

Slutrapport för projekt H1247069: Makro- och mikromineralinnehåll i skördat vallfoder för hästar

Docent Cecilia Müller, Inst. för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala

Bakgrund

Senare års forskning har belyst vallfodrets viktiga roll i foderstaten för alla typer av hästar (e.g. Jansson *et al.*, 2012) och både undervisning och de utfodringsråd som ges lyfter fram vallfodrets betydelse och det faktum att flertalet hästar kan utfodras med endast vallfoder, utan tillägg av kraftfoder i foderstaten. Att vallfodret får en allt viktigare roll och större betydelse i hästfoderstaterna är positivt för såväl hästens hälsa och välfärd som för hästägarens ekonomi, men även för landets vallfoderproducenter som får avsättning för sin vallproduktion trots ett vikande antal nötkreatur. Hästpopulationens vallfoderkonsumtion bidrar därmed också till att hålla landskapet öppet.

I foderstater som helt eller nästan helt och hållet består av vallfoder minskar i regel också foderstatens totala innehåll av makro- och mikromineraler, eftersom de flesta fabriksblandade kraftfoder innehåller tillsatta makro- och mikromineraler utöver de naturligt förekommande. Detta innebär att det blir ännu viktigare att känna till vallfodrets innehåll av makro- och mikromineraler och i vilken utsträckning detta kan täcka hästarnas behov av desamma. Brist på eller obalans mellan olika makro- och mikromineraler i foderstaten kan orsaka allvarliga hälsoproblem hos såväl vuxna som växande hästar (NRC, 2007). I de flesta fall rekommenderas därför att hästar utfodras med någon typ av mineralfoder, även om de i övrigt endast utfodras med grovfoder. Den i dagsläget rådande vetenskapliga uppfattningen är att grovfodrets innehåll av selen inte är tillräckligt för att täcka hästens behov eftersom vi generellt sett har selenfattig mark i hela Skandinavien/norra Europa (Givens *et al.*, 2000), men att behovet av övriga mineralämnen med undantag av kalcium och fosfor täcks av ett ”normalt” grovfoder. Problemet med detta antagande är att bakgrundsdata för mikromineralinnehåll i vallfoder inte är särskilt omfattande, och de data som används i hästsammanhang (Jansson *et al.*, 2011) bygger på data från vallfoder som skördats i syfte att utfodra mjölkkor (Spörndly, 2003), det vill säga fodret har skördats i ett betydligt tidigare botaniskt utvecklingsstadium än vad som är vanligt för hästfoder. Detta har betydelse, eftersom innehållet av makromineralerna P, K, Ca, Mg och Na och mikromineralerna Cu, Zn, Mn, Fe, Co och Mo sjunker med ökande botaniskt utvecklingsstadium hos vallväxterna vid skörd (Fleming och Murphy, 1968). Rutinmässigt analyseras endast innehållet av Ca, P, Mg och K i vallfoder, och mikromineralinnehållet antas räcka för att täcka hästens behov. Studier från Island (Jóhannesson *et al.*, 2007) har dock påvisat stor variation i innehållet av mikromineraler i gräsensilage, och tyska studier har visat att innehållet av Zn, Cu och Se i hö som skördats för att utfodra hästar var lägre än väntat medan järnhalten alltid var tillräcklig för att täcka hästarnas behov (Kienzle *et al.*, 2008; Kienzle och Möllman, 2009).

Innehållet av mineralämnen i vallfoder påverkas av flera olika faktorer, som till exempel vallens ingående arter och skötselåtgärder (t ex gödsling, stubbhöjd vid slåtter, ogräsförekomst, vallålder, skördenummer etc). I norska försök har halterna av Co, Cu och Mo i vallfoder förändrats genom att inkludera andra arter i vallar som i grunden bestod av perenna gräsarter (Johansen *et al.*, 2009). I en polsk studie där permanenta ängsmarker användes för att undersöka effekten av kalkning på mikromineralinnehåll i mark

och växtmaterial sågs en tydlig ökning av både Fe och Mn-innehållet i foder som skördats på kalkade marker jämfört med foder som skördats från samma ängsmarker som inte kalkats (Gondek och Kopek, 2008). Hur vallen sköts om påverkar alltså innehållet av mineralämnen i vallfodret. Detta är också grundantagandet för den föreliggande studien - att man via vallens skötsel, artinnehåll och skördetidpunkt etc kan påverka innehållet av olika makro- och mikromineraler. Syftet med denna studie var därmed att ta reda på innehållet av och variationsbredden i makro- och mikromineraler i svenska och norska vallfoder, skördade i syfte att användas för hästutfodring. I studiens mål ingick också att undersöka om innehållet av olika mineralämnen var korrelerat till vallskötsel faktorer och/eller andra variabler som beskriver fodrets näringsinnehåll.

