

Hur olika faktorer påverkar innehållet av mikronäringsämnen i vallfoder

Anne-Maj Gustavsson¹ och Elisabet Nadeau²

¹Inst. för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå; ²Inst. för husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara

Bakgrund

Vallfoder utgör en betydande andel av idisslarnas foderstater och har stor betydelse för hur stor mängd mineralämnen som utfodras (Hopkins et al., 1994; Whitehead, 2000). Vallfodrets innehåll av mikronäringsämnen varierar mellan olika platser, i nordiska försök har bland annat Kähäri och Nissinen (1978) och Lindström et al. (2014) funnit att jordart och pH har betydelse. Høgh-Jensen och Søegaard (2012) har pekat på att odlingsåtgärder som har stor betydelse för mineralämnestillförseln till vallfoder är att välja arter som innehåller höga koncentrationer, att påverka baljväxtinnehållet i blandningen med hjälp av kvävegödsling eftersom många baljväxter näst efter örter (t ex cikoria) kan innehålla höga halter, samt att välja skördetid.

Mineralämnena behövs för djurens hälsa och produktion (Suttle, 2010). Eriksson (2005) har undersökt innehållet i vallfoder på gårdar i Sverige, och har kunnat relatera en del djurhälsoproblem till mineralämnesinnehållet. Trots att mikronäringsämnena är livsnödvändiga har det inte varit så vanligt att man har låtit analysera dem i vallfodret, utan man har använt tabellvärden vid beräkning av foderstater. Och, för att vara säker på att djuren får i sig tillräckligt, har man tillfört mikronäringsämnen via mineralfodret både i ekologiska och konventionella foderstater så att det inte ska vara brist. Numera är dock mineralämnesanalyserna relativt billiga samtidigt som mineralfoder är dyra och en ändlig resurs, vilket har gjort att antalet analyser har ökat.

Syfte

Målsättningen med projektet var att studera effekt av växtart, skördetidpunkt, skördetillfälle och försöksår på innehåll av koppar (Cu), mangan (Mn), molybden (Mo), zink (Zn) och järn (Fe).

Material och metod

Försöksuppläggning. Projektet innefattar odlingsplatserna Röbbäcksdalen, SLU Umeå och Lanna, SLU Skara. Försöken såddes in i korn våren 2004 och skördades 2005 i Skara och i Umeå. I Skara såddes ett nytt försök 2006 som skördades 2007. I samband med sådden gödslades insådden med 20 ton flytgödsel. Blandningarna var (a) rödklöver (cv. Sara i Skara och cv. Betty i Umeå) och timotej (cv. Grindstad); (b) rödklöver (cv. Sara i Skara och cv. Betty i Umeå) och ängssvingel (cv. Kasper), samt (c) käringtand (cv. Oberhaunstaedter) och timotej (cv. Grindstad).

Blandningarna skördades i första skörd en vecka före, vid, samt en vecka efter timotejens axgång. Skördedatum för första skörd 2005 var 9/6, 14/6 och 22/6 i Skara samt 20/6, 28/6 och 3/7 i Umeå. Skördedatum 2007 i Skara var 28/5, 5/6 och 11/6. Återväxten skördades sex veckor efter var och en av de tre skördetidpunkterna i första skörd. Försöken var upplagda som split-plot med tre block i fält. Vallväxtblandning var storruta och skördetidpunkt var småruta (15 m²). På grund av hög andel rödklöver i blandningarna i Skara gödslades de med 60 kg N/ha i form av flytgödsel från nöt direkt efter första skörd under båda försöksåren, inga andra gödselmedel tillfördes under vallåret.

Tabell 1. Beskrivning av matjordens (0 – 0,2 m) jordart, pH och innehåll av växtnäringsämnen

	Umeå 2005	Skara 2005	Skara 2007
pH	5,7	7,2	6,7
Mullhalt	6,4	2,7	3,0
Silt (mjåla + finmo)	76,5	53,3	52,0
Sand (grovm + sand)	6,2	14,0	8,0
P-AL	13	6,3	4,1
K-AL	13,0	16,8	12,0
Ca-AL	93,0	-	220
Cu-HCl	16	9,8	8,2

Provtagning och analyser. Avkastning registrerades och prover sorterades för bestämning av botanisk och morfologisk sammansättning, växtens utvecklingsstadium och för näringsanalys från varje försöksruta vid varje skördetillfälle. Klimatdata registrerades på plats på Lanna och från SMHI för Röbbäcksdalen (ca 3 km från försöket), och uppgifter om provplatsens jordart, pH och markkarteringsdata inhämtades (Tabell 1). Analys av vallproverna utfördes på varmluftstorkade prover (60° C, Umeå) samt frystorkade prover (Skara) för varje art på DairyOne, Ithaca, NY, USA. Proverna från 2 block analyserades våtkemiskt enligt CNCPS-konceptet (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) (bl a råprotein, NDF, ADF, WSC, smältbar organisk substans, råfett, aska och kalium, fosfor, magnesium, kalcium, natrium, svavel, klor och koppar (Cu), mangan (Mn), molybden (Mo), zink (Zn) och järn (Fe). Mikronäringsämnena analyserades med hjälp av ICP-OES, med en nedre detektionsgräns på 1,0 ppm och ett analysfel på ca 5 %, för Fe, Zn, Cu, Mn och Mo.

