



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science

Aptitreglering och förekomst av magsår hos unga travhästar i träning med fri tillgång till grovfoder



Rebecca Wörnbring

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **445**

Uppsala 2013

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **445**

Examensarbete, 30 hp

Masterarbete

Husdjursvetenskap

Degree project, 30 hp

Master Thesis

Animal Science



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management

Aptitreglering och förekomst av magsår hos unga travhästar i träning med fri tillgång till grovfoder

Feed-intake, plasma leptin and prevalence of gastric ulcers in young Standardbred horses in training fed a forage only diet

Rebecca Wärnbring

Handledare: Sara Ringmark
Supervisor:
Bitr. handledare:
Assistant supervisor:
Examinator: Jan Erik Lindberg
Examiner:
Omfattning: 30 hp
Extent:
Kurstitel: Examensarbete i husdjursvetenskap
Course title:
Kurskod: EX0552
Course code:
Program: Husdjur magisterprogram/Agronomprogrammet Öppen ingång
Programme:
Nivå: Avancerad A2E
Level:
Utgivningsort: Uppsala
Place of publication:
Utgivningsår: 2013
Year of publication:
Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 445
Series name, part No:
On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>
On-line published:
Nyckelord: Leptin, foderintag, träning, hösilage
Key words:

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning	5
2	Abstract	7
3	Introduktion	9
4	Litteraturstudie	11
4.1	Aptitreglering.....	11
4.1.1	Aptitreglering översikt.....	11
4.1.2	Aptit och träning.....	13
4.2	Aptitreglerande hormon.....	13
4.2.1	Leptin.....	13
4.2.2	Leptin och träning.....	14
4.2.3	Adiponektin, cholecystokinin, ghrelin.....	15
4.3	Magsäck.....	17
4.3.1	Anatomi magsäck.....	17
4.3.2	Fysiologi magsäck.....	17
4.3.3	Magsår.....	18
4.3.4	Utfodring och skötsel faktorer.....	19
4.3.5	Träning och magsår.....	19
5	Material och metoder	21
5.1	Material.....	21
5.2	Leptin.....	23
5.3	Magsårsfrekvens.....	23
5.4	Övriga mätningar.....	25
6	Resultat	26
6.1	Leptin och foderintag.....	26
6.2	Magsårsstudie.....	29
6.3	Övriga kroppsmått.....	29
7	Diskussion	32
8	Slutsats	38
9	Tack till	39
	Litteraturlista	40

1 Sammanfattning

För hästen i träning är det viktigt att den intagna energin matchar förlusterna av energi för att hästen ska kunna behålla sin energibalans. Ofta sägs att hästar i hårdare träning tenderar att tappa aptiten och att hästar i träning kan ha svårt att matcha energiförlust mot energiintag. Aptitreglering är komplext och involverar både olika hormoner, centrala och autonoma nervsystemet samt andra funktioner hos mag-tarmkanalen. Ett hormon som visats vara kopplat till reglering av aptit är leptin. Leptin, som i huvudsak produceras av fettvävnaden, har pekats ut som en viktig indikator på både ätbeteende och energiförbrukning. Få studier har gjorts på hästars leptinnivåer i samband med träning där både det använda hästmaterialet och resultaten skiljer sig åt. Resultat från dessa har visat på både sänkta, oförändrade samt höjda leptinnivåer efter träning.

Aptiten kan även påverkas av magsår, där förekomst av magsår kan leda till minskad aptit hos hästen. Magsår är vanligt förekommande på hästar och har i studier påvisats förekomma från 35 % - 100 % hos både ”hobbyhästar” och hästar som tränas och tävlas.

Syftet med studien var att undersöka om fysisk aktivitet påverkar leptinnivåer samt foderintag över tid hos unga travhästar i träning med fri tillgång till grovfoder samt hur förekomsten av magsår var hos dessa.

I studien som pågick under 8 månader, från oktober till maj, ingick 16 tvååriga varmblodiga travhästar som under hela studien hade fri tillgång till ett energirikt hösilage men inte utfodrades med något kraftfoder. Hästarnas frivilliga foderintag mättes ca en gång i månaden under tre på varandra följande dagar. Vid dessa tillfällen togs även blodprov som analyserades för leptin. Vid ett tillfälle i mitten av studien undersöktes hästarnas magsäck med hjälp av endoskop för att fastställa förekomsten av magsår.

Resultaten i studien visade att hästarnas koncentration av leptin var som högst under försöksperiodens mitt under vintermånaderna och är som lägst under försöksperiodens sista del i maj månad. Koncentrationen av leptin i blodplasman fanns vara i nivå med vad som tidigare finns rapporterat för hästar i träning samt var negativt korrelerad med foderintaget. Förekomsten av magsår var jämfört med vad som tidigare finns rapporterat för hästar i trav- och galoppträning låg. Förekommande magsår hade i studien ingen koppling till det frivilliga foderintaget.

Hästarna i studien hade ett intag av energi på mellan 70-150 % över underhållsbehovet. Högst energiintag hade hästarna i slutet av försöksperioden då de också tränades som mest, men högst intag av kilo foder har de i början av försöksperioden då de kördes in. Resultatet av studien visar att plasmaleptinnivåerna sjunker då hästarna blir äldre och träningen trappas upp samtidigt som energiintaget ökar och indikerar att leptin kan vara ett viktigt hormon i aptitregleringen som bidrar till att hästar kan behålla en positiv energibalans vid ökad träningsintensitet.

2 Abstract

For horses in training to maintain their energy balance, it is important that the energy can up weigh the energy losses caused by exercise. It is often said that horses in heavy training tend to lose their appetite and that horses in training may find it difficult to match energy loss with energy intake. The regulation of appetite is complex and involves hormones, central and autonomic nervous systems, and other functions of the gastrointestinal tract. One hormone pointed out to be linked to the regulation of appetite is leptin. Leptin, which is produced mainly by adipose tissue, has been identified as an important indicator of both eating behavior and energy expenditure. Few studies have been performed on leptin levels in horses related to exercise and both the horse material and the results differ between studies. However, results from these studies have shown decreased, unchanged and increased levels of leptin after exercise.

Appetite may also be affected by gastric ulcers where the presence of gastric ulcers may cause a reduced appetite. Gastric ulcers are common in horses and studies have shown a prevalence from 35% - 100% in both leisure horses and horses that are training and competing.

The purpose of this study was to investigate whether training affects levels of leptin and feed intake over time in young Standardbred horses in training with free access to a forage-only diet and also to document the prevalence of gastric ulcers.

The present study, which lasted for 8 months from October to May, included 16 two year Standardbred trotter horses that throughout the study had free access to a forage with a high energy content but were not fed any concentrates. The horses' voluntary feed intake was registered approximately once a month for three consecutive days. On these occasions, blood samples were also taken and analyzed for leptin. At one occasion in the middle of the study period, the horses' stomachs were investigated with an endoscope to determine the prevalence of gastric ulcers.

The results of the study showed that the concentration of leptin in the horses was highest during the middle of the winter months and was lowest during the last study period in May. The concentration of leptin in the blood plasma was found to be similar with what has previously been reported for horses in training and was negatively correlated with feed intake. The incidence of gastric ulcers was, in comparison with what has previously been reported for horses in training, low. Existing gastric ulcers had in this study no relationship to the voluntary feed intake.

The horses in the study had an energy intake of between 70-150% above maintenance level. The highest energy intake was observed at the end of the study period when horses were subjected to the highest levels of training. However, the highest feed intake was observed in the beginning of the study. The results of this study suggest that when horses get older and training is increased the levels of plasma leptin decrease while energy intake increase. This indicates that leptin may be an important hormone in the regulation of appetite and that may contribute to maintain a positive energy balance in the horse when training intensity is increased.

3 Introduktion

Energibalansen är en viktig grundsten för hästen i träning där den intagna energin bör uppväga energiförlusten. Ofta sägs att hästar i hårdare träning tenderar att tappa aptiten (Haupt, 1990) och hästar i träning kan ha svårt att matcha energiförlust mot energiintag (Gordon *et al.*, 2005). Aptitregleringen styrs delvis av perifera hormon som har effekt på foderintag, fettsyrametabolismen eller regleringen av glukos och insulin t.ex. ghrelin, cholecystokinin, leptin samt adiponektin. Leptin har pekats ut som en viktig indikator på ätbeteende och energiförbrukning och därmed en viktig faktor i kroppsviktsreglering (Matsubara *et al.*, 2000). Få studier har gjorts på hästars leptinnivåer i samband med träning där både det använda hästmaterialet och resultaten skiljer sig åt. Resultat från dessa har visat på sänkta leptinnivåer 24 timmar efter träning (Gordon *et al.*, 2007), höjda nivåer hos 1,5 åriga travhästar 30 min efter träning (Kederski och Kapica, 2007) samt höjda nivåer 3 timmar efter 5 min longering hos ston med höga viloleptinnivåer men ej hos hingstar och valacker (Cartmill *et al.*, 2003). Piccone *et al.*, (2004) fann inga förändringar alls hos vältränade hopphästar efter träning. Att koncentrationen av leptin sänks vid träning över tid visades dock i en nyligen publicerad studie av Aulizio *et al.* (2011) där otränade äldre ($22 \pm 0,7$ år) samt yngre ($7,3 \pm 0,6$ år) varmblodsston tränades på löpband tre gånger i veckan över en 16 veckorsperiod. Under försöksperioden sjönk medelleptinnivåerna i båda grupperna.

En annan faktor som kan påverka aptiten är magsår (Murray, 1992; Vatistas, 1999; Andrews och Nadeau, 1999). Att magsår förekommer hos hästar visades först i en studie på föl (Rooney, 1964) och sedan dess har flera studier visat på att magsår är vanligt förekommande hos hästar i träning (Hammond *et al.*, 1986; Murray *et al.*, 1989; Murray *et al.* 1996) men magsår kan även vara förekomma hos ”hobbyhästar” som inte tävlas (Lutherson *et al.*, 2009) samt avelsston (Le Jeune *et al.*,

2008). Magsår kan leda till att den tränande hästen får ett sänkt foderintag (Vatistas *et al.*, 1999)

Syftet med studien är att undersöka om fysisk aktivitet påverkar leptinnivåer samt foderintag över tid hos unga travhästar under uppträning och i olika träningsintensitet på en stärkelsefri foderstat med fri tillgång till grovfoder samt förekomsten av magsår hos dessa.

4 Litteraturstudie

4.1 Aptitreglering

4.1.1 Aptitreglering översikt

Ätbeteende

Hästen är en gräsätande grovtarmsförjäsare som jämfört med andra herbivorer, som kor och får, har en lägre digestionskapacitet och har därför utvecklat ett annat ätbeteende. En häst på bete spenderar till 14-16 timmar om dygnet till att äta fördelat på flera ätperioder med uppehåll emellan (Duncan, 1980). Den gör sällan frivilligt uppehåll på mer än 2-4 timmar mellan ätperioderna (Haupt, 1990). Mellan ätperioderna ägnar sig hästarna åt social aktivitet eller vila. Födointaget följer en cirkadiansk rytm och hästen spenderar mer tid till att äta under dagen än under natten (Ralston *et al.*, 1979) och mer vid kallt väder och mindre vid varmt då den kan reglera kroppstemperaturen genom foderintaget (Duncan, 1980). Ett stimuli för födointag hos häst är att se en annan häst äta då de är sociala djur som tenderar att göra som de andra hästarna i gruppen gör (Haupt, 1990) och uppstallade hästar äter mer om de kan se varandra äta (Sweeting *et al.*, 1987).

Aptit

Aptitreglering är väldigt komplext och involverar hormoner som leptin, ghrelin, adiponektin samt cholecystokinin (CCK), centrala och autonoma nervsystemet, och andra funktioner hos magtarmkanalen (Frape, 2010).

Aptiten påverkas av faktorer innan den kommer till magsäcken som smak, lukt och konsistens samt bearbetning av födan som tuggning, salivering och sväljning. Tillsamman med förväntan och tidigare erfarenhet av fodret verkar dessa stimuli till att reglera storlek och ättid på ett mål och den fysiska formen som fodret pre-

senteras i kan inverka på både konsumtionens hastighet samt totalt torrsubstans intag. Vid försök med eosophagalt fistulerade hästar, där 90-100 % av fodret föll ut genom fisteln, var det ingen skillnad i storlek eller ättid mot kontrollen, dock var intervallen mellan måltiderna kortare (Ralstone, 1992). De fistulerade hästarna utförde, även om nästan ingen föda nått mag-tarmkanalen, mättnadsbeteenden, vilket indikerar att det är de stimuli före magsäcken enbart som kan introducera mättnad och få hästen att avsluta ätandet. För mer långsiktig reglering av mättnad spelar dock metaboliska och gastrointestinala faktorer roll (Ralstone, 1982). Då näringslösning injicerats direkt i magsäcken eller caecum, förlängs intervallet mellan måltiderna men inverkar inte på födointagets storlek. Effekten är oberoende av volym, torrsubstanshalt och osmolalitet på näringslösningen.

Hästar har förmågan att selektera bland grössorter (Arscher, 1973) och mellan olika födoämnen (Kern *et al.*, 1973) men verkar sakna förmågan att snabbt urskilja bruttoenergiinnehållet på fodret bara genom smak (Arscher, 1973). Den vuxna hästen kan ändra sin kroppssammansättning genom reglering av fettdepåer, och kommer generellt att behålla sin kroppsvikt vid fritt val av föda, även om vikten kan vara under eller oftast över den vikten ägaren anser vara idealisk för hästens prestation (Haupt, 1990). En teori är att även om fodret inte är så aptitligt kommer djuret äta tillräckligt för att inte svälta till döds, men om den får tillgång till smakligare foder kommer den försvara en högre kroppsvikt även om de inte ökar ohämmat i vikt (Sclafani och Kluge, 1974).

Dagligt intag

Det dagliga intaget hos hästar på en *ad libitum* grovfoderfoderstat påverkas av fodrets fysiska form. Grovfoder kan vara färskt, ensilerat, torkat, malt eller pelleterat. Sett till konsumerad vikt i torrsubstans är pelleterat grovfoder, med sin låga torrsubstans, det som konsumeras snabbast och färskt långsammast (Cuddeford, 2004). Försök har gjorts på att mäta hur mycket hästar äter och i litteraturen finns uppgifter på 92-115 gram per kilo metabolisk vikt för hö (Crozier *et al.*, 1997; Dulfy *et al.*, 1997; Hyslop *et al.*, 1998) och 85-118 gram per kilo metabolisk kroppsvikt för färskt gräs och bete (Dulfy *et al.*, 1997; Grace *et al.*, 2001). Hästens dagliga intag påverkas även av smältbarheten på fodret. Om det är mycket grovt, svårsmält eller är långfibrigt och intas i större kvantitet kommer det vara kvar längre i grovtarmen (Frape, 2010). Till skillnad från idisslare verkar fodrets innehåll av NDF och foderintag inte ha samma starka samband (Cuddeford, 2004). Edouard *et al.*, (2008) analyserade hästars intag av olika grovfoder med varierande fiberinnehåll, proteininnehåll och smältbarhet på både grupp och individnivå. De-

ras slutsats blev att mängden intagen torrsubstans gick ner något när fiberhalten gick upp, men proteininnehåll eller smältbarhet hade ingen effekt på intag. Däremot visade analyserna på individnivå att intag minskade när smältbarhet och proteinhalten gick ner, och ökade istället när fiberhalten gick upp. När 'individ' användes som variabel i en mixed modell, syntes att hästarna svarade olika på minskande foderkvalitet; vissa kompenserade lågt näringsinnehåll genom att äta mer medan andra minskade sitt intag vid minskande foder kvalitet, dock utan att gå under sitt underhållsbehov.

4.1.2 Aptit och träning

Att hästen i träning har svårt att matcha energiåtgång med intag visade Gordon *et al.*, (2006). I studien fick de tränande hästarna, samt en kontrollgrupp, ett pelletat högenergifoder (25 mj/kg foder), vilket de hade fri tillgång till under 16 timmar per dygn. Under den 8 veckor långa studien sjönk foderintaget i båda grupperna; från 2,6 % till 2,3 % av kroppsvikten hos den tränande gruppen och från 2,6 % till 2,4 % av kroppsvikten i kontrollgruppen. I den tränande gruppen låg intaget av smältbar energi över det uppskattade behovet under de fyra första veckorna, för att sen matcha intag-förlust veckorna 5 och 6, de sista två veckorna låg energi intaget under uppskattat behov. Trots detta sågs ingen förändring i vikt eller mängd kroppsfett jämfört med kontrollgruppen.

4.2 Aptitreglerande hormon

4.2.1 Leptin

Leptin upptäcktes 1995 och är ett protein bestående av 167 aminosyror. Fettvävnaden är huvudproducent av leptin men leptin mRNA har hittas även i andra vävnader som placenta, juvervävnad, magsäck och lever (Radin *et al.*, 2009). Eftersom leptin produceras i huvudsak av fettceller har leptinnivåerna ett samband med djurets kroppsmassaindex. Efter födointag stiger leptinnivåerna i plasman och vid svält sjunker de. När leptin binder till receptorer i hypotalamus mättnadscenter leder det till minskad aptit och ökad energiåtgång via termogenes genom ökad fettoxidation (Houseknecht och Portocarrero, 1998). Förutom funktionen som regulator av energireserver kan leptin stimulera produktion av blodkärl, stävja apoptosis, verka som mitogen (Garofalo och Surmacz, 2006) samt ha inverkan på

hypotalamus utveckling, reproduktion, immunförsvaret och insulinsensitivitet. (Bouret *et al.*, 2004).

Leptin håller inte en jämn nivå över dygnet utan följer en dygnsrytm och påverkas av brunstcykel och foderintag (Piccone *et al.*, 2004) samt skiljer mellan kön (Kedziarski och Kowalik, 2009). Dock håller leptinet en jämnare nivå över dygnet när hästen går på bete eller med fri tillgång på grovfoder (Storer *et al.*, 2007). På häst har många studier funnit en relation mellan leptinnivåer och fettmängd (McManus och Fitzgerald, 2000; Buff *et al.*, 2002; Kearns *et al.*, 2005) och mellan ökande leptinnivåer och ökande body condition score (BCS) (kroppsmassapoäng) (Buff *et al.*, 2002) samt att nivåerna påverkas av förändringar i energibalansen hos fullblodsston (McManus och Fitzgerald, 2000).

4.2.2 Leptin och träning

Tidigare studier på människor har visat att leptinnivåerna inte ändras under eller direkt efter kortare träning (<30 min). Dock har en nedgång i plasma leptin setts 24 h efter träning hos människa (Kraemer *et al.*, 2002). Nedgången diskuteras bero på dygnsrytmen alternativt att plasma volymen ändras. Vid ett längre träningsintervall där vältränade män sprang 60 min på 70 % av $V_{O_{2max}}$, där man korrigerat för blodvärdena, visar på sänkta leptinkoncentrationer efter 48 h men inte efter 24 h (Olive och Miller, 2001). I samma studie gjorde man en kontrollstudie med ett kortare maxträningsintervall, där leptinvärdena var oförändrade direkt efter, 24 h efter samt 48 h efter. I två studier (Van Agel-Leijssen *et al.*, 1999; Hilton och Loucks, 2000) som jämfört energibalansen vid träning och leptinnivåer hittas ett samband mellan lägre leptinnivåer och negativ energibalans. Slutsatsen i dessa studier är att leptinnivåerna sänks om träningen ger tillräckligt negativ energibalans.

Hos häst har studier av leptinnivåer i samband med träning gjorts med varierande resultat. Generellt har man visat att leptinnivåerna är lägre hos tränande (Gordon *et al.*, 2006) samt vältränade hästar jämfört med otränade hästar med medelvärden på 1.0 ± 0.6 ng/ml för vältränade samt 4.4 ± 2.4 ng/ml för otränade (Gordon *et al.*, 2007). Kedziarski och Kapica (2007) fann att leptin förändrades direkt samt 30 min efter träning hos 1,5 åriga varmblodiga travhästar på vintern men provtagning på 2, 2,5 samt 3 åriga hästar gav inga signifikanta resultat. Testet upprepades på sommaren och då sågs inga förändringar i leptinnivåer hos någon av åldersgrupperna. Träningen bestod av 5 minuters uppvärmning, därefter trav i 30 min i 4-6,2 m/s på en sträcka av 7000–11000 meter och därefter 10 minuters långsam trav. I

Gordons studie från 2007 användes äldre ston (11 år \pm 2 år) som sprang på ett löpband enligt standardtest tills hästen blev utmattad. Blodprov togs 0, 30, 60, 195, 225, 720, 1140 min efter träning. En signifikant skillnad med sänkta leptinnivåer kunde ses vid prov tagna 24 timmar efter träningen jämfört med när stona inte hade tränats där varje sto var sin egen kontroll.

I en studie på hopphästar, (4 ston, 4 valacker 10 \pm 2 år), som fick hoppa en bana på 1.00–1.40 meter fanns inga signifikanta skillnader på leptinnivåer vid provtagning 0, 30 min samt 24 h efter ansträngning (Piccone *et al.*, 2005). Cartmill *et al.* (2003) delade in 36 ston och 18 valacker i en hög-leptin grupp samt en lågleptingrupp baserat på deras leptinnivåer vid vila. Hästarna gick på bete och blodprover togs vid 12 timmarsintervaller, tre dagar i följd. Efter att ha delats in i grupper longerades de i 5 min i trav och prov togs 10 min innan samt 0, 10, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180 min efter longeringen. Ingen skillnad fanns mellan de olika provtagningarna på valacker och ston med låga viloleptinnivåer, däremot förhöjda värden på stona i högleptinggruppen vid 150 respektive 180 minuter. Träning över tid verkar dock påverka leptinnivåerna. I en studie där 12 yngre otränade varmbloodsston (7,3 \pm 0,6 år) samt 12 äldre otränade varmbloodsston (22 \pm 0.7 år) tränades i 16 veckor sjönk medelleptinnivåerna över tid. Hästarna ökade i vikt men tjockleken på ”rumpfett” var konstant runt 5 mm för de yngre och 8 mm för de äldre, varav ökningen i kroppsmassa kan antas vara muskelmassa. De äldre stona hade lägre leptinnivåer än de yngre under hela studien. Hästarna som ingick hade innan studien inte varit i träning på flera år. Under studien gick de ute dygnet runt och hade fri tillgång till gräshö, vatten och saltsten samt fick ett kilo pelleterat foder utfodrat två gånger om dagen. Träningen genomfördes tre gånger i veckan på löpband där hästarna fick skritta i 5 minuter därefter trava i 30 minuter på 60 % HR max följt av 5 minuters skritt (Aulisio *et al.*, 2011).

4.2.3 Adiponektin, cholecystokinin, ghrelin

Adiponektin

Adiponektin upptäcktes 1995 men väckte till skillnad mot leptin inte direkt forskarnas intresse fören 1999-2000 då sambandet mellan låga nivåer av cirkulerande adiponektin och fetma, typ-2 diabetes samt kärlsjukdomar upptäcktes (Guerre-Millo, 2007), frisättningen stimuleras av insulin (Rossi *et al.*, 2005).

Man har på häst inte sett att nivåerna påverkas av utfodring (Gordon *et al.*, 2005; Gordon *et al.*, 2006). Hos människa, gnagare och primater är adiponektinnivåerna negativt korrelerade med fettmängd. Vid fettansättning går nivåerna ner och vid

viktnedgång går nivåerna upp (Hotta *et al.*, 2001). Detta stämmer överens även på häst då cirkulerande adiponektinnivåer är negativt korrelerade med fettmassa, procent kroppsfett, BCS samt leptinnivåer (Kearns *et al.*, 2006; Gordon *et al.*, 2007). På människa är nivåerna även negativt korrelerade med koncentrationer av insulin vid svält och plasmatriglycerider men positivt korrelerade med kolesterolkoncentrationer (Cnop *et al.*, 2003). Vid träning ses på häst inga förändringar (Gordon *et al.*, 2007)

Cholecystokinin

Cholecystokinin (CCK) är ett peptidhormon som utsöndras från tunntarmen och signalerar ”mättnad” och minskar matintag hos människa, gnegare och idisslare (Ballinger *et al.*, 1995; Choi och Palmquist, 1996). Hos människa har en studie visat att plasma CCK-koncentrationerna fyrdubblas under ett träningspass men återgår till normala värden efter träningens slut (Bailet *et al.*, 2001). På häst har få studier gjorts om hur CCK påverkar aptiten vid träning men det kan vara ett viktigt hormon hos hästar i träning som tappar aptiten (Mc Keever och Gordon, 2008).

Ghrelin

Ghrelin är ett hormon som produceras av endokrina körtelceller i magen och är måltidsinitierande hos människa, gnegare (Wren *et al.*, 2001) och får (Sugino *et al.*, 2002). Ghrelin ökar i förväntan på en måltid och ökar även vid fasta (Cummings *et al.*, 2001). Ghrelin stimulerar sekretion av tillväxthormon från hypofysens framlob, mag-tarmflöde och födointag (Masuda *et al.*, 2000; Konturek *et al.*, 2004). Hos råttor stimulerar ghrelin magsyraproduktion i magsäcken (Masuda *et al.*, 2000). Hos människa är ghrelin negativt korrelerat med andelen kroppsfett (Tschop *et al.*, 2001) och är på häst negativt korrelerat med BCS (Gordon *et al.*, 2007). På häst har olika nivåer av ghrelin setts hos unga vältränade hästar jämfört med otränade äldre hästar (Gordon *et al.*, 2007). Detta tros bero på deras olika kroppssammansättning vilket stämmer överens med studier på människa och råttor där överviktiga individer har lägre ghrelinnivåer än normalviktiga (Tschop *et al.*, 2001). Vid intag av ett mål spannmål samt intravenös injektion med dextros har plasma ghrelinnivåerna visats gå ner en till två timmar efter injektion för att därefter gå upp på nivåer långt över nivåerna före utfodringen och injektionen alt. behandlingen (Gordon *et al.* 2005). Hos människa ses inga förändringar vid träning (Shmidt *et al.*, 2004) men studier på häst har visat både på inga förändringar alls

(Gordon *et al.*, 2006a) samt sänkta plasmaghrelinkoncentrationer efter träning (Gordon *et al.*, 2006b). Skillnaden mellan de olika resultaten i studierna tros bero på träningens olika intensitet och varaktighet.

4.3 Magsäck

4.3.1 Anatomi magsäck

Hästens magsäck är liten i förhållande till djurets storlek med en volym motsvarande 10 % av mag-tarmkanalen. Vid öppningen till magsäcken finns en stark muskel, kardiaskinktern, som hindrar återflöde av mat eller gas. Hästens magsäck kan grovt delas in i en körtelfri- och en körteldel där körtelfria delen utgörs av den oesophagala delen och körteldelen av fundus samt pylorus. Den körtelfria delen upptar cirka en tredjedel av magsäcken och har en ljusrosa kutan slemhinna. Övergången till körteldelen utgörs av ett smalt band med kardiakörtlar, *margo plicatus*. Fundusdelen består av körtelceller där majoriteten av cellerna, parietalceller, producerar saltsyra i respons på gastrin men även pepsinproducerande zymogenceller. Vid utgången till duodenum finns pylorusdelen med G-celler som producerar gastrin samt pylorussphinkstern som fungerar som ett valv ut till duodenum. Körteldelen av magsäcken producerar även bikarbonat och slem som bildar en skyddande hinna över epitelet.

4.3.2 Fysiologi magsäck

Det mesta av fodret som hästen äter stannar relativt kort tid i magsäcken. En del av fodret passerar direkt in till duodenum när nytt foder kommer ner i magsäcken. När hästen slutar äta avstannar flödet ut i duodenum. Magsäcken är därmed sällan helt tom och en betydande del av fodret kan stanna 2-6 timmar. I respons på att foder tånjer ut magsäcken utsöndras gastrin som stimulerar produktion av saltsyra (Sandin *et al.*, 2000). Saltsyra produceras kontinuerligt men avtar när magsäcken nästan är tom och avstannar när pH ligger runt 1,5–2,0. Cirka 1,5 liter magsaft, innehållande 4-60 mmol saltsyra, utsöndras i timmen kontinuerligt över dygnet och även vid svält. Magsaften innehåller bl.a. saltsyra, slem och pepsin. När hästen äter stimuleras salivproduktionen som har en buffrande effekt då den innehåller natrium, kalium, bikarbonat, och kloridjoner. Salivens buffrande förmåga

bromsar sänkningen av pH i fodret i magen och då fodret skiftar sig leder det till olika pH i magsäcken med neutralt pH i dorsala oesophagala delen, sen fallande pH vid *margo plicatus* (3-6) och lägst pH i pylorusdelen (1,5–4,0) (Lutherson *et al.*, 2009). Fermentering och produktion av mjölksyra sker framförallt i blindsäcken men även i oesophagala delen och fundusdelen. När digestan närmar sig pylorus faller pH som leder till att fermentationen avstannar och en ökad proteolytisk aktivitet av pepsin.

4.3.3 Magsår

Olika studier har funnit en skiftande andel hästar med magsår, 35-100 %, beroende på typ av häst, träning och hur magsåren definierats (Hammond *et al.*, 1986; Murray *et al.*, 1989,1996; Vatistas *et al.*, 1999).

Sår i magsäcken kan ha många orsaker som högt stärkelseintag, liten grovfoder-giva, långa intervall mellan fodringar, träning, och medicinering med vissa mediciner. Kliniska symptom på magsår kan vara minskad aptit, viktnedgång, ful hårem, minskad prestation, kolik och ibland ett allmänt "tjurigt" beteende (Murray, 1992; Vatistas, 1999; Andrews och Nadeau, 1999; Sandin *et al.*, 2000). Hos föl har man funnit en koppling mellan krubbitning och magsår (Nicol *et al.*, 2002). Dock är det sällan ett samband mellan kliniska symptom och graden av och antalet magsår (Dionne *et al.*, 2003).

Vanligast är magsår på den körtelfria delen då denna saknar skydd mot syra, och i synnerhet *margo plicatus* är utsatt (Murray *et al.*, 1989; Vasitas *et al.*, 1999; Sandin *et al.*, 2000). Syror såsom saltsyra, flyktiga fettsyror och galla har visats åstadkomma magsår på körtelfria delen (Vaezi *et al.*, 1996; Berschneider *et al.*, 1996), där saltsyran verkar vara den främsta orsaken (Murray *et al.*, 1997). Flyktiga fettsyror uppkommer vid fermentering av kolhydrater medan galla beror på ett återflöde från duodenum (Berschnieder *et al.*, 1996.) Syrorna inhiberar cellernas natriumtransport, orsakar cellsvällning och sår kan uppstå vid $\text{pH} \leq 4$ (Nadeau *et al.*, 2003). Sår på körteldelen orsakas däremot inte av en ökad syraproduktion, utan en hämning av blodflödet och minskad slem- och bikarbonatproduktion vilket leder till att vätejoner diffunderar in och förstör den underliggande bindväven. Inhibering av prostaglandiner vid t.ex. medicinering med icke-steroida antiinflammatoriska och smärtstillande läkemedel, även kallade NSAID, kan spela roll vid skador på körteldelen (Monreal *et al.*, 2003).

4.3.4 Utfodring och skötselfaktorer

I en undersökning av danska hobbyhästar kunde vissa riskfaktorer i utfodringsrutiner identifieras: Om hästen enbart fick halm som grovfoder, om intag av stärkelse var mer än 1 gram/kg kroppsvikt per måltid alternativt 2 gram/kg kroppsvikt och dag, om hästen var utan foder i mer än 6 timmar samt om hästen inte hade tillgång till vatten i hagen (Luthersson *et al.*, 2009). Hög stärkelsegiva ger högre produktion av flyktiga fettsyror i översta lagret av fodret i magsäcken (Nadeu, 2000) och troligtvis högre produktion av mjölksyra i de nedre foderlagren eftersom magsyran får svårare att genomtränga den torrare digestan som spannmål ger (Harris *et al.*, 2006). Återkommande svältperioder orsakar också magsår, främst på den körtelfria delen, vilket kan bero på att en surare miljö uppstår samt att magsäckens innehåll blir mer flytande och kan skvätta upp över kardiadelen. Man kan inducera magsår genom att alternera mellan *ad libitum* utfodring och svält i 24-timmars intervall (Murray, 2002). Stallmiljön har visats vara betydelsefull vid utveckling av magsår. I en grupp hästar där magsår inducerats fick hälften av hästarna stå på stall med fri tillgång på hö, och andra gruppen fick gå på bete (Murray och Eichorn, 1996). Efter sju dagar undersöktes hästarna på nytt och i stallgruppen hade då sex av sju hästar fortfarande magsår, alla utom en på den körtelfria delen och i betesgruppen hade ingen av hästarna några kvarstående sår men hos två hästar sågs en rodnad längs lilla kurvaturen. Men även hästar som går ute kan ha magsår. Hos avelsston, 33 dräktiga och 29 tomma, på bete hade drygt 70 % magsår varav två hade på körteldelen (Le Jeunes *et al.*, 2008). Det var ingen skillnad mellan dräktiga och tomma ston. Förutom bete fick stona även lucern och gräshömix två gånger om dagen samt 0,9 kg spannmål en gång per dag, vilket utfodrades i grupp.

