSION

De erfarenheter och resultat kring faktorer som påverkar lammköttets kvalitetsegenskaper som presenterats i rapporten baseras nästan uteslutande på internationella källor. Få studier är utförda under nordiska förhållanden och ännu färre som utgår från svensk lammproduktion och vilken köttkvalitet svenska konsumenter föredrar.

Australien är ett föregångsland som fokuserat på köttkvalitet i alla led från producent till konsument. Australiensarna har grundligt och målmedvetet undersökt vad deras konsumenter vill ha, vad som påverkar köttkvaliteten och hur påverkande faktorer i alla led ska hanteras på bästa sätt. Med den kunskapen som bas har de byggt en kvalitetsstandard för kött, Meat Standards Australia (MSA). När köttkvalitet och konsumenternas önskemål allt mer diskuteras även i Sverige kan svenska köttbranschen dra nytta av andras erfarenheter. Kanske kan vi till och med kopiera över MSA in i ett svenskt kvalitetssystem? Eller finns det skillnader mellan länderna vad gäller både primär-, industri- och handelsled samt konsumenternas önskemål som man måste ta hänsyn till för att ett svenskt kvalitetssäkringssystem ska leda fram till nöjda konsumenter som efterfrågar svenskt lammkött. Några olikheter mellan länders förutsättningar som kan påverka köttkvaliteten kan vara värda att diskutera mer ingående:

Vad är bra kvalitet för svenska konsumenter?

Finns det skillnader i de svenska och australiensiska konsumenternas uppfattning om vad som är önskvärd lammköttkvalitet? Till grund för MSA ligger gedigna undersökningar av konsumenternas åsikter om vad som är deras efterfrågade köttkvalitet. Efter ett stort antal smaktester konstaterades t.ex. att ca 20 % av det testade lammköttet upplevdes som oacceptabelt segt. Följden blev att den australiensiska lammnäringen fokuserade på att ta fram råd och rekommendationer samt regler i kvalitetsstandarden på att förbättra köttets mörhet. Ska en svensk kvalitetsstandard också sträva mot mörare kött? Eller behövs det mer kunskap om det är andra köttkvalitetsparametrar som är viktigare för de svenska konsumenterna innan målen för en standard sätts?

Elstimulering

Det finns skillnader i teknisk utrustning och hantering mellan slakterier i olika länder som kan påverka ätkvaliteten. Ett exempel är elstimulering av slaktkroppen. I Australien där köttbranschen har stort fokus på korrekt pH- och temperatursänkning i slaktkroppen samt rätt mörningstid för att få fram ett mörkt kött är elstimulering mycket vanlig. Tekniken används också i många andra länder som Storbritannien och Norge men i Sverige används metoden inte alls på lamm. Finns det här en förbättringspotential för svensk lammproduktion?

Hållbarhet

Gemensamt för stora köttexporterande länder är att köttets hållbarhet är en viktig konkurrensfaktor. Skillnaden i hållbarhetstid varierar stort, kött från Wales och Sverige har en hållbarhet på ca tre veckor medan kött från Australien och Nya Zeeland anger hållbarhetstider på över 80 dagar för vakuumpackat kött. Skillnaden beror troligen på flera faktorer. En är vilket fokus som läggs på den hygieniska standarden har i all led, en annan är vilken vikt som läggs på att säkerställa korrekt pH- och temperatursänkning i slaktkroppen. Att köttet förvaras i en obruten kylkedja vid optimal temperatur spelar också stor roll och framhålls som en nyckelfaktor i utländsk litteratur. Den svenska lammbranschen har mycket att vinna i konkurrenskraft om köttets hållbarhet blir längre.

Stress

I Australien läggs mycket stor vikt på att djuren ska ha väl fyllda glykogenförråd inför slakten. Rekommendationen är att de ska växa minst 100-150 gram per dag de sista veckorna och att djuren inte får stressas på gården, under transporten eller i slakterier. Allt för att ge förutsättningar för korrekt pH- och temperatursänkning i slaktkroppen och i förlängningen ett mörkt och hållbart kött. Är det lika viktigt med fyllda glykogenförråd för svenska lamm eller är australienska förhållanden mer utmanande och kräver att glykogenförråden är större för att de ska räcka? Det finns

betydande skillnader mellan länderna för flera av de faktorer som stress och fasta som kan påverka djurens glykogenförbrukning innan slakt. I Australien till skillnad från Sverige har en stor andel av lammen inslag av rasen merino som är extra stresskänslig. En annan skillnad är att djuren av hygienskäl i Australien inte utfodras senare än 12 timmar innan leverans från gården till slakteriet för att minska risken för smutsiga djur vid slakt. Transporttiderna mellan gård och slakteri kan vara långa i Australien och det finns risk för temperaturstress i vissa delar av landet. I Sverige kanske djuren inte stressas lika mycket av hantering innan slakt jämfört med Australien då de svenska lammen oftast mer vana vid att hanteras då besättningarna är mindre och djuren oftast är inomhus under vintern.

Skillnader i primärproduktionen

I Sverige är det stora skillnader i utfodring beroende på årstid, sommartid mestadels bete, vintertid ensilage och varierande andel kraftfoder. I Australien är utfodringen ofta mer lika över året och det är även ett krav att slutgödning med kraftfoder ska meddelas slakteriet vid leverans då det är smakpåverkande. Finns det risk för att utfodringen spelar större roll för köttets smak och variation i smak under året i Sverige än i Australien och därför är viktigare att beakta smakpåverkan av utfodringen för den svenska lammproduktionen?

De svenska lammens ålder kan vid slakt variera relativt mycket då de svenska lammen inte delas in i olika klasser beroende på ålder utan alla djur som är under ca ett år klassas som lamm. Speciellt märkbart är det på våren då lamm vid slakten kan vara allt från ca 4 månader till ett år gamla. Ätkvaliteten kan påverkas av djurets ålder och i många andra länder, däribland Australien, delas lammen in i klasser beroende på ålder, t.ex. lamm under eller över 5 månader. En annan skillnad är att i Sverige kastreras inte bagglammen, något som görs i länder utanför nordens som Australien. Flera undersökningar pekar mot att det finns risk för smakförändring när baggarna är äldre än 5-6 månader.

Det är stora skillnader i vilka raser som är vanliga i de olika länderna. Finns det skillnader i t.ex. den intramuskulära fettansättningen hos svenska raser jämfört med australiensiska raser? Hur genetiskt lika är populationerna i respektive länder av internationella raser som suffolk, texel m.fl.?

