

Betydelsen av hästens hud och päls för reglering av kroppstemperatur i kyla – vad händer vid klippning och täckning?

Li Ekblom





Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

Betydelsen av hästens hud och päls för reglering av kroppstemperatur i kyla – vad händer vid klippning och täckning?

The importance of the horse's skin and coat for regulation of body temperature in the cold – effects of clipping and blanketing?

Li Ekblom

Handledare:

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

Examinator:

Anna Jansson, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 15 hp
Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap
Kurskod: EX0553
Program: Husdjursvetenskap- kandidatprogramet
Nivå: Grund G2E
Utgivningsår: 2013
Omslagsbild: Li Ekblom

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

Nyckelord: Häst, hud, päls, kallt klimat, temperaturreglering
Key words: Horse, skin, coat, cold climate, temperature adjustment

Abstract

The horse is a homeothermic animal and to keep a constant body temperature in winter season is important. Acclimatisation is to provide means for a good thermal insulation consisting of skin, hair, and an outer air layer. The skin covers the horses body and it is composed of three main layers where the top layer of the epidermis consists of dead keratinized cells that are constantly being shed. The dermis is composed of collagen connective tissue that give the skin its strength. The bottom layer with subcutaneous fat provides a thermal insulation and can be used as an energy reserve in cold weather. The growth of hair in horses are cyclic and the hair coat increases during autumn and being shed in the spring. The thermal insulation of coat depends mainly by photoperiod and give varying hair length, thickness and density of the hair. In competition horses clipping is common which decreases the thermal insulation and lower the respiration rate after work than in unclipped horses. It was considered that it was an advantage for the horse of being clipped. When providing horses that are clipped and unclipped with a blanket immediately after exercise will trouble the horse getting rid of excess heat.

Sammanfattning

Hästen är ett jämnvarmt djur och för att vintertid hålla en jämn kroppstemperatur är det viktigt att en acklimatisering sker som ger förutsättning för en bra yttre isolering. Huden är hästens största organ och består av tre huvudlager där det översta lagret överhuden består av döda keratiniserade celler som ständigt byggs upp med nya från det undre cellskiktet. Läderhuden består av kollagen bindväv som ger huden dess styrka och hållfasthet samt underhuden med subkutant fett som ger isolering och kan användas som en energireserv vid kyla. Håret växer ur hårfollikeln och styrs av hårcykeln där håren växer för att sedan fällas vilket sker under våren och hösten. Pälsens längd, tjocklek och täthet styrs huvudsakligen av fotoperioden. För att mäta när hästen behöver extra insatser i form av foder eller täcke för att klara en lägre temperatur kan hästens nedre kritiska temperatur (NKT) uppskattas. Om man vill ha en snabb återhämtning av den arbetande hästen kan klippning vara att föredra. Däremot förlorar en klippt häst större delen av sitt isolerande lager och kan behöva täckas, dock bör täckning direkt efter träning undvikas då hästen inte lika effektivt kan göra sig av med överskottsvärmen.

Introduktion

Domesticeringen av hästen skedde för över 6000 år sedan och hästen har därefter följt med människan över hela världen och hålls idag både i varma och kalla klimat. Genom historien har hästen använts som transportmedel, inom jordbruket och idag används den moderna hästen till hobbyridning eller tävling. Hästen utsätts därför för olika miljöer och fysiska ansträngningar vid tävling, intensiv träning eller motionsridning. I Sverige idag finns olika former av inhysning för hästarna, från att vistas ute på lösdrift med tillgång av väderskydd till att vara uppstallade på box med varierad hagvistelse.

Det nordiska klimatet bidrar till långa och mörka vintrar med få timmars dagsljus som följs av låga temperaturer. Detta påverkar även hästhållningen genom att hästen förmänskligas och att många tycker att hästen fryser. Ofta utan kunskap om hur hästens värmebalans fungerar och att hästen redan har ett skyddande samt isolerande lager genom sin päls. Skötseln påverkas vidare genom att tiden för hagvistelse minskar och att det då är motiverat att lägga på ett täcke för att hästen ska klara de lägre temperaturerna. I allt större utsträckning används täcken innan, under och efter träning främst för att hålla muskulaturen varm. Användning av täcken sker också för att skydda hästen från smuts och underlätta skötseln men även som en "accessoar". Det finns ett stort utbud av täcken på marknaden med olika utformningar,

material och tjocklek och hästägarna lägger ner mycket pengar på täcken utan att egentligen se till hästens behov. Vanligt är också att hästar i träning klipps för att vid arbete minska mängden svett i pälsen. Det anses även vara mer hygieniskt och lättskött utan hår samt snyggt med en klippt häst. Den klippta hästen kombineras ofta med ett täcke för att ersätta den borttagna pälsen.

Hästen har totalt tre isolerande lager som ger värmemotstånd från djurets inre till den omgivande luften. Dessa tre är huden, pälsen samt ett tunt omgivande luftlager (McArthur, 1991; Robertshaw, 2005; Sjaastad, 2010b). Under vinterhalvåret kan hästen ändra värmemotståndet genom fysiologiska reaktioner som att sätta en längre och tjockare päls, skakningar i muskulaturen, dra ihop blodkärlen genom så kallad vasokonstriktion samt genom att resa hårstråna (piloerektion) (Pilliner och Davies, 2004; Robertshaw, 2005; Sjaastad, 2010b).

Syftet med detta kandidatarbete är att utreda funktionen av hästens päls och dess fysiologiska effekter vid kallt klimat. Vidare är syftet att utreda hur hästen påverkas av dagens skötsel och hantering samt därefter ge förslag på hur hästen borde skötas på ett för hästen så naturligt och korrekt sätt som möjligt. De frågor jag ämnar besvara är:

- Hur fungerar huden och pälsens isolering vid kyla?
- Hur fungerar pälsättningen?
- Hur påverkar klippning isoleringen och när behöver hästen täcke?
- Hur påverkar klippning och täckning hästens värmereglering vid träning?
- Finns några rasskillnader?