Material och metoder

Vi har i tidigare projekt (H1047026, SHF; samt H0947219 från SLF Vall och grovfoder) samlat in prover på inplastat vallfoder i balar från gårdar över hela Sverige och delar av Norge under 2010 och 2011 (figur 1), tillsammans med dokumentation av information om vallens skötsel (till exempel skördedatum, skördenummer, botanisk sammansättning) och fodrets näringsinnehåll (omsättbar energi, råprotein och fiber (NDF)) etc. Dessa prover har även använts i föreliggande projekt för analys av innehållet av de makro- och mikromineraler som har betydelse för hästens mineralförsörjning. Material och data har också använts för att beräkna eventuella korrelationer mellan makro- och mikromineralinnehåll och faktorer relaterade till vallens skötsel och vallens övriga näringsinnehåll.

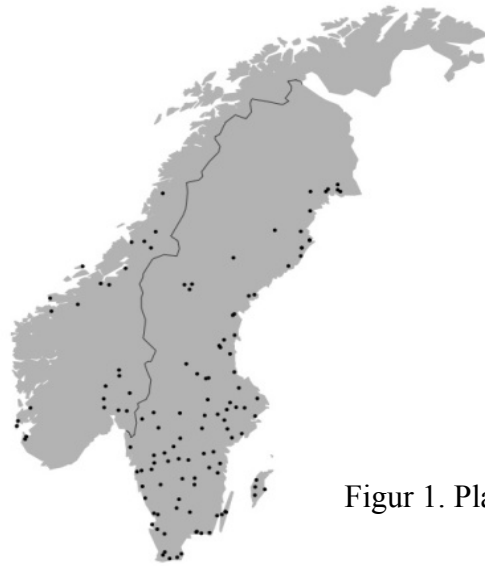
Prov från 124 gårdar, varav 99 var svenska och 25 var norska, inkluderades i studien. Av dessa var 75 prover från hästgårdar och de resterande 49 proverna kom från gårdar som hade häst och/eller andra djurslag, men där fodret skördats i ett så pass sent botaniskt utvecklingsstadium att det var relevant att inkludera i denna studie (medel 9,8 MJ omsättbar energi/kg ts, stdavv 0,95). Analyser av torrsbstanshalt (ts-halt), askhalt, råproteinhalt, halt av neutral detergent fiber (NDF) och andel omsättbar energi har utförts tidigare i projekt H1047026 samt H09947219 (för metoder se slutrapporter för dessa projekt eller Müller, 2005) och dessa analysvärden användes för beräkning av korrelationer i föreliggande studie. Ts-halten var 611 g/kg (stdavv 15,6) i genomsnitt.

För analys av mineralämnesinnehåll användes 0,3 g torkat och malt prov vilket löstes i 5 ml HNO₃ och 0,05 ml HF (vätefluorid). Lösningen späddes till 10 ml med milliQ-vatten och värmdes i mikrovågsugn. Proven späddes därefter 20 gånger till en matris med 10 % HNO₃, utom för analys av jod där proven späddes 20 gånger ytterligare till en alkalisk matris. Analys av makromineralerna Ca, P, Mg, K och Na utfördes med optisk emissionspektrofotometri med induktivt kopplad plasma (SS-EN 14538:2006), vilket är en standardmetod för analys av mineralämnen. Innehållet av makromineraler analyserades av Agrilab, Uppsala med ett instrument från AAS Spectro, Tyskland. Innehållet av mikromineralerna Fe, Mn, Cu, Co, Zn, I och Se analyserades med masspektrofotometri med induktivt kopplad plasma (ICP-MS) av ALS Scandinavia AB, Luleå med instrumentet Thermo-Finnigans ”Element 2”, Thermo-Fisher, Waltham, USA.

Statistisk bearbetning av materialet utfördes i form av variansanalys med hjälp av SAS General Linear Models Procedure (SAS Institute 9.3 for Windows, SAS Inc., USA). Korrelationsanalyser utfördes med hjälp av SAS Correlation Procedure och Pearson korrelationskoefficienter (ρ) beräknades enligt Kaps and Lamberson (2009) som:

$$\rho = \frac{\sigma_{xy}}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}}$$

där σ_y^2 = varians för y, σ_x^2 = varians för x, σ_{xy} = kovarians mellan x och y. Korrelationskoefficienter (ρ) mellan mineralämnesinnehåll och vallfoderproduktionsfaktorer beräknades med polyseriell korrelationsprocedur då denna kan beräkna korrelationer mellan numeriska värden och klassvariabler. Skillnader mellan medelvärden betraktades som statistiskt säkerställda då $P < 0,05$, och som en tendens till skillnad då $P > 0,05$ men $< 0,10$.



