

Slutrapport för projektet

Ökad kunskap om svensk lammköttskvalitet

Katarina Arvidsson Segerkvist och Elin Stenberg, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU

Introduktion

I dagsläget importeras mer än 70 % av lammköttet som konsumeras i Sverige. Det visar en potential för svensk lammproduktion att växa, då efterfrågan för lammkött finns. Jämför man importerat med svenskt lammkött lyfts ofta mervärden såsom bättre djurvelfärd och livsmedelssäkerhet fram till det svenska köttets fördel. Problemet är dock att svenskt lammkött inte är en homogen produkt, till skillnad från det importerade. Det gör att vi inte kan lyfta fram den goda köttkvaliteten som ett argument för svenskt lammkött. Svenskt lammkött kommer från lamm som föds upp i olika system, varierar i ålder, är av olika ras med olika muskel/fett/ben-förhållanden och slaktas på olika slakterier med olika rutiner. En förutsättning för att svenskt lammkött ska kunna konkurrera med importerat lammkött, som allmänt är en mer homogen produkt, är att vi producerar svenskt kött som ger konsumenten en god smakupplevelse.

Konsumenter uppmärksammar och värdesätter lammköttets ätkvalitet allt mer både nationellt och internationellt. Ur ett kundperspektiv framhålls i internationella studier att ätkvalitetssegenskaper som smak, mörhet, saftighet och färg är viktigast. I de fåtaliga svenska studierna uttrycker svenska konsumenter snarlik prioritering men hänsyn måste tas till att olika individer, beroende på erfarenhet, tradition och smak, har olika önskemål och förväntningar. För att säkerställa att konsumenten får den ätkvalitet som den enskilde individen efterfrågar krävs att hela produktionskedjan har kunskap om vad som påverkar de efterfrågade egenskaperna och möjlighet att ge konsumenten information om det specifika köttets kvalitet. I Sverige har satsningen på lammköttskvalitet hittills varit liten inom både forskningen och branschen. Internationellt har intresset varit större och de stora exportländerna har sedan länge satsat stora forskningsresurser på att undersöka konsumenternas önskemål, vad som påverkar ätkvaliteten i produktionskedjan och att utveckla genomarbetade kvalitetssäkringsprogram.

Muskelns omvandling till kött

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 bilas 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 under optimala förhållanden sjunker pH gradvis från den normala nivån 7,2 i ett levande djur ner till ca pH 5,5 i det slaktade djuret.

Vilka faktorer påverkar köttkvaliteten?

Internationella erfarenheter visar att lammköttets ätkvalitet påverkas av många faktorer som t.ex. utfodring och hantering av både det levande djuret och slaktkroppen men även djurets ålder och kön.

Kön och ålder

Djurets kön påverkar ätkvalitetsegenskaperna. Ett exempel är att tacklamm vanligen har högre andel intramuskulärt fett än jämförbara bagglamm. En annan och kanske mer betydelsefull skillnad mellan

könen som norska undersökningar visat är risken att bagglamm äldre än fem till sex månader får en oönskad bismak. Till skillnad mot de stora lammproducerande länderna kastreras inte bagglamm i Norden vilket gör att bagglammens ätkvalitet inte är så väl utforskad internationellt.

Djurets ålder inverkar på flera ätkvalitetssegenskaper. Det är välkänt att köttet från äldre djur är mörkare samt har intensivare och starkare smak än kött från yngre djur. Kött från äldre djur upplevs ofta som segare då både andelen bindväv ökar och att den blir fastare. Samtidigt ökar det intramuskulära fettet med stigande ålder vilket kan mildra den negativa effekten på köttets mörhet av förändringarna i bindväven.

Ras

Det är svårt att uttala sig om svenska raser avviker från den internationella uppfattningen att ras i sig har liten påverkan på ätkvalitetssegenskaper då inga försök gjorts på inhemska rasers ätkvalitet. Ett av de internationella exemplen där det är belagt att ras påverkar ätkvaliteten är att stresskänsliga raser som ullrasen merino löper en högre risk för kvalitetsfelet DFD där drabbade djurs kött upplevs som torrt, hårt och med avvikande mörk färg. Det finns kopplingar mellan ätkvalitetssegenskaper (smak, mörhet, saftighet) och andelen intramuskulärt fett. Några studier visar att det kan finnas skillnader i andelen intramuskulärt fett mellan olika raser. Det är också undersökt att genetisk selektion inom en ras för låg fettansättning och hög andel muskelmassa, utan att samtidigt ta hänsyn till intramuskulärt fett, medför sämre ätkvalitet då andelen intramuskulärt fett tenderar att minska. Det intramuskulära fettet är mycket viktigt för ätkvaliteten då fett är en smakbärare samt bidrar positivt till köttets mörhet och saftighet.

Utfodring

Fodret bedöms ha inverkan på köttets färg och smak men har inte någon större inverkan på mörhet eller saftighet. Köttet från lamm uppfödda på enbart bete bedöms oftast i smaktester ha en intensivare och starkare lammsmak än kraftfoderuppfödda lamm som i sin tur beskrivs vara mildare i smaken. Försök med olika typer av betesgräs har haft liten inverkan på köttets smak. Vissa växter, som t.ex. foderraps, kan ge bismak på köttet. Man har sett att om djuren utfodras med ett mer neutralt foder än foderraps de sista 7-14 dagarna innan slakt minskar risken för avvikande smak.

Tillväxt

Att djuren är i tillväxt vid slakt är positivt för köttets mörhet, smak och saftighet. Kollagenet i bindväven omsätts snabbare i växande djur vilket förbättrar mörheten. Omvänt blir köttet segare om djuret inte växer eller till och med minskar i vikt, då djuret för att näringsförsörja sig bryter ned muskelfibrer och intramuskulärt fett. Ett växande djur har också bättre förutsättningar att ha hög glykogennivå i musklerna. Djur som stressas under sista perioden innan slakt riskerar att tömma musklernas glykogenreserver vilket är negativt för köttets ätkvalitet. Branschrekommendationerna i t.ex. Australien, Nya Zeeland och England är att djuren ska växa ca 100-150 g/dag vid slakt och att de ska hanteras så stressfritt som möjligt på gården, under transporten och på slakteriet.