Framgångsfaktorer

En viktig framgångsfaktor för MSA i Australien är att alla led aktivt samarbetar för att nå samma mål, att utveckla den australiensiska köttkvaliteten för att tillfredsställa konsumenterna önskemål. Producenter, slakterier, styckningsföretag, grossister, butiker och restauranger har identifierat vad som är viktiga påverkande faktorer på köttkvaliteten i var och ens verksamhet. Forskningen och utveckling av avelsmaterial, metoder och best practice i alla led är andra viktiga delar i arbetet. I Sverige har vi inte lika tydligt utvecklat samarbete mellan olika led i kedjan eller med forskningen. Samtidigt är den svenska lammproduktionen mycket liten och antalet aktörer i alla led få jämfört med australiensiska förhållanden. Därför är samverkan sannolikt än viktigare i Sverige för att nå framgång.

En annan betydande framgångsfaktor för att MSA ska anses vara tillförlitligt och uthålligt är att det är en väl genomarbetad och offentlig kvalitetsstandard. Inbyggt i systemet finns manualer, regelbundna oberoende revisioner och ett ständigt pågående förbättringsarbete. Det är inte ett enskilt företags koncept utan drivs av ett fristående bolag som olika företag kan ansluta sig till. KRAV är ett svenskt exempel på organisation liknade MSA. Båda har snarlik uppbyggnad där hela värdekedjan innefattas och båda har tagit fram manualer, underlag för certifiering och kontroll, märkning, marknadsföringsmaterial m.m. även om MSA inte har någon ekologisk inriktning.

ORDLISTA

Musculus infraspinatus – luffarbiff (liten styckningsdetalj som ofta används till färs)

Musculus longissimus dorsi – rygbiff + entrecote

Musculus longissimus lumborum – ryggbiff

Musculus longissimus thoracis - entrecote

Musculus semimembranosus – innanlår (ingår i en stek vid icke urbenat tillstånd)

Musculus semitendinosus – rulle (ingår i en stek vid icke urbenat tillstånd)

Musculus supraspinatus – bogrulle (liten styckningsdetalj som ofta används till färs)

REFERENSER

- ABS (2015). *Livestock and meat, Australia*.
<http://www.abs.gov.au/websitedbs/D3310114.nsf/home/home?opendocument>.
- Adeyemi, K.D. & Sazili, A.Q. (2014). Efficacy of Carcass Electrical Stimulation in Meat Quality Enhancement: A Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(3), pp. 447-456.
- AHDB *Guidelines for the measurement of pH in lamb*. Available at:
http://beefandlamb.ahdb.org.uk/wp/wp-content/uploads/2013/04/guidelinesforthemeasurementofphinlamb_271011.pdf.
- AHDB *SHEEP BRP MANUAL 1 Marketing prime lamb for Better returns*. Available at:
<http://beefandlamb.ahdb.org.uk/wp/wp-content/uploads/2016/01/BRP-Marketing-prime-lamb-manual-1-180116.pdf>.
- AHDB (2017a). *RamCOMPARE Signet*: AHDB.
- AHDB (2017b). *UK Yearbook 2017*: AHDB.
- Alliancegroup *Alliance Group Research into Lamb Meat Quality*. Available at:
http://www.alliance.co.nz/PDF/Lamb_Meat_Quality_booklet.pdf.
- AMPC *Fact sheet - intramuscular fat %*. Available at:
<http://www.ampc.com.au/resources/factsheets/food-safety-meat-science-market-access-marketing-and-customer-related-information>.
- AMPC *Fact sheet . Lamb Eating Quality*. Available at:
<http://www.ampc.com.au/resources/factsheets/food-safety-meat-science-market-access-marketing-and-customer-related-information>.
- AMPC (2015a). *Fact sheet - intramuscular fat %*. Available at:
<http://www.ampc.com.au/resources/factsheets/food-safety-meat-science-market-access-marketing-and-customer-related-information>.
- AMPC *Fact sheet - lamb carcass composition*. Available at:
<http://www.ampc.com.au/resources/factsheets/food-safety-meat-science-market-access-marketing-and-customer-related-information>.
- Anderson, F., Pannier, L., Pethick, D.W. & Gardner, G.E. (2015). Intramuscular fat in lamb muscle and the impact of selection for improved carcass lean meat yield. *animal*, 9(6), pp. 1081-1090.
- Anderson, F., Pethick, D.W. & Gardner, G.E. (2015c). The correlation of intramuscular fat content between muscles of the lamb carcass and the use of computed tomography to predict intramuscular fat percentage in lambs. *animal*, 9(07), pp. 1239-1249.
- Andrés, S., Huerga, L., Mateo, J., Tejido, M.L., Bodas, R., Morán, L., Prieto, N., Rotolo, L. & Giráldez, F.J. (2014). The effect of quercetin dietary supplementation on meat oxidation processes and texture of fattening lambs. *Meat Science*, 96(2, Part A), pp. 806-811.
- Animalia *Reint Dyr-Rein Skrott*. Available at:
<https://www.animalia.no/no/samfunn/mattrygghet2/klipping-av-sau-og-lam/>.
- Animalia *Klipping av sau og lam*. Available at:
<https://www.animalia.no/no/samfunn/mattrygghet2/klipping-av-sau-og-lam/>.
- Arsenos, G., Banos, G., Fortomaris, P., Katsaounis, N., Stamataris, C., Tsaras, L. & Zygyiannis, D. (2002). Eating quality of lamb meat: Effects of breed, sex, degree of maturity and nutritional management. *Meat Science*, 60(4), pp. 379-387.
- Arvidsson-Segerkvist, K. (2016). *Hur påverkas slaktvikt och skinnkvalitet hos lamm av övernattnig på slakteriet?*). Stiftelsen lantbruksforskning.
- AUS-MEAT (2016). *HANDBOOK OF AUSTRALIAN SHEEPMATE PROCESSING*.
https://www.ausmeat.com.au/WebDocuments/Producer_HAP_Sheepmeat_Small.pdf.: AUS-MEAT.
- AWI, M. *MODULE 3: Market Focused Lamb and Sheepmeat Production*.
- Bellés, M., Alonso, V., Roncalés, P. & Beltrán, J.A. (2017). A review of fresh lamb chilling and preservation. *Small Ruminant Research*, 146, pp. 41-47.
- Berg, C., Axelsson, T. (2010). *Djurskydd vid slakt – ett kontrollprojekt Livsmedelsverket*.
- Beriain, M.J., Purroy, A., Treacher, T. & Bas, P. (2000). Effect of animal and nutritional factors and nutrition on lamb meat quality. In: Ledin, I. & Morand-Fehr, P. (eds) *Sheep and goat nutrition: Intake, digestion, quality of products and rangelands*. (Cahiers Options

