



Valfoderproduktion i norrländskt klimat till högpresterande hästar

Av
Erika Lindgren

Engelsk titel: Forage production for equine athletes in Northern Swedish climate

Handledare: Cecilia Müller

Inst. för husdjurens utfodring och vård

Examinator: Peter Udén

Husdjursvetenskap - Examensarbete 15hp

Litteraturstudie

SLU, Uppsala 2008

Sammanfattning

Hästar i hård träning på elitnivå har ett energibehov som ofta uppgår till dubbla underhållsbehovet. Hästen är en utpräglad gräsätare och höga kraftfodergivor kan leda till digestionsproblem och beteendestörningar. Därför tillgodoses energibehovet lämpligast genom vallfoder. För att ett vallfoder ska kunna tillgodose energibehovet hos en högpresterande häst, behöver energidensiteten i vallfodret vara tillräckligt hög så att hästens energibehov täcks utan att den maximala konsumtionsförmågan överskrids. Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka om det finns möjlighet att täcka högpresterande hästars energibehov genom att enbart utfodra med ett vallfoder producerat under norrländska klimatförhållanden. Det norrländska klimatet erbjuder långa dagar och relativt låga temperaturer under växtsäsongen. Detta stimulerar fotosyntes men inhiberar lignifiering, vilket ger en positiv inverkan på den smältbara energin i fodret. Sammanställningen visar att de klimatförhållanden som råder i Norrland har potential att ge ett vallfoder med tillräckligt högt innehåll av energi för att tillgodose energibehovet hos en högpresterande häst.

Abstract

High-performance equine athletes have an energy requirement that often reaches twice the maintenance requirement. Horses are grazers and adapted to a grass diet, and diets high in grains and concentrates are associated with digestive upsets and behavioural disorders. It could therefore be of interest if the energy requirement of a high-performing horse could be met by forage. It is important that the forage have a high concentration of energy so that the horse is able to consume the whole amount of energy needed from the forage without exceeding the maximum voluntary intake. The purpose of this literature study was to investigate if the energy demand of a high-performance horse can be covered by forage produced under Northern Swedish climate conditions. The climate at high latitudes offer long days with relatively low temperatures during the growing season. This stimulates photosynthesis but inhibits lignification, which has a positive influence on the amount of digestible energy in the forage. The study shows that forage produced under Northern Swedish climate conditions has the potential of reaching energy values high enough to provide for high-performance horses demands.

Introduktion

Hästens anatomi, fysiologi och beteende är anpassade för att de ska äta gräs (Pagan, 1996). Ett för hästkategorin väl anpassat vallfoder bör därför utgöra så stor del som möjligt av hästens foderstat. Hästar som arbetar hårt kräver ansevärliga mängder foder för att uppfylla sitt energibehov, och utfodras därför ofta med stor andel kraftfoder i foderstaten (Richards *et al.*, 2006). Höga kraftfodergivor är associerade med digestionsproblem som till exempel kolik (Potter *et al.*, 1992a) och liten andel grovfoder kan medverka till utveckling av beteendestörningar (Redbo *et al.*, 1998). Att utfodra med en så stor andel vallfoder som möjligt är därför önskvärt. Detta vallfoder bör ha en hög koncentration av energi för att hästen ska klara av att täcka energibehovet utan att överskrida den maximala konsumtionsförmågan. Näringsinnehållet i vallfoder påverkas av många olika faktorer, varav de mest betydelsefulla är botanisk sammansättning, morfologiskt stadium hos plantan samt kvävetillgång och klimat under växtperioden (Deinum, 1966). Klimatet är en faktor som särskilt påverkar vallfodrets lignifieringsgrad och därigenom dess smältbara energi.

Sverige är ett avlångt land som sträcker sig över många breddgrader. Odlingsförhållandena ser därför ganska annorlunda ut i olika delar av landet. Norrland är en av världens nordligaste platser för agroekologiska system (Fahlén, 1987). Odling på dessa breddgrader (>62° N) är möjliga tack vare närheten till Golfströmmen i nordvästra Atlanten. De nordliga latituderna i kombination med Golfströmmens inverkan ger Norrland unika möjligheter att producera vallfoder med ett högt energiinnehåll eftersom ljusförhållandena och temperaturen ger förutsättningar för minskad lignifiering hos gräs (Deinum *et al.*, 1981).

Syftet med arbetet är att undersöka om högpresterande hästars stora energibehov kan tillgodoses med ett vallfoder producerat i norrländskt klimat. De pågående klimatförändringarna kan ha stor inverkan i detta ämne, men till följd av arbetets avgränsning kommer dessa inte att inkluderas. Eftersom timotej (*Phleum Pratense*) är det dominerande gräset i vallar avsedda för häst i Norrland, kommer denna litteraturstudie främst att fokusera på denna gröda.

Litteraturgenomgång

Högpresterande hästar

Hästens digestionsfysiologi

Hästen är en herbivor grovtarmsjäsare (Pagan *et al.*, 1996). Digestionskanalen är således anpassad för stora mängder fiberrik föda med förhållandevis låg smältbarhet. Magsäcken är i förhållande till hästens storlek mycket liten (Tisserand, 1992), vilket innebär att hästen måste äta lite men ofta (Richards *et al.*, 2006). Födan passerar genom tunntarmen på endast cirka 45 minuter (Frape, 2004). Trots detta sker en betydande del av digestionen här. Protein, fett, glukos, fruktos, sukros och stärkelse spjälkas för att sedan absorberas över tunntarmsväggen. Hur fruktan spjälkas i hästens mag-tarmkanal är inte helt klarlagt.

I grovtarmen finns inga enzymer som kan bryta ned födan. Istället sker nedbrytningen mikrobiellt genom fermentering av strukturella kolhydrater till flyktiga fettsyror (VFA) och laktat i storleksordningen acetat>propionat>butyrat>valerat>laktat. Dessa diffunderar över tarmväggen och används som energisubstrat (Frape, 2004). Propionsyran kan även konverteras till glukos i levern där den lagras som glykogen (McDonald *et al.*, 2002). Ungefär två tredjedelar av hästens energiförsörjning kommer från VFA beroende på hur hästen utfodras. Den största energikällan hos hästen kommer alltså från strukturella kolhydrater. Att dessa har en hög smältbarhet, dvs. innehåller liten andel lignin, är därför mycket viktigt för att den högpresterande hästen skall kunna näringsförsörja sig enbart genom vallfoder.