Hantering vid/efter slakt påverkar

Hantering av det levande djuret och slaktkroppen på slakteriet har mycket stor betydelse för ätkvalitetssegenskaperna. Om pH inte sjunker till önskad nivå på grund av brist på glykogen eller om nedkylningen av kroppen inte görs på rätt sätt finns stor risk för att köttet blir segt och i vissa fall torrt. Det är mycket viktigt att slakterierna har god kontroll över hela processen och följer pH-utvecklingen i slaktkropparna och slaktkroppens temperatur under kylningen.

Stress i samband med slakt kan leda till minskade glykogennivåer i musklerna. Om mängden glykogen är för lågt vid slakttillfället bildas för lite mjölksyra, vilket i sin tur innebär en för långsam och för liten pH-sänkning. För högt muskel-pH ger mörkt och segt kött samt försämrade hållbarhet (MLA, 2012).

Flera studier har visat att mörheten kan ökas genom olika hantering av slaktkroppen, exempelvis; elektrisk stimulering, alternativ nedkylningsmetod, hängmörning och bäckenbenshängning (Martínez-Cerezo et al., 2005; McGeehin et al., 2001; Pinto Neto et al., 2013; Redmond et al., 2001). Elektrisk stimulering förekommer inte i Sverige och bäckenbenshängning tillämpas endast på en mindre andel av slakterierna (Wallin, Arnesson, Segerkvist, i tryck). Om slaktkroppstemperaturen faller för snabbt innan rigor mortis (som inträffar vid pH 6) fullbordats, leder det till att köttet blir segt, vilket hänger ihop med att rigor mortis processen inträffar vid för hög eller för låg temperatur.

Elektrisk stimulering kan användas för att öka generella ätkvaliteten och i synnerhet mörheten av köttet. Bäckenbenshängning har visat sig ge en bättre ätkvalitet för bakdelsköttet än traditionell hängning pga. bakbenet faller ner och ryggen sträcks ut. Bäckenbenshängning och/eller förlängd hängningstid efter slakt kan också användas som alternativ till elektrisk stimulering för att öka ätkvaliteten. I en australisk studie fann man att cirka 30 % av det kött som hängt en dag upplevdes som segt men att andelen sjönk till ca 6 % när köttet fått hänga i tre dygn (MLA, 2006).

MATERIAL OCH METOD

Djuren och experimentets design

Studien utfördes under sommar och höst 2016 på Götala nöt- och lammköttscenrum vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Skara, Sverige samt på en privatägd gård utanför Skara. Totalt ingick 80 okastrerade bagglamm i studien. Lammen var antingen 50:50 (36 stycken) eller 72:25 (44 stycken) dorset x finullskorsningar. Lammen var antingen enfödda, tvåfödda eller trefödda. Den etiska ansökan för studien var godkänd av den etiska kommittén för djurförsök i Göteborg. Dagen innan försöksstart vägdes, avmaskades och sorterades (20 stycken i var grupp) alla lamm som skulle ingå i studien. Levandevikterna mellan grupperna vid försöksstart var så lika som möjligt (26,4, 26,8, 26,4 och 26,0 för grupperna 1, 2,3 respektive 4). Varje grupp blev sedan tilldelad en specifik behandling från försöksstart (avvänjning) till slakt. *Grupp 1*; stallutfodring med ensilage (timotej, rödklöver och vitklöver) i fri tillgång samt en daglig giva på 0,8 kg kraftfoder per lamm, *Grupp 2*; bete på vallåterväxt (ängssvingel, engelskt rajgräs, timotej, vitklöver och rödklöver) med tillskott av 0,3 kg kraftfoder per lamm och dag, *Grupp 3*; bete som ovan men utan kraftfoder samt *Grupp 4*; naturbete (Tabell 1). Kraftfodret som användes var Lamm 500 (Lantmännen) medan mineralpulvret var Deltamin får och mineralstenarna var Deltamin får slick (Svenska Foder). Studien pågick mellan 29:e juni till och med 26:e oktober. Lammen på naturbete hölls på den privatägda gården utanför Skara medan de övriga grupperna hölls på Götala nöt- och lammköttscenrum.

Tabell 1. Olika utfodringsstrategier för de olika grupperna.

Grupp	Behandling
Grupp 1	Ensilage <i>ad libitum</i> + 0,8 kg kraftfoder/lamm och dag
Grupp 2	Åkermarksbete + 0,3 kg kraftfoder/lamm och dag and dag (0,4 kg/lamm 28/9-4/10)
Grupp 3	Åkermarksbete utan kraftfoder
Grupp 4	Naturbete utan kraftfoder

Grupp 1 hölls inomhus på en djupströbädd av halm omgärdad av metallgrindar (Bild 1). Djuren hade fri tillgång på vatten, salt och mineraler (Tabell 4). Djupströbädden fylldes på med ny halm tre gånger i veckan, normalt på måndag, onsdag och fredag. Vattenkoppar rengjordes varje dag och mineraler fylldes på var dag. Grupp 1 utfodrades med en fullfoderblandning av fri tillgång på ensilage samt 0,8 kg kraftfoder per djur och dag, för att främja intensiv tillväxt (Bild 2). Frömixen för ensilaget bestod av 76 % timotej (*Phleum pretense* L.), 18 % rödklöver (*Trifolium pretense* L.) och 6 % vitklöver (*T. repens* L.) (tabell 2 och 3). Ensilaget var skördat mellan 27:e och 30:e maj och var gödlat i slutet av april med stallgödsel från nötkreatur, cirka 30 ton/ha. En blandning av myrsyra och propionsyra tillsattes den skördade vallen före ensilering.



Bild 1. Inhysningen för grupp 1.



Bild 2. Utfodring av ensilage och kraftfoder för grupp 1.