Figur 1. Platser för provtagning av foder i Sverige och Norge under 2010 och 2011.

Resultat och diskussion

Koncentrationen av makro- och mikromineraler i foderproverna redovisas i tabell 1. Alla mineralämnen utom Se, I och Na kunde detekteras i alla prov (tabell 1). Innehållet av Se var detekterbart endast i 20 prov, vilket skall tas i beaktande i tolkningen av analysresultaten (tabell 1). Hela norra Europa har selenfattig mark vilket också leder till att det foder som odlas i detta område är selenfattigt (Givens *et al.*, 2000). Innehållet av Na kunde detekteras i 47 prov och innehållet av I i 78 prov (tabell 1). Generellt sett var medelvärde och medianvärde för respektive mineralämne ungefär lika vilket betyder att fördelningen av observationerna var symmetrisk, utom för Fe och Mn där medelvärdet var högre än medianvärdet (och standardavvikelsen stor) (tabell 1). För Fe och Mn fanns alltså några prov med mycket högt innehåll av respektive mineralämne.

En jämförelse med tidigare publicerade resultat för mikromineralinnehåll i vallfoder redovisas i tabell 2. Intervallet mellan minsta och maximalt uppmätta värdet i den föreliggande studien stämde väl överens med motsvarande intervall som uppmätts i andra studier (tabell 2). Intervallet mellan minsta och maximala värdet var störst för Fe, vilket också är i linje med resultat från tidigare studier (tabell 2). Ett Fe-innehåll överstigande 300 mg/kg ts anses dock reflektera jordkontamination av provet snarare än ett verkligt järninnehåll i fodret (Givens *et al.*, 2000). Ytterligare en källa till kontamination är kvarnar och annan utrustning som slits med användningen och då avger Fe och även Co och Cu till provet (Allan *et al.*, 1999; Lindström, 2013). Det är dock inte troligt att utrustningen kan kontaminera provet med järn till så höga halter som uppmätts i denna studie (Lindström, 2013), och eftersom järnhalten i foderproverna var positivt korrelerad till förekomst av barmark (tabell 4) i vallen är det mer troligt att fodret varit kontaminerat med jord.

Korrelationer mellan koncentrationen av olika mineraler och andra variabler som beskriver fodrets näringsinnehåll redovisas i tabell 3. Innehållet av Cu, Se och Zn var negativt korrelerat med ökande torrsbstanshalt i hösilage även om korrelationskoefficienterna var svaga (tabell 3). Innehållet av Ca, P, Mg, K, Cu och Se var positivt korrelerade med askhalten, men korrelationskoefficienterna var svaga (Tabell 3). Koncentrationen av P och Cu var positivt korrelerade med råproteinhalten men även här var korrelationskoefficienterna svaga. Halterna av Ca, P, Mg, Cu och Se var negativt korrelerade med ökande innehåll av NDF, varav Ca hade den starkaste negativa korrelationskoefficienten med NDF-halten (tabell 3). Detta tolkas som att innehållet av Ca, P, Mg, Cu och Se i vallfodret var lägre ju senare i växtens botaniska utvecklingsstadium skörden skett. Detta stämmer väl överens med resultat från tidigare studier (Fleming och Murphy, 1968; Lindström *et al.*, 2013).

I tabell 4 redovisas skillnader i mineralkoncentration i vallfodret beroende på olika vallodlingsfaktorer. Kalcium- och Cu-innehållet påverkades av vilket gödselmedel som använts (organiskt eller oorganiskt) och var högre då organiska gödselmedel använts (tabell 4). Fosfor- och magnesiuminnehållet tenderade att vara högre då organiska gödselmedel använts, jämfört med gödsling med oorganiska gödselmedel (tabell 4). Om detta är ett resultat av direkt inverkan från gödselmedlet i sig eller har andra orsaker är inte klarlagt. I ekologisk produktion är endast organiska gödselmedel tillåtna, och de lantbrukare som har ekologisk odling använder sig vanligtvis av en större andel baljväxter, vilket också kan inverka på mineralämnesinnehållet i vallfodret (Fleming och Murphy, 1968; Lindström *et al.*, 2013). Även i föreliggande studie fanns en tendens till inverkan av den botaniska sammansättningen på innehållet av Ca och Se, då blandvallar (gräs och baljväxter) tenderade ha högre Ca- och Se-innehåll än rena gräsvallar (tabell 4). Fosforinnehållet var högre i blandvallar jämfört med gräsvallar (tabell 4). Även inslag av andra växter i vallen inverkade på mineralinnehållet; då ”riklig förekomst av ogräs i vallen” uppgivits var innehållet av Mn högre, jämfört med om vallfoderproducenten angivit att det inte fanns riklig ogräsförekomst i vallen (tabell 4). Skördenummer inverkade på innehållet av K som var högre i återväxtskörden jämfört med förstaskörden (tabell 4). Natriuminnehållet var generellt lågt, men högre i norskt jämfört med svenskt vallfoder och högre vid skörd i tidigt jämfört med sent botaniskt utvecklingsstadium (tabell 4). Vallfoder från vallar med synlig förekomst av barmark hade högre innehåll av Co och Fe jämfört med vallar utan synlig barmark (tabell 4). Innehållet av Cu och Mn tenderade att minska i takt med stigande vallålder, med undantag av då vallen var äldre än 6 år, då innehållet av dessa mineralämnen åter tenderade att vara högre (tabell 4). Innehållet av Zn och I påverkades inte av de vallfoderproduktionsfaktorer som inkluderades i studien (tabell 4). Innehållet

av Se var högre vid skörd i tidigt botaniskt utvecklingsstadium, i vallar äldre än 5 år, då stubbhöjden var över 8 cm och en tendens till högre Se-innehåll fanns i blandvallar jämfört med gräsvallar (tabell 4). Det var dock små skillnader i seleninnehållet och inte något som påverkade behovet av selensupplementering i foderstater till hästar tillhörande olika kategorier. Det skall också påpekas att mätvärdena för Se var få i jämförelse med för övriga mikromineraler.

Tabell 1. Innehåll av makro- och mikromineraler i 124 vallfoderprov från svenska och norska gårdar

Mineralämne	Antal prov över detektionsgräns ¹	Min-Max	Medel (stdavv)	Median
Makromineral, g/kg ts				
Kalcium	124	0,1-26,6	5,3 (3,41)	4,5
Fosfor	124	0,1-6,5	2,7 (0,80)	2,5
Magnesium	124	0,02-4,54	1,8 (0,76)	1,7
Kalium	124	1,0-49,7	21,7 (7,44)	21,1
Natrium	47	0,1-3,5	0,6 (0,61)	0,4
Mikromineral, mg/kg ts				
Kobolt	124	0,01-1,20	0,1 (0,15)	0,05
Koppar	124	1,8-11,0	4,9 (1,61)	4,5
Järn	124	44-1991	193,8 (288,92)	91,6
Mangan	124	12-364	84,9 (49,31)	72,1
Zink	124	13-96	23,1 (9,46)	21,2
Jod	78	0,14-3,93	0,36 (0,461)	0,23
Selen	20	0,03-0,28	0,06 (0,054)	0,04

¹ nedre detektionsgräns för Na 0,1g/kg ts; för Co 0,008 mg/kg ts, Cu 0,17 mg/kg ts, Fe 0,27 mg/kg ts, Mn 0,07 mg/kg ts, Zn 0,33 mg/kg ts, I 0,1 mg/kg ts och Se 0,03 mg/kg ts. (Mätområde för Ca, P, Mg, K 0,01-200 ppm i prov).

Tabell 2. Mikromineralinnehåll i vallfoder (mg/kg ts) från olika studier eller tabellverk, samt från föreliggande studie

Mineralämne	Jóhannesson <i>et al.</i> , 2007	Spörndly, 2003	Lindström, 2013 (Hammarkvarn, rostfritt stål)	Frankow-Lindberg <i>et al.</i> , 2012 ¹	MacPherson, 2000	Föreliggande studie
Mangan	40-550	45	65	20-68	1-2670	12-364
Kobolt	0,041-2,01	0,06	0,02	0,005-0,044	<0,01-1,26	0,01-1,20
Koppar	4-16	5	2,20	2,2-8,5	4,0-8,2	1,8-11,0
Järn	57-1379	82	23	20-91	73-154	44-1991
Zink	14-85	32	14	13-40	3-300	13-96
Jod	-	0,3	-	-	0,09-0,42	0,14-3,93
Selen	0,006-0,096	-	-	-	<0,05 (norra Europa)	0,03-0,28

¹ data från timotej och ängssvingel, 1a och 2a skörd, tre platser i Sverige.