4.3.5 Träning och magsår

Hos häst i vila ligger fodret i magen i olika lager med olika densitet och pH där den högre densiteten och lägre pH-värdet är närmast duodenum. Skiktningen av fodret skyddar den kutana slemhinnan från att utsättas för frätande material (Baker och Gerring, 1993). Vid träning pressas magsäcken ihop av bukmuskulaturen vilket leder till att sur digesta pressas till den proximala delen av magsäcken (Lorenzo-Figueras och Merritt, 2002). Vid träning ökar dessutom plasmagastrinkoncentrationen (Hepburn, 2001) och pH sjunker i den proximala delen till under 4, med störst skillnad i pH för trav och galopp jämfört med skritt (Lorenzo-Figueras och Merritt, 2002). I en studie över en 10 veckor där sju ston tränades fem dagar i

veckan, utvecklade fem magsår men ingen i kontrollgruppen på sex ston, samtliga hästar fick fri tillgång på ett pelletskoncentrat (Gordon *et al.*, 2006a).

Magsår kan minska hästens prestation och man har sett att där magsår inducerats genom svältperioder, har travhästar i träning med magsår, jämfört med kontrollgrupp av hästar utan magsår, kortare tid till utmattning, mindre ökning av syre konsumtion över tid samt att utvecklingen av steglängd är mindre (Nieto *et al.*, 2009). Att magsår kan leda till sämre prestation bekräftas även i en studie där gallopphästar med magsår som presterat dåligt, och där andra orsaker till nedsatt prestation uteslutits, ökade hästarnas prestation efter medicinsk (omeprezol) behandling av magsåren (Franklin *et al.*, 2008).

5 Material och metoder

5.1 Material

Studiens tid

Studien pågick mellan oktober 2010 till och med maj 2011.

Djurmateriel

För studien användes 16 stycken. 1,5-2 åriga varmblodiga travhästar uppstallade på Travskolan Wången utanför Östersund. Dessa var hingstar fram till slutet på december då alla utom en kastrerades. Den sista hästen kastrerades i slutet på januari. Efter kastrationen vilade hästarna från träning under 2 veckor. I september 2010 började hästarna köras in och tömkördes samt travades i slutet på september 3 km för vagn på en 1 km rundbana ca 4 gånger per vecka. Banpassen växades under studien med körning i terräng. I oktober gick de pass på 5 km på rundbanan i en hastighet av ca 3 min per km, för att i november öka till 6 km på rundbana. I december ökades banpassen till 8 km. I januari sattes hästarna igång med kortare pass på rundbanan för att sedan gå 6 km. I februari gjorde de snabbjobb om 2100 m alternativt 1600 m i ca 1:55 min/km, samt 6 km långsamkörning på banan. I mars jobbades hästarna som i februari men farten på snabbjobben ökades till 1:50 min/km. I mitten på mars delades hästarna in i två grupper som tilldelades olika träningsintensitet, antingen 2* 1600 m eller 2* 1100 m vid snabbjobb ett till två gånger per vecka. I april gjorde hästarna snabbjobb efter respektive intensitet för de två grupperna en gång per vecka Efter träning samt på vilodagar gick hästarna ute ca 8 timmar per dag i en hage som var ca 20 000 m² stor. Stallet hade 16 boxar à 9 m² i två rader med gång emellan. Ströet i boxarna var spån och vatten serverades i hink som hängde i boxen.

Foder och foderintag

Hästarna utfodrades med hösilage (tabell 1) *ad libitum*. I boxen skedde utfodringen i hökrubbor på golvet som fylldes på en gång per dag och i hagen vid tre foderstationer där foder fylldes på var 3:e till 4:e dag. Vid fodermätningarna stod hästarna på box och togs ut ca 1 timme per dag för motion. Utfodringen delades under dessa dagar upp på tre gånger per dag för att minska spill och foderrester vägdes ut varje morgon. För att bestämma den exakta torrsubstanshalten vid varje mätning av foderintaget togs ett representativt prov från hösilagebalarna, som användes de dagarna foderintaget mättes, och torkades i 60° C i 24 timmar.

Det första och andra hösilaget (hösilage 1 respektive hösilage 2) (tabell 1) som användes från augusti till och med december var en förstaskörd som bestod av ängssvingel och timotej och vallen var gödslad med 126 kg kväve/hektar. De första 172 balarna var skördade den 8 juni 2010 och hade ett torrsubstanshalt på 50,2 % och resterande 50 balarna (hösilage 2) skördades 6 dagar senare med ett torrsubstanshalt på 55,9 %. Från januari användes ett hösilage (hösilage 3) som var en andraskörd slagen den 30 augusti 2010 med torrsubstanshalt på 62,2 %. Fodret var från en vall bestående av engelskt rajgräs, ängssvingel samt timotej och vallen gödslades med 126 kg kväve per hektar. Förutom hösilage fick hästarna 250 gram lusernpellets (95 % lusern, 5 % melass), 100 gram betfor samt 100 gram av ett mineralfoder (tabell 2).

Tabell 1. Näringsinnehåll per kilo foder. Hösilage 1; förstaskörd slagen 8/6; Hösilage 2; förstaskörd slagen 14/6, Hösilage 3; andraskörd slagen 30/8. Analyser utförda av Agrilab AB, Uppsala.

Näringsämne	Hösilage 1	Hösilage 2	Hösilage 3
Torrsubstanshalt %	50,2	55,9	62,2
Omsättbar energi MJ	5,5	5,7	6,8
Smältbart råprotein gram	56	51	61
Kalcium gram	1,8	1,7	3,5
Fosfor gram	1,6	1,3	1,5
Magnesium gram	0,6	0,7	1,4
Kalium gram	15,3	13,1	13,4

Tabell 2. Näringsinnehåll tillskottsfoder. Näringsvärden enligt tillverkarnas uppgifter.

Näringsämne	Lusern	Betfor®	Mineralfoder
Omsättbar energi MJ	8,5	11,2	
Smältbart råprotein gram	105	5,7	
Kalcium gram	13	0,7 %	55
Fosfor gram	3,8	0,11 %	65
Magnesium gram	1,6	0,11 %	60
Koksalt gram			900
Koppar gram			15
Selen gram			100 000
Vitamin A IE			100 000
Vitamin D3 IE			5000
Vitamin E mg			5000

5.2 Leptin

Blodprov togs den 20 oktober, 20 november, 20 december, 21 januari, 17 mars samt 9:e och 10:e maj, under perioder som det frivilliga foderintaget mättes. I maj togs ett prov dagen efter vila därefter tränades hästarna under dagen och ytterligare ett prov togs 24 timmar efter första provet. Samtliga prov togs tidigt på morgonen innan någon aktivitet påbörjats i stallet. Proven togs från jugularvenen i heparinrör (10 ml) och centrifugerades direkt varefter plasman extraherades och därefter förvarades i -20°C. Plasmaleptinkoncentrationerna analyserades med radioimmunoassay (RIA) med ett ”multi-species” leptin RIA-kit från Millipore Corporation, Billerica USA. Vid analysen togs dubbla prover och resultat med ett kontrollvärde över 10 % förkastades enligt RIA-kittets instruktion.

5.3 Magsårshälsa

Undersökning av hästarnas magsäck ägde rum i början på mars och hästarna hade då dagen innan gått 6 km på banan i 2:10-tempo (min/km). Två av hästarna stod

på grund av skador på boxvila sedan 1 vecka före undersökningen. De behandlades med betametason (cortison, celeston bifas) respektive bensylpenicillinprokain (ethacillin, Intervet AB, Sollentuna) samt meloxicam (Metacam, Boehringer Ingelheim Vetmedica, Malmö).

Före undersökningen fastades hästarna 12±2 timmar enligt ett schema med tre hästar i varje grupp. Eftersom de har fri tillgång på foder i hagen fick de hästar som stod på svält under dagen stå kvar inne i stallet.

Före undersökningen sederades hästarna med 0,4 ml Detomidine 10 mg/mL (Domosedan, Orion Pharma Animal health, Sollentuna) intravenöst. Då undersökningen pågick stod hästarna i en tvångsspilta som de var vana vid sedan tidigare. Endoskopet som användes var ett Pentax EPM-3000 med en längd på 250 cm samt 0,9 cm i diameter. Endoskopet fördes via ena näsborren ner i svalget och vidare ner i matstrupen och magsäcken. Videoupptagning skedde med 9 mm videoband. Gastroskoperingen genomfördes av professor John Pringle vid Institutionen för Kliniska Vetenskaper, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, vilken även gjorde bedömningen av antal magsår samt grad enligt MacAllister *et al.* (1997). I bedömningen registreras antalet sår på körteldelen och den körtelfria delen samt hur djupa/allvarliga såren är enligt en skala på 0-5 (tabell 3).

Tabell 2. Tabell 1: Beskrivning av skala för poängsättning av antal sår (MacAllister *et al.*, 1997)

Antal sår poäng	Beskrivning
0	Inga sår
1	1-2 sår
2	3-5 sår
3	6-10 sår
4	> 10 sår

Tabell 3. Beskrivning över graden av sår (MacAllister *et al.*, 1997)

Grad	Beskrivning
0	Inga sår
1	Ytligt
2	Djupare än nr 1
3	Multipla och varierande grad
4	Samma som 2 och med blod och/eller mörk krater
5	Samma som 4 samt blödande eller koagulerat blod

5.4 Övriga mätningar

Hästarna hullbedömdes enligt Henneke *et al.* (1987) och underhudsfettet samt muskelns tjocklek mättes med hjälp av ultraljud med en 38 mm linjär prob (DP-6600 Vet ultrasound system, Mindray Medical International) i samband med varje mätning av foderintag. Underhudsfettet mättes 5 cm från medellinjen på korset samt 15 cm kaudalt. Tjockleken på långa ryggmuskeln, *longissimus dorsi*, mättes ovanför 18:e revbenet vid första ländkotan. Vid samtliga mätningar med ultraljud togs tre mått varvid ett medelvärde räknades ut. Kroppsvikten registrerades kontinuerligt en gång per vecka med hjälp av en våg.

Statistiska analyser

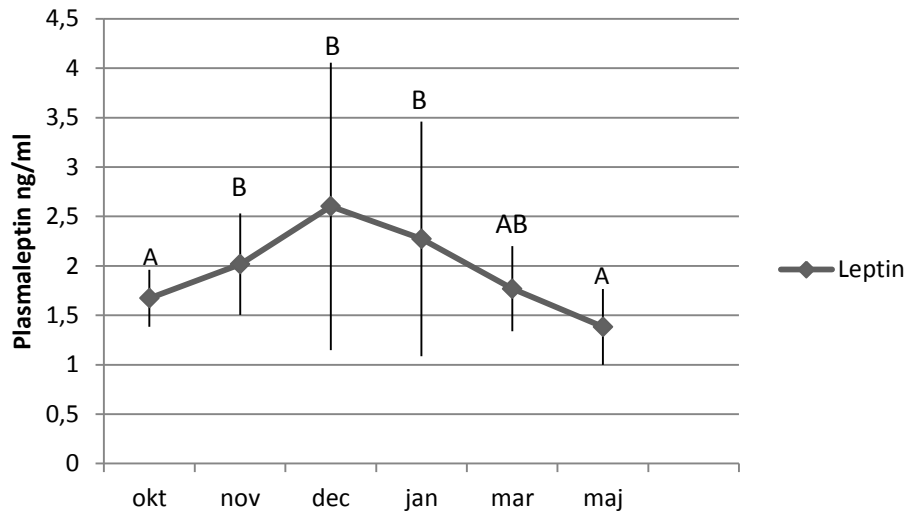
Data analyserades med hjälp av Statistical Analysis Programme (PROC GLM SAS vers 9.2) med ett student *t*-test med en signifikansnivå på $P < 0,05$. Korrelationer mellan data analyserades med Pearsons korrelationstest. Värden presenteras som medelvärden \pm standardavvikelse. I analysen ingick data från oktober, november, december, januari, mars samt två dagar i maj. Foderintaget analyserades som ett medelintag över de tre dagarna i varje mätperiod. Period, foder samt träning gavs numeriska värden där träning delades upp i 0 för vila, 1 för terräng, 2 för 5 km på rundbanan, 3 för terräng samt 5 km på rundbanan, 4 för 1600 m snabbjobb (tempon) samt 5 för 6 km på rundbanan med fri fart sista 100 metrarna. De olika grupperna delades in i intensitet med A (hög) samt B (låg).

6 Resultat

6.1 Leptin och foderintag

Leptin

De statistiska analyserna visade att det var en individ som hade signifikant högre leptinkoncentration i plasma jämfört med de övriga hästarna, 3,28 ng/ml mot medel 2,01 ng/ml i november samt 2,28 ng/ml mot medel 1,77 ng/ml i januari. Prover från den individen i oktober samt maj var oanvändbara pga. för högt kontrollvärde. Ett antal av proverna fick förkastas på grund av för högt kontrollvärde. Från varje provtagning användes, med början oktober; 9, 10, 6, 8, 5, 8 respektive 8 prov av totalt 16 hästar. Mellan de andra hästarna fanns inga signifikanta skillnader. På kurvan (figur 1) ses en ökning av leptinnivåer i plasman i december. De statistiska analyserna mellan perioderna visar att de genomsnittliga leptinnivåerna (figur 1) var signifikant lägre vid provtagningarna i oktober samt provtagningen i maj, jämfört med november, december och januari. Mellan de två mätningarna i maj fanns ingen signifikant skillnad.



Figur 1. Medelleptinnivåer för de sex provtagningarna med standardavvikelse. Punkter med olika bokstav är signifikant skilda från varandra.

Det var ingen signifikant skillnad ($P=0,2$) mellan de två provtagningarna i maj då proverna togs dagen efter vila samt dagen efter träning. Men det var en numerisk sänkning från dagen efter vila med $1,38 \pm 0,09$ till efter träning $1,31 \pm 0,3$.

Foderintag

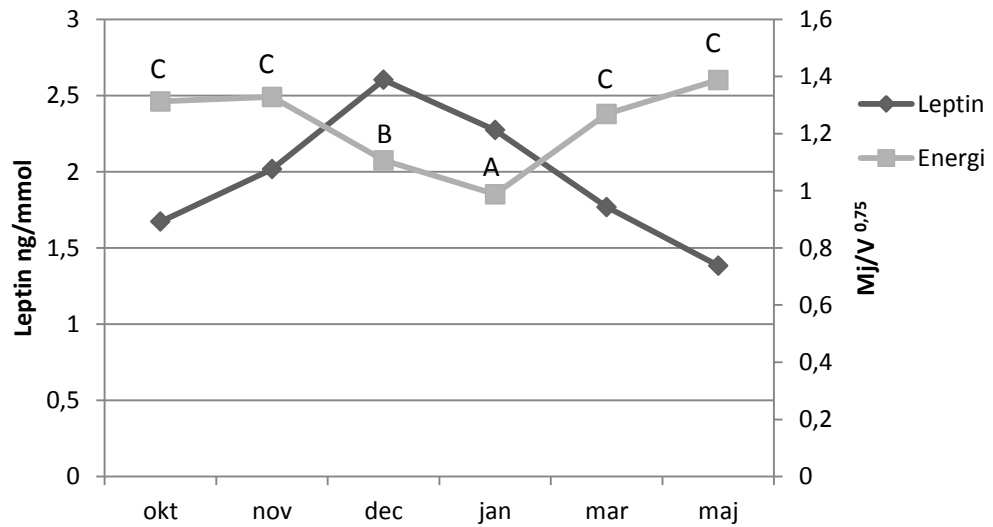
Högst foderintag i torrsubstans, beräknat på den torrsubstansen som balproverna hade vid respektive fodermätning, hade hästarna i maj (tabell 4) med $12,54 \pm 1,2$ kg och lägst i januari med $8,79 \pm 2,09$ kg (medel för alla tre mätdagarna inom varje period). Inga statistiska skillnader fanns mellan individers intag däremot var det signifikanta skillnader mellan perioderna. I januari var intaget signifikant mindre i kilo torrsubstans än samtliga andra perioder och i december var intaget signifikant lägre än i maj. Foderprovet från januarimätningen noterades ha en lite ”unken” lukt jämfört med de andra proverna, någon hygienanalys gjordes dock inte. Energiintaget skiljde sig inte mellan hästarna men var i genomsnitt för alla signifikant lägre för december samt januari än i oktober, november, mars och maj.

Tabell 4. Foderintag i medel±standardavvikelse i kg torrsbstans per dag vid mätperioderna samt medelintag av omsättbar energi (OE) per metabolisk kroppsvikt ($V^{0,75}$)±standardavvikelse.

Hösilage	Ts	Period	Foderintag	MJ OE/ $V^{0,75}$
1	56,2	okt	11,23±1,19	1,154±0,268
	55,6	nov	11,52 ±1,17	1,182±0,088
2	60,6	dec	10,66 ±1,24	1,021±0,131
3	69	jan	8,79 ±2,09	1,198±0,077
	67	mars	11,53 ±0,83	1,305±0,085
	65,4	maj	12,54 ±1,22	1,311±0,087

Leptin och energiintag

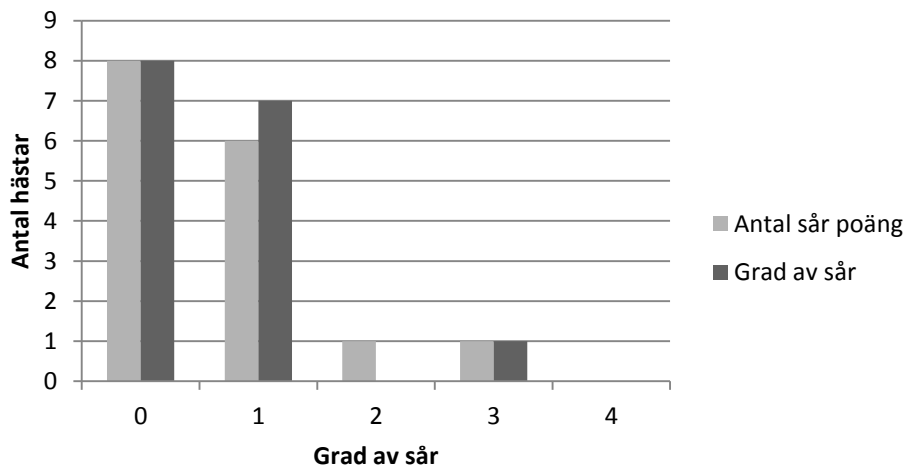
Leptin och energiintaget (figur 2) fanns vara statistiskt negativt korrelerade. Leptin var som lägst i oktober samt maj medan energiintaget var som lägst i december samt januari.



Figur 2. Genomsnittligt intag av energi per metabolisk vikt ($Mj/V^{0,75}$) samt plasmaleptin (ng/ml). Leptin och foderintag var negativt korrelerade. Energin vid A var signifikant lägre än samtliga andra perioder medan B är lägre än C.

6.2 Magsårsstudie

Av de 16 undersökta hästarna fann man ingen med sår på körteldelen av magsäcken samt att hälften av hästarna var helt utan sår även på den körtelfria delen (figur 3). Av de åtta hästarna där magsår förekom hade sex stycken 1-2 sår som bedömdes som ytliga (grad 1). En häst hade 3-5 magsår som bedömdes vara av grad 3 (multipla och varierande grad). En häst hade 6-10 stycken magsår som bedömdes som ytliga (grad 1). Samtliga sår fanns på *margo plicatus*. Hos 8 av hästarna hittades stynghflugelarver och hos tre av dessa även magsår. Hos de två hästar som stod på boxvila samt medicinerades hittades inga magsår.



Figur 3. Diagram över sårpoäng samt grad av sår. Åtta hästar hade inga magsår, sex hästar hade 1-2 magsår (1), en häst hade 3-5 (2) samt en hade 6-10 stycken magsår (3). Av de med sår hade 7 stycken ytliga (1) samt en hade multipla och varierande grad (3).

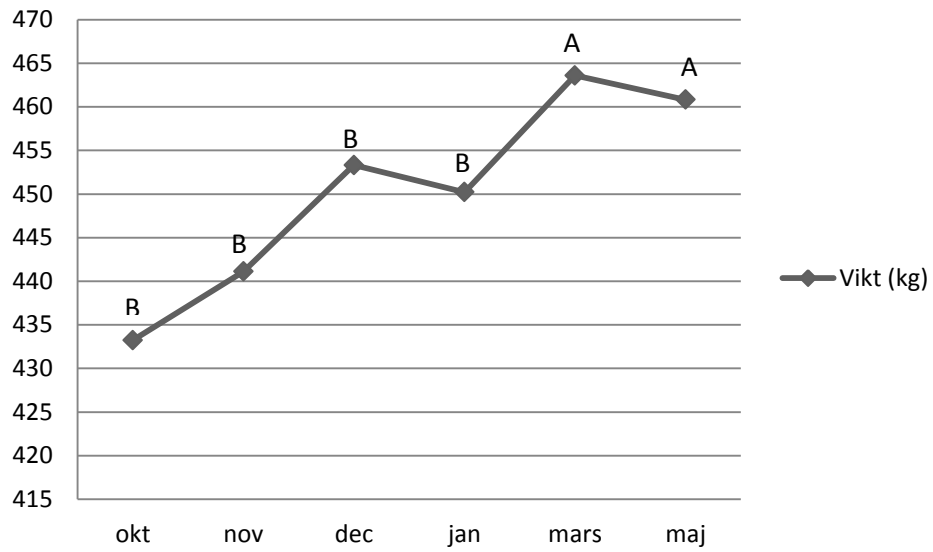
6.3 Övriga kroppsmått

Kroppsvikt och Body Condition Score (BCS)

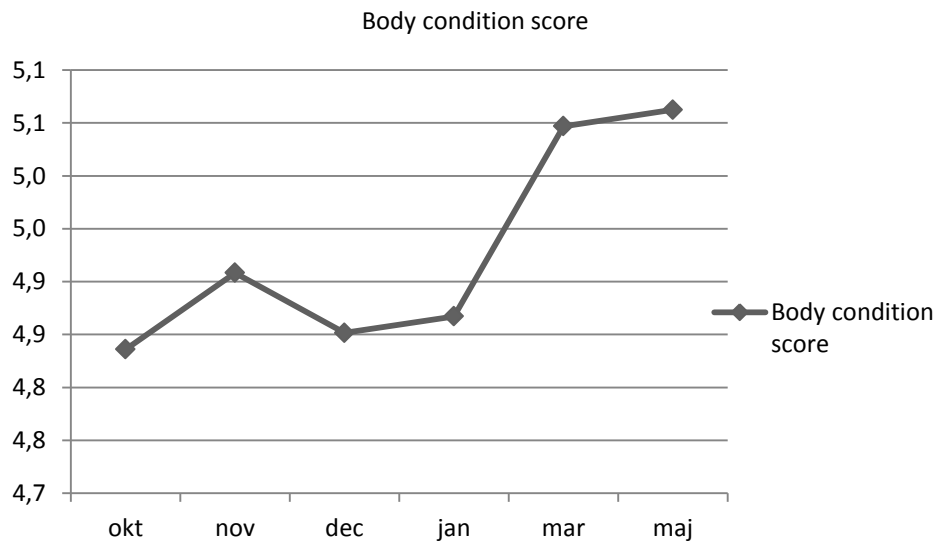
Hästarnas genomsnittliga kroppsvikt ökade under studien signifikant under mars-maj jämfört med oktober-januari. Totalt under hela försöksperioden har den genomsnittliga kroppsvikten ökat med $51,65 \text{ kg} \pm 23 \text{ kg}$.

