



# **Vitamin A och E i relation till hästutfodring**

Vitamin A and E in relation to equine nutrition

av

**Jenny Möller**

---

**Institutionen för husdjurens  
utfodring och vård**

**Examensarbete 212**

Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Animal Nutrition and Management

**Uppsala 2005**

---



# **Vitamin A och E i relation till hästutfodring**

Vitamin A and E in relation to equine nutrition

by

**Jenny Möller**

**Handledare: Cecilia Müller**

---

**Institutionen för husdjurens  
utfodring och vård**

**Examensarbete 212**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Animal Nutrition and Management**

**Uppsala 2005**

---



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>REFERAT</b> .....	3
<b>INLEDNING</b> .....	5
<b>LITTERATURSTUDIE</b> .....	5
<b>Vitaminer</b> .....	5
Historia .....	5
Definition.....	6
<b>Vitamin A – Kemisk struktur och funktion</b> .....	6
<b>Vitamin E – Kemisk struktur och funktion</b> .....	6
<b>Hästars behov av vitamin A och E</b> .....	7
Vitamin A.....	8
Vitamin E.....	9
<b>Hästars absorption och metabolism av vitamin A och E</b> .....	9
Vitamin A.....	9
Vitamin E.....	10
Toxicitet.....	10
<b>Tillsats av vitamin A och E i hästfoder</b> .....	10
Vitamin A i syntetisk och ”naturlig” form.....	10
Vitamin E i syntetisk och ”naturlig” form.....	11
Vitaminpreparat till hästar.....	12
<b>Faktorer som påverkar vitamininnehållet i vallfoder</b> .....	13
Växtens genetiska bakgrund.....	13
Klimatförhållanden.....	13
Botaniskt utvecklingsstadium.....	14
Metoder för skörd, konservering och lagring.....	14
<b>EGEN STUDIE</b> .....	17
<b>Syfte</b> .....	17
<b>Ensileringsförsök</b> .....	17
Material och metoder.....	17
Vitamin- och övriga kemiska analyser.....	17
Mikrobiologiska analyser.....	18
Statistisk bearbetning.....	18
<b>Resultat och diskussion</b> .....	19
<b>Möjlighet att täcka hästars behov av vitamin A och E med enbart vallfoder</b> .....	21
<b>Enkätstudie</b> .....	22
Material och metoder.....	22

<b>Resultat</b> .....	22
Slutsatser-enkätstudie.....	26
<b>DISKUSSION</b> .....	28
<b>SLUTSATSER</b> .....	30
<b>ACKNOWLEDGEMENTS</b> .....	31
<b>ABSTRACT</b> .....	32
<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b> .....	33
<b>PERSONLIGA MEDDELANDEN</b> .....	38
<b>Bilaga 1</b> .....	39
<b>Bilaga 2</b> .....	40
<b>Bilaga 3</b> .....	45

## REFERAT

Kunskapen om hur koncentrationerna av vitamin A och E i vallfoder påverkas vid konservering är relativt liten. Syftet med detta examensarbete var att undersöka vilken inverkan torrsbstanshalten (och därmed fermentationsgraden) har på halten av vitamin A och E i inplastat vallfoder. För att belysa faktorer, som påverkar vitamininnehållet i vallfoder samt hästars behov och absorption av vitamin A och E, genomfördes en litteraturstudie. Med resultaten från vitaminanalyser och litteraturuppgifter om hästars behov av vitamin A och E samt förekomst av vitamin A och E i vallfoder, gjordes kontrollberäkningar av hur väl vitamininnehållet i inplastat vallfoder kan täcka underhållsbehovet av vitamin A och E för hästar. Dessutom utfördes en enkätundersökning med avsikt att undersöka svenska hästägares användning av vitamintillskott till hästar, och bakomliggande orsaker till inköp av dessa preparat.

Totalt ensilerades 36 rund- och fyrkantsbalar (balvikt 40-64 kg) från samma vall. Grönmassan förtorkades till 30, 50 respektive 65 % ts, pressades och plastades in med tio lager vit sträckfilm och lagrades under 11 månader innan provtagning utfördes. Den botaniska sammansättningen bestod av ängssvingel, timotej och kvickrot. Grönmasse- och ensilageprover analyserades med avseende på vitamin A och E med High Performance Liquid Chromotography (HPLC). Ensilage i fyrkantsbal (ENS) innehöll mest alfatokoferol och betakarotin. Ensilage i fyrkantsbalar hade också högst innehåll av mjölksyra. Ensilage (ENS) i rundbal hade lägre innehåll av både alfatokoferol, betakarotin och mjölksyra samt högre antal jästsvampar än ensilage i fyrkantsbal. Det fanns inga tydliga skillnader mellan de två hösilagen (HS1 och HS2). Förlusterna av alfatokoferol och betakarotin under lagringen var lägst i ensilage (ENS) i fyrkantsbal samt i hösilage (HS2) i rund- och fyrkantsbal. Konservering av vallfoder som ensilage innebar i denna studie således inte större förluster av alfatokoferol och betakarotin än konservering av vallfoder som hösilage. Innehållet av betakarotin i vallfodret i denna studie beräknades kunna täcka betakarotinbehovet hos alla hästkategorier även då det lägsta analyserade värdet användes. Alfatokoferolinnehållet i vallfodret kunde med viss tvekan täcka underhållsbehovet av vitamin E, men inte behovet av vitamin E hos arbetande, högdräktiga, digivande eller växande hästar.

Enkätundersökningen baserades på 1049 hästar från Skåne, Stockholm och Uppland. De mest frekvent förekommande kategorierna var rid-, tävlings- och unghästar. Sommartid fick 45 % av hästarna tillgång till bete under minst 1 till 3 månader och 40 % fick beta mer än 3 månader. Under samma period fick 21 % av de hästar som tilläts bete även tillskott av vitaminer, och 27 % utfodrades med mineralpreparat med tillsats av vitaminer. Under stallperioden fick 62 % av hästarna tillskott av vitaminer och 84,5 % fick vitaminiserat mineralfoder. De två vanligaste orsakerna till användning av vitamintillskott var vid hårfällning på våren och pälssättning på hösten, och det var i första hand B-vitamin som tillfördes i dessa perioder. Enkätundersökningen belyste att det råder förvirring bland svenska hästägare gällande hästars behov av vitaminer och övriga tillskottsprodukters potentiella effekt. Hästägarnas inköp av vitamintillskott påverkades främst av rekommendationer från veterinär, tränare och personlig uppfattning om hästarnas fysiologiska behov. Ett uttryckt behov fanns om mer utbildning kring hästars behov och upptag av vitaminer och vitamintillskottens fysiologiska påverkan.

Enkätundersökningen påvisade att flertalet hästar utfodras med antingen vitaminiserat mineralfoder eller vitaminiserat mineralfoder och vitamintillskott samtidigt. Eftersom brist på betakarotin inte kan antas råda (enligt beräkningen ovan) bör den totala mängden vitamin A i

foderstaten tas i beaktande för att undvika att toxiska nivåer av retinol byggs upp i kroppen. Tillskott av alfatokoferol i form av vitamin E kan dock vara relevant, framförallt till tränande, högdräktiga, digivande och växande hästar.

## INLEDNING

Konserveringsformens inverkan på innehållet av vitamin A och E i vallfoder är ett hittills relativt outforskat ämne. Generellt är uppgifterna om vitaminnivåerna i nutidens svenska grovfoder osäkra, eftersom de data som finns är baserade på utländska eller äldre svenska uppgifter. Existerande information bygger på växtsorter och odlings- och konserveringsmetoder som skiljer sig från dagens grovfoderproduktion. Konservering av vallfoder till hästar i inplastade balar blir vanligare och vanligare, men vetenskaplig kunskap om vitamininnehållet i sådant foder är bristfällig. Samtidigt är hästfodermarknaden översvämmad av olika typer av vitaminpreparat, vars syfte bland annat uppges vara att ersätta de brister som grovfodret har. Avsikten med detta arbete var därför att närmare undersöka hur innehållet av vitamin A och E i vallfoder påverkas av konserveringsformen, samt att undersöka användningen av vitamintillskott hos ett urval svenska hästägare.

## LITTERATURSTUDIE

### Vitaminer

#### Historia

Forskning på vitaminer inleddes under 1800-talets senare hälft. Pasteur (1822 – 1895) påvisade att sjukdomar som nattblindhet, diarré och muskelryckningar kunde bero på vitaminbrist och ”vitaminteorin” började utformas. Under 1900-talets början blev det känt att andra organiska föreningar förutom kolhydrater, proteiner, fetter och salt måste finnas i födan, för att god hälsa ska kunna upprätthållas (McDowell, 1989).

F. G. Hopkins påvisade under 1900-talets första del genom att utfodra gnagare med renad föda, bestående av proteiner, fetter, kolhydrater och oorganiska salter, att syntetiska dieter av den här typen var otillräckliga för en rättas normala tillväxt. När han istället tillsatte en mindre mängd mjölk innehållande naturligt förekommande vitaminer till den syntetiska dieten, utvecklades råttorna normalt (enligt för djurslaget förväntad tillväxt). Hopkins försöksmetod fastställde att det fanns faktorer som var absolut nödvändiga (eller omvänt att det fanns faktorer som fattades i den renade dieten) för att upprätthålla god fysiologisk hälsa. Alla vitaminer kan inte syntetiseras i tillräckliga mängder i kroppen, och för att möta behoven, behöver de tillföras via födan. Brist på vitaminer i födan eller otillräcklig absorption av vitaminer, kan orsaka specifika bristsymptom (Kaneko *et al.*, 1997).

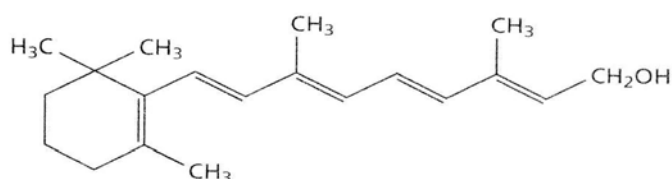
#### Definition

Vitaminer är organiska föreningar som klassificeras enligt kemiska och fysiska egenskaper, såsom fettlöslighet (A, D, E och K) eller vattenlöslighet (B och C). De fettlösliga vitaminerna absorberas och transporteras tillsammans med lipider (Kaneko *et al.*, 1997). De flesta vattenlösliga vitaminer återfinns som komponenter i ko-enzym eller prostetiska grupper och ingår i enzymer. I motsats till de fettlösliga vitaminerna, lagras inga stora kvantiteter vattenlösliga vitaminer i kroppsvävnaderna. De vattenlösliga vitaminerna behöver därför syntetiseras kontinuerligt i kroppen eller tillföras kontinuerligt via födan (McDonald *et al.*, 2002).

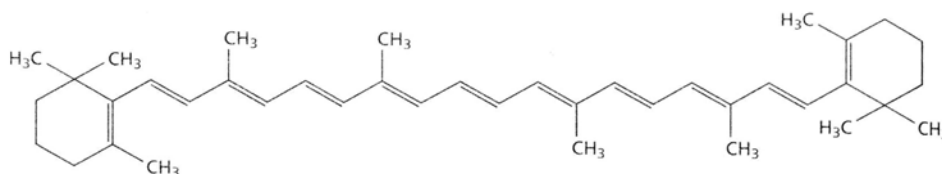


## Vitamin A – kemisk struktur och funktion

Retinol är den aktiva formen av vitamin A och består av en omättad monohydrisk alkohol med fem dubbelbindningar (figur 1). Vitaminet är olösligt i vatten, men är lösligt i fett och olika fettlösliga ämnen samt har en blek, gul och kristallfast form (McDonald *et al.*, 2002). Vitamin A finns i växter som provitamin i form av karotenoider (Butler & Bailey, 1973). Det finns minst 600 naturligt förekommande karotenoider, men endast cirka 50 är förstadie till vitamin A. Karotenoiderna kan delas upp i två huvudgrupper: karotiner och xantophyller (lutein). Bland karotinerna har all-*trans*- $\beta$ -karotin (figur 2) högst biologisk aktivitet, och är kvantitativt den viktigaste formen för omvandling till vitamin A. Två molekyler vitamin A bildas från en betakarotinmolekyl (NRC, 1989; McDonald *et al.*, 2002). En internationell enhet (IE eller IU) av vitamin A motsvarar 0,3  $\mu\text{g}$  retinol, och 1 mg betakarotin är lika med 400 IU vitamin A (NRC, 1989).



Figur 1. Kemisk struktur för vitamin A (retinol) (efter McDonald *et al.*, 2002).



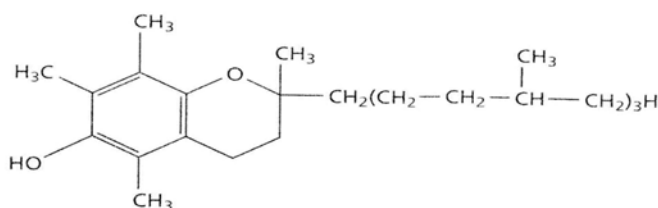
Figur 2. Kemisk struktur för betakarotin (efter Kaneko *et al.*, 1997).

Vitamin A i form av retinol, är viktigt för ögats retinala celler och i kroppens cellulära differentiering vid vävnadstillväxt och reproduktion. Retinol ingår även i immunförsvaret och skyddar epitelvävnader och slemhinne membran från fria radikaler, som produceras vid celldestruktion (Kaneko *et al.*, 1997). I ögat bildas ämnet rodopsin av 11-*cis*-retinal (aldehydformen av vitamin A) tillsammans med proteinet opsin (McDowell, 1989). Rodopsin underlättar energitransport av fotoner till elektrokemiska signaler, som framkallar en serie reaktioner och aktiverar den optiska nervsignalens reaktion till hjärnan. Brist på 11-*cis*-retinal gör att rodopsin inte kan bildas, vilket kan resultera i nattblindhet (Kaneko *et al.*, 1997). Brist på vitaminet hos hästar kan även leda till aptitlöshet, anemi, respiratorisk sjukdom, diarré, reproduktionsproblem, svaghet, dålig hårrem och kroppsarrningar (Lewis, 1994).

## Vitamin E– kemisk struktur och funktion

Vitamin E är ett allmänt namn på en grupp kemiska substanser med liknande aktiva komponenter (Frank, 2004). I dagsläget finns det åtta kända naturligt förekommande ämnen med vitamin E-aktivitet. Dessa har isolerats från växter, och ämnena kan delas in i två grupper; tokoferoler eller tokotrienoler, beroende på om sidokedjan är mättad eller omättad (McDowell, 1989). De fyra mättade formerna kallas alfa-, beta-, delta-, och gammatokoferol.

Den biologiska aktiviteten för olika former av vitamin E har bestämts utifrån deras förmåga att förebygga och häva bristsymtom hos råttor (NRC, 1989). Alfatokoferol har högst biologisk aktivitet av de fyra formerna och är vanligast förekommande i djurvävnad (Kaneko *et al.*, 1997). De tre övriga formerna har en biologisk aktivitet motsvarande 45 % (beta), 13 % (delta), respektive 0,4 % (gamma) av alfatokoferol (McDonald *et al.*, 1995). Skillnader mellan alfa-, beta-, delta- och gammatokoferol ligger i placeringen av och antalet metylgrupper som finns på kromanolringen (Frank, 2004). Det finns tre asymmetriska kolatomer i tokoferolmolekylen, som beroende på kolatomernas läge i molekylen, kan få en *d*- och/eller en *l*-form. Den naturliga formen, som kan isoleras från vegetabilisk olja, är *d*-form i alla de asymmetriska kolatomerna (figur 3) (Swenson & Reece 1993). Tokoferoler som tillhör *l*-formen visar låga eller obefintliga vitaminaktiviteter. *dl*-formen är en blandning av de åtta förekommande isomererna och har medellåg biologisk aktivitet (pers. medd., Krogh Jensen, 2004).



Figur 3. Kemisk struktur för naturligt alfatokoferol, dvs. *d*- (*RRR*)- $\alpha$ -tokoferol (efter Kaneko *et al.*, 1997).

De fyra omättade formerna av vitamin E kallas för tokotrienoler och namnges som alfa-, beta-, delta- och gammatokotrienol. Av dessa är det endast alfa-formen som har signifikant vitamin E-aktivitet, motsvarande 13 % av den biologiska aktiviteten hos alfatokoferol (McDonald *et al.*, 1995).