Grupp 2 och 3 hölls på två olika åkermarksbeten på vardera 1,0 ha (Bild 3 och 4). Dessa beten var stängslade med eltråd och båda grupperna hade tillgång till skydd för regn och sol. Båda grupperna på åkermarksbete hade tillgång till tre olika paddockar som de roterade på, där var och en var 0,3 ha stort. Båda grupperna flyttades normalt till en ny paddock med nytt bete en gång i veckan, i samband med vägning. Eftersom sommaren 2016 var torr, växte åkermarksbetet inte tillräckligt bra för att försörja lammen i de ursprungliga fållorna. Under en kortare period (27/8-7/9), fick därför lammen i dessa grupper tillgång till en ny paddock på 0,15 ha vardera innan de släpptes tillbaka på de gamla fållorna. De båda grupperna på åkermarksbete skiljdes åt i behandling då den ena gruppen fick ett extra tillskott av 0,3 kg kraftfoder per lamm och dag under hela uppfödningstiden (Bild 5). På grund utav låg tillväxt på betet fick lamm i grupp 2 0,4 kg kraftfoder per lamm och dag under perioden 28/9-4/10, för att behålla djuren i god energibalans. Båda grupperna hade daglig tillgång på salt och mineralsten (Tabell 2). Lammen på åkermarksbete fick var dag manuellt påfyllt vatten i stora vattenkar. Frömixen för åkermarksbetet bestod utav 50 % timotej, 20 % ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds.), 15 % engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.) 10 % rödklöver och 5 % vitklöver (Tabell 2 och 3). Åkermarksbetet var gödslat 3 april 2016 med 250 kg Axan (totalt kväve 27,0 %, nitrat 13,5 %,

magnesium 0,4 %, svavel 3,7 % och kalcium 6,0 %) samt den 5 April med stallgödsel från nötkreatur med cirka 30 ton/ha (1,5 kg N/ton). Fältet var skördat 10 juni och lammen betade därefter återväxten med start den 29 juni. Vallen var inte gödslad efter skörd.



Bild 3 och 4. Åkermarksbetet för grupp 2 och 3.



Bild 5. Utfodring av kraftfoder för grupp 2.

Grupp 4 (Bild 6) hade daglig tillgång till bete, salt och mineraler (Tabell 2,3 och 4). Denna grupp flyttades till nya naturbeten 3 gånger (31/8, 8/9 och 11/10) eftersom betestillväxten var sämre senare på betessäsongen. Naturbetena var inhägnade med fårnätsstängsel. Naturbeteslammen hade tillgång till vatten via en damm, bäck eller vattenkar beroende på de olika betena.



Bild 6. Naturbeteslammen på bete.

Tabell 2. Torrsubstanshalt (g/kg), energikoncentration (MJ/kg ts) och näringsinnehåll (g/kg ts) i ensilage (n=3), beten (n=4) och kraftfoder (n=1).

	Grupp 1 ¹	Grupp 2	Grupp 3	Grupp 4	Kraftfoder ²
Torrsubstans	297 (31) ³	233 (33)	228 (22)	223 (39)	878
Råprotein	168 (16,2)	183 (29,3)	168 (16,8)	198 (28,6)	185
Smältbart protein	126 (15,0)	140 (27,6)	127 (15,8)	180 (69,6)	-
Omsättbar energi (VOS)	11 (0,3)	12 (0,4)	10 (0,5)	12 (0,3)	13
NDF	507 (16,6)	421 (40,5)	453 (10,7)	396 (31,4)	278
Aska	70 (3,5)	90 (1,7)	83 (8,5)	86 (2,5)	81
Råfett	-	-	-	-	48 ⁴
Råfiber	-	-	-	-	91 ⁴
Stärkelse	-	-	-	-	238 ⁴
AAT	-	-	-	-	130 ⁴
PBV	-	-	-	-	20 ⁴

¹Grupp 1=inomhus på ensilage och kraftfoder, grupp 2=åkermarksbete med extra kraftfoder, grupp 3= åkermarksbete utan kraftfoder och grupp 4= naturbete.

²Kraftfoder för grupp 1 och 2.

³Standardavvikelse inom parentes.

⁴Värden från fodertillverkare.

Tabell 3. Mineralinnehållet i ensilage, bete och kraftfoder (n=1).

	Grupp 1 ¹	Grupp 2	Grupp 3	Grupp 4	Kraftfoder ²
<i>Makromineraler (g/kg)</i>					
Kalcium	5,5	8,6	8,6	6,3	12,0 ³
Fosfor	2,9	3,7	3,4	2,7	5,0 ³
Magnesium	1,7	2,1	2,2	2,1	3,0 ³
Kalium	26,0	27,2	27,2	23,8	9,0 ³
Natrium	-	0,3	0,4	<0,2	-
<i>Mikromineraler (mg/kg)</i>					
Selen	-	<0,05	<0,05	<0,05	0,4 ³
Kobolt	-	0,051	0,042	0,041	-
Molybden	-	17,4	9,6	7,3	-
Koppar	-	6,5	6,3	6,0	-
Järn	-	141	72	89	-
Mangan	-	104	93	440	-
Sink	-	47	37	46	-

¹Grupp 1=inomhus på ensilage och kraftfoder, grupp 2=åkermarksbete med extra kraftfoder, grupp 3= åkermarksbete utan kraftfoder och grupp 4= naturbete.

²Kraftfoder för grupp 1 och 2.

³Värden från fodertillverkare.

Tabell 4. Mineralkomposition i mineralsten och mineralpulver.

Mineralkomposition	Mineralsten ¹	Mineralpulver
Kalcium (g/kg ts)	130	150
Fosfor (g/kg ts)	45	45
Ca/P (g/kg ts)	2,9	3,3
Magnesium (g/kg ts)	80	80
Natrium (g/kg ts)	100	90
Svavel (g/kg ts)	-	5
Vitamin A (IU)	-	3 500 000
Vitamin D (IU)	-	800 000
Vitamin E (mg/kg ts)	-	55 000 ²
Sink (mg/kg ts)	50 000	50 000
Mangan (mg/kg ts)	40 000	40 000
Jod (mg/kg ts)	2000	2000
Kobolt (mg/kg ts)	400	800
Selen (mg/kg ts)	450	60 ³

¹Mineralsten=grupp 2, 3 och 4. Mineralpulver=grupp 1.

²Av vilket 1500 mg vitamin E var i naturlig form.

³Av vilket 15 mg var selenjäst.