Stärkelse som inte brutits ned i tunntarmen fortsätter till grovtarmen där mikroberna istället fermenterar stärkelsen hastigt (NRC, 2007) vilket kan leda till digestionsstörningar som exempelvis kolik (Potter *et al.*, 1992a). Rekommendationer för maximal stärkelsegiva ligger därför på 0,5-0,6 % av kroppsvikten per dygn förutsatt att kraftfodergivorna är utspridda över dagen med max 0,2-0,4 % av kroppsvikten per mål (NRC, 2007).

De proteiner som undgått digestion i tunntarmen fermenteras av mikroorganismerna i grovtarmen och tas upp som VFA (Potter *et al.*, 1992b). Eftersom mikrobiell fermentation sker i slutet av digestionskanalen kan hästen endast tillgodogöra sig en liten del av det mikrobiella proteinet (Tisserand, 1992). Tisserand (1992) hävdar dock att den mängd foderprotein som spjälkas och tas upp i tunntarmen, vid en balanserad foderstat, är tillräcklig för att tillgodose hästens behov.

Vad är en högpresterande häst?

Det finns idag ingen vetenskapligt fastslagen definition av vad en högpresterande häst är, sett till beskrivning av hästens arbete. De kategorier hästar som frekvent omnämns som högpresterande i litteraturen är travhästar och galoppörer samt distanshästar. I de amerikanska utfodringsrekommendationerna från National Research Council (NRC, 2007) anges fyra kategorier av arbeten (tabell 1).

Tabell 1. Exempel på arbetsprestation per vecka för hästar i lätt, måttlig, hård och mycket hård träning (efter NRC, 2007)

Träningskategori	Medelpuls*	Beskrivning**	Typ av gren
Lätt	80 slag/min	1-3 h/vecka; 40% skritt, 50% trav, 10% canter	Rekreativridning, början av träningsprogram, showhästar (sporadiskt).
Måttlig	90 slag/min	3-5 h/vecka; 30% skritt, 55% trav, 10% canter, 5% låg hoppning eller annat kvalificerat arbete	Ridskolehästar, rekreativridning, början av träningsprogram/inridning, showhästar (frekvent), polo, ranchjobb.
Hård	110 slag/min	4-5h/vecka; 20% skritt, 50% trav, 15% canter, 15% galopp, hoppning eller annat kvalificerat arbete	Ranchjobb, polo, showhästar (frekvent, ansträngande events), tävling på lätt/medelsvår nivå, racingträning (amatörnivå).
Mycket hård	110-150 slag/min	Varierande; från 1h/vecka snabbjobb till 6-12h/vecka sakta arbete	Racing (Quarterhästar, Fullblod, Varmblod, distans), elitävlingar 3-dagars.

* Medelpuls över hela arbetstillfället.

** Generella beskrivningar baserade på total arbetsbörda/vecka och inkluderar ej alla kombinationer av arbetsintensitet och varaktighet.

Ett annat sätt att definiera begreppet högpresterande häst är att se till energibehovet. Planck & Rundgren (2005) har i sina utfodringsrekommendationer definierat trav- och galoppträning med snabbjobb flera gånger per vecka som det arbete vilket kräver störst energitillägg per dygn. Sådan träning ska enligt dem kräva ett tillägg på 11-16 MJ omsättbar energi/100 kg jämfört med ridträning med trav- och galopparbete som endast ger ett tillägg på 1,3 MJ omsättbar energi/100 kg och 10 minuter. Energiåtgången per minut ökar nämligen exponentiellt med hastigheten (Frape, 1988). Energitillägget för en högpresterande häst uppgår ofta till dubbla underhållsbehovet (Planck & Rundgren, 2005).

Energi-, protein- och fiberbehov

Energi

Hästen använder sig av kolhydrater som främsta energikälla (NRC, 2007). Hur mycket energi en hårt arbetande häst kräver beror på arbetets intensitet och varaktighet. Graden av arbetsbörda beror på många faktorer, exempelvis rörelsehastighet, underlag, lutning och vikt att bära eller dra. Enligt de svenska utfodringsrekommendationerna från Planck & Rundgren (2005) har en varmblodig häst som väger 500 kg ett underhållsbehov på 56 MJ omsättbar energi/dygn. Tränas hästen med snabbjobb i trav eller galopp flera gånger per vecka får den ett extra energibehov på ca 70 MJ omsättbar energi/dygn utöver underhållsbehovet. Hästens totala energibehov per dag blir därmed 126 MJ omsättbar energi.

Protein

En hårt arbetande häst behöver en liten mängd extra protein/kg kroppsvikt utöver basalbehovet för att utveckla muskler, reparera skadad muskelvävnad och täcka kväveförluster i svett (Meyer, 1987). Såvida protein/energikvoten bibehålls till 6 g smältbart råprotein/MJ (Planck & Rundgren, 2005) så täcks detta extra proteinbehov utan svårighet genom att fodra för det ökade energibehovet (Hintz, 1994). Att överskottsutfodra en häst med protein är dyrt, ger ett ökat vätskebehov och kostar hästen energi för att hantera mer ammoniak i levern och utsöndra kväveöverskottet genom urea (Meyer, 1987). Ett svenskt forskarlag studerade effekten av högt proteinintag hos högpresterande hästar via vallfoder. Resultatet visade att prestationsförmågan bibehölls trots att dieten inkluderade 160% av proteinbehovet (Connysson *et al.*, 2006). Studien påvisade dock förändringar i kroppens syrabas- och vätskebalans vilket kan tyda på att det höga proteinintaget gav en onödig påfrestning på kroppen som kan ge försämrade resultat i ett längre perspektiv.