Vitamin E är en intracellulär antioxidant som skyddar omättade fettsyror i kroppens cellmembran och oxiderbara fodermedel mot fria radikaler (Brigelius-Flohé & Traber, 1999). Vid t.ex. sjukdom utsätts kroppen för stress och produktionen av fria radikaler kan inte längre hållas inom rimliga nivåer. Följden blir att lipider, proteiner och DNA förstörs, vilket kan leda till apoptos eller nekros (pers. medd., Gayler, 2004). Det finns ett antioxidantsamband mellan vitamin E och selen, bland annat i enzymet glutation peroxidase (GSHpx) (Hoekstra, 1975). Vitamin E finns i lipidmembran och GSHpx finns i cellers cytosol och mitokondriers matris (NRC, 1989). Vitamin E och selen kan ersätta varandra eller verka synergistiskt vid tillstånd av oxidativ stress (Wu *et al.*, 1973). Evans & Bishop (1922) påvisade att brist på vitamin E eller selen kan påverka reproduktionen hos råttor, men enligt NRC (1989) finns inga bevis för att vitamin E förbättrar hästarnas reproduktiva förmåga. Däremot är brist på vitamin E hos häst knutet till muskelsjukdom och nedbrytning av hjärnvävnad (Equine Degenerative Myeloencephalopathy) samt nedsatt immunförsvar (Lewis, 1994).

## Hästarnas behov av vitamin A och E

Hästarnas behov och absorptionsförmåga av vitamin A och E är inte speciellt välundersökt, varför vitaminrekommendationer till häst huvudsakligen baseras på forskning på andra djurslag, till exempel råttor (NRC, 1989). Studier på andra djurs vitaminbehov vid hårt arbete indikerar dock att behovet av vitamin E ökar vid hög arbetsintensitet (Frape, 2004). Vid

fysiskt arbete utsätts membranlipider, proteiner, kolhydrater och ribonukleinsyror för oxidation och behovet av antioxidanter (bland annat vitamin E) ökar (Moffarts *et al.*, 2005). Brist på vitamin A hos högrepresterande hästar, som utfodras med grovfoder av god näringsmässig kvalitet, anses däremot tillhöra ovanligheterna (Nankervis & Marlin, 2002).

Hästars vitaminbehov kan uppfyllas via fodret, egen vävnadssyntes och/eller genom ytterligare tillskott. Föl har vid födseln inga vitaminreserver och under tillväxtperioden är vitaminbehovet högt för den vävnadssyntes som sker (Frape, 2004). Under förutsättning att stoet själv har ett tillräckligt stort förråd av vitaminer, får fölet i sig vitamin A, D och E via råmjölken (Lewis, 1994). Lakterande ston har ett högre vitaminbehov än icke-lakterande (Frape, 2004).

## Vitamin A

Vitamin A lagras i levern och enligt NRC (1989) har hästar ett underhållsbehov på 9-18 µg retinol per kg kroppsvikt och dag. Detta motsvarar 72 till 144 µg betakarotin per kg kroppsvikt och dag eller ca 15000 IE A-vitamin per dag för en häst som väger 500 kg (NRC, 1989).

Intag av färskt bete under fyra till sex veckor, kan för en vuxen häst täcka behovet av vitamin A upp till sex månader efter upphörd betesgång. Normalt tar det upp till ett år innan en vuxen hästs förråd fullständigt har tömts på vitamin A (Lewis, 1994). Blakley & Bell (1994) mätte under två års tid betakarotinnivåerna i plasma från 400 kliniskt friska hästar och fann att betakarotinkoncentrationen i plasma var högre under maj till augusti i jämförelse med resten av året. De hästar som enbart åt färskt gräs under sommarmånaderna hade 27 % högre betakarotinkoncentration än hästar som utfodrades med skördat och lagrat foder under samma tidsperiod. Mäenpää *et al.* (1988) upptäckte också att det fanns säsongsmässiga skillnader gällande retinolkoncentrationerna i hästarnas vävnader då ston och föl hölls på bete från juni till oktober och på stall under vintermånaderna (oktober till maj) med tillgång till timotejhö och havre. Stonas plasmavärden för retinol låg på 15 µg/dl under maj månad och steg till 23-28 µg/dl i oktober, varpå värdena sjönk under uppstallningstiden. Fölen hade något lägre plasmavärden än stona, men följde ungefär samma kurva för retinolkoncentration i plasma som sina mödrar. Greiwe-Crandell *et al.* (1995) påvisade att ston som enbart utfodrades med hö och kraftfoder, tömdes på sina retinolreserver inom loppet av två månader (december till januari), medan samma effekt uppstod först efter försöksperiodens åttonde månad hos ston som fick hö och betesgräs.

Samband mellan vitamin A och stons reproduktionsförmåga undersöktes av Ahlswede & Konerman (1980). De fann att ston på bete hade 8-13 gånger högre betakarotinkoncentration i plasma än uppstallade hästar. De ansåg även att betakarotintillskott till uppstallade ston förbättrade hästarnas äggproduktion. Eitzer & Rapp (1985) fann däremot ingen fördel med betakarotintillskott på 400 mg per dag till ston som utfodrades med en foderstat innehållande 70 till 80 mg betakarotin per dag (utan tillskott). Även Peltier *et al.* (1997) studerade om betakarotintillskott påverkade reproduktiv förmåga hos ston som hölls på bete under vår och sommar. Stona injicerades dagligen med 400 mg betakarotin per häst under diestrus. Betakarotinkoncentrationerna i plasma mättes och stämades av mot stonas brunstcykel. Man kom fram till slutsatsen att om stona redan hade ett tillräckligt upptag av betakarotin från fodret, så förbättrades inte stonas reproduktiva förmåga genom extra tillskott.

## Vitamin E

I ett försök att belysa behovet av vitamin E för vuxna hästar utfördes en studie av Ronéus *et al.* (1986), där förhållandena mellan tillförd mängd E-vitamin och uppmätta vävnadskoncentrationer från serum, lever, skelettmuskel och kroppsfett mättes på travhästar. Från studien kunde slutsatsen dras att en fullvuxen travhäst i arbete, som utfodrades med E-vitaminfattigt foder, behövde tillskott av 600 –1800 mg *dl- $\alpha$* -tokoferylacetat per dag. Detta motsvarar för en fullvuxen häst 1,5 – 4,4 mg *dl- $\alpha$* -tokoferylacetat per kg kroppsvikt per dag (Ronéus *et al.*, 1986). Saastamoinen *et al.* (1993) fann att alfatokoferolkoncentrationerna i serum var säsongbetonade, med högre värden under betesperioden, än under vintern i samband med uppstallning (september till maj). Saastamoinen *et al.* (1993) fann även att för att höja högpresterande hästars alfatokoferolnivåer i serum under vinterperioden, behövdes ett tillskott på 3-5 mg alfatokoferol per kg kroppsvikt och dag, med start direkt vid uppstallning på hösten. Mäenpää *et al.* (1988) påvisade också att mängderna alfatokoferol i plasma hos häst varierade i förhållande till säsong. Under betessäsongen (juni till oktober) hade stona högst alfatokoferolvärden i plasma under augusti och september. Under stallperioden utfodrades hästarna med timotejhö och havre och de lägsta halterna av alfatokoferol i plasma uppmättes under april och maj månad.

Föl med brist på vitamin E riskerar att utveckla muskelmyopati och steatit (fettinflammation). Muskelmyopati innebär att fölet föds dödfött, eller att dess hälsotillstånd snabbt försämras efter födseln, och symtomen uppmärksammas som svaghet, stelhet och att bakbenen får en uppstyldt gång. Steatit inträffar oftare hos äldre föl, upp till sju månaders ålder (Lewis, 1994).

## Hästars absorption och metabolism av vitamin A och E

### Vitamin A

Absorptionen av betakarotin är artspezifisk. Råtta, gris, get, får, kanin, buffel och hund klyver betakarotin till retinol direkt i tarmen. Häst, nötdjur, människa och karp absorberar signifikanta koncentrationer av intakt betakarotin från tarmen. Intakt absorberat betakarotin lagras i lever, äggstockar och fettvävnad, vilket ger ett gulare kropps- och mjölkfett. Djur som däremot klyver betakarotinet i tunntarmen har ett vitare fett (Ullrey, 1972). I dagsläget finns inga direkta bevis för att betakarotin är den enda karotenoiden med funktion i hästens ämnesomsättning (Lewis, 1994). Omvandlingseffektiviteten för 1 mg betakarotin hos häst beräknas vara lika med 400 IE retinol (NRC, 1989).

Vitamin A lagras till 90 % i levern, resterande finns i njurarna, fettvävnad, binjuror, lungor och blod. Ombildning av betakarotin till retinol sker i tunntarmens mucosa och omvandlingen sker i två steg:

- 1) enzymet betakarotin-15,15'-dioxigenas katalyserar klyvningen av betakarotin. Detta genererar två molekyler retinalaldehyd, och
- 2) enzymet retinalaldehydreduktas reducerar retinalaldehyd till retinol (McDowell, 1989).

Retinol esterifieras av en långkedjig fettsyra, vanligtvis palmitat, och transporteras via lymfatiska systemet till levern för inlagring som retinylpalmitat (NRC, 1987). Vitaminet står under homeostatisk kontroll och mobiliseras från levern vid metaboliskt behov. När behovet

uppstår hydrolyseras retinylpalmitat tillbaka till retinol. Transport via blodet ut till vävnaderna sker tillsammans med ett specifikt transportprotein (Retinol-binding-protein) som utsöndras från levern (McDowell, 1989).

## Vitamin E

Tokoferoler är precis som karotenoiderna beroende av lymfatiska systemet för transport till levern. I levern görs en urskiljning mellan alfa-, beta-, delta- och gammatokoferol. Alfatokoferol tas upp och lagras, medan de övriga formerna utsöndras i gallan eller via avföring (Devon, 1991). I plasman finns ett specifikt protein; ”hepatic alfa-tokoferol transfer protein” ( $\alpha$ -TTP) (Hosomi *et al.*, 1997). Studier med vitamintillskott till råttor och människa har påvisat att  $\alpha$ -TTP selekterar för upptag av 2R-stereoisomerer, det vill säga alfatokoferoler från växter, groddar och esterifierade alfatokoferoler (Burton *et al.*, 1998; Ingold *et al.*, 1987). Alfatokoferolinnehållet i plasma ligger hos de flesta djurarter kring 1-5  $\mu\text{g/ml}$ . Lever och hjärta innehåller dubbelt så höga koncentrationer, medan koncentrationerna i skelettmuskulerna endast motsvarar hälften av alfatokoferolkoncentrationen i plasma (NRC, 1987).

## Toxicitet

Levern har stor lagringskapacitet och skyddas normalt mot toxiska värden av retinol, genom att retinol ombildas till en mer stabil och mindre giftig esterform som bildar komplex med retinolbindande proteiner. Nedsatt funktion hos bukspottkörtel och av gallsaltsproduktion kan påverka toleransnivåerna, trots att intaget av retinol inte är för högt (NRC, 1987). Ett för högt intag av betakarotin/karotenoider, har inte påvisats ha samma toxiska effekt som retinol. Detta beror på att effekten av ett för högt betakarotinintag, är en mindre effektiv ombildning till retinol (Lewis, 1994). Symtomen på för höga doser av vitamin A hos häst kan vara nedsatt konsumtion och tillväxt, dålig hårrem, anemi, svaghet, koordinationssvårigheter och ökad benstorlek (Lewis, 1994).

Inga studier på häst har hittills fastställt någon toxisk gräns för maximalt intag av vitamin E. Enligt Jansson (2004) ligger maximal toleransgräns för alla hästar på 3000 mg per 100 kg kroppsvikt per dag. Försök på råttor och kycklingar med förhöjda alfatokoferolnivåer orsakade problem med förstorad lever samt hämmad tillväxt. Förhöjda alfatokoferolnivåer hos hund påverkade upptaget av övriga fettlösliga vitaminer negativt (NRC 1987).

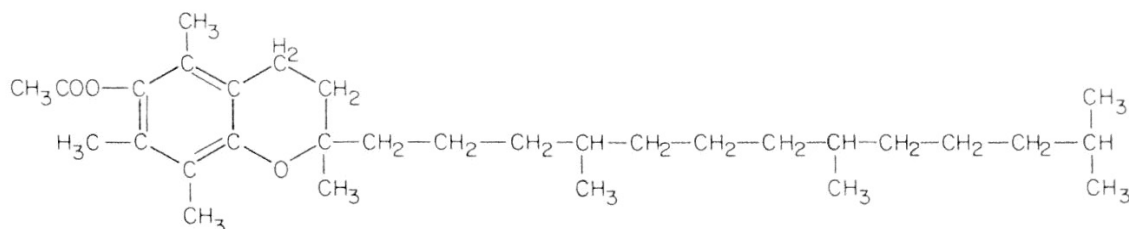
## Tillsats av vitamin A och E i hästfoder

### Vitamin A i syntetisk och ”naturlig” form

De kommersiella formerna för vitamin A är all-*trans*-retinyl palmitat eller all-*trans*-retinylacetat, vilka är identiska med naturligt vitamin A (Krogh Jensen, 2004). De är stabilare än naturligt all-*trans*-retinol och lösligare i oljor (NRC, 1989). Palmitat och acetat används vid kemisk tillverkning och appliceras som ett skal kring retinolmolekylen, vilket förhindrar snabb destruktion av vitaminet under lagring. Spårämnen, till exempel koppar, har en negativ påverkan på vitaminets lagringskapacitet. Vitamin A är känsligt för syre, fukt, spårämnen, pelletering och förvaring och tillverkas huvudsakligen som torkad substans inom foderindustrin (McDowell, 1989).

## Vitamin E i syntetisk och ”naturlig” form

Tre former av alfatokoferol förekommer i foder och tillskott. Kommerciellt används vanligtvis syntetiskt framställt *all-rac- $\alpha$ -tokoferylacetat* (figur 4), som också kallas *dl- $\alpha$ -tokoferylacetat*, i fodermedel (McDowell, 1989; Persson-Waller *et al.*, 2004). 1 mg *dl- $\alpha$ -tokoferylacetat* motsvarar 1 IE hos råttor. Inga studier har genomförts som påvisat att detta värde även är representativt för hästar (NRC, 1989). Syntetiskt vitamin E framställs vid syntes från trimetylhydroquinon och isofytol som har syntetiserats från isoprenoider (McDowell *et al.*, 1996). På grund av alfatokoferolmolekylens stereokemiska förhållande, bildas föreningar med samma strukturformel, fast med olika rymdstruktur. Vid syntetisk framställning av alfatokoferol, uppstår det åtta olika isomera föreningar från grundsubstanserna, och syntetiskt E-vitamin innehåller därmed en ekvimolär blandning av alla åtta isomerer med 12,5 % av varje isomer (Brigelius-Flohé & Traber, 1999). Stereoisomerna har testats på råttor i resorptions- och dräktighetstest, och har olika biologisk aktivitet, men ingen är likvärdig med naturligt alfatokoferol (Weiser & Vecchi, 1982).



Figur 4. Syntetiskt tillverkat alfatokoferol; *all-rac- $\alpha$ -tokoferylacetat* (efter McDowell, 1989).

Naturligt bildade alfatokoferoler finns i växter och alger. De har samma rymdstruktur och betecknas 2'R, 4'R, 8'R eller som *RRR* (Krogh Jensen, 2004). Biologisk aktivitet för naturligt alfatokoferol, *d- $\alpha$ -tokoferol* (kallas även *RRR-tokoferol*), är 1,49 IE/mg (McDowell, 1989). Naturligt alfatokoferol riskerar oxidation (och därmed förlust av sin antioxidativa egenskap) vid förvaring under varma, fuktiga och möjliga förhållanden och ensilering (McDowell, 1989). Härsket fett och vissa mineraler, till exempel järn och vissa spårämnen, kan också påskynda oxidationen av naturligt alfatokoferol (McDowell, 1989; Swenson & Reece, 1993). Till gruppen ”nästan naturligt alfatokoferol” räknas naturligt alfatokoferol, som kemiskt esterfierats med acetat, succinat eller nikotinat, vilket görs för att skydda molekylen från oxidation (Brigelius-Flohé & Traber, 1999; McDowell, 1996). Biologisk aktivitet för *d- (RRR)- $\alpha$ -tokoferol-väte-succinat* är 1,36 IE/mg (McDowell, 1989). Naturligt alfatokoferol extraheras från biprodukter vid raffinering av växtolja via molekylär destillering och genomgår acetylering, för att bilda acetatester (*d- $\alpha$ -tokoferylacetat*) (McDowell, 1989). Processen medför att ”naturligt” esterfierad alfatokoferol inte har någon antioxidativ aktivitet i foder. Alfatokoferolet återupptar aktiv antioxidantstatus när estrarna hydrolyseras i tunntarmen till fritt tokoferol (McDowell *et al.*, 1996).