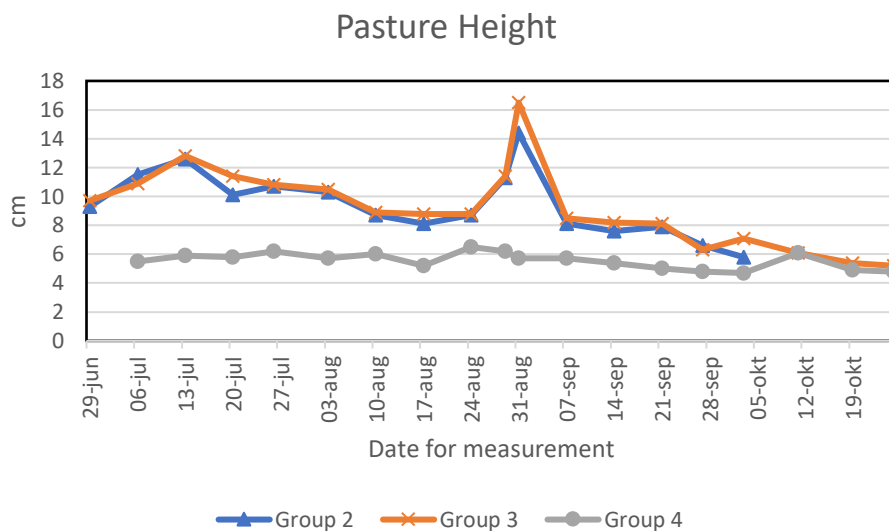
Två lamm togs ur försöket på grund av sjukdom; ett djur från grupp 1 samt ett djur från grupp 2. Deras värden är inte presenterade i resultatet. Därför baseras totalresultatet på 78 lamm.

Speciella behandlingar under experimentet

Alla djur var avmaskade (ivermectin 0,8 mg/ml) vid start av studien. Alla djur, förutom de i grupp 1, avmaskades ytterligare en gång efter fyra veckor samt att grupp 4 avmaskades en tredje gång sex veckor efter den andra behandlingen. Ett fåtal lamm i grupp 4 behandlades (formosulfatiazol) mot sår på huvudet. Denna behandling utfördes i samband med vägning. Vid två tillfällen (14/7 och 28/7) behandlades (cyromazine) ströbädden hos grupp 1 för att avdöda fluglarver.

Insamling av foderprover samt analys av foderprover

Fortlöpande under försökets gång insamlades dagliga prover av ensilage och hölls nedfrysta i -20 °C till analys. Innan proverna analyserades poolades proverna för att varje prov skulle innehålla en representativ blandning för en 4 veckors period. Betesprover togs en gång i veckan i samband med vägning för alla grupperna på bete. Även analyser från betesproverna gjordes på poolade prover om fyra veckor per prov. Höjden på alla beten mättes även det var vecka i samband med vägning (Figur 1). Som synes i figur 1 var beteshöjden för grupp 2 och 3 högre än normalt, i detta experiment, omkring 31/8. Detta förklaras med att dessa höjder mättes undre tiden som lammen flyttades till de provisoriska betesfållorna som användes under en kort period när betet växte sämre än tidigare. Proceduren för betesprover för grupp 4 fungerade likadant som för de andra betesgrupperna, även om lammen inte flyttades till nytt naturbete var vecka. Alla foderprover förvarades i -20°C till dess att de skickades för analys när försöket var avslutat.



Figur 1. Beteshöjd (cm), under hela försöksperioden (grupp 2, 3, och 4).

*Grupp 2= åkermarksbete med tillskott av kraftfoder, grupp 3= endast åkermarksbete och grupp 4= naturbete.

Foderanalyser

Foderanalyserna utfördes av Optilab i Lidköping. Råprotein analyserades enligt Dumas och smältbart protein räknades ut med hjälp av en koefficient för smältbarhet enligt Spörndly. (2003). Innehåll av aska analyserades genom förbränning i 525°C. Vid analys av torrs substans torkades provet i 60°C och hölls sedan över natt i 130°C. Analys av NDF utfördes enligt Chai och Udén. (1998) med 100 % ND-lösning, amylas och sulfat. Omsättbar energi (ME) bestämdes genom att foderproverna inkuberades i våmvätska och buffer i 96 timmar (Lindgren, 1979) och räknade ut koncentrationen av ME med hjälp av försvinnandet av organiskt material i våmvätskan *in vitro*, enligt Lindgren. (1983). Kobolt, selen och molybden analyserades enligt NMKL 161 (1998). De andra makro- och mikromineralerna analyserades enligt Balsberg-Påhlsson. (1990).

Vägning och hullbedömning av lammen

Alla lamm vägdes i en flyttbar våg (Iconix 21) varje vecka. Hullbedömningen användes för att avgöra när djuren var klara för att skicka till slakt, med avseende på kropps fett. Hullbedömningen utfördes enligt svensk standard, vilken innehåller 15 klasser från 1- till 5+ (Sjödén 2007). I denna studie avsågs lammen att skickas till slakt vid en poäng av 3. Målet var även att lammen skulle nå en levandevikt innan slakt på mellan 47 till 50 kg.

Slakt

Natten innan slakt hölls av praktiska skäl alla djur på stall. Djuren hade fri tillgång på vatten och ensilage ända fram till transport till slakteriet. Djuren transporterades till slakteriet vid omkring klockan 8 på morgonen i en hästtransport som kördes utav personal från SLU. Alla djuren slaktades på samma slakteri, cirka 10 minuter från båda uppfödningplatserna. Lammen gjordes medvetlösa med bultpistol och avblodades därefter inom 6 ± 2 sekunder. Vid slakt registrerades parametrar som blodlaktat (vid slakt), slaktvikt samt pH- och temperaturnedgången i muskel under 24 timmar efter slakt. Laktatvärdet mättes (Laktat Plus mätare från Nova Biomedical) i stickblodet från avblodningen. I de två första slaktkropparna sattes pH- och temperaturmätaren (Metler Toledo, Seven2Go pro) mellan tredje och fjärde revbenet, men på grund av osäkra mätningar sattes mätaren i innanlåret under alla de resterande mätningarna (Bild 7 och 8). På grund av tekniska problem mättes pH och temperatur i 73 av 80 slaktkroppar. Mätaren sattes alltid in i slaktkroppens vänstra del och starttiden för mätningarna var i genomsnitt 59 minuter efter slakt. Registrering av pH och temperatur skedde

var 10:e minut under 24 timmar. Efter 24 timmar förväntas både pH och temperatur ha nått sina slutliga värden. Mellan mättillfällena kalibrerades mätarna i buffertlösning med pH 4,0 och 7,0. Proberna till mätaren var samtidigt rengjorda med pepsinlösning för att ta bort proteinrester samt med etanol för att ta bort fettrester. När proberna inte användes förvarades de i mättad kaliumkloridlösning (KCl 3 mol/L).