- Méditerranéennes, 52) Zaragoza : CIHEAM, pp. 75-86. Available from: <http://om.ciheam.org/om/pdf/c52/00600313.pdf>.
- Bond, J.J., Can, L.A. & Warner, R.D. (2004). The effect of exercise stress, adrenaline injection and electrical stimulation on changes in quality attributes and proteins in Semimembranosus muscle of lamb. *Meat Science*, 68(3), pp. 469-477.
- Borton, R.J., Loerch, S.C., McClure, K.E. & Wulf, D.M. (2005). Comparison of characteristics of lambs fed concentrate or grazed on ryegrass to traditional or heavy slaughter weights. I. Production, carcass, and organoleptic characteristics. *Journal of Animal Science*, 83(3), pp. 679-685.
- Campbell, A.W., Mac Lennan, G., Lindsay, S., Behrent, M.R., Cheong, I. & Kerslake, J.I. (2012). Exploring the effects of growth rate and meat yield on lamb meat quality. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 72, pp. 150-151.
- Carrasco, S., Panea, B., Ripoll, G., Sanz, A. & Joy, M. (2009). Influence of feeding systems on cortisol levels, fat colour and instrumental meat quality in light lambs. *Meat Science*, 83(1), pp. 50-56.
- Cheng, W., Cheng, J.-H., Sun, D.-W. & Pu, H. (2015). Marbling Analysis for Evaluating Meat Quality: Methods and Techniques. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(5), pp. 523-535.
- Cloete, J.J.E., Cloete, S.W.P., Olivier, J.J. & Hoffman, L.C. (2007). Terminal crossbreeding of Dorper ewes to Ile de France, Merino Landsheep and SA Mutton Merino sires: Ewe production and lamb performance. *Small Ruminant Research*, 69(1-3), pp. 28-35.
- Condon, J. *MSA sheepmeat grading numbers hits 6 million head*.
- Coombs, C.E.O., Holman, B.W.B., Friend, M.A. & Hopkins, D.L. (2017). Long-term red meat preservation using chilled and frozen storage combinations: A review. *Meat Science*, 125, pp. 84-94.
- Craigie, C.R., Lambe, N.R., Richardson, R.I., Haresign, W., Maltin, C.A., Rehfeldt, C., Roehe, R., Morris, S.T. & Bunger, L. (2012). The effect of sex on some carcass and meat quality traits in Texel ewe and ram lambs. *Animal Production Science*, 52(7), pp. 601-607.
- Cymru, H.C., Roden, J. & Haresign, W. (2008). A Comparison of the Performance of New Zealand Suffolks with UK Suffolks in a Welsh lowland Environment A project funded by.
- Cymru, H.H.C. *Lamb Producers' Handbook "From Gate to Plate"*. Available at: <http://www.hccmpw.org.uk/medialibrary/pdf/291.pdf>.
- Cymru, H.H.C. *Extending the shelf life of PGI Welsh Lamb*. Available at: <http://hccmpw.org.uk/index.php/tools/required/files/download?fID=4503>.
- Cymru, H.H.C. *Maximising carcass value for the benefit of the whole supply chain*. Available at: <http://hccmpw.org.uk/index.php/tools/required/files/download?fID=4587>.
- Cymru, H.H.C. *Fact Sheet Presenting clean livestock for slaughter*. Available at: <http://hccmpw.org.uk/index.php/tools/required/files/download?fID=5969>.
- Clean Livestock Policy for sheep (2017). www.agriculture.gov.ie/.
- Díaz, M.T., Velasco, S., Pérez, C., Lauzurica, S., Huidobro, F. & Cañeque, V. (2003). Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Science*, 65(4), pp. 1247-1255.
- Rådets förordning (EG) nr 1099/2009 om skydd av djur vid tidpunkten för avlivning (2009).
- Einarsson, E.E., E.; Smith, C.; Jónmundsson, J. (2014). The ability of video image analysis to predict lean meat yield and EUROP score of lamb carcasses. *animal*, 8(7), pp. 1170-1177.
- Elitlamm *Årsstatistik 2016*. Available at: www.elitlamm.com.
- Fisher, A.V., Enser, M., Richardson, R.I., Wood, J.D., Nute, G.R., Kurt, E., Sinclair, L.A. & Wilkinson, R.G. (2000). Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed × production systems. *Meat Science*, 55(2), pp. 141-147.
- Fowler, S.M., Hoban, J.M., van de Ven, R., Gardner, G., Pethick, D.W. & Hopkins, D.L. (2017). The effect of lamb carcass weight and GR depth on the production of value-added cuts – A short communication. *Meat Science*, 131, pp. 139-141.
- Gallo, C., Lizondo, G. & Knowles, T.G. (2003). Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Veterinary Record*, 152(12), pp. 361-364.