Studier utförda av Hidioglou *et al.* (1988), Hidioglou & Singh (1990) samt Hidioglou *et al.* (1990) påvisade att får och nötboskap hade högre nivåer av alfatokoferol i serum och vävnader vid utfodring med ”naturlig” form av vitamin E (det vill säga *d*-form), än vid samma dos av syntetisk *dl*-form. Dessa resultat överensstämmer med Meglia (2004), som rapporterade högre alfatokoferolkoncentrationer i plasma hos högdräktiga kor och i råmjölk vid tillskott av *RRR- $\alpha$ -tokoferylacetat*, än vid tillskott med *all-rac- $\alpha$ -tokoferylacetat*. Verkan

av alfatokoferol påverkas förutom av den biokemiska formen, även av vilken ester som tillsätts (Hidioglou *et al.*, 1990; Hidioglou & Charmley, 1991).

Helt naturligt alfatokoferol medför högre koncentrationer i serum och vävnader än esterformerna (McDowell *et al.*, 1996). Smågrisar har svårt för att hydrolysera succinat och acetat från tokoferol med *d*-form och bör utfodras med omodifierat alfatokoferol (Laudridsen *et al.*, 2002). Även unga idisslare har svårigheter att tillgodo göra sig esterformerna (McDowell, 1996). Fler studier behövs för att bättre kunna belysa absorptionsförmågan av *d*- och *dl*-formerna av alfatokoferol hos hästar, särskilt hos föl och unghästar.

### Vitaminpreparat till hästar

I kommersiellt tillverkat foder återfinns vitaminer i olika beredningsformer; pulver, flytande samt pelleterade vitamin- och mineralämnesblandningar. Det finns enkla vitaminpreparat som endast innehåller någon eller några vitaminer, samt multivitaminpreparat, vilka innehåller ett stort antal vitaminer, ofta också med tillsats av spårämnen och mineraler. De flesta färdigproducerade premixerna är preparerade med ett överskott av diverse vitaminer i relation till djurens behov, för att motverka effekten av förluster vid lagring (Trevor-Jones *et al.*, 2003). För stora tillskottskvantiteter av vissa vitaminer kan leda till att behovet ökar av andra vitaminer. De fettlösliga vitaminerna har gemensamma absorptionsmekanismer och tävlar således med varandra, till exempel kan överskott på vitamin A leda till ett ökat behov av vitamin E, D och K (McDonald *et al.*, 2002). Vitamintillskott kan också ges via injektion, men eftersom höga engångsdoser av vitaminer inte kan tas upp på ett effektivt sätt rekommenderas inte detta som ett rutinemässigt utförande (Pilliner 1999; Roneus *et al.*, 1986).

Anledningar till att ge extra vitaminer kan vara:

- Korrigera höga nivåer av vissa föreningar eller näringsämnen som kan binda upp eller störa upptaget av andra ämnen i fodret (McDowell, 1989);
- Förse hästen med specifika näringsämnen för att möta ökat behov vid tillväxt, träning, laktation och reproduktion (Moffarts *et al.*, 2005; NRC, 1989);
- Ersätta förlust av specifika näringsämnen vid vissa sjukdomsstadier (NRC, 1989);
- Förbättra aptiten, motverka stresspåverkan och undvika eventuella konsekvenser från hög arbetsintensitet (Frape, 2004);
- Försäkra ett tillräckligt intag av specifika näringsämnen när tillgången kan vara säsongsbegränsad (Trevor-Jones *et al.*, 2003);
- Motverka förluster av vitaminer vid skörd, behandling, förvaring och blandning av foder (Pilliner, 1999);

Nackdelar med användning av extra vitamintillskott:

- Fodertillskott kan innebära en stor inköpskostnad utan att det nödvändigtvis förbättrar hästens hälsa och prestation. Detta gäller speciellt för vilande hästar eller för hästar i lätt arbete (Trevor-Jones *et al.*, 2003).
- Vitaminer och mineraler arbetar synergistiskt och tillskott i för stora mängder av ett visst vitamin eller mineralämne, kan ge negativt utslag på andra vitaminer och/eller mineraler i födan och medföra en slutgiltig brist (Pilliner, 1999).
- Vitaminförluster i tillskott sker vid förvaring under förhållanden med hög fuktighet, ljus och hög temperatur i samband med syretillgång (McDowell, 1989).

## Faktorer som påverkar vitamininnehållet i vallfoder

De flesta hästar i Sverige är uppstallade under vinterperioden och är beroende av bärgat grovfoder och eventuellt också övriga fodermedel. Eftersom en av de större och mer välgrundade orsakerna till att utfodra extra vitamintillskott kan vara förluster i ordinarie foder under skörd, konservering och lagring, är det av intresse att belysa vad som inverkar på grovfodrets vitamininnehåll. Innehållet av vitaminer i vallfoder beror enligt Ballet *et al.* (2000) på flertalet faktorer:

- växtens genetiska bakgrund (familj, art och sort)
- klimatförhållanden
- botaniskt utvecklingsstadium
- konserveringsmetoder (torkning, ensilering, annan behandling)
- förvaring och lagringsförhållanden

### Växtens genetiska bakgrund

Valet av vallväxter för ensilering kan vara av betydelse för att bibehålla större mängder alfatokoferol i lagrat foder (McDowell *et al.*, 1996). Olsson *et al.* (1955) påvisade att det fanns skillnader i karotininnehållet mellan olika växtarter. Gräs och baljväxter innehöll lika koncentrationer av betakarotin (ungefär 300 mg per kg ts) under tidigt tillväxtstadium, men vid blomningsstadiet hade baljväxter högre betakarotinnivåer än gräsarterna, vilket berodde på växternas blad:stam förhållande (Ballet *et al.*, 2000). Lynch *et al.* (2001) studerade alfatokoferolinnehåll i olika vallväxter och fann att tåtlar (*Holcus spp.*) och lostaarter (*Bromus spp.*) hade signifikant högre alfatokoferolinnehåll än hundäxing (*Dactylis glomerata*) och röd- och vitklöver (*Trifolium spp.*).

Gröna och växande delar av växter innehåller betakarotin och graden av grön färg i grovfodret har använts som ett mått på att indikera mängden betakarotin i hö (Maynard *et al.*, 1979). En mindre svensk studie kunde dock inte påvisa några sådana skillnader för inplastat vallfoder, utan kom till slutsatsen att färgen på ensilaget var relaterat till ts-halten och mängden klöver i grovfodret, och hade inget samband med innehållet av betakarotin (Ovanmo, 1999).

### Klimatförhållanden

Ballet *et al.* (2000) refererade till resultat från flertalet studier som påvisade att oberoende av växtens utvecklingsstadium, innehöll växterna mer betakarotin och alfatokoferol under milda och blöta förhållanden, vilket korrelerades till minskad solljusintensitet. Temperatur och ljus har också påvisats bidra mer till variationen i innehåll av betakarotin än tillgången på vatten (Olsson *et al.*, 1955; Hjarde *et al.*, 1963; Park *et al.*, 1983). Detta påvisades även i Beck & Redmans (1940) studie, där värme och intensivt ljus hade en skadlig påverkan på betakarotininnehållet i klöver. Sänkt temperatur och kortare dagslängd ansågs ha positiv påverkan på blad:stam förhållandet. Bladen tvingades att växa för att absorbera mer ljus för fotosyntes, vilket medförde att innehållet av betakarotin och alfatokoferol ökade då bladen innehöll mer av dessa vitaminer än stammen (Ballet *et al.*, 2000).



## Botaniskt utvecklingsstadium

Både betakarotin- och alfatokoferolnivåerna är som högst i gräs och baljväxter under tillväxtstadiets början fram till axgång respektive knoppning (Ballet *et al.*, 2000). När plantan når mognadsstadiet ökar lignifieringsgraden och bladproduktionen minskar, vilket påverkar koncentrationerna av alfatokoferol och betakarotin negativt (Olsson *et al.*, 1955). Äldre växter kan innehålla hälften av (eller lägre) karotenoidkoncentrationer än yngre växter (McDowell, 1989). Alfatokoferolnivåerna i växter är kopplat till hälsostatus i dess vävnader och kloroplaster (Booth, 1964).

Lynch *et al.* (2001) studerade koncentrationen av naturligt förekommande alfatokoferol i betesgräs och ensilage på Irland. Skördetidpunkterna för ensilaget delades in i tre perioder: maj – juni, juli – augusti och september till tidig oktober. Utöver skördeperioden beaktades även den botaniska sammansättningen, jordmån och lagringstid, men inte användning av ensileringsmedel eller vilken ensileringsmetod som användes. Den faktor som klart inverkad på innehållet av alfatokoferol var skördeperioden. Betesgräs innehöll signifikant högre mängder alfatokoferol än ensilaget ( $P < 0,001$ ) (betet bestod dock inte av samma artsammansättning som ensilaget). Torrsubstanshalt och fermentationsparametrar för ensilaget framkom inte i studien. Det fanns ingen signifikant skillnad i alfatokoferolkoncentration mellan den första och andra skördeperioden. Skillnad noterades däremot mellan de två första skördeperioderna och den tredje skördeperioden, där ensilaget innehöll avsevärt mindre mängder alfatokoferol.

## Metoder för skörd, konservering och lagring

Vitamininnehåll i grovfoder påverkas av hur vallen behandlas vid skörd, lagring och utfodring. Både betakarotin och alfatokoferol kan lätt oxideras, vilket accelereras av ultraviolett strålning och värme. Värme utan tillgång på syre har dock påvisats ha mindre negativ effekt på vitamininnehållet i grovfoder än hög temperatur i aerob miljö (Seshan & Sen, 1942). Förtorkning av grönmassa kan innebära stora förluster av betakarotin. Detta beror på betakarotins långa och omättade sidokedja, som lätt oxideras till biprodukter utan retinolakтивitet (Ballet *et al.*, 2000). Park *et al.* (1983) konstaterade att grönmassa som saltorkats på fält och utsatts för regn, hade lägre betakarotinvärden än material som endast saltorkats. Vid dålig väderlek under torkningsperioden på fält, kan fältförlusterna av betakarotin uppgå till 100 % i form av bladbortfall (NRC, 1989; McDowell, 1989). Ett oxygenasenzym, vilket förekommer i varierande mängder i ett vitt antal växtarter (främst lucern och klöver), bryter ned växtens betakarotin. Oxygenaset aktiveras redan vid slåtter och ökar i intensitet med stigande temperatur och fuktighet, men kan inaktiveras vid temperaturer mellan 80 och 100°C (Kalac & Kyzlink, 1979; Kalac, 1980; Kalac, 1983). I studier från 1980-talet påvisades även att ett lågt pH-värde ökade förlusten av betakarotin i lucern, klöver och majs i aerob miljö, men ingen större effekt noterades för italienskt rajgräs och hundäxing (Kalac & Kyzlink 1980; Kalac 1983).

Vid lagring av hö påverkades betakarotinkoncentrationen. Efter två års förvaring återstod endast 10 % av den ursprungliga mängd betakarotin som fanns vid lagringstidens början (McDowell, 1989). Nadeau *et al.* (2003) undersökte effekten av ensileringsmetod (plansilo, rundbal och tornsilo) och tillsatsmedel på innehållet av alfatokoferol och betakarotin i grovfoder. Två separata skördar visade på likvärdigt resultat om förluster av betakarotin- och alfatokoferolkoncentrationer 3 månader efter ensilering i rundbalar (se tabell 1). Reduktionen

av alfatokoferol var 49 % (från 35 mg till 18 mg alfatokoferol kg<sup>-1</sup> TS) och betakarotin 37 % (från 19 till 12 mg betakarotin kg<sup>-1</sup> TS).

Tabell 1. Litteratursammanställning av betakarotin- och alfatokoferolkoncentrationer i vallväxter/grovfoder

Grovfoder	Betakarotin mg/kg ts	Alfatokoferol mg/kg ts	Referens
Bete spätt	300		Eriksson <i>et al.</i> (1976)
Bete, spätt		129	Hakkarainen & Pehrson (1987)
Grönmassa	43 (15-70)	44 (6-90)	pers. medd., Bernes (2005)
Grönmassa, Timotej/Lucern		70	Hidirouglou <i>et al.</i> (1994)
Grönmassa	196	161	Ballet <i>et al.</i> (2000)
Grönmassa (medelvärde från 3 silos)		40	Sjöberg <i>et al.</i> (2005)
Grönmassa, vitklöver, 1:a skörd (medelvärde för åren 1942-1946)	438 <sup>a</sup>		Olsson <i>et al.</i> (1955)
Grönmassa, vitklöver, 2:a skörd (medelvärde för åren 1942-1946)	269 <sup>a</sup>		Olsson <i>et al.</i> (1955)
Grönmassa, vitklöver, 3:a skörd (medelvärde för åren 1942-1946)	268 <sup>a</sup>		Olsson <i>et al.</i> (1955)
Grönmassa, timotej, 1:a skörd (medelvärde för åren 1942-1946)	238 <sup>a</sup>		Olsson <i>et al.</i> (1955)
Grönmassa, timotej, 2:a skörd (medelvärde för åren 1942-1946)	128 <sup>a</sup>		Olsson <i>et al.</i> (1955)
Grönmassa, timotej, 3:e skörd (medelvärde för åren 1942-1946)	192 <sup>a</sup>		Olsson <i>et al.</i> (1955)
Grönmassa, ängssvingel, 1:a skörd (medelvärde för åren 1942-1946)	247 <sup>a</sup>		Olsson <i>et al.</i> (1955)
Grönmassa, ängssvingel, 2:a skörd (medelvärde för åren 1942-1946)	140 <sup>a</sup>		Olsson <i>et al.</i> (1955)
Grönmassa, ängssvingel, 3:e skörd (medelvärde för åren 1942-1946)	150 <sup>a</sup>		Olsson <i>et al.</i> (1955)
Stående gröda vid 1:a skörd	28	42	Nadeau <i>et al.</i> (2003)
Stränglagd grönmassa, 1:a skörd	32	19	Nadeau <i>et al.</i> (2003)
Stående gröda vid 2:a skörd	25	35	Nadeau <i>et al.</i> (2003)
Stränglagd grönmassa, 2:a skörd	22	42	Nadeau <i>et al.</i> (2003)
Ensilage -rundbalar vid påbörjad lagringsperiod	19	35	Nadeau <i>et al.</i> (2003)
Ensilage - rundbalar efter 3 månaders lagring	12	18	Nadeau <i>et al.</i> (2003)
Gräsenilage		115	Hakkarainen & Pehrson (1987)
Ensilage - rundbal	16 (6-30)	44 (18-90)	pers. medd., Bernes (2005)
Ensilage, hundäxing	104		Kalac (1983)
Ensilage, italienskt rajgräs	137		Kalac (1983)
Ensilage, lucern	75		Kalac (1983)
Ensilage, vitklöver	127		Kalac (1983)
Ensilage, vall	81		Ballet <i>et al.</i> (2000)
Ensilage, 1:a skörd (maj-juni)		9,75 ± 0,94	Lynch <i>et al.</i> (2001)
Ensilage, 2:a skörd (juli-augusti)		9,8 ± 1,07	Lynch <i>et al.</i> (2001)
Ensilage, 3:e skörd (sept-okt)		2,32 ± 0,5	Lynch <i>et al.</i> (2001)
Vitklöver (medelvärde)		1,4 ± 0,39	Lynch <i>et al.</i> (2001)
Rödklöver (medelvärde)		1,01 ± 0,21	Lynch <i>et al.</i> (2001)

Hö, fälttorkat	11 (9-12)	16 (7-30)	pers. medd., Bernes (2005)
Hö, fälttorkat		12	Hakkarainen & Pehrson (1987)
Hö, fälttorkat	36	61	Ballet <i>et al.</i> (2000)
Lucernhö, tidig blom	140	260	NRC (1989)
Lucernhö, full blom	65	11	NRC (1989)
Rödklöverhö, tidig blom	248		NRC (1989)
Rödklöverhö, full blom	208		NRC (1989)
Italienskt rajgräshö, sen återväxt	290		NRC (1989)
Timotejhö, tidig blom	53	13	NRC (1989)
Timotejhö, sen blom	45	18	NRC (1989)

---

a = samlingsvärde för gruppen karotiner och ej specifikt för enskilt betakarotin

## EGEN STUDIE

### Syfte

Syftet med den egna studien var att undersöka hur innehållet av vitamin A och E i vallfoder påverkas av konservering som ensilage eller hösilage, hur väl innehållet av vitamin A och E i ensilage och hösilage teoretiskt kan täcka hästars behov av dessa två vitaminer, samt att få en uppfattning om användningen av vitamintillskott bland svenska hästägare. Undersökningen av innehållet av vitamin A och E i ensilage och hösilage gjordes i ett kontrollerat ensileringsförsök. Resultatet från denna studie utgjorde tillsammans med litteraturuppgifter underlag för beräkningar av i vilken grad hästars behov av vitamin A och E kan täckas av endast vallfoder. Användningen av vitamintillskott undersöktes via en enkätstudie som skickades till ett urval svenska hästägare.

