



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

## Hästens behov av B-vitaminer

Sarah Henry Bergman



---

Examensarbete, 15 hp

Agronomprogrammet - Husdjur, examensarbete för kandidatexamen

Institutionen för husdjurens utfodring och vård, nr 616

Uppsala 2017

---





Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

## Hästens behov av B-vitaminer

The requirement of vitamin B in horses

*Sarah Henry Bergman*

**Handledare:**

Cecilia Kronqvist, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV)

**Examinator:**

Cecilia Müller, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV)

**Omfattning:** 15 hp

**Kurstitel:** Kandidatarbete i husdjursvetenskap

**Kurskod:** EX0553

**Program:** Agronomprogrammet - Husdjur

**Nivå:** Grund, G2E

**Utgivningsort:** SLU Uppsala

**Utgivningsår:** 2017

**Serienummer:** 616

**Omslagsbild:** Sarah Henry Bergman

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

**Nyckelord:** Biotin, tiamin, vitaminbehov, vitaminsyntes, vitamintillskott

**Key words:** Biotin, thiamine, vitamin requirements, vitamin supplementation, vitamin synthesis



## **Abstract**

Feed supplements containing B-vitamins are marketed as having a calming effect on nervous horses, improving the function of the hindgut, easing the change of coat and increasing the growth and quality of hoofs. The aim of this literature study was to review whether and when horses have a requirement of B-vitamin supplements, and if studies can validate the statements used in the marketing. Since the middle of the 20<sup>th</sup> century, studies have shown that thiamine, riboflavin, niacin, pantothenic acid, pyridoxin, folic acid, biotin and cobalamin are synthesised in the colon of the horse. Apart from in experimental studies with B-vitamin deficient diets, clinical symptoms of vitamin B deficiency have never been reported in horses. A calming effect of thiamine supplementation on nervous horses has both been proven and disproven in studies, but an orally supply of the vitamin has not shown any calming effect. Feeding horses high doses of biotin have shown positive results in the growth and quality of the hoof horn. Using B-vitamin supplements for improving the function of the hindgut and easing the change of coat has not been investigated in studies and the statements used in marketing can therefore not be validated.

## **Sammanfattning**

Fodertillskott innehållande B-vitaminer marknadsförs som att de har lugnande effekt på nervösa hästar, främjar en god grovtarmsfunktion, underlättar vid pälsbyte samt ökar tillväxt och kvalitet på hovhorn. Denna litteraturstudie syftar till att undersöka om och i så fall när hästar har ett behov av B-vitamintillskott, samt om studier kan styrka marknadsföringens påståenden. Redan i mitten av 1900-talet visade studier att B-vitaminerna tiamin, riboflavin, niacin, pantotensyra, pyridoxin, folsyra, biotin och kobalamin syntetiseras i hästens tarmkanal. I andra fall än under foderförsök har kliniska symptom på B-vitaminbrist aldrig rapporterats. Tiamins effekt av att lugna nervösa hästar har både påvisats och motbevisats i studier, men någon lugnande effekt av oralt tillförd tiamin har inte visats. Utfodring av biotin i höga doser har visat positiva resultat på hovhornets tillväxt och kvalitet. Användning av B-vitamintillskott för förbättrad grovtarmsfunktion och för att underlätta vid pälsbyte har inte undersökts i studier och marknadsföringens argument kan därför inte styrkas.

## Introduktion

Idag erbjuder foderleverantörer ett stort utbud av fodertillskott till häst (*Equus caballus*) och i en enkätstudie med 282 svenska hästägare som genomfördes 2004, påvisades att 70 % ger sina hästar någon typ av tillskott (Henricson, 2007). Förutom färdigblandade mineralmixer och preparat blandade med flera vitaminer, så kallade multivitaminerna, finns det mer specifika fodertillskott där ett vitamin eller mineral utfodras för att täcka en brist eller uppnå en specifik effekt. Vanligt förekommande fodertillskott som finns hos ett flertal leverantörer är de olika B-vitaminerna. I Henricsons (2007) enkätstudie angav 30 % av hästägarna att de utfodrade sina hästar med vitaminer och 4 % att de utfodrade med B-vitaminet biotin.

B-vitaminerna är inblandade i ett flertal olika tillskott med olika syften. Tiamin, riboflavin, niacin, pantotensyra, pyridoxin, folsyra och kobalamin marknadsförs, ofta tillsammans med magnesium, som tillskott för att få hästen mer avslappnad, balanserad i temperamentet och mer fokuserad på sin uppgift. Samma B-vitaminer marknadsförs även som tillskott för en god grovtarmsfunktion, framförallt vid miljöbyten och stressade situationer, samt som tillskott för att underlätta vid pälsfällning och pälsättning. Tillskott med B-vitaminet biotin marknadsförs med att det ökar hovarnas tillväxt och kvalitet.

Hästens behov av B-vitaminer varierar mellan olika individer. Behovet påverkas av hästens ålder, kön, vikt, dräktighet/laktation, arbetsmängd och tarmfunktion (Crandell, 2003). Hur väl grovtarmen fungerar är en viktig faktor som påverkar behovet av extra tillförda B-vitaminer eftersom det både styr hur väl vitaminerna kan upptas och hur stor mängd som syntetiseras (Crandell, 2003). Även hästens miljö, exempelvis mängden solljus hästen får samt vitamininnehåll i befintligt foder, påverkar behovet av att tillföra extra vitaminer (Crandell, 2003).

Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka om, och i så fall när, hästar har ett behov av de olika B-vitaminerna som fodertillskott, samt ifall ett överskott av någon B-vitamin kan ha positiva effekter, även fast ingen brist påvisats. B-vitaminerna som behandlas är tiamin (B1), riboflavin (B2), niacin (B3), pantotensyra (B5), pyridoxin (B6), biotin (B7), folat (B9) och kobalamin (B12). Även kolin anses ibland tillhöra B-vitaminkomplexet (McDonald et al., 2011). Eftersom kolin inte ingår i något av de granskade vitamintillskotten och National Research Council (NRC) saknar rekommendationer för kolin kommer det inte att tas upp i detta arbete.