Statistisk analys. Analys av data utfördes med PROC MIXED i SAS. Data delades upp i första skörd baljväxt, första skörd gräs samt återväxt baljväxt och återväxt gräs. Data från Skara och Umeå 2005 och från Skara 2007 analyserades i ett program med effekt av odlingsplats och år betecknad som försöksår. De resterande fixa faktorerna var blandning och skördetidpunkt för första skörd. De slumpmässiga faktorerna var block(försöksår) och block x blandning(försöksår). Kärtingandhalten i Umeå var mycket låg i första skörd (Tabell 2). Det gjorde att provmängden inte räckte till för analys. Så den statistiska analysen av baljväxter i första skörd gjordes dels som en jämförelse mellan de båda blandningarna som innehöll rödklöver för samtliga tre försöksår, och dessutom som en jämförelse för alla tre blandningarna enbart för Skara 2005 och Skara 2007. Dessa data analyserades annars på samma sätt som övriga data.

Resultat

Torrsubstansskördar och baljväxtandel

Det var stor skillnad i baljväxtandel mellan de olika försöksåren, och mellan första och andra skörd (Tabell 2). Rödklöverhalten i Skara varierade mellan 72-95 % i första skörd och mellan 60 och 94 % i andra skörd. Kärtingandhalten var något lägre, 25-55 % respektive 52-71 %. Rödklöverhalten i Umeå var lägre pga att plantorna inte utvecklades lika snabbt som gräsen under tidig vår. Halten steg dock så att den var nästan dubbelt så hög vid sista provtagningen än vid den första. Rödklöverhalten steg ytterligare till cirka 50 % i återväxtskörden. Kärtingandhalten i Umeå i första skörd var mycket låg (Tabell 2). Storleken på första skörden påverkades av baljväxthalten så att skörden i Skara var cirka 1 ton torrsubstans (ts) högre per ha i första skörd, och i andra skörd var skörden större i Umeå än i Skara (Tabell 2).

Tabell 2. Torrsubstansskördar (ts-skördar) och baljväxthalt i skörd 1 och skörd 2 i Umeå 2005, Skara 2005 och Skara 2007

Försöksår	Blandning ¹	Skörd 1			Skörd 2				
		Skörde-tidpunkt ²	Ts-skörd (t/ha)	Baljväxt-halt (prop.)	Baljväxt-skörd (t/ha)	Ts-skörd (kg/ha)	Baljväxthalt (prop.)	Baljväxt-skörd (t/ha)	Total skörd
Umeå 2005	Ti+Rk	- 1 v	3.1	0,12	0,4	4,4	0,55	2,4	7.6
		DC 50	4.5	0,18	0,8	3,6	0,55	2,0	8.1
		+ 1 v	6.1	0,27	1,6	3,2	0,52	1,6	9.3
	Äs+Rk	- 1 v	3.4	0,15	0,5	3,4	0,49	1,7	6.9
		DC 50	4.8	0,14	0,7	3,0	0,52	1,6	7.8
		+ 1 v	5.5	0,27	1,5	2,7	0,58	1,6	8.2
	Ti+Kt	- 1 v	2.7	0,03	0,1	3,0	0,21	0,6	5.7
		DC 50	3.9	0,06	0,2	2,7	0,23	0,6	6.6
		+ 1 v	5.3	0,06	0,3	2,7	0,18	0,5	7.9
Skara 2005	Ti+Rk	- 1 v	4.8	0,81	3,9	1,9	0,86	1,7	6.7
		DC 50	5.9	0,90	5,3	2,2	0,84	1,9	8.1
		+ 1 v	6.8	0,91	6,1	2,2	0,80	1,7	8.9
	Äs+Rk	- 1 v	4.7	0,87	4,1	2,9	0,82	2,4	7.6
		DC 50	6.0	0,95	5,7	2,4	0,82	2,0	8.4
		+ 1 v	6.9	0,91	6,3	1,9	0,94	1,8	8.8
	Ti+Kt	- 1 v	3.7	0,46	1,7	2,7	0,71	1,9	6.4
		DC 50	4.5	0,54	2,4	2,4	0,80	1,9	6.9
		+ 1 v	5.6	0,55	3,1	2,1	0,63	1,3	7.7
Skara 2007	Ti+Rk	- 1 v	5.0	0,76	3,8	3,6	0,80	2,9	8.5
		DC 50	5.6	0,81	4,5	2,5	0,82	2,1	8.1
		+ 1 v	6.6	0,75	4,9	2,6	0,60	1,5	9.1
	Äs+Rk	- 1 v	4.2	0,78	3,3	3,3	0,71	2,3	7.4
		DC 50	5.4	0,81	4,3	2,5	0,76	1,9	7.9
		+ 1 v	6.6	0,72	4,7	2,9	0,66	1,9	9.4
	Ti+Kt	- 1 v	3.3	0,30	1,0	2,0	0,60	1,2	5.3
		DC 50	4.5	0,31	1,4	1,8	0,61	1,0	6.2
		+ 1 v	5.5	0,25	1,4	1,9	0,52	1,0	7.4
P-värde									
Försöksår (F)			0,03			<0,0001			
Blandning (B)			0,002			0,0008			
Skördetidpunkt (S)			<0,0001			<0,0001			
F * B			0,53			0,0008			
F * S			0,59			0,12			
B*S			0,90			0,53			
F*B*S			0,70			0,07			

¹Ti+Rk = timotej + rödklöver; Äs+Rk = ängssvingel + rödklöver; Ti+Kt = timotej + käringtand; ²-1 v = 1 vecka före DC 50; DC 50 = vid timotejens begynnande axgång; + 1v = 1 vecka efter DC 50; ³P-värde < 0,05 brukar betraktas som signifikant. Ju lägre värde desto större sannolikhet att det finns skillnader.

Tabell 3. Mikronäringsämnen hos **gräs och baljväxter** i tre blandningar skördade under **första och andra** skörd i Umeå 2005, Skara 2005 och 2007 i genomsnitt över skördetidpunkt (n=6)

Mineral	Umeå 2005			Skara 2005			Skara 2007			P-värde ²
	Ti+Rk ¹	Äs+Rk	Ti+Kt	Ti+Rk	Äs+Rk	Ti+Kt	Ti+Rk	Äs+Rk	Ti+Kt	
<i>Gräs, skörd 1</i>										
Art	Ti	Äs	Ti	Ti	Äs	Ti	Ti	Äs	Ti	
Koppar	2,67e	2,83e	2,33e	5,17b	7,17a	4,00cd	4,83bc	5,33b	4,00d	<0,0001
Mangan	62,0ab	70,7a	56,3bc	36,7de	54,0bc	24,2e	42,9cd	56,8abc	27,5e	0,06
Molybden	0,45c	1,33c	0,55c	4,05b	4,32b	5,62a	3,23b	3,13b	3,47b	0,006
Zink	18,0c	17,5c	18,7c	23,9a	22,5ab	19,0c	23,1a	19,5bc	17,5c	0,002
Järn	30,7c	26,0c	30,5c	75,6b	102,3a	73,3b	69,9b	78,9b	64,2b	0,008
<i>Baljväxter, skörd 1, bara rödklöver</i>										
Art	Rk	Rk	Kt	Rk	Rk	Kt	Rk	Rk	Kt	
Koppar	9,67	8,00		7,42	9,33		7,47	9,17		0,13
Mangan	24,7	22,2		26,3	17,7		30,8	18,5		0,51
Molybden	1,77c	1,82c		3,73a	2,80abc		2,90ab	2,28bc		0,13
Zink	34,7a	29,5a		21,2b	19,3b		21,0b	19,3b		0,25
Järn	97,7a	73,2b		64,5b	61,2b		68,5b	66,7b		0,049
<i>Baljväxter, skörd 1, bara för Skara 2005 och 2007</i>										
Art	Rk	Rk	Kt	Rk	Rk	Kt	Rk	Rk	Kt	
Koppar				9,33a	9,33a	6,83b	10,2a	9,16a	6,50b	0,21
Mangan				18,5	17,7	14,0	18,61	18,4	19,7	0,10
Molybden				3,53	2,80	3,00	2,49	2,32	2,92	0,42
Zink				19,3	19,33	19,3	19,18	19,2	19,33	1,00
Järn				55,5b	61,17b	85,5a	66,3ab	66,6ab	83,3ab	0,18
<i>Gräs, skörd 2</i>										
Art	Ti	Äs	Ti	Ti	Äs	Ti	Ti	Äs	Ti	
Koppar	6,00ab	5,00ab	4,83ab	5,33ab	7,00ab	5,00ab	7,11a	7,83a	4,67b	0,02
Mangan	94,7b	133a	87,0b	24,8e	37,2de	29,2de	37,7d	52,33c	59,33c	<0,0001
Molybden	1,42d	4,10c	1,55d	3,78c	5,58b	8,13a	3,55c	5,70ab	6,60a	<0,0001
Zink	39,3a	25,5cd	33,2bc	22,3d	20,8d	28,2cd	24,3cd	19,8d	21,7d	0,04
Järn	49,7	48,7	46,8	82,3	148	95,2	97,8	136	93,8	0,26
<i>Baljväxter, skörd 2</i>										
Art	Rk	Rk	Kt	Rk	Rk	Kt	Rk	Rk	Kt	
Koppar	13,3a	12,3a	8,33b	13,0a	13,0a	8,00b	13,7a	13,2a	7,33b	0,63
Mangan	24,8	23,7	25,7	21,3	19,8	18,2	19,3	20,5	22,2	0,30
Molybden	0,72d	1,13d	1,53d	4,18a	3,6a	5,52a	3,6a	3,65a	5,08a	0,18
Zink	47,2	39,8	39,5	22,5	23,0	20,0	21,8	21,3	17,5	0,33
Järn	49,0b	49,0b	75,5a	66,0ab	65,8ab	85,8a	59,5	57,3ab	74,5ab	0,67

¹Ti+Rk = timotej + rödklöver; Äs+Rk = ängssvingel + rödklöver; Ti+Kt = timotej + käringtand