### Ensileringsförsök

#### Material och metoder

Grödan till försöket togs från en permanent gräsvall anlagd på mullrik svartjord i Uppsala. Den botaniska sammansättningen i vallen vid skörd bestod av timotej (*Phleum pratense*), ängssvingel (*Festuca pratensis*) och ca 10 % kvickrot (*Agropyron repens*). Vallen slogs i mitten av juni (2003) med en slåtterkross (Kverneland Taarup 3028). Väderleken vid slåtter och förtorkning var halvklar med uppehåll och svag vind (ca 2 m/s). Medeltemperaturen över dygnet låg kring 13-19°C. Grödan förtorkades till ca 30 % torrsustanshalt (ts) under fyra timmar varpå ensilaget (ENS) pressades. Ungefär 20 timmar efter slåtter vändes resterande grönmassan, och 24 timmar efter slåtter pressades hösilage (HS1) med ca 50 % ts. Därefter vändes kvarvarande grönmassa igen och pressning av hösilage med ca 60 % ts (HS2) genomfördes 33 timmar efter slåtter. Pressning av fyrkantsbalar utfördes med en konventionell glidkolvspress (Welger AP 730, balmått 80 x 48 x 36 cm) och inplastning med en mini-inplastare (Tellefsdal 404 MW). Pressning av rundbalar utfördes med en minirundbalspress (Rollpac R600, ø 57 cm, h 68 cm) och inplastning med en rundbalsinplastare (Trejon IP 250). Sträckfilmen (360 mm bred, Horsewrap, Trioplast) applicerades i tio lager med en försträckning på 70 % och 50 % överlappning mellan varje lager. Totalt ensilerades 36 balar (12 balar per ts-halt, 6 runda och 6 fyrkantiga). Balarna lagrades i skyddad balgård under knappt 11 månader innan öppning och provtagning. Från varje bal togs fem borrhärnor till ett prov för kemisk analys, och fem borrhärnor till ett prov för mikrobiologisk analys. Grönmassan provtogs i fält liggande i sträng. Prov för kemisk analys frystes innan preparering och analys. Prover för mikrobiologisk analys analyserades direkt efter provtagning.

#### Vitamin- och övriga kemiska analyser

Analys av tokoferol och karotenoider i ensilage, hösilage och grönmassa genomfördes hos Dansk Jordbruksforskning på Foulum Research Centre i Danmark. För fullständig metodbeskrivning av vitaminanalyser hänvisas till bilaga 1.

Övriga kemiska analyser utfördes vid Kungsängens servicelaboratorium i Uppsala. Bestämning av ts-halt gjordes genom förtorkning i värmeskåp 20 h i 55°C. Därefter lämnades proverna i rumstemperatur under 24 timmar för ekvibrering med luftens fuktighet. Proverna maldes sedan på en hammarkvarn med 1.0 mm såll och sluttorkades i 103°C under 20 timmar. Askhalten bestämdes genom föraskning i ugn under 3 timmar i 550°C. Neutral detergent fiber (NDF) bestämdes enligt Chai & Udén (1998), vilket innebar inkubering i 20 timmar med ND-lösning vid 85°C. 100 % ND-lösning användes, utan amylas eller natriumsulfit. NDF-halten beräknades på askfri bas. Råprotein (N x 6.25) bestämdes enligt Kjeldahl-metod med koppar som katalysator (Nordisk Metodikkommitté för livsmedel, 1976). pH-värden mättes med en pH-meter (Metrohm 654) med standardelektrod, som kalibrerats med lösningar för pH 4 och pH 7. HPLC- (High Performance Liquid Chromatography) analys av organiska syror, etanol och 2,3-butandiol utfördes enligt Andersson & Hedlund (1983) på pressvätska från ensilage och grönmassa, spädd 1:1 med destillerat vatten. Mängden vattenlösliga kolhydrater (WSC) bestämdes enzymatiskt efter sur hydrolys enligt Larsson & Bengtsson (1983).

### Mikrobiologiska analyser

Prover för mikrobiologisk analys togs ut aseptiskt från ensilage- och hösilagebalar med avflammad ensilagebör. Prover på 50 g tillsattes 450 ml autoklaverad Ringerlösning (1/4 styrka, Merck KgaA) och bearbetades i Stomacher, 2 x 60 sekunder på normalfart. Jäst- och mögelsvampar odlades aerobt på maltextraktagar i 30°C. Jäst lästes av efter 2 dygn och mögel efter 5 dygn. Klostridier inkuberades anaerobt på RCM-agar (red Reinforced Clostridial Medium) i 37°C och räknades efter 7 dygn. Enterobakterier gjöts in i VRBD- (Violet Red Bile Glucose) agar och inkuberades fakultativt aerobt (i tillslutna plastpåsar) under 2 dagar i 37°C. Mikrobiella analysmetoder valdes enligt Carlisle (1984) och Seale *et al.* (1986).

### Statistisk bearbetning

Variansanalys utfördes i SAS med GLM procedur (SAS Institute 6.12, SAS Inc. USA). Ts-halt, balform och samspel mellan ts-halt och balform testades. Behandlingarnas medelvärden prövades med t-test (Milton, 1992) och resultat där  $P < 0.05$  betraktades som signifikant skilda.

## Resultat och diskussion

Analysresultat för grönmassa redovisas i tabell 2. Det fanns inga stora skillnader mellan grönmasseproverna i kemisk sammansättning eller innehåll av alfatokoferol och betakarotin.

Tabell 2. Kemisk analys av grönmassa för ensilage (ENS) och hösilage (HS1 och HS2). Analysvärden anges i g eller mg/kg torrsubstans (TS)

	ENS n=1	HS1 n=1	HS2 n=1
Torrsubstans, g/kg	319	433	596
Aska, g /kg TS	69.4	71.8	63.6
Råprotein, g/kg TS	127.2	145.2	110.2
Lättlösliga kolhydrater, g/kg TS	124.8	117.5	141.0
Neutral detergent fiber, g/kg TS	586.1	574.1	595.6
Alfatokoferol, mg/kg TS	74	68	53
Gammatokoferol, mg/kg TS	4	1	-
Betakarotin, mg/kg TS	50	53	31
Lutein, mg/kg TS	153	211	138

Analysresultat för ensilage och hösilage redovisas i tabell 3. Skillnaden i ts-halt mellan HS1 och HS2 var signifikant men liten, vilket också medförde att fermentationsmönstret mellan HS1 och HS2 inte uppvisade några skillnader för de båda hösilagen. Det fanns däremot skillnader i fermentationsmönster mellan ensilaget (ENS) och de båda hösilage typerna (HS1 och HS2). ENS fyrkantsbal hade högst innehåll av mjölksyra, högst innehåll av alfatokoferol och betakarotin och lägst antal jästsvampar jämfört med alla andra behandlingar (tabell 3). Variationen i innehåll av alfatokoferol och betakarotin inom varje behandling var stor, variationskoefficienten (standardavvikelsen dividerat med medelvärdet) var som lägst 16 % (alfatokoferol i HS2) och som högst 81.5 % (betakarotin i HS1). Mängden alfatokoferol och betakarotin som fanns kvar efter konservering och lagring redovisas i tabell 4. Både för alfatokoferol och betakarotin var förlusterna lägst i ENS fyrkantsbal och HS2 rund- och fyrkantsbal. Resultaten i denna studie kan därmed inte tolkas som att konservering som ensilage ger större förluster av alfatokoferol och betakarotin än konservering som hösilage, eller tvärtom. Däremot tenderar det högre mjölksyrainnehållet och det lägre antalet jästsvampar i ENS fyrkantsbal, påvisa vikten av en god fermentation (i ts-halter som medger någon fermentation) för bevarandet av naturligt förekommande alfatokoferol och betakarotin i vallfoder.

Lutein och gammatokoferol återfanns i högre halter efter fermentation än i grönmassa, med högst värden i ENS fyrkantsbalar. Mängden gammatokoferol var dock liten, och har endast 0.4 % av den biologiska aktivitet som alfatokoferol har (McDonald *et al.*, 1995). Brist på referenser medför tolkningssvårigheter av resultaten för lutein, t ex om betakarotin kan omvandlas till lutein under lagringen. Variationskoefficienten för lutein var hög, 51,8 % för ENS, 73,1 % för HS1 och 21,2 % för HS2.

Tabell 3. Kemisk och mikrobiologisk analys av ensilage (ENS) och hösilage (HS1 och HS2) i g eller mg/kg torrrsubstans (TS) samt i kolonibildande enheter (CFU) per g foder. Rund = rundbal, Fyrkant= fyrkantsbal

Parameter	ENS Rund	ENS Fyrkant	HS1 Rund	HS1 Fyrkant	HS2 Rund	HS2 Fyrkant	S.E.M.	Signifikansnivå
Torrsubstans, g/kg	286.4 <sup>a</sup>	283.4 <sup>a</sup>	507.1 <sup>b</sup>	502.6 <sup>b</sup>	577.1 <sup>c</sup>	551.1 <sup>c</sup>	14.2	<i>P</i> < 0.05
Aska, g/kg TS	84.4 <sup>a</sup>	88.5 <sup>a</sup>	79.1 <sup>a</sup>	80.4 <sup>a</sup>	75.8 <sup>b</sup>	74.3 <sup>b</sup>	2.87	<i>P</i> < 0.05
WSC, g/kg TS	11.9 <sup>a</sup>	8.1 <sup>a</sup>	47.4 <sup>b</sup>	65.3 <sup>c</sup>	55.3 <sup>b,c</sup>	65.6 <sup>c</sup>	5.12	<i>P</i> < 0.05
pH	5.23 <sup>a</sup>	5.08 <sup>a</sup>	5.58 <sup>b</sup>	5.43 <sup>b</sup>	5.47 <sup>b</sup>	5.55 <sup>b</sup>	0.06	<i>P</i> < 0.05
Bärnstenssyra, g/kg TS	17.4 <sup>a</sup>	15.7 <sup>a</sup>	3.0 <sup>b</sup>	3.9 <sup>b</sup>	2.3 <sup>b</sup>	2.5 <sup>b</sup>	1.11	<i>P</i> < 0.001
Mjölksyra, g/kg TS	28.6 <sup>a</sup>	37.3 <sup>b</sup>	2.0 <sup>c</sup>	4.2 <sup>c</sup>	1.4 <sup>c</sup>	1.4 <sup>c</sup>	2.27	<i>P</i> < 0.05
Ättiksyra, g/kg TS	14.3 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	2.4 <sup>b</sup>	2.8 <sup>b</sup>	2.1 <sup>b</sup>	1.9 <sup>b</sup>	0.88	<i>P</i> < 0.001
Propionsyra, g/kg TS	1.7 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	0.7 <sup>b</sup>	0.7 <sup>b</sup>	Nd	0.6 <sup>b</sup>	0.36	<i>P</i> < 0.05
2,3-butanediol, g/kg TS	36.7 <sup>a</sup>	33.3 <sup>a</sup>	1.3 <sup>b</sup>	3.0 <sup>b</sup>	1.0 <sup>b</sup>	0.7 <sup>b</sup>	4.68	<i>P</i> < 0.01
Etanol, g/kg TS	34.4 <sup>a</sup>	31.3 <sup>a</sup>	23.9 <sup>b</sup>	19.6 <sup>b,c</sup>	16.2 <sup>c</sup>	18.4 <sup>b,c</sup>	2.01	<i>P</i> < 0.05
Smörsyra, g/kg TS	1.6	2.9	Nd	0.3	Nd	0.7	1.49	Ns
Alfatokoferol, mg/kg TS	31.9 <sup>a,c</sup>	42.5 <sup>b</sup>	26.8 <sup>a,c</sup>	24.9 <sup>a</sup>	33.6 <sup>c</sup>	32.3 <sup>a,c</sup>	2.65	<i>P</i> < 0.05
Gammatokoferol, mg/kg TS	4.9 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>	2.2 <sup>b</sup>	1.4 <sup>b</sup>	2.0 <sup>b</sup>	0.89	<i>P</i> < 0.05
Betakarotin, mg/kg TS	20.6 <sup>a,c</sup>	44.4 <sup>b</sup>	20.8 <sup>a,c</sup>	10.3 <sup>c</sup>	27.1 <sup>a</sup>	26.1 <sup>a</sup>	4.98	<i>P</i> < 0.01
Lutein, mg/kg TS	182.7 <sup>a</sup>	361.6 <sup>b</sup>	124.3 <sup>a,c</sup>	51.9 <sup>c</sup>	148.4 <sup>a</sup>	160.6 <sup>a</sup>	30.18	<i>P</i> < 0.001
Jäst, CFU/g foder	1.9x10 <sup>6 a</sup>	3.8x10 <sup>5 b</sup>	2.3x10 <sup>6 a</sup>	1.1x10 <sup>6 a,b</sup>	1.7x10 <sup>6 a</sup>	1.8x10 <sup>6 a</sup>	4.1x10 <sup>5</sup>	<i>P</i> < 0.05
Mögel, CFU/g foder	3.4 x10 <sup>3</sup>	2.8x10 <sup>2</sup>	1.7x10 <sup>3</sup>	Nd	Nd	Nd	1.6x10 <sup>3</sup>	Ns
Klostridier, CFU/g foder	2.8x10 <sup>4 a</sup>	2.3x10 <sup>4 a</sup>	2.2x10 <sup>1b</sup>	2.7x10 <sup>2 b</sup>	2.8x10 <sup>1 b</sup>	2.8x10 <sup>1b</sup>	7.7x10 <sup>3</sup>	<i>P</i> < 0.05
Enterobakterier, CFU/g foder	4.8x10 <sup>6</sup>	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	1.6x10 <sup>6</sup>	Ns

Olika bokstäver inom samma rad anger signifikant skillnad.

Ns = Ej signifikant

Nd = Ej detekterad (under detektionsgränsen)

Tabell 4. Procent alfatokoferol och betakarotin (av initialt innehåll) kvar efter konservering och lagring, i ensilage (ENS) och hösilage (HS1 och HS2) i rundbalar (rund) och fyrkantsbalar (fyrkant)

	ENS rund	ENS fyrkant	HS1 rund	HS1 fyrkant	HS2 rund	HS2 fyrkant	S.E.M.	Signifikansnivå
Alfatokoferol, %	43 <sup>a</sup>	57 <sup>b</sup>	39 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>	63 <sup>b</sup>	61 <sup>b</sup>	4.03	<i>P</i> < 0.05
Betakarotin, %	41 <sup>a</sup>	88 <sup>b</sup>	39 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	87 <sup>b</sup>	84 <sup>b</sup>	11.63	<i>P</i> < 0.05

Olika bokstäver inom samma rad anger signifikant skillnad.

## Möjlighet att täcka hästars behov av vitamin A och E med enbart vallfoder

Resultaten från vitaminanalyserna kan tjäna som exempel för att belysa hur väl grovfodrets vitamininnehåll kan täcka underhållsbehovet av vitamin A och E hos hästar. Vitamin A uppges i enheten IE vid beräkning av hästars behov. För att kunna uppskatta mängden vitamin A måste betakarotin omräknas till vitamin A. 1 mg karotin motsvarar 400 IE vitamin A (Jansson, 2004). Nedan har beräkningar gjorts baserade på en vuxen häst på 500 kg.

Enligt NRC (1989) beräknas behovet för vitamin A (IE/dag):

Underhåll:	30 IE/dag per kg kroppsvikt	= 15000 IE/dag
Dräktigt och lakterande sto:	60 IE/dag per kg kroppsvikt	= 30000 IE/dag
Övriga hästar:	44-46 IE/dag per kg kroppsvikt	= ca 22500 IE/dag

Ett spätt bete genererar 300 mg betakarotin/kg ts (Eriksson *et al.*, 1976), vilket resulterar i 120 000 IE vitamin A per kg ts bete. Mängden betakarotin i betet täcker mer än väl det dagliga behovet av vitamin A för samtliga hästkategorier.

