



Fårens anpassning till värme och kyla

Adaptation of sheep to hot and cold climate



Helena Oscarsson

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap
Umeå

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Research for Northern Sweden

Examensarbete 1:2011

15 hp C-nivå
Agronomprogrammet



Fårens anpassning till värme och kyla

Adaptation of sheep to hot and cold climate

Helena Oscarsson

Handledare:

Gun Bernes, SLU, Institutionen för Norrländsk jordbruksvetenskap

Examinator:

Kristina Dahlborn, SLU, Institutionen för Anatomi, fysiologi och biokemi

Nyckelord: får, temperaturreglering, kyla, värme, anpassning, ull, energibehov

Detta arbete har genomförts inom ramen för kursen EX0553, Kandidatarbete i Husdjursvetenskap – C15. Kursen består i huvudsak av en handledd litteraturgenomgång som leder fram till ett examensarbete inom huvudområdet husdjursvetenskap. I kursen ingår undervisning i att söka och värdera vetenskaplig litteratur samt i muntlig och skriftlig presentation.

SLU
Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap
Umeå

Examensarbete 1:2011
15 hp Grund C

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Research for Northern Sweden

Sammanfattning

Får finns i stora delar av världen och i helt olika miljöer. För att klara av att leva väl under så vitt skilda levnadsförhållanden har flera hundra olika raser utvecklats, vilka skiljer sig bland annat vad beträffar ull, storlek o fettdeponering. I Sverige ökar produktionen av lamm året runt, vilket innebär att lamning sker även under de kallaste vintermånaderna. Detta skulle kunna innebära problem då lammen kan ha svårt att hålla sin kroppstemperatur vilket påverkar överlevnaden. Insatser som kan göras för att förbättra lammens chanser är att utfodra tackan väl, klippa tackan några veckor före lamningen, se till att tackan slickar sitt lamm torrt och försäkra sig om att lammet har god tillgång på mjölk. Det kan också vara motiverat att isolera fårhuset för att lammen ska ha möjlighet att lättare hålla rätt kroppstemperatur även under kalla förhållanden. I varmare delar av världen ligger problemen snarare hos de vuxna djuren och förmågan att göra sig av med överskottsvärme. Då foderintaget kan påverkas negativt av höga temperaturer kan det vara viktigt att inte fodra med för mycket fibrer, samtidigt kan även utfodringsstidpunkten spela roll för att minska värmestressen. I miljön är det viktigt att tillgång till skugga eller ventilation finns för att underlätta och öka fårens välfärd och produktion.

Abstract

Sheep are kept in major parts of the world and in totally different environments. To manage to live well under so different conditions several hundreds of different breeds have been developed. They are different regarding e.g. the wool, size and fat deposition. In Sweden the aim is to increase the amount of lambs being born and slaughtered year around, which means that lambing takes place even during the coldest months. This means that the lambs can have problems to maintain their body-temperature and the survival can be affected. Efforts which can be made to increase lamb survival is feeding the ewe well, shearing the ewe some weeks before lambing, make sure that the ewe licks the lamb dry and that she has milk enough for the lambs. Insulating the stable could also be motivated to increase the lamb's chances to keep the right body-temperature even during cold conditions. In warmer parts of the world the problem is instead for the adult animals and their ability to get rid of the excess heat. Since feed intake can decrease at high temperatures, a solution can be to avoid diets with high amounts of fibres. The time of feeding is another important factor in decreasing the heat stress. To have access to shadow and ventilation can also increase the welfare and production of the sheep.

Introduktion

Enligt statistik från Jordbruksverket (2010a) fanns det i Sverige 2009 drygt 541 000 får, varav ungefär hälften var tackor och baggar och hälften lamm. Statistiken visar också att det finns får i hela Sveriges avlänga land, med skiftande klimat och förutsättningar. I hela världen fanns det 2008 drygt en miljard får (Jordbruksverket, 2010a). Några exempel på länder som har ett stort antal får är Norge, Sydafrika, Ryssland, Grekland, Brasilien, Australien, Kina och Indien (Jordbruksverket, 2010a).

Får förekommer i diversifierade miljöer, från ökenområden till områden kring syd- och nordpolen (Dwyer, 2008), och används till olika ändamål, vilket har lett till att många olika raser utvecklats (Sjödin, et al 2007). Det finns hundratals olika fårraser i världen. Geografiskt kan man dela in dem efter var de vanligtvis förekommer, i tempererade eller i nordliga och sydliga ökenområden (Dwyer, 2008). I tempererade områden i världen har ett behov av värmande ull till människor gjort att avel bedrivits mot en mer finfibrig ull, medan fårraserna i tropiska områden har behållit en mer ursprunglig typ av ull, också kallad hår (Sjödin et al., 2007). Raserna kan också delas in efter svansens längd eller fettinnehåll, liksom efter halsens och öronens längd (Dwyer, 2008). I tempererade områden förekommer vanligtvis får med tunn svans, kompakt kropp med korta ben och en tjock tät ull, medan i ökenområden förekommer en fårtyp med längre ben och öron, mindre kompakt kropp, tunnare glesare ull och ofta med s.k. fett-svans (Dwyer, 2008). Enligt Bernabucci et al. (2010) är den temperaturreglerande förmågan hos idisslare art- och rasberoende.

Från 1995 till 2009 har produktionen av får och lammkött ökat med 54 % i Sverige (Jordbruksverket, 2010a). Trots denna ökning av produktion motsvarar det inte den ökning i konsumtion som skett, vilket innebär att det bara är hälften av det får- och lammkött som äts i Sverige som är producerat här (Jordbruksverket, 2010b). Av tradition sker den största slakten av lamm i Sverige på hösten, men på senare år har slakten av lamm på våren ökat vilket innebär att konsumenterna kan erbjudas färskt lammkött året runt. Att lammen slaktas på våren innebär dock att de föds under de kallaste vintermånaderna, vilket kan ställa högre krav på utrymmet och isoleringen i fårhuset för att undvika att lammen påverkas negativt av kylan (Eggertsen, 2007).

Värmestress hos får är ett ekonomiskt problem för jordbrukare i varma klimat då produktion och hälsa hos djuren kan påverkas negativt. Därför är det viktigt att undersöka vilka faktorer som spelar in och vad som kan göras åt dessa. Det kan t.ex. finnas genetiska skillnader i värmeterans (Bernabucci et al., 2010). På senare år har tekniken för att kunna påverka djurens miljö, för att undvika temperaturrelaterad stress, blivit bättre bl.a. genom att ventilationssystemen utvecklats (Berman, 2003). För att veta hur tekniken ska tillämpas krävs kunskap om djurens behov.