Fibrer

Fibrer är nödvändiga för att digestionskanalen ska fungera och för att tillfredsställa hästens tuggbehov (Meyer, 1987). Brist på strukturfoder i foderstaten ökar risken markant för att hästen ska utveckla stereotypier och andra beteendestörningar (Redbo *et al.*, 1998). NRC:s (2007) minimirekommendationer för grovfodermängd per dygn är 1% av hästens kroppsvikt. En häst som väger 500 kg bör därför äta minst 5 kg grovfoder/dygn. Planck & Rundgren (2005) rekommenderar 1,5 kg torrsbstans (ts) per 100kg kroppsvikt/dygn som minimibehov av grovfoder. En specifik rekommendation av fiberintag ger inte en helt korrekt bild eftersom fodrets struktur även har betydelse (Planck & Rundgren, 2005).

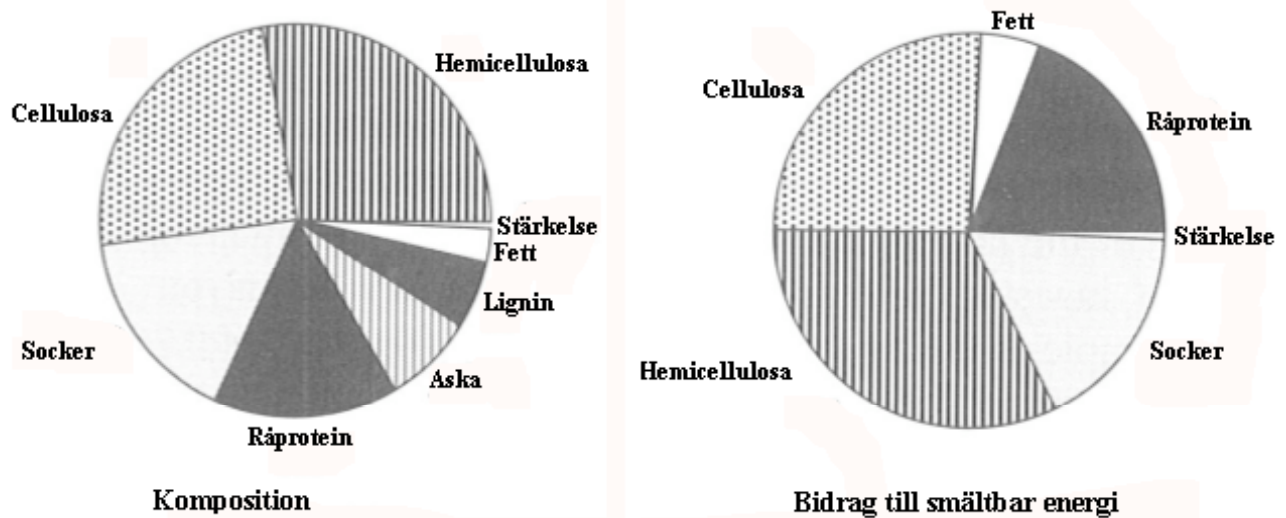
Konsumtion

Konsumtionsförmågan av torrsbstans hos hårt arbetande hästar ligger på ca 2,5% av kroppsvikten enligt NRC (2007). En häst som väger 500 kg orkar därmed äta 12,5 kg ts/dygn. Detta är emellertid endast en riktlinje eftersom frivilligt torrsbstansintag påverkas av många olika faktorer. Några av dessa är fodrets smältbarhet (Crozier *et al.*, 1997), hästens energibehov, glukosnivå i tunntarmen och VFA-nivå i grovtarmen (Frape, 2004). Gordon *et al.* (2006) visade att hård träning kan leda till en minskad konsumtionsförmåga hos hästen, troligtvis som en följd av hormonförändringar.

Faktorer som inverkar på smältbarhet, energi- och proteininnehåll i vallfoder

Ett fodermedels smältbarhet beror till största delen av cellinnehållet och cellväggarnas smältbarhet (Van Soest, 1967) (figur 1). Cellväggarna utgörs av strukturella kolhydrater och huvudkomponenterna är cellulosa, hemicellulosa och lignin. Cellulosa i unga gräs är nästan helt smältbart av grovfoderomvandlares mikroorganismer, men lignifiering i takt med ökad mognad hos plantan reducerar smältbarheten eftersom lignin är osmältbart. Hemicellulosa består av en blandning av olika polymerer som varierar i smältbarhet. Lättlösliga kolhydrater (WSC) tillsammans med råfett och råprotein utgör cellinnehållet. WSC innefattar glukos, fruktos och sukros, ofta kallade socker, samt polysackariden fruktan (Butler & Bailey, 1973). Mängden WSC i en växt präglas av kvoten mellan stjälk och blad. I tidiga utvecklingsstadium har plantan stor andel blad, men denna andel minskar i takt med ökad mognad hos plantan som successivt får en större andel stjälk. Det lyder motstridiga resultat beträffande hur den totala koncentrationen av WSC förändras vid ökad mognad hos plantan (Bélanger, 2006). Det finns få studier genomförda på hur WSC-innehållet påverkas hos just timotej med ökad plantmognad och klimat samt kvävetillgång verkar ha större inverkan än mognadsgrad.

Överskott av lättlösliga kolhydrater hos tempererade gräs lagras som fruktaner i stjälken, medan de i tropiska gräs och legymer ackumuleras som stärkelse i bladen.



Figur 1. Kemisk sammansättning hos gräs med hög smältbarhet samt hur mycket de olika komponenterna bidrar med energi (efter Hopkins, 2000).

