



## Slutrapport för projektet

Mangan och zink kan minska angreppen  
av rotröta i rödklöver under  
fältförhållanden vallår 2



Eva Stoltz & Ann-Charlotte Wallenhammar, HS Konsult AB/Hushållningssällskapet, Box 271 Örebro  
2017-03-13

Projektet finansierades av Anders Elofssons fond insåningåret, Stiftelsen Svenska Vallföreningens fonder vallår 1 och av CR Prytz Donation vallår 2



## Sammanfattning

Rödklöver (*Trifolium pratense* L.) är en bärande komponent i svensk växtodling men uthålligheten är sviktande och klöverhalten minskar över tiden pga. sjukdomsangrepp orsakade av rotröta. Mekanismer som kan stärka plantans försvar är ytterst angelägna att undersöka. Syftet var att undersöka effekten av mangan (Mn)- och zink (Zn) tillförsel på utvecklingen rotröta i rödklöver under fältförhållanden, samt att undersöka om upptag av växtnäringsämnen i rödklöver odlad i renbestånd skiljde sig från rödklöver samodlad med timotej.

I ett fältförsök som etablerades 2014 tillfördes och Mn och/eller Zn på utsäde, till jord och blad. Under 2015 (vallår 1) och 2016 (vallår 2) utfördes fortsatta behandlingar med Mn och/eller Zn till jord och blad. Rötter provtogs och inre sjukdomsindex ( $SI_i$ ) av rotröta graderades och koncentrationen av mineralnäringsämnen i skott och rötter analyserades. Försöket skördades vid två tillfällen under vallåren varav förstaskörden vägdes och en botanisk analys av artsammansättningen utfördes.

Tillförsel av Mn och eller Zn hade ingen betydande påverkan på utvecklingen av rotröta, även om det fanns tendenser att Mn-tillförsel minskade sjukdomsindex insättningsåret och vallår 1 då rödklöver odlades i renbestånd.

Rödklöveravkastningen var signifikant högre i behandlingarna där Zn ingick jämfört med kontroll, men även tillförsel av Mn tenderade att höja rödklöveravkastning. Gräsavkastningen minskade vid tillförsel av mikronäringsämnena, dock inte signifikant. Det fanns inga skillnader i den totala avkastningen mellan behandlingarna. Rotkoncentrationen av Zn och S ökade genom tillförsel av Zn eftersom zinksulfat använts i försöken, men även koncentrationen av K och Cu ökade. I grönmassan tenderade Zn-koncentrationen att öka vid Zn-tillförsel. Tillförsel av Mn ökade Cu-koncentrationen i rötterna men hade ingen inverkan på nivåerna av övriga ämnen i rötter eller något av ämnena i grönmassan.

Samodling med timotej resulterade i lägre rotkoncentration av Mg och tenderade att sänka koncentrationen av samtliga övriga analyserade ämnen. I grönmassan var koncentration av K och Mn lägre i samodlingen jämfört med i renbestånd, vilket visar på en konkurrens om näringsämnen mellan timotej och klöver.

Slutsatserna från undersökningen var att:

- Tillförsel av Mn och eller Zn hade ingen betydande effekt på utvecklingen av rotröta.
- Zinktilförsel gynnar klövertillväxten och kan tillföras om klövandelen är låg i vallen.
- Tillförsel av ett eller fler ämnen påverkar upptaget och koncentration av andra ämnen.
- Tillförsel av Mn hade ingen effekt på Mn-koncentrationen i växten men tenderade att ha en positiv inverkan på avkastningen.
- Rotkoncentrationen är viktig att undersöka i växtnäringsundersökningar då de största effekterna av tillförsel hittades där.

## **Innehållsförteckning**

Sammanfattning .....	3
Bakgrund .....	5
Material och metod .....	6
Fältförsök .....	6
Behandling med mikronäring .....	6
Behandling av blad och jord insåningsår och vallår 1-2.....	6
Läge och jordart .....	6
Gradering av rotröta .....	7
Skörd .....	7
Statistik .....	7
Resultat .....	7
Sjukdomsindex av rotröta .....	7
Skörd .....	7
Växtnäringsinnehåll .....	9
Rötter .....	9
Grönmassa .....	10
Diskussion .....	11
Slutsatser .....	12
Referenser.....	12

## Bakgrund

Rödklöver (*Trifolium pratense* L.) är en bärande komponent i svensk växtodling och är den vanligaste proteingrödan i slätterrallar. Uthålligheten hos rödklöver är sviktande och klöverhalten minskar över tiden pga. sjukdomsangrepp orsakade av rotröta, och redan efter två vallår är klöverandelen kraftigt reducerad (Rufelt, 1986; Wallenhammar et al., 2014a). Patogena svampar som finns i jorden, dvs. *Fusarium avenaceum*, *Cylindrocarpon destructans*, *Phoma*, infekterar den framväxande roten, och pågående undersökningar med DNA-teknik visar att samtliga patogener finns i roten redan en månad efter sådd och ökar efter hand (Wallenhammar et al., 2014b). Mekanismer som kan stärka plantans försvar är ytterst angelägna att undersöka.

Mikronäring ingår i flera av växtens försvarsmekanismer och tillförsel kan vara en möjlighet att minska utvecklingen av rotröta. Viktiga ämnen är mangan (Mn) och zink (Zn). Mangan är nödvändigt för biosyntesen av lignin som stärker cