

Slutrapport från projektet 0447016 ”Utfodring för hälsa och prestation”

Bakgrund

Trav-, galopp-, fälttävlan och distansritthästar, men också högdräktiga, digivande och växande hästar har ett högt närings- och energibehov vilket är svårt att tillgodose med vallfoder av normal kvalitet. Energitätheten i dessa hästars foderstater förbättras därför genom att ge ett spannmålsbaserat kraftfoder. Många tränare, kuskar och ryttare har också uppfattningen att kraftfoder i sig är prestationshöjande vilket det inte finns några vetenskapliga belägg för. Kraftfoderanvändning är istället förknippat med flera problem såsom kolik (Rathke, 1991), magsår (Vatistas *et al.*, 1999), fång, korsförflamning (McLeay *et al.*, 1999; Valberg, 1998) men också beteendestörningar (Kusonose, 1992, Redbo *et al.*, 1998) och en ogynnsam utveckling av rörelseapparatusens vävnader (Glade & Belling, 1984). Dessa åkommor drabbar alla typer av hästar, delvis eftersom traditionen att använda kraftfoder är spridd även till hästar med lågt energibehov.

Syftet med detta projekt har varit att studera hur hästars prestationsförmåga, vätskebalans och grovtarmsmiljö påverkas av ett högt vallfoderintag och om dessa faktorer också kan påverkas av valet konserveringsmetod. En av våra hypoteser har varit att hästen, vars överlevnad till stor del berott på dess förmåga att springa snabbt, är väl anpassad till att utföra arbete på sin naturliga diet, dvs. gräs. Vallfoder med högt energiinnehåll borde därför kunna utgöra en större del av foderstaten till hårt arbetande hästar. Om vår hypotes kan bevisas kan en stor del av de problem som kraftfoderanvändning medför vara lösta och bädda för bättre djurhälsa och prestation. De praktiska tillämpade hypoteserna har varit att 1) ett högt vallfoderintag är gynnsamt för prestationsförmågan och 2) att hästars prestationsförmåga och grovtarmsmiljö påverkas negativt av ett högt råproteinintag och 3) att vallfoder med låg ts-halt och hög mjölksyrainnehåll (ensilage) negativt påverkar vätskebalansen, grovtarmsmiljön och prestationsförmågan. Målet har varit att kunna ge rekommendationer kring i vilken utsträckning vallfoder kan användas som fodermedel till högpresterande hästar och ge svar på om förändringar i foderstaten med avseende på konserveringsmetod och råproteinintag påverkar vätske-, syrabasbalansen och ekosystemet i hästens kolon hos såväl högpresterande hästar som hästar med lägre aktivitetsgrad.

Energiomsättningen

Energisubstraten i spannmål (havre tex) består i huvudsak av stärkelse och i vallfoder i huvudsak av fibrer men också socker. Om en hö/hösilagefoderstat kompletteras med spannmål innebär det att intaget av stärkelse ökar och att andelen fibrer i foderstaten minskar. Vi har tidigare visat att mjölksyrakoncentrationen i blod och muskel och utnyttjandet av muskelglykogen var lägre under arbete när havre delvis ersattes med en fiber- och sockerblandning (Betfor, Palmgren-Karlsson *et al.*, 2002) men också att endast en ökad sockerandel i foderstaten (på bekostnad av stärkelse) minskar utnyttjandet av muskelglykogen vid arbete (Jansson *et al.*, 2002). Detta visar att glykogenolysens förlopp kan modifieras med dieten och påverka laktatproduktionen och antyder också att arbetande hästar effektivt kan utnyttja de energisubstrat som finns i vallfoder, samt att prestationsförmågan hos häst eventuellt skulle kunna förbättras om kraftfoder ersattes med vallfoder. Ett stort fiberintag från grovfoder kan dock öka kroppsvikten eftersom fibrer, i varierande utsträckning, binder vatten vilket kan försämra prestationen (Ellis *et al.*, 2002). Hur kroppsvikten och vätskebalansen påverkas av en fibersammansättning karaktäristiskt för vallfoder med högt energiinnehåll är dock inte tidigare undersökt.

