

Slutrapport

Hästars fosforbehov

Professor Anna Jansson och Professor Kjell Holtenius,
Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Projektets syfte, hypoteser och slutsatser

Syftet med projektet var att studera fosforomsättningen hos olika typer av hästar på svenska foderstater och att utveckla metoder för att avgöra om hästar överutfodras med fosfor.

Bakgrunden var att den amerikanska organisation (NRC) som regelbundet går igenom den vetenskapliga publikationen kring husdjurens näringsbehov och skapar rekommendationer utifrån detta har höjt fosforrekommendationer till växande hästar, baserat på resultat från endast en studie. Det tyckte vi var anmärkningsvärt med tanke på den globala strävan att hushålla och minska världens fosforanvändning. Vi var inte beredda att ändra de svenska rekommendationerna baserat på denna enda studie. Projektets övergripande hypoteser var att:

- 1) NRCs nuvarande rekommendation (2007) för fosfor till unghästar medför en överutfodring på svenska foderstater.
- 2) Ett urinprov kan vara en god markör för intag och överutfodring av fosfor.
- 3) Att de fosforföreningar som finns i hästräck är mycket lösliga i vatten.

I projektet har unghästar (föl och tvååringar) såväl som vuxna hästar studerats och foderstaterna har, förutom eventuella tillskott av mineralfoder, bestått av endast vallfoder.

Projektet har kommit fram till följande slutsatser;

- 1) NRCs nuvarande skattning av de endogena förlusterna hos växande hästar är för hög och mot den bakgrunden är en ökning av den rekommenderade dagliga fosforgivan inte relevant. De svenska utfodringsrekommendationerna kommer därför inte att ändras.
- 2) Ett urinprov fungerar bra som markör vid mycket kraftig överutfodring (en P/kreatinin-kvot >0.1 innebär överutfodring med minst 300 % av behovet) av fosfor men inte alls som markör vid måttlig överutfodring eller en bristsituation.
- 3) En stor del av de fosforföreningar (>60 %) som finns i hästräck löser sig i vanligt vatten.

Utöver detta har ytterligare analyser genomförts på prover tagna i de olika studierna med avsikt att noggrannare undersöka möjligheten att använda ett träckprov som markör för fosforintag och överutfodring med fosfor. Medel för detta söktes och erhöles också från Stiftelsen hästforskning.

Resultaten från dessa analyser och bearbetningar visar att det finns ett positivt linjärt samband mellan intaget och koncentrationen av fosfor i ett slumpmässigt taget stickprov av träck, både hos unga och vuxna hästar. Sambandet kan användas för att skatta fosforintaget hos grupper av hästar som utfodras likvärdigt. Sambandet kan också användas för att skatta intaget på individnivå men då bör träckprov tas vid flera tillfällen. Om koncentrationen av fosfor i träcken överstiger 8 g/kg torrsustans (ts) hos vuxna hästar är det troligt att överutfodring sker. Resultaten tyder däremot på att koncentrationen hos unghästar bör vara runt 8 g/kg ts.

50 Resultat

51 Endogena förluster

52 Resultaten från våra studier (Ögren et al 2013a; Ögren et al, submitted) tyder på att de
53 endogena förlusterna, skattade med linjär regression mellan intag och fekal utsöndring, är
54 mindre än 18 mg/kg kroppsvikt hos både föl och tvååringar (Figur 1). Det ger sålunda inget
55 stöd för den höjning av fosforintaget som NRC rekommenderar till växande hästar i vila. Vi
56 har också kunnat uppskatta det totala dagsbehovet av fosfor till växande tvååringar i
57 träning (förväntad vuxenvikt ca 500 kg) till minst 17,5 och max 32 g/dag (Tabell 1). Vid det
58 lägsta P intaget observerades ingen ansättning vilket tyder på att intaget var för lågt. Behovet
59 är dock inte större än 32 g/dag eftersom en ansättning då verkar ske samt att smältbarheten
60 var ganska låg, vilket antyder att hästarna inte haft behov av att ta upp mera fosfor ur
61 foderstaten.