²P-värde som anger graden av signifikans. P-värde < 0,05 brukar betraktas som signifikant. Ju lägre värde desto större sannolikhet att det finns signifikanta skillnader.

a, b, c, d, e Medelvärde med olika bokstäver skiljer sig signifikant (P<0,5) i samspelet försöksår x blandning

Tabell 4. Mikronäringsämnen hos **gräs och baljväxt** i tre blandningar skördade vid tre tidpunkter under **första skörd**

Skörde- tidpunkt ¹	Gräs, Umeå 2005, Skara 2005, Skara 2007										Baljväxt, Skara 2005 och Skara 2007													
	Blandning					Försöksår					Blandning					Försöksår								
	Ti+Rk ²		Äs+Rkl		Ti+Kt	Umeå		Skara		Skara	Medel		Ti+Rk		Äs+Rk		Ti+Kt	Skara		Skara		Medel		
	Ti	Äs	Ti	Äs	Sign ³	Ti	Sign ³	Ti	Sign ³	Skara	2005	2007	Sign.	Skörde- skörde-	Ti	Rk	Sign.	Rk	Sign.	2005	2007	Sign.	Skörde- skörde-	
<i>Koppar</i>																								
-1 v	4,67ab	5,50a	4,00bc		3,00d	6,50a		4,67bc		4,72A			9,50a	9,50a	6,75b		8,83		8,33				8,58	
DC 45	4,17b	5,33a	3,33cd	NS	2,50d	5,33b		5,00bc		4,28B	***	4,28B	***	10,2a	9,50a	6,50b	NS	9,00	8,50	8,50	**	8,75	NS	
+1 v	3,83bc	4,50b	3,00d		2,33d	4,50c		4,50c		3,78C		3,78C		9,50a	8,75a	6,75b		7,67	9,00	9,00		8,33		
Medel A, F ⁴	4,22B	5,11A	3,44C	***	2,61C	5,44A		4,72B		***		***		9,75A	9,25A	6,67B	***	8,50	8,61	8,50	NS	8,61	NS	
<i>Mangan</i>																								
-1 v	45,7bc	60,7a	35,4c		57,5b	40,2c		44,0c		47,3		47,3		18,8	19,3	18,8		16,8ab	21,1b	16,8ab		18,9A		
DC 45	48,0b	61,8a	36,3c	NS	65,0ab	39,0c		42,1c		48,7	***	48,7	NS	18,8	18,3	16,8	NS	17,50ab	18,3ab	17,50ab	NS	17,9AB	*	
+1 v	47,8b	59,0a	36,3c		66,5a	35,7c		41,0c		47,7		47,7		18,2	16,5	15,00		15,8a	17,3ab	15,8a		16,6B		
Medel A, F	47,2B	60,5A	36,0C	***	63,0A	38,3B		42,4B		***		***		18,5	18,0	16,8	NS	16,7	18,9	16,7	NS	18,9	NS	
<i>Molybden</i>																								
-1 v	2,81	2,76	3,15		0,73e	5,08a		2,91d		2,91		2,91		3,18	2,60	3,25		3,40	2,62	3,40		3,01		
DC 45	2,65	3,33	3,20	NS	0,80e	4,72ab		3,67bcd		3,06	NS	3,06	NS	3,23	2,68	2,75	NS	3,05	2,70	3,05	NS	2,88	NS	
+1 v	2,26	2,68	3,28		0,80e	4,18abc		3,25cd		2,74		2,74		2,63	2,40	2,90		2,88	2,40	2,88		2,64		
Medel A, F	2,58B	2,93AB	3,21B	*	0,78A	4,66C		3,28B		***		***		3,01	2,56	2,96	NS	3,11	2,58	3,11	NS	2,58	NS	
<i>Zink</i>																								
-1 v	24,2	21,0	20,0		19,0cd	24,8a		21,4bc		21,7A		21,7A		20,3	20,9	21,8		21,0a	20,9ab	21,0a		21,0A		
DC 45	21,5	20,9	1,3	NS	17,8d	21,8b		21,0bc		20,2B	**	20,2B	***	19,8	20,0	19,3	NS	19,8ab	19,5ab	19,8ab	NS	19,7A	**	
+1 v	19,3	17,7	16,8		17,3d	18,8cd		17,7d		17,9C		17,9C		17,8	17,0	17,0		17,2b	17,4ab	17,2b		17,3B		
Medel A, F	21,7A	19,9B	18,4C	**	18,1B	21,8A		20,0AB		0,01		0,01		19,3	19,3	19,3	NS	19,3	19,3	19,3	NS	19,3	NS	
<i>Järn</i>																								
-1 v	52,8	69,7	50,6		27,7d	84,1ab		61,4c		57,7B		57,7B		61,5a	62,3a	89,8b		69,3	73,1	69,3		71,2		
DC 45	64,0	69,1	60,9	NS	28,8d	90,8a		74,3bc		64,7A	**	64,7A	**	60,0a	61,0a	92,0b	**	69,8	72,2	69,8	NS	71,0	NS	
+1 v	59,3	68,5	56,5		30,7d	76,3b		77,3b		61,4AB		61,4AB		61,3a	68,3a	71,5a		63,0	71,0	63,0		67,0		
Medel A, F	58,7B	69,1A	56,0C	**	29,1C	83,8A		71,0B		***		***		60,9B	63,9B	84,4A	***	67,4	72,1	67,4	NS	72,1	NS	