Temperatur och ljusinstrålning

Tillväxten hos perenna gräs inleds under våren så fort temperaturen tillåter. Hos tempererade gräs (C_3) sker det ingen betydande tillväxt under 6°C (Hopkins, 2000). Under växtperioden ökar torrsbstansskörden successivt medan näringsvärdet och smältbarheten snabbt når sitt maximum i början av säsongen (Van Soest *et al.*, 1978; Thorvaldsson, 2006). Smältbarhet och näringsvärde avtar sedan i takt med ökad mognad hos plantan. Hur fort smältbarheten och näringsvärdet minskar beror på flera faktorer, varav den främsta är temperatur (Deinum & Dirven, 1977; Thorvaldsson, 2006). En hög temperatur ökar halten av strukturella kolhydrater och därigenom minskar smältbarheten (Deinum & Dirven, 1977). Deinum *et al.* (1968) och Thorvaldsson (1987) konstaterade att en ökad ljusinstrålning fördröjer minskningen av smältbarhet hos timotej. Deinum *et al.* (1981) visade att den hastiga tillväxten vid höga latituder minskar smältbarheten snabbare, men sett till växtens morfologiska stadium så avtar smältbarheten långsammare. Smältbarheten har följaktligen påvisats vara högre på norra försöksorter jämfört med försöksorter vid lägre latituder, trots att växterna har samma morfologiska stadium. Deinum *et al.* (1981) tolkade detta som att lignifieringen inte hinner med i samma takt som växtens morfologiska stadium utvecklas. Generellt sett försenas kvalitetsminskningen hos fodret av faktorer som fördröjer plantornas utvecklingsstadium (Van Soest *et al.*, 1978).

Ökad ljusintensitet ger en förhöjd fotosyntetisk ackumulering av WSC (Deinum, 1966). Högre halter av WSC bidrar till högre smältbarhet (Thorvaldsson, 2006). Koncentrationen av WSC är dessutom högre i gräs som växer i kalla miljöer än i varma (Deinum, 1966; Chatterton *et al.*, 1989). Detta beror på att konsumtionen av kolhydrater för respiration är liten vid låga temperaturer, medan kolhydratproduktion genom fotosyntes fortfarande är fullgod. Thorsteinsson *et al.* (2002) fann att timotej ackumulerar mer fruktaner i sina blad vid kalla temperaturer (10°C dag/ 10°C natt) än vid varma temperaturer (20°C dag/ 20°C natt). Halterna av glukos, fruktos och sukros visade inget signifikant samband med temperaturerna. Chatterton *et al.* (1988) visade å andra sidan att koncentrationerna av glukos, fruktos och sukros var högre i gräs som ackumulerat fruktan än i gräs där fruktanhalten var låga. Fruktanerna hade alltså inte ansamlats på bekostnad av andra icke-strukturella kolhydrater.

Vilka mängder fruktan som ackumuleras beror även på växtens genetiska bakgrund (Tognetti *et al.*, 1990; Chatterton *et al.*, 1989). De mer hårdiga sorterna lagrar större mängder fruktan vid låga temperaturer än de sorter som är framtagna för varmare klimat.

Kvävetillgång

Effekten av kvävegödsling på fodrets smältbarhet varierar (Deinum, 1966). Hos gräs i unga utvecklingsstadium resulterar gödsling i en minskad andel växttråd och således en ökad smältbarhet, medan det hos gräs i äldre utvecklingsstadium ger en ökad mängd växttråd och därmed lägre smältbarhet. Hos timotej reduceras WSC-halten vid hög kvävetillgång eftersom dessa kolhydrater utnyttjas för proteinsyntes. Rikligt med tillgängligt kväve resulterar även i att buffringskapaciteten vid ensilering höjs, framför allt i ett tidigt utvecklingsstadium (Tremblay *et al.*, 2005).

Kvävegödsling har den överlägset största positiva effekten på torrsubstansskörd (Deinum, 1966). Mängden växttillgängligt kväve styr även proteinhalten i plantan (Thorvaldsson, 1987; Gustavsson, 1996). Grödan utnyttjar kvävet tidigt under växtsäsongen och proteinhalten styrs av en feed-back-mekanism, där en hög proteinhalt i plantan stimulerar tillväxthastigheten. Proteinet späds då ut snabbare vilket därefter resulterar i en långsammare tillväxt. När överskottet av växttillgängligt kväve tagit slut i marken så avtar plantans proteininnehåll i takt med att den fortsätter att växa.

Vattentillgång

Hos perenna gräs som utsätts för torkstress avstannar metabolisk aktivitet, tillväxt och förändring i näringsvärde. Fotosyntesen avstannar dock mer än respirationen vilket ger mindre ackumulering av WSC (Wulfes *et al.*, 1999). Om torkstressen emellertid stoppar stjäktillväxten och endast har en liten effekt på fotosyntesen så ökar koncentrationen av WSC. Låg temperatur minskar avdunstningen från plantor vid växttranspiration och minskar således växtens behov av vatten (Heide, 1985). I isländska och svenska försök har vattentillgången i jorden inte visat någon signifikant effekt på smältbarheten hos timotej (Thorvaldsson, 2006). En förenklad sammanställning av miljöfaktorernas påverkan på grovfodret finns i tabell 2.

Tabell 2. Miljöfaktorers påverkan på sammansättning och smältbarhet hos vallfoder (efter Van Soest *et al.*, 1978)

Sammanfattning och smältbarhet	Hög temperatur	Hög ljusintensitet	Hög kvävetillgång	Stor vattentillgång
Avkastning	+	+	+	+
Water Soluble Carbohydrates	-	+	-	-
Nitrat	-	-	+	*
Cellväggar	+	-	+/-	+
Lignin	+	-	+	+
Smältbarhet	-	+	+/-	-

* Kännedom om påverkan ej tillgänglig.

Skördetidpunkt

Skördetidpunkt är den faktor som påverkar torrsubstansskörd, råproteininnehåll och smältbarhet i störst utsträckning (Thorvaldsson, 1987). Bélanger (2006) har visat att det finns en negativ korrelation mellan smältbarhet och skördemängd hos timotej. För att erhålla hög smältbarhet måste grödan skördas tidigt, vilket ger en låg avkastning. Skördas grödan sent för att få hög avkastning blir smältbarheten hos fodret lägre. Forskning pågår för att försöka