## Litteratursammanställning

Det rekommenderade intaget av vitaminerna angivna i arbetet har hämtats från National Research Council (NRC). Mängden vitaminer som rekommenderas är angiven i enheten milligram (mg). Vidare kan mängden vara angiven i mg/kg torrs substans (ts) eller i mg/kg kroppsvikt, omräknat från studier där antagandet gjorts att hästen konsumerat 2 % av sin kroppsvikt i kg ts (för underhåll).

## **B-vitaminkomplexet**

B-vitamin är inte ett enskilt vitamin utan ett komplex bestående av åtta separata vitaminer. De vitaminer som ingår i komplexet är tiamin, riboflavin, niacin, pantotensyra, pyridoxin/pyridoxal/pyridoxamin, biotin, folsyra och kobalamin. B-vitaminerna är vattenlösliga och lagras inte i kroppen, vilket gör att de måste intas regelbundet (McDonald *et al.*, 2011).

Den forskning som utförts på hästar gällande B-vitaminer är begränsad och inte lika omfattande som den gjord på människor och livsmedelsproducerande djur. Forskningen har mestadels fokuserats på de fettlösliga vitaminerna eftersom de kan orsaka förgiftning i för höga doser (Crandell, 2003). I mitten på 1900-talet genomfördes dock studier på hästar och dess behov av B-vitaminer; två av dessa studier som fortfarande har betydelse idag är Pearsons *et al.* (1944) studie om shetlandsponnyers behov av B-vitamin och Carrolls *et al.* (1949) studie om B-vitaminkoncentrationen i hästars tarminnehåll.

Pearson *et al.* (1944) drog i sin studie slutsatsen att riboflavin och/eller pantotensyra är essentiella för hästar. Tolv shetlandsponnyer ingick i försöket och en av dessa utfodrades, i den första delen av studien, med en foderstat bestående av torkad betmassa, vete och kasein. Efter fyra och en halv månad blev ponnyn mager, svag, fick ett stapplande steg och slutade att äta. Ponnyn släpptes ut på betesgräs med visade inget intresse för att äta. Ponnyn intubades med tiamin, riboflavin, niacin och pantotensyra. Redan dagen efter återfick ponnyn sin aptit och åt av gräset. Författarnas subjektiva bedömning var att ponnyn efter några dagar visade en klar förbättring och dessutom börjat ansätta ny hårrem, dock saknas information om hur hårremmen var innan behandlingen.

I ett andra försök med samma shetlandsponnyer (Pearson *et al.*, 1944) undersöktes tre olika dieter under 17 månader. Alla dieterna bestod av torkad betmassa, vete, kasein och kalciumfosfat. Utöver detta innehöll en diet även 10 % bryggerijäst och en diet syntetiskt riboflavin, niacin och pantotensyra. Två ponnyer gick under tio månader på dieten som innehöll 10 % bryggerijäst, de hade god kondition och växte som önskat. Efter dessa tio månader togs bryggerijästen bort, de slutade då att växa och tappade istället vikt. En ponny fick från början foderstaten utan tillsatta vitaminer eller bryggerijäst. Denna ponny tappade snabbt vikt och efter åtta veckor gav man den tillgång på gräs utöver det tidigare fodret, vilket gjorde att den snabbt visade förbättring. När ponnyn återfått sin normala vikt uteslöts gräset ur foderstaten och istället inkluderades de syntetiska vitaminerna. Under de sju och en halv månaderna på dieten med syntetiskt riboflavin, niacin och pantotensyra växte ponnyn enligt önskemål, vilket även en ponny som under alla 17 månader fick denna diet gjorde. Efter att ha undersökt mängden niacin som utsöndrats i urinen drog författarna slutsatsen att niacin inte är essentiell för hästar eller att fodret, utan extra tillsatser, innehöll tillräckligt för att tillgodose ett eventuellt behov. Studiens slutsats blev istället att riboflavin och/eller pantotensyra kan vara essentiell för hästar, men då de alltid utfodrades tillsammans kunde inte resultaten visa om en eller båda var essentiella.

När Carroll *et al.* 1949 undersökte tarminnehållet från två hästar (en åringshingst och ett tvåårigt sto) efter 28 dagar på en B-vitaminfattig foderstat innehållande betfiber, glukos, kasein, fiskmjöl, förkolnat benkol och salt. Skillnader sågs i koncentrationen av B-vitaminer i de olika delarna av tarmkanalen (tabell 1). Koncentrationen av vitaminerna var lägre i duodenum och ileum än i caecum och kolon. Den kraftiga höjningen av B-vitamininnehållet i caecum och stora kolons främre del tolkades som att en syntes av vitaminerna skett av mikroorganismer i detta tarmavsnitt.

**Tabell 1.** Koncentrationen av B-vitaminer i foder och tarminnehållet i µg/g ts, efter 28 dagar på en B-vitamin fattig foderstat (efter Carroll *et al.*, 1949)

	B-vitaminkoncentrationen i µg/g ts					
	Fodrets innehåll	Duodenum	Ileum	Caecum	Stora kolons främre del	Lilla kolons främre del
<b>Tiamin (B1)</b>	1,1	0,5	2,2	7,1	17,8	7,8
<b>Riboflavin (B2)</b>	0,4	3,8	1,1	7,0	9,2	12,2
<b>Nikotinsyra (B3)</b>	3,0	55,0	58,0	121,0	96,0	119,0
<b>Pantotensyra (B5)</b>	0,8	11,7	9,2	39,2	34,4	20,5
<b>Pyridoxin (B6)</b>	<0,2	2,2	<1,0	2,4	6,1	6,2
<b>Folsyra (B9)</b>	<0,1	0,9	0,5	3,0	4,7	2,7
<b>Biotin</b>	<0,01	<0,1	0,1	0,2	3,8	2,3

I en följdstudie undersökte Carroll (1950) skelettmuskulaturen på en av hästarna från det tidigare försöket av Carroll *et al.* (1949). Syftet var att se om de reserver av B-vitamin som lagras i musklerna minskar vid en B-vitaminfattig foderstat och på så sätt avgöra vad en sådan foderstat har för påverkan över tid. Stoet hade utfodrats med den B-vitaminfattiga foderstaten i 32 veckor innan slakt, varav de sista 12 veckorna med tiamintillskott, och halten av B-vitaminerna undersöktes i mellersta sätesmuskeln (*gluteus medius*). Referensgruppen bestod av tolv hästar som utfodrats med vad som angavs vara en ”normal” foderstat, vad foderstaterna bestod av och dess vitamininnehåll angavs inte. Resultatet visade (tabell 2) att halterna riboflavin, pantotensyra, nikotinsyra, biotin och folsyra var lägre hos stoet på försöksfoderstaten än hos referensgruppen. Författaren drar därigenom slutsatsen att endast ett upptag av den egna syntesen av dessa vitaminer inte räcker för att behålla en ”normal” nivå i skelettmuskulaturen. Trots avsaknad av information kring kontrollhästarnas foderstat och att endast en häst fanns i försöksgruppen grundar NRC (2007) sina rekommendationer på dessa värden.