Tabell 3. Korrelationer (Pearson korrelationskoefficienter) mellan makro-/mikromineralinnehåll och andra variabler som beskriver vallfodrets näringsinnehåll

Variabel	Kalcium	Fosfor	Magnesium	Kalium	Natrium	Kobolt	Koppar	Jod	Järn	Mangan	Selen	Zink
Torrsubstanshalt	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,26**	ns	ns	ns	-0,19*	-0,18*
Aska	0,32***	0,29**	0,20*	0,21*	ns	ns	0,26**	ns	ns	ns	0,22*	ns
Råprotein	ns	0,24**	ns	ns	ns	ns	0,31***	ns	ns	ns	ns	ns
Neutral detergent fiber	-0,41***	-0,22**	-0,31***	ns	ns	ns	-0,27**	ns	ns	ns	-0,23*	ns

ns, ej signifikant korrelation; * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001

Tabell 4. Innehåll av makro- och mikromineraler i 124 vallfoderprov från gårdar i Sverige och Norge, uppdelat på vallfoderproduktionsfaktorer som kan påverka koncentrationen av desamma

	g/kg torrsbstans					mg/kg torrsbstans						
	Kalcium	Fosfor	Magnesium	Kalium	^s Natrium	Kobolt	Koppar	Järn	Mangan	Zink	Jod	Selen
Land												
Sverige	4,0	1,9	0,9	19,9	0,50	0,19	3,8	487,3	79,5	19,0	0,64	0,03
Norge	3,1	2,6	1,1	25,3	0,54	0,25	4,3	599,2	84,3	21,9	1,05	0,04
SE	2,08	0,59	0,59	4,91	0,559	0,083	1,12	195,26	28,54	5,09	0,507	0,009
P	0,52	0,14	0,77	0,14	0,02	0,29	0,54	0,43	0,82	0,49	0,26	0,29
Skördenummer												
Förstaskörd	3,3	2,1	1,0	17,0	0,16	0,17	3,3	456,3	79,8	20,1	0,63	0,04
Återväxtskörd	3,8	2,4	0,9	28,2	0,11	0,28	4,9	630,3	84,1	20,8	1,06	0,03
SE	2,38	0,67	0,66	5,62	0,640	0,095	1,28	223,26	32,67	6,69	0,581	0,011
P	0,79	0,52	0,81	0,01	0,56	0,13	0,08	0,28	0,85	0,90	0,30	0,22
Skördetidpunkt												
tidig inom skörd	3,8	2,5	1,2	21,2	0,43	0,18	3,7	498,0	80,1	21,0	0,96	0,04
sen inom skörd	3,2	2,0	0,8	24,0	0,39	0,27	4,5	588,6	83,7	20,0	0,73	0,03
SE	2,25	0,63	0,64	5,31	0,605	0,090	1,21	211,20	30,87	6,32	0,549	0,010
P	0,68	0,26	0,24	0,41	0,04	0,13	0,28	0,50	0,85	0,80	0,50	0,01
Vallålder												
1 år	2,1	2,1	0,5	33,8	1,0	0,30	3,4	738,5	118,6	13,7	0,11	0,04
2 år	2,9	1,9	1,2	19,1	0,2	0,41	5,4	823,4	137,0	26,3	0,81	0,04
3 år	3,6	2,3	1,1	21,8	0,3	0,20	4,4	507,3	43,7	21,3	0,86	0,02
4 år	5,3	2,3	1,2	19,3	0,4	0,16	4,1	392,1	57,6	21,4	1,25	0,03
5 år	4,1	2,6	0,6	22,5	0,6	0,13	3,7	442,6	41,0	18,1	1,17	0,05
6 år eller äldre	6,8	3,6	2,1	26,5	0,6	0,15	6,1	380,0	75,3	28,2	1,50	0,04
7 okänd/blandad	0,1	0,8	0,1	15,5	0,8	0,21	1,3	519,1	100,0	14,2	0,45	0,02
SE	3,00	0,85	0,85	7,08	0,81	0,120	1,61	281,56	41,16	8,43	0,73	0,013
P	0,49	0,13	0,18	0,11	0,63	0,10	0,07	0,41	0,08	0,28	0,59	0,02