Syftet med denna litteraturstudie är att utreda hur får kan anpassa sig till de olika klimat de hålls i och hur produktion och hälsa påverkas av klimatet. Syftet är också att diskutera potentiella problem som finns i dagens produktion i Sverige och världen vad gäller temperaturreglering, och koppla detta till resultaten från litteraturstudien.

Mekanismer för att klara av olika temperaturer

Temperaturreglering

Normal kroppstemperatur hos får är för en vuxen individ 38,5-39,5°C och för lamm 38,5-40,0°C (Sjödin och Hammarberg, 2007; Sjaastad et al., 2003). Kroppstemperaturen utgör ett referensvärde för de temperaturkänsliga neuronerna vilka finns i temperaturcentret, som är beläget i hypothalamus. När kroppstemperaturen förändras utifrån detta referensvärde sätts en mängd mekanismer i kroppen igång för att återställa temperaturen och genom

värmeproduktion och värmeförlust kan kroppstemperaturen hållas konstant (Sjaastad et al., 2003). Värmeproduktionen uppstår framförallt i samband med fermentationen i mag- och tarmsystemet och genom metabolismen i kroppens celler (CSIRO, 2007), vilken till största delen utgörs av muskelaktivitet (Sjaastad et al., 2003). Som en första respons på en situation där djuret känner sig stressat, här av klimatet, kommer djuret att försöka undvika situationen (Young et al., 1989). Vid en högre omgivningstemperatur än hudens temperatur kommer värme genom strålning och konduktion (ledning) att föras över till fåren, men genom avdunstning från huden och luftvägar (genom hässjning) kommer värmeproduktionen förhindras överstiga värmeförlusten och kroppstemperaturen kan hållas konstant (Sjaastad et al., 2003). Enligt Bernabucci et al. (2010) hanterar idisslare värmestress kortsiktigt genom att öka respirationshastigheten, minska foderintaget och dricka kallt vatten. Bland flera andra fann Seijan et al. (2010) att vattenintaget ökar vid värmestress. Detta beror bland annat på ökade förluster av vatten i och med hässjningen. Vid en lägre omgivningstemperatur än hudens temperatur, kommer värmeförlust ske genom strålning, konduktion, konvektion och avdunstning. För att undvika att värmeförlusten överstiger värmeproduktionen huttrar fåren (Sjaastad et al., 2003). Hur temperaturen förändras under dygnet har stor betydelse för djurs välfärd. De kan lagra en del värme under den varma tiden för att under de kallare nätterna gör sig av med överskottet (CSIRO, 2007).

Termoneutral zon, ”summit metabolism” och nedre/övre kritisk temperatur

Inom den termoneutrala zonen behöver inte värmeproduktion eller förlust ske för att bibehålla kroppstemperaturen (Sjaastad et al., 2003; CSIRO, 2007). Den övre kritiska temperaturen (ÖKT) anger vid vilken temperatur värmeförlust måste ske för att kroppstemperaturen ska bibehållas (CSIRO, 2007). Den nedre kritiska temperaturen (NKT), den undre gränsen för den termoneutrala zonen, anger vid vilken omgivningstemperatur djuret måste öka sin värmeproduktion för att bibehålla sin kroppstemperatur (Berman, 2003; Sjaastad et al., 2003; CSIRO, 2007). NKT är lägre för större djur, för djur med tjock päls och för djur som har en högre metabolisk aktivitet (Sjaastad et al., 2003). Vid temperaturer lägre än NKT måste fåren öka värmeproduktionen vilket betyder att underhållsbehovet ökar (Berge, 1997). Den maximala värmeproduktion som ett får kan uppnå kallas ”summit metabolism” och är $25\text{W/kg}^{0,75}$ eller $2,16\text{MJ/kg}^{0,75}$, vilket är 8 gånger högre än det nettoenergibehov fåret har när det befinner sig i en termoneutral miljö. Den här höga värmeproduktionen kan dock bara fortgå några timmar (CSIRO, 2007). Den maximala värmeproduktionen kan uppnås även hos nyfödda lamm, men för att det ska fungera optimalt behöver tackan ha varit och vara väl utfodrad och lammet ska vara piggt och normalt utvecklat. Utsätts lammet för en längre tids kyla och blir utan mjölk kommer förmågan att avta. Förmågan att producera värme är högre per enhet kroppsytta hos större lamm, jämfört med mindre lamm (Alexander, 1964).

För de flesta arter är ÖKT mellan 25°C och 26°C (Fisher, 2007). Enligt Berman (2003) kommer värmestress gradvis i och med temperaturer över NKT, så vid en lägre NKT kommer även ÖKT att sjunka. Vid försök på Merinofår i Australien visade det sig att de kunde hålla en normal kroppstemperatur även i temperaturer långt över ÖKT om förutsättningar i form av skugga fanns: enligt Johnson (1987) kan de klara temperaturer upp emot 50°C .

För nyfödda lamm som ännu inte är torra är NKT enligt Sjaastad et al. (2003) 38°C, medan den är 25°C för ett torrt nyfött lamm. Men enligt CSIRO (2007) är NKT för ett nyfött lamm på 5 kg 24°C och för ett torrt lamm 21°C. För vuxna djur med lång ull och fri tillgång på mat är NKT -18°, medan den för ett nyklippt får är 22°C (Sjaastad et al., 2003). Enligt Webster (1976) är NKT -40°C för ett vuxet får med lång ull, fri tillgång på foder, som befinner sig inomhus och är anpassad till klimatet. För ett får med ull på underhållsfoderstat är NKT -7°C och för ett klippt får som befinner sig inomhus +13°C (Webster, 1976). Effekten av luftens temperatur på den nedre kritiska temperaturen beror också på regn och vind. Exempelvis ökar NKT för ett vuxet djur med 50 mm ull från -5°C till 16°C vid en vind på 5,5 m/s och 30 mm regn (CSIRO, 2007).