Proteinomsättning

Ett energirikt och tidigt skördat vallfoder är ofta proteinrikt vilket innebär att den vuxna hästens proteinbehov lätt kan överskridas. Ett överskott av protein hanterar kroppen genom att deaminera aminosyror i levern vilket resulterar i ammoniak som hos häst till stor del görs om till urea och utsöndras med urinen. Detta skapar en acidotisk belastning eftersom ureasyntesen frisätter vätejoner. Ureasyntesen och dess exkretion är energikrävande processer som genererar stora mängder värme och som kan konkurrera med andra energibehov hos den högpresterande hästen. Det finns totalt bara ett tiotal vetenskapliga publikationer där betydelsen av dietens proteininnehåll för det arbetsfysiologiska svaret studerats. I några av dessa har arbetet inte varit tillräckligt intensivt för att påminna om trav- och galopparbete eller tillräckligt långt för att påminna om långdistansarbete, varför resultaten har ett begränsat värde (Miller & Lawrence, 1988; Miller-Graber *et al.*, 1991). I en stor studie av 171 amerikanska 3- och 4-åriga fullblod som sammanlagt deltog i 563 lopp visade det sig att intaget av smältbar energi och råproteinintag var positivt korrelerat till hästarnas löptider (Glade, 1983). Hästarnas medeltid ökade med 1-3 sekunder beroende på distansen för varje 1000 g som intaget av råprotein översteg NRC:s rekommendationer. Författaren drog slutsatsen att det kan vara positivt att hålla nere proteinkoncentrationen i foder till högpresterande hästar. Det är dock oklart hur studien har kunnat skilja mellan effekten av olika tränare och hur de höga energi- och proteinintagen påverkade hästarnas kroppsvikt.

Av det råprotein som hästens konsumerar tas en del upp i tunntarmen i form av aminosyror och resterande protein samt kväve av annat ursprung utnyttjas av mikroorganismerna i grovtarmen. Smältbarheten för foders aminosyror i tunntarmen varierar mellan 30 och 85 % hos häst (Almeida *et al.*, 1999) och för vissa aminosyror ökar den när dietens råproteininnehåll ökar medan den kan minska för andra (Almeida *et al.*, 1999). Det är därför möjligt att stora mängder råprotein kan nå hästens grovtarm om dietens råproteininnehåll är högt. Det påverkar sannolikt sammansättningen i tarmens ekosystem och den mikrobiella deamineringen kan öka ammoniakfrisättningen.

Konserveringsmetod

Att torka vallfodret till hö (torrsbstanshalt (ts) ca 85 %) har tidigare varit det vanligaste sättet att konservera fodret. Idag får många hästar inplastat vallfoder (Holmquist, 2000) där konserveringen bygger på lufttät lagring i kombination med en större eller mindre mjölksyrafermentering. Utfodring med inplastat vallfoder till häst sker dock inte utan problem (Holmquist, 2000) och det finns många hästägare som är skeptiska till detta fodermedel. Sämst rykte har de foderkvalitéer som populärt kallas ”ko-ensilage” som förknippas med lös träck och prestationsnedsättning. I de enskilda fallen saknas ofta uppgifter om dagliga foder mängder, fodrets näringsvärde, vatten- och fiberinnehåll, hygieniska kvalitet och botanisk sammansättning och en systematisk analys av orsakerna till problemen blir därför omöjlig. ”Ko-ensilagen” kan möjligen beskrivas som ett väl ensilerat foder (mycket mjölksyra) med låg ts-halt och ett högt proteininnehåll och det har tidigare inte funnits någon kunskap om hur ett sådant vallfoder påverkar hästars hälsa och prestation. I magtarmkanalen kan mjölksyra omvandlas till propionat av laktatfermenterande bakterier vilket påverkar sammansättningen på mikrofloran och produktionen av flyktiga fettsyror (Fombelle *et al.*, 2003). Det är dock inte klart i vilken utsträckning stora intag av mjölksyra tas upp från och/eller fermenteras i hästens digestionskanal. Ett stort upptag av mjölksyra från digestionskanalen kan eventuellt höja den extracellulära koncentrationen av mjölksyra. Det skulle innebära en ogynnsam situation för framför allt trav- och galopphästar där den anaeroba energimetabolismen (mjölksyraproduktion) redan utgör en begränsning för arbetets fortgång.