- 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), pp. 175-182.
- Grill, L., Ringdorfer, F., Baumung, R. & Fuerst-Waltl, B. (2015). Evaluation of ultrasound scanning to predict carcass composition of Austrian meat sheep. *Small Ruminant Research*, 123(2), pp. 260-268.
- Hadley, P. *Eblex Bullentin 2015 Abattoir and Meat Processor Monitoring pH for meat-eating quality*.
- Hanekom, Y. (2010). The effect of extensive and intensive production systems on the meat quality and carcass characteristics of Dohne Merino lambs [Unpublished].
- HKScan *Leveransinfo lamm*. Available at: <http://www.hkscanagri.se/inkop-djur/affarsvillkor-lamm/>.
- Hocquette, J.F., Gondret, F., Baza, E., Mdale, F., Jurie, C. & Pethick, D.W. (2010). Intramuscular fat content in meat-producing animals: Development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *animal*, 4(2), pp. 303-319.
- Hopkins, D., Holst, P., Hall, D. & Atkinson, W. (1995). Carcass and meat quality of second-cross cryptorchid lambs grazed on chicory (<I>Cichorium intybus</I>) or lucerne (<I>Medicago sativa</I>). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 35(6), pp. 693-697.
- Hopkins, D.L. & Fogarty, N.M. (1998). Diverse lamb genotypes—2. Meat pH, colour and tenderness. *Meat Science*, 49(4), pp. 477-488.
- Hopkins, D.L., Fogarty, N.M. & Mortimer, S.I. (2011). Genetic related effects on sheep meat quality. *Small Ruminant Research*, 101(1–3), pp. 160-172.
- Hopkins, D.L., Hegarty, R.S. & Farrell, T.C. (2005b). Relationship between sire estimated breeding values and the meat and eating quality of meat from their progeny grown on two planes of nutrition. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45(5), pp. 525-533.
- Hopkins, D.L., Hegarty, R.S., Walker, P.J. & Pethick, D.W. (2006). Relationship between animal age, intramuscular fat, cooking loss, pH, shear force and eating quality of aged meat from sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46(7), pp. 879-884.
- Hopkins, D.L. & Mortimer, S.I. (2014). Effect of genotype, gender and age on sheep meat quality and a case study illustrating integration of knowledge. *Meat Science*, 98(3), pp. 544-555.
- Hopkins, D.L., Stanley, D.F., Martin, L.C., Toohey, E.S. & Gilmour, A.R. (2007c). Genotype and age effects on sheep meat production 3. Meat quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(10), pp. 1155-1164.
- Hopkins, D.L., Walker, P.J., Thompson, J.M. & Pethick, D.W. (2005a). Effect of sheep type on meat and eating quality of sheep meat. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45(5), pp. 499-507.
- J, H. (2010). *Effects of chicory on sensory carcass quality in lambs, SAC 56020021*.
- Jacob, R.H., Pethick, D.W., Ponnampalam, E., Speijers, J. & Hopkins, D.L. (2006). The hydration status of lambs after lairage at two Australian abattoirs. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46(7), pp. 909-912.
- Jandasek, J., Milerski, M. & Lichovnikova, M. (2014). Effect of sire breed on physico-chemical and sensory characteristics of lamb meat. *Meat Science*, 96(1), pp. 88-93.
- Jarvis, A., Harrington, D. & Cockram, M. (1996). Effect of source and lairage on some behavioural and biochemical measurements of feed restriction and dehydration in cattle at a slaughterhouse. *Applied Animal Behaviour Science*, 50(1), pp. 83-94.
- Johansen, J., Aastveit, A.H., Egelanddal, B., Kvaal, K. & Røe, M. (2006). Validation of the EUROP system for lamb classification in Norway; repeatability and accuracy of visual assessment and prediction of lamb carcass composition. *Meat Science*, 74(3), pp. 497-509.
- Knight, M.I., Daetwyler, H.D., Hayes, B.J., Hayden, M.J., Ball, A.J., Pethick, D.W. & McDonagh, M.B. (2014). An independent validation association study of carcass quality, shear force, intramuscular fat percentage and omega-3 polyunsaturated fatty acid content with gene markers in Australian lamb. *Meat Science*, 96(2, Part B), pp. 1025-1033.
- Lambe, N., Navajas, E., A. Mclean, K., Simm, G. & Bünger, L. (2007). Changes in carcass traits during growth in lambs of two contrasting breeds, measured using computer tomography. *Livestock Science*, 107, pp. 37-52.

- Lambe, N.R., Conington, J., Bishop, S.C., McLean, K.A., Bünger, L., McLaren, A. & Simm, G. (2008). Relationships between lamb carcass quality traits measured by X-ray computed tomography and current UK hill sheep breeding goals. *animal*, 2(1), pp. 36-43.
- Lambe, N.R., Macfarlane, J.M., Richardson, R.J., Matika, O., Haresign, W. & Bünger, L. (2010). The effect of the Texel muscling QTL (TM-QTL) on meat quality traits in crossbred lambs. *Meat Science*, 85(4).
- Lind, V., Berg, J., Eik, L.O., Møllmann, J., Haugland, E., Jørgensen, M. & Hersleth, M. (2009). Meat quality of lamb: Pre-slaughter fattening on cultivated or mountain range pastures. *Meat Science*, 83(4), pp. 706-712.
- Lind, V., Berg, J., Eilertsen, S.M., Hersleth, M. & Eik, L.O. (2011). Effect of gender on meat quality in lamb from extensive and intensive grazing systems when slaughtered at the end of the growing season. *Meat Science*, 88(2), pp. 305-310.
- 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), pp. 952-958.
- Liu, H.W., Zhong, R.Z., Zhou, D.W., Sun, H.X. & Zhao, C.S. (2012). Effects of lairage time after road transport on some blood indicators of welfare and meat quality traits in sheep. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(6), pp. 1127-1135.
- Lorentzen, T.K.V., O. (2012). Genetic and phenotypic analysis of meat quality traits in lamb and correlations to carcass composition. *Livestock Science*, 143(2-3), pp. 201-209.
- Lowe, T.E., Peachey, B.M. & Devine, C.E. (2002). The effect of nutritional supplements on growth rate, stress responsiveness, muscle glycogen and meat tenderness in pastoral lambs. *Meat Science*, 62(4), pp. 391-397.
- Mateescu, R.G., Garrick, D.J., Garmyn, A.J., Vanoverbeke, D.L., Mafi, G.G. & Reecy, J.M. (2015). Genetic parameters for sensory traits in longissimus muscle and their associations with tenderness, marbling score, and intramuscular fat in Angus cattle. *Journal of Animal Science*, 93(1), pp. 21-27.
- Matthews, K.R., Ford, L *Review of published literature and unpublished research on factors influencing lamb quality*.
- McClelland, T.H., Bonaiti, B. & Taylor, C.S. (1976). *Breed differences in body composition of equally mature sheep*(23).
- McLean, B.W., B.; Tudor, H. (2007). *Crossbred lamb production in the hills*). HCCMPW Hybu Cig Cymru: Institute of Rural Sciences University of Wales, Aberystwyth.
- McPhail, N.G., Stark, J.L., Ball, A.J. & Warner, R.D. (2014). Factors influencing the occurrence of high ultimate pH in three muscles of lamb carcasses in Australia. *Animal Production Science*, 54(10), pp. 1853-1859.
- MLA (2005). *Live assessment yard book Sheep and lamb*). www.mla.com.au.
- MLA (2015). Meat Standards Australia sheepmeat information kit. https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/marketing-beef-and-lamb/documents/meat-standards-australia/msa-tt-sheepmeat-sep15-complete_web.pdf.
- MLA (2015a). *Meat Standards Australia sheepmeat information kit*). <http://www.mla.com.au/News-and-events/Publications>.
- MLA *On Farm Food Safety Strategies*.
- MLA (2016a). *Shelf life of Australian red meat Second edition*). www.mla.com.au.
- MLA (2016b). *Standards Manual Section 8: Standards manual for Processor (Sheep and MSA beef optimisation)*. https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/marketing-beef-and-lamb/documents/meat-standards-australia/section_8_processors_msa_standards_manual.pdf.
- MLA (2017b). *Standards Manual Section 5: Livestock Supply Livestock Supply- outlines the requirements for supplying eligible MSA cattle and sheep*. . https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/marketing-beef-and-lamb/documents/meat-standards-australia/section_5_livestocksupply_msa_standards_manual.pdf.
- MLA (2017c). *Australian sheep, Industry projections 2017, august update*). www.mla.com.au.
- MLA (2017d). *Meat standard australia annual outcomes report 2016-17*). www.mla.com.au.