Påverkan av värme respektive kyla

Värme

Hos ett vilande djur påvisas värmestress och graden därav i första hand av en förhöjd kroppstemperatur och en förhöjd respirationshastighet (Monty Jr. et al., 1990). Går det inte att bibehålla en normal kroppstemperatur i varmt klimat kan fåret bli alltför varmt och drabbas av hypertermi. När kroppstemperaturen går upp mot 43-44°C blir det farligt eftersom flera viktiga enzymer och regleringsmekanismer i kroppen förstörs (Sjaastad et al., 2003). Förutom själva temperaturens inverkan på toleransen för värme påverkar även luftfuktighet, vind och solstrålning (Bernabucci et al., 2010).

Vid värmestress minskar foderintaget, samtidigt som näringsbehovet ökar på grund av den ökade metaboliska hastigheten som följer av den stigande temperaturen. Detta medför att produktionen kan påverkas negativt (CSIRO, 2007) t.ex. minskar tillväxten och kroppsvikten om djuret utsätts för stigande temperaturer (Marai et al., 2007). Enligt Bernabucci et al. (2010) är den negativa påverkan av värmestress större hos högproducerande djur på grund av deras redan höga produktion av metabolisk värme. Mjölproducerande djur är känsligare för värme än köttproducerande djur är (Bernabucci et al., 2010).

Kyla

Vid en alltför låg temperatur där djuret inte klarar av att behålla sin kroppstemperatur drabbas det av hypotermi och kyls då ner. Däggdjur klarar av att under en kortare period kylas ner till en kroppstemperatur runt 25°C, men cirkulationen och andningen försämras stadigt (Sjaastad et al., 2003). Vid födseln sjunker kroppstemperaturen hos alla lamm, men vid försök på kejsarsnittade lamm var nedgången i kroppstemperatur större för dem som vistades i 15°C efter födseln, jämfört med dem som befann sig i 30°C. (Symonds och Clark, 1998). I försök har det visats att tackor som under dräktighetens 5-6 sista veckor utsätts för kall miljö föder lamm med en högre födelsevikt, jämfört med tackor som befunnits sig i en termoneutral miljö. Flera uppmätta parametrar visade på att viktiga näringsämnen omfördelats till fostrets fördel under vistelsen i den kalla miljön (Thompson et al., 1982).

Vind, luftfuktighet, solstrålning och nederbörd

Den effektiva temperaturen är lufttemperaturen modifierad av vind, regn, solstrålning och luftfuktighet (Forbes, 1995a; Bernabucci et al., 2010). Den effektiva temperaturen är lägre vid

exempelvis blåsig förhållanden, jämfört med vindstilla (CSIRO, 2007). I försök hade blöta lamm svårt att överleva vid en vindstyrka på 4,5 m/s om temperaturen understeg 20°C, medan torra lamm överlevde ner till 0°C med samma vindstyrka (Alexander, 1964). Enligt Lynch et al. (1980) dör fler lamm vid blåsig väder (över 4,2 m/s) till följd av hypotermi, om tillgång till vindskydd inte finns. Den slutsatsen kunde dras efter en studie gjord i Australien vintertid, med temperaturer mellan -9°C och +15°C. Lammöverlevnaden ökade om tackorna hade tillgång till vindskydd jämfört med om de inte hade det. I de flockar som inte hade tillgång till vindskydd hade de lamm som dog i större utsträckning dött av hypotermi än av andra orsaker. Vindskyddet användes också i högre utsträckning av fåren under blåsigare förhållanden jämfört med lugnare.

Luftfuktigheten har betydelse för fårets förmåga att göra sig av med överskottsvärme genom avdunstning (vattenånga). När den relativa fuktigheten är 100 % går förmågan att göra sig av med överskottsvärme genom vattenånga förlorad. Det är dock sällan som en sådan extrem fuktighet uppträder under någon längre tid (CSIRO, 2007). Vilken effekt som luftfuktigheten har på värmeavgivningsförmågan brukar kallas för luftfuktighetsindex (THI) och kan räknas ut enligt följande formel:

$$\text{THI} = t_d - (0,55 - 0,55\text{RH})(t_d - 58)$$

där t_d =dry bulb temperatur och RH=relativa fuktigheten i decimalform (West, 1994). Formeln har använts för att räkna ut luftfuktighetsindex för får (Fisher et al., 2004). Vid THI under 70 innebär luftfuktigheten inget problem för värmeavgivningen hos boskap. THI på 75-78 innebär en ökad stress och vid värden över 78 har djuret svårt att bibehålla sin kroppstemperatur (Silanikove, 2000).

Anpassning till olika klimat

Med en ökad exponering för kalla temperaturer kommer fysiologiska anpassningar att ske vilket ökar djurets isolering, aptit och metabolism (Young, 1983).

Energibehov

Underhållsbehovet av energi per dag är till får 0,395MJ/kg kroppsvikt^{0,75}. För ett får med en vikt på 50 kg innebär det 7,43 MJ/dag (Spörndly, 2003). Så länge omgivningstemperaturen håller sig inom fårets termoneutrala zon kan det behålla sin kroppstemperatur utan att energibehovet förändras (Sjaastad et al., 2003). Energibehovet, utöver underhållsbehovet, vid temperaturer under djurets NKT beror av fårets kroppsarea och vilken isolering det har. Isoleringen utgörs av ullen, underhudsfettet och den lufthållande förmågan hos ullen. Isoleringen försämras när ullen blir blöt (CSIRO, 2007). För att räkna ut det ökade energibehovet i temperaturer under NKT kan enligt CSIRO (2007) följande formel användas:

$$E_{\text{cold}} (\text{ME, MJ/dag}) = A(T_{\text{lc}} - T_a) / (I_t + I_e),$$

där $A=0,09$ *kroppsvikten i $\text{kg}^{0,66}$, T_{lc} =nedre kritiska temperatur för det djuret (°C), T_a =lufttemperaturen (°C), I_t+I_e =totala isoleringen (m^2). Se tabell 1 för räkneexempel.

Tabell 1: Exempel på beräkning av energibehov utöver underhållsbehov vid temperaturer under den nedre kritiska gränsen för olika fårkategorier (CSIRO, 2007)

	A	T _{lc}	T _a	I _t + I _e	Energi behovet utöver underhållsbehovet
Nyfött lamm	$0,09 \times 5^{0,66} = 0,26$	28°C	15°C	2,79	1,21 MJ/dag
Vuxet får, nyklippt	$0,09 \times 50^{0,66} = 1,19$	19°C	15°C	3,36	1,42 MJ/dag
Vuxet får, 10mm ull	$0,09 \times 50^{0,66} = 1,19$	16°C	15°C	3,92	0,30 MJ/dag

Enligt Young (1983) har flera försök visat att vid en längre tids anpassning till kalla klimat kommer den basala värmeproduktionen öka. Detta leder till att djur som är anpassade till ett kallt klimat har en bättre förmåga att överleva kyla och att välfärden hos djuren ökar om de är anpassade till klimatet.

Hur mycket energibehovet ökar vid varmare temperaturer har varit svårt att utreda, och någon väl etablerad rekommendation finns inte (CSIRO, 2007; Cannas, 2004). Dock kan intensiteten på flämtningen ge en fingervisning om hur mycket energibehovet ökar: föreslaget är att vid en något ökad andhämtning kan ett ökat energibehov på 7 % finnas och vid en än högre intensitet och djupare andning med öppen mun kan behovet öka med 11-25 % (CSIRO, 2007).

Näringstillgång

Foderintaget, och därigenom den metaboliska aktiviteten, påverkar djurets förmåga att hålla en konstant kroppstemperatur (CSIRO, 2007). För att öka värmeproduktionen går det frivilliga intaget av foder upp vid temperaturer under den termoneutrala zonen (CSIRO, 2007; Forbes, 1995a). Vid temperaturer över den termoneutrala zonen kommer det frivilliga intaget av foder att sjunka (CSIRO, 2007; Forbes, 1995a), för att minska den värmeproduktion som kommer av intag, digestion, absorption och metabolism (Forbes, 1995a). I vilken grad intaget förändras beror på fodrets näringsmässiga kvalitet (CSIRO, 2007). För djur i varma klimat har man sett att ett mer koncentrerat foder minskar det reducerade intaget, då en ökad fiberandel i fodret ökar värmeproduktionen (Forbes, 1995a; Sevi et al., 2002). Sevi et al. (2002) såg också att det var viktigt med fri tillgång på foder, alternativt utfodring under kvällen och natten, för att undvika att fåren ökade sin värmebelastning genom foderintag under den varmaste tiden på dygnet.

Hos nötkreatur som används till köttproduktion har Fox (1987) sett ett ökat intag med 1 % per °C vid fallande temperaturer. I Forbes (1995b) anges ett samband (i temperaturintervaller mellan -5°C och 35°C) mellan temperaturen och klippta lamms frivilliga intag av torrsbstans som var $DMI = 111,3 - 0,52T$ (DMI= torrsbstanskonsumtion i g per $kg^{0,75}$ levande vikt, T=temperaturen i °C)

Ullens betydelse

Vilken isolering djuret har i form av ull påverkar NKT (CSIRO, 2007). Fårraser med gles ull hade vid en temperatur på 5°C och en vindhastighet på 2 m/s 27 % högre energibehov jämfört med fårraser med tätare ull av samma längd, 10 mm. Vid en ullängd på 50 mm minskade skillnaden till 11 % (Joyce och Blaxter, 1963). Att ullens typ påverkar förmågan att behålla kroppstemperaturen visade också Alexander (1964) då lamm med en grövre typ av ull klarade

lägre temperaturer och mer vind bättre, jämfört med lamm med en finfibrigare ull. Exempelvis överlevde ett 5 kg lamm med grov ull ner till -19°C medan ett lika tungt lamm med finfibrig ull dog vid temperaturer under 4°C (Alexander, 1964).

Vid försök på olika fårraser som är vanliga i länder vid Medelhavet, ökade värmeproduktionen efter klippning vid inomhustemperaturer mellan 16 och 28°C, och till följd av detta ökade energibehovet. Den ökade värmeproduktionen höll i sig i flera veckor efter klippningen och var associerad med köldstress (Piccione et al., 2002). Detta kan jämföras med Sjaastad et al. (2003) som anger att NKT för ett nyklippt får är 22°C, och Webster (1976) som menar att gränsen ligger på +13°C för denna djurkategori.

Enligt Nedkvitne (1974, i Berge, 1997) rekommenderas klippning av dräktiga tackor 6 veckor innan lamning då det visats att det ökar foderintaget och ger en högre födelsevikt för lammen. Detta kan jämföras med Thompsson et al. (1982) som såg att lammens födelsevikt ökade om tackan exponerades för kyla 5 veckor innan lamning. Även i länder med betesdrift större delen av året har en positiv effekt hos lammens födelsevikt (Kenyon et al., 2006; Banchemo et al., 2010) och livskraft (Banchemo et al., 2010) kunnat ses om tackan klipps ungefär 8 veckor innan lamning. Effekten är inte signifikant om klippningen sker senare under dräktigheten (Kenyon et al., 2006). För att effekten av klippning ska uppnås är det av stor betydelse att tackan kan näringsförsörja sig tillfredställande (Kenyon et al., 2006).

Däremot menar Gregory (1995) att klippning under vintern vid svåra väderförhållanden ökar risken för död och sjukdom hos tackan, orsakat av hypotermi. Är det kallt kan det därför vara motiverat att använda vinterskär vid klippningen, som lämnar ~9 mm stubblängd istället för 4 mm, (Dabiri et al., 1995; Gregory, 1995; Kenyon et al., 2003). Det har visat sig att tackan klarar 4-5 °C lägre temperaturer innan värmeproduktionen måste öka, vid användning av vinterskär (Dabiri et al., 1995). Morris och McCutcheon (1997) och Morris et al. (2000) kunde inte se att födelsevikten hos lammen förändrades vid användandet av vinterskär jämfört med vanliga klippskär.

I varmt klimat, med medeltemperaturer mellan 22 och 31°C, kunde Piccione et al. (2010) se att koncentrationen av serumproteiner, som tyder på uttorkning och värmestress, var högre hos de oklippta tackorna i försöket, till skillnad mot de som klippts. Lammens termoreglering förbättrades, hos lamm födda inomhus, om tackan hade blivit klippt före lamningen (Stott och Slee, 1985; Symonds et al., 1992). Dock verkar inte termoregleringen påverkas om lammen föds under betesdrift (Kenyon et al., 2003).