¹-1 v = 1 vecka före DC 50; DC 50 = timotej vid begynnande axgång; +1 v = 1 vecka efter DC 50; ²Ti+Rk = timotej + rödklöver; Äs+Rk = ängssvingel + rödklöver;

Ti+Kt = timotej + käringtand; ³Sign. = signifikans: NS = ej sign.; *, **, *** P-värde = 0,05; 0,01; 0,001; a, b, c, d, e Medelvärde med olika bokstäver skiljer sig signifikant

(P<0,5) i samspelet skördetidpunkt x blandning/försöksår; A, B, C Medelvärde med olika bokstäver skiljer sig signifikant (P<0,5) för huvudeffekter; ⁴A = art; F = försöksår.

Tabell 5. Mikronäringsämnen hos **gräs** och **baljväxter** i tre blandningar skördade vid tre tidpunkter under **andra skörd** i Umeå 2005, Skara 2005 och Skara 2007

Skörde- tidpunkt ¹	Gräs										Baljväxt										Medel skörde- tid- punkt Sign.
	Blandning					Försöksår					Blandning					Försöksår					
	Ti+Rk ²		Äs+Rk		Ti+Kt	Umeå		Skara		Skara	Umeå		Skara		Skara	Umeå		Skara		Skara	
	Ti	Äs	Ti	Sign ³	Ti	Sign ³	2005	2005	2007	Sign.	Rk	Rk	Kt	Sign	2005	2005	2007	Sign.	2005	2007	
<i>Koppar</i>																					
- 1 v	5,78abc	6,73c	4,67a	NS	4,83	5,67	6,68	5,73	NS	13,2a	11,7a	7,83b	NS	11,0	11,7	11,0	NS	11,7	10,7	NS	10,9
DC 45	6,33bc	6,44bc	5,55ab	NS	5,67	5,67	6,44	5,92	NS	13,3a	13,8a	7,50b	NS	12,3	11,7	10,7	NS	11,7	10,7	NS	11,55
+ 1 v	6,33bc	6,67c	4,83a		5,33	6,00	6,50	5,94		13,5a	13,0a	8,33b		10,1	11,7	12,5		11,7	12,5		11,61
Medel A, F ⁴	6,15A	6,61A	4,83B	**	5,28	5,78	6,54	NS		13,3A	12,8A	7,9B	***	11,3	11,3	11,4	NS	11,3	11,4	NS	
<i>Mangan</i>																					
- 1 v	50,2a	74,7b	56,5a		103a	30,8c	47,7b	60,4		19,5	20,7	21,3		24,8ab	20,67ab	16,0b		20,67ab	16,0b		20,5B
DC 45	54,0a	73,0b	58,8a	NS	110a	29,7c	46,7b	**	61,9	21,0	21,5	21,8	NS	24,8ab	19,33ab	20,2a	***	24,8ab	20,2a	***	21,4AB
+ 1 v	53,0a	74,5b	60,2a		102a	30,7c	55,0b	62,6		25,5	21,8	22,8		24,5ab	19,33ab	26,3b		24,5ab	26,3b		23,4A
Medel A, F	52,4C	74,1A	58,5B	***	105A	30,4C	49,8B	***		22,0	21,3	22,0	NS	24,7	19,8	20,8	NS	24,7	20,8	NS	
<i>Molybden</i>																					
- 1 v	2,85a	5,12b	5,42b		2,22a	6,25b	4,92c	4,46		2,83a	2,68a	4,22bc		0,97a	4,83cd	3,93cd		4,83cd	3,93cd		3,24AB
DC 45	2,98a	4,97b	5,25b	NS	2,53a	6,33b	4,33c	***	4,40	2,65a	2,67a	3,35ab	NS	1,15ab	4,00cd	3,52bc	**	4,00cd	3,52bc	**	2,89B
+ 1 v	2,92a	5,30b	5,62b		2,32a	4,92c	6,60b	4,61		2,97a	3,00a	4,57c		1,27ab	4,43cd	4,83d		4,43cd	4,83d		3,51A
Medel A, F	2,92B	5,13A	5,43A	***	2,36C	5,83A	5,28B	***		2,82B	2,78B	4,04A	**	1,13B	4,42A	4,04A	**	4,42A	4,04A	**	
<i>Zink</i>																					
- 1 v	26,8	20,7	25,7		28,5ab	22,3a	22,3ab	24,4A		30,0	26,0	24,0		41,2b	21,2de	17,7e		21,2de	17,7e		26,7B
DC 45	31,33	22,6	29,2	NS	39,0c	23,0ab	21,1a	**	27,7B	34,5	30,7	27,0	NS	50,7a	22,0de	19,5de	***	22,0de	19,5de	***	30,7A
+ 1 v	27,83	22,8	28,2		30,5b	26,0ab	22,3a	26,3AB		27,0	27,5	26,0		34,7c	22,3de	23,5d		22,3de	23,5d		26,8B
Medel A, F	28,6A	22,1B	27,7A	**	32,7A	23,8B	21,9B	**		30,5A	28,1AB	25,7B	*	42,2A	21,8B	20,2B	***	42,2A	20,2B	***	
<i>Järn</i>																					
- 1 v	86,0	125	90,0		50,5	133	117	100		57,0c	50,8c	88,8a		57,0ab	79,2a	60,5ab		79,2a	60,5ab		65,6AB
DC 45	69,2	102	64,7	NS	45,5	75,5	115	78,6	NS	55,7c	55,3c	68,7bc	NS	57,7ab	60,2b	61,8ab	*	60,2b	61,8ab	*	59,9B
+ 1 v	74,7	106	51,2		49,2	117	96	87,2		61,8bc	66,0bc	78,3ab		58,8ab	78,3ab	69,0ab		78,3ab	69,0ab		68,7A
Medel A, F	76,6B	111A	78,6B	*	48,4B	109A	109A	**		58,2B	57,4B	78,6A	***	57,8	72,6	63,8	NS	72,6	63,8	NS	