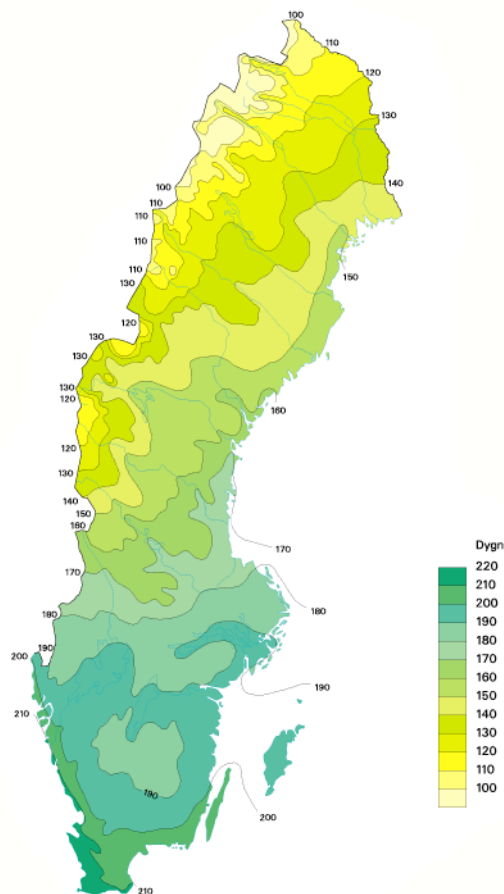
förbättra smältbarheten vid en senare skördetidpunkt, för att på så sätt erhålla en hög torrsubstansskörd med hög smältbarhet (Bélanger, 2006).

Norrländskt klimat

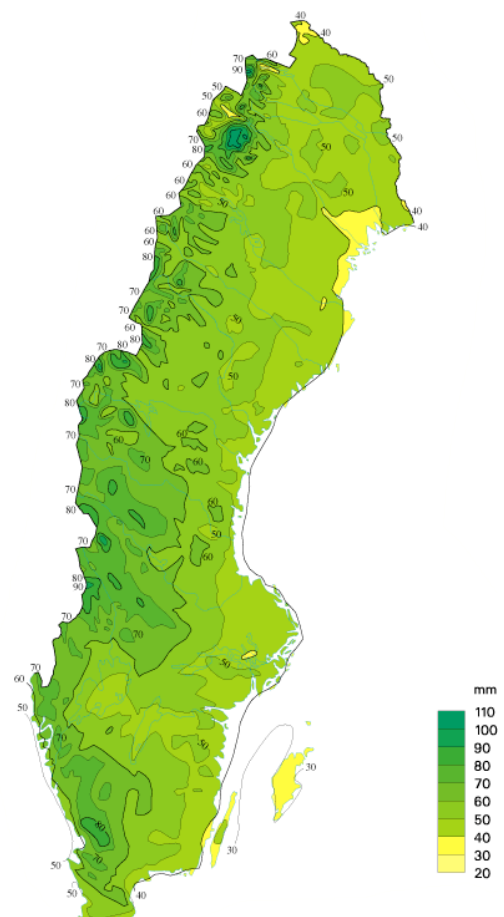
De klimatfaktorer som särskiljer det norrländska odlingsområdet ($>62^{\circ}\text{N}$) från resterande delar av landet är främst ljus- och temperatur. Tillsammans med motsvarande zoner i Norge och Finland är Norrland världens nordligaste odlingsplats (Fahlén, 1987).

Temperatur

Dygnstemperaturen under vegetationsperioden varierar mindre vid höga latituder (Heide, 1985), eftersom solen står över horisonten så många timmar om dygnet under sommaren (Pers. medd. W. Josefsson, 2008). Luften hinner då inte kylas ned lika mycket under natten i norr. Medeltemperaturerna under juni-augusti skiljer sig således inte avsevärt mellan norra och södra Sverige (SMHI, 2007a). Maximi- och minimitemperaturer under dessa månader visar dock att temperaturen är något lägre i norr, framför allt i inlandet och mot norska gränsen. Under försommaren är det betydligt kallare i Norrland vilket resulterar i att vegetationsperioden startar senare. Perioden blir även betydligt kortare (figur 2).



Figur 2. Vegetationsperiodens längd definierat som genomsnittligt antal dygn med medeltemperatur över $+5^{\circ}\text{C}$. Mätt under åren 1961-1990 (SMHI, 2007b).



Figur 3. Uppmätt nederbörd under juni som medelvärde under åren 1961-1990 (SMHI, 2007c).

Nederbörd

Nederbördsmängderna i Norrland skiljer sig inte markant från de i södra Sverige under juni-augusti. Kusten får minst nederbörd och mängden ökar sedan successivt längre in i landet (SMHI, 2007c). Norrlands inland får dock ofta regnskugga, dvs. är regnfattigare, eftersom nederbördsområden västerifrån stoppas upp mot fjällkedjan och regnar ned där (Pers. medd. W. Josefsson, 2008). Juni är den torraste av de tre sommarmånaderna med en nederbörd på 30-40 mm (beräknat mellan åren 1961-1990) vid kusten och 60-80 mm i inlandet (figur 3). Längre perioder av torra eller mycket stora mängder nederbörd är sällan förekommande vid höga latituder, till skillnad från tropiska regioner (Heide, 1985). Heide (1985) hävdar därför att torkstress sällan är en begränsande faktor under växtsäsongen vid höga latituder.

Ljushet

Ljushet är beroende av dagslängd, solhöjd och faktisk solskenstid, det vill säga den tid solen inte är skyddad av moln (Lomakka, 1958). Under månaderna maj-september är solens totala antal timmar över horisonten högst i norr och avtar med ca 50 timmar per breddgrad söderut under perioden. Vid nordliga latituder är strålningen per ytenhet betydligt mindre än vid ekvatorn (Salisbury, 1985). Det beror delvis på en låg solhöjd såväl som att strålarna får en längre väg genom atmosfären. Under sommarmånaderna står emellertid solen relativt högt på himlen i norra Sverige (Josefsson, 2008). Detta leder till att solstrålarna får en kortare väg genom atmosfären och träffar jordens yta i en tämligen vertikal vinkel. Strålningsenergin blir därför hög. Kustbältet vid Bottenhavet och Bottniska viken har landets högsta antal faktiska soltimmar (SMHI, 2007d). Timmarna minskar sedan längre västerut och söderut. Trots att strålningsenergin från solen är reducerad vid höga latituder blir den totala ljusheten under sommaren ofta större vid höga latituder jämfört med sydligare breddgrader, till följd av de långa dagarna (Salisbury, 1985).