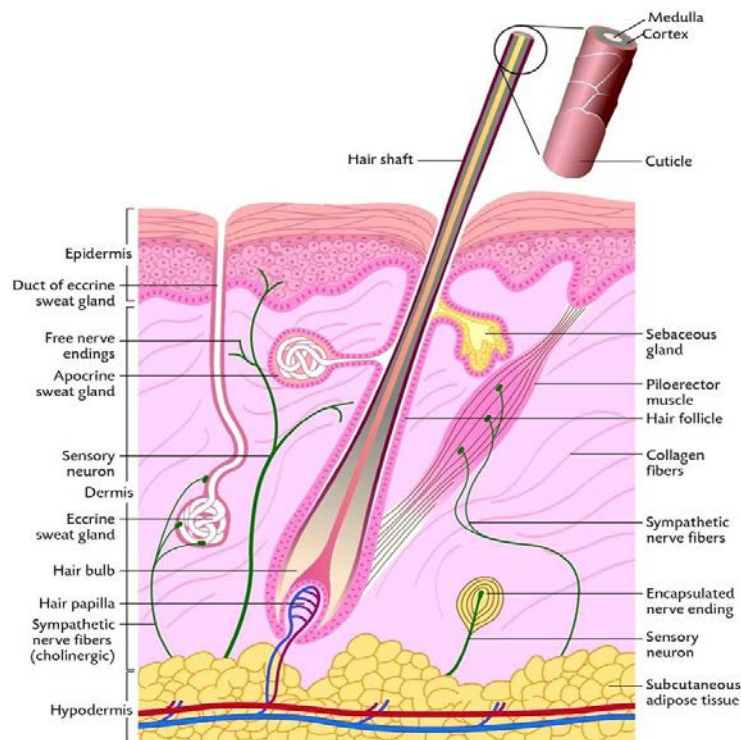
Hästens kroppstemperatur

Hästen är precis som våra andra husdjur jämnvarmt och strävar efter att hålla en relativt konstant kroppstemperatur. Detta oberoende av omgivningstemperatur och för att de kemiska reaktionerna hos cellerna i kroppen fungerar optimalt endast under vissa omständigheter (Robertshaw, 2005; Sjaastad et al., 2010b). Energin från aktiviteten hos kroppens inre organ omvandlas till värme såsom när hjärtat bidrar till blodcirkulationen och när musklerna kontraheras. När hudtemperaturen är högre än omgivningstemperaturen avges värme genom evaporation, strålning, konvektion och ledning (Hammel, 1955; Robertshaw, 2005; Sjaastad et al., 2010b). Hästens rektaltemperatur i vila varierar mellan 37,2 °C och 38,2°C beroende på, tid på dagen, omgivningstemperatur, utfodring och intag av vatten (Robertshaw, 2005). Tiden på dygnet påverkar kroppstemperaturen då den är lägst på morgonen och högst på eftermiddagen (Sjaastad et al., 2010b). Om djuret är dräktigt, lakterande eller som ungdjur i en växtfas påverkar också kroppstemperaturen. Hästens olika kroppsdelar kan även skilja sig i temperatur vilket beror på skillnader i metabolisk aktivitet, blodflöde eller avstånd till kroppens yta (Robertshaw, 2005; Sjaastad et al., 2010b).

Huden

Hästens största organ är huden och fungerar som en barriär mellan hästen och den yttre miljön (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a). Huden har som främsta uppgift att upprätthålla en bra miljö för alla organ genom att utgöra en effektiv barriär och förhindra förluster av vatten, elektrolyter och makromolekyler (Sjaastad et al., 2010a; Scott och Miller, 2011a). Hudens funktion och egenskaper har en betydande roll för hästens temperaturreglering genom att reglera genomblödningen i hudens blodkärl, försörja håret med näringsämnen och tillväxthormoner samt utsöndra svett från svettkörtlarna. (Sjaastad et al., 2010a; Scott och

Miller, 2011a). Huden fungerar även som ett primärt sinnesorgan och innehåller receptorer som reagerar på beröring, tryck, värme samt kyla. Vid skiftningar i väderlek och vid fallande temperaturer reagerar köldreceptorerna i huden med en ökad respons och på samma sätt reagerar värmereceptorerna för en ökning av temperaturen. Signaleringen går via centrala nervsystemet till hypotalamus (Robertshaw, 2005; Sjaastad et al., 2010a; Scott och Miller, 2011a). I huden finns Langerhanska celler, lymfocyter, keratinocyter, och dendrocyter som tillsammans utgör en del i kroppens immunförsvar vilket ger skydd mot infektioner och hudsjukdomar (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a).



© Scanvetpress.com

Figur 1. Hudens struktur (Sjaastad et al., 2010a)

Huden består av tre stycken huvudlager, det översta är överhuden (*epidermis*) följt av läderhuden (*dermis*) samt underhuden (*hypodermis*) (figur 1), (Sjaastad et al., 2010a). Beroende på vilket område på kroppen man befinner sig så skiljer sig tjockleken av huden inom och mellan hästraser (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Pilliner och Davies, 2004; Scott och Miller, 2011a). Huden är generellt tjockast över bak, länd och rygg (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Pilliner och Davies, 2004; Scott och Miller, 2011a) där risken för skador är störst (Pilliner och Davies, 2004).

Överhuden

Överhuden består av tre epitelskikt och den dominerande celltypen är keratinocyten (cell innehållande keratin). Yttersta delen *stratum corneum* utgörs till största del av ett förhornat flerskiktat plattepitel uppbyggt av döda keratiniserade celler (keratinocyter). Vartefter detta lager utsätts för yttre påverkan ersätts de av nya celler från det understa cellskiktet *stratum basale*. I *stratum basale* finns ett kubiskt lager stamceller som genom konstant nybildning av keratinocyter förflyttar de äldre cellerna upp mot *stratum spinosum* där flera lager dotterceller hålls samman av desmosomer. Vid *stratum granulosum* sker en degradering av cellkärnan och organellerna som slutligen dör bildar det översta lagret av hudens yta *stratum corneum*. Under

differentieringen övergår det kupiska epitelet till ett allt mer plattformat epitel. Färgämnet melanin som ger huden sin färg produceras från melanocyter belägna i *stratum basale* (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Scott och Miller, 2011a). *Stratum basale* innehåller även merkelceller som är mekanoreceptorer vilket registrerar tryck via nerverna (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Scott och Miller, 2011a). Dessa är specialiserade celler viktiga för temperaturregleringen eftersom de bidrar till nybildandet av celler i hårfollikeln, kontrollerar blodflödet samt svettproduktionen (Scott och Miller, 2011a).

Läderhuden

Läderhuden är framförallt uppbyggt av en fibrös bindväv innehållande till största delen kollagenfibrer (ca 90 %) vilket ger huden sin styrka och formar konturerna i överhuden, samt elastiska fibrer och vätska. Läderhuden delas in i två skikt genom tydlig gränsdragning. *Stratum papillare* har kontakt med överhuden bestående av ett tunt lager lucker bindväv medan *stratum reticulare* är ett tjockare lager som utgörs av oregelbunden, tät bindväv. Tvärs genom läderhuden går nervvävnad, blodkärl som reglerar hudtemperaturen och lymfkärl tillhörande lymfsystemet. Läderhuden innehåller även svettkörtlar, talgkörtlar samt hårsäckarna med anslutning till arrector pili muskeln (glatt muskulatur tillhörande hårroten) (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Scott och Miller, 2011a).