62

63 Tabell 1. Fosforbalans hos tvååringar i träning med och utan tillskott av mineralfoder med
64 monokalciumpfosfat

| | Med mineraler | Utan mineraler | SEM | Behandlingseffekt P-värde |
|-----------------------|------------------|----------------|------|------------------------------|
| Intag, g/d | 32.0 | 17.5 | 0.6 | < 0.01 |
| Fekal utsöndring, g/d | 30.3 | 17.0 | 0.8 | < 0.01 |
| Urinutsöndring, g/d | 0.1 | 0.1 | 0.01 | 0.40 |
| Retention, g/d | 1.6 [#] | 0.3 | 0.6 | 0.16 |

65 # sign skild från 0.

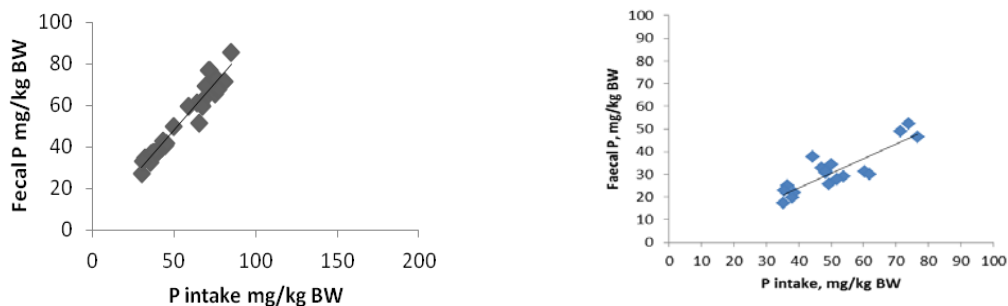
66

67

68

69

70



Figur 1. Relationen mellan fosforintaget och den fekala fosforutsöndringen hos tvååringar hästar (till vänster; $y = 0,9x + 2,5$, $r^2 = 0,93$, $CV=8.5$, $P < 0,001$) och hos föl (höger; $y = 0.64x - 1.51$; $r^2 = 0.75$, $p < 0.0001$). De endogena förlusterna skattade med linjär regression blir 2,5 och 0 mg/kg kroppsvikt i de två studierna.

71

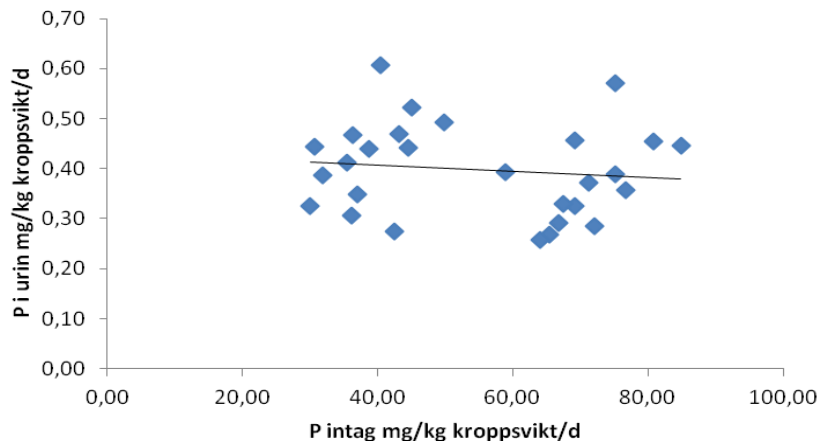
72

73 Metoder att skatta fosforintag

74 Fosforutsöndringen med urin visade ingen korrelation till intaget hos tvååringar hästar i
75 intagsintervallet upp till 90 mg/kg kroppsvikt (Figur 2). I en studie med vuxna hästar och ett
76 ökat fosforintag motsvarande upp till 400 % av behovet ökade dock urinutsöndringen av P i
77 urinen (Tabell 2). Resultaten visar att en P/kreatinin-kvot $>0,1$ innebär överutfodring med

78 minst 300 % av behovet. Ett urinprov fungerar sålunda bra som markör vid mycket kraftig
79 överutfodring av fosfor men inte alls som markör vid måttlig överutfodring eller en
80 bristsituation.