Material och metoder

Inom ramen för projektet har sammanlagt sex studier genomförts, fyra på travhästar i träning (6 hästar/studie, utfodrade motsvarande 2 ggr underhåll för energi) och två på kolonfistulerade hästar i vila (4 hästar/studie, utfodrade motsvarande underhåll för energi):

1) Effekter av en foderstat bestående av endast energirikt grovfoder jämfört med en traditionell foderstat med grovfoder med lägre energiinnehåll och mycket kraftfoder (50/50).

2A) Effekter av ett högt råproteinintag från vallfoder på det arbetsfysiologiska svaret och vätske- och syrabasbalansen.

2B) Effekter av ett högt råproteinintag från vallfoder på kolonmiljön.

3A) Effekter av ensilerat vallfoder på det arbetsfysiologiska svaret.

3B) Effekter av ensilerat vallfoder på vätske- och syrabasbalansen hos travhästar i träning.

3C) Effekter av ensilerat vallfoder på kolonmiljön.

Alla försök har genomförts som change-over eller switch-back-försök och foderstaterna har utfodras i 17 till 29 dagar (beroende på studie). I försöken med de kolonfistulerade hästarna studerades fodrens påverkan på tarmmiljön genom att mäta pH, osmolalitet, torrsubstansinnehåll, koncentrationen av laktat och flyktiga fettsyror i tarminnehåll samt förändringar i den mikrobiella florin med hjälp av anaerob odling. I försök 3B studerades hästarnas vätske- och syrabasbalans och i försök 2A även deras kväveomsättning genom totaluppsamling och analys av urin och träck (2-3 dygn). Vattenintag, kroppsvikt, blod pH, plasmalaktat och totala plasmaproteinkoncentrationen (TPP, för att uppskatta förändringar i plasmavolymer) har mätts i alla studier med arbetande hästar.

De arbetsfysiologiska studierna (försök 1, 2A, 3A och 3B) har genomförts dels på travskolan i Wången och dels på SLUs hästar utanför Uppsala. Det arbetsfysiologiska svaret har observerats dels genom standardiserade test på rullmatta (vid eller över mjölksyratröskeln) och genom tester på i fält på en travbana. Vid de studier där arbetstester gjorts på bana har hästarna körts av samma körsven vid bägge foderstaterna och de har fyllt i ett formulär om hästarnas beteende och "löpvilja". Hästarnas svar på arbete och deras återhämtning har registrerats genom mätningar av hjärt- och andningsfrekvensen före, under och efter testerna. Blodprover har tagits före, under (rullmattetesten) och efter testen och analyserats för bland annat laktat. I försök 1 kommer även glukos, kortkedjiga fettsyror, flyktiga fettsyror, glycerol och triglycerider att analyseras vid ett senare tillfälle. Muskelbiopsier har tagits i samband med arbete i studie 1 och 2A (redovisas i annan ansökan, Essén-Gustavsson). Biopsierna har hittills analyserats för glykogen.

Resultat

Generella observationer

I fem av de sex studier som ingått i projektet har samtliga hästar klarat av att energiförsörja sig och behålla kroppsvikten på en foderstat bestående av endast energirikt grovfoder (10-11,7 MJ/kg torrsubstans). I studie 1 där energiinnehållet i högfodret var det lägsta i hela projektet (ca 10 MJ/kg ts) hade flera av hästarna ett selektivt foderintag vilket i praktiken resulterade i ett högre energiintag än vad foderanalysen indikerar. I studie 3A verkade smakligheten på fodren (såväl ensilaget som hösilaget) ha varit nedsatt och stora foderrester lämnades under de första dagarna av studien och kroppsvikterna gick ner. I den studien kompletterades därför

foderstaterna med 2 kg Betfor per häst och dag. Orsaken till den nedsatta aptiten är inte klarlagd.