Underhuden

Lagret under läderhuden består mestadels av fettvävnad (subkutant fett) men även fibrös lucker bindväv som binder ihop huden med kroppens vävnader och organ. Fettvävnaden fungerar isolerande, stötdämpande och utgör en energireserv (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Sjaastad, 2010a; Scott och Miller, 2011a). Isolering förmågan hos fett är tre gånger bättre än hos andra vävnader Guyton, (1991) och det subkutana fettet ökar under en längre tids kyla (Robertshaw, 2005; Sjaastad, 2010a).

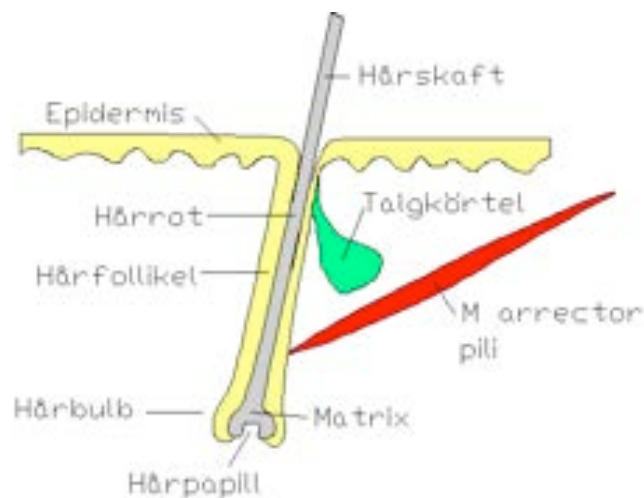
Svettkörtlar och talgkörtlar

Talgkörteln har sin utförselgång i hårfollikeln eller genom porer på hudytan vid hårlösa hudpartier och utsöndringen av talg regleras hormonellt (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Sjaastad, 2010a; Scott och Miller, 2011a). Talgkörtlarna är större hos hästar än andra husdjur (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a). Talgen innehåller lipider som vid sekretion bildar ett vattenavstötande lager vilket hindrar tillväxt av mikroorganismer samt skyddar mot toxiska substanser (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Dunnett, 2005; Scott och Miller, 2011a; Sjaastad, 2010a). Talgproduktionen ger pälsen glans och en torr och matt päls kan bero på en nedsatt funktion av talgkörtlarna och deras talgproduktion till följd av undernäring eller sjukdom (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a).

Hästens svettkörtlar finns i läderhuden och är fördelade över hela kroppen samt har en betydande roll i hästens värmereglering (Scott, 1988a; Robertshaw, 2005; Sjaastad et al., 2010a; Scott och Miller, 2011a). Sekretionen av svett från svettkörtlar är den mest effektiva regleringen för hästen att bli av med värme (Robertshaw, 2005). Man delar upp svettkörtlarna i två typer, apokrina respektive merokrina (eccrina). Apokrina svettkörtlar är antingen rörformade eller ringlade till formen och utsöndrar sitt innehåll till hårfollikeln och är större än de merokrina körtlarna (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a). Utsöndringen av svett hos hästar styrs av både det sympatiska nervsystemet och adrenergiska nervfibrer som aktiveras när noradrenalin och adrenalin binds in till β_2 receptorer (Sjaastad et al., 2010a; Scott och Miller, 2011a). Merokrina svettkörtlar är enkla rörformade körtlar med sina utförselgångar belägna på hudytan i form av porer. De merokrina svettkörtlarna är glest belägna hos våra husdjur (Eurell et al., 1996; Sjaastad et al., 2010a) och finns inte beskrivna hos häst (Scott och Miller, 2011a).

Hår

Den viktigaste funktionen av hår är att reglera kroppstemperatur och skydda hästen från den yttre miljön (Treager, 1965). Största delen av hästens är täckt av olika hårtyper och själva pälsen består av så kallade "temporära" hår. Sedan finns känselhår runt ögon, öron och mulen samt de permanenta håren i svansen, manen, hovskägg och ögonfransar (Pilliner och Davies, 2004). Längs ryggen och utmed sidorna är pälsen tjockast samt tunnast under buken, svansen och vid öronen (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a). Områden på kroppen utsatta för ett mer direkt solljus har även en högre densitet av hår (Pilliner och Davies, 2004). Pälens förmåga att reglera kroppstemperaturen sker genom en ändring i hårets tjocklek, längd, täthet och medullation (andel celler i hårets medulla) av hårfibrer (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a). Tydliga skillnader finns mellan raser, fullblod har exempelvis kortare päls jämfört med kallblod (Pilliner och Davies, 2004).



Figur 2. Hårets olika delar omgivet av hårsäcken (=hårfollikel) (Upphovsman: Göran Sandberg)

Håret (figur 2) har sin tillväxt ur hårsäcken (hårfollikeln) och dess delar består av skaftet som går ut från huden, hårstråtet som sträcker sig genom överhuden ner till underhuden och avslutas i hårbulben. Hårstråtet formas av tre utmärkande lager med början inifrån; märke (medulla), bark (cortex) och cuticula (cuticle). Det innersta lagret kallas medulla och sammansatt av löst packade platta och kubiska celler som lämnar plats för hålrum i strukturen. Tjockare och längre hår innehåller fler medulla celler vilket är väldefinierat hos våra husdjur. Cortexet utgör hårstråts största del bestående av täta keratinhaltiga celler innehållande kärnrester och pigmentgranuler med melanin som ger håret sin färg. Den yttre cuticulan bildas slutligen av platta mycket förhornade celler som ligger i en överlappande struktur riktade mot toppen av skaftet (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Sjaastad, 2010a; Scott och Miller, 2011a).