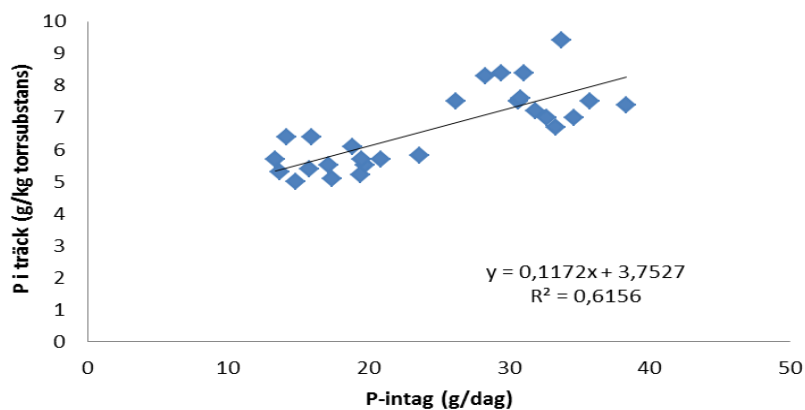
81
82



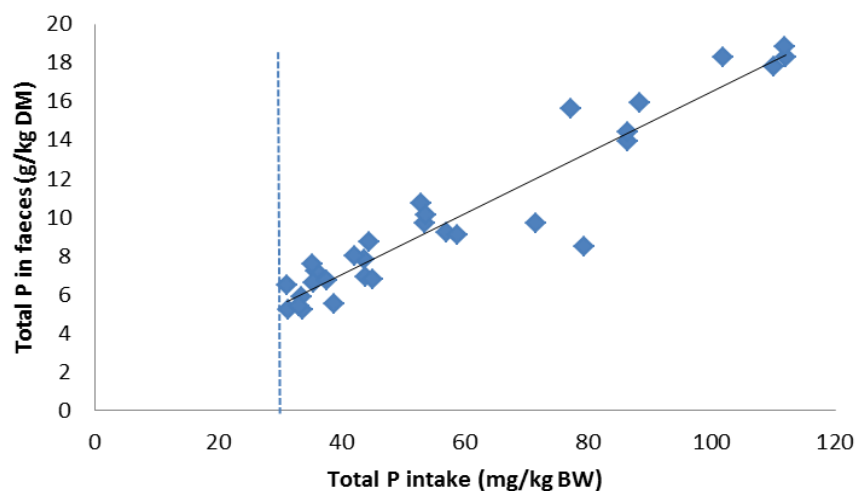
83
84 Figur 2. Utsöndring av fosfor via urin i förhållande till intaget av fosfor hos ettåriga hästar.

85
86

87 Som tidigare visats (Figur 1) finns det mycket starka samband mellan P-intaget och
88 utsöndringen i träck när den totala träckutsöndringen beaktats (antingen direkt eller indirekt
89 via markörmetoder). I vår strävan att hitta en enkel metod att skatta P-intaget hos hästar ville
90 vi därför också undersöka möjligheten att använda ett stickprov från träck och en analys av
91 koncentrationen per kg torrs substans. Resultaten från dessa analyser och bearbetningar visar att
92 det finns ett positivt linjärt samband mellan intaget och koncentrationen av fosfor i ett
93 slumpmässigt taget stickprov, både hos unga och vuxna hästar (Figur 3 och 4). Sambandet
94 kan användas för att skatta fosforintaget hos grupper av hästar som utfodras likvärdigt.
95 Sambandet kan också användas för att skatta intaget på individnivå men då bör träckprov tas
96 vid flera tillfällen. Om koncentrationen av fosfor i träcken överstiger 8 g/kg torrs substans (ts)
97 hos vuxna hästar är det troligt att överutfodring sker. Våra studier visar också att en
98 fosforkoncentration runt 4 g/kg torrs substans träck motsvarar ett för lågt fosforintag hos föl
99 (Ögren et al, submitted) och att koncentrationen hos unghästar bör vara runt 8 g/kg ts.
100 Koncentrationen av fosfor i träck påverkas givetvis av foderstatens smältbarhet (lägre
101 smältbarhet kan ge lägre koncentrationer) men med de foderstater vi använt och de
102 gränsdragningar vi gjort bedömer vi att risken för att felaktigt bedöma ett resultat som
103 ”överutfodring” fast det inte är det som ganska liten.
104
105