¹-1 v = 1 vecka före DC 50; DC 50 = timotej vid begynnande axgång, +1 v = 1 vecka efter DC 50; ²Ti+Rk = timotej + rödklöver; Äs+Rk = ängssvingel + rödklöver;

Ti+Kt = timotej + käringand; ³Sign. = signifikans: NS = ej sign.; *, **, P-värde = 0,05; 0,001; a, b, c, d, e Medelvärde med olika bokstäver skiljer sig signifikant

(P<0,5) i samspelt skördetidpunkt x blandning/försöksår; A, B, C Medelvärde med olika bokstäver skiljer sig signifikant (P<0,5) för huvudeffekter; ⁴A = art; F = försöksår.

Mikronäringsämnesinnehåll

Koppar (Cu)

Första skörd: I medeltal över skördetidpunkt var Cu-halten hos gräs lägre i Umeå än i Skara, och det var ingen skillnad mellan timotej och ängssvingel i Umeå (Tabell 3). Halten var högst hos ängssvingel i Skara 2005. I medeltal över skördetidpunkt och försöksår var Cu-halten högre hos ängssvingel än hos timotej (Tabell 4). Halterna sjönk med skördetiden i Skara 2005. Cu-halterna var högre hos rödklöver än hos gräsen. Försöksår och skördetid hade ingen betydelse för Cu-halten hos rödklöver utan halten var cirka 8-10 mg/kg ts för samtliga behandlingar (Tabell 3-4). Vid jämförelsen i Skara mellan rödklöver och käringtand hade käringtanden lägre halt än rödklövern. Skördetidpunkterna och året hade ingen betydelse utan halten var cirka 7 mg/kg ts.

Andra skörd: I medeltal över skördetid hade timotejen som var i blandning med käringtand i Skara 2007 lägre halt än de gräs som var i blandning med rödklöver. Den här skillnaden förekommer även i medeltalet över skördetid och försöksår. Halterna hos rödklöver var högre än hos käringtand både i Umeå och i Skara. Liksom i första skörd hade försöksår och skördetid ingen betydelse utan halterna var cirka 12-13 mg/kg ts hos rödklöver och cirka 8 mg/kg ts hos käringtand.

Mangan

Första skörd: I medeltal över skördetidpunkt hade ängssvingel högre halt än timotej i Skara, men i Umeå hade ängssvingel bara högre halt än hos timotej i blandning med käringtand (Tabell 3). I medeltal över försöksår och skördetidpunkt hade ängssvingel högst halt, timotej i blandning med rödklöver näst högst halt och timotej i blandning med käringtand lägst halt (Tabell 4). I medeltal över art hade Umeå högre halter än de både Skaraåren och halten steg med skördetiden. Det var ingen skillnad mellan skördetiderna i Skara. Rödklöver hade lägre halt än gräsen. I medeltal över plats och skördetid hade rödklövern i blandning med timotej högre halt än i blandning med ängssvingel. Vid jämförelsen mellan rödklöver och käringtand i Skara hade varken art, skördetid eller år någon effekt.

Andra skörd: I medeltal över skördetid hade Umeå högre värden än Skara för båda gräsen, och ängssvingeln hade högre halter än timotejen (Tabell 3). I medeltal över försöksår hade ängssvingel högre halt än de båda timotejleden vid alla skördetider (Tabell 5). I medeltal över försöksår eller i medeltal över skördetid var det ingen skillnad mellan baljväxarterna. I medeltal över art var det högre halt vid sista skördetiden än vid de båda tidigare skördetiderna i Skara 2007.

Molybden (Mo)

Första skörd: I medeltal över skördetid var det ingen skillnad i Mo-halt mellan gräsarterna. Halterna var lägre än 2 mg/kg ts i Umeå och mellan 3 och 6 mg/kg ts i Skara (Tabell 3-4). Halterna hos rödklöver låg Under 2 mg/kg ts i Umeå och mellan 2 och 4 mg/kg ts i Skara. I jämförelsen mellan rödklöver och käringtand i Skara hade art, skördetidpunkt eller försöksår ingen betydelse utan halten var cirka 3 mg/kg ts för samtliga behandlingar.