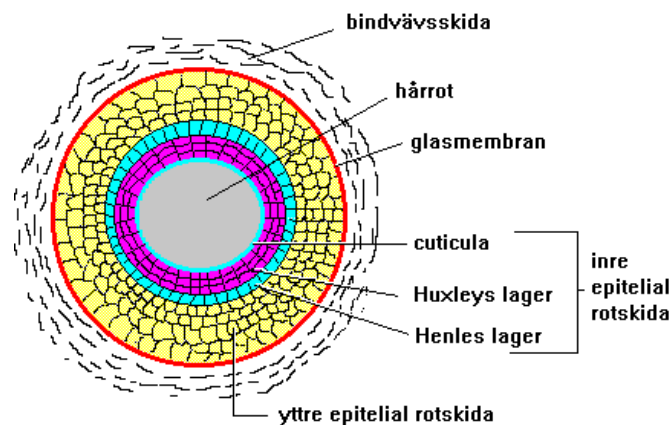
Håret hos husdjuren består vanligtvis av 95% protein med en hög andel aminosyror innehållande svavel. Av det dagliga rekommenderade proteinintaget används ungefär 25-30% åt för att upprätthålla normal hårtillväxt och god keratinisering (Scott, 1988b; Scott och Miller, 2011b). En dåligt balanserad foderstat påverkar hårets kvalitet och kvantitet negativt samt till följd av detta producerar en tunn, torr, spröd och matt hårrem som kan göra att hästarna behåller sin vinterpäls längre än vanligt (Scott, 1988a; Scott, 1988b). Hårets får sin näring genom blodkärlen via hårpapillen till hårfollikeln och utan tillräcklig näring sker ingen hårtillväxt (Von Tscherner och Halliwell, 1989 och Sjaastad et al., 2010a).

För att inte bli blöt igenom pälsen och upprätthålla isoleringsförmågan vid regn lutar håren neråt och/ eller bakåt vilket ger vattnet minimalt motstånd och leds därmed bort från kroppen

(Scott och Miller, 2011a).

Hårfollikeln

Hårfolliklarna bildas under fosterutvecklingen med uppgift att producera hårfibrer i cykler under en hel livstid och antalet folliklar är förbestämda vid födseln. Olika folliklar producerar olika sorters hårstrån som skiljer sig i storlek, form, färg och lockighet (Stenn och Paus, 2001). Hästens hårfollikel producerar endast ett hårstrå ur varje follikel där de så kallade enkla hårfolliklarna uppträder slumpvis och utan uppenbart mönster eller spridning. Varje follikel är sammansatt av en svettkörtel, en talgkörtel och en arrector pili muskel (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Scott och Miller, 2011a) Antal hårfolliklar varierar beroende på utplacering på kroppen, mellan raser och individer. Under vintern är aktiviteten hos hårfollikeln minimal men under sommaren är den som högst (Scott, 1988a). Vinkeln på hårfollikeln ut från hudytan varierar beroende på hudens tjocklek med en större vinkel där huden är som tunnast (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a) och varierar mellan 30-60 grader (Eurell et al., 1996).



Figur 3. Hårfollikelns byggnad (Upphovsman: Göran Sandberg)

Hårfollikeln är uppbyggd (figur 3) i flera epitellager med början inifrån det inre epitelial rotskida, yttre epitelial rotskida, glasmembran samt bindvävsrotskida. Den inre epiteliala rotskidan är ytterligare uppdelad i tre lager där det innersta lagret Cuticulan liknar hårets cuticula men skiljer sig genom att de förhornade cellernas ligger vända inåt ner mot hårroten vilket gör att håret sitter fast i follikeln. Huxleys lager är bestående av flera cellskikt innehållande granuler med trichohyalin vilket ger mekanisk styrka samt formar håret. Det yttersta lagret består av ett enkelt förhornat cellskikt kallat Henles lager. Den yttre epiteliala rotskidan är liknande överhuden där de förhornade cellerna minskar i tjocklek ner mot hårroten. Därefter kommer glasmembranet ett homogent lager motsvarande basalmembranet i överhuden. Sista delen är bindvävsrotskidan innehållande kollagenfibrer och elastiska fibrer som slutligen omsluter hårsäcken (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Scott och Miller, 2011a).

Hårcykeln

Pälssättningen och fällning hos de domesticerade djuren är ofta säsongsberoende (Eurell et al., 1996; Sjaastad et al., 2010a; Sjaastad et al., 2010b) och hårfolliklarna hos hästen har en cyklisk aktivitet medans man och svans har en längre tids oavbruten aktivitet. Detta styrs av tillväxtstimulerande signaler vid hårväxt och hämmande signaler när håret sedan fälls (Sjaastad et al., 2010a; Scott och Miller, 2011a). Den bakomliggande orsaken till den cykliska aktiviteten i hårfollikeln anses av Stenn och Paus (2001) vara att den möjliggör för djuret att 1) påverka utbredning och tillväxt 2) kontrollera den specifika hårtillväxten på olika kroppsdelar 3) rengöra huden i samband med fällning och 4) anpassa behåring i förhållande till omgivningsklimat.

Anagen är det första steget i hårcykeln när cellerna i hårfollikeln är aktiva och delar sig inuti hårbulben samt är i tillväxtfas. Follikeln övergår därefter till catagen vilket är en regressiv process där hårfollikeln tillbakabildas för att sedan gå in i en telogen-fas, ett helt inaktivt stadium. I den telogena fasen bildas ett lager av oorganiserade celler längst ner på hårroten i form av en knöl och benämns som club hår. När sedan en ny anagen-fas inleds skjuts club håret upp mot ytan och slutligen fälls (Eurell et al., 1996; Stenn och Paus, 2001; Scott och Miller, 2011a). Hästen fäller sina hår under hösten och våren (Scott, 1988a; Pilliner och Davies, 2004; Scott och Miller, 2011a). De permanenta håren i hästens man och svans har en längre anagen växtfas som leder till längre utväxt än hos övrigt hår (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a). Hårcykeln för man och svans är på ungefär två till sex år (Stenn och Paus, 2001).

Hästens hårtillväxt och fällning beror huvudsakligen på fotoperioden (dagslängden) (Kooistra och Ginther, 1975; Scott och Miller, 2011a). I ett försök studerades fotoperiodens påverkan på pälsättningen hos ponnymärrar. Två grupper exponerades för olika lång fotoperiod och för gruppen som utsattes för längst fotoperiod skedde en tidig fällning av hår. Märrarna i gruppen satte även en tunnare päls (Kooistra och Ginther, 1975). Hårtillväxten kontrolleras även av omgivningstemperaturen, näring, hormoner, allmän hälsa, gener och mindre kända naturligt bakomliggande faktor (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a). Tid för när pälsättning och fällning sker har även visats sig skilja mellan olika raser (Cymbaluk, 1994).