Ensilaget (ENS) och de två hösilagen (HS1 och HS2) som ingick i den egna studien, innehöll 10,3 - 44,4 mg betakarotin/kg ts. Detta motsvarar 4120 - 17760 IE vitamin A per kg ts. Baserat på mängden betakarotin som fanns i dessa foder, borde det dagliga behovet för alla hästkategorier kunna täckas av endast vallfoder. Ett dagligt intag av ca 7 kg ts av hösilaget med det lägsta analyserade innehållet av betakarotin krävs för att täcka behovet av vitamin A hos ett lakterande sto, som har det högsta behovet av hästkategorierna. Övriga hästar kan täcka sitt behov av vitamin A med detta vallfoder genom att dagligen äta 3,5-5,5 kg ts.

Vitamin E kan återges både i mg/kg ts och IE/kg ts. För IE multipliceras alfatokoferolinnehållet i fodret med faktorn 1,49 (Spörndly, 2003).

Enligt Jansson (2004) beräknas behovet för vitamin E (mg/dag):

Underhåll, lätt till medelhårt arbete:	75 mg/dag per 100 kg kroppsvikt	= 375 mg/dag
Hårt arbete:	200 mg/dag per 100 kg kroppsvikt	= 1000 mg/dag
Dräktigt och lakterande sto:	120-160 mg/dag per 100 kg kroppsvikt	= ca 700 mg/dag
Tillväxt:	160 mg/dag per 100 kg kroppsvikt	= 800 mg/dag

Spätt bete innehåller 129 mg alfatokoferol/kg ts (Hakkarainen & Pehrson, 1987). En 500 kg häst på underhållsfoderstat uppfyller utan svårigheter sitt dagliga behov av vitamin E på ett sådant bete genom att äta ca 3 kg ts. En häst i hårt arbete behöver äta ca 7,5 kg ts bete för att täcka sitt E-vitaminbehov med enbart betesgräs.

Ensilaget (ENS) och de två hösilagen (HS1 och HS2) i den här studien innehöll 24,9 - 42,5 mg alfatokoferol per kg ts. För att täcka underhållsbehovet av vitamin E för en häst med en levande vikt på 500 kg med det vallfoder som hade det lägsta analyserade innehållet av alfatokoferol krävs minst 15 kg ts. Konsumtionsförmågan för grovfoder hos en vuxen häst beräknas vara 2.5 % av kroppsvikten (Jansson, 2004), dvs i detta fall 12.5 kg ts. Detta är dessutom den hästkategori som har lägst behov av vitamin E, varför endast grovfoder inte kan anses vara tillräckligt för att tillgodose behovet av vitamin E hos någon hästkategori, åtminstone inte med ledning av de analyserade värden för vitamin E som framkommit i denna studie.



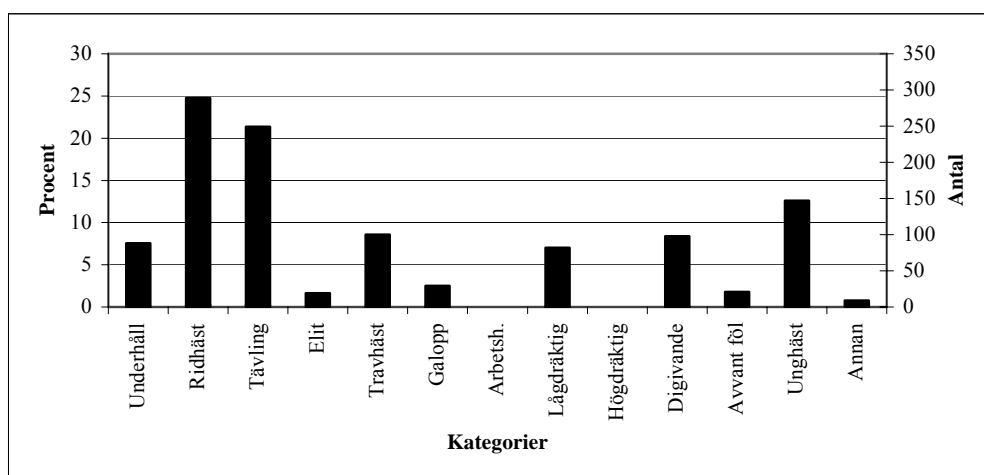
## Enkätstudie

### Material och metoder

En enkät (bilaga 2) med tillhörande följebrev (bilaga 3) utformades och skickades till ca 150 hästägare i Uppsala, Stockholm och Skåne län. De utvalda hästägarna/hästanläggningarna var ridklubbar anslutna till Svenska Ridsportförbundet, medlemmar i Svenska Hästavelsförbundet och ett urval av lantbruksföretag med hästanknytning. Besvarade enkäter behandlades anonymt och sammanställdes med hjälp av datorprogrammet Microsoft Excel.

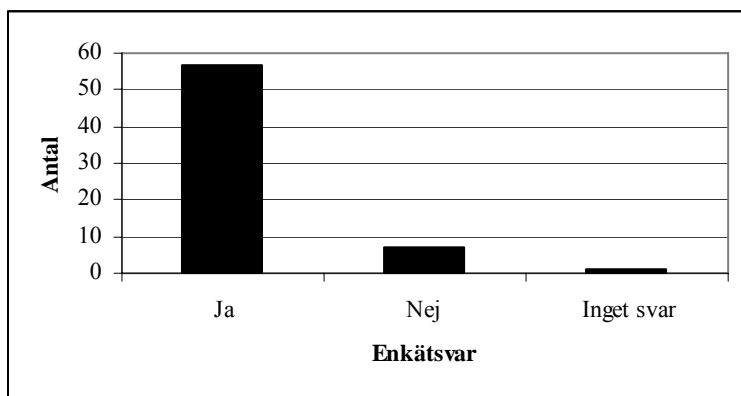
### Resultat

Svarsfrekvensen var 43 %. Enkätstudien omfattade totalt 1131 hästar vilka indelades i kategorier efter varierande typ av arbete eller användningsområde (figur 5). På grund av brist på tydliga svar för alla 1131 hästar, kan inte resultaten redovisas för samtliga hästar, utan de följande sammanställningarna är baserade på 1049 hästar. Majoriteten av hästarna som ingick i undersökningen var rid-, tävlings- och unghästar.



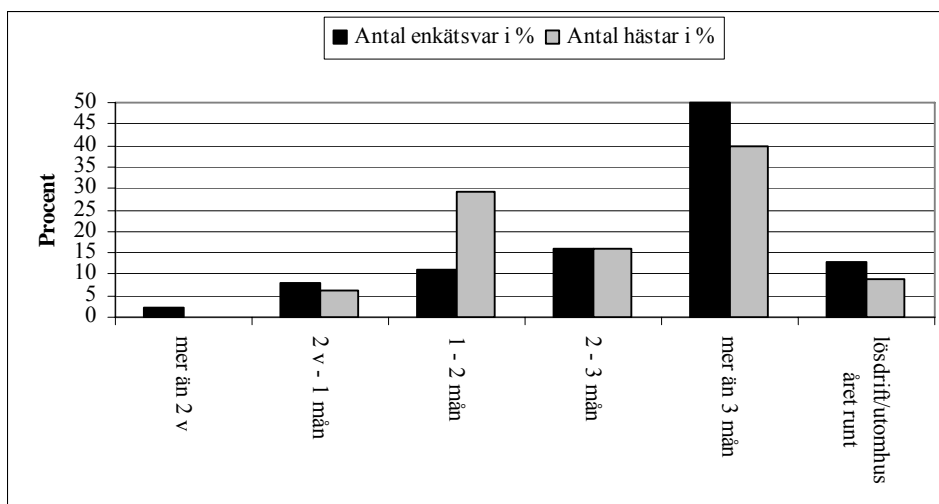
Figur 5. Fördelning av hästarna i olika kategorier.

Enkättagarna tillfrågades om deras hästar släpptes på bete någon gång under sommarhalvåret. På frågan svarade 88 % ja (57 st) och 11 % nej (7 st) (figur 6).



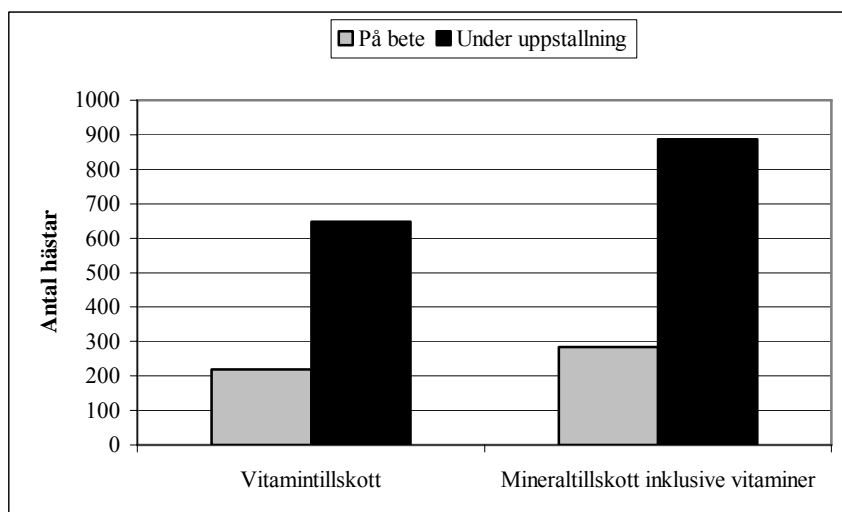
Figur 6. Enkättagarnas svar på frågan om deras hästar släpptes på bete sommartid.

Den genomsnittliga betesperioden redovisas i figur 7. Resultaten från enkätsvaren visade att 2 % tillät sina hästar mindre än 2 veckors bete och 8 % hade hästar på bete 2 veckor till 1 månad. Betet utnyttjades under minst 1 till 2 månader av 11 % som svarade på enkäten, medan 16 % tillät hästarna en betesperiod på 2 till 3 månader. Omkring 50 % av dem som svarade på frågan hade hästar på bete under mer än 3 månader. Resterande 13 % hade hästar på lösdrift eller utomhus året om och klassificerades inte enligt frågan ställd i enkäten som aktivt betande, då betesperioden inte framkom för dessa hästar.



Figur 7. Procentuell fördelning över genomsnittlig betesperiod, baserat dels på antal enkätsvar och dels på antalet hästar.

Av hästarna fick 21 % (218 st) vitamintillskott under betesperioden och 27 % (284 st) utfodrades med mineralfoder innehållande vitaminer. Många hästar fick alltså både vitaminiserat mineralfoder och vitamintillskott samtidigt på betet. Under uppställningsperioden fick 62 % (647 st) vitamintillskott och 84,5 % (887 st) vitaminiserat mineralfoder (figur 8).



Figur 8. Antalet hästar som fick vitamintillskott eller vitaminiserat mineralfoder på bete sommartid samt under uppställningsperioden.

Enkättagarna tillfrågades om de hade utfört analys på näringsvärdet av grovfodret som de använde till sina hästar under stallperioden. Medelvärde för ts-halt, energi, smältbart råprotein, kalcium, fosfor, magnesium och kalium beräknades för de 21 analyser som bifogades med enkäten och redovisas i tabell 6.

Tabell 6. Sammanställning av de 21 bifogade analyser av näringsvärdet på enkättagarnas grovfoder

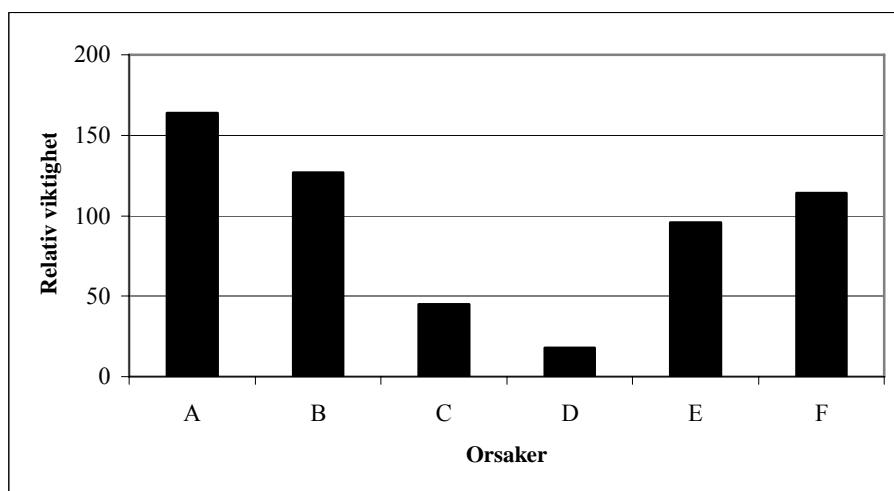
	Inplastat vallfoder (12 st)		Hö (9 st)	
	medelvärde	min- och maxvärde	medelvärde	min- och maxvärde
Ts-halt %	62	48 - 71	84	84 - 84
g smältbart råprotein /kg ts	58,3	25 - 107	32,4	19 - 42
Energi MJ/kg ts	9,5	5,7 - 11	8,8	8,2 - 10,5
Ca g/kg ts	3,5	1,2 - 7,6	2,8	1,8 - 6,2
P g/kg ts	1,9	0,95 - 3,2	1,5	0,95 - 1,8
Mg g/kg ts	1,2	0,5 - 1,9	0,83	0,36 - 1,2
K g/kg ts	16,8	7,8 - 30,6	13	9,2 - 21

På frågan om enkättagarna använde sig av olika vitamintillskott till olika hästkategorier, svarade 42 % ja, medan 57 % svarade nej. Av de som svarade ja och valt att kommentera frågan, var huvudorsakerna ”hästar på tillväxt” och ”hög arbetsintensitet”. En svarade att de använde samma sorts vitamintillskott till alla sina hästar, men gav olika stora doser beroende på hästkategori.

De bakomliggande orsakerna till varför enkättagarna använde vitamintillskott till sina hästar besvarades av 42 st (figur 9). Frågan erbjöd sex möjliga svarsalternativ vilka var numrerade med 1 för det viktigaste svarsalternativet. Sammanställningen är baserad på viktning, dvs varje enkättagares svar beaktades likvärdigt, oavsett antalet hästar som ett enkätsvar representerade. De två vanligaste orsakerna till att ge vitamintillskott var vid hårfällning på våren och pälssättning på hösten. Svaren indikerade att det rörde sig om B-

vitamintillskott. Den tredje viktigaste orsaken var ”Annan orsak” och anledningarna som gavs var följande (antal som givit samma svar inom parentes):

- brunst på ston inför betäckning (5)
- diande och/eller avvanda föl (3)
- digivande ston (2)
- tävlingshästar vid hård ansträngning (2)
- rekommendation från veterinär (2)
- E-vitamin för muskelsättning (2)
- hästens specifika behov (2)
- unghästar (2)
- sjukdom/konvalescens (2)
- behov efter håranalysbestämning
- E-vitamin till äldre hästar
- B-vitamin mot sommareksem
- behov uppmätt efter blodprovstagning
- biotin till hovar
- hingst
- extrem tillväxtperiod
- slentrian
- att uppnå balans i foderstaten

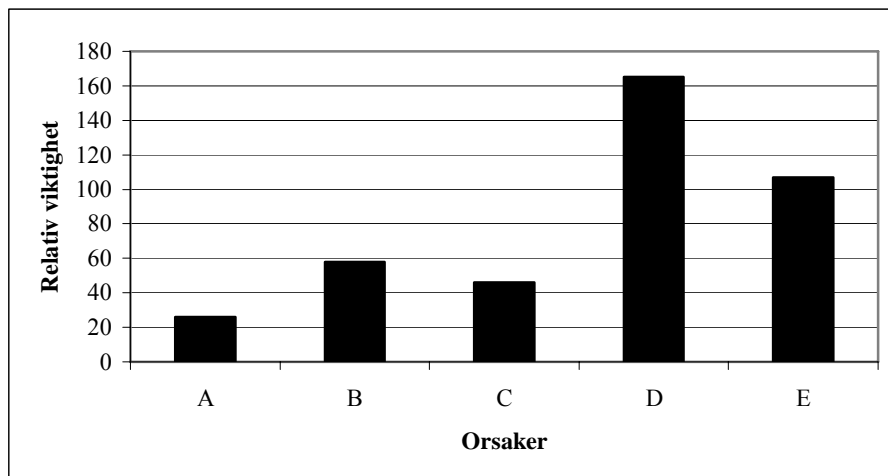


Figur 9. Redovisning av orsaker till varför de tillfrågade hästägarna använde vitamintillskott. A = Vid hårfällning på våren, B = Vid pälssättning på hösten, C = Perioder då utfodringen endast består av grovfoder (bete, hö, hösilage, ensilage), D = osäkerhet över sommarbetes kvaliteten, E = Använder alltid vitamintillskott i utfodring oavsett årstid och F = annan orsak.