Hullbedömningen resulterade i medel BCS på $4,9 \pm 0,53$ i oktober, $4,9 \pm 0,52$ i november, $4,8 \pm 0,47$ i december, $4,9 \pm 0,57$ i januari, $5,0 \pm 0,6$ mars och $5,1 \pm 0,57$ i

maj. Ökningen i BCS är så liten att den inte var signifikant mellan perioderna, inom häst fanns en tendens till högre poäng mot slutet (P=0,091).



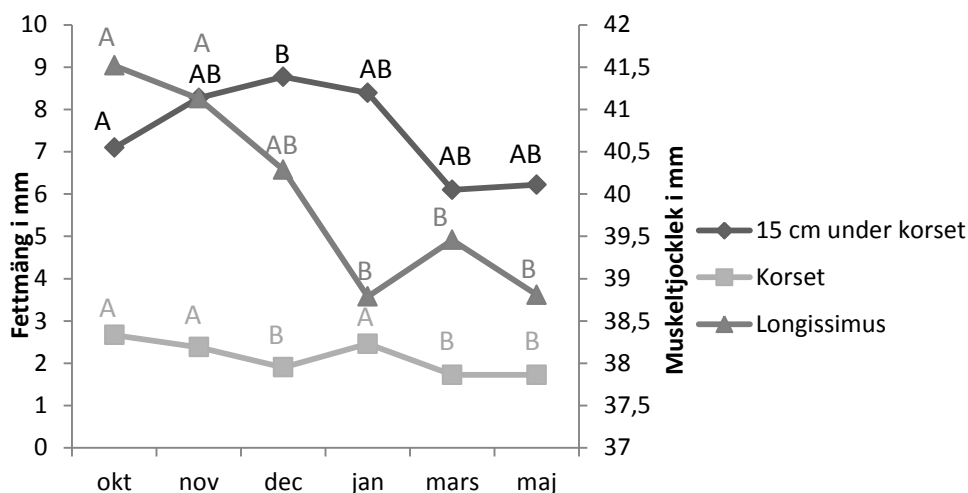
Figur 4. Medelviktens förändring under försöksperioden, kg. Ökningen var signifikant under mars-maj jämfört med oktober-januari.



Figur 5. Body condition score (BCS) över de olika mätningarna. BCS ökar något över försöksperioden men var inte signifikant.

Fettmängd samt muskeltjocklek

Fettmängden som mättes med ultraljud på korset samt 15 cm kaudalt uppvisade två olika mönster (se figur 6). För korset var fettlagret som högst i oktober med $2,67\pm 0,8$ mm och som lägst i maj med $1,7\pm 0,4$ mm. Oktober ($2,67\pm 0,8$ mm) samt januari ($2,46\pm 0,55$ mm) var signifikant högre än december ($1,9\pm 0,46$ mm), mars ($1,72\pm 0,43$ mm) samt maj ($1,7\pm 0,4$ mm). För 15 cm under korset skedde en signifikant ökning från oktober ($7,1\pm 1,7$ mm) till december ($8,8\pm 1,8$ mm) för att sen sjunka mars samt maj. Mellan mars och maj, oktober, november samt januari var det inga signifikanta skillnader. Mätningarna på *longissimus* muskeln varierade från som lägst $38,8\pm 3$ mm i januari till som högst $41,5\pm 3,2$ mm i oktober och var signifikant högre i oktober än i januari, mars samt maj och november var signifikant högre än januari och maj. Inga korrelationer fanns mellan fettmängd och muskeltjocklek med leptinnivåer.



Figur 6. Fettmängd (mm) på korset respektive 15 cm bakom korset samt *longissimus*-muskeln (mm) under 8 månader mätt vid 6 tillfällen. A signifikant skiljt från B.

7 Diskussion

Foderintag

I den här studien var foderintag och leptinivåer negativt korrelerade, ett sänkt foderintagen skedde samtidigt som en ökning av nivåerna av leptin i blodplasman. Leptin kan påverkas av faktorer som hästens foderintag (Piccone *et al.*, 2004), träning (Aulisio *et al.*, 2001), kroppsammansättning (Buff *et al.*, 2002), och kön (Kedzierski och Kowalik. 2009). Foderintaget i sin tur kan påverkas av faktorer som fodrets fysiska form, smak och kvalitet (Cuddeford. 2004). Studier av McManus och Fitzgerald (2000) samt Piccone *et al.* (2004) visade att svältande hästar har lägre nivåer av leptin, vilket är tvärt emot hästarna i den här studien som hade högre nivåer vid minskat foderintag. Detta skulle kunna betyda att det i det här fallet var leptinet som påverkade och minskade hästarnas aptit– då leptin binder till receptorer i hypotalamus mättnadscenter och leder det till minskad aptit och ökad energiåtgång (Houseknecht och Portocarrero, 1998).

Påverkan av träning

Plasmaleptinnivåerna hos hästarna i den här studien ökade från oktober till december för att sen sjunka till lägsta nivåer i maj. Ingen skillnad ses till följd av de olika träningsintensiteterna som hästarna delats upp i vid slutet av försöksperioden. En nyligen gjord studie av Auselio *et al.* (2011) visar att hästar i träning sänker sina leptinnivåer över tid. Detta verkar stämma överens med våra hästar som har de lägsta nivåerna i maj, alltså i slutet på studien och även om det inte är en signifikant skillnad mellan proverna i mars, och de två proverna i maj visar de en numerisk sänkning med den andra provtagningen i maj som lägst. En nedgång av leptin skulle kunna bero på att hästen behöver kompensera förlusterna av energi med att få i sig mer energi, för att bibehålla energibalansen. I maj mättes

plasmaleptin dagen efter vila samt dagen efter träning. Det var en numerisk sänkning dagen efter träning men den var inte signifikant. Olika studier har kommit fram till olika resultat vad gäller förändringar i plasmaleptinnivåer kort tid efter träning. Gordon *et al.* (2007) rapporterade en sänkning av plasmaleptin 24 timmar efter träning medan Kederski och Kapica (2007) samt Cartmill *et al.* (2003) såg en höjning 30 min efter träning respektive höjda nivåer 3 timmar efter 5 min longering. Piccone *et al.* (2004) såg inga förändringar alls hos hästar som hoppat en bana. Eftersom provtagningen i den här studien togs tidigt på morgonen och hästarna tränades under dagen gick det inte 24 timmar mellan träning och blodprovstagningen. Kanske hade man i likhet med Gordon *et al.* (2007) sett en signifikant nedgång om man hade tagit proven efter 24 timmar. Upplägget av träning skiljde sig dessutom åt mellan vår studie och Gordon *et al.* (2007), då deras hästar sprang på löpband med ökande hastighet tills utmattning nåddes. Utmattning definierades som den punkt då hästen, trots mänsklig drivhjälp, inte kunde hålla farten mer. Hästarna i den här studien ansträngdes inte lika kraftigt under sitt träningspass. Det är svårt att jämföra plasmaleptinnivåer studier emellan, pga. olika laboratorier och den utrustning de har för att avläsa radioaktiviteten som används i RIA-kitten. Men tittar man på nivåer hos vältränade (1.0 ± 0.6 ng/ml) respektive otränade (4.4 ± 2.4 ng/ml) hästar (Gordon *et al.*, 2007) är nivåerna på våra hästar (medel 1.9 ± 0.47) betydligt närmare de värden som observerats hos vältränade individer. Det skulle vara intressant att i framtida studier följa upp plasmaleptinnivåerna då hästarna är i full träning för att se om de sjunker ytterligare.

Kroppssammansättning

Hästarna har under studiens gång från oktober (4,7) till maj (5,1) ökat sitt BCS. Detta kan antas betyda att hästarna har lagt på sig lite mer fett men samtidigt visar mätningarna med ultraljud att fettlagret på korset minskar något och mätningarna på *longissimus dorsi* visar även de på en liten minskning under studieperioden. BCS på ryggen minskar signifikant i januari jämfört med tidigare registreringar, och det gör även tjockleken på *longissimus dorsi*.

Kön

En faktor som kan påverka leptin är testosteron. En studie av Kedzierski *et al.* (2009) visar att hingstar har högre leptinnivåer än valacker samt ston. I deras studie hade hingstarna drygt 60 % högre nivåer än valackerna. I den här studien ökar

plasmaleptinkoncentrationerna från oktober med högsta värdena i december för att sedan sänkas i januari, mars och maj efter att hästarna kastrerats i slutet på december. En faktor som påverkar de högre resultaten är att en individ har 3 gånger högre värden än de andra i december och januari. Tyvärr saknas resultat från mars och maj för den hästen.

Denna individ med avvikande leptinnivåer var kryptorkid, då ena testikeln låg kvar i buken och han kastrerades därför den 23 februari. När testikeln ligger kvar i buken är den omgivande temperaturen högre än i scrotum och kan därför producera mer testosteron än testiklar som ligger i scrotum. De andra hästarna har högst värden under november och december, detta skulle kunna bero på att de har påverkats av testosteron från testiklarna, innan de kastrerades i slutet på december. När hästar blir könsmogna beror på ras, säsong och vikt (Brown-Douglas *et al.*, 2004). I den studien fanns fullblod på bete bli könsmogna vid 212-270 dagar och en vikt på runt 300 kg. Men avgörande för att de blev könsmogna var, förutsatt att de hade uppnått en viss vikt, att dagslängden ökade på våren. Hästarna i vår studie borde därmed börjat bli könsmogna på våren som ettåringar och börjat producera testosteron. Testosteronhalterna ökar från könsmognad till att vara som högst mellan 6-12 års ålder för att därefter sjunka (Johnson och Thomson, 1983). Testosteronet varierar under året och är lägst i november till januari och är högst i maj till juli hos både yngre och äldre hingstar (Raeside, 1978; Johnson och Thomas, 1983). Detta talar mot att höjningen av leptinet i november och december, jämfört med värdena i oktober, beror på testosteron, även om de lägre värdena i mars och maj skulle kunna bero på att de nu var valacker. Att en häst hade högre värden än övriga kan bero dels på kryptokordismen men även att den har högre värden generellt. I Cartmills *et al.* (2003) studie kunde de dela in sina försökshästar med ett BCS på minst 7,5 i en hög-leptin samt en låg-leptin grupp. Detta indikerar att det finns stora individuella variationer och trots att inga resultat finns på den individ som visade avvikande värden i oktober samt maj ser man att han ligger över gruppens genomsnitt även i november (3,28 mot medel 2,01) samt mars (2,28 mot medel 1,77).