106
 107 Fig. 3. Sambandet mellan P-intag och utsöndringen i träck hos en grupp tvååriga travhästar i
 108 träning. En balansstudie genomförd på samma hästar visade att det inte skedde någon
 109 retention av fosfor (ansättning för tillväxt) på de lägsta P-intagen men dock på de högre
 110 intagen. Detta visar att en träckkoncentration av fosfor runt 5-6 g/kg torrsubstans kan indikera
 111 ett för lågt fosforintag.
 112
 113
 114



115
 116 Figure 4. Relations between total phosphorous (P) intake and total soluble P content ($0.1576x+0.7162$) in spot
 117 samples of faeces from adult horses fed different amounts of P. The dotted line illustrates the requirement
 118 according to NRC (2007). Correlations and P-values are 0.95, <0.0001.
 119

120 Fosfors löslighet i träck

121 Hästar vistas utomhus delar av dygnet och avger också en del träck i hagar och paddockar.
 122 För att bedöma risken för att fosforföreningar ”rinner iväg” är det därför viktigt att undersöka
 123 hur lösliga fosforföreningarna i hästräck är. Våra studier visar att mer fosfor i form av
 124 fosfater kan lösas ut via en sur lösning än med vatten (Tabell 2; Jansson et al. unpublished).
 125 Oavsett fosforgiva och typ av häst (unghäst, vuxen ridhäst, fölsto) verkar det som att minst 60
 126 % av fosfor går att lösa ut med en svagt sur lösning (Ögren et al. 2013a; Ögren et al 2013b;
 127 Ögren et al. unpublished). Vid utfodring med fosfor upp till 150 % av behovet hos vuxna
 128 ridhästar motsvarade den syralösliga fraktionen runt 90 % av totalinnehållet och den
 129 vattenlösliga 5-10 % mindre (Tabell 2, $P<0.05$). Vid kraftigare överutfodring ökade den
 130 syralösliga delen medan den vattenlösliga minskade. Detta beror sannolikt på att hästens
 131 digestionssystem inte har kapacitet att lösa ut fosfor i mineralfodret vid höga givor.

132 **Tabell 2. Urine phosphorous (P) content and faecal total, acid and water soluble P content in spot samples from horses fed six levels of P**

| Item | Feeding level ^a | | | | | | Statistics | |
|---------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| | 100 | 125 | 150 | 200 | 300 | 400 | Feeding level P-value | Solubility method Tukey |
| Urine | | | | | | | | |
| P ^b | 0.9±1.8 ^a | 0.7±1.8 ^a | 0.6±1.8 ^a | 0.7±1.8 ^a | 3.9±2.0 ^a | 13.2±2.0 ^b | 0.0009 | - |
| P/Crea ^c | 0.05±0.10 ^a | 0.05±0.12 ^a | 0.05±0.12 ^a | 0.04±0.10 ^a | 0.31±0.14 ^{ab} | 0.85±0.12 ^b | 0.0003 | - |
| Faeces ^d | | | | | | | | |
| P _{total} | 5.6 ± 0.3 ^a | 6.7 ± 0.3 ^a | 6.6 ± 0.3 ^a | 9.8 ± 0.3 ^b | 15.0 ± 0.4 ^c | 18.3 ± 0.4 ^d | <0.0001 | A |
| P _{acid} | 5.0 ± 0.4 ^a | 5.8 ± 0.4 ^a | 6.0 ± 0.3 ^a | 9.1 ± 0.3 ^b | 15.3 ± 0.5 ^c | 20.6 ± 0.5 ^d | <0.0001 | A |
| P _{water} | 4.7 ± 0.4 ^a | 5.3 ± 0.4 ^a | 6.6 ± 0.3 ^a | 6.6 ± 0.3 ^a | 10.3 ± 0.5 ^b | 12.1 ± 0.5 ^b | <0.0001 | B |

133 ^aFed to 5 horses/level and corresponding to 100, 125, 150, 200, 300 and 400 % of P requirements suggested by NRC (2007). ^bmmol/l. ^cP content
134 relative the creatinin content (mmol/l). ^dg/kg DM. LS Means with different superscripts within row differ.