Effekter av en foderstat bestående av endast grovfoder (studie 1)

Det observerades en liten ökning (genomsnitt 3-5 kg) av hästarnas kroppsvikt på en grovfoderfoderstat jämfört med en foderstat med ca 50 % kraftfoder men viktökningen bara var signifikant enstaka dagar i början av utfodringsperioden när träningen var som lättast. Dagen efter arbetstestet på rullmatta (då hästarna även transporterades) hade hästarna en viktsförlust på 8 kg på båda foderstaterna och det tog 3 dygn att återfå kroppsvikten på båda foderstaterna. En signifikant ökning av vattenintaget (10 l/dag) observerades på grovfoderfoderstaten under hela perioden och en signifikant sänkning av totala plasmaproteinkoncentrationen både i vila och efter arbete, vilket indikerar att plasmavolymen var större på grovfoderfoderstaten.

I samband med arbetstestet på matta observerades att muskelglukogeninnehållet var signifikant lägre före arbete på grovfoderfoderstaten men inga skillnader i glukogenutnyttjandet och blodglukosnivåerna under arbete kunde observeras. Det var inte heller någon skillnad i mjölksyratröskeln vid de båda foderstaterna ($8,0 \pm 0,6$ för grovfoder vs $7,6 \pm 0,3$ m/s för kraftfoder) även om det fanns en numerisk skillnad ($P=0,086$). Det var ingen skillnad i rektaltemperatur, hjärt- och andningsfrekvens under och efter arbete.

I samband med ett intervallträningstest på bana uppvisade hästarna högre hjärt- och andningsfrekvens efter arbete på kraftfoderfoderstaten men ingen skillnad i laktatkoncentrationen i plasma omedelbart efter den sista intervallen eller i kuskarnas genomsnittliga uppfattning om hästarnas arbetsvilja. Det var dock en stor individuell variation där fyra av sex hästar bedömdes som mer hetsiga i samband med kraftfoderstaten.

Effekter av ett högt råproteinintag (studie 2 A och B)

Ett grovfoder (ensilage) med högt råproteininnehåll (16-17 %) utfodrat till travhästar i träning resulterade inom två dygn i en ökning av kväveutsöndringen med urin och träck jämfört med ett ensilage med mer behovsanpassat råproteininnehåll (12 %). Vattenintaget och urinutsöndringen ökade liksom vattenhalten i träcken (1-2 %). Differensen mellan vattenintaget och förlusterna av vätska via urin och träck var större på det höga råproteinintaget. Utsöndringen av vätejoner med urinen ökade men det var ingen skillnad i blodets pH i vila. Svaret på travloppsliknande arbete (mjölksyrakoncentration och pH i blod, puls, temperatur och andning) skilde sig inte mellan foderstaterna (bana och rullmatta). Körsvennerna kunde inte heller notera någon skillnad i hästarnas löpvilja.

Hos de kolonfistulerade hästarna (som utfodrats på underhållsnivå) ledde ett foderbyte mellan ett ensilage med ett behovsanpassat råproteininnehåll och ett högproteinensilage till små förändringar i grovtarmsmiljön under det första dygnet. Efter tre veckor på högproteinfodret observerades en liten sänkning av pH (0,2 enheter) men fortfarande inga andra större förändringar i grovtarmsmiljön. Inte heller träckens vatteninnehåll hade förändrats.

Effekter av ensilerat vallfoder (studie 3 A-C)

Vattenintaget var lägre vid utfodring med ensilage jämfört med hö medan urinutsöndringen var större vid utfodring med ensilage. Differensen mellan det totala vattenintaget (även från foder) och förlusterna av vätska via urin och träck var större på ensilagefoderstaten jämfört med höfoderstaten. Det observerades också en tendens till lägre torrsbstansinnehåll i träcken på ensilagefoderstaten.

Det var ingen skillnad i hjärtfrekvens, andningsfrekvens, TTP, blod-pH och laktat under och efter ett arbetstest på bana vid utfodring med ensilage jämfört med torrt hösilage (68 % ts). Det var heller ingen skillnad i hur kuskarna bedömde hästarnas temperament under arbetet.

Ett foderbyte från hö till ensilage eller hösilage hos underhållsutfodrade hästar visade sig inte ge några större förändringar i ekosystemet i kolon under det första dygnet. Under de tre följande veckorna som hästarna fick att anpassa sig till hösilage respektive ensilage upprätthölls dock en signifikant högre koncentration av odlingsbara streptococker på ensilagefoderstaten jämfört med hösilagefoderstaten. Det gick också att observera en liten (0,5 mmol/l) men signifikant ökning av plasmalaktatkoncentrationen både efter ett dygn och efter 3 veckor när hästarna gick från hö till ensilage. När de bytte från hö till hösilage fanns inga skillnader efter det första dygnet. En signifikant sänkning av ts-halten i träck observerades när hästarna bytte från hö till både hösilage och ensilage efter två veckor men detta kunde senare inte observeras efter 3 veckor. En sänkning av ts-halten i kolon kunde dock observeras under hela perioden när hästarna bytte från hö till hösilage.