Säsongvariationens inverkan på leptin och aptit

Man har i studier sett att leptinet hos säsongbetonade djur förändras mellan årets långa respektive korta dagar. Detta tros dock inte bero på årstiden eller dygnslängden i sig, utan att djuren under vår och sommarmånaderna bygger upp ett större

fettlager som de sen lever av under månaderna med mindre tillgång på föda (Rosseau *et al.*, 2003). I Östersund är det dagsljus i 7 timmar i december och 6 timmar i januari jämfört med 17 timmar i maj. För att finna ett samband här skulle man behöva förlänga provtagningarna av leptin över ytterligare ett år. Även foderintag kan variera över året. I litteraturen finns studier på att ponnyer, vid fri tillgång på foder, minskar intaget av smältbar energi (Fuller *et al.*, 2001) samt intag torrsubstans (Dugdale *et al.*, 2010) under årets kortaste dagar mot årets längsta.

Frivilligt foderintag

Intaget av hösilage i kilo torrsubstans, omräknat i gram per metabolisk kroppsvikt för att kunna jämföra med litteraturens värden, var mellan 90-143 g/v^{0,75} med ett medel över perioderna på 118 g/v^{0,75}. Jämfört med litteraturens värden på frivilligt intag, 92-115 g/v^{0,75} för hö samt 85-118 g/v^{0,75} för färskt gräs, verkar hästarna i vår studie ha ett högt frivilligt intag. Att intaget i januari var så mycket lägre än för övriga månader kan bero på att just de balarna var något torrare (69 % ts) och lukade, jämfört med de andra periodernas prover, lite ”unket”. Foderprovet togs från en bal som var öppnad, eftersom det skulle representera det hästarna åt, det kan därmed varit något torrare än det var innan balen var öppnad. För att få en bra ensilering rekommenderas en torrsubstanshalt mellan 40-60 % (Muck., 1988) varvid detta kan vara anledningen till att dessa balar inte blivit ensilerade och därmed ha en sämre hygienisk kvalitet och smaklighet. Det minskade intaget i januari kan därför bero på att fodret som användes vid de mätningarna var av en sämre hygienisk kvalitet, vilket hästarna kan ha reagerat på och ätit sämre.

Vid det lägsta intaget i januari äter hästarna 70 % mer än sitt underhållsbehov (Jansson *et al.*, 2004) av energi, i december 76 % mer och de andra perioderna 100 - 150 % över. En travhäst i full träning och tävling beräknas ha ett energibehov på ca 100 % över sitt underhållsbehov (Jansson *et al.*, 2004). Hästarna i vår studie var ännu inte i full träning och med tanke på att de ökar något i BCS samt ökar i vikt kan man anta att de får i sig den energin de behöver dels för att växa, dels för att kompensera för träningens energiförluster. I en studie av Gordon *et al.* (2006a) visas att en grupp tränande hästar minskar sitt energiintag för att i slutet av studien hamna på ett energiunderskott. Deras studie skiljer sig dock på flera punkter från vår studie. Dels används äldre djur (ston 12 ±2 år) som innan studien var otränade. Träningen av stona under studien utfördes enbart på löpband, dels hade hästarna endast fri tillgång till ett pelleterat helfoder en del av dygnet (16 timmar). I både den tränande gruppen samt kontrollgruppen med ston som inte tränas, minskar intaget av fodret, från 2,6 % till 2,3 % av kroppsvikten hos den tränande gruppen

och från 2,6 % till 2,4 % av kroppsvikten i kontrollgruppen. Eftersom foderintaget minskade i både grupperna kan man fråga sig om fodret inte var så smakligt, t.ex. eftersom det var pelleterat, eller att hästarna skulle ha fått en längre period att vänja sig vid fodret innan försöket startades så att foderintaget hade stabiliserats, och man därmed kunnat säkerställa att det var träningen, och inte fodret i sig, som ledde till minskat intag. Dessutom hade inte hästarna tillgång till foder under den tiden på dygnet då de normalt äter mest (Ralstone *et al.*, 1979).

Andra faktorer

Det kan finnas andra faktorer som kan ha påverkat nedgången av foderintag och uppgången av leptinnivåer under vintermånaderna som inte gick att kontrollera för i studien. Dels fick flera av hästarna någon form av mag-tarm infektion i januari med diarré som följd dels kastrerades de i slutet på året vilket kan ha påverkat allmäntillståndet samt att åtminstone en bal från januarimätningen noterades ha en lite ”unken” lukt jämfört med de andra proverna, vilket kan ha påverkat intaget under den mätningen.

Magsår

Av de 16 hästarna i studien hade 50 % magsår. Magsår har rapporterats på upp till 93 % av hästar i trav eller galoppträning och 37 % på hobbyhästar (Murray *et al.*, 1996), 58 % hos ridtävlingshästar (McClure, 1999), 40 % hos quarterhästar och 53 % på danska hobbyhästar (Lutherson *et al.*, 2009). Bedömningar av magsåren och hur allvarliga de är skiljer sig dock mellan studierna. I vår studie bedömdes magsåren enligt Mac Allister (1997) som även använts i andra studier t.ex. Luthersson *et al.* (2009). I Lutherson *et al.* (2009) studie uteslöts de med magsår av grad 1 då de analyserade riskfaktorer eftersom de kan anses vara så ytliga att de inte har någon klinisk betydelse, samt att de kan vara orsakade av svälten som föregår gastroskoperingen (Murray och Eichorn, 1996). I vår studie hade av de åtta hästar med magsår sju stycken grad 1, hos 6 av dessa sågs bara ett sår och hos en häst fanns djupare sår (grad 3). Korrigerar man bort de hästar med grad 1 såsom Lutherson *et al.* (2009) återstår två stycken med magsår vilket är 13 % av hästarna. På de sex hästar med endast ett ytligt magsår kan svälten i sig vara orsaken till såren, men jämfört med Lutherssons *et al.* (2009) studie där de svält hästarna 17-23 timmar innan undersökning hade våra hästar en relativt kort svältperiod på mellan 8-13 timmar. Det finns dock alltid en risk att vissa av hästarna kan ha svultit längre om de till exempel har stått och vilat och inte ätit timmarna innan fodret togs bort. I

Luthersons *et al.* (2009) studie fastställs vissa riskfaktorer för magsår: hög stärkelsegiva, hagvistelse utan tillgång till vatten, om hästen bara fick halm som grovfoder eller var utan mat mer än 6 timmar. Dessa faktorer tordes kunna uteslutas på våra hästar eftersom de inte fick någon stärkelse, hade fri tillgång till vatten samt grovfoder 24 timmar om dygnet.

Träning i sig kan vara en magsårsframkallande faktor då sur digesta pressas upp över de kutana delarna av bukmuskulaturen vid träning samt att pH sänks i de proximala delarna av magsäcken. Studier har visat att träning kan leda till magsår (Lorenzo-Figueras och Merritt, 2002; Gordon *et al.*, 2006) samt funnit samband mellan magsår och nivå på träningen (Murray *et al.*, 1996; Johnson och Egenvall, 2006). I Gordons studie (2006) hade hästarna fri tillgång på ett pelleterat foder som innehöll korn och därmed kan ha haft ett högt stärkelseinnehåll samt att pelletsen i sig troligtvis ger en torrare digesta i magsäcken än vad till exempel ett ensilage gör. I de andra tre nämnda studierna om relationen mellan nivå på träning och magsår har definitionerna av nivå på träning och resultaten inte varit konsekventa och det är därför svårt att dra paralleller till resultaten i vår studie.

Stallmiljön i sig kan vara en faktor som gett upphov till de observerade magsåren, enligt Murray och Eichorns (1996) studie som visar att magsår hos hästar på stall/uppstallade hästar inte läker lika snabbt jämfört med magsår hos hästar som går på bete. Dessutom sköts hästarna av skolelever som många gånger kan vara unga och orutinerade, vilket skulle kunna vara stressande för hästarna. En uppföljande undersökning av hästarnas mage när de går på bete hade varit intressant då påverkan av stallmiljön torde kunna uteslutas och då kvarstår faktorn träning. Betsgång i stor grupp på sommaren kan även i och för sig vara stressande för hästarna med upprätthållande av rangordning, bitande insekter och värme. Den häst med djupare magsår hade även en stor mängd stygflugor och det går inte utesluta att kratern som observerades kan vara orsakad av stygflugor (John Pringle, personligt meddelande). Dock sågs flera hästar med stygflugor som inte hade magsår. Vid uppföljning av foderintaget sett per gram ts/kg kroppsvikt ses hästen med det allvarligaste magsåret ha ett intag strax över medel ($1-3 \text{ g/v}^{0.75}$) vid mätningen av foderintaget i samband med gastroskoperingen. De statistiska analyserna visar ingen skillnad i intag på hästarna med eller utan magsår.

8 Slutsats

Koncentrationen av leptin i blodplasma hos 1,5-2-åriga travhästar i träning var i den här studien i nivå med vad som tidigare finns rapporterat för hästar i träning samt negativt korrelerad med foderintaget, vilket också ges stöd för i litteraturen. Koncentrationen av leptin var som högst under försöksperiodens mitt under vintermånaderna och är som lägst under försöksperiodens sista del i maj månad.

Förekomsten av magsår var jämfört med vad som tidigare finns rapporterat för hästar i trav- och galoppträning låg. Förekommande magsår hade ingen påverkan på det frivilliga foderintaget i den här studien där hästarna utfodrats med ett energirikt grovfoder *ad libitum*.

Hästarna i studien har ett intag av energi på mellan 70-150 % över underhållsbehovet. Högst energiintag har hästarna i slutet av försöksperioden då de också tränas som mest, men högst intag av kilo foder har de i början av försöksperioden då de körs in. Ingen skillnad ses till följd av de olika träningsintensiteterna som hästarna delats upp i vid slutet av försöksperioden. Att plasmaleptinnivåerna sjunker under upptrappningen av träningen samtidigt som energiintaget ökar tyder på att leptin kan vara ett viktigt hormon i aptitregleringen som bidrar till att hästarna behåller en positiv energibalans vid ökad träningsintensitet.

9 Tack till

Stort tack till alla som hjälpt till i arbetet. Men det största tacket vill jag ge handledare Sara Ringmark. Utan din entusiasm för detta arbete hade det aldrig blivit klart. Med ditt driv kommer du nå långt i forskarvärlden!