Frågan om vilka orsaker som påverkade inköpet av vitamintillskott besvarades av 41 deltagare med minst ett svarsalternativ (figur 10). Det fanns fem möjliga faktorer angivna. De huvudsakliga faktorerna som påverkade hästägarnas inköp av vitamintillskott var ”hästarnas fysiologiska behov” och ”rekommendationer från andra t.ex. veterinär och tränare”. Frågan var utformad på så sätt att det inte gavs någon möjlighet till att vidare undersöka vilka kunskaper som låg bakom dessa beslut. Andra orsaker som uppgavs påverka inköpet av vitamintillskott var:

- priset

- ätbarhet och innehåll
- behov efter håranalysbestämning
- ekologiska produkter utan kemiska tillsatser



Figur 10. Redovisning av orsakerna som påverkade enkätdeltagarnas inköp av vitamintillskott. A = Utseendet på förpackningen, B = Fabrikatet, C = Foderförsäljaren och ryktestilltro, D = Inköp av vitamintillskott sker efter hästarnas fysiologiska behov och E = Rekommendationer från andra (veterinär, tränare etc).

I enkäten gavs det möjlighet för enkätdeltagarna att framföra sina egna synpunkter på användningen av vitamintillskott till hästar. Av 65 besvarade enkäter lämnade 25 st kommentarer;

- 9 st ansåg sig tveksamma till användning
- 3 st hade frågor om vitaminer;
  - ✓ svårt att veta hur hästen tar upp vitaminerna?
  - ✓ effektiviteten av tillskottspreparaten?
  - ✓ hästars egentliga behov?
  - ✓ pris i relation till effekten?
  - ✓ ADE-vitaminers funktion för musklers uppbyggnad?
- 1 st använde vitamintillskott rutinmässigt/slentrian
- 1 st använde vitamintillskott då basfodret misstänktes ha för lågt innehåll
- 5 st använde vitamintillskott till speciell hästkategori/situation
- 4 st hade synpunkter på marknadens utbud
- 3 st hade missförstått frågan/svarat på annat som ej handlade om vitaminer

#### Slutsatser - enkätstudie

- Två femtedelar (40 %) av hästarna fick i genomsnitt gå på bete mer än 3 månader sommartid. Lite mindre än hälften (45 %) fick tillgång till bete under 1 till 3 månader och 9 % av hästarna befann sig i lösdriftsystem året runt. Av dem som gick på bete, fick 21 % vitamintillskott sommartid och 27 % vitaminiserat mineralfoder.

- Av de hästar som tillhörde tävlings-, elit-, galopp- och travkategorin (394 st) fick 82 % bete under 2 veckor till 1 månad under sommarsäsongen. Samtidigt utfodrades 9 % av dessa hästar med någon form av tillskott.
- Under stallperioden fick 62 % (647 st) av hästarna i studien vitamintillskott och 84,5 % (887 st) vitaminiserat mineralfoder. De bifogade analysrapporterna av vallfodrets näringsinnehåll påvisade att det botaniska utvecklingsstadiet var relativt sent vid skörd.
- 42 % av enkättagarna använde sig av olika vitamintillskott beroende på hästkategori och 16 st använde alltid vitamintillskott oavsett årstid. De vanligaste orsakerna till varför man använde preparaten, var hårfällning och pälssättning, och i dessa fall rörde det sig om B-vitamintillskott.
- Enkättagarna hade många frågor kring hästarnas behov av vitamintillskott och dessa vitaminers fysiologiska funktioner. Många upplevde förvirring kring hästarnas behov och det stora utbudet av tillskott som finns ute på marknaden. Flertalet enkättagare efterlyste mer utbildning i ämnet.

## DISKUSSION

Litteraturvärdena i tabell 1 visar på varierande innehåll av alfatokoferol och betakarotin i vallfoder från olika studier. Skillnaderna beror delvis på att studierna har genomförts på olika sätt och olika analysmetoder har använts. Variationen i försöksmetoderna medför svårigheter att jämföra resultaten. Tydligare beskrivning av försöksupplägg och det analyserade materialet samt standardisering av analysmetoder i framtida studier efterlyses för att underlätta tolkning av resultaten. Hakkarainen & Pehrson (1987) redovisade inte ensileringsmetod, ts-halt, botanisk sammansättning eller antal uttagna prover. Kalac (1983) använde sig av endast bladen och utförde sina försök i små försökssilor med tillsatsmedel, ibland under aeroba förhållanden.

Nadeau *et al.* (2003) och Spörndly (2003) refererade till Eriksson *et al.* (1976), som i sin tur uppgav att: ”värdena är hämtade från litteraturen och är osäkra i flertalet fall, eftersom det endast har gjorts ett fåtal bestämningar. Variationen kring de angivna värdena är i många fall betydande.” Någon referens återfanns inte för tabellvärdenas ursprungliga härkomst. Det är därför svårt att bedöma om tabellvärdena i Eriksson *et al.* (1976) kan anses vara giltiga för det foder som används i nuläget.

Nadeau *et al.* (2003) redovisade ts-medelvärde för ensilage på 32 % ts och klöverandel för första och andra skörd (43 % respektive 64 % av ts), men vilken sorts klöver det rörde sig om, eller övrig botanisk sammansättning framgick inte. Syftet var att jämföra vitaminkoncentrationerna i ensilage från tornsilo, rundbal och plansilo. Svårigheten med ett sådant försök är att jämföra och tyda olikheter mellan de tre ensileringsformerna, eftersom försöket utfördes på olika gårdar med olika förutsättningar. Efter tre månaders lagring i samma studie återstod cirka 51 % alfatokoferol respektive 63 % betakarotin i rundbalarna jämfört vid påbörjad lagringsperiod. Balarna i den egna studien lagrades under 11 månader. ENS fyrkantsbal och HS2 skiljde sig signifikant från de övriga ts-halterna med högre värden av alfatokoferol och betakarotin efter konservering och lagring. ENS fyrkantsbal och HS2 innehöll ungefär 60 % av grönmassans alfatokoferolkoncentration, medan ENS rundbal och HS1 innehöll 40 %. I ENS fyrkantsbal och HS2 återstod också mer betakarotin (86 % av grönmassans innehåll) och i ENS fyrkantsbal och HS1 återfanns i genomsnitt 33 % av samma vitamin.

Trots geografisk skillnad, med ett försök utfört i Norrland och det andra i Västergötland, så var innehållet av betakarotin och alfatokoferol i vallfoder från Bernes (pers. medd., 2005) respektive Nadeau *et al.* (2003) relativt lika i de båda studierna. Det ensilerade grovfodret i den egna studien hade något högre halt av betakarotin än vad Bernes (pers. medd., 2005) och Nadeau *et al.* (2003) redovisade, trots att inga växtsorter med dokumenterat högt betakarotininnehåll ingick. Vitklöver har enligt litteraturen höga värden av betakarotin i stående gröda (Olsson *et al.*, 1955). Både Nadeau *et al.* (2003) och Bernes (pers. medd., 2005) använde sig av vallfoder med inslag av klöver. Det oxygenasenzym som finns i klöver (Kalac, 1983) är en möjlig faktor som påverkat betakarotinvärdena i Nadeau *et al.* (2003) och Bernes (pers. medd., 2005) försök. Bernes (pers. medd., 2005) påpekade att variationen var stor både för ts-halter och botanisk sammansättning, och någon tydlig koppling mellan botanisk sammansättning och vitaminer kunde inte utläsas. Bernes (pers. medd. 2005) fann dock indikationer på högre betakarotinvärden i mindre förtorkat ensilage än i ensilage med högre ts-halt. Detta stämmer till viss del överens med resultaten i denna studie. Variationerna avseende innehållet av alfatokoferol och betakarotin var stora inom varje behandling, men ENS fyrkantsbalar skiljde sig signifikant från övriga ts-halter genom att uppvisa högst

innehåll av alfatokoferol och betakarotin samt störst mjölksyrabildning. Lägst alfatokoferol- och betakarotinvärden återfanns generellt i HS1, speciellt i fyrkantsbalar. Någon uppenbar förklaring till de bakomliggande orsakerna är svår att finna.

Innehållet av alfatokoferol i grönmassan i den egna studien överensstämde väl med resultat från Hidioglou *et al.* (1994), som fann 70 mg alfatokoferol per kg torrs substans i grönmassa från en blandvall bestående av timotej och lucern. Bernes (pers. medd., 2005) och Nadeau *et al.* (2003) redovisade 44 respektive 42 mg alfatokoferol/kg TS i grönmassa bestående av gräs och klöver.

I dagsläget finns inga studier på häst som har fastställt deras verkliga upptagningsförmåga och omvandlingseffektivitet av betakarotin till retinol. Undersökningar har gjorts på travhästars behov av vitamin A och E, men även här går åsikterna isär kring hästens absorptionsförmåga av betakarotin. Trots detta vet man att för höga doser av retinol (dvs vitamin A) ger toxiska effekter. Av ren omtanke kanske vi överdoserar vitaminer till våra hästar via kraftfoder och tillskotten som vi utfodrar med. Betet innehåller höga mängder vitaminer och det verkar inte vara till någon fördel att ge betakarotintillskott till ston på bete eller vid utfodring av grovfoder innehållande höga mängder betakarotin (Peltier *et al.*, 1997). Lewis (1994) rapporterade att en häst kan täcka behovet av retinol genom att beta fyra till sex veckor under sommaren och lagrar sedan vitaminet i levern i upp till sex månader. Detta innebär att en frisk häst inte behöver tillskott av detta vitamin direkt vid uppstallning efter betet. Behovet uppstår först vid utfodring av grovfoder med sämre näringsmässig och hygienisk kvalitet, hög arbetsintensitet eller vid sjukdom.

En vuxen häst kan dagligen äta ca 2.5 % av sin kroppsvikt om grovfodret har hög näringsmässig och hygienisk kvalitet. Analysresultatet från detta examensarbete indikerar att behovet av betakarotin för en häst som väger 500 kg (även dräktiga och digivande ston) kan täckas genom utfodring av endast grovfoder med god hygienisk- och näringsmässig kvalitet, även om det lägsta analyserade värdet används i beräkningen. Betakarotinbehovet är det alltså inte några problem att täcka med normala grovfodermedel.

Hästar på spätt bete täcker utan svårighet sitt dagliga behov av vitamin E. Däremot kan praktiska problem uppstå med att uppfylla det dagliga behovet av vitamin E med endast grovfoder, då en häst med 500 kg kroppsvikt måste äta minst 12 kg ts för att täcka underhållsbehovet av alfatokoferol. Motsvarande siffra för samma häst i hårt arbete är 31 kg ts. Det kan alltså vara relevant att komplettera foderstaten med alfatokoferol, speciellt då det gäller hårt arbetande hästar, högdräktiga och digivande ston samt växande unghästar, eftersom dessa hästkategorier har ett högre behov av vitamin E än hästar på underhållsfoderstat. Även då vallskörd sker i ett sent botaniskt utvecklingsstadium kan det vara befogat att komplettera foderstaten med E-vitamin.

Enkätstudien visade att 85 % av hästarna fick tillgång till bete minst 1 månad under sommarperioden. Trots att hästarna befann sig på bete fick 21 % vitamintillskott och 27 % fick vitaminiserat mineralfoder, många av hästarna fick alltså både mineralfoder innehållande vitaminer och ytterligare vitamintillskott. Under uppstallningsperioden fick 62 % av hästarna vitamintillskott och 84,5 % fick mineralfoder innehållande vitaminer. Resultaten från den egna studien är intressanta med tanke på risken för lågt innehåll av vitamin E i grovfoder, men tillfredsställande innehåll av betakarotin, i förhållande till det höga innehållet av vitamin A i mineral, vitamin- och många övriga fabriksblandade fodermedel. För att undvika att toxiska



nivåer av retinol byggs upp i hästens kropp, bör hästägare beakta mängden A-vitamin som tillförs i hästens foderstat.

Två av de vanligaste orsakerna till varför hästägarna använde vitamintillskott var vid pälsfällning och pälsättning (framför allt vitamin B). Vetenskapliga undersökningar lyser med sin frånvaro kring många av preparaten som finns på marknaden. B-vitamintillskottets egentliga inverkan på pälsen vid fällning och sättning är en kontroversiell fråga, eftersom det saknas studier i ämnet. Endast en studie, (Mix, 1966), har undersökt effekten av utfodring med fleromättade fettsyror och A, E och B-vitamin (B<sub>6</sub>) på hästars hud och päls. Totalt omfattade studien 12 hästar, varav fyra användes som kontroll. Tre domare utvärderade hästarna innan försöket påbörjades och efter 48 dagars utfodring med preparatet. Hästarna granskades visuellt och domarna gav poäng efter egen uppfattning. Försöket summerades med att behandlingen hade förbättrat hästarnas hårrem. Detta resultat dock varken bekräftade eller dementerade om det var A, E, B-vitamin eller fleromättade fettsyror, som enskilt eller genom synergistisk effekt hade inverkat på resultatet. Dessutom kan mätmetodens objektivitet ifrågasättas. Det kan spekuleras om de problem hästägare uppfattar med till exempelvis matt päls, öm hårrem och hårfällning överhuvudtaget har att göra med B-vitamin.

Enkätstudien visade i övrigt att det rådde delade meningar kring tillskott, inte bara av vitaminer, utan också av örter och övriga preparat som finns på marknaden. Vissa enkätdeltagare reserverade sig mot användning av tillskotten och ifrågasatte om de verkligen behövs, medan andra använde många olika tillskott, till exempel E-vitamin, biotin, vitlök, ”fölsirap”, glukosamin med mera och tyckte sig se en förbättring i sina hästar. Det som framkom allra tydligast var förvirring kring nutritionella begrepp och enkätdeltagarna efterfrågade själva mer utbildning kring hästars behov och upptag av vitaminer och vitamintillskottens fysiologiska påverkan på hästen.

## SLUTSATSER

- Ensilage (ENS) i fyrkantsbal hade högre innehåll av alfatokoferol och betakarotin än övriga behandlingar. Ensilerings kan således inte generellt sägas innebära större förluster av dessa vitaminer än konservering av vallfoder som hösilage.
- Den botaniska sammansättningen i fält kan ha påverkat vitamininnehållet, då litteraturuppgifter påvisar att art och botaniskt utvecklingsstadium har störst inverkan på innehållet av alfatokoferol och betakarotin i grovfoder.
- För att klargöra effekten av konserveringsform på innehållet av alfatokoferol och betakarotin i grovfoder, krävs ett försöksupplägg som utgår från samma grönmassa och som inte ”störs” av andra behandlingar (som tex ensileringsmedel).
- Friska hästar som får beta minst fyra veckor sommartid behöver under samma period inget tillskott av vitamin A. Behovet av vitamin A täcks normalt under uppställningsperioden genom utfodring med grovfoder av tillfredsställande näringsinnehåll och hög hygienisk kvalitet.
- Spätt bete täcker mer än väl hästars behov av alfatokoferol. De analyserade värdena för alfatokoferol från den egna studien påvisar däremot teoretisk svårighet att täcka hästens behov av vitamin E enbart från grovfoder, och i detta fall är det rimligt med tillskott av vitamin E i foderstaten, tex via vitaminiserat mineralfoder eller vitaminpreparat.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Jag vill härmed tacka alla er som har hjälpt mig vid genomförandet av detta examensarbete.

Stort tack till KRAFFT som finansiellt gav oss möjligheten till att genomföra vitaminanalyserna.

Tusen tack till Börje Ericsson och laboratoriepersonal på Kungsängens Servicelaboratorium. Ni har funnits tillhands hela tiden och har alltid med ett leende på läpparna hjälpt mig med svar på alla mina frågor. Likaså vill jag rikta min tacksamhet till Søren Krogh Jensen med personal på Foulum, Danmarks Jordbruksforsknings Center. Ni var outhärliga under mina två veckor på ert labb och jag lärde mig massor av er.

Till min familj och vänner vill jag framföra min värme över att ni har funnits tillhands med tips, idéer och uppiggande ord. Utan er alla hade jag nog inte stått här vid tröskeln till min agronomexamen. Nu är jag redo för avstampet!

Slutligen vill jag ge min handledare Cecilia Müller en stor eloge för all din hjälp och aldrig sinande tålamod, och för att du har utmanat min egen ”comfort zone” med att tänka det lilla steget längre. Du är en otrolig kunskapsbank och jag har lärt mig massor av dig!