	g/kg torrsubstans					mg/kg torrsubstans						
	Kalcium	Fosfor	Magnesium	Kalium	^s Natrium	Kobolt	Koppar	Järn	Mangan	Zink	Jod	Selen
Gödsling												
oorganisk (NPK/N)	2,1	1,9	0,7	21,8	Nd	0,19	3,3	501,0	74,2	18,7	0,79	0,03
organisk	4,9	2,5	1,3	23,5	0,1	0,25	4,9	585,6	89,7	22,2	0,90	0,04
SE	1,91	0,54	0,54	4,52	0,51	0,077	1,02	179,78	26,28	5,38	0,467	0,008
P	0,02	0,07	0,07	0,53	0,86	0,17	0,01	0,43	0,32	0,27	0,67	0,19
Botanisk sammansättning												
Gräsvall	2,2	1,8	0,7	22,0	0,2	0,25	3,7	573,0	95,3	19,7	0,80	0,03
Gräs/baljväxtvall	4,9	2,6	1,2	23,3	0,2	0,19	4,5	513,5	68,6	21,2	0,89	0,04
SE	2,13	0,60	0,61	5,03	0,57	0,085	1,14	200,20	29,27	5,990	0,520	0,009
P	0,06	0,04	0,18	0,67	0,27	0,27	0,25	0,63	0,15	0,70	0,78	0,06
Förekomst av barmark i vallen												
Ja	3,4	2,1	0,9	23,1	0,2	0,29	4,0	721,8	69,6	17,2	0,88	0,03
Nej	3,7	2,4	1,1	22,1	0,3	0,15	4,2	364,8	94,2	23,7	0,81	0,04
SE	2,24	0,63	0,64	5,28	0,60	0,090	1,20	210,00	30,70	6,29	0,546	0,010
P	0,84	0,44	0,67	0,80	0,24	0,03	0,81	0,02	0,26	0,15	0,86	0,29
Riklig förekomst av ogräs i vallen												
Ja	3,8	2,3	1,3	23,4	0,3	0,24	4,9	585,5	86,4	17,2	0,53	0,04
Nej	5,0	2,6	1,3	23,3	0,3	0,15	4,7	416,9	33,2	18,0	1,07	0,03
Vet ej	1,8	1,8	0,5	21,2	0,09	0,27	2,6	627,5	126,2	26,1	0,93	0,03
SE	3,40	0,96	0,96	8,02	0,91	0,136	1,82	318,82	46,60	9,54	0,829	0,015
P	0,57	0,59	0,64	0,95	0,42	0,34	0,37	0,53	0,04	0,57	0,39	0,78
Uppskattad stubbhöjd vid slåtter												
< 8 cm	3,7	2,5	1,3	24,6	0,3	0,24	4,8	568,4	87,1	24,8	1,16	0,03
8-10 cm	4,0	2,5	1,0	23,9	0,3	0,20	4,5	532,0	75,6	22,2	0,90	0,04
> 10 cm	2,8	1,6	0,7	19,3	0,5	0,23	3,0	529,5	83,1	14,3	0,47	0,04
SE	2,50	0,70	0,71	5,89	0,67	0,100	1,34	234,22	34,24	7,01	0,609	0,011
P	0,89	0,23	0,31	0,45	0,32	0,69	0,17	0,90	0,67	0,10	0,19	0,02

§ av 124 prov var 47 över den lägsta detektionsgränsen

Tabell 5. Olika hästkategoriernas minimibehov av makro- och mikromineraler (NRC, 2007; Jansson *et al.*, 2011) i g eller mg per 100 kg kroppsvikt och dygn

Hästkategori	g/kg torrsubstans				mg/kg torrsubstans						
	Kalcium	Fosfor	Magnesium	Natriumklorid [#]	Kobolt	Koppar	Jod	Järn	Mangan	Selen	Zink
Vuxen häst, underhållsbehov per 100 kg kroppsvikt	4	2,8	1,5	5,1	0,1	10-12	0,35	40-50	40-50	0,2	40-50
Digivande sto i laktationsmånad 1-3, behov per 100 kg kroppsvikt	11,8	7,6	2,3	6,5	0,2	20-25	0,35	100-150	80-100	0,2	80-100
Högpresterande vuxen häst, behov per 100 kg kroppsvikt	8,0	5,8	3,0	13-21 [§]	0,2	20-25	0,35	80-100	80-100	0,2	80-100
Växande unghäst i arbete 13-24 månader, behov per 100 kg kroppsvikt	9,6	5,3	3,0	7,2	0,2	20-25	0,35	100-150	80-100	0,2	80-100

[§]Na-behovet beror på hur stora svettförluster hästen gör. Den högre siffran gäller för förhållande då hästen gör mycket stora svettförluster av Na t ex distansritt i varmt klimat.

[#]behovet anges i NaCl. NaCl består av Na till ca 40 %.