Cymbaluk, (1990) jämförde två grupper av unghästar inhysta i ett varmstall med en medeltemperatur på 10°C respektive ett oisolerat kallstall och hur detta påverkade pälsättning. För att mäta skillnaden i pälsättning hos grupperna togs hårprover genom att klippa hästarna under manen vid tre tillfällen. Håret vägdes och de kallt inhysta unghästarna hade en signifikant större mängd päls sett till vikten mellan december och april månad samt att pälsens vikt avtog mellan vår och höst för båda grupper. Under december månad vägde pälsen som mest vilket överensstämde med kortast dagslängd men inte lägsta omgivningstemperatur. I april hade samtliga unghästar i det varma stallet fällt allt sitt hår i jämförelse med kall stallet där alla hästar fortfarande inte hade fällt färdigt i maj.

Piloerection

Vid köldstress eller rädsla kontraheras *arrector pili* som är en glatt muskulatur fäst i varje hårfollikel. *Arrector pili* muskeln aktiveras av sympatiska nervfibrer varvid en erektion reser håren vilket benämns som en piloerektion, på människan även kallad gåshud eller hos husdjuren ståpäls. När håren i pälsen reser sig ökar lagret med luft fångat inuti pälsen med dess tjocklek vilket leder till att den externa isoleringsförmågan blir bättre (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Robertshaw, 2005; Sjaastad, 2010a; Sjaastad, 2010b; Scott och Miller, 2011a). Detta eftersom ledningsförmågan hos luften är låg (Robertshaw, 2005). Piloerektion hos hästar vid akut kyla ökar pälsens tjocklek mellan 10-30% (Young och Coote, 1973).

Hårfärg

Hur mycket av solens värmestrålning som tas upp av djuret beror på flera faktorer. Djurets placering och ställning i förhållande till solen samt vilken yta som är exponerad till den. De reflekterande egenskaperna i miljön påverkar även strålningen, där vatten, sand eller snö är mer reflektivt än vegetativa områden. En svart päls kommer genom strålning från solen absorbera mer värme än vad vit päls gör (Langlois, 1994; Robertshaw, 2005; Sjaastad et al., 2010b). Vid soliga och varma väderförhållanden är ljusare hårfärger att föredra med tanke på djurens värmereglering (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a). Även pälsens glans påverkar solstrålningen genom en ökad reflektion av solens strålning (Hayman & Nay, 1961; Scott och Miller, 2011a). Pigmentets fördelning, mängd och andel hålrum i medulla bestämmer hårstråets och vidare pälsens färg. Gråa hårstrån är resultatet av när medulla fylls av luftblåsor

och pigmentproduktionen avtagit (Eurell et al., 1996)

Hästen i kalla klimat

Hästens NKT är den temperatur där djuret för att behålla sin kroppstemperatur måste öka sin värmeproduktion (Sjaastad et al., 2010b). NKT påverkas direkt av hudens isoleringsförmåga. Både biologiska och miljömässiga faktorer påverkar hästens NKT, som enligt (Cymbaluk, 1994; Morgan et al 2007) är yta i förhållande till kroppsstorlek, allmän kondition, ras, storlek, ålder, inhysning, foderkvalitet, foderintensitet, acklimatisering, klimat och årstid. NKT har uppmätts till -15°C för vuxna hästar acklimatiserade till utomhustemperaturer (McBride et al 1985). För avvanda unghästar acklimatiserade till sin miljö har NKT legat på -11°C (Cymbaluk och Christison 1989) och i en finsk studie från -9°C ner till -16°C (Autio et al, 2007). Hästar som är klippta har enligt Morgan et al (2007) ett NKT på runt $+5^{\circ}\text{C}$ och tävlingshästar ges ett lägre värde eftersom de har ett högre foderintag. Acklimatiseringen till kyla sker genom en ökad isolering vilket ger ett lägre NKT (Clarke, 1991).

Hästen har relativt till många andra djurslag, en mindre kroppsytta i förhållande till kroppsvikt vilket ger en bredare termoneutral zon, (McBride et al (1985); Robertshaw, 2005; Sjaastad et al., 2010b).

En blöt päls kommer i kalla temperaturer torka långsammare speciellt då vädret är molnigt. Djurets NKT kommer då att höjas eftersom det blir en minskad värmeisolering på grund av fukten inuti pälsen vilket kan leda till köldstress (McArthur, 1990; Robertshaw, 2005; Sjaastad et al., 2010b). Vind och väta tillsammans sänker även hästens NKT (McBride et al., 1985). Hos hästar med tjock vinterpäls som islandshästen (5cm) kan snö lägga sig på hästens rumpa utan att smälta i flera timmar och för att motverka väta skakar hästen bort snön (Mejdell och Boe, 2005).

I mitten på 1960-talet beskrev Tregear (1965) vindens penetration av pälsen hos hästar. Hud från hästens flank och mage användes där den högsta densiteten av hår beräknades över flanken med 1290 ± 140 stycken/per cm^2 . Hästens hårstrån beskrevs som kraftiga och långa jämförelsevis med andra djurslag. Ledningsförmåga i huden mättes under tre olika hastigheter 0, 0.36 och 8.05 m/s och resultatet visade att hästhårets isolerande egenskaper varierade från att djupt genomtränga pälsen till att knappt påverka. Densiteten av hårstrån var avgörande för hur djupt vinden kan penetrera och vid 1000 hår per cm^2 och en vind på 8.94 m/s kommer vinden inte djupare än en till två millimeter in i pälsen.

Enligt Langlois (1994) är hästens anpassning till kyla genetiskt betingad vilket synliggörs av att många av hästens biologiska processer är cykliska och/eller säsongsbundna t ex. reproduktionscykeln, fölets höga födelsevikt och tillväxthastighet samt möjlighet och förmågan att lagra energi i form av fett. Det har även visat sig att hästar som utsätts för en längre tids kyla ökar antalet thyroïdhormoner (sköldkörtelhormoner) i de flesta av kroppens vävnader (McBride et al., 1985; Sjaastad et al., 2010b). Detta ökar cellmetabolismen och därmed även värmeproduktionen, men exakt hur detta fungerar är inte helt kartlagt (Langlois, 1994; Sjaastad et al., 2010b).

För att minska sina värmeförluster kan hästen ändra sitt beteende som att uppsöka skydd, ändra ställning för att få maximal strålning från solen (Mejdell och Boe, 2005) eller ställa sig tätt intill varandra i grupp (Sjaastad et al., 2010b). Vid temperaturer kallare än NKT behöver hästen öka sin metaboliska värmeproduktion vilket för varje grad under NKT motsvarar en ökning av energibehovet på mellan 0.2- 2.5 %. (Young and Coote, 1973; McBride et al., 1985; Cymbaluk, 1990). Genom att öka andelen fibrer i hästens foderstat ökar tuggaktiviteten och den mikrobiella aktiviteten vilket ökar värmeproduktionen

(Cymbaluk, 1990). För hästar i lösdrift är förmågan att under sommaren lagra kroppsfett viktig eftersom det utgör en energireserv under vintern (Gudmundsson & Dyrmundsson, 1994).