Bild 7 och 8. Registrering av pH och temperatur i slaktkroppen.

Statistiska analyser

De statistiska analyserna analyserades med hjälp av programmet Statistical Analysis Software (SAS 9.4, SES Inst.Inc., Cary, NC, USA). Data analyserades med Proc Mixed. Produktionssystem, med fyra behandlingar, inkluderades som fixa faktorer och djur behandlades som slumpmässig (20 lamm/behandling) i den statistiska modellen. Tukey's test användes för att göra parvisa jämförelser mellan behandlingar. Skillnader med ett p-värde <0,05 ansågs vara signifikanta.

RESULTAT

Uppfödningssystemet hade en signifikant effekt på tillväxt där grupp 1 hade högst tillväxt (Tabell 5). Vikt vid slakt påvisade signifikanta skillnader mellan grupperna. Grupp 1 hade den högsta slaktvikten, signifikant högre än grupp 3 och 4, medan grupp 2 hade signifikant högre slaktvikt än grupp 3 (Tabell 5). Vidare hade grupp 4 en lägre klassning på både form och fett samt även ett lägre slaktutbyte än de andra grupperna. Vid en översättning till EUROP-skalan för form hade de olika grupperna följande klassning; grupp 1-3 hade R+ och grupp 4 hade R. Vid en översättning till EUROPE-skalan för fett hade grupp 1 3-, grupp 2 3, grupp 3 3- och grupp 4 hade 2+/3- (Tabell 6). Temperatur vid pH 6,0 skiljde sig mellan grupperna, där resultatet påvisar en signifikant skillnad i temperatur vid pH 6,0 mellan grupp 1 och de andra tre grupperna (Figur 2), där grupp 1 hade lägre temperatur än de övriga grupperna (Tabell 6). Det fanns inga skillnader mellan grupperna för egenskaperna blodlaktat, pH efter 24 timmar, temperatur efter 24 timmar eller pH sex dagar efter slakt (Tabell 6).

Tabell 5. Levandevikt (kg) och ålder för de olika produktionssystemen vid projektstart samt vid slakt.

Parametrar	Grupp 1 ¹	Grupp 2	Grupp 3	Grupp 4	SEM ²	p-värde
Vikt vid start	26,4	26,8	26,4	26,0	0,65	NS
Vikt vid slakt	50,6 ^a	50,3 ^{ab}	48,3 ^c	48,9 ^{bc}	0,54	0,0112
Dagar i försök	64,7 ^d	82,4 ^c	91,3 ^b	109,1 ^a	2,56	< 0,0001
Tillväxt (g/dag)	377 ^a	287 ^b	244 ^c	211 ^d	7,92	< 0,0001

¹Grupp 1=inomhus på ensilage och kraftfoder, grupp 2=åkermarksbete med extra kraftfoder, grupp 3= åkermarksbete utan kraftfoder och grupp 4= naturbete.

² SEM = standardfelet av medelvärdet.

^{a-d}Medelvärden med olika upphöjda bokstäver i samma rad skiljer sig signifikant ($P < 0,05$).

NS: icke signifikant ($P > 0,05$).

Tabell 6. Slaktkropps- och köttkvalitet hos lamm i de olika produktionssystemen.

Parameters	Grupp 1 ¹	Grupp 2	Grupp 3	Grupp 4	SEM ²	p-värde
Formklass ^c	9,2 ^a	8,7 ^a	8,7 ^a	7,9 ^b	0,24	0,0024
Fettklass ^d	7,4 ^a	7,7 ^a	7,4 ^a	6,5 ^b	0,17	< 0,0001
Slaktutbyte (%)	42 ^a	42 ^a	41 ^a	37 ^b	0,40	< 0,0001
Laktat (mmol L ⁻¹)	3,2	3,7	3,2	2,9	0,55	NS
pH efter 24h	5,83	5,66	5,77	5,59	0,10	NS
Temperatur efter 24h (°C)	3,1	3,5	3,2	3,0	0,28	NS
Temperatur vid pH 6,0 (°C)	19,0 ^a	32,6 ^b	32,4 ^b	35,5 ^b	1,80	< 0,0001
pH efter 6 dagar	5,45	5,40	5,45	5,41	0,03	NS

¹Grupp 1=inomhus på ensilage och kraftfoder, grupp 2=åkermarksbete med extra kraftfoder, grupp 3= åkermarksbete utan kraftfoder och grupp 4= naturbete.

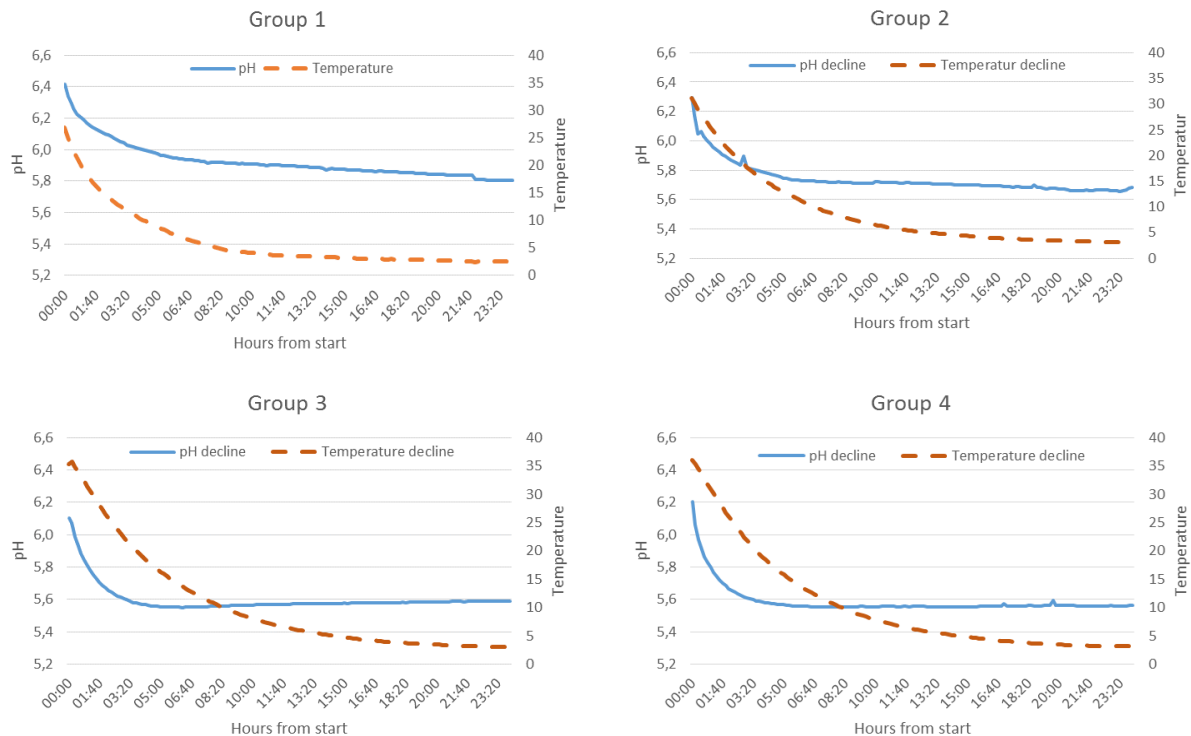
² SEM = standardfelet av medelvärdet.