Ålder och vikt

Enligt Starr (1981) ökar lammens dödlighet med minskad vikt, enligt ett försök med lamm som befann sig i en naturlig miljö (inte under temperaturreglerade förhållanden). Av de lätta lammen dog 14,5 %, av lammen med medelvikt dog 5,2 %, men inget av de tyngsta lammen. Enligt Alexander (1964) beror kapaciteten att producera värme ("summit metabolism" som tidigare beskrivits), och därmed klara av kalla temperaturer, bland annat på lammens storlek. Vid jämförelse mellan lamm som väger 2 kg och 5 kg har de större lammen en bättre kapacitet att per m² kroppsytta producera värme och därmed behålla en normal

kroppstemperatur. Exempelvis överlevde ett 5 kg tungt nyfött och blött lamm till strax under 4°C, medan det 2 kg tunga lammet dog vid temperaturer strax under 23°C. Värmeförlust är också relaterat till storleken på fåret, ett mindre får förlorar mer värme per kroppsytta än ett större. Därför kommer mindre får kylas ner tidigare under sjunkande temperaturer. Symonds och Clarke (1998) visade att tackor med låg vikt, men liknande bakgrund i övrigt som tackorna med högre vikt, födde lamm som hade svårare att klara lägre omgivningstemperaturer vid födseln. Vid en temperatur på 15°C, började lammen från de lätta tackorna inte att skaka, och kunde därför inte behålla sin kroppstemperatur och drabbades således av hypotermi och andningsbesvär.

Med ökad ålder förbättras fårets isolering i form av ull vilket ökar förmågan att behålla värme (Alexander, 1964).

Produktionsstadium

Vid digivning (laktation) producerar djur mer värme, vilket beror både på det ökade foderintaget men också på själva mjölksyntesen. Detta medför att digivande djur är mer tåliga för kalla temperaturer, men känsligare för varma (Fisher, 2007). Även Berman (2003) menar att NKT minskar med en ökad mjölkproduktion i och med den högre värmeproduktion ett lakterande djur har.

Ras

Slee och Forster (1982) fann skillnader i aklimatisering till kalla temperaturer mellan fårraserna Scottish Blackface, Tasmanian Merino, finsk lantras och Soay sheep. Finsk lantras och Soay sheep aklimatiserade sig sämst och de andra två bättre. För alla skedde dock en aklimatisering till det kallare klimatet om de fick möjlighet att anpassa sig under en tid.

Vid försök i centrala Arizona under intensiv, torr sommarvärme (närmare 40°C) visade sig en skillnad mellan tre raser huruvida de klarade av förhållandena (Monty Jr. et al., 1990). Alla var årsgamla baggar och det mindre och hårbärande vita fåret St.Croix hade under den varmaste tiden lägst kroppstemperatur och respirationshastighet, högst hjärtfrekvens och foderintag. Det tyngre och ullbärande vita fåret av rasen Rambouillet hade högst kroppstemperatur och respirationshastighet, lägst hjärtfrekvens och foderintag. Den tredje rasen som låg mittemellan dessa var Karakul, som är ett medelstort mörkfärgat får med lång grov ull/hår. Vikten förändrades inte hos någon av raserna under värmeexponeringen. Då Rambouillet har mindre kroppsytta per kg kroppsvikt har den svårare att göra sig av med överskottsvärme. Även den täta ullen spelar roll till skillnad mot den glesare typ av hår som St.Croix- och Karakul-fåren har (Monty Jr. et al., 1990). Dessa resultat är liknande de som McManus et al. (2011) fann, att fårraser med ull är mindre anpassade att klara ett tropiskt klimat jämfört med får med hår samt att vita får är mer värmeteroleranta än färgade.

Hos fårraser som lever i kallare områden deponeras överskottsfettet under huden i större utsträckning än hos fårraser som lever i varmare klimat (Bhat, 1999; Ermias et al., 2002), där fettet istället placeras runt rumpan och i svansen. När fettet placeras i svansen, istället för under huden, underlättas värmeavgången från kroppen (Bhat, 1999).

Inomhusklimat

Kalla klimat

De allra flesta fårhus i Sverige är oisolerade och har naturlig ventilation (Meiner et al., 2009). Enligt Berge (1997) behöver fårhus inte vara isolerade. Efter flera års studier i Norge har denna slutsats kunnat dras då inga skillnader har detekterats mellan olika välfärds- och produktionsparametrar vid jämförelse mellan isolerade och oisolerade fårhus (Berge, 1997). Det är dock viktigt att komma ihåg att i Norge är den dominerande produktionsformen höstlamm, dvs. de flesta lammen föds på våren (Meiner et al., 2009). Enligt Meiner et al. (2009) är isolerade fårhus ett alternativ för besättningar med vinterlamning för att öka lammens överlevnad och minska behovet av att övervaka lamningen. Ett värmeisolerat fårhus dimensioneras ofta för +8°C, medan ett oisolerat följer utomhustemperaturen med 2-8°C varmare inomhus (SIS, 1992).

Varma klimat

Ventilation i fårhuset kan förbättra produktionen i varmt klimat. Vid försök i medelhavsklimat med mjölkfår under sommaren kunde det påvisas att en fläkt som går periodvis (10ggr/dygn) en längre tid (25min/timme) under de varmaste tiderna på dagen kan öka mjölkavkastningen och välfärden hos tackorna (Sevi et al., 2002). Enligt Caroprese (2008) ska ett fårhus under sommaren ge skydd mot solstrålning för att undvika negativa effekter på fårens välfärd och produktion. Detta kunde Sevi et al. (2000) påvisa i en studie med lakterande tackor. Om det fanns tillgång till skugga blev inte ökningen i kroppstemperatur och andningsfrekvens lika stor som om ingen skugga fanns. Tillgången till skugga eller inte påverkade inte mjölkavkastningen volymmässigt, men mjölkens kaseinhalt och därmed ostutbytet påverkades negativt om tillgång till skugga inte fanns.

Diskussion

Det finns flera faktorer för en fårägare i såväl varmt som kallt klimat att ta hänsyn till för att fårens välfärd och produktion ska hållas på en bra nivå. Det gäller många gånger att balansera flera djurkategoriers behov för att nå bästa resultat. Till att börja med ligger NKT för ett nyfött lamm enligt flera källor långt under den för en fullt utfodrad och digivande tacka (Webster, 1976; Sjaastad et al., 2003; CSIRO, 2007). Detta skulle kunna innebära att lammet måste öka sin värmeproduktion, vilket kräver extra energi (CSIRO, 2007), medan tackan kan ha svårt att göra sig av med ett värmeöverskott och i värsta fall kan få ett minskat foderintag till följd av detta (CSIRO, 2007; Forbes, 1995a; Fox, 1987; Forbes, 1995b), vilket i sin tur kan medföra att det ökade behovet hos lammet inte kan tillfredställas. För att motverka detta i kalla klimat behöver antagligen temperaturen ligga på en nivå så att lammen mår bra och överlever men ändå får ett något ökat energibehov medan tackorna befinner sig i en termoneutral miljö så att de kan äta och mjölka optimalt.