**Tabell 2.** Koncentrationen av B-vitaminer ( $\mu\text{g/g}$  ts) i foderstat och skelettmuskeln *gluteus medius* hos ett sto efter 32 veckor på en B-vitaminfattig foderstat samt i skelettmuskeln *gluteus medius* hos referensgrupp (Carroll, 1950)

<b>B-vitamininnehåll <math>\mu\text{g/g}</math> ts</b>			
	Fodrets innehåll i stoets foderstat	Skelettmuskel sto i försök	Skelettmuskel referensgrupp
<b>Tiamin (B1)</b>	<0,2	2,3	1,6
<b>Riboflavin (B2)</b>	<0,4	3,5	7,5
<b>Nikotinsyra (B3)</b>	<0,2	94,0	363,0
<b>Pantotensyra (B5)</b>	<0,2	1,8	22,0
<b>Pyridoxin (B6)</b>	<0,01	9,8	10,4
<b>Biotin (B7)</b>	<0,01	0,005	0,18
<b>Folsyra (B9)</b>	<0,01	0,16	0,57

### Tiamin

Tiamin (vitamin B1) är en viktig beståndsdel i flera steg av glykogenolysen (Frape, 2010). Pyruvat är slutprodukten i glykolysen och omvandlas genom dekarboxylering till acetylkoenzym A, och tiamin är ett koenzym för denna omvandling. Acetyl-CoA används sedan i citronsyracykeln. Även senare i citronsyracykeln är tiamin ett koenzym för dekarboxylering, när  $\alpha$ -ketoglutarat omvandlas till succinyl-koenzym A (McDonald *et al.*, 2011; Tymoczko *et al.*, 2013). Tiamin finns i fröets yttre delar, groddar, rötter, löv och skott samt i stora mängder i fermenterade produkter (McDonald *et al.*, 2011). Lagring kan minska tiamininnehållet i fodermedel något (minskning med 2-5 % av det ursprungliga tiamininnehållet efter fyra till tolv månader) (Jood & Kapoor, 1994) medan stora förluster sker vid kokning och förädlingsprocesser. Exempelvis så får bovetegryn en tiaminförlust på 60 % vid rostning (Lebiedzinska & Szefer, 2006).

Carroll *et al.* (1949) utfodrade i forskningssyfte två hästar på en extremt B-vitaminfattig foderstat, innehållande betfibrer, glukos, kasein, fiskmjöl, benkol som blivit förkolnat och salt. De två hästar som var med i försöket visade symptom som smärta i hovarna, förlorad aptit, viktminskning och stress. Det ena stoet dog efter 19 veckor i akuta hjärtproblem, vilket överensstämde med symptom på tiaminbrist hos andra arter (Carroll *et al.*, 1949). Det andra stoet uppvisade höga halter av pyruvat i blodet, 6,3 mg per ml, men återhämtade sig snabbt när hon injicerades med tiamin. Efter fyra veckor var halten pyruvat i blodet 0,4 mg per ml. Dessa värden jämfördes med blodprover från fem andra ston som visade 1-1,5 mg pyruvat per ml. Någon information om hur de fem andra hästarna utfodrades finns inte angett, men en förhöjning av pyruvat i blodet vid brist på tiamin har även visats i studier på duvor och hästar (Carroll *et al.*, 1949)

Mackay publicerade 1961 en studie där substanser som påvisats i dopingprov på galopphästar undersöktes. Bland dessa ämnen undersöktes tiamin och slutsatserna publicerades, det saknas dock information om metod och resultat. Enligt författaren kunde man efter studien konstatera att en intravenös eller intramuskulär tiamindos på 1000 mg till hästar gav en lugnande effekt och sänkte pulsfrekvensen. För de hästar som hade ett onormalt resultat på elektrokardiografi (EKG) förbättrades detta efter samma giva tiamin, vilket det inte gjorde med en giva på 500 mg. En injektion på 2000 mg tiamin gav istället motsatt effekt och förvärrade eller gav friska hästar ett onormalt EKG. Hästar som getts 500-2000 mg tiamin oralt visade dock inga identifierbara skillnader i EKG före och efter givan (Mackay, 1961). 1962 gjorde Irvine och Prentice en studie på fyra tävlingshästar inom samma område för att påvisa eller förkasta Mackays (1961) resultat. I en del av studien gavs adrenalin till hästarna en timme innan tiamin gavs med intramuskulär injektion. Hästarna uppvisade då bland annat svettningar, skakningar och förändringar i hjärtrytmen, vilka är symptom som kan uppkomma vid nervösa situationer. Slutsatserna blev då att injektioner på upp till 20 000 mg tiamin varken visade någon lugnande effekt eller några förgiftningssymptom.

NRCs rekommenderade giva av tiamin är baserad på den forskning Carroll *et al.* publicerade 1949, då ingen senare forskning har kunnat påvisa något högre eller lägre behov. Den rekommenderade givan från NRC är 3 mg/kg ts foder eller 0,06 mg/kg kv (för underhållsbehov). Carrol (1950) visade i sin studie att ungefär 0,056 mg tiamin/kg kv är tillräckligt för att bibehålla en normal nivå av tiamin i skelettmusklerna. Förgiftning orsakad av tiamin hos häst har inte påträffats och bedöms inte vara någon risk (NRC, 2007). SLU:s rekommendationer anger dock en maximal toleransgräns på 90 mg tiamin/kg kv (Jansson, 2011).