Diskussion

Den här studien visar att det kan vara möjligt för travhästar i träning att bibehålla kroppsvikten på en foderstat med energirikt vallfoder (10-11,7 MJ/kg ts). Det är dock viktigt att notera att hästarna i denna studie inte deltog i tävlingar vilket ger en ytterligare belastning på både energibehovet och generellt sett reducerar tiden att konsumera foder. En ökning av kroppsvikten har varit ett starkt argument ute hos tränare för att för att inte öka grovfodergivan till hästar som tävlar eftersom det kan sänka prestationsförmågan. Denna studie har visat att det inte behöver bli någon avgörande ökning av kroppsvikten. Tränarnas rädsla baseras med stor sannolikhet på erfarenheter av senare skördat vallfoder med annan fibersammansättning, som möjligen ger större vätskevolym i hästens grovtarm. En del av viktsförändringen som ändå observerades i denna studie härrör sannolikt från en ökad plasmavolym då det observerades en lägre plasmaproteinkoncentration på grovfoderstaten. Det visar att vätskebalansen påverkades av foderstaterna. En större plasmavolym kan vara en fördel under arbete för att transportera bort restprodukter och värme från muskulaturen. En ökad plasmavolym kan också senarelägga konsekvenserna av dehydrering och gynna hästar som reser och som får minskad aptit och benägenhet att dricka.

Ett ökat vattenintag kan, förutom att öka volymen på den extracellulära vätskan, också spegla en ökad vätskeförlust. Det är möjligt att värmeproduktionen, och därmed indirekt evaporationen, varit större på grovfoderfoderstaten eftersom fiberdigestion innebär en större värmeproduktion än digestion av tex stärkelse. Det förelåg inga skillnader i kroppstemperatur mellan foderstaterna vilket visar att värmeproduktionen reglerats och balansen lagts på samma nivå. Det är inte heller troligt att en ökad värmeproduktion får någon betydelse för hästar som presterar under några få minuter men kanske för de som arbetar i flera timmar. Den belastningen bör då vägas mot förmågan att upprätthålla en större plasmavolym. För att avgöra vilken faktor som väger tyngst måste nya studier genomföras.

En av den här studiens hypoteser var att grovfoderfoderstaten skulle gynna den aeroba energiomsättningen och minska glukosomsättningen under arbete såsom ett tillskott av fett har visat sig kunna göra (Pagan et al, 2002). Det var dock ingen skillnad mellan foderstaterna i utnyttjande av glukogen men vid arbetstestet på rullmatta noterades dock en numerisk höjning av mjölksyratröskeln som inte blev signifikant på 0,05-nivån men väl på 0,1-nivån. Detta indikerar att det kan ha skett en effektivisering av den aeroba energiomsättningen som

tidigare studier med förhållandevis höga fett- och fiberintag redan visat. I studien observerades dock ett signifikant lägre muskelglukogeninnehåll i vila (före arbete) på grovfoderfoderstaten. Detta tyder på att utfodringen inte har kunnat matcha effekterna av den här typen av träning (ett intervallträningsspass och ett 1600 m heat med värmningar per vecka). Det är känt att återhämtningen av hästars muskelglukogenförråd kan ta ca 3 dygn efter en 30-40 % tömning (Lacombe et al, 2004). I den här studien kan tiden att regenerera förrådet ha varit för kort på grovfoderfoderstaten för att upprätthålla samma nivå som på kraftfoderfoderstaten eller så har foderstaten resulterat i en förändring av glukogensyntesen. Idag tyder forskningen på att ett reducerad muskelglukogeninnehåll begränsar prestationsförmågan (Snow et al, 1981; Lacombe et al., 2001) och med den kunskap vi har fått med denna studie kan vi därför inte rekommendera grovfoder som enda fodermedel till hästar som tränas på motsvarande sätt. Vi har idag inte analyserat klart fodren/foderstaterna för deras totala stärkelse- och sockerinnehåll och ett praktiskt råd om vilken mängd lättlösliga kolhydrater som kan resultera i denna eventuella "muskelglukogenbrist" kan inte ges i skrivande stund.