Klippning och täckning

Pälsens isolering minskar när man klipper hästen vilket är vanligt förekommande hos tävlingshästar eftersom det underlättar värmeavgivning vid hård träning (Morgan, et al., 2002). I en studie på sex travhästar mättes de fysiologiska effekterna av klippning vid träning under november och december månad. Hästarna fick göra ett maximalt travjobb på rullmatta med sin naturliga vinterpäls för att sedan en vecka efter upprepa försöket men med helklippt päls. Resultatet av klippningen var att hästarnas centralt venösa blodtemperatur var signifikant lägre under arbetet och att återhämtningen till normal andningsfrekvens gick snabbare vilket Morgan et al., (2002) menar beror på att värmelasten minskar och även energiförbrukning till skillnad från den oklippta hästen som har en större värmelast att göra sig av med. Klippning av pälsen hos tävlingshästen ska enligt Morgan et al (2007) ge en nedre kritisk temperatur på runt 5°C. Detta var lägre än hos den oklippta hästen. Lämpligen behöver en häst efter klippning antingen få en ökad fodergiva eller ett täcke för att behålla kroppens kärntemperatur (Morgan, 1996; Morgan, 1997; Morgan, 1998).

Hästens återhämtning efter träning med eller utan täcke under minusgrader studerade Wallsten et al (2012). Tre hästar av olika raser användes; varmblod, new forest ponny och gotlandsruss. Alla hästarna hade givits samma förutsättningar att akklimatisera sig till vinterklimatet och av resultatet kunde man se att alla tre hästar reagerade liknande vid träning under minusgrader oberoende av deras ålder, kön eller ras. De oklippta hästarna hade efter arbete en fuktig päls vilket inte kunde ses hos de klippta, vilket antogs bero på att svetten avdunstar snabbare vid en kortklippt päls. Försöket visade även att hästarna med intakt päls och med täcke hade svårare att komma ner i andningsfrekvens efter arbete. Vidare hade täcket hos de klippta hästarna en dämpad värmeavgivning och hos de oklippta gav täcket en ökad värmeavgivning. Man fann även att en oklippt häst utan täcke var den enda av behandlingarna där hudtemperaturen under svansen inte steg under återhämtning.

Diskussion

Flera författare beskriver tre yttre isolerande lager som ger grundläggande egenskaper för värmemotståndet; det omgivande luftlagret, pälsen och huden (McArthur, 1991; Robertshaw, 2005; Sjaastad, 2010b).

Det omgivande luftlagrets förmåga att isolera regleras med andel luft som kan fångas inuti pälsen och ökar med en längre och tätare päls samt ytterligare vid en piloerektion (Robertshaw, 2005). Piloerektion kan öka pälsens isolering med hela 30 % enligt Young och Coote (1973). Vid akut kyla anses piloerektion vara den mekanism som på ett relativt lätt och snabbt sätt ökar isoleringen utan någon större insats från djuret då det sköts av de sympatiska nervfibrerna (Robertshaw, 2005).

Redan 1965 fann Tregear (1965) att pälsen ger ett effektivt skydd mot den yttre miljön och därmed ger förutsättning för att reglera kroppstemperatur. Scott, (1988a) och Scott och Miller (2011) studerade vidare att hästens päls är tjockare längs ryggen och sidorna. När Tregear, (1965) mätte hur djupt vinden kunde penetrera hästens päls genom att mäta ledningsförmågan var det framförallt densiteten i pälsen som var avgörande för hur djupt vinden kunde tränga ner. Hästar som har förmåga att sätta en lång päls beskrivs ha en bra isolerad förmåga (Mejdell och Boe, 2005). När snön sedan istället för att smälta lägger sig ovanpå hästens rumpa tyder på att hästens yttre isolerande lager effektivt har minskat värmeavgivningen till omgivningen.

Robertshaw (2005) kom fram till att det subkutana fettet ökar vid en längre tids kyla och Guytom (1991) bevisade att det är tre gånger mer isolerande än andra vävnader, vilket ger en bra förutsättning för att hästen kan öka sin isolering av huden och hålla värmen. Detta stämmer överens med att hästar som fått äta upp sig under sommarhalvåret och därmed lagrat en energireserv (Gudmundsson & Dyrmondsson, 1994) klarar sig bättre under årets kalla månader samt är bättre anpassade till att gå i lösdrift.

Förutsättning för att en god keratinisering ska ske i huden och en bra tillväxt samt kvalitet på pälsen är rätt aminosyror och protein i fodret (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011b). Young och Coote, (1973), McBride et al., (1985), Cymbaluk (1990) visar alla att vid temperaturer under den NKT behöver hästen öka sin metaboliska värmeproduktion. Det borde då vara givet att utfodra hästen med ett bra foder av högt fiberinnehåll. Cymbaluk, (1990) menar att en ökning av retentionstiden bidrar till högre värmeproduktion. Detta anser jag vara trovärdigt samtidigt som grovfoder ger längre tuggtid och sysselsättning vilket främjar hästens naturliga beteende.

Pälsens isoleringsförmåga påverkas främst negativt av en blöt päls där värmeisoleringen minskar (McArthur, 1990; Robertshaw, 2005; Sjaastad et al., 2010b) och i kombination med vind är effekten ännu mer avkylande (McBride et al., 1985). Det är därför viktigt att hästen inte utsätts för väta och vind under en längre tid samt ges möjlighet att söka skydd (Mejdell och Boe, 2005).

En ökning av de tre yttre isolerande lagren kan även vara ett tecken på att hästen anpassar sig väl till olika årstider och ett kallt klimat om den ges rätt förutsättningar. Detta skulle kunna styrkas av att hårcykeln är säsongsbunden (Eurell et al., 1996; Sjaastad et al., 2010a; Sjaastad et al., 2010b) och att hårfollikelns varierande aktivitet bidrar till en päls anpassad för sommar och vinter (Scott, 1988a). Sammanfattande antyder Langlois (1994) att flera involverande biologiska processer skulle visa sig vara djupt rotade inom arten. Fotoperioden är den huvudsakliga faktorn bakom tillväxt och fällning av hår (Kooistra och Ginther, 1975; Cymbaluk, 1990; Scott och Miller, 2011a). Deras studier visar vidare att en ökning i dagslängden påverkar pälskvalité, pälsättning och fällning. Pälsens hårtillväxt visade sig inte påverkas lika mycket av omgivningstemperaturen som lätt kan antas utan påverkas av långsammare och mer komplicerade faktorer.