Andra skörd: I andra skörd var halterna lägre än 2 mg/kg ts i timotej i Umeå (Tabell 3). Ängssvingeln i Umeå hade högre halt än timotej i Umeå, men lägre halt än ängssvingeln i Skara. I Skara hade timotej i blandning med rödklöver lägre halt än ängssvingel och timotej i blandning med käringtand. Halterna låg mellan 4 och 8 mg/kg ts (Tabell 3). Skördetiden hade ingen entydig betydelse för något av gräsen utan det varierade mellan försöksåren (Tabell 5). Hos baljväxterna i andra skörd var halterna i Umeå lägre än 2 mg/kg ts, och det var igen skillnad mellan arterna. I

Skara varierade halterna mellan 4 och 6 mg/kg ts, och det var ingen skillnad mellan arterna i medeltal över skördetid. I medeltal över plats och art var det lägre halt vid tidpunkt 2 än vid tidpunkt 3, och i medeltal över skördetidpunkt och plats hade käringtand högre halt än rödklöver.

Zink (Zn)

Första skörd: I medeltal över skördetid hade timotej (i blandning med rödklöver) i Skara 2005 och 2007 högre halter än alla andra led förutom ängssvingel i Skara 2005 (Tabell 3). I medeltal över art sjönk Zn-halten med skördetiden i Skara 2005 och 2007 (Tabell 4). I medeltal över skördetid och kompanjongräs hade rödklöver i Umeå högsta Zn-halten, det gällde vid samtliga skördetider. I medeltal över försöksår och art sjönk halten med skördetiden. Det var inga skillnader mellan rödklöver och käringtand i Skara, men i medeltal över år och art hade sista skördetidpunkten lägre halt än de båda första.

Andra skörd: I medeltal över skördetid hade timotej med rödklöver i Umeå högst halt (Tabell 3). I medeltal över art hade tidpunkt 2 i Umeå högre halt än de båda senare tidpunkterna i Skara 2007. I medeltal över plats och skördetidpunkt hade timotej högre halt än ängssvingel (Tabell 4). I medeltal över skördetidpunkt och art hade Umeå högre halt än Skara. I medeltal över försöksår och art hade tidpunkt 1 lägre halt än tidpunkt 2. För baljväxterna i medeltal över art hade Umeå högre halter än Skara vid alla skördetidpunkter (Tabell 5). I medeltal över försöksår och skördetid hade rödklöver (i blandning med timotej) högre halt än käringtand.

Järn (Fe)

Första skörd: I medeltal över skördetidpunkt och i medeltal över art var Fe-halten i gräs lägre i Umeå än i de båda Skaraåren (Tabell 3-4). I övrigt var skillnaderna små numeriskt sett. Det var inte så stora numeriska skillnader mellan rödklöver med olika kompanjongräs heller, även om det fanns vissa signifikanser. I jämförelse mellan rödklöver och käringtand i Skara hade käringtand högre halt än rödklöver vid de två första skördetidpunkterna.

Andra skörd: Hos gräs i andra skörd var det få skillnader mellan de olika behandlingarna (Tabell 3 och 5). Vad gäller baljväxterna hade käringtand högre halt än rödklöver i medeltal över skördetid och försöksår. Annars var skillnaderna numeriskt små, även om det fanns signifikanser vad gäller skördetiden i Skara 2005.

Diskussion

Jämfört med NRC (2001) uppfylldes behoven av Mn och Fe hos mjölkkor både av baljväxter och gräs, i Umeå och Skara i första och andra skörd. Järnhalten varierade mellan 26 och 148 mg/kg ts hos gräs och baljväxter, där de högsta halterna var hos ängssvingel i Skara i både första och andra skörd. De lägsta halterna var i gräs i Umeå i första skörd. Dessa låga värden visar att proverna inte var förorenade med jord. I en undersökning av grovfoderpartier från 255 mjölkgårdar redovisade Eriksson (2005) en variation mellan 31 och 3250 mg/kg ts och ett medelvärde på 277 mg/kg ts. Det visar på att jordinblandning ute i praktiken kan påverka Fe-halterna betydligt.

Cu-brist hos mjölkkor kan vara orsakade dels av foder med för låg Cu-halt, men även av foder med för hög Mo-halt (NRC, 2001; McDonald et al. 2002; Axelsson, 2001). Om Mo-halten är lägre än 2 mg/kg ts är behovet av Cu 10-12 mg/kg ts (NRC, 2001). Om Mo-halten överstiger 2 mg/kg ts bör man undersöka Cu/Mo-kvoten. Om den är lägre än 2-3 finns risk för Cu-brist pga att Mo bildar ett olösligt ämne med Cu i kons vomm (NRC, 2001). I Umeå var Mo-halterna lägre

än 2 mg/kg ts hos både i baljväxterna och i timotej och både i första och andra skörd. Ängssvingeln hade cirka 4 mg/kg ts i andra skörd i Umeå. I Skara var Mo-halterna överlag högre speciellt hos gräsen och det fanns halter upp till 8 mg/kg ts. Även hos rödklöver och käringtand i Skara var Mo-halterna högre än 2 mg/kg ts. Cu-halterna var mycket låga i gräsen och i käringtand både i första och andra skörd i både Umeå och Skara. I rödklöver i första skörd var också Cu-halten lägre än behovet i både Umeå och Skara. I ren rödklöver i andra skörd var dock halterna i nivå med behovet i både Umeå och Skara.