- Montossi, F., Font-i-Furnols, M., del Campo, M., San Julián, R., Brito, G. & Sañudo, C. (2013). Sustainable sheep production and consumer preference trends: Compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. *Meat Science*, 95(4), pp. 772-789.
- Mortimer, S.I., van der Werf, J.H.J., Jacob, R.H., Hopkins, D.L., Pannier, L., Pearce, K.L., Gardner, G.E., Warner, R.D., Geesink, G.H., Hocking Edwards, J.E., Ponnampalam, E.N., Ball, A.J., Gilmour, A.R. & Pethick, D.W. (2014). Genetic parameters for meat quality traits of Australian lamb meat. *Meat Science*, 96(2, Part B), pp. 1016-1024.
- Mottram, D.S. (1998). Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chemistry*, 62(4), pp. 415-424.
- Muir, P.D.T., B. C. (2008). *A review of dressing out percentage in New Zealand livestock*. <https://www.mpi.govt.nz>: On-Farm Research Ltd for the Ministry of Agriculture and Forestry.
- Mushi, D.E., Eik, L.O., Sørheim, O. & Ådnøy, T. (2008). Effects of concentrate feeding systems, genotype and sex on productive performance and meat quality of Norwegian lambs. *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Sciences*, 58(1), pp. 23-30.
- Navajas, E.A., Lambe, N.R., Fisher, A.V., Nute, G.R., Bünger, L. & Simm, G. (2008). Muscularity and eating quality of lambs: Effects of breed, sex and selection of sires using muscularity measurements by computed tomography. *Meat Science*, 79(1), pp. 105-112.
- Newton, K.G. & Gill, C.O. (1981). The microbiology of DFD fresh meats: A review. *Meat Science*, 5(3), pp. 223-232.
- Pannier, L., Gardner, G.E., Pearce, K.L., McDonagh, M., Ball, A.J., Jacob, R.H. & Pethick, D.W. (2014a). Associations of sire estimated breeding values and objective meat quality measurements with sensory scores in Australian lamb. *Meat Science*, 96(2, Part B), pp. 1076-1087.
- Pannier, L., Pethick, D.W., Geesink, G.H., Ball, A.J., Jacob, R.H. & Gardner, G.E. (2014b). Intramuscular fat in the longissimus muscle is reduced in lambs from sires selected for leanness. *Meat Science*, 96(2, Part B), pp. 1068-1075.
- Park, R.J., Corbett, J.L. & Furnival, E.P. (1972a). Flavour differences in meat from lambs grazed on lucerne (*Medicago sativa*) or phalaris (*Phalaris tuberosa*) pastures. *The Journal of Agricultural Science*, 78(01), pp. 47-52.
- Park, R.J., Spurway, R.A. & Wheeler, J.L. (1972b). Flavour differences in meat from sheep grazed on pasture or winter forage crops. *The Journal of Agricultural Science*, 78(01), pp. 53-56.
- Pearce, K. (2016). *Improving Lamb Lean Meat Yield, A technical guide for the Australian lamb and sheep meat supply chain*. https://www.sheepcrc.org.au/files/pages/publications/publications/improving-lamb-lean-meat-yield/Lean_Meat_Yield_Manual_-_Web_Feb16.pdf: Sheep CRC.
- 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), pp. 517-524.
- Prescott, J., Young, O. & O'Neill, L. (2001). The impact of variations in flavour compounds on meat acceptability: a comparison of Japanese and New Zealand consumers. *Food Quality and Preference*, 12(4), pp. 257-264.
- 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), pp. 179-185.
- QMS *Lamb Eating Quality Summary of Good Practice Scotch Lamb*.
- Roehe, R.M., C.; Clarkson, A (2013). *AHDB Understanding the inefficiency of too much fat*. AHDB EBLEX: AHDB.
- Sañudo, C., Enser, M.E., Campo, M.M., Nute, G.R., María, G., Sierra, I. & Wood, J.D. (2000). Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science*, 54(4), pp. 339-346.
- Sañudo, C., Nute, G.R., Campo, M.M., María, G., Baker, A., Sierra, I., Enser, M.E. & Wood, J.D. (1998a). Assessment of commercial lamb meat quality by British and Spanish taste panels. *Meat Science*, 48(1-2), pp. 91-100.
- Sañudo, C., Sanchez, A. & Alfonso, M. (1998b). Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science*, 49(SUPPL. 1), pp. S29-S64.

- Shackelford, S.D., Leymaster, K.A., Wheeler, T.L. & Koohmaraie, M. (2012). Effects of breed of sire on carcass composition and sensory traits of lamb. *Journal of Animal Science*, 90(11), pp. 4131-4139.
- Shackelford, S.D., Wheeler, T.L. & Koohmaraie, M. (2004b). Evaluation of sampling, cookery, and shear force protocols for objective evaluation of lamb longissimus tenderness. *Journal of Animal Science*, 82(3), pp. 802-807.
- SJV (2001). *Putsning av slaktkroppar*. www.jordbruksverket.se
- SJVFS 2004:88 Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 1998:127) om klassificering av slaktkroppar; Sak nr O 40 (2004). www.jordbruksverket.se Statens jordbruksverks författningssamling.
- SJV (2005). *Klassificering av slaktkroppar*. www.jordbruksverket.se
- SJVFS 2010:2 Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om transport av levande djur; Sak nr L5 (2010). www.jordbruksverket.se
- SJV (2012). *Svensk fårnäring, en lägesrapport Statistikrapport 2012:07*. www.jordbruksverket.se
- SJVFS 2012:27 Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om slakt och annan avlivning av djur; Sak nr L22 (2012b). www.jordbruksverket.se Statens jordbruksverks författningssamling.
- SJV (2016). *Statistik gällande köttklassificering rapport 2016*. www.jordbruksverket.se
- SJV (2017a). Viktsbaserad slaktstatistik 2016. In: Arne Andersson, K.D. (ed).
- SJV (2017b). *Slaktstatistik 2017 kv 3* www.jordbruksverket.se
- SJV (2017c). *Andelen lamm som slaktas på försommaren ökar. Jordbruket i siffror 170117*. <http://www.jordbruksverket.se/>.
- SJV (2017e). *De större fårbesättningarna minskar i antal. Jordbruket i siffror 171003*. <http://www.jordbruksverket.se/>.
- SJV (2017f). *Produktionens storlek och priset på lammkött varierar under året. Jordbruket i siffror 171004*. <http://www.jordbruksverket.se/>.
- SJV (2017h). *Jordbruksstatistik sammanställning 2017, kap 6 Husdjur*. www.jordbruksverket.se
- SJV (2017i). Antal får och besättningar juni 2016. In: Anders Grönvall, S., Statistikenheten (ed).
- SJVFS 2017:26 Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om fårhållning inom lantbruket m.m.; Sak nr L107 (2017j). www.jordbruksverket.se Statens jordbruksverks författningssamling.
- SJV (2017k). *Jordbruksverket Hotade husdjursraser 2017*. www.jordbruksverket.se
- SJV (2017l). *Animalieproduktion 2017:12 Statistiska Meddelanden JO 48 SM 1802* www.jordbruksverket.se
- Sjödén, E.H., K-E.; Sundås, S. (2008). *Får*. (Natur och Kultur Allmänlitteratur.
- LIVSFS 2002:27 Föreskrifter om ändring i Livsmedelsverkets föreskrifter och allmänna råd (SLVFS 1996:32) om slakt av tamboskap och hägnat vilt; ; H 190 (2002). www.livsmedelsverket.se Livsmedelsverkets författningssamling.
- Snowder, G.D., SK. (2003). Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass, and palatability characteristics. *Journal of Animal Science*, 81(2), pp. 368-375.
- SRUC *Morrison's and SRUC Join Forces to Reduce Waste and Increase Taste in UK Lamb Production*. Available at: <http://www.sruc.ac.uk/news/article/1075/>.
- Stenberg, H. *Ett svenskt system för kvalitetsklassificering av nötkött. Matlandet Sverige Dnr 19-10925/12*.
- Sutherland, M.A., J. (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), pp. 3113-3116.
- Teagasc *Clean livestock Policy for Sheep A Guide for Sheep Producers* Available at: <https://www.teagasc.ie/publications/2017/clean-livestock-policy-for-sheep-a-guide-for-sheep-producers.php>.
- Teixeira, A., Batista, S., Delfa, R. & Cadavez, V. (2005). Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. *Meat Science*, 71(3), pp. 530-536.