Hårfollikel ger inte bara grunden för hårets utseende och storlek utan är även sammansatt med talgkörteln vars talg smörjer pälsen och bidrar med ett vattenavstötande lager (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Dunett, 2005; Scott och Miller, 2011a). Den allmänna uppfattningen att hästen inte ska duschas eller schamponeras mer än nödvändigt vintertid anser jag vara rimlig, då förutsättning bör ges för att huden ska kunna upprätthålla sin funktion som barriär mot den yttre miljön (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a) och likaså håret (Treager, 1965).

Grupphållning är inte bara positivt för flockbeteendet utan hästar i grupp kan genom att stå nära varandra minska strålningen mot en kall yta samt aktivera varandra för att hålla värmen (Mejdell och Boe, 2005). Jag anser att hästar troligen har mycket att vinna när man ser till hästens naturliga beteende för att i första hand öka hästens välbefinnande vid ett kallt klimat.

Vid temperaturer över hästens NKT behöver inga insatser göras för att hästen ska behålla sin kroppstemperatur. Det är dock svårt att ge en allmänt utlåtande då många faktorer påverkar och NKT har visat sig variera mellan +5°C till -15°C. +5°C påvisades för klippta hästar enligt studie av Morgan (2007) medan McBride et al. (1985) använde sig av hästar som hade fått tid att acklimatisera sig till ett kallare klimat, vilka hade en NKT på -15°C. Acklimatiseringen är troligtvis den största anledningen till skillnaden i NKT. Att hästen kan acklimatisera sig till kyla och öka sin isolering vilket leder till ett lägre NKT menar även Clarke (1991).

Svetten antogs avdunsta snabbare hos klippta hästar i studien av Wallsten et al. (2012) eftersom svetten inte kunde ses vid denna behandling till skillnad från när dem var oklippta. När man sedan täckade den klippta hästen ökade värmeavgivningen vilket skulle kunna orsakas av att hästen misslyckats med utsöndring av överskottsvärmen och inte svettats färdigt. Detta anser jag skulle kunna vara en indikation på en eventuell överhettning. Att tiden för återhämtning i andningsfrekvensen ökar hos oklippta och täckade hästar (Morgan et al., 2002; Wallsten et al., 2012) kan bero på att hästen ökar sin avdunstning av värme via andningsvägarna vilket sker genom en ökad andningsfrekvens eftersom förutsättningarna för strålning och konvektion försvåras av de isolerande lagren. Detta hänger ihop med att vid träning eller eventuell värmestress är utsöndring från de apokrina svettkörtlarna en betydande del i hästens värmereglering (Scott, 1988a; Robertshaw, 2005; Sjaastad et al., 2010a; Scott och Miller, 2011a). Dessa har även setts vara belägna främst över ryggen och baken (Scott, 1988a; Scott och Miller, 2011a). Att hästen på grund av sin stora storlek jämfört med mindre djurslag har en relativt liten yta för värmeavgivning skulle kunna leda till en långsammare avkylning. Att lägga på ett täcke direkt efter träning under vintern inte är till fördel när hästen ska svettas färdigt och komma tillbaka till viloläge. Om man däremot vill ha en långsam avkylning av musklerna skulle detta vara att föredra.

Morgan et al. (2002); Wallsten et al. (2012) anser vidare att en häst som tränas har en fördel av att vara klippt eftersom det underlättar värmeavgivningen vid träning samt att hästen torkar snabbare. Tävlingshästen som tränar och tävlar regelbundet konsumerar mer foder samt har mer muskelmassa vilket skulle ge en större värmeproduktion. Dessa hästar bör inte behöva ett täcke för sin egen skull för att hålla värmen. Däremot en klippt häst som endast ges foder motsvarande underhållsbehovet, är i vila eller går längre dagar i hagen bör täckas för att ersätta det förlorade lagret päls. Det hade varit intressant att studera hur olika kroppsdelar skiljer sig åt i återhämtning och om en viss typ av klippning då skulle visa sig vara fördelaktig.

Generellt anser jag det vara svårt att ge rekommendationer när ett täcke skulle vara motiverat att använda. Även fast hästen har alla fysiologiska förutsättningar för att själv upprätthålla en konstant kroppstemperatur varierar möjligheterna till följd av dagens skötsel. Den moderna hästhållningen skiljer sig i praktiken stort med avseende på bland annat inhysning, klippning, täckning, aktivitet, hälsa och tillgången till foder. Jag ser inga problem med att otäckade hästar går på lösdrift under vintermånaderna om hästarna ges rätt förutsättningar genom korrekt utfodring och tillgång till vindskydd. Sett till hästens naturliga beteende skulle det kunna vara motiverat att sätta på täcke vid kyla i kombination med nederbörd och vind vid hagvistelse.

Material, färg och passform är alla viktiga aspekter att tänka på om man ändå väljer att använda ett täcke. En minimering av skav och onödigt tryck samt hög andasfunktion är eftersträfvade egenskaper hos täcken till häst. Täcken som används efter träning har extra höga krav på andasfunktion för att avdunstningen av fukt från kroppen inte skall stängas inne, något som skulle leda till en sämre avkylning.

Skillnader mellan olika raser anses vara tydliga och en allmän uppfattning att lättare raser är känsligare för kyla i och med en kortare päls jämfört med kallblod verkar stämma med litteraturen (Pilliner och Davies, 2004). Detta stöds även av att hårfolliklarnas placering, utseende och antal varierar mellan olika raser enligt (Scott, 1988a) samt att Cymbaluk (1994) såg skillnader i pälssättning och fällning. Slutligen har även rasskillnader påvisats i huden (Scott, 1988a; Eurell et al., 1996; Pilliner och Davies, 2004; Scott och Miller, 2011a). Fler studier bör göras i nordiska vinterklimat på varmblood och lättare rasers anpassningsförmåga. Förslagsvis genom att jämföra olika raser vilket givits samma förutsättningar i form av foder, skötsel, träning och inhysning under en längre period ges för att uppnå en rättvärdig mätning.