Intressant är också att den här studien antyder att stärkelsesrika foderstater kan påverka temperamentet under arbete hos vissa individer men också att det kan finnas en generell effekt eftersom hjärtfrekvens och andningen var signifikant förhöjd efter arbete på bana på kraftfoderfoderstaten jämför med grovfoderfoderstaten. Det var en stor numerisk skillnad i mjölksyrakoncentration (12.7 ± 1.7 på grovfoder vs 20.6 ± 4.8 mmol/l på kraftfoder) men även i graden av hetsighet (6.5 ± 0.5 vs 7.4 ± 0.7) som ett resultat av några individers markanta ökning. Om dessa förändringar i beteendet och det fysiologiska svaret verkligen är ett resultat av kraftfodret kan det möjligen "överskugga" den eventuellt positiva effekt på prestationen som ett ökat muskelglukogeninnehåll skulle ha jämfört med grovfoderfoderstaten.

I både studien med högt och lågt råproteinintag och studien där ensilage jämfördes med hö var differensen mellan vattenintaget och förlusterna av vätska via urin och träck större på det höga råproteinintaget och vid ensilageutfodringen. Det visar att hästarna hade andra vätskeförluster som ökat. I det här fallet kan det bara röra sig om förluster via passiv evaporation (avdunstning) eftersom de inte arbetade under dessa dagar och antyder att värmeproduktionen ökat. En ökad avdunstning gör att en högproteinfoderstat och en ensilagefoderstat är mindre lämplig än en foderstat med ofermenterat vallfoder och lägre proteininnehåll, särskilt för hästar som gör stora vätskeförluster såsom distansritthästar och fältävlanshästar. Vi kan dock inte utesluta att en kombination av faktorer, som ett stort intag av grovfoder i form av ensilage med ett högt råproteinintag kombinerat med transport och nedsatt aptit och törst, en krävande värmning före tävling (som travhästar ofta får) och begränsad tid till återhämtning, resulterar i att värmebelastningen och vätskeförlusten även för en travhäst blir en klart prestationsbegränsande faktor.

Att värmeproduktionen skulle öka vid ett högre råproteinintag var väntat men lite anmärkningsvärt är det att ensilaget gav upphov till denna tydliga förändring av ämnesomsättningen. En ökad värmeproduktion på ensilaget kan bero på skillnader i fodrens digestionsmönster även om också råproteinintaget var något större (resulterade dock inte i någon förändring av tex urin-pH). En skillnad i digestionsmönstret kunde också observeras då den fekala smältbarheten var förhöjd på ensilaget och det redan inom två dygn efter att det introducerats. Det indikerar att digestionsmönstret för ensilage skiljer sig jämfört med hö och att förutsättningarna för att snabbt smälta fodret finns i mag-tarmkanalen redan från "första dagen". Denna observation stämmer också med uppgifter från fältet, dvs att ensilage kan ge

upphov till förändringar i tex träckkonsistensen när det introduceras. I denna studie observerades dock bara en tendens till mer vatten i träcken på ensilage jämfört med hö.

Resultaten från de kolonfistulerade hästarna antyder också att det kan ske förändringar av ekosystemet i tarmen när ensilage introduceras. På ensilagefoderstaten upprätthölls en signifikant högre koncentration av odlingsbara streptocker jämfört med hösilagefoderstaten vilket antyder att mer lättillgängliga substrat funnits och fermenterats. Inga hälsoproblem observerades i dessa studier men sammantaget indikerar resultaten att ensilage skall introduceras stegvis och att man bör iaktta särskild försiktighet hos individer som är predisponerade för störningar i digestionssystemet. Ett foderbyte mellan ensilage med hög eller rekommenderat råproteinnehåll resulterade dock i ganska små förändringar i grovtarmsmiljö hos hästar med ett grovfoderintag på ca 1-1,5 kg ts /100 kg och dag. Hos hästarna i träning, med ett högre intag (>2 kg ts/100 kg och dag), ledde dock foderbytet både akut (inom 48 timmar) och långsiktigt (3 veckor) till förändringar såsom mer vatten och kväve i träcken. Även om dessa svar i sig inte är några hälsoproblem kan det indikera att förändringar skett i grovtarmen som skulle kunna ge allvarliga störningar hos individer med högre känslighet och ett successivt foderbyte rekommenderas, och då särskilt till hästar med ett foderintag större än underhållsbehovet.