## **ABSTRACT**

The purpose of this study was to examine vitamin A and E in equine nutrition and especially in relation to forages. A literature review was conducted to examine factors that influence the level of vitamins present in forage, the vitamin A and E requirement of horses, and the absorption of vitamin A and E in horses. The influence of DM level on alpha-tocopherol and beta-carotene content in ensiled forage was investigated in a controlled ensiling study using baled silage and haylage. The results from the ensiling study were combined with data of vitamin A and E concentrations collected from literature. Calculations were done to theoretically establish how well the vitamin content in ensiled forage can cover the maintenance requirements of vitamin A and E in horses. This study subsequently showed that no larger losses of alpha-tocopherol or beta-carotene occurred when conserving forage as silage, when compared to conserving the same forage as haylage. The beta-carotene content of all silages and haylages in this study showed that the level of beta-carotene was sufficient to cover the vitamin requirement of all categories of horses. However, the alpha-tocopherol contents would struggle to cover the requirements of all horse categories.

Additionally, a survey was conducted to investigate the habits of Swedish horse-owners in supplying vitamin supplements to their horses, as well as the reasons why they purchased and used particular vitamin supplements. The survey was based on 1049 horses. During the summer period, 45% of the horses were allowed to graze for 1 to 3 months, 40% were allowed more than 3 months of grazing. During this same period 21% were given vitamin supplements in addition to the pasture grass, and 27% of the horses were given minerals containing additional vitamins. Since there seems to be no risk of beta-carotene deficiency, the total amount of vitamin A supplied in the feed should be moderated to avoid any risk of toxic levels accumulating in the body. On the other hand, alpha-tocopherol supplements should be considered necessary for hard working horses, mares at long-term gestation, lactating mares as well as growing horses. According to the survey, the two most common reasons for using vitamin supplements were shedding of coat in spring, and change of coat in autumn. The survey also highlighted that horse owners experience confusion in determining the actual requirement of vitamins for horses, as well as the potential effect of other supplements. An expressed need was noted for more education concerning the nutritional requirements of horses, the absorption of vitamins in horses, and the physiological effects of vitamin supplements.

## LITTERATURFÖRTECKNING

- Ahlswede, L & Konermann, H. 1980. Erfahrungen mit der Oralen und Parenteralen Applikation von Beta-Carotin beim Pferd. *Der Praktischer Tierarzt*, 61: 47.
- Andersson, R & Hedlund, B. 1983. HPLC Analysis of organic acids in lactic acid fermented vegetables. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und –Forschung*, 176: 440-443.
- Ballet, N., Robert, J. C. & Williams, P. E. V. 2000. Vitamins in forages. Ch. 19. In: *Forage evaluation in ruminant nutrition*. Eds. D.I. Givens, E. Owen, R. F. E. Axford and Omed. H. M. CABI Publishing, Oxon, UK.
- Beck, W. A & Redman, R. 1940. Seasonal variations in the production of plant pigments. *Plant Physiology*, 15: 81-94.
- Blakley, B. R & Bell, R. J. 1994. The vitamin A and E status of horses raised in Alberta and Saskatchewan. *Canadian Veterinary Journal*, 35: 297-300.
- Booth, V. H. 1964. The rise in tocopherol content in wilting and in non-illuminated leaves. Abstract. *Phytochemistry*, 3: 273-276.
- Brigelius-Flohe, R & Traber, M. R. 1999. Vitamin E: function and metabolism. *The FASEB Journal*, 13: 1145-1152.
- Burton, G. W., Traber, M. G., Acuff, R. V., Walters, D. N., Kayden, H., Hughes, L & Ingold, K. 1998. Human plasma and tissue  $\alpha$ -tocopherol concentrations in response to supplementation with deuterated natural and synthetic vitamin E. *American Journal of Nutrition*, 97: 669-684.
- Butler, G. W. & Bailey, R. W. 1973. *Chemistry and Biochemistry of Herbage*. Academic Press. London. Vol 3.
- Carlisle, F. S. 1984. Techniques for the isolation and identification of lactic acid bacteria and clostridia in silage. *Proceedings of the VII<sup>th</sup> International Silage Conference, The Queens University, Belfast*. pp 67-68.
- Chai, W & Udén, P. 1998. An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fibre. *Animal Feed Science and Technology*, 74: 281-288.
- Devon, C. A. 1991. Absorption, transport, and metabolism of vitamin E. *Free Radical Research Community*, 14: 229-246.
- Eriksson, S., Sanne, S & Thomke, S. 1976. *Fodermedelstabeller och utfodringsrekommendationer till idisslare, hästar och svin*, 2:a uppl., Stockholm
- Eitzer, P & Rapp, H. J. 1985. Zur Oralen Anwendung von Synthetischen Beta-Carotin bei Zuchstuten. *Der Praktischer Tierarzt*, 66: 123.

- Evans, H. M & Bishop, K. S. 1922. On the existence of a hitherto unrecognised dietary factor essential for reproduction. *Science*, 56: 650-651.
- Frank, J. (2004). Dietary phenolic compounds and vitamin e bioavailability. Doctoral diss. Dept of Food Science, SLU. *Acta Universitatis Agriculturae Suecia. Agraria*. No. 446.
- Frape, D.L. (2004) *Equine Nutrition and Feeding*. Blackwell Publishing Ltd. Oxford. UK.
- Greiwe-Crandell, K.M., Kronfeld, D.Z., Gay, L.A & Sklan, D. (1995) Seasonal vitamin A depletion in grazing horses is assessed better by the relative dose response test than by serum retinol concentration. *Journal of Nutrition*, 125: 2711-2716.
- Hakkarainen, J & Pehrson, B. 1987. Vitamin E and polyunsaturated fatty acids in Swedish feedstuffs for cattle. *Acta Agriculturae Scandinavia*, 37: 341-346.
- Hidroglou, N., Laflamme, L.F & McDowell, L.R. 1988. Blood plasma and tissue concentrations of vitamin E in beef cattle as influenced by supplements of various tocopherol compounds. *Journal of Animal Science*, 66: 3227.
- Hidroglou, N., Butler, G & McDowell, L.R. 1990. Plasma tocopherol in sheep and cattle after ingesting free or acetylated tocopherol. *Journal of Dairy Science*, 72: 1793.
- Hidroglou, M & Singh, K. 1990. Plasma  $\alpha$ -tokoferol profiles in sheep after oral administration of dl-  $\alpha$ -tokoferol acetat and d-  $\alpha$ -tokoferol succinate. *Journal of Dairy Science*, 74: 2718.
- Hidroglou, N & Charmley, E., 1991. Comparative studies on bioavailability and tissue uptake of two intraruminally or intreperitoneally administered esters of alpha-tocopherol in sheep. *American Journal of Veterinary Research*, 52: 640-642.
- Hidroglou, M., Batra, T. R. & Roy, G. L. 1994. Changes in plasma alfa-tocopherol and Selenium of gestating cows fed hay and silage. *Journal of Dairy Science*, 77: 190-195.
- Hjarde, W., Hellström, V & Åkerberg, E. 1963. The contents of tocopherol and carotene in red clover as dependent on variety, conditions of cultivation and stage of development. *Acta Agriculturae Scandinavia*, 13: 3-16.
- Hoekstra, W. G. 1975. Biochemical function of selenium and its relation to vitamin E. *Feeding Proceedings*, 34: 2083.
- Hosomi, A., Arita, M., Sato, Y., Kiyose, C., Ueda, T., Igarashi, O., Arai, H & Inoue, K. 1997. Affinity for alpha-tocopherol transfer protein as a determinant of the biological activities of vitamin E analogs. *FEBS Letters*, 409: 105-108.
- Ingold, K. U., Burton, G. W., Foster, D. O., Hughes, L., Lindsay, D. A & Webb, A. 1987. Biokinetics of and discrimination between dietary RRR- and SRR- $\alpha$ -tocopherols in the male rat. *Lipids*, 22: 163-172.
- Jansson, A. 2004. Utfodringsrekommendationer för häst. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

- Kalac, P & Kyzlink, V. 1979 Losses of beta-carotene in red clover in acid medium during ensiling. *Animal Feed Science and Technology*, 4: 81-89.
- Kalac, P. 1980. The enzymic nature of the degradation of beta-carotene in red clover and in other forage crops during silage making with acid additives. *Animal Feed Science and Technology*, 5: 59-68.
- Kalac, P. 1983 Losses of beta-carotene in unwilted forage crops during silage making and feeding. *Animal Feed Science and Technology*, 9: 63-69.
- Kaneko, J. J., Harvey, J. W & Bruss, M. L. 1997. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Fifth Edition. Academic Press. San Diego. USA.
- Krogh Jensen, S. 2004. Vitaminförsyrningen i økologiske malkekvægsbesætninger. Workshop – Svensk Mjök. 13 maj 2004, Uppsala.
- Larsson, K. & Bengtsson, S. 1983. Bestämning av lättillgängliga kolhydrater i växtmaterial. (Determination of water soluble carbohydrates in plant material). Method 22. Uppsala, Sweden: Statens Lantbrukskemiska Laboratorium.
- Lauridsen, C., Engel, H., Craig, A. M., & Traber, M. G. 2002. Lactating sows and suckling piglets preferentially incorporate RRR-over all-rac-  $\alpha$ -tocopherol into milk, plasma and tissue. *Journal of Nutrition*, 132: 1258-1264.
- Lewis, L. D. 1994. Horses – *Feeding and care of the horse*. 2<sup>nd</sup> edition. Lippincott Williams & Wilkins. Pennsylvania. USA.
- Lynch, A., Kerry, J. P., Buckley, D. J., Morrissey, A. & Lopez-Bote, C. 2001. Use of high pressure liquid chromatography for the determination of  $\alpha$ -tocopherol levels in forage (silage/grass) samples collected from different regions in Ireland. *Food Chemistry*, 72: 521-524.
- Maynard, L. A., Loosli, J. K., Hintz, H. F & Warner, R. G. 1979. *Animal Nutrition*, 7<sup>th</sup> edition. McGraw-Hill, New York. pp. 283-355.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D & Morgan, C.A. 1995. *Animal nutrition*. Fifth edition. Longman scientific & technical. New York. pp. 72-76.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. 2002. *Animal Nutrition*. Sixth edition. Pearson Education Limited. Harlow. Essex.
- McDowell, L. R. 1989. Vitamins in Animal Nutrition. *Comparative Aspects to Human Nutrition*. Academic Press Ltd. San Diego. USA.
- McDowell, L. R., Williams, S. N., Hidioglou, N., Njeru, C. A., Hill, G. M., Ochoa, L & Wilkinson, N. S. 1996. Vitamin E supplementation for the ruminant. *Animal Feed Science Technology*, 60: 273-296.

- Meglia, G. E. 2004. *Nutrition and Immune Response in Periparturient Dairy Cows with Emphasis on Micronutrients*. Doctoral dissertation. Department of obstetrics and Gynaecology, SLU. Acta Universitatis agriculturae Suecia. Veterinaria No.170.
- Milton, J. S. 1992. *Statistical methods in the biological and health sciences*. 2<sup>nd</sup> edition. McGraw-Hill Inc.
- Mix, L. S. 1966. The effect of Polyunsaturated Fatty Acids and Selected Vitamins on the Skin and Coat Condition of Horses. *Veterinary Medicine/Small animal Clinician*, 61(10): 958-960.
- Moffarts de, B., Kirshvirk, N., Art, T., Princemail, J., Lekeu, P. 2005. Effects of oral antioxidant supplementation on blood antioxidant status in trained thoroughbred horses. *The Veterinary Journal*, 169: 65-74.
- Mäenpää, P.H., Koskinen, T & Koskinen, E. (1988) Serum Profiles of vitamins A, E and D in mares and foals during different seasons. *Journal of Animal Science*, 66: 1418-1423.
- Nadeau, E., Johansson, B & Krogh-Jensen, S. 2003. Viktiga faktorer som påverkar vitamininnehållet i ensilage. *Konferens Ekologiskt Jordbruk*, Ultuna, SLU 18-19 november, Sammanfattning av föredrag och postrar. Sid 137-141. Centrum för uthålligt lantbruk, SLU.
- Nankervis, K & Marlin, D. 2002. *Equine exercise physiology*. Blackwell Science Ltd. Oxford. UK. pp. 268-269.
- National Research Council. 1987. *Vitamin Tolerance of Animals*. National Academy Press. Washington, pp. 3-9, 23-29.
- National Research Council. 1989. *Nutrient Requirements of Horses*. Fifth Revised Edition. National Academy Press. Washington
- Nordisk Metodikkommitté för livsmedel. 1976. Nr 6, utgåva 3.
- Olsson, J.A., Åkerberg, E & Blixt, B. (1955) Investigations concerning formation, preservation and utilization of carotene. *Acta Agriculturae Scandinavia*, 5: 113-184.
- Ovanmo, P. 1999. *Betakarotenhalten i inplastat vallfoder beroende av dess färg och torrsbstanshalt – en fördjupning*. Fördjupningsarbete nr 97. Enheten för hippologisk högskoleutbildning, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Park, Y. M., Anderson, M. J., Walters, J. L & Mahoney, A. W. 1983. Effects of processing methods and agronomic variables on carotene contents in forages and predicting carotene in alfalfa hay with near-infrared-reflectance spectroscopy. *Journal of Dairy Science*, 66: 235-245.
- Persson Waller, K., Meglia, G.E, Jensen, S.K & Lauridsen, C. Naturligt eller syntetiskt vitamin E till kor runt kalvning. *Workshop "Naturliga vitaminer"*. 13/05/04. Svensk Mjolk/SLU. Uppsala.

- Peltier, M. M., Peltier, M. R., Sharp, D. C & Ott, E. A. 1997. Effect of beta carotene administration on reproductive function of horse and pony mares. *Theriogenology*, 48: 893-906.
- Pilliner, S. 1999. *Horse Nutrition and Feeding*. Second Edition. Blackwell Publishing. Oxford. UK. pp 45.
- Ronéus, B., Hakkarainen, J., Lindholm, A., Työppönen, J. T. 1986. Vitamin E requirements of adult standardbred horses evaluated by tissue depletion and repletion. *Equine Veterinary Journal*, 18: 50-58.
- Saastamoinen, M. T & Juusela, J. 1993. Serum vitamin E concentration of horses on different vitamin E supplementation levels. *Acta Agriculturae Scandinavia, Section A, Animal Science*, 43: 52-57.
- Seale D.R., Pahlow G., Spoelstra S.F., Lindgren S., Dellaglio F. & Lowe, J.F. 1986. Methods for the microbiological analysis of silage. *Proceedings of the Eurobac Conference, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden*. pp. 147-164.
- Seshan, P.A. & Sen, K.C. 1942. Studies on carotene in relation to animal nutrition. Part III. Stability of carotene in plant material with special reference to hay making and storage. *Journal of Agricultural Science*, 32: 275-285.
- Sjöberg, S. 2005. Försörjning av vitamin E hos mjölkkor i ekologisk produktion. Studentarbete 54. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. Avdelningen för produktionssystem. SLU. Skara.
- Spörndly, R. 2003. *Fodertabeller för idisslare*. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 257. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Swenson, M. J. & Reece, W. O. 1993. *Duke's physiology of domestic animals*. 11<sup>th</sup> edition. Cornell University press. London. pp. 503-517.
- Trevor-Jones, P., Beadman, D & Kohnke, J. 2003. *Feeding Horses in Australia – A Guide for Horse Owners and Managers*. RIRDC. Kingston. ACT. Australia.
- Ullrey, D. E. 1972. Biological availability of fat-soluble vitamins: vitamin A and carotene. *Journal of Animal Science*, 35: 648-657.
- Weiser & Vecchi. 1982. Stereoisomers of alfatocopheryl acetate. Characterization of the samples by physicochemical methods and determination of biological activities in the rat resorption-gestation test. *International journal vitamin & nutrition research*, 51: 100-113.
- Wu, S. H., Oldfield, J. E., Whanger, P. D & Weswig, P. H. 1973. Effect of selenium, vitamin E, and antioxidants on testicular function in rats. *Biology of reproduction*, 8: 625-629.



## **PERSONLIGA MEDDELANDEN**

Bernes, G. Forskningsassistent. Grovfodercentrum. Inst. för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU. 05/04/29

Gayler, K. Associate professor and head of the biochemistry department at Melbourne University, Australia. 04/03/20

Krogh Jensen, S. Senior Forskare vid Foulum Research Center, Dansk Jordbruksforskning. 04/09/23

### Method description for HPLC-analysis of tocopherols and carotenoids in freeze-dried, ground forage samples.

Analysis of alfa- and gammatocopherol, beta-carotene and lutein was performed by HPLC on freeze-dried samples. Before freeze-drying, samples were stored at  $-80^{\circ}\text{C}$  for 24 hours in a low-temperature freezer (Ultra Sany Low). Freeze-drying was done in a Heto CD8 for four days, whereafter the samples were air equilibrated for four days. The samples were then ground to pass a 1.0 mm screen. Ground samples (2 g) were boiled together with 70 ml ethanol (96 %), 30 ml methanol (Peter Mark, C2517) 30 ml ascorbic acid (Merck, 5 00074. 1000) as anti-oxidant and 20 ml KOH (1:1 w/v) (B&B, 5268120) for saponification.