Här i Norden har det diskuterats om isolerade fårhus är att föredra (Meiner et al., 2009; Berge, 1997). Då temperaturen i så fall hålls på plussidan (SIS, 1992), skulle det kunna öka lammens välbefinnande, och naturligtvis även djurskötarnas. En intensivare lammproduktion innebär ofta ett stort antal får, då kan ett isolerat fårhus utgöra en arbetslättning eftersom fler tackor

själva klarar av att ta hand om sina lamm innan de blir nerkylda. Att slippa använda sig av en värmekälla i form av t.ex. värmelampor kan också minska arbetsbelastningen. Men även i ett isolerat fårhus kommer temperaturen att ligga under NKT för ett nyfött lamm så arbetsinsatsen kring lamningen kommer ändå att vara hög. I Norge har flera studier enligt Berge (1997) visat på att isolerade fårhus inte förbättrade djurens välfärd eller produktion, men det är viktigt att komma ihåg att lammerna där föds på våren när temperaturerna är högre än under vintern. I varma klimat är det däremot framförallt de vuxna djurens välfärd som kan försämrans i och med de höga temperaturerna. Vid en mer intensiv produktion, och i system för mjölkproducerande får, kan uppfödningen ske inomhus. I denna miljö är det viktigt att undvika en alltför hög temperatur och några studier menar att fläktsystem av olika typ kan minska värmebelastningen (Berman, 2003; Sevi et al., 2002). Vid betesdrift i varma klimat, och även här i Norden under sommaren, är tillgången till skugga väldigt viktig. Flera studier visar att vid tillgång till skugga så ökar välfärden hos fåren samtidigt som vissa produktionsparametrar förbättras (Sevi et al., 2000; Johnson, 1987).

Att lammens storlek har betydelse för överlevnaden kanske inte är så överraskande, men att det skulle skilja sig så mycket som i Alexander's (1964) studie är anmärkningsvärt. De 5 kg tunga lammerna överlevde nästan 20°C kallare temperaturer än de lamm som endast vägde 2 kg. Antagligen inverkar utöver storleken också lammens mognad och livskraft då ett lamm på bara 2 kg antagligen är svagare rent fysiskt. Även tackans storlek verkar spela roll för lammens överlevnad i kalla klimat (Symonds & Clark, 1998). Detta visar på att en bra uppfödning och utfodring av tackorna, så att de når en fördelaktig vikt, är viktigt inte bara för att de ska kunna mjölka bra utan också för att lammerna ska få en bra start vid födseln under kalla omgivningstemperaturer. Storleken på lammerna kan till viss del påverkas av att tackan blir klippt ungefär 6 veckor innan lamning, vilket flera studier i olika klimat visat (Kenyon et al., 2006; Banchemo et al., 2010; Nedkvitne, 1974, i Berge 1997). Detta har ett samband med exponering av temperaturer under tackans termoneutrala zon, vilket påverkar näringsämnenas omfördelas till fostrets fördel (Thompson et al., 1982). Den mest kritiska tiden för lammerna under kalla förhållanden är medan de fortfarande är blöta. I och med att lammet blir torrt och också för att det växer kommer det att klara av allt lägre temperaturer (Alexander, 1964; CSIRO, 2007).

När ullen är blöt, vara sig det är av regn eller fostervatten, kommer en del av den isolerande förmågan att gå förlorad vilket gör att NKT ökar. På ställen med både mycket regn och blåst, som New Zeeland och Storbritannien, har studier visat att tillgång till vindskydd ökar lammöverlevnaden (Lynch et al., 1980).

När tackan klipps sex veckor innan vårlamning ligger temperaturen här i Norden mest troligt under NKT för en nyklippt tacka (Webster, 1976; Sjaastad et al., 2003; CSIRO, 2007), vilket medför att tackan behöver ha tillräcklig energiförsörjning (CSIRO, 2007) för att undvika att drabbas av sjukdom (Dabiri, 1995). Om klippningen sker mitt i vintern kan det vara motiverat att använda sig av vinterskär, vilket flera studier har visat (Dabiri et al., 1995; Gregory, 1995; Kenyon et al., 2003), speciellt i norra Sverige. Vid en högre metabolisk status hos tackan, som vid digivning, kommer värmeproduktionen att öka (CSIRO, 2007; Fisher, 2007; Berman, 2003) varför det är motiverat att klippa tackorna innan lamning också för att tackans NKT ska

komma närmare lammets och undvika att tackan drabbas av värmestress (Piccione et al., 2002; Berman, 2003) under digivningen.

I varma klimat kan, som tidigare diskuterats, vuxna djur och speciellt djur med högre metabolisk aktivitet påverkas negativt av värmestress (CSIRO, 2007; Bernabucci, 2010; Fisher, 2007). En ökad värmebelastning kan leda till att foderintaget går ner, vilket flera studier tyder på (CSIRO, 2007; Forbes, 1995a; Fox, 1987; Forbes, 1995b). När näringstillgången minskar får detta följder i form av minskad tillväxt (Marai et al., 2007). För att undvika att en nedgång i foderintag sker är fodrets karaktär en viktig faktor (CSIRO, 2007), då foder med en hög fiberandel ökar värmeproduktionen från metabolismen. Ett mer koncentrerat foder kan därför vara bättre att ge i varma klimat för att undvika nedgången i konsumtion (Forbes, 1995a; Sevi et al., 2002). För att undvika en ökad värmeproduktion är också utfodringstillfället viktigt att beakta, det verkar vara bättre att utfodra under kvällen och natten då lufttemperaturen är lägre (Sevi et al., 2002).