## **Riboflavin**

Riboflavin (vitamin B2) förekommer i flavoproteinerna flavinmononukleotid (FMN) och flavin-adenin-dinukleotid (FAD) (McDonald *et al.*, 2011). Flavoproteinerna hjälper till att transportera väte och krävs för att metabolismen i cellen ska fungera, därför finns de i alla hästens celler (McDowell, 1989; McDonald *et al.*, 2011).

I en studie där växande och fullvuxna shetlandspionnyers behov av B-vitaminerna undersöktes (Pearson *et al.*, 1944), bedömdes riboflavin kunna vara essentiell i fodret för hästar. Då riboflavin och pantotensyra alltid utfodrades tillsammans i studien kunde inte några slutsatser dras kring ifall den ena eller båda vitaminerna är essentiella. Hästens naturliga diet innehåller dock mycket riboflavin då det kan syntetiseras i gröna växter, jäst, svamp och bakterier och återfinns i allt levande material (McDonald *et al.*, 2011). Höga koncentrationer av riboflavin finns i baljväxter, så som blåusern och klöver, och måttliga koncentrationer finns i gräs, medan spannmålskärnor innehåller låga koncentrationer (NRC 1982, refererad i NRC 2007). Riboflavin antas även syntetiseras av mikroorganismerna i hästens tarmkanal (Carroll *et al.*, 1949). Syntetiseringen av riboflavin i tarmen och en giva i fodret på 0,4 mg/kg ts verkade dock inte vara tillräckligt för att uppnå samma nivå av riboflavin i skelettmusklerna som kontrollhästarna hade i Carrolls (1950) studie.

Någon brist på riboflavin har inte påträffats hos hästar (NRC, 2007). Med tillväxt som kriterium föreslog Pearson *et al.* (1944) en lägsta giva på 44 µg riboflavin per kg kroppsvikt, vilket motsvarar ungefär 2 mg/kg ts foder (NRC, 2007). Carroll *et al.* (1949) gav i sin studie 0,4 mg riboflavin per kg ts utan att någon brist visades, däremot var inte detta en tillräcklig mängd för att uppnå samma halter av riboflavin i skelettmuskulaturen som kontrollhästarna i Carrolls studie hade (1950). NRCs (2007) rekommendationer är därför ett dagligt intag på minst 2 mg riboflavin per kg ts eller 0,04 mg/kg kroppsvikt.

## Niacin

Niacin (vitamin B3) är ett samlingsbegrepp för provitaminet nikotinsyra och vitaminet nikotinamid. Omvandlingen av nikotinsyra till nikotinamid sker i levern (Spallholz *et al.*, 1999). Nikotinamid är den aktiva gruppen i koenzymen nikotinamid-adenin-dinukleotid (NAD) och nikotinamid-adenin-dinukleotidfosfat (NADP) som är delaktiga i väteöverföringen hos levande celler (Spallholz *et al.*, 1999). NAD är involverad i oxidativ fosforylering och metabolismen av bland annat pyruvat, acetat, glycerol och fettsyror (McDonald *et al.*, 2011). Den essentiella aminosyran tryptofan kan också omvandlas till nikotinamid i levern. Denna omvandling är dock inte speciellt effektiv, då förhållandet i vikt mellan tryptofan och den nikotinamid som bildas är 45:1 eller högre (McDonald *et al.*, 2011). Dessutom krävs vitamin B6, riboflavin, koppar, järn, magnesium och även nikotinsyra för att omvandlingen ska vara möjlig (Spallholz *et al.*, 1999). Niacininnehållet i vanliga fodermedel till hästar varierar, likaså varierar andelen niacin som är tillgängligt för hästen. Korn innehåller 94 mg niacin och havre 16 mg niacin per kg ts, men 85-90% av niacinet bedöms vara i en otillgängligt bunden form (NRC, 2007). Lusern har ett niacininnehåll på 42 mg och timotejhö 24 mg/kg ts (NRC 1982, refererad i NRC 2007), hur stor del av innehållet som är bunden i en otillgänglig form i grovfoder är dock oklart (NRC, 2007).

Pearson *et al.* (1944) drog i sin studie slutsatsen att hästar inte behöver ett intag av niacin eller att en foderstat på betmassa, majs, kasein och kalciumfosfat innehåller tillräckligt med niacin. Niacinbrist har inte påträffats hos häst (NRC, 2007). Hos andra arter har brist på niacin gett symptom så som diarré, dödsfall, anorexi, kräkningar, skelettsjukdomar och hudinflammation (Spallholz *et al.*, 1999; McDonald *et al.*, 2011). NRC (2007) saknar rekommendationer för hur mycket niacin hästar bör inta genom fodret.

## Pantotensyra

Pantotensyra (vitamin B5) bildar inte ensamt ett koenzym som de andra B-vitaminerna gör, utan är en del av koenzym-A (CoA) (Spallholz *et al.*, 1999). CoA är ett koenzym i fettsyraoxidationen, acetatmetabolismen samt kolesterol och steroidsyntesen (McDonald *et al.*, 2011). Pantotensyra har fått sitt namn från det grekiska orden *pantothen* som betyder ”från allt”, vilket beskriver dess utbredning i vanliga livsmedel (McDonald *et al.*, 2011). Av fodermedel som mer eller mindre vanligen förekommer i hästens foderstat är hela spannmålskärnor och melass fodermedel som är rika på pantotensyra.

NRC (2007) anger att det inte har dokumenterats någon brist eller förgiftning av pantotensyra hos häst och att det inte heller finns några rekommendationer för intag via foder. Inte heller Pearson *et al.* (1944) anger någon rekommenderad giva av pantotensyra trots att de i sin studie drar slutsatsen att pantotensyra skulle kunna vara essentiell för hästar. Då pantotensyra alltid utfodrades ihop med riboflavin i studien går det inte att särskilja om en eller båda är essentiella. Det antas även att låga mängder pantotensyra syntetiseras av mikrober i hästens grovtarm (Carroll *et al.*, 1949). Syntesen i grovtarmen och ett intag via fodret på <0,2 µg/g ts gav i Carrolls studie (1950) ett värde på 8 % av pantotensyrainnehållet i skelettmuskulatur hos kontrollhästarna, dock saknas beskrivning av kontrollhästarnas foderstat.