^{a-d}Medelvärden med olika upphöjda bokstäver i samma rad skiljer sig signifikant ($P < 0,05$).

NS: icke signifikant ($P > 0,05$).

^c Enligt EUROPE-systemet där; 1=P-, 2=P, 3=P+, 4=O-, 5=O, 6=O+; 7=R-, 8=R, 9=R+, 10=U-, 11=U, 12=U+, 13=E-, 14=E och 15=E+.

^d Enligt EUROPE-systemet där; 1=1-, 2=1, 3=1+, 4=2-, 5=2, 6=2+; 7=3-, 8=3, 9=3+, 10=4-, 11=4, 12=4+, 13=5-, 14=5 och 15=5+.



Figur 2. pH- och temperaturnedgång i muskel under 24 timmar efter slakt. Grupp 1=inomhus på ensilage och kraftfoder, grupp 2=åkermarksbete med extra kraftfoder, grupp 3= åkermarksbete utan kraftfoder och grupp 4= naturbete.

DISKUSSION

Olika utfodringsstrategier

I enighet med de resultat som visade att det inte var någon signifikant skillnad i pH och temperatur mellan olika betestyper, påvisade Díaz *et al.* (2002) samma resultat. Tillväxterna hos Díaz *et al.* (2002) var dock inte lika höga som i denna studie. Detta kan indikera att det inte finns skillnad i slut-pH eller temperatur mellan olika grupper som gått på olika typer av bete även om tillväxthastigheterna mellan grupperna varierade. De två olika grupperna på åkermarksbetet (2 och 3) utfodrades med två olika intensiteter, för att undersöka om det fanns skillnader i tillväxt, slut-pH och temperatur efter slakt. Som påvisat i resultaten, var det signifikanta skillnader i tillväxt men inte i pH och temperatur mellan grupperna. Om pH och temperatur skulle vara mer skilda mellan grupper om utfodringsintensiteterna vore mer olika, kan vara en fråga att utreda i framtiden. Det vore samtidigt värdefullt att utreda den ekonomiska vinsten vid en jämförelse mellan systemen. Andra studier har funnit skillnader i slut pH mellan grupper som utfodrats med olika intensiteter på bete (Young *et al.*, 1994; Pethick *et al.*, 2005; Campbell *et al.*, 2012), vilket inte överensstämmer med resultaten från de olika utfodringsintensiteterna i denna studie. Hur som helst, har dessa studier endast överskådligt beskrivit fodrets nutritionella innehåll, vilket gör det svårt att jämföra mot denna studie. Tendens till högre pH för beteslamm jämfört mot lamm på stall (Priolo *et al.*, 2002), överensstämmer inte med resultatet från denna studie. Även om det i denna studie inte var några signifikanta skillnader, så hade lammen på stall det högsta pH-värdet efter 24 timmar vid en jämförelse av medelvärdena. Det vore intressant att jämföra olika utfodringsstrategier på stall, som exempelvis skillnad mellan olika grupper som utfodras högintensivt med/utan kraftfoder jämfört med lågintensiv utfodring med/utan kraftfoder. För att utvärdera hur olika utfodringstyper på stall kan påverka slut-pH. Det vore också intressant att utreda om det finns skillnad i köttkvalitet hos lamm som inte skickas till slakt direkt ifrån betet utan stallas in och slutgöds på stall för att slaktas senare på hösten, vintern eller våren.

Produktionssystemets effekt på generella parametrar

Resultatet visar att intakta bagglamm kan födas upp under både intensiva och extensiva förhållanden utan att det skulle påverka köttkvalitetsparametrar i form av slut pH och temperatur negativt. Detsamma gäller för form- och fettklassificeringen, där en mer intensiv uppfödning som för grupp 1 och 2 samt även för den mer semi-intensiva gruppen 3, resulterade i slaktkroppar med en signifikant högre klassning av både form- och fettklass jämfört mot grupp 4, vilket kan vara av ekonomisk vikt när djuren går till slakt. Som förväntat hade utfodringsintensiteten en signifikant påverkan på den dagliga tillväxten samt hur länge djuren behövde födas upp innan de gick till slakt för alla fyra grupperna. Detta resultat påvisar att grupp 3 kunde födas upp på enbart åkermarksbete hela vägen till slakt även om de hade en lägre intensitet än både grupp 1 och 2. Energivärdet i betet var lägre för grupp 2 jämfört mot grupp 3, även om proverna var tagna från samma åker men på olika delar. Dessa skillnader kan bero på olikheter i betets komposition av vallväxter på de olika delarna av fältet, vilket i sin tur kan påverka det nutritionella värdet i de olika hagarna. Etableringen och proportionerna av de olika arterna i den sådda fröblandningen kan därför ha blivit olika i olika delar av samma fält. Skillnader som gick att upptäcka med ögat var att vissa partier i hagarna för grupp 3 bestod till större andel av klöver snarare än gräs. Grupp 4 å andra sidan hann inte bli klara för slakt på enbart naturbete, enligt klassificeringen av slaktkroppens form och fett. Även om det nutritionella innehållet på naturbetena var bra enligt tabell 2, är det viktigt att förstå att den tillgängliga mängden bete för grupp 4 var mindre än för de övriga betesgrupperna (Figur 1). Detta scenario är viktigt när man funderar över lammens tillväxt i grupp 4, att mängden foder påverkade tillväxten negativt även om innehållet i det bete som fanns var bra. En annan faktor kan vara betesproverna för denna grupp. Eftersom lammen på naturbete stannade längre tid på samma bete utan att låta det återväxa i samma utsträckning som åkermarksbetena, kunde detta lett till att de foderprover som är tagna på detta bete innehåller en stor del utav de ratade betesväxter som lammen inte ätit av. Dessa växter var åtminstone kvar på betet eftersom lammen inte prioriterade att äta dessa. Dessa prover var därmed diversa och kan ha gett en något skev bild av hur det nutritionella innehållet var i de betet som lammen åt och växte av. För att få dessa naturbeteslamm (grupp 4) klara för slakt på hösten kan det vara en gynnsam investering att stödutfodra på betet. Alternativt kan man tidigarelägga lamningen till tidigare på säsongen för att främja tidigare betessläpp.