Skillnaderna i respons mellan hästarna i vila och de i träning understryker vikten av att forskning bedrivs på den kategori hästar som resultaten i första hand är avsedd att tillämpas på. Det är tydligt att avsaknaden av effekter av en behandling på en hästkategori kan leda till signifikanta effekter hos en annan kategori. Om generella tolkningar görs skulle forskningsresultat kunna leda till förändrade skötselrutiner för häst kategorier där resultaten i praktiken saknar betydelse.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att travhästar i träning 1) kan bibehålla och eventuellt öka kroppsvikten marginellt (< 1 %) på en foderstat bestående av endast ett energirikt grovfoder, 2) att foderstaten resulterar i en större plasmavolym vilket kan vara positivt för borttransport av restprodukter från muskulaturen under arbete och minska effekterna av dehydrering i samband med resa och 3) att den aeroba energiomsättningen eventuellt effektiviseras men att upplagringen av glykogen försämrades vilket troligtvis utgör en begränsning för prestationsförmågan, 4) att ett stort intag av råprotein och vallfoder i form av ensilage inte påverkar det metaboliska svaret under arbete men att det ökar belastningen på vätskebalansen vilket kan vara negativt för hårt arbetande/tävlande hästar, 5) ett foderbyte mellan vallfoder med olika råproteinnehåll och olika konserveringsteknik ger förändringar i tarmmiljön, särskilt hos hästar med stort foderintag och bör därför ske successivt. Vi drar slutsatsen att energirikt grovfoder med fördel kan användas som en betydande del i foderstaten till hårt arbetande hästar men att det bör kompletteras med stärkelse eller socker och konserveras i första hand som hösilage eller hö.

Referenser

- Almeida, F. Q., Valadares Filho, S. C., Donzele, J. L., Coelho da Silva, J. F., Queiroz, A. C., Leão, M. I. & Cecon, P. R. 1999. 16th *Equine Nutr. Physiol. Symp.* Raleigh, NC, 274-279.
- Ellis, J. M., Hollands, T. & Allen, D. E. 2002. *Equine vet. J., Suppl.* **34**, 66-70.
- Glade, M. J. 1983. *Equine vet. J.* **15**, 31-36.
- Glade, M. J. & Belling, T.H. Jr. 1984. *Growth.* 48:4, 473-482.
- Holmquist, S. 2000. *Examensarbete* 142, Inst f husdjurens utfodring och vård. SLU.
- Jansson, A. Nyman, S. Lindholm, A. & Lindberg, J. E. (2002) *Equine Vet. J. Suppl.* **34**, 17-21.

- Kusunose, R. 1992. *Jpn. J. Equine Sci.* 3, 173-176.
- Lacombe mfl. 2001. *J. Appl. Physiol.* 91, 1782-1790
- Lacombe mfl. 2004 *Am J Vet Res.* 65, 916-923.
- McLeay, J. et al., 1999. *Equine Vet J. Suppl.* 30, 458-462.
- Miller-Graber, P. A. et al., 1991. *J. Nutr.* 121, 1462-1469.
- Miller, P. A. & Lawrence, L. M. 1988. *J. Anim. Sci.* 66, 2185-2192.
- Pagan, J. Geor, R.J, Harris, P.A, Hoekstra, K, Gardner, S. Hudson, C. and Prince, A. 2002. *Equine Vet J. Suppl* 34, 33-38.
- Palmgren Karlsson, C. Jansson, A., Essen-Gustavsson, B. & Lindberg, J. E. 2002. *Equine Vet. J. Suppl.* 34, 44-49.
- Rathke, U. 1991. Avhandling, Ludwig Maximilian Universitat Munchen Germany.
- Redbo, I., Redbo-Torstensson, P., Ödberg, F. O., Hedendahl, A. & Holm, J. 1998. *Anim. Sci.* 66, 475-481.
- Snow mfl. 1981. *Vet Rec.* 108, 374-378.
- Valberg, S.J. 1998. In: *Advances in Equine Nutrition*, ed. J. D. Pagan, Nottingham University Press, Manor Farm, Trumpton, UK, pp. 507-512.
- Vatistas, N., Sifferman, R., Holste, J., Cox, J., Pinalto, G. & Schultz, K.T. 1999. *Equine Vet. J. Suppl.* 29, 40-44.