Slutsats

Acklimatisering till klimatet påverkar pälskvalité, pälssättning och det subkutana fettets proportion vilket är väldigt viktigt för hästen i kalla väder. Hästens päls är säsongsberoende och faktorerna bakom den cykliska aktiviteten tyder på att hästens anpassning till kyla är djupt rotad inom arten. Pälsen står för flera viktiga isolerande funktioner som ändras genom hårets längd, täthet, kvalité och tjocklek. Viktig är dock att hästen hålls torr och skyddas mot vind då en blöt päls i kombination med vind sänker pälsens isolering. För att öka hästens värmeproduktion på ett naturligt sätt vid lägre temperaturer är det berättigat att öka andelen grovfoder i foderstaten. Studier visar att för hästar i träning kan en klippning vara motiverad för att underlätta värmeavgivningen, dock kan ett täcke direkt efter arbete klippt som oklippt leder till en sämre värmeavgivning. Vidare krävs en ökad medvetenhet om att när ett täcke läggs på samt när pälsen klipps hindrar man hästen från att själv bestämma och kunna reglera sin temperatur.

Referenser

- Autio, E., Heisanen, M.L., Manonen, J. 2007. Thermographic evaluation of lower critical temperature in weanling horses. *Journal of applied animal and welfare Science* 10, 207-216.
- Clarke, A. 1991. Cold Adaptation. *Journal of Zoology, London* 225, 691-699.
- Cymbaluk, N.F., Christison G.I, Leach, D.H. 1989. Energy uptake and utilization by limit and ad libitum-fed growing horses. *Journal of Animal Science* 67, 403-413.
- Cymbaluk, N.F. 1990. Cold housing effects on growth and nutrient demand of young horses. *Journal of Animal Science* 68, 3152-3162.
- Cymbaluk, N.F. 1994. Thermoregulation of horses in cold, winter weather: a review. *Livestock Production Science* 40, 65-71.
- Dunnett, M. 2005. The diagnostic potential of equine hair: A comparative review of hair analysis for assessing nutritional status, environmental poisoning, and drug use abuse. University of London, UK.
- Eurell, J.A., Frappier, B.L, Dellman, H-D. 1996. The skin. In: Dellmann's textbook of veterinary histology. Sixth edition. 321-349. Blackwell Publishing, Iowa, USA.
- Hammel, H.T. 1995. Thermal properties of fur. *American Journal of Physiology* 182(2), 369-376.
- Kooistra, L.H., Ginther, O.J. 1975. Effect of photoperiod on reproductive activity and hair in mares. *American journal of veterinary research* 36, 1413-1419.
- Langlois, B. 1994. Inter-breed variation in the horse with regard to cold adaptation: a review. *Livestock Production Science* 40, 1-7.
- McArthur, A.J. 1991. Thermal radiation exchange, convection and the storage of latent heat in animal coats. *Agricultural and Forest Meteorology* 53, 325-336.
- McBride.G.E., Christopherson, R.J., sauer, W. 1985. Metabolic rate and plasma thyroid hormone concentrations of mature horses in response to changes in ambient temperature. *Canadian Journal of Animal Science* 65, 375-382.
- Mejdell, C.M., Bøe, K.E. 2005. Responses to climatic variables of horses housed outdoors under Nordic winter conditions. *Canadian Journal of Animal Science* 85, 301-308.
- Morgan, K. 1995. Climatic energy demand of horses. *Equine Veterinary Journal, Supplement*, 18, 396-399.
- Morgan, K. (1996). Short-term thermoregulatory responses of horses to brief changes in ambient temperature. Doctoral dissertation. Doctoral thesis. Dept of Agricultural Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences. Acta universitatis agriculturae Sueciae, No. 209:1996.

- Morgan, K. 1997. Effects of short-term changes in ambient air temperature or altered insulation in horses. *Journal of Thermal Biology*, 22, 187-194.
- Morgan, K. 1998. Thermoneutral zone and critical temperatures of horses. *Journal of Thermal Biology*, 23, 59-61.
- Morgan, K., Funkquist, P., Nyman, G. 2002. The effect of coat clipping on thermoregulation during intense exercise in trotters. *Equine Veterinary Journal*, Suppl. 34. 564-567.
- Morgan, K., Aspång, L., Holmgren, S. 2007. Lower critical temperature of competition horses. In EAAP 2007 (online). Retrieved september 30 2007, from: http://www.eeap.org/Dublin/Sessions/session_12.htm
- Pilliner, S., Davies, Z. 2004. The skin. In: *Equine science, health and performance*, Second edition, 152- 159. Blackwell Science, Oxford, London, England.
- Robertshaw, D. 2005. Temperature regulation and the thermal environment. In: *Dukes' physiology of domestic animals*. Twelfth edition (eds. H.H. Dukes, W.O. Reece), 962-973. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.
- Scott, D.W. 1998a. Structure and function of the skin. In: *Large animal dermatology*. First Edition, 1-28. Saunders Company, Philadelphia, USA.
- Scott, D.W. 1998b. Nutritional diseases. In: *Large animal dermatology*. First Edition, 358-373. Saunders Company, Philadelphia, USA.
- Scott, D.W., Miller, Jr, W.H. 2011a. Structure and function of the skin. In: *Equine Dermatology*. Second edition. 1-34. Elsevier Saunders, St. Louis, Missouri, USA.
- Scott, D.W., Miller, Jr, W.H. 2011b. Endocrine, nutritional and miscellaneous hair coat disorders. In: *Equine Dermatology*. Second edition. 360-377. Elsevier Saunders, St. Louis, Missouri, USA
- Sjaastad, Ø.V., Sand, O., Hoove, K. 2010a. The skin. In: *Physiology of Domestic Animals*. Second edition. 639-653. Scandinavian Veterinary Press, Oslo, Norge.
- Sjaastad, Ø.V., Sand, O., Hoove, K. 2010b. Regulation of body temperature. In: *Physiology of Domestic Animals*. 2nd edition. 658-682. Scandinavian Veterinary Press, Oslo, Norge.
- Stenn, K.S., Paus, R. 2001. Controls of hair follicle cycling. *Physiological reviews*, 81 (1), 449-494. USA.
- Tregear, R.T. 1965. Hair density, wind speed, and heat loss in mammals. *Journal of Applied Physiology* 20, 796-801.
- Von Tscherner, C., Halliwell, R.E.W. 1989. Hair growth and its disturbances. In: *Veterinary dermatology*. Volume 1, 3-33. Baillière Tindall, W.B. Saunders, London, England.

Wallsten H, Olsson K, Dahlborn K. 2012. Temperature regulation in horses during exercise and recovery in a cool environment. *Acta vet Scand.* 2012 jul 17;54:42. Doi: 10.1186/1751-0147-54-42.

Young, B.A, Coote, J. 1973. Some effects of cold on horses. *Horse Report at Feeders' Day.* University of Alberta, Department of Animal Science.