- Valsta, L.M., Tapanainen, H. & Männistö, S. (2005). Meat fats in nutrition. *Meat Science*, 70(3 SPEC. ISS.), pp. 525-530.
- Warriss, P.D. (2009). *Meat science: an introductory text*. Wallingford: CABI Publishing.
- 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), pp. 3561-3579.
- 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), pp. 594-599.
- Veiseth, E., Shackelford, S.D., Wheeler, T.L. & Koohmaraie, M. (2004). Factors regulating lamb longissimus tenderness are affected by age at slaughter. *Meat Science*, 68(4), pp. 635-640.
- Wheeler, J.L., Park, R.J., Spurway, R.A. & Ford, A.L. (1974). Variation in the effects of forage rape on meat flavour in sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 83(03), pp. 569-571.
- Wiese, S.C., Pethick, D.W., Milton, J.T.B., Davidson, R.H., McIntyre, B.L. & D'Souza, D.N. (2005). Effect of teeth eruption on growth performance and meat quality of sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45(5), pp. 509-515.
- Vipond, J.E., Marie, S. & Hunter, E.A. (1995). Effects of clover and milk in the diet of grazed lambs on meat quality. *Animal Science*, 60(02), pp. 231-238.
- Våge, I.B., I. (2010). A nonsense mutation in the beta-carotene oxygenase 2 (BCO2) gene is tightly associated with accumulation of carotenoids in adipose tissue in sheep (*Ovis aries*). *BMC Genetics*, 11, pp. 10-10.
- Young, O.A., Berdagué, J.L., Viallon, C., Rousset-Akrim, S. & Theriez, M. (1997). Fat-borne volatiles and sheepmeat odour. *Meat Science*, 45(2), pp. 183-200.
- Young, O.A., Hopkins, D.L. & Pethick, D.W. (2005). Critical control points for meat quality in the Australian sheep meat supply chain. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45(5), pp. 593-601.
- Young, O.A., Lane, G.A., Podmore, C., Fraser, K., Agnew, M.J., Cummings, T.L. & Cox, N.R. (2006). Changes in composition and quality characteristics of ovine meat and fat from castrates and rams aged to 2 years. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 49(4), pp. 419-430.
- 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), pp. 6-9.
- Ådnøy, T., Haug, A., Sørheim, O., Thomassen, M.S., Varszegi, Z. & Eik, L.O. (2005). Grazing on mountain pastures-does it affect meat quality in lambs? *Livestock Production Science*, 94(1-2), pp. 25-31.

BILAGOR

Bilaga 1. Förslag på faktorer som påverkar utvalda kvalitetsegenskaper

Egenskap	Uppfödare	Transport	Slakt (t o m nedkylning)	Led efter nedkylning
Allmänt	<ul style="list-style-type: none"> • Ansluten till KS¹⁾ • Utbildning i KS¹⁾ • Krav på dokumentation 	<ul style="list-style-type: none"> • Ansluten till KS¹⁾ • Utbildning i KS¹⁾ • KS¹⁾ krav (fordon) • Krav på dokumentation 	<ul style="list-style-type: none"> • Ansluten till KS¹⁾ • Utbildning i KS¹⁾ • KS¹⁾ krav på lokaler (utformning, hygien m.m.) • Krav på dokumentation 	<ul style="list-style-type: none"> • Ansluten till KS¹⁾ • Utbildning i KS¹⁾ • KS¹⁾ krav på lokaler (utformning, hygien m.m.) • Krav på dokumentation
Slaktkroppsstorlek	<ul style="list-style-type: none"> • Lägsta levandevikt vid leverans • Slaktmogna lamm²⁾ 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Lägsta slaktkroppsvid inom djurkategori • Korrekt slakt, putsning och klassning (SJV) 	-
Kroppsform	<ul style="list-style-type: none"> • Slaktmogna lamm²⁾ • Ras 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Lägsta acceptabla kroppsformklass • Korrekt slakt, putsning och klassning (SJV) 	
Fettklass	<ul style="list-style-type: none"> • Slaktmogna lamm²⁾ 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Acceptabelt intervall fettklass, t ex 2-3+ • Korrekt slakt, putsning och klassning (SJV) 	
Smak	<ul style="list-style-type: none"> • Slaktmogna lamm²⁾ • Lammtillväxt (gram per dag) innan slakt • Minimal stress vid hantering några veckor innan slakt³⁾ • Deklaration uppfödningens form 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimal stress vid hantering 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceptabelt intervall fettklass • 2 djurkategori • Bagglamm > x m ej acceptabelt • Minimal stress vid hantering • Kontroll av hygien, temp o pH sänkning, kylrumstemperatur 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontroll flöde, hygien vid putsning och packning • Kyltemperatur, obruten kylkedja • Max antal dagars hållbarhet • Följer information om effekten av uppfödningens form på smaken med till konsument?
Mörhet	<ul style="list-style-type: none"> • Slaktmogna lamm²⁾ • Lammtillväxt (gram per dag) innan slakt • Minimal stress vid hantering några veckor innan slakt³⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimal stress vid hantering 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceptabelt intervall fettklass • 2 djurkategori • Minimal stress vid hantering • Elstimulering, hängningsmetod • Kontroll av hygien, temp o pH sänkning, kylrumstemperatur 	<ul style="list-style-type: none"> • Kyltemperatur, obruten kylkedja • Kontroll lägsta antal mörningsdagar innan konsumtion

¹⁾KS=Kvalitetsstandard ²⁾ Slaktmogna lamm= lamm av efterfrågad storlek, kroppsformklass och fettklass ³⁾Minimal stress vid hantering några veckor innan slakt= inte blandas med nya djur, inte vallas i onödan, tillgång till vatten, foder och skydd, inte klippas

Bilaga 1, forts. Förslag på faktorer som påverkar utvalda kvalitetsegenskaper

Egenskap	Uppfödare	Transport	Slakt (t o m nedkylning)	Led efter nedkylning
Saftighet	<ul style="list-style-type: none"> • Slaktmogna lamm²⁾ • Lammtillväxt (gram per dag) innan slakt • Minimal stress vid hantering några veckor innan slakt³⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimal stress vid hantering 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceptabelt intervall fettklass • Minimal stress vid hantering • Kontroll av hygien, temp o pH sänkning, kylrumstemperatur 	<ul style="list-style-type: none"> • Kyltemperatur, obruten kylkedja • Obruten kylkedja
Hållbarhet	<ul style="list-style-type: none"> • Rena lamm, lägsta nivå • Slaktmogna lamm²⁾ • Lammtillväxt (gram per dag) innan slakt • Minimal stress vid hantering några veckor innan slakt³⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • Rena lamm, lägsta nivå • Utformning av transportfordon samt rengöring och strömängd • Minimal stress vid hantering 	<ul style="list-style-type: none"> • Rena lamm, lägsta nivå • Utformning gångar, golv, strömängd • Minimal stress vid hantering • Kontroll av hygien, temp o pH sänkning, kylrumstemperatur • Korrekt flöde, hygien, hantering vid slakt, avhudning, putsning, kylning 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontroll flöde, hygien vid putsning, styckning och packning, kyltemperatur • Obruten kylkedja • Max antal dagars hållbarhet

¹⁾KS=Kvalitetssystem ²⁾ Slaktmogna lamm= lamm av efterfrågad storlek, kroppsformsklass och fettklass ³⁾Minimal stress vid hantering några veckor innan slakt= inte blandas med nya djur, inte vallas i onödan, tillgång till vatten, foder och skydd, inte klippas

Bilaga 2. Förslag på utbildningar som kan vara relevanta för att öka kunskapen om utvalda kvalitetsegenskaper

Egenskap	Uppfödare	Transport	Slakt (t o m nedkyllning)	Led efter nedkyllning
Allmänt	<ul style="list-style-type: none"> • KS¹⁾, Standard, dokumentation • Produktionsplanering • Allmänt vad är köttkvalitet? 	<ul style="list-style-type: none"> • KS¹⁾, Standard, dokumentation 	<ul style="list-style-type: none"> • KS¹⁾, Standard, dokumentation 	<ul style="list-style-type: none"> • KS¹⁾, Standard, dokumentation
Slaktkroppsstorlek	<ul style="list-style-type: none"> • Grundläggande om utfodring, parasiter • Slaktmognadsbedömning²⁾ • Vad påverkar slaktutbyte? • Produktionsplanering och uppföljning 			
Kroppsförm	<ul style="list-style-type: none"> • Grundläggande om utfodring, parasiter • Slaktmognadsbedömning²⁾ • Påverkan av ras 			
Fettklass	<ul style="list-style-type: none"> • Hur fungerar fettansättningen och vad påverkar den? • Slaktmognadsbedömning²⁾ • IMF⁴⁾ betydelse för ätkvalitet 			
Smak	<ul style="list-style-type: none"> • Slaktmognadsbedömning²⁾ • IMF⁴⁾ betydelse för ätkvalitet • Hur få lamm att växa minst x g/d.? • Hantering med låg stress³⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • Hantering låg stress 	<ul style="list-style-type: none"> • Hantering låg stress • Kyltemperaturer, pH sänkning • Hygienens betydelse för smaken 	<ul style="list-style-type: none"> • Hantering putsning, mörningskylning, hygien, packningsmetoder • Obruten kylkedja
Mörhet	<ul style="list-style-type: none"> • Slaktmognadsbedömning²⁾ • IMF⁴⁾ betydelse för ätkvalitet • Hur få lamm att växa minst x g/d.? • Hantering med låg stress³⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • Hantering låg stress 	<ul style="list-style-type: none"> • Hantering låg stress • Kyltemperaturer, pH sänkning • Effekt av elstimulering, hängningsmetod • Hantering mörningskylning 	<ul style="list-style-type: none"> • Hantering mörningskylning
Saftighet	<ul style="list-style-type: none"> • Slaktmognadsbedömning²⁾ • IMF⁴⁾ betydelse för ätkvalitet • Hur få lamm att växa minst x g/d.? • Hantering med låg stress³⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • Hantering låg stress 	<ul style="list-style-type: none"> • Hantering låg stress • Kyltemperaturer, pH sänkning 	<ul style="list-style-type: none"> • Obruten kylkedja
Hållbarhet	<ul style="list-style-type: none"> • Renhetsbedömning • Hur hålla djur rena • Slaktmognadsbedömning²⁾ • Hur få lamm att växa minst x g/d? • Hantering med låg stress³⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> • Renhetsbedömning • Hur hålla djur rena på transporten? • Hantering låg stress 	<ul style="list-style-type: none"> • Renhetsbedömning • Hur hålla djur rena i slakteriet? • Hantering låg stress • Korrekt flöde, hygien, hantering putsning, mörningskylning, packningsmetoder 	<ul style="list-style-type: none"> • Hantering putsning, mörningskylning, hygien, packningsmetoder • Obruten kylkedja • Vad påverkar hållbarhetstiden

¹⁾KS=Kvalitetssystem ²⁾Slaktmogna lamm= lamm av efterfrågad storlek, kroppsformsklass och fettklass ³⁾Minimal stress vid hantering några veckor innan slakt= inte blandas med nya djur, inte vallas i onödan, tillgång till vatten, foder och skydd, inte klippas ⁴⁾IMF=intramuskulärt fett

Bilaga 3. Förslag på undersökningar, uppföljningar och forskning för att ökad kunskap om utvalda kvalitetsegenskaper och vad som påverkar dem

Egenskap	Uppfödare	Transport	Slakt (t o m nedkylning)	Led efter nedkylning
Slakt-kropps storlek	<ul style="list-style-type: none"> • Vad är normalt slakutbyte beroende på ras, uppfödningsform m.m.? • Vad påverkar slaktutbytet för svenska lamm? • Skillnad i slaktkroppsstorlek beroende på slaktmånad, region, leverantör? • Intervjustudie, varför levereras för små djur, vad kan göras bättre mm. 		<ul style="list-style-type: none"> • Vad är optimal slaktkroppsstorlek? • Hur påverkas antal kilo slaktad och styckad vikt per timme beroende på slaktkroppsstorlek? 	
Kroppsform	<ul style="list-style-type: none"> • Vad är normalt kroppsform beroende på ras, uppfödningsform m.m.? • Vad påverkar kroppsformen på svenska lamm? • Skillnad i kroppsformsklassning beroende på slaktmånad, region, leverantör? 		<ul style="list-style-type: none"> • Hur stor är skillnaden i andel benfritt kött mellan olika klasser vid en och samma slaktvikt i Sverige? • Vad är optimal kroppsform (teknik, förpackning)? 	<ul style="list-style-type: none"> • Vad är optimal kroppsform (teknik, förpackning, konsument)?
Fett klassning	<ul style="list-style-type: none"> • Vad är normal fettklassning i Sverige beroende på ras, uppfödning m.m.? • Skillnad i fettklassning beroende på månad, region, leverantör? • Hur mycket putsfett är normalt vid olika fettklassningar i Sverige? • Hur påverkas fettansättning av svenska produktionsförhållanden? • Är det olika fettansättning och mängd intramuskulärt fett mellan svenska raser? 		<ul style="list-style-type: none"> • Vad är optimal fettgrupp beroende på putsningsbehov, mängd oanvändbar produkt, konsumentens önskemål, kylningshastighet m.m.? • Hur stor är skillnaden i andel putsfett mellan olika klasser vid en och samma slaktvikt i Sverige? 	

Bilaga 3, forts. Förslag på undersökningar, uppföljningar och forskning för att ökad kunskap om utvalda kvalitetsegenskaper och vad som påverkar dem

Egenskap	Uppfödare	Transport	Slakteri (köpare) Slakt (t o m nedkylning)	Led efter nedkylning
Smak	<ul style="list-style-type: none"> • Hur gamla är svenska lamm vid slakt? • Vad är normal tillväxt för svenska lamm innan slakt i olika perioder under året? • Hur ser åldersfördelningen ut i olika perioder under året? • Könets påverkan på svenska lamms smak • Vad är åldersfördelningen på bagglamm? • Svenska foderstaters påverkan på smak 	<ul style="list-style-type: none"> • Hur ofta omgrupperas lamm och ger det påverkan på deras beteende? 	<ul style="list-style-type: none"> • Följa upp kylnings- och pH fall • Följa upp variationen i pH och temperatur beroende på fettgrupp, kroppsform, slaktvikt 	<ul style="list-style-type: none"> • Hur arbetar företagen med kylförvaring o hygien?
Mörhet	<ul style="list-style-type: none"> • Hur gamla är svenska lamm vid slakt? • Vad är normal tillväxt för svenska lamm innan slakt i olika perioder under året? • Hur ser åldersfördelningen ut i olika perioder under året? 	<ul style="list-style-type: none"> • Hur ofta omgrupperas lamm och ger det påverkan på deras beteende? 	<ul style="list-style-type: none"> • Hur ofta omgrupperas lamm och ger det påverkan på deras beteende? • Följa upp kylnings- och pH fall • Följa upp variationen i pH och temperatur beroende på fettgrupp, kroppsform, slaktvikt • Test av elstimulering 	<ul style="list-style-type: none"> • Uppföljning av temperaturen i produkten under hela kylkedjan
Saftighet	<ul style="list-style-type: none"> • Vad är normal tillväxt för svenska lamm innan slakt i olika perioder under året? 	<ul style="list-style-type: none"> • Hur ofta omgrupperas lamm och ger det påverkan på deras beteende? 	<ul style="list-style-type: none"> • Hur ofta omgrupperas lamm och ger det påverkan på deras beteende? • Följa upp kylnings- och pH fall • Följa upp variationen i pH och temperatur beroende på fettgrupp, kroppsform, slaktvikt 	<ul style="list-style-type: none"> • Uppföljning av temperaturen i produkten under hela kylkedjan
Hållbarhet	<ul style="list-style-type: none"> • Renhetsbedömning vid lastning 	<ul style="list-style-type: none"> • Renhetsbedömning vid lastning/lossning 	<ul style="list-style-type: none"> • Renhetsbedömning vid lossning och slakt • Följa upp kylnings- och pH fall • Uppföljning av temperaturen i produkten under hela kylkedjan 	<ul style="list-style-type: none"> • Uppföljning av temperaturen i produkten under hela kylkedjan • Hur arbetar företagen med kylförvaring o hygien?
Övrigt/generellt	<ul style="list-style-type: none"> • Andel lamm som inte är slaktmogna? Skillnad mellan slaktmånad, region, leverantör? • Vilken smak föredrar konsumenterna i Sverige? • Tycker svenska konsumenter att lammkött är fett? • Tycker svenska konsumenter att lammkött är mörkt? • Tycker svenska konsumenter att lammkött är saftigt? • Påverkan på intramuskulärt fett av den svenska avelsvärderingen på fett och muskeldjup. • Vad är optimal slaktkroppsstorlek för industri och konsument? 			

Vid **Institutionen för husdjurens miljö och hälsa** finns tre publikationsserier:

- * **Avhandlingar:** Här publiceras masters- och licentiatavhandlingar
- * **Rapporter:** Här publiceras olika typer av vetenskapliga rapporter från institutionen.
- * **Studentarbeten:** Här publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 5-20 poäng. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Vill du veta mer om institutionens publikationer kan du hitta det här:
www.hmh.slu.se

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Box 234
532 23 Skara
Tel 0511-67000
E-post: hmh@slu.se
Hemsida: www.slu.se/husdjurmiljohalsa

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Environment and Health
P.O.B. 234
SE-532 23 Skara, Sweden
Phone: +46 (0)511 67000
E-mail: hmh@slu.se
Homepage: www.slu.se/husdjurmiljohalsa*