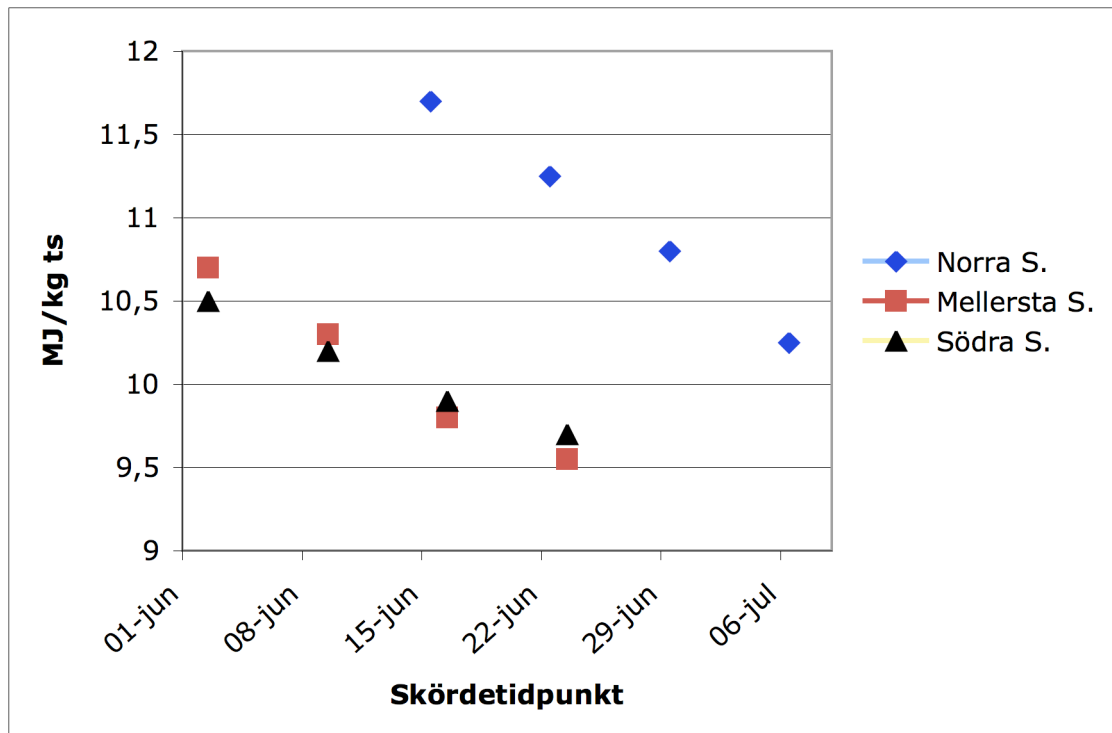
Norrländsk vallfoderproduktion

Norrland står för 10,3 % av landets totala åkerarealer (SJV, 2006). Den främsta användningen är för vallfoderproduktion, som uppgår till 71,2 %.

Klimatet innebär en del problem som är sällsynta i de södra delarna av landet (Andersson, 1984). Eftersom växtperioden är så kort får vullen kortare tid att etablera sig efter att skyddsgrödan är skördad. Den långa vintern under snö innebär att växterna behöver ett stort förråd av upplagsnäring för att inte utvintra och blir det töbildning under vintersäsongen bildas istäcken som kan kväva växterna. Ett annat problem som kan uppstå är om snön faller innan tjälen har satt sig i marken. Då skapas gynnsamma förhållanden för utvintringssvampar som kan skada växterna allvarligt. Dessa problem kan till stor del avhjälpas genom att driva upp kraftiga vallplantor som överlever svåra förhållanden. Att anlägga en vall på rätt sätt och välja sorter som är anpassade till klimatet är därför av yttersta vikt. Timotej är särskilt passande i norr eftersom det är vinterhärdigt, ger hög avkastning (Thorvaldsson, 2006) och är anpassat för att växa optimalt vid långa dagar (Solhaug, 1985).

Vallfoder som produceras i norra Sverige har visats inneha en potential att ge högre energiinnehåll jämfört med vallfoder producerat i mellersta och södra Sverige (figur 4) (Belotti, 1990). M. Hetta (Pers. medd., 2008) sammanfattar en förklaring till detta med några olika teorier: det svala klimatet i kombination med den höga tillväxthastigheten gör att lignifieringen inte hinner med i samma takt som plantan utvecklas morfologiskt. Låga temperaturer har en positiv effekt på fotosyntetisk ackumulering av WSC medan respirationen som förbrukar WSC under natten blir begränsad till följd av långdagsförhållandena.

Virkajärvi (2004) visade även att timotej som odlas vid höga latituder har högre bladandel än perenna rajgräs vid lägre latituder. Eftersom bladen har högre smältbarhet än stjälken så bidrar detta till högre smältbarhet i vallfodret.



Figur 4. Energiinnehåll vid olika skördetidpunkter och en kvävenivå på 120 kg N/ha (efter Belotti, 1990). Medeltal av 14 försök i norra Sverige och medeltal av 9 försök i mellersta och södra Sverige.

Diskussion

Syftet med litteraturstudien var att undersöka om högpresterande hästars energibehov kan täckas genom att enbart fodra med ett vallfoder producerat under norrländska klimatförhållanden. En 500 kg varmlodig häst som trav- eller galopptränas med snabbjobb flera gånger per vecka har ett energibehov på ca 126 MJ omsättbar energi/dygn. Samma häst kan enligt NRC (2007) konsumera maximalt 2,5% ts av sin kroppsvikt, dvs. 12,5 kg ts/dygn. För att förmå tillgodose detta behov med enbart vallfoder måste energiinnehållet uppgå till minst 10,08 MJ omsättbar energi/kg ts, vilket inte borde utgöra något problem varken i södra eller norra Sverige. Eftersom högpresterande hästar ofta har en nedsatt konsumtionsförmåga (Gordon *et al.*, 2006) kan det hända att hästen endast klarar av att konsumera t.ex. 2 % ts av sin kroppsvikt, dvs. maximalt 10 kg ts. Då krävs det att grovfodret innehåller 12,6 MJ omsättbar energi/kg ts. För att ett vallfoder ska uppnå denna energimängd krävs det att cellvägskomponenterna har hög smältbarhet, något som det finns större förutsättningar för i norra än i södra Sverige (Deinum, 1966).