Pearson och Schmidt (1948) utförde en studie på unga shetlandsponnyer där hästarnas vitaminavsöndring i urin och tillväxt i kg kroppsvikt användes som variabler för att påvisa om upptag i tarmkanalen är möjlig och om hästar har ett behov av pantotensyra i fodret. Alla foderstater innehöll 3,2 mg pantotensyra per kg foder (vilket motsvarade ca 38 µg/kg kv), och mellan 0 upp till 6,6 mg syntetiskt kalciumpantotenat per kg foder tillsattes till olika behandlingsfoder. Alla hästar hade en önskad tillväxt och det var ingen skillnad mellan foderstaterna med olika mängder tillsatt kalciumpantotenat. Mängden pantotensyra som avsöndrades i urin skilde sig dock mellan de olika foderstaterna; när innehållet i fodret motsvarade en giva om 150 µg pantotensyra/kg kv avsöndrades 41 % av intaget i urinen medan det vid 38 µg/kg kv avsöndrades 13 % av intaget i urinen. Detta visade att hästar tar upp syntetisk pantotensyra via mag-tarmkanalen (Pearson & Schmidt, 1948).

## **Vitamin B6**

Vitamin B6 förekommer i tre olika former. I växter förekommer pyridoxin medan det i djurvävnad förekommer pyridoxal och pyridoxamin. Den aktiva formen av enzymet är pyridoxalfostat. Pyridoxalfosfat är ett koenzym i processen då aminosyror från fodret bryts ner för att användas i cellens metabolism. Över femtio enzym som är beroende av pyridoxalfosfat har upptäckts (Spallholz *et al.*, 1999; McDonald *et al.*, 2011).

Brist på vitamin B6 hämmar främst aminosyrametabolismen och påverkar djurets tillväxt. Då vitamin B6 finns i höga mängder i jäst, baljväxter och spannmålskärnor är det inte troligt att hästar drabbas av någon brist (McDonald *et al.*, 2011). Carroll *et al.* (1949) påvisade även att pyridoxin syntetiseras av mikrober i hästens tarmkanal. Absorptionen av det syntetiserade pyridoxinet verkar vara tillräcklig för att behålla en normal nivå av vitaminet i skelettmuskulaturen (Carroll, 1950), som tillsammans med levern är den största lagringsreserven av vitamin B6 (Spallholz *et al.*, 1999). NRC (2007) har inga rekommendationer för ett dagligt intag av vitamin B6, eftersom inget behov har fastställts.

## **Biotin**

Biotin (vitamin B7) är ett koenzym för flera enzym. I fettsyrasyntesen är biotin koenzym för enzymet acetyl-CoA karboxylas, i glukoneogenesen för enzymet pyruvatkarboxylas, i kolesterolmetabolismen för enzymet propionyl-CoA karboxylas samt i aminosyrametabolismen för enzymen propionyl-CoA karboxyl och β-methylcrotonyl-CoA karboxylas

(NRC, 2007). Studier på fjäderfä och gris, vilka liksom hästen är enkelmagade, har visat att tillgängligheten på biotinet varierar mellan olika växter; tillgängligheten i spannmål är låg medan den är hög i oljefrön (Buffa *et al.*, 1992; McDonald *et al.*, 2011).

Carroll *et al.* (1949) visade i sin studie att hästar syntetiserar biotin i grovtarmen. Det finns ingen forskning som visar att hästar har ett större behov av biotin än det de normalt syntetiserar i grovtarmen, och NRC (2007) har därför inget värde för rekommenderat intag av biotin. Inga negativa effekter av överutfodring av biotin har upptäckts på hästar, men på råttor som injicerats med 50-100 mg biotin/kg kv har absorption av foster påvisats (NRC, 2007).

Biotin är ett vanligt förekommande fodertillskott till hästar som marknadsförs med att det förbättrar hovarnas kvalitet. I Henrikssons (2007) enkätstudie angav 4 % av hästägarna att de utfodrade sina hästar med biotin, vilket motsvarade 10 av de 282 som svarade på enkäten. Av de 194 hästägare som svarade att de gav sina hästar någon typ av fodertillskott gav 5 % biotin.

Dålig hovhornskvalitet är ett vanligt hälsoproblem hos hästar där hovhornet är mjukt, sprött och sprucket vilket kan leda till både hälta och svårigheter vid skoning, då det inte finns tillräckligt med utrymme i hovens vägghorn för att fästa sömmen (Buffa *et al.*, 1992; Reilly *et al.*, 1998). I flera studier har ett tillskott av biotin resulterat i förbättrad struktur och styrka i hovhornet. En av dessa studier gjordes av Buffa *et al.* (1992) på 32 slumpmässigt utvalda ridhästar. Fyra grupper med åtta hästar användes, och hästarna i varje grupp behandlades med en av följande behandlingar under tio månader: inget biotintillskott (grupp A); tillskott med 15 mg biotin/dag (grupp B); tillskott med 7,5 mg biotin/dag (grupp C); samt 15 mg biotin/dag varannan månad (grupp D). Hovhornets tillväxt mättes i antalet cm utväxt och hornets hårdhet mättes med en durometer. Hästarna i grupp B, C och D visade både högre hovhornstillväxt och förbättring i hårdheten på hovhornet jämfört med hästarna i kontrollgruppen (grupp A). Medelvärdet av hovhornstillväxten hos hästarna i grupp B var 1,8 cm/10 månader och 0,06 mm/dag mer än kontrollgruppens (A).