Publikationer

Artiklar

Connysson M, Muhonen S, Lindberg J E, Essén-Gustavsson B, Nyman G, Nostell K and Jansson A (2006) Effects on exercise response, fluid and acid-base balance of protein intake from forage-only diets in Standardbred horses. *Equine vet. J. Suppl.* 36, 648-653.

Muhonen S, Connysson M, Lindberg J E, Julliand V, Bertilsson J and Jansson A. Effects of crude protein intake from grass silage-only diets on the equine colon ecosystem after an abrupt feed change. *Inskickad.*

Kongressartiklar

A. Jansson and J. E. Lindberg (2008) Effects of a forage-only diet on body weight and response to interval training on a track. 4th European Workshop Equine Nutrition, July, Finland 2008.

Kongressbidrag

Connysson M, Muhonen S, Lindberg J E, Essén-Gustavsson B, Nyman G, Nostell K and Jansson A 2006 Effects of crude protein intake from forage-only diets on exercise response and acid-base balance in Standardbred trotters. *Proceedings of the 7th International conference on equine exercise physiology, Fontainebleau, France, 26-31 August 2006, pp. 207. (poster and abstract)*

Muhonen S, Connysson M, Julliand V, Lindberg J E and Jansson A 2005 Effects of feeding silage with two crude protein levels on the equine hindgut ecosystem. *Equine nutrition conference 30 September - 2 October 2005, Hannover, Germany (poster).*

Muhonen S, Lindberg J E, Bertilsson J and Jansson A 2008 Digestibility and plasma glucose and insulin concentrations in athletic horses after abrupt feed changes between grass silage

and hay. Proceedings of the 4th European Workshop on Equine Nutrition (Eds. Saastamoinen, M, Martin-Rosset, W), Forssa, Finland, 23-25 July 2008 (in press).

Muhonen S, Julliand V, Lindberg J E, Bertilsson J and Jansson A 2007 Effects on the equine colon ecosystem following an abrupt change from hay to haylage or silage. Proceedings of the 20th Equine Science Society Symposium, Hunt Valley, MD, USA, 5-8 June 2007, pp. 225-226. (poster and abstract)

Övrig resultatförmedling till näringen och populärvetenskap

Projektet har presenterats på Hippocampus hemsida (<http://hippocampus.slu.se>) och under projekttidens sista år har också en resultatredovisning lagts ut med information om de slutsatser som dragits dittills.

Delar av resultaten har redovisats vid Hästmässan i Västerås både 2006 och 2008.

Delresultat från studierna har också presenterats i fyra artiklar i den populärvetenskapliga skriften Foderbladet (utgivare SLU) och i tre artiklar i ASVTs (Avelsföreningen för svenska varmblodiga travhästen) medlemstidning.

Studenter och personal vid riksanslaggningarna vid Wången och Flyinge har också, en gång om året, fått möjlighet att muntligt få information och slutsatser kring projektet. Under vintern 2007-2008 hölls en kurs för näringslivsrepresentanter i Hippologenhetens regi (Utfodring för hälsa och prestation) där stora delar av projektet och resultaten lyftes fram.

Med anledning av projektets uppmärksamhet har tre av landets största grovfoderproducenter tagit personlig kontakt med projektledaren och fört en diskussion om framtidens foderproduktion. Ett flertal amatörtränare och ett par av landets mest framgångsrika travtränare har också personligen informerat sig om projektets slutsatser.

I projektet har en licensiat från Wången och doktorand med lön från näringen deltagit (Trioplast AB och Dow) och dessa företag har i betydande utsträckning bidragit till att delar av projektet kunnat utföras och har också tagit del av resultaten.