Långdagsförhållandena och temperaturen är de faktorer som skiljer växtodlingsklimatet i Norrland nämnvärt från södra och mellersta Sverige. Den snabba tillväxthastigheten hos växterna vid höga latituder gör att lignifieringen inte hinner med i samma takt som den morfologiska utvecklingen (Deinum, 1966). Sorter som är anpassade för det norrländska klimatet ackumulerar dessutom mer fruktan (Tognetti *et al.*, 1990; Chatterton, 1989) och bidrar således till högre smältbarhet hos fodret. Sammantaget ger detta möjlighet att få ett

høgt innehåll av smältbar energi. Försök som utförts i norra Sverige visar att en tidig skörd kan ge vallfoder med energiinnehåll över 11,5 MJ/kg ts (Belotti, 1990).

Att inkludera en liten del kraftfoder för att höja energidensiteten i foderstaten bör inte orsaka några problem, så länge stärkelsekällan har en hög smältbarhet i tunntarmen (Kienzle, 1994). Vid användning av ett vallfoder med hög andel smältbar energi så reduceras emellertid behovet av kraftfoder i foderstaten, vilket är eftersträvansvärt eftersom hästens tuggbehov tillfredställs och digestionskanalen får arbeta på det sätt den är utformad för (Meyer, 1987).

Kvävegödsling av vallen är viktigt för att få en tillräcklig torrsbstansskörd (Deinum, 1966). Gödslingen medför dock ett högre proteininnehåll i vallfodret (Thorvaldsson, 1987; Gustavsson, 1996). För att få hög smältbarhet måste skörden ske tidigt vilket även bidrar till att högre proteininnehåll. Överutfodring av protein ger onödiga påfrestningar hos högpresterande hästar (Connysson *et al.*, 2006). För att få ett proteinfattigare foder är det bra att forskning bedrivs för att förbättra smältbarheten av cellvägskomponenterna vid ett senare skördetillfälle, eftersom proteininnehållet minskar med ökad mognad hos plantan.

Slutsats

En högpresterande häst kräver stora mängder energi i sin foderstat. För att undvika de digestionproblem och beteendestörningar som är associerade med stora kraftfodergivor, är utfodring med enbart vallfoder som har hög energidensitet en möjlighet. Utifrån denna litteratursammanställning kan slutsatsen dras att norrländskt vallfoder har potentialen att uppnå tillräckligt hög mängd smältbar energi för att tillgodose dessa hästars behov, tack vare att låga temperaturer och långa dagar, dvs mycket ljus, under växtsäsongen ger högre smältbarhet och mindre lignin i vallfodret.

Referenser och litteraturförteckning

- Andersson, S. 1984. Vallanläggning i norra Sverige. *Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling*. Rapport 144.
- Bélangier, G. 2006. The nutritive value of timothy and its improvement through management and breeding. I: *Timothy productivity and forage quality - possibilities and limitations*. NJF Seminar 384. 10 – 12 August 2006. Akureyri, Iceland, pp. 15-25.
- Belotti, C. (ed). 1990. *Vallboken*, pp. 20-25. Speciella skrifter 40. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Butler, G.W., Bailey, R.W. 1973. *Chemistry and Biochemistry of Herbage Vol. 1*, pp. 106-368. London: Academic Press Inc. Ltd.
- Chapman, R.W., Sillery, J.K., Graham, M.M., Saunders, D.R. 1985. Absorption of starch by healthy ileostomates: effect of transit time and of carbohydrate load. *The American Journal of Clinical Nutrition* 41, 1244-1248.
- Chatterton, N.J., Harrison, P.A., Bennett, J.H., Asay, K.H. 1989. Carbonhydrate Partitioning in 185 Accessions of Gramineae Grown Under Warm and Cool Temperatures. *Journal of Plant Physiology* 134, 169-179.
- Connysson, M., Muhonen, S., Lindberg, J.E., Essén-Gustavsson, B., Nyman, G., Nostell, K., Jansson, A. 2006. Effects on exercise response, fluid and acid-base balance of protein intake from forage-only diets in Standardbred horses. *Equine Veterinary Journal* 36, 648-653.
- Crozier, J.A., Allen, V.G., Jack, N.E., Fontenot, J.P., Cochran, M.A. 1997. Digestibility, apparent mineral absorption, and voluntary intake by horses fed alfalfa, tall fescue, and caucasian bluestem. *Journal of Animal Science* 75, 1651-1658.