En annan studie utfördes av Reilly *et al.* (1998) där åtta ponnyer som inte hade tydliga defekter i hovhornet och inte borde lida av biotinbrist användes. Ponnyerna delades in i fyra par baserat på ålder, kön, vikt, storlek och ras. Alla ponnyer levde i samma miljö och gick på samma foderstat i tolv veckor. Därefter slumpades en häst i varje par till att övergå på en försöksfoderstat medan den andra fick en kontrollfoderstat. Foderstaterna var identiska förutom att försökshästarna fick ett biotintillskott. Ponnyerna i försöksgruppen hade ett totalt biotinintag på ca 0,12 mg/kg kroppsvikt medan kontrollhästarnas biotinintag var 0,0015 mg/kg kroppsvikt, vilket motsvarar ca 60 respektive 0,6 mg biotin per dag för en 500 kg häst. Den genomsnittliga hovhornstillväxten efter fem månader var 0,164 mm/dag för kontrollgruppen och 0,189 mm/dag för behandlingsgruppen. Detta betydde att ponnyerna som fick biotintillskott hade 15 % högre hovhornstillväxt jämfört med ponnyerna i kontrollgruppen som levde under samma förhållanden. De två äldsta ponnyerna, som utgjorde ett par, hade i slutet av försöket lägre hovhornstillväxt i jämförelse med de andra (yngre) ponnyerna i försöket (Reilly *et al.*, 1998).

Orsaken till att biotintillskott kan öka hovhornets tillväxt och hårdhet är inte känd. En teori är att biotin fungerar som koenzym i syntesen av keratinmolekyler från cytoplasmas polypeptider i överhuden (*epidermis*) och i hovhornet, något som påvisats ske i överhuden hos människor (Buffa *et al.*, 1992). På så sätt skulle biotin kunna påverka den mängd eller andel av keratinmolekyler som finns i hovhornet. Det tar dock lång tid innan ett resultat av biotintillförsel syns, eftersom det tar ca åtta till tio månader för hovhornet att växa från kronranden och ner till sulan (Buffa *et al.*, 1992).

### **Folat/Folsyra**

Folat är, tillsammans med folsyra, en variant av vitamin B9. Folat är den naturligt förekommande varianten av vitaminet och används ofta som samlingsnamn, medan folsyra är en konstgjord version av vitaminet (Bowman & Russell, 2006). Folat omvandlas i kroppen till tetrahydrofolsyra som är ett koenzym för utnyttjande av enkla kolgrupper som binds samman eller kopplas från aminosyror, bland annat i RNA- och DNA-syntesen (McDonald *et al.*, 2011). Särskilt viktigt är folat i celler där snabb celltillväxt eller cellcykel sker (NRC, 2007).

Folat syntetiseras i hästens tarmkanal men även ett intag via fodret krävs för att bibehålla en normal nivå av folat i skelettmusklerna (Carroll *et al.*, 1949; Carroll, 1950). Folat finns i höga halter i lucern och timotej, men även i havre och korn (NRC 1982, refererad i NRC 2007). Hästar som äter färskt gräs har högre koncentrationer av folat i blodplasman än de som äter konserverat foder (Roberts, 1983; NRC, 2007). Roberts (1983) visade att folatkoncentrationen i serum ökade men återgick till normal nivå redan 24 timmar efter en intramuskulär injektion med folat. Tillskott behöver därför utfodras eller injiceras varje dag om syftet är att höja halten i serum (Roberts, 1983).

Brist på folat har inte rapporterats på hästar (NRC, 1989). På andra arter har dock symptomen megaloblastanemi och leukopeni, där benmärgens mognad av röda blodkroppar respektive bildning av vita blodkroppar är onormal, påvisats vid folatbrist (NRC, 2007) Hos människa har epitellagret i mag-tarmkanalen, som har snabb cellcykel, påverkats vid folatbrist (Bowman & Russell, 2006). Gravida kvinnor får vid brist på folat förhöjd risk för komplikationer med barnet under graviditeten och vid förlossningen, så som för tidig förlossning, låg födelsevikt och försenad fostertillväxt (Bowman & Russell, 2006). Det samma antas kunna drabba dräktiga ston och deras föl (NRC, 2007). Risk för förgiftning av folat är sannolikt låg (NRC, 2007). Eftersom ingen brist påvisats hos häst saknar NRC rekommendationer för intag av folat hos häst (NRC, 2007).

### **Kobalamin**

Kobalamin (vitamin B12) har en stor, komplex struktur och innehåller en koboltatom (Spallholz *et al.*, 1999). Kobalamin är ett koenzym i flera viktiga enzymssystem, bland annat som katalysator vid isomeringsreaktioner och dehydrogenering (McDonald *et al.*, 2011). Kobalamin finns inte i några växter och ingår inte i hästens naturliga föda, utan syntetiseringen av vitaminet

sker uteslutande i digestionskanalen hos djur (NRC, 2007; McDonald *et al.*, 2011). För att ett upptag av det syntetiserade kobalaminet ska kunna ske från tarmen krävs glykoproteinet intrinsic factor (IF), som bildas i magsäckens slemhinna (McDonald *et al.*, 2011). Trots att kobalamin tillhör B vitaminerna, alltså de vattenlösliga vitaminerna, kan det lagras i levern (Frape, 2010). Vid utfodring eller injektioner med kobalamin höjs koncentrationen av detsamma i blodet (Roberts, 1983; Frape, 2010). NRC (2007) saknar rekommendationer kring dagligt intag av kobalamin hos häst då inga bristsjukdomar eller förgiftningar har påträffats. Det finns inga studier som påvisar att hästar skulle ha ett högre behov av vitamin B12 än vad de själva syntetiserar i tarmen (NRC, 2007).

Att kobalamin innehåller spårämnet kobolt gör att det måste finnas tillgängligt vid syntetisering av vitamin B12 (Frape, 2010). Kor och får har visat brist på kobolt/vitamin B12 när koboltinnehållet i fodret understigit 0,04-0,07 mg/kg ts, men hästar verkar vara mindre känsliga för koboltbrist än idisslare (NRC, 2007). NRC (2007) rekommenderar ett koboltintag på 0,05 mg/kg ts för att inte riskera vitamin B12 brist och bedömer att det inte bör vara något problem för hästar att inta denna mängd utan fodertillskott.