Saponification was performed in the dark at  $80^{\circ}\text{C}$  for 30 minutes in 250 ml round bottom boiling flasks with reflux to destroy cell walls and esters. The samples were chilled in cool water while kept in the dark, and then 2.00 ml was transferred to centrifugal tubes together with 1.00 ml distilled water. Extraction was performed twice with 5 ml heptane (Peter Mark, C2514). Between each extraction the samples were centrifuged for 10 minutes at 3000 rpm. 1 ml of the combined supernatants with the extracted vitamins were transferred to HPLC test tubes, sealed and placed in a low temperature freezer at  $-80^{\circ}\text{C}$  until HPLC-analysis of tocopherols, beta-carotene and lutein was performed.

Tocopherols were analysed by HPLC, as previous described (Jensen *et al.*, 1999). The HPLC column used for determination of tocopherols was a 4.0 x 125 mm Perkin Elmer HS-5-Silica column (Perkin-Elmer, GmbH, D-7770 Überlingen, Germany) and heptane modified with 2-propanol (3.0 mL/L) and degassed with helium constituted the mobile phase. The injection volume was 100  $\mu\text{l}$ . The flow rate of the mobile phase through the column was 3 ml/minute.

Fluorescence detection was performed with an excitation wavelength of 290 nm and an emission wavelength of 327 nm. Identification and quantification of the tocopherols were obtained by comparison of retention time as well as peak areas with external standards. The following extinction coefficients in ethanol were used: alfatocopherol,  $E_{1\text{cm}}^{1\%} = 71.0$  at 294 nm and gammatocopherol,  $E_{1\text{cm}}^{1\%} = 92.8$  at 298 nm (Merck D-6100 Darmstadt, Germany).

Carotenoids were separated on a 4.6 x 250 mm Supelcosil LC-NH<sub>2</sub>-5 $\mu\text{m}$  HPLC column (Supelco, Inc., Bellefonte, PA 16823-0048, U.S.A). The mobile phase consisted of heptane modified with 2-propanol (50 ml l<sup>-1</sup>) and triethylamin (1.0 ml l<sup>-1</sup>). The eluate was monitored at 450 nm by a Perkin Elmer LC95 UV/VIS Spectrophotometer Detector. The other operation conditions were the same as the conditions described for the tocopherols. The concentration of the carotenoid standards was calculated on basis of their absorptivity in tetrahydrofuran. Betacarotene:  $A_{1\text{cm}}^{1\%} = 2400$  at 450 nm and lutein:  $A_{1\text{cm}}^{1\%} = 2476$  at 450 nm (Craft and Soares, 1992).

The coefficient of variation of the method used was 5-7 %. The determination was done at the Department of Animal Health, Welfare and Nutrition, Research Centre Foulum, Tjele, Denmark.



## Enkätundersökning om vitamintillskott till hästar

Datum: \_\_\_\_\_

Gårds-eller stallnamn: \_\_\_\_\_

Adress: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_

Kontaktperson/er: \_\_\_\_\_

E-postadress: \_\_\_\_\_

1. Antal och typ av hästar. Vänligen använd indelningen nedan för att beskriva ert hästbestånd. Använd den kategori som Du tycker passar bäst, och ange antal hästar i varje kategori. Om ingen kategori passar, vänligen specificera i gruppen ”Annan häst”.

Antal:

_____	Underhåll	Häst som inte tränas, även konvalescent.
_____	Ridhäst	Häst eller ponny som används som fritidshäst, tex tävling på lätt nivå, lättare rid- eller körträning ungefär ½-1 h per dag.
_____	Tävlingshäst	Längre, intensivare träningspass, rid- och körträning i terräng eller i längre arbetspass. Tävling på medelsvår-svår nivå.
_____	Elithäst	Intensiva träningspass, intensiv terrängträning och distansträning. Tävlar på elitnivå.
_____	Travhäst	Varm- eller kallblodig travhäst i träning eller tävlingskondition.
_____	Galoppör	Engelsk eller arabisk fullblodshäst i träning eller tävlingskondition.
_____	Arbetshäst	Krävande jordbruks- och skogsarbete.
_____	Lågdräktigt sto	Sto som befinner sig i de 8 första månaderna av sin dräktighet, ej digivande.
_____	Höghäktigt sto	Sto som befinner sig i de 3 sista månaderna av sin dräktighet.
_____	Digivande sto	Sto eller amma med föl, stoet dräktigt eller ej dräktigt igen.
_____	Avvanda föl	Föl som avvants från stoet och som äter grov- samt kraftfoder. Ålder från 6 månader till och med 1 år.
_____	Unghäst	Unghäst 1 till 3 år, ej i tävling eller träning.
_____	Annan häst	Specificera:

2. Går era hästar vanligtvis på bete någon gång under sommarhalvåret ? Vänligen markera med kryss i passande ruta.

Ja

Nej

Om nej, gå vidare till fråga 5. Om ja, gå vidare till fråga 3.

3. Hur lång är den genomsnittliga betesperioden?

Vänligen markera med kryss för passande alternativ.

mindre än 2 veckor

2 veckor – 1 månad

1-2 månader

2-3 månader

mer än 3 månader

Datum för betessläppning 2004:

Dag \_\_\_\_\_ Månad \_\_\_\_\_

Datum för installning 2004:

Dag \_\_\_\_\_ Månad \_\_\_\_\_

Kommentar: \_\_\_\_\_

4. a) Utfodras hästarna med någonting utöver betesgräset under betesperioden ? Vänligen markera med kryss i passande ruta.

Ja

Nej

b) Om Ja, vänligen markera **genomsnittlig mängd foder per dag och häst** i passande rutor. Ni kan använda flera rutor för att beskriva utfodringen för olika hästkategorier. Se fråga 1 för definition av de olika hästkategorierna. Med kraftfoder menas alla typer av kraftfodermedel tex havre, betfor, pelleterade foder (ej lucern), müsliblandningar mm. Kom ihåg att ange ev. betformängd i torrsvikt. Ensilage lägre än 50 % ts-halt, hösilage högre än 50 % ts-halt.

Hästkategori	Hö	Ensilage	Hösilage	Kraftfoder	Mineralfoder	Vitamintillskott
Underhåll						
Ridhäst						
Tävlingshäst						
Elithäst						
Travhäst						
Galoppör						
Arbetshäst						
Lågdräktigt sto						
Högdräktigt sto						
Digivande sto						
Avvanda föl						
Unghäst						
Annan häst						

c) Om ni använder kraftfoder, mineralfoder eller vitamintillskott, vänligen specificera typ och fabrikat:

Kraftfoder: \_\_\_\_\_

Mineralfoder: \_\_\_\_\_

Vitamintillskott: \_\_\_\_\_

5 a). Hur utfodras hästarna under stallperioden? Vänligen markera **genomsnittlig mängd foder per dag och häst** i passande rutor. Ni kan använda flera rutor för att beskriva utfodringen för olika hästkategorier. Se fråga 1 för definition av de olika hästkategorierna. Med kraftfoder menas alla typer av kraftfodermedel tex havre, betför, pelleterade foder (ej lucern), müsliblandningar mm. Kom ihåg att ange ev. betformängd i torrsvikt. Ensilage lägre än 50 % ts-halt, hösilage högre än 50 % ts-halt.

Hästkategori	Hö	Ensilage	Hösilage	Kraftfoder	Mineralfoder	Vitamintillskott
Underhåll						
Ridhäst						
Tävlingshäst						
Elithäst						
Travhäst						
Galoppör						
Arbetshäst						
Lågdräktigt sto						
Högdräktigt sto						
Digivande sto						
Avvanada föl						
Unghäst						
Annan häst						

b) Om ni använder kraftfoder, mineralfoder eller vitamintillskott, vänligen specificera typ och fabrikat:

Kraftfoder: \_\_\_\_\_

Mineralfoder: \_\_\_\_\_

Vitamintillskott: \_\_\_\_\_

6. a) Har ni eller er grovfoderleverantör låtit utföra analys av grovfodrets näringsvärde? Vänligen markera med kryss i passande ruta.

Ja

Nej

Om nej, gå vidare till fråga 7.

b) Om ja, vänligen fyll i de värden som står på er analysrapport här nedan. Observera att frågan gäller analysvärden per kg foder, ej per kg ts. Ts-halten anges i procent. Ni kan också bifoga en kopia på analysrapporten.

Ts-halt \_\_\_\_\_ %  
Smältbart råprotein \_\_\_\_\_ g/kg foder  
Energi \_\_\_\_\_ MJ/kg foder  
Ca \_\_\_\_\_ g/kg foder  
P \_\_\_\_\_ g/kg foder  
Mg \_\_\_\_\_ g/kg foder  
K \_\_\_\_\_ g/kg foder

7. Har ni eller er grovfoderleverantör låtit utföra hygienisk/mikrobiologisk analys av grovfodret? Vänligen markera med kryss i passande ruta.

Ja

Nej

Om nej, gå vidare till fråga 8.

b) Om ja, vänligen fyll i de värden som står på er analysrapport här nedan. Ni kan också bifoga en kopia av analysrapporten.

pH \_\_\_\_\_  
Ammoniaktal \_\_\_\_\_  
Smörsyra \_\_\_\_\_  
Mögel \_\_\_\_\_  
Jäst \_\_\_\_\_  
Klostrider \_\_\_\_\_  
Aeroba bakterier \_\_\_\_\_

8. Använder ni olika vitamintillskott till olika hästkategorier? Vänligen markera med kryss i passande ruta.

Ja

Nej

Om nej, gå vidare till fråga 11.

Kommentar: \_\_\_\_\_

9. Vilken/vilka är orsakerna till att ni använder vitamintillskott?

Vänligen numrera 1-6 i passande ruta/rutor, där 1 är viktigast, 2 näst viktigast etc...

- Vid hårfällning på våren
- Vid pälsättning på hösten
- Perioder då utfodringen endast består av grovfoder (bete, hö, hösilage, ensilage)
- Osäkerhet över sommarbetets kvalitet
- Använder alltid vitamintillskott i utfodringen oavsett årstid
- Annan orsak, nämligen: \_\_\_\_\_

10. Om ni använder er av vitamintillskott. Vilken/vilka orsaker påverkar ert köp av vitamintillskottet?

Vänligen numrera 1-5 i passande ruta/rutor, där 1 är allra viktigast, 2 näst viktigast etc...

- Utseendet på förpackningen
- Fabrikatet
- Foderförsäljaren och ryktestilltro
- Inköp av vitamintillskott sker efter hästarnas fysiologiska behov. (Se fråga 1 för definition av de olika hästkategorierna).
- Rekommendation från andra (veterinär, tränare etc)

Kommentar: \_\_\_\_\_

11. Har ni några synpunkter på vitamintillskott till hästar som ni tror är viktigt för oss att veta?

---

---

---

---

---

Ort och datum: \_\_\_\_\_

Namnunderskrift: \_\_\_\_\_

Ja, jag önskar examensarbetet hemskickat till mig. Vänligen sätt kryss i rutan.

**Tack för att ni har tagit er tid att besvara denna enkätundersökning.**



Institutionen för husdjurens utfodring och vård  
 Department of Animal Nutrition and Management  
 Cecilia Müller

Uppsala 2004-09-08

Hej!

Mitt namn är Jenny Möller och jag läser till husdjursagronom på SLU i Uppsala. Under hösten 2004 ska jag genomföra mitt examensarbete på Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Examensarbetet handlar om innehållet av vitamin A och E i grovfoder till hästar, samt om hur vitamintillskott används vid utfodring av hästar. Vi har därför sammanställt en enkät, som vi skulle bli tacksamma för om ni vill besvara med uppgifter från er verksamhet. Med denna enkätstudie önskar vi få ta del av hur ni förhåller er till användning av vitamintillskott och vilka era rutiner kring grovfoderanalys, betesgång och utfodring är.

Enkätfrågorna är **inte** utformade till att påbjuda någon förändring av era vanor kring utfodring, utan vi önskar helt enkelt ta reda på rådande förhållanden. Vi sträcker oss i denna enkät från amatör- till elitnivå. Om projektet leder till förändringar i utfodringsrekommendationer för vitaminer kommer dessa att redovisas i examensarbetet, vilket ni kan få hemskickat till Er genom att kryssa i rutan allra sist i enkäten.

Alla uppgifter ni förmedlar i enkäten kommer till att behandlas **strikt konfidentiellt** och läses endast av mig och min handledare Cecilia Müller. Uppgifterna kommer inte att användas för några andra ändamål, och besvarade enkäter avidentifieras innan databearbetning. Ingen specifik person eller gård kommer att kunna identifieras i den slutgiltiga sammanställningen.

Examensarbetet är en viktig del av doktorandprojektet "Ensilage och hösilage till hästar", vilket avser belysa lämpligheten av inplastat vallfoder som grovfoder till hästar ur flera olika aspekter. Ett av syftena med examensarbetet är att undersöka den naturliga förekomsten av vitamin A och E i vallfoder, samt få en uppfattning om hästarnas behov av vitaminer kan uppfyllas utan vitamintillskott.

För att få ett bra underlag för denna studie, behöver vi därför få in information från så många hästanläggningar som möjligt. Vi ber er därför medverka genom att besvara enkäten och skicka tillbaka den så snart ni kan, dock senast den 27 oktober 2004, så att jag kan sammanställa resultatet (frankerat kuvert medföljer).

Om ni har några frågor, besvaras de gärna av oss personligen.  
 Med vänlig hälsning och hopp om gott samarbete.

Agr. Stud.  
 Jenny Möller  
 018 - 67 16 50  
 0708-108693

Doktorand  
 Cecilia Müller  
 018 - 67 29 93  
 0706-609194

HVC  
 P.O. Box 7024, Ultuna  
 S-750 07 UPPSALA, SWEDEN  
 Telephone +46 (0)18-67 10 00  
 Telefax +46 (0)18-67 29 95

Kungsängens forskningscentrum  
*Kungsängen Research Centre*  
 S-753 23 UPPSALA, SWEDEN  
 Telephone +46 (0)18-67 29 93  
 Telefax +46 (0)18-67 19 88  
 Mobile +46 (0)706 - 60 91 94  
 E-mail Cecilia.Muller@huv.slu.se

Funbo-Lövsta forskningscentrum  
*Funbo-Lövsta Research Centre*  
 S-755 97 UPPSALA, SWEDEN  
 Telephone +46 (0)18-67 45 00  
 Telefax +46 (0)18-67 45 01



Nr	Titel och författare	År
202	Automatisk Mjölkning och Betesdrift – Betydelsen av tillgång till dricksvatten på betet samt kornas synkronisering vid passagen ut till betesområdet Automatic Milking and Grazing – Effect of offering drinking water in the field and synchronization of passages to the pasture Maria Bergman	2004
203	Organic acidification of grass and clover silage Application of additives in the mower/conditioner or in the precision chopper Patrik Ingvarsson	2004
204	Utfodringens inverkan på klassning och tillväxt hos slaktsvin med Norska gener Impact of feeding on carcass quality and growth in slaughter pigs from Norwegian origin Ronnie Samuelsson	2004
205	Träckdiagnostik hos mjölkkor Manure evaluation in dairy cows Katarina Steen	2004
206	En studie av proteinkvalitet i hundfoder A study of protein quality in dog food Elin Wertsberg	2004
207	Utilization of timothy haylage in Icelandic horses Sveinn Ragnarsson	2004
208	Performance and behaviour of growing/finishing pigs in organic production Sofia Folestam	2005
209	Mineralämnen i fullfoder – Studier på 20 mjölkfogårdar i Halland Minerals in TMR – A study at 20 dairy farms in Sweden Hanna Danielsson	2005
210	Nötkreaturs preferens för olika kraftfoderkomponenter Cattle preference for different concentrate components Tove Åsberg	2005
211	Predictions for voluntary dry matter intake in dairy cows Skattning av dagligt torrsubstansintag hos mjölkkor Sofia Arnerdal	2005

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 10 eller 20 poäng i agronomexamen) samt större enskilda arbeten (10-20 poäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet. En förteckning över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa samt tidigare arbeten kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

---

**DISTRIBUTION:**

**Sveriges Lantbruksuniversitet**

Institutionen för husdjurens utfodring och vård

**Box 7024**

**750 07 UPPSALA**

**Tel. 018-67 28 17**

---