- Deinum, B. 1966. Climate, nitrogen and grass. *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen* 66-11.
- Deinum, B., Es van, A.J.H., Van Soest, P.J. 1968. Climate, nitrogen and grass.II. The influence of light intensity, temperature and nitrogen on vivo digestibility of grass and the prediction of these effects from some chemical procedures. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 16, 217-223.
- Deinum, B., Dirven, J.G.P, 1977. The effect of temperature on the digestibility of grasses. An analysis. *Forage Research* 3, 1-17.
- Deinum, B., Beyer de, J., Nordfeldt, P.H., Kornher, A., Østgård, O., Van Bogaert, G. 1981. Quality of herbage at different latitudes. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 29 (2), 141 -150.
- Fahlén, A. 1987. Norrländskt jordbruk: kunskap och visioner för framtiden (med särskild anknytning till Jämtlands län), pp. 8-29. *Idéutveckling*. Högskolan i Östersund.
- Frape, D.L. 1988. Dietary requirements and athletic performance of horses. *Equine Veterinary Journal* 20, 163-172.
- Frape, D.L. 2004. *Equine nutrition & feeding 3rd edition*. Blackwell Publishing Ltd.
- Gustavsson, A-M. 1996. Virkning av klima og værforhold på næringsverdi i grovfôr-behov for høstetidsprognoser. *Faginfo* 2, 92-98.
- Gordon, M.E., McKeever, K.H., Bokman, S., Betros, C.L., Manso-Filho, H., Liburt, N., Streltsova, J. 2006. Interval exercise alters feed intake as well as leptin and ghrelin concentrations in standardbred mares. *Equine Veterinary Journal Supplement* 36, 596-605.
- Heide, O.M. 1985. Physiological aspects of climatic adaptation in plants with special reference to high-latitude environments. *Plant Production in the North, Proceeding from "Pland Adaptation Workshop" Tromsø, Norway, sept 4-9 1983*, pp. 1-22.
- Hintz, H.F. 1994. Nutrition and Equine Performance. *The Journal of Nutrition* 124, 2723S-2729S.
- Hopkins, A. (ed). 2000. *Grass Its Production and Utilization. 3rd edition*, pp. 31-190. Blackwell Science Ltd.
- Kienzle, E. 1994. Small intestinal digestion of starch in the horse. *Revue de médecine vétérinaire* 145 (3), 199 -204.
- Lomakka, L. 1958. Norra Fennoskandias lantbruk del 1. *Nordisk Jordbrugsforskning*, pp. 133-351. Stockholm. Almqvist & Wiksells.
- McDonald, P. Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. 2002. *Animal Nutrition 6th edition*, pp. 14-244. England: Pearson Education Ltd.
- Meyer, H. 1987. Nutrition of the Equine Athlete. *Equine Exercise Physiology 2- Proceedings of the Second International Conference on Equine Exercise Pysiology*, pp. 644-673.
- NRC. 2007. *Nutrient Requirements of Horses 6th ed*, pp. 3-267. Washington. D.C.: National Academy Press.
- Planck, C., Rundgren, M. 2005. *Hästens näringsbehov och utfodring*, pp. 62-243. Gjøvik: LTs förlag.
- Pagan, J.D. 1996. Forages for horses: more than just filler. *Proceedings of the 18:th Bain-Fallon memorial lectures-Equine neurology and nutrition*, pp. 189-205.
- Potter, G.D., Hughes, S.L., Julen, T.R., Swinney, D.L. 1992a. Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. *Pferdehelikunde (Sonderausgabe)*, 107-111.
- Potter, G.D., Gibbs, P.G., Haley, R.G., Klendshoj, C. 1992b. Digestion of Protein in the Small and Large Intestines of Equines Fed Mixed Diets. *Pferdehelikunde (Sonderausgabe)*, 140-143.
- Richards, N., Hinch, G.N., Rowe, J.B. 2006. The effect of current grain feeding practices on hindgut starch fermentation and acidosis in the Australian racing Thoroughbred. *Australian Veterinary Journal* 84 (11), pp. 402-407.

- Redbo, I., Redbo-Torstensson, P., Ödberg, F.O., Hedendahl, A., Holm, J. 1998. Factors affecting behavioural disturbances in race-horses. *Animal Science* 66, 475-481.
- Salisbury, F.B. 1985. Plant adaptations to the light environment. *Plant Production in the North, Proceeding from "Plant Adaptation Workshop" Tromsø, Norway, sept 4-9 1983*, pp. 43-61.
- SJV. 2006. JO 10 SM 0701. Jordbruksmarkens användning 2006 Slutlig statistik.
- SMHI. 2007a. *Temperatur*. <http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=7560&l=sv> .(11/4-08).
- SMHI. 2007b. *Vegetationsperiod*. <http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=7628&a=21718&l=sv> . (17/4-08).
- SMHI. 2007c. *Nederbörd (1961-1990) juni, juli, augusti*. <http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=7558&l=sv> . (22/4-08).
- SMHI. 2007 d. *Solskenstid*. <http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=7608&a=21435&l=sv> . (17/4-08).
- Solhaug, K.A. 1985. Photosynthesis and respiration in three timothy (*Phleum pratense L.*) cultivars with different growth rhythms. *Plant Production in the North, Proceeding from "Plant Adaptation Workshop" Tromsø, Norway, sept 4-9 1983*, pp. 254-266.
- Thorvaldsson, G. 1987. The influence of harvest date, nitrogen application and weather on development and nutritional value of timothy (*Phleum Pratense L.*) and its implication for prediction of forage quality. *Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling*. Rapport 177.
- Thorvaldsson, G. 2006. Digestibility of timothy. I: *Timothy productivity and forage quality - possibilities and limitations*. *NJF Seminar 384. 10 – 12 August 2006. Akureyri, Iceland*, pp. 85-88.
- Tisserand, J.L. 1992. Fermentation in the Hindgut of the Horse – Possibilities of Disorders. *Pferdeheilkunde (Sonderausgabe)*, 197-200.
- Thorsteinsson, B., Harisson, P.A., Chatterton, N.J. 2002. Fructan and total carbohydrate accumulation in leaves of two cultivars of timothy (*Phleum pratense* Vega and Climax) as affected by temperature. *Journal of Plant Physiology* 159, 999-1003.
- Tognetti, J.A., Salerno, G.L., Crespi, M.D., Pontis, H.G. 1990. Sucrose and fructan metabolism of different wheat cultivars at chilling temperatures. *Physiologica Plantarum* 78, 554-559.
- Tremblay, G.F., Bélanger, G., Drapeau, R. 2005. Nitrogen fertilizer application and developmental stage affect silage quality of timothy (*Phleum pratense L.*). *Grass and Forage Science* 60, 337–355.
- Van Soest, P.J. 1967. Development of a Comprehensive System of Feed Analyses and its Application to Forages. *Journal of Animal Science* 26, 119-128.
- Van Soest, P.J., Mertens, D.R., Deinum, B. 1978. Preharvest Factors Influencing Quality of Conserved Forage. *Journal of Animal Science* 47, 712-720.
- Virkajärvi, P. 2004. Growth and utilization of timothy – Meadow fescue pastures. Department of Applied Biology - Section of Crop Husbandry. University of Helsinki. Publication no 19.
- Wulfes, R., Nyman, P., Kornher, A. 1999. Modelling non-structural carbohydrates in forage grasses with weather data. *Agricultural Systems* 61, 1-16.

Personliga meddelanden

- Hetta, M. Maj 2008. *Personligt meddelande*. Forskarassistent, Institutionen för Norrländsk jordbruksvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Josefsson, W. April 2008. *Personligt meddelande*. Meteorolog, SMHI.