## Diskussion

Studier som gjorts kring hästars behov av B-vitaminerna är begränsade och den information som finns grundar sig till stor del på de studier som utfördes i mitten av 1900-talet. Dessa studier innehåller dels ett väldigt lågt antal försöksdjur med endast en häst per försök (Pearson *et al.*, 1944; Carroll *et al.*, 1949; Carroll, 1950) och dels kan både kontrollhästarnas och försökshästarnas foderstater ifrågasättas. När Carroll (1950) jämförde skelettmuskulaturens innehåll av B-vitaminerna mellan en häst på en B-vitaminfattig foderstat med tolv hästar på en ”normal” foderstat, drogs slutsatser som NRC (2007) använt i sina rekommendationer. Det är dock inte angett vad kontrollhästarnas foderstat bestod av och därmed kan det inte avgöras om det är en representativ foderstat för hur hästar utfodras idag. Även i Carrolls *et al.*(1949) studie där det fastställdes att en syntes av B-vitamin sker i hästens tarmkanal så kan foderstaten ifrågasättas. Hästen i försöket utfodrades med betfiber, glukos, kasein, fiskmjöl, förkolnat benkol och salt, vilket kan ifrågasättas för att vara en lämplig foderstat för den grovfoderomvandlare som hästen är. En foderstat baserad på grovfoder skulle kunna gynna mikroorganismerna i hästens grovtarm bättre och därmed generera till en högre syntes av B-vitaminerna.

De studier som finns visar dock att tiamin, riboflavin, nikotinsyra, pantotensyra, pyridoxin, folsyra och biotin syntetiseras av mikroorganismer i hästens grovtarm (Carroll *et al.*, 1949). Även kobalamin antas kunna syntetiseras i hästens tarmkanal (McDonald *et al.*, 2011). Kliniska sjukdomar till följd av brist har rapporterats för tiamin (Carroll *et al.*, 1949) och behov av intag via fodret misstänks finnas för riboflavin och/eller pantotensyra (Pearsson *et al.*, 1944). För övriga B-vitaminer har inga brister rapporterats och inga rekommendationer för intag via foder finns (NRC, 2007). NRC (2007) har endast rekommendationer angående intag för tiamin och riboflavin. Det rekommenderade intaget av dessa vitaminer är 0,06 respektive 0,04 mg per kg kroppsvikt. För en häst på 500 kg motsvarar det 30 mg tiamin och 20 mg riboflavin per dag.

Hästarna som uppvisat symptom på vad som antagits vara brist på tiamin, riboflavin eller pantotensyra har ingått i försök och inte haft tillgång till färskt gräs eller konserverat grovfoder. Riboflavin återfinns i stora mängder i baljväxter och i måttliga mängder i gräs (NRC 1982, refererad i NRC 2007). En häst som uppvisade symptom som kan vara kopplat till B-vitaminbrist, så som svaghet, stapplande steg och viktminskning, blev snabbt bättre när den gavs tillgång på gräs samt intubades med niacin, riboflavin, kalciumpantotenat och tiamin (Pearson *et al.*, 1944). Även folat återfinns i baljväxter och gräs (NRC 1982, refererad i NRC 2007) och studier har visat att hästar med tillgång på gräs hade högre koncentration av folat i blodet jämfört med permanent installerade hästar (NRC, 2007; Roberts, 1983). Då inga brister på samtliga B-vitaminer har rapporterats, annat än vid kontrollerade studier där en brist medvetet har skapats (NRC, 2007), kan det antas att friska hästar på bete eller som utfodras med en grovfoderbaserad foderstat tillgodoser sitt behov av B-vitaminer genom den mikrobiella syntesen i grovtarmen samt via fodrets innehåll.

Fodertillskott bestående av tiamin, riboflavin, niacin, pantotensyra, pyridoxin, folsyra och kobalamin, samt ofta tillsammans med magnesium, marknadsförs som att det gör hästen mer avslappnad, balanserad i temperamentet och mer fokuserad på sin uppgift. De studier som finns tillgängliga idag visar att hästar med tiaminbrist upplevs stressade (Carroll *et al.*, 1949) och att överskott på tiamin kan ge en lugnande effekt, sänkt hjärtfrekvens och förbättrat EKG (Mackay, 1961). Detta resultat gäller dock för en tiamindos på 1 000 mg intravenöst eller intramuskulärt. En oral giva tiamin (500-2000 mg) har inte påvisats ge någon lugnande effekt (Mackay, 1961) och en annan studie förkastar även tidigare resultat då 20 000 mg injekterat tiamin inte visade någon lugnande effekt (Irvine & Prentice, 1962). Det finns inga studier om de övriga B-vitaminernas påstådda lugnande effekt eller ökande av fokus hos hästar.

Fodertillskott bestående av tiamin, riboflavin, niacin, pantotensyra, pyridoxin, folsyra och kobalamin marknadsförs för en god grovtarmsfunktion, framförallt vid miljöbyten och stressade situationer. Det är dock oklart vad som syftas till med begreppet grovtarmsfunktion men B-vitaminerna syntetiseras och tas upp i tarmen (Carroll *et al.*, 1949; McDonald *et al.*, 2011), god funktion i framför allt grovtarmen är därför viktigt för att detta ska kunna fungera (Crandell, 2003). Brist på folat har påvisats inverka på epitelceller i tarmkanalen hos människor (Bowman & Russell, 2006), men det finns ingen rapporterad brist på folat hos hästar (NRC, 2007). Det finns inga studier som påvisar att en oral giva av B-vitaminerna skulle förbättra grovtarmsfunktionen.

Fodertillskott bestående av tiamin, riboflavin, niacin, pantotensyra, pyridoxin, folsyra och kobalamin marknadsförs även för att underlätta för hästen vid pälsfällning och pälsättning. Den ponny som i Pearsons *et al.* (1944) studie blev mager och svag efter över fyra månader på en B-vitaminfattig diet ansatte ny hårrem en vecka efter att tillskott av tiamin (50 mg), riboflavin (100 mg), niacin (500 mg) och pantotensyra (100 mg) gavs. Ponnyn var dock i ett livshotande tillstånd innan vitaminingivan (Pearson *et al.*, 1944) och det går därför inte att från detta fall dra slutsatsen att ett tillskott av B-vitaminerna skulle ge en positiv effekt på hästens päls. Det finns inga publicerade studier som undersökt B-vitaminers koppling till hästens päls, och det finns därför inga resultat som stödjer marknadsföringens påstående om att tillförsel av extra B-vitamin underlättar pälsfällning och pälsättning.