Implementering av resultaten och slutsatser

En beräkning av olika hästkategoriernas behov av makro- och mikromineraler per 100 kg kroppsvikt redovisas i tabell 5 (NRC, 2007; Jansson *et al.*, 2011). Om hästen utfodras med lägsta rekommenderade grovfodergiva om 1 kg ts/100 kg kroppsvikt och dygn (NRC, 2007), och det lägsta analyserade värdet för respektive mineralämne i föreliggande studie (tabell 1) används för att beräkna om vallfodrets innehåll av mineralämnena kan täcka hästens behov, är det endast hästens underhållsbehov av Fe som täcks om mineralfoder inte lagts till i foderstaten. Om medelvärdet från respektive mineralämne i föreliggande studie används istället, kan vallfodret täcka underhållsbehovet av Ca, P och Mn samt I- och Fe-behovet för alla hästkategorier. Behovet av övriga mineralämnena täcks ej av den minsta rekommenderade vallfodergivan för någon av hästkategorierna i tabell 5. Om vallfodergivan ökas till det dubbla (2 kg ts/100 kg kroppsvikt och dygn) kan underhållsbehovet av alla mineralämnena täckas utom för Na och Se, om beräkningen baseras på medelvärden för respektive mineralämne. För övriga hästkategorier täcks endast behovet av Mg, Fe, Mn och I av 2 kg ts vallfoder/100 kg kroppsvikt och dygn. Koksalt (NaCl) och selen behöver alltid tillföras, då vallfodret inte innehåller tillräckliga halter av Na eller Se för att täcka behovet hos någon hästkategori.

Eftersom innehållet av makromineraler i vallfoder varierar stort är det inte tillrådligt att förlita sig på medelvärden. Det är således viktigt att låta analysera vallfodret med avseende på Ca, P och Mg oavsett vilken hästkategori som skall utfodras, för att veta om mineralfoder behövs i foderstaten och i sådana fall vilket/vilka mineralämne som behöver tillföras. Innehållet av mikromineraler analyseras vanligtvis inte rutinmässigt i vallfoder, men eftersom även mikromineralinnehållet kan variera stort är en rekommendation att låta analysera detsamma i vallfodret om foderstaten endast består av vallfoder och inte kompletteras med mineralfoder, och särskilt om vallfodergivan begränsas till minsta rekommenderade mängd (1 kg ts/100 kg kroppsvikt och dygn). Eftersom korrelationer mellan mineralämneshåll och andra variabler som beskriver fodrets näringsinnehåll var svaga kan inte fodrets innehåll av till exempel råprotein eller NDF användas för att avgöra om vallfodret är rikt eller fattigt på mineralämnena. Om fiberhalten (NDF) är hög (dvs om fodret är sent skördat) är fodrets innehåll av mineralämnena dock sannolikt lägre än genomsnittet, eftersom halten av flera mineralämnena var negativt korrelerad med ökande NDF-halt. För sent skördat vallfoder är det därför ännu viktigare att låta analysera innehållet av mikromineraler eller komplettera foderstaten med ett mineralfoder som passar vallfodrets innehåll av makromineraler och som även innehåller mikromineraler.

Publicering av resultaten, resultatförmedling till näringen

Resultaten förväntas kunna implementeras snabbt, och de kommer att införas i ”Utfodringsrekommendationer för häst” (Jansson *et al.*, 2011) som används i såväl rådgivnings- som undervisningssammanhang liksom av fodertillverkare och enskilda hästägare. Vetenskaplig publicering förväntas under hösten 2014 eller våren 2015 (arbete med manuskript och examensarbete pågår). Webbplatsen Hästsverige (www.hastsverige.se) är en informations- och kommunikationskanal som kommer att användas för att sprida resultaten vetenskapligt och populärvetenskapligt. Populärvetenskaplig publicering sker också via kommersiell hästfackpress. Resultaten kommer också att förmedlas muntligt vid ett seminarium till vilket alla intresserade är välkomna, men särskilt foderindustrin inbjuds att delta. Vidare presenteras resultaten vid kommande konferenser inom området (6th Nordic Feed Science Conference, Uppsala, alt. 8th European Workshop of Equine Nutrition).