Trots att får hålls på många olika sätt och i skiftande klimat och allmänt betraktas som ett tåligt djur stämmer det inte för alla raser i alla miljöer. Skiftande tålighet beträffande ullens karaktär vid exponering för kalla temperaturer och blåsiga och regniga förhållanden har setts (Alexander, 1964). Det har också visats att en anpassning till kalla klimat sker, om fåret utsätts för temperaturen den ska vistas i, men olika raser anpassar sig olika bra (Slee & Forster, 1982). Även under varma förhållanden har olika raser klarat sig olika bra beroende på vilken typ av ull de har och vilken färg ullen har (Monty Jr. Et al., 1990; McManus et al., 2011). Storleken på fåret har betydelse i varma klimat likväl som i kalla, då större får har svårare att göra sig av med överskottsvärme, medan de mindre fåren förlorar mer värme i kalla klimat (Alexander, 1964; Starr, 1981; Monty Jr. Et al., 1990; McManus et al., 2011). Även fårets typ spelar roll då fettsvansfår har lättare att göra sig av med överskottsvärme och är bättre anpassade till ett liv under höga temperaturförhållanden än får med kort och tunn svans (Bhat, 1999; Ermias et al., 2002). Så att anpassa valet av fårras till de förhållanden det ska hållas i är viktigt. Även om det kan vara motiverat att öka tillväxten hos små, tåliga men långsamväxande raser är det naturligtvis viktigt att se till att välfärden hos djuren inte påverkas negativt då det ju kan innebära att satsningen ändå inte lönar sig.

De flesta studier av lamning under kalla förhållanden är utförda i Storbritannien, Australien och på New Zeeland, där djuren är ute året runt. För att veta hur djuren påverkas av temperaturen här i Norden under de kalla vintermånaderna, vid vinterlamning inomhus, skulle studier behöva göras under dessa förhållanden. I varma klimat har flera studier utförts, och fårraser anpassade till varmare klimat verkar klara av dessa förhållanden bra vilket också visar sig i det stora antalet får som finns i dessa delar av världen.

Slutsats

Får har kapacitet att leva i flera olika miljöer, men det innebär inte att alla fårraser kan anpassa sig väl i alla klimat. För att fåren inte bara ska överleva utan även kunna producera bra är det viktigt att fårägaren kan erbjuda skydd för väder och vind när detta behövs, i varma som kalla klimat, samt att anpassa fodertillgången efter vilken miljö fåren befinner sig i. Att ullen har en stor betydelse är också tydligt, både vad gäller klippningstidpunkt, samt ullens

längd, karaktär och färg. Det är kanske ullen som främst skiljer fåren och deras förmåga att klara av olika temperaturer från andra djur. Då produktionsformerna förändras behöver nya studier göras för att undersöka hur fåren påverkas under andra förhållanden, som t.ex. vid vinterlamning i Sverige eller vid intensivare fåruppfödning i varma länder där extensiva modeller tidigare varit det vanliga.

Referenser

- Alexander, G. 1964. Lamb survival: physiological considerations. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 5, 113-122.
- Banchero, G., Vázquez, A., Montossi, F., de Barbieri, I., Quintans, G. 2010. Pre-partum shearing of ewes under pastoral conditions improves the early vigour of both single and twin lambs. *Animal Production Science* 50, 309-314.
- Berge, E. Housing of sheep in cold climate. 1997. *Livestock Production Science* 49, 139-149.
- Berman, A. 2003. Effects of Body Surface Area Estimates on Predicted Energy Requirements and Heat Stress. *Journal of Dairy Science* vol. 86, 11, 3605-3610.
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L.H., Rhoads, R.P., Ronchi, B., Nardone, A. 2010. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal* 4:7, 1167-1183.
- Bhat, P. N. 1999. Sheep. I: An Introduction to Animal Husbandry in the Tropics (red. Payne, W.J.A., Wilson, T.), 405-446. Blackwell Science Ltd, UK.
- Cannas, A. 2004. Energy and protein requirements. I: Dairy sheep nutrition (red. Pulina, G., Bencini, R.), 31-49. CAB International, UK.
- Caroprese, M. 2008. Sheep housing and welfare. *Small ruminant research* 76, 21-25.
- CSIRO, 2007. *Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants*, CSIRO Publishing.
- Dabiri, N., Morris, S.T., Parker, W.J., McCutcheon, S.N., Wickham, G.A. 1995. Productivity and cold resistance in ewes pre-lamb shorn by standard or cover comb. *Australian Journal of Agricultural Research* 46, 721-732
- Dwyer, C.M. 2008. Environment and the Sheep. I: The Welfare of Sheep (red. Dwyer, C.M.), 41-79. Springer Science + Business Media B.V.
- Eggertsen, J. 2007. Olika produktionsformer. I: Får (red. Sjödin, E.), 102-104. Natur och Kultur, Stockholm.
- Ermias, E., Yami, A., Rege, J.E.O. 2002. Fat deposition in tropical sheep as adaptive attribute to periodic feed fluctuation. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 119, 235-246.
- Fisher, M.W. 2007. Shelter and welfare of pastoral animals in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 50, 347-359.
- Fisher, A.D., Stewart, M., Duganzich, D.M., Tacon, J. och Matthews, M.W. 2004. The effects of stationary periods and external temperature and humidity on thermal stress conditions within sheep transport vehicles. *New Zealand Veterinary Journal* 53, 6-9.
- Forbes, J.M. 1995a. Environmental factors affecting intake. I: Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals (red. Forbes, J.M.), 332-353. CAB International, UK.
- Forbes, J.M. 1995b. Environmental factors affecting intake. I: Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals (red. Forbes, J.M.), 332-353. CAB International, UK.
- Citerar Brink, D.R. 1975. Effect of ambient temperature on lamb performance. MS thesis, Kansas State University, Manhattan.
- Fox, D.G. 1987. Physiological factors influencing voluntary intake by beef cattle. I: Feed intake by beef cattle. (red. F.N. Owens), 193-207. Oklahoma State University, Stillwater.
- Gregory, N.G. 1995. The role of shelterbelts in protecting livestock. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 38, 423-450.