I fodertillskott vars syfte är att förbättra hovhornets kvalitet och tillväxt återfinns dels ren biotin (utspätt med glukos eller melass), dels biotin tillsammans med andra substanser så som olika aminosyror, zink, magnesium och metylsulfonylemetan. Det finns teorier om att biotin påverkar mängden keratinmolekyler i hovhornet genom att vara ett koenzym för syntesen av keratinmolekyler i epidermis (Buffa *et al.*, 1992). Det har påvisats att biotintillskott kan ge ökad hovhornstillväxt och hårdare horn i hovväggen (Buffa *et al.*, 1992; Reilly *et al.*, 1998), vilket denna teori skulle kunna vara en förklaring till. Den rekommenderade doseringen av biotin varierar hos olika tillverkare. Överutfodring av biotin bedöms inte vara giftigt (NRC, 2007) och överflödet lagras inte i kroppen (Buffa *et al.*, 1992), men ur ekonomiska aspekter är en överutfodring negativ.

## Slutsats

Tiamin, riboflavin, nikotinsyra, pantotensyra, pyridoxin, folsyra, biotin och kobalamin syntetiseras i hästens tarmkanal. I försök har påvisats att ett ytterligare intag behövs via fodret för tiamin samt riboflavin och/eller pantotensyra. Utöver dessa försök, har brist på B-vitaminerna aldrig rapporterats på häst. Vidare har studier påvisat att ett extra tillskott av biotin kan förbättra hästens hovhornskvalitet och ge snabbare hovhornstillväxt. Att tiamin ska ha en lugnande effekt på hästar har både påvisats och förkastats i studier. B-vitamintillskottens påstådda positiva effekt vid pälsbyte och på grovtarmens funktion har inte undersökts. De studier som finns tillgängliga idag kring hästars behov av B-vitaminer är begränsade och för få för att kunna påvisa att hästar har behov av att få extra B-vitaminer genom fodertillskott.

## Litteraturförteckning

- Bowman, B. A., Russell, R. M. (red), 2006. *Present Knowledge in Nutrition*. Ninth Edition, Volume I, s. 278-286. Washington D.C.: International Life Sciences Institute.
- Buffa, E. A., Van Den Berg, S. S., Verstrete, F. J. M., Swart, N. G. N., 1992. Effect of dietary biotin supplement on equine hoof horn growth rate and hardness. *Equine Veterinary Journal*, 24, s. 472-474.
- Carroll, F. D., 1950. Vitamin content in the skeletal muscle of the horse fed a B vitamin-low diet. *Journal of Animal Science*, 9, s. 139-142.
- Carroll, F. D., Goss, H., Howell, C. E., 1949. The synthesis of B vitamins in the horse. *Journal of Animal Science*, 8, s. 290-299.
- Crandell, K., 2003. Vitamin and mineral requirements in the horse. *Proceedings of the 50<sup>th</sup> Maryland Nutrition Conference for Feed Manufacturers and 1<sup>st</sup> Mid-Atlantic Nutrition Conference*, s. 195-202. Red. Zimmermann, N. G., University of Maryland, US.
- Frape, D., 2010. *Equine Nutrition and Feeding*. Fourth Edition. s. 79-80. Chichester: Wiley-Blackwell
- Henricson, A., 2007. *Utfodring och hälsa hos privatägda ridhästar*. Uppsala. Examensarbete 248 vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Irvine, C. H. G., Prentice, N. G., 1962. The effect of large doses of thiamine on the horse. *The New Zealand Veterinary Journal*, 10, s. 86-88.
- Jansson, A. (red), 2011. *Utfodringsrekommendationer för häst*, Rapport 289, Uppsala: Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Jood, S., Kapoor, A. C., 1994. Vitamin contents of cereal grains as affected by storage and insect infestation. *Plant Foods for Human Nutrition*, 46, s. 237-243.
- Lebiedzinska, A., Szefer, P., 2006. Vitamins B in grain and cereal-grain food, soy-products and seeds. *Food Chemistry*, 95, s. 116-122.
- Mackay, A., 1961. Some effects of drugs in the “doping” of racehorses. *The New Zealand Veterinary Journal*, 9, s. 129-135.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., Wilkinson, R.G., 2011. *Animal Nutrition*. Seventh Edition, s. 87-99. Harlow, England: Pearson Education Limited.
- McDowell, L. R., 1989. *Vitamins in Animal Nutrition – Comparative Aspects to Human Nutrition*. s. 188. London: Academic Press Limited.
- National Research Council (NRC), 1982. *Nutrient data for United States and Canadian Feeds*. Washington D.C.: National Academy Press
- National Research Council (NRC), 1989. *Nutrient requirements of Horses*. 5th edition red. Washington D.C.: National Academy Press.

- National Research Council (NRC), 2007. *Nutrient requirements of Horses*. 6th edition red. s. 109-123. Washington D.C.: National Academy Press
- Pearson, P. B., Schmidt, H., 1948. Pantothenic acid studies with the horse. *Journal of Animal Science*, 7, s. 78-83.
- Pearson, P. B., Sheybani, M. K., Schmidt, H., 1944. The B vitamin requirements of the horse. *Journal of Animal Science*, 3, s. 166-174.
- Reilly, J. D., Cotrell, D. F., Martin, R. J., Cuddeford, D. J., 1998. Effect of supplementary dietary biotin on hoof growth and hoof growth rate in ponies: a controlled trial. *Equine Veterinary Journal*, 26, s. 51-57.
- Roberts, M. C., 1983. Serum and red cell folate and serum vitamin B12 levels in horses. *Australian Veterinary Journal*, 60, s. 106-111.
- Spallholz, J. E., Boylan, L. M., Driskell, J. A., 1999. *Nutrition: Chemistry and Biology*. Boca ration: CRC Press.
- Tymoczko, J. L., Berg, J. M., Stryer, L., 2013. *Biochemistry - A Short Course*. 2 red, s. 232, 250-251. New York: W. H. Freeman and Company.