Tidsram för studien och resultatförmedlingsplan

Kommunikationskanal	Motiv för val av kommunikationskanal och huvudsakliga mottagare	Tidsplan för förväntad leverans av del- och slutresultat
Vetenskaplig artikel (engelska)	Internationell kommunikation av forskningsresultat till andra forskare, studenter, övriga	Preliminärt andra hälften av 2014/början 2015
Vetenskaplig rapport (svenska) i rapportserie vid Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU, som även publiceras på Hästsverige.se	Nationell kommunikation av resultaten till en något bredare mottagarkategori t ex lärare, rådgivare, foderproducenter etc	Andra hälften av 2014

Populärvetenskaplig publikation på svenska i hästfackpress och på Hästsverige.se, Foderbladet, Svenska vallbrev etc	Kommunikation riktad till hästägare, tränare, hästintresserad allmänhet, stuterier, foderproducenter etc	Andra hälften av 2014/första hälften av 2015
Seminarium vid SLU	Foderindustri inbjuds särskilt, men alla intresserade är välkomna.	Första hälften av 2015.

Referenser

- Allan, A.M., Blakeney, A.B.; Batten, G.D., Dunn, T.S. 1999. Impact of grinder configurations on grinding rate, particle size, and trace element contamination of plant samples. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 30, 2123-2135.
- Gondek, K., Kopek, M. 2008. Effect of long-term various mineral fertilization and liming on the content of manganese, nickel and iron in soil and meadow sward. *Journal of Elementology* 13, 41-56.
- Fleming, G.A., Murphy, W.E. 1968. The uptake of some major and trace elements by grasses as affected by season and stage of maturity. *Winter meeting of the British Grassland Society, 22nd March 1968, London, UK.*
- Frankow-Lindberg, B. Wivstad, M., Öborn, I. 2012. Hur kan vi välja vallväxtarter, sorter och blandningar för att uppnå hög foderkvalitet och bra mikronäringsinnehåll på olika jordar? Slutrapport för projekt H0841014, Stiftelsen Lantbruksforskning.
- Jansson, A. (red). 2011. *Utfodringsrekommendationer för häst*. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. 6:e upplagan.
- Jansson, A., Saastamoinen, M., Lindberg, J.E. 2012. Forage feeding systems. In: M. Saastamoinen, M.J. Fradinho, A.S. Santos, N. Miraglia (Eds.) Forages and grazing in horse nutrition. pp. 289-303. EAAP Publication No. 132. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Jóhannesson, T., Eiríksson, T., Gudmundsdóttir, K.B., Sigurdarsson, S., Kristinsson, J. 2007. Overview: Seven trace elements in Icelandic forage. Their value in animal health and with special relation to scrapie. *Icel. Agric. Sci.* 20, 3-24.
- Johansen, A., Bakken, A.K., Synnes, O.M. 2009. Is it possible to counterbalance deficiencies or imbalances in cobalt, copper and/or molybdenum in forage based diets by including more and other plants? *Acta Agriculturae Scand Section A* 59, 12-21.
- Kaps, M., Lamberson, W. (Eds.), 2009. *Biostatistics for animal science*, 2nd ed. CABI, Cambridge, UK.
- Kienzle, E., Möllman, F. 2009. Trace element analyses in hay for horses – analyse once, “guestimate” in the next years. *Tierärztl Prax* 37, 242-246.
- Kienzle, E., Möllman, F., Nater, S., Wanner, M., Wichert, B. 2008. Mineral content of hay harvested in Bavarian and Swiss horse farms. Predictive value of cutting time, number of cut, botanical composition, origin and fertilization. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 92, 712-717.
- Lindström, B. 2013. Micronutrients in temperate forage crops grown in Sweden. Doctoral thesis 2013:3, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, SWEDEN.
- Lindström, B., Frankow-Lindberg, B., Dahlin, A.S., Wivstad, M., Watson, C.A. 2013. Micronutrient concentrations in relation to phenological development of red clover (*Trifolium pratense* L.), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and timothy (*Phleum pratense* L.) *Grass and Forage Science* 69, 276-284.
- MacPherson, A. 2000. Trace-mineral status of forages. In: Givens, D.I., Owen, E., Axford, R.F.E., Omed, H.M. (Eds). *Forage evaluation in ruminant nutrition*. pp. 345-371. CABI Publishing, Oxon, UK.
- McDowell, L.R., Valle, G. 2000. Major minerals in forages. In: Givens, D.I., Owen, E., Axford, R.F.E., Omed, H.M. (Eds). *Forage evaluation in ruminant nutrition*. pp. 373-397. CABI Publishing, Oxon, UK.
- Müller, C. E. 2005. Fermentation patterns of small-bale silage and haylage produced as a feed for horses. *Grass and Forage Science* 60, 109-118.
- NRC, 2007. Minerals. Chapter 5. *Nutrient requirements of horses*. 6th revised edition. pp.69-108.
- Spörndly, R. (red). 2003. *Fodertabeller för idisslare*. Rapport 257. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. ISSN 0347-9838.