Publikationer och populärvetenskap

Resultaten har delvis presenterats som en licentiatavhandling (Ögren, G. 2013) och vissa delar har också presenterats som postrar vid Nordic Feed Science Conference 2011, The European Workshop of Equine Nutrition 2012 (se nedan) och som en populärvetenskaplig artikel i Foderbladet (nr 3 2011). Foderbladet når ca 200 organisationer, gymnasieskolor, hästföretagare, veterinärkliniker och privatpersoner. Informationen kommer också att användas i undervisningen av agronom- och hippologstudenter. Under sommaren kommer en text att finnas på web-platsen Häst-Sverige. Vi avvaktar dock lite så att processen med den internationella granskningen av två manus blir genomförd.

Internationella publikationer

Ögren G, Holtenius K. and Jansson A. 2013a. Phosphorus balance and fecal losses in growing Standardbred horses in training fed forage-only diets. *Journal of Animal Science* 91(6):2749-55.

Ögren, G. 2013b. Phosphorus to horses and cows. Licentiatavhandling. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Rapport 283, ISBN 978-91-576-9116-3.

Ögren G, Ragnarsson S, Holtenius K and Jansson A. Faecal phosphorus excretion and possible markers of low phosphorus intake in foals. Submitted 2014.

Jansson A, Ragnarsson S and Holtenius K. Methods to Assess Phosphorous Overfeeding in Horses. In Manuscript.

Ekonomiskt läge

Projektet kommer att rymmas inom de ekonomiska ramarna. Ännu återstår dock kostnader för färdigställande av två manuskript och publicering. En mer detaljerad ekonomisk översikt kan ges men huvudsökande befinner sig just nu på längre tjänsteresa och ber att få återkomma med dessa uppgifter.



Inorganic, soluble fecal phosphorus excretion in growing horses fed forage-only diets

Gunilla Ögren, Kjell Holtenius and Anna Jansson
Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. Of Animal Nutrition and Management, Box 7024, 750 07 Uppsala.
gunilla.ogren@slu.se

Introduction

- Inorganic, soluble phosphorus (P_i) runoff from agricultural land contributes to eutrophication.
- The aim of this study was to investigate the magnitude and proportion of P_i in feces from growing horses fed a forage only diet supplemented or not supplemented with phosphorus (P).

Materials & Methods

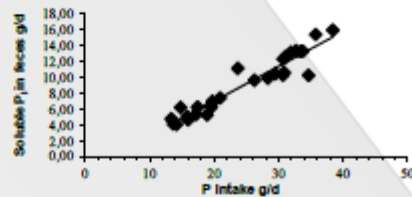
- 14 Standardbred horses, aged 20 ± 0.3 months.
- 2 treatments; forage-only diet with or without P supplementation (monocalcium-phosphate).
- 6 days treatment in a cross-over design, fecal sampling on days 3-6.
- Fecal P_i was extracted and P contents were analyzed by a commercial colorimetric method.



Results

- The P_i fraction was about one third of the total P and the P_i fraction was positively correlated to the intake of P (Figure 1).
- The proportion of fecal P_i was higher in the supplemented diet than the non-supplemented diet (40 vs 35 %, SE= 0.01, P=0.006).

Figure 1. Correlation between P intake (g/d) and fecal excretion of soluble inorganic P (g/d). $y = 0.44x - 1.78$, $R^2 = 0.95$ (P-value < 0.0001).



Conclusion

The soluble inorganic phosphorus fraction (P_i) in horse manure was about one third of the total P fraction and the P_i fraction increased when P intake was increased using P supplementation.



Gunilla Ögren
Department of Animal Nutrition and
Management, SLU
Box 7025, 750 07 Uppsala, Sweden
gunilla.ogren@slu.se

Background

In horses fed forage *ad libitum* the intake of nutrients can only be estimated. Therefore, it would be valuable to find methods for detecting the intake of nutrients. In the present study the correlation between P intake and P excretion in urine was investigated in growing horses.

Methods

- ❖ 14 horses were fed forage *ad lib*, with or without P supplementation in a cross-over design
- ❖ Feed intakes were measured
- ❖ Spot samples of urine were collected and inorganic P were analyzed by UV method

Conclusion

A single spot sample of urine does not reflect P intake in young horses fed forage-only diets and P levels \pm 30 % of the NRC recommendations

Results

- ❖ P intake was 32 ± 1 and 17 ± 1 g/d in supplemented and unsupplemented horses, respectively.
- ❖ There was no correlation between P intake and P excretion (Fig. 1).
- ❖ There was no difference between diets in urinary P excretion.



Figure 1. P intake vs P in urine.