- Johnson, K.G. 1987. Shading behaviour of sheep: preliminary studies of its relation to thermoregulation, feed and water intakes, and metabolic rates. *Australian Journal of Agricultural Research* 38, 587-596.
- Jordbruksverket och Statistiska Centralbyrån, 2010a. Jordbruksstatistisk årsbok 2010, med data om livsmedel. Sveriges officiella statistik.?
- Jordbruksverket, 2010b. EU:s marknadsreglering för får- och getkött.
<http://www.sjv.se/amnesomraden/handel/politikochframtid/eusjordbrukspolitik/farochgetkott.4.1bd41dbf120d2f595da80005268.html>
- Joyce, J.P., Blaxter, K.L. 1963. The effect of air movement, air temperature, and infrared radiation on the energy requirements of sheep. *British Journal of Nutrition* 18, 5-27.
- Kenyon, P.R., Morris, S.T., Revell, D.K., McCutcheon, S.N. 2003. Shearing during pregnancy- review of a policy to increase birthweight and survival of lambs in New Zealand pastoral farming systems. *New Zealand Veterinary Journal* 51, 200-207.
- Kenyon, P.R., Sherlock, R.G., Morris, S.T., Morel, P.C.H. 2006. The effect of mid- and late-pregnancy shearing of hoggets on lamb birthweight, weaning weight, survival rate, and wool follicle and fibre characteristics. *Australian Journal of Agricultural Research* 57, 877-882.
- Lynch, J.J., Mottershead, B.E., Alexander, G. 1980. *Applied Animal Ethology* 6, 163-164.
- McManus, C., Louvandini, H., Gugel, R., Sasaki, L.C.B., Bianchini, E., Bernal, F.E.M., Paiva, S.R., Paim, T.P. 2011. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. *Tropical Animal Health and Production* 43, 121-126.
- Marai, I.F.M., El-Darawany, A.A., Fadiel, A. and Abdel-Hafez, M.A.M. 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep –A review. *Small Ruminant Research* 71, 1–12.
- Meiner, M., Thomsson, A., Bernes, G., Ascárd, K., Jeppsson, K.H. 2009. Byggnader och inhyssningssystem för lammproduktion. Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Lantbrukets byggnadsteknik och Institutionen för Norrländsk Jordbruksvetenskap. Rapport 2009-10.
- Monty, Jr., D.E., Kelley, L.M., Rice, W.R. 1990. Acclimatization of St.-Croix, Karakul and Rambouillet sheep to intense and dry summer heat. *Small Ruminant Research* 4, 379-392.
- Morris, S.T., McCutcheron, S.N. 1997. Selective enhancement of growth in twin fetuses by shearing ewes in early gestation. *Animal Science* 65, 105-110.
- Morris, S.T., McCutcheron, S.N., Revell, D.K. 2000. Birth weight to responses to shearing ewes in early to mid gestation. *Animal Science* 70, 363-369.
- Nedkvitne, 1974 I: Berge, E. Housing of sheep in cold climate. 1997. *Livestock Production Science* 49, 139-149.
- Piccione, G., Caola, G., Refinetti, R. 2002. Effect of shearing on the core body temperature of three breeds of Mediterranean sheep. *Small Ruminant Research* 46, 211-215.
- Piccione, G., Casella, S., Alberghina, D., Zumbo, A., Pennisi, P. 2010. Impact of shearing on body weight and serum total proteins in ewes. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8(2), 342-346.
- Sejian, V., Maurya, V.P., Naqvi, S.M.K. 2010. Adaptability and growth of Malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. *Tropical Animal Health and Production* 42, 1763-1770.
- Sevi, A., Annicchiarico, G., Albenzio, M., Taibi, L., Muscio, A., Dell'Aquila, S. 2000. Effects of solar radiation and feeding time on behavior, immune response and production of lactating ewes under high ambient temperature. *Journal of Dairy Science* 84, 629-640.

- Sevi, A., Albenzio, M., Annicchiarico, G., Caroprese, M., Marino, R., Taibi, L. 2002. Effects of ventilation regimen on the welfare and performance of lactating ewes in summer. *Journal of Animal Science* 80, 2349-2361.
- SIS. 1992a. Lantbruksbyggnader - Ventilation, uppvärmning och klimatanalys i uppvärmda djurstallar – Beräkningsregler. Swedish Standard Institute, Stockholm. (SS 951050).
- Silanikove, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science* 67, 1–18.
- Sjaastad, ØV., Hove, K., Sand, O. 2003. *Physiology of Domestic Animals*. Scandinavian Veterinary Press, Oslo.
- Sjödín, E., Näsholm, A., Waller, A. 2007. Får i världen. I: Får (red. Sjödín, E.), 8-19. Natur och Kultur, Stockholm.
- Sjödín, E., Hammarberg, K-E. 2007. Beteende, skötsel och hälsovård. I: Får (red. Sjödín, E.), 105-136. Natur och Kultur, Stockholm.
- Slee, J., Forster, J.E. 1982. Habituation to cold in four breeds of sheep. *Journal of Thermal Biology* 8, 343-348.
- Spörndly, R. 2003. *Fodertabeller för idisslare 2003*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för husdjurens utfodring och vård. (SLU: 257). ISSN 0347-9838.
- Starr, J.R. 1981. Weather and lamb mortality in a commercial lowland sheep flock. *Agricultural Meteorology* 24, 237-252.
- Stott, A.W., Slee, J. 1985. The effect of environmental temperature during pregnancy on thermoregulation in the newborn lamb. *Animal Production* 41, 341-347.
- Symonds, M.E., Bryant, M.J., Clarke, L., Darby, C.J., Lomax, M.A. 1992. Effect of maternal cold exposure on brown adipose tissue and thermogenesis in the neonatal lamb. *Journal of Physiology* 455, 487-502.
- Symonds, M.E., Clarke, L. 1998. Influence of maternal bodyweight on adaptation after birth in near-term lambs delivered by Caesarean section. *Reproduction, Fertility and Development* 10, 333-339.
- Thompson, G.E., Basset, J.M., Samson, D.E., Slee, J. 1982. The effects of cold exposure of pregnant sheep on foetal plasma nutrients, hormones and birth weight. *British Journal of Nutrition* 48, 59-64.
- Webster, A.J.F., 1976. Effects of cold energy metabolism of sheep. I: Progress in animal biometry (red. Johnsen, H.D.), 218-226. Swets and Zeitlinger, Amsterdam.
- West, J.W. 1994. Interactions of energy and bovine somatotropin with heat stress. *Journal of Dairy Science* 77, 2091–102.
- Young, B.A. 1983. Ruminant cold stress: Effect on production. *Journal of Animal Science* 57, 1601-1607.
- Young, B.A., Walker, B., Dixon, A.E., Walker, V.A. 1989. Physiological adaptation to the environment. *Journal of Animal Science* 67, 2426-2432.

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15 eller 30 högskolepoäng) samt större enskilda arbeten (15-30 högskolepoäng) utförda och/eller handledda vid Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet.

DISTRIBUTION:

**Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap
901 83 UMEÅ**

www.slu.se/njv