Litteraturlista

- Andrews, F. M., Nadeau, J. A. 1999. *Clinical syndromes of gastric ulceration in foals and mature horses*. Equine Vet. J. Suppl. 29:81–86.
- Aulisio, J.L., Liburt, N. R., Malinowski, K., McKeever, K. H. 2011. *Training-induced alterations in rump fat thickness and plasma leptin concentration in young mature and old Standardbred mares*. Comparative Exercise Physiology. 1-6
- Berschneider, H.M., Blikslager, A.T., Roberts, M.C. 1999. *Role of duodenal reflux in nonglandular gastric ulcer disease of the mature horse*. Equine Veterinary Journal Supplement, 29, 24-29.
- Buff, P. R., Dodds, A. C., Daniel, J. A., Djiane, J., Keisler, D. H., Morrison, C. D., McFadin, E. L., Whitley, N. C. 2002. *Leptin in horses: Tissue localization and relationship between peripheral concentrations of leptin and body condition*. Journal of Animal Science. 80:2942-2948.
- Cartmill, J.A., Gentry, L.R., Huff, N. K., Storer, W.A., Thompson Jr, D.L. 2003. *Endocrine responses in mares and geldings with high body condition scores grouped by high vs. low resting leptin concentrations*. Journal of Animal science. 81: 2311-2321.
- Cuddeford, D. Voluntary food intake by horses. 2004. Nutrition of the performance horse. EAAP publication 111:89-100.
- Dionne, R. M., Doucet, M. Y., Paré, J., Vrins, A. 2003. *Gastric ulcers in standardbred racehorses: Prevalence, lesion description, and risk factors*. J Vet Intern Med. 17:218-222.
- Dugdale H.A., Curtis, G. C., Cripps., Patricia, P. J., Harris, A., McG. Argo, C. 2010. *Effects of season and body condition on appetite, body mass and body composition in ad libitum fed pony mares*. The veterinary journal. 3:329-337.
- Duncan, P. 1980. *Time-Budgets of Camargue horses II. Time budgets of adult horses and weaned sub-adults*. Animal Behavior. 72 (1): 26-49.

- Franklin, S. H., Allen, K. J., Brazil, T. J. 2008. *Poor performance associated with equine gastric ulceration syndrome in four Thoroughbred racehorses*. Equine Veterinary Education. 20: 119-124.
- Gordon, M.E., Betros, C.L., Bokman, S., Liburt, N., Manso-Filho, H., McKeever, K.H., Streltsova, J. 2006a. *Training-induced energy balance mismatch in Standardbred mares*. Equine and Comparative Exercise Physiology 3 (2): 73-82.
- Gordon, M. E., Betros, C.L., Bokman, S., Liburt, N., Manso-Filho, H., McKeever, K.H., Streltsova, J. 2006b. *Interval exercise alters feed intake as well as leptin and ghrelin concentrations in Standardbred mares*. Equine exercise physiology 7: 596-605.
- Gordon, M. E., Betros, C. L., Manso-Filho, H. C., McKeever, K. H. 2007. *Plasma leptin, ghrelin and adiponectin concentrations in young fit racehorses versus mature unfit standardbred*. The Veterinary Journal. 173: 91-100.
- Gordon, M. E., McKeever, K. H. 2005. *Diurnal variation of ghrelin, leptin and adiponectin in Standardbred mares*. Journal of animal science. 83: 2365-2371.
- Guerre-Millo. M. 2008. *Adiponectin: An update*. Diabetes & Metabolism. 34: 12-18.
- Hepburn, R. 2011. *Gastric ulceration in horses*. In Practice. 33: 116-124.
- Haupt, K.A. 1990. *Ingestive behaviour*. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice. 6:2. 319-337.
- Jansson, A., Rundgren, M., Lindberg, J.E., Ronéus, M., Hedendahl, A., Kjellberg, L., Lundberg, M., Palmgren Karlsson, C., och Ekström, K., 2004. *Utfodringsrekommendationer för häst*. Sveriges Lantbruksuniversitet publikationer, Uppsala.
- Johnson, L., Thompson, D. L. 1983. *Age-related and seasonal variation in the sertoli cell population, daily sperm production and serum concentrations of follicle-stimulating hormone, lutenizing and testosterone in stallions*. Biology of reproduction. 29:777-789.
- Kearns, C. F., Brady, S. M., Malinowski, K., McKeever, K. H., Roegner, V. *Adiponectin and leptin are related to fat mass in horses*. The Veterinary Journal. 172: 460-465.
- Kederski, W., Kapica, M. 2007. *Plasma concentrations of leptin and ghrelin in Standardbred foals as related to the age, sex, exercise and training*. Animal. 2:4: 582-587.
- Kederski, W., Kowalik, S. 2009. *Leptin and Ghrelin and the Indices of Lipid Metabolism as Related to Sex Steroid Hormones in Trotters*. Journal of Equine Veterinary Science. 29 (1): 17-23.
- Kern, D., Bond, J. 1972. *Eating patterns of ponies fed diets ad libitum*. Journal of Animal Science. 35:285.

- Kraemer, R. R., Castracane, V. D., Chu, H. 2002. *Leptin and Exercise*. Experimental Biology and Medicine. 227: 701-708.
- Le Jeune, S. S., Dechant, J. E., Nieto, J. E., Snyder, J. R. 2008. *Prevalence of gastric ulcers in Thoroughbred broodmares in pasture: A preliminary report*. The Veterinary Journal. 181: 251-255.
- Lorenzo-Figueras, M., Merritt, A. M. 2002. *Effects of exercise on gastric volume and pH in the proximal portion of the stomach of horses*. American Journal of Veterinary Research. 63: 1481-1487.
- Luthersson, N., Harris, P., Hou Nielsen, K., Parkin, T. D. H. 2009a. *The prevalence and anatomical distribution of equine gastric ulceration syndrome (EGUS) in 201 horses in Denmark*. Equine Veterinary Journal. 41 (7): 619-624.
- Luthersson, N., Harris, P., Hou Nielsen, K., Parkin, T. D. H. 2009b. *Risk factors associated with equine gastric ulceration syndrome (EGUS) in 201 horses in Denmark*. Equine Veterinary Journal. 41 (7): 625-630.
- MacAllister, C. G., Andrews, F. M., Deegan, E., Olovson, S. G., Rouff, W. 1997. *A scoring system for gastric ulcers in the horse*. Equine Veterinary Journal. 29 (6): 430-433.
- Monreal, L., Homedesa, J., Mayós, I., Sabate, D., Segura, D. 2003. *Lower gastric ulcerogenic effects of subibuzone compared to phenylbutazone when administered orally to horses*. Research in Veterinary Science. 76: 145-149.
- Muck, R. E. 1988. *Factors Influencing Silage Quality and Their Implications for Management*. Journal of dairy science. 71:11; 2992-3002.
- Murray, M. J., Grodinsky, C. 1989. *Gastric ulcers in horses: a comparison of endoscopic findings in horses with and without clinical signs*. Equine colic in press. 68-72.
- Murray, M. J., Eichorn, E. S. 1996. *Effects of intermittent feed deprivation, intermittent feed deprivation with ranitidine administration, and stall confinement with ad libitum access to hay on gastric ulceration in horses*. American Journal of Veterinary Research. 57:1599-1603.
- Nadeau, J. A., Andrews, F. M., Argenzio, R. A., Blackford, J. T., Mathew, A. G., Saxton, A. M., Sohtell, M. 2000. *Evaluation of diet as a cause of gastric ulcers in horses*. American Journal of Veterinary Research. 61: 7; 784-790.
- Nadeau, J. A., Andrews, F. M., Argenzio, R. A., Mathew, A. G., Patton, C. S., Saxton, A. M. 2003. *Effects of hydrochloric, valeric, and other volatile fatty acids on pathogenesis of the stomach of the horses*. American Journal of Veterinary Research. 64 (4): 413-417.
- Nicol, C. J., Davidson, H. P. D., Harris, P. A., Waters, A. J., Wilson, A. D. 2002. *Study of crib-biting and gastric inflammation and ulceration in young horses*. The Veterinary Record. 151: 658-662.
- Nieto, J. E., Jones, J. H., Snyder, J. R., Vatisas, N. J. 2009. *Effects of gastric ulceration on physiologic responses to exercise in horses*. American Journal of Veterinary Research. 70 (6): 787-795.

- Piccone, G., Bertolucci, C., Caola, G., Foa, A. 2004. *Influence of Fasting and Exercise on the Daily Rhythm of Serum Leptin in the Horse*. Chronobiology International. 21:3; 405-417.
- Piccone, G., Caola, G., Costa, A., Fazio, F., Grasso, F. 2005. *Influence of short-term exercise on serum leptin concentration in the horse*. Veterinarski Arhiv. 75: 15-22.
- Pringle, John. Professor vid Institutionen för Kliniska Vetenskaper, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, Sverige.
- Radin, J. M., Holycross, B. J., Sharkey, L. S. 2009. *Adipokines: a review of biological and analytical principles and an update in dogs, cats and horses*. Veterinary Clinical Pathology 38:2: 136-156.
- Raeside, J. I. 1978. *Seasonal changes in the concentrations of estrogens and testosterone in the plasma of the stallion*. Animal reproduction science. 1: 205-212.
- Ralstone., S. L. 1984. *Controls of feeding in horses*. Journal of Animal Science. 59:1354-1361.
- Ralstone, S. L., Baile, C. A. 1982. *Gastrointestinal stimuli in the control of feed intake in ponies*. Journal of Animal Science. 56:243.
- Ralstone, S. L., Van Den Brock, B., Baile, C. A. 1979. *Feed intake patterns and associated blood glucose, free fatty acids and insuline changes in ponies*. Journal of Animal Science. 49:838.
- Rooney, J. R. 1964. *Gastric ulceration in foals*. Veterinary Pathology. 1:497-503.
- Rousseau, K., Atcha, Z., Loudon, A. S. 2003. *Leptin and seasonal variations*. Journal of neuroendocrinology.15: 409-414.
- Sandin, A., Andrews, F. M., Nadeau, J. A., Nilsson, G. 2000. *Effects of nervous excitation on acid secretion in horses*. Acta Physiol Scand. 168: 437-442.
- Sandin, A., Nilsson, G., Häggström, J., Skidell, J. 2000. *Postmortem findings of gastric ulcers in Swedish horses older than age one year: a retrospective study of 3715 horses (1924-1996)*. Equine Veterinary Journal. 32 (1): 36-42.
- Sweeting, M. P., Houpt, K. A. 1987. *Water consumption and time budgets of stabled pony (Equus caballus) geldings*. Applied Animal Behaviour Science. 17: 1-7.
- Vatistas, N. J., Arthur, R. M., Carlson, G., Johnson, B., Lloyd, K. L. K., Snyder, J. R., Thurmond, M., Zhou, H. 1999. *Cross-sectional study of gastric ulcers of the squamous mucosa in Thoroughbred racehorses*. Equine Veterinary journal. 29: 34-39.

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida www.slu.se.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. The department's degree projects are published on the SLU website www.slu.se.

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 Uppsala
Tel. 018/67 10 00
Hemsida: www.slu.se/husdjur-utfodring-varld

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Nutrition and Management
PO Box 7024
SE-750 07 Uppsala
Phone +46 (0) 18 67 10 00
Homepage: www.slu.se/animal-nutrition-management*