Zn-halterna var lägre än behovet (40-60 mg/kg ts; NRC, 2001) både i gräs och baljväxter i första skörd i både Umeå och Skara. I andra skörd i Umeå var dock halterna hos timotej (i blandning med rödklöver) och i båda baljväxterna i nivå med behovet. Det var alltså relativt stor variation i Zn-halterna mellan platser och om det var första eller andra skörd, och det har även visats av Lindström et al. (2014).

Slutsatser

I första skörd var det liten numerisk förändring av halterna av mikronäringsämnen trots att tillväxten var kraftig under de två veckorna mellan första provtagningen en vecka före timotejens begynnande axgång till sista provtagningen två veckor senare. Detta visar att växterna har tagit upp mikronäringsämnena i stort sett i proportion med tillväxten och inte har späatts ut.

För Mn och Fe var det inga problem med för låga eller för höga halter, varken hos baljväxterna eller gräsen, och varken i Umeå eller i Skara. Kopparhalterna var överlag för låga även om halterna i ren rödklöver var i nivå med den nedre gränsen för behovet. I Umeå var Mo-halten under 2 mg/kg ts utom för ängssvingel i andra skörd. Det var alltså liten risk för att det skulle bildas olösliga komplex med Cu i vommen så att Cu-utnyttjandet begränsades. I ängssvingel i Umeå och i alla arter i Skara var Mo-halterna högre så här bör man kontrollera att kvoten mellan Cu och Mo inte blir för låg. Zinkhalterna var låga, förutom i återväxten i Umeå där både timotej (i blandning med rödklöver) och de båda baljväxtarterna var i nivå med den lägre gränsen för behovet. När dessa vallfoderblandningar utfodras till mjölkkor, finns det alltså ett behov av tillförsel av Cu i alla blandningar och av Zn i alla blandningar utom i andra skörd i Umeå i blandningen mellan rödklöver och timotej.

Publikationer och övrig resultatförmedling till näringen

Manuskript tillreferee-granskad journal

Gustavsson, A-M. och Nadeau, E. The effects of cultivation site, species mixture and harvest on contents of micronutrients in forage legumes and grasses (manuscript)

Konferensartiklar

Gustavsson, A-M., och Nadeau, E., 2015. Concentration of micro-nutrients in forage legumes and grasses harvested at different sites (manuscript to *Grassland Science in Europe*, EGF conference in Wageningen, 15-17 June 2015).

Konferensredovisning

Gustavsson, A-M. 2011. Makro- och mikronäringsämnen i vallfoder. 14:e Regionala Jordbrukskonferensen, Umeå, 16-17 mars 2011.

Gustavsson, A-M. 2015. Mineralämnen i vallfoder, Grovfoderkonferens den 29 januari 2015, Umeå.

Muntliga presentationer

Muntlig presentation av Anne-Maj Gustavsson som del av presentation av föredrag om vallfoderkvalitet för jordbrukare i Jämtland. Arrangör länsstyrelsen i Jämtlands län,

Muntlig presentation vid ämnesgrupp för vall och grovfoder "Mikronäringsämnen i vall" 25 november 2014, Nässjö

Muntliga presentationer av Anne-Maj Gustavsson om resultaten från vallförsöket vid projektgruppsmöten.

Referenser

Axelsson, U. 2001. Svavel till vall, molybdenhalter till grovfoder. HS rapport nr 3.

Högh-Jensen, H och Söegaard, K. 2012. Robustness in the mineral supply from temporary grasslands. Acta Agric. Scand. Sect. B-Solil Plant Sci. 62, 79-90.

Hopkins, A., Adams, A.H. and Bowling, P.J., 1994. Response of permanent and reseeded grasslands to fertilizer nitrogen, 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herage in a range of sites, Grass Forage Sci. 49, 9-20.

Kähäri, J., and Nissinen, H. 1978. The mineral element content of timothy (*Phleum Pppratense* L.) in Finland. Part 1: The elements calcium, magnesium, phosphorus, potassium, chromium, cobalt, copper, iron, manganese, sodium and Zink. Acta Agric. Scand. Suppl. 20, 26-39.

Lindström, B.E.M, Frankow-Lindberg, B.E., Dahlin, A.S., Watson, C.A. and Wivstad, M. 2014. Red clover increases micronutrient concentrations in forage mixtures.

National reseach Council, 2001. Nutrient rRequirements of Dairy Cattle, seventh revised ed. National Academies of Sciences, Washington, D.C., USA.

Suttle, N. 2010. Mineral Nutrition of Livestock, fourth ed. CAB International, Wallingford, UK.

Whitehead, D.C. 2000. Nutrient Elements in Grassland. Soil Plant Animal Relationshipa. CABI Publishing, Wallingford, UK.