Produktionssystemets effekt på pH och temperatur

Som resultatet visar så fanns det inte några signifikanta skillnader i slut pH eller temperatur 24 timmar efter slakt mellan behandlingar. Detta resultat kan indikera att det inte fanns några skillnader i slut pH eller temperatur mellan olika utfodringsintensiteter, som de i experimentet. Eftersom produktionsmodellerna i experimentet är sammansatta för att utvärdera de vanligaste produktionsmodellerna i svenska lammköttproduktion, indikerar resultatet att det inte finns några skillnader i slut pH eller temperatur mellan de olika modellerna. Även om pH är en indikator och inte ett absolut värde för köttkvalitet (mörhet), är det fortfarande den mest använda metoden och det bästa sättet att indikera köttkvalitetsparametrar så som mörhet eftersom muskeln hålls intakt och gör det möjligt att sälja köttet efter mätningen slutförts.

Vid en jämförelse av pH resultaten från denna studie mot tidigare forskning finns det belägg för att det mest möra köttet skall ha ett slut pH på 5,5-5,7, enligt Devine et al. (1993). Detta skulle kunna indikera att kött från grupp 2 och 4 skulle vara mer mörkt eftersom deras slut pH återfinns inom intervallet som beskrivs av Devine et al. (1993). Denna jämförelse är intressant eftersom resultatet inte är signifikant, men i detta fall, vid en jämförelse av pH rekommendationer, är det två grupper som har bättre slut pH värden. Dessa resultat indikerar att köttet från grupp 1 och 3 kan vara mindre mörkt. Om mörhet inte är signifikant mellan grupperna kan det påvisa att de rekommenderade värdena för slut pH för svenskt lamm bör vara inom ett annat intervall anpassat för svensk produktion.

Vid en jämförelse av resultat för slut pH från Köttstandarden i Australien (Meat Standard Australia)

och Alliance Group (Nya Zeeland), värkar värdena från denna studie vara ganska bra. Enligt MSA, vilka rekommenderar ett slut pH AV 5,7, skulle kött från grupp 2 och 4 ha en bättre kvalitet än kött från grupp 1 och 4 vilka enligt MSA har ett för högt slut pH (MSA 2015). Vidare, enligt Alliance Group, har grupp 2, 3 och 4 ett bättre slut pH värde än grupp 1 (5,83), vilket anses vara ett mellanliggande (varken bra eller dåligt) värde (Alliance Group limited 2010). Om dessa rekommenderade värden går att använda för den svenska lammproduktionen återstår att se. Dessa värden skulle kunna vara en god rekommendation som passar sig för olika typer av produktion runt om i hela världen eller så kanske rekommendationerna inte fungerar att adaptera rakt av för våra svenska produktionssystem. Eftersom rekommendationerna skiljer sig en aning mellan länder så finns det anledning att tro att vi behöver sammanställa våra egna svenska rekommendationer i framtiden. Istället för att implementera redan befintliga rekommendationer som är utarbetade för andra typer av produktionssystem än dem vi har i Sverige. Om Sverige skall adaptera rekommendationer från andra länder kvarstår frågan, vilket/vilka rekommendationer skall man välja? Eftersom rekommendationerna världen över skiljer sig, kan det finnas faktorer inom den svenska produktionen som ålder, ras och så vidare som kräver en utarbetning av våra egna specifika rekommendationer. Om det är så, kan det hända att pH värden över 8,3 som för grupp 1, vilka är för höga enligt MSA men mellanliggande enligt Alliance Group inte har någon negativ effekt på köttkvaliteten för lamm som produceras i de vanligaste svenska systemen.

EKONOMI

Kostnadsslag	Summa
Lön inkl. LKP och OH	336 489
Djurförsöksetiskt tillstånd	6 000
Stall- och beteskostnader	342 500
Resor och transporter	11 898
pH- och temperaturmätare	101 212
Analyskostnader	77 938
Förbrukningsmaterial	6 395
Inköpt tjänst	5 568
Totalt för projektet	888 000
Medfinansiering från Agroväst	87 500
Medfinansiering från VGR	213 000
Medfinansiering från	
Stipendium ur Bröderna Jonssons forskningsfond	36 000
Erhållet från Stiftelsen Svensk Fårforskning	551 500

Utöver de resultat som presenterats i denna rapport har medel erhållits från det EU-finansierade Interregprojektet "Efterfrågedriven innovation för högre kvalitet på nöt- och lammkött" för att analysera köttets struktur, koksvinn, färg, sensoriska egenskaper samt fettsyra- och vitamininnehåll.

KOMMUNIKATION

Inom ramen för projektet har husdjursagronomstudent Elin Stenberg genomfört sitt examensarbete. Projektet har hittills presenterats enligt följande:

Skriftligt

Stenberg, E. (2017) The effect of production system on carcass and meat quality in lambs
(*Uppfödningssystemets påverkan på slaktkroppens och lammköttets kvalitet*). Studentarbete Nr.

698, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. Tillgängligt: <https://stud.epsilon.slu.se/10454/>

Stenberg, E., Arnesson, A., Wallin, K., Helander, C., Karlsson, A., Arvidsson Segerkvist, K. (2017) Effects of lamb production systems on carcass and meat quality. *Grassland resources for extensive farming systems in marginal lands: major drivers and future scenarios. Grassland Science in Europe*, 22, 621-623

Stenberg, E., Arnesson, A., Wallin, K., Helander, C., Karlsson, A., Arvidsson Segerkvist, K. (2017) Effects of lamb production systems on carcass characteristics. *Proceedings of the 63rd International Congress of Meat Science and Technology, Cork, Ireland, 13-17 August 2017*, p. 111-112

Stenberg, E., Arvidsson-Segerkvist, K. (2017) Uppfödningens påverkan på slaktkroppens och lammköttets kvalitet. *Svenska Vallbrev Nr. 6 2017*

Stenberg, E., Arnesson, A., Wallin, K., Olsson, V., Wendin, K., Karlsson, A.H., Arvidsson-Segerkvist, K. (2018) How four typical Swedish production systems for lambs affect sensory attributes of the meat. *Sustainable Meat and Milk Production from Grasslands. Grassland Science in Europe*, 23, 780-782

Stenberg, E., Olsson, V., Wendin, K., Karlsson, A.H., Arvidsson-Segerkvist, K. (2018) How four typical Swedish production systems for lambs affect sensory attributes of the meat. *Proceedings of the 26th NJF Congress, Kaunas, Lithuania, 27-29 June 2018*, p. 110

Stenberg, E., Olsson, V., Wendin, K., Karlsson, A.H., Arvidsson-Segerkvist, K. (2018) How four typical Swedish production systems for lambs affect sensory attributes of the meat. *Proceedings of the 64th International Congress of Meat Science and Technology, Melbourne, Australia, 12-17 August 2018* (Accepterat)

Vetenskapliga artiklar under framtagande

- Rearing systems for Swedish lamb meat production. Part 1 Live weight gain and carcass characteristics.
- Rearing systems for Swedish lamb meat production. Part 2 Technological and sensory meat quality attributes.

Muntligt

- Redovisning av Elin Stenbergs examensarbete, SLU, Skara, 3 mars 2017.
- Lammriksdagen, Sunne, 20-21 maj 2017. Presentationen tillgänglig: <http://www.faravelsforbundet.se/category/artikelarkiv/skinnnull/page/4/>
- Externt seminarium för projektet "Efterfrågedriven innovation för högre kvalitet på nöt- och lammkött", Ås, Norge, 12 oktober 2017. Presentationen tillgänglig: <http://agrovast.se/eu-projekt/projekt-x/>
- Jordbruksverkets FoU-dagar, Linköping, 17-18 oktober 2017. Presentationen tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/kurserochseminarier/dokumentationfrankurserochseminarier/foudagar2017.4.65a1973c15f3d19035a8cf07.html>
- Nätverksträff med får- och getforskare inom SLU, Uppsala, 9 februari 2018
- Lammriksdagen, Borgholm, 19-20 maj 2018. Presentationen tillgänglig: <http://www.faravelsforbundet.se/aktuellt/forbundsnytt/stamma-2016/>
- Jordbruksverkets kurs "Organic beef and lamb production in the Nordic countries", Skara, 29-30 maj.
- I samband med cirka 10 studiebesök för lantbrukare, studenter och rådgivare på Götala nöt- och lammköttscentrum

REFERENSLISTA

- Alliance Group Limited. July 2010. Research into Lamb Meat Quality. [Brochyr]
- Balsberg-Påhlsson, A.M. (1990). Handledning i kemiska metoder vid växtetologiska arbeten. 6th edition. (Manual for chemical analyses in plant ecological work). Medelenaden från växtetologiska avdelningen, Lunds Universitet Nr 52. ISSN 0348-2456.
- Campbell, A.W., MacLennan, G., Lindsay, S., Behrent, M.R., Cheong, I. & Kerslake, J.I. (2012). Brief communication: Exploring the effects of growth rate and meat yield on lamb meat quality. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, vol.72, 150-151.
- Chai, W. & Udén, P. (1998). An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fiber. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 74(4), 281-288.
- Devine, C.E., Graafhuis, A.E., Muir, P.D. & Chrystall, B.B. (1993). The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Science*, vol. 35(1), 63-77.
- Díaz, M.T., Velasco, S., Cañeque, V., Lauzurica, S., Ruiz de Huidobro, F., Pérez, C., González, J. & Manzanares, C. (2002). Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Ruminant Research*, vol. 43(3), 257-268.
- Lindgren, E. (1979). Vallfodrets näringsvärde bestämt in vivo med olika laboratoriemetoder, Report 45. The Department of Animal Nutrition and Management, The Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Lindgren, E. (1983). Nykalibrering av VOS-metoden för bestämning av energivärde hos vallfoder. The Department of Animal Nutrition and Management, The Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- MSA (Meat Standard Australia). Tips & Tools Meat Standard Australia. The effect of pH on sheepmeat eating quality. [Brochyr]
- NMKL, 161. (1998). Metaller. Bestämning i livsmedel med atomabsorptionspektrofotometri efter våttuppslutning i mikrovågsugn. NordVal International.
- 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*, vol. 45(5), 517-524.
- Priolo, A., Micolo, D., Agabriel, J., Prache, S. & Dransfield, E. (2002). Effect of grass or concentrate feeding system on lamb carcass and meat quality. *Meat Science*. vol. 62, 179-185.
- SAS (2015). The SAS system for Windows. Release 9.4. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sjödin, E., Eggertsen, J., Hammarberg, K-E., Danell, Ö., Näsholm, A., Barck, S., Green, D., Waller, A., Hansson, I., Persson, S. & Kumm, K-I. (2007). *Får*. Stockholm: Natur och Kultur.
- Spörndly, R. (2003). *Fodertabeller för idisslare*. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala: Institutionen för husdjurens utfodring och vård (2003:257).
- Young, O.A., Cruickshank, G.J., MacLean, K.S. & Muir, P.D. (1994). Quality of meat from lambs grazed on seven pasture species in Hawkes Bay. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, vol. 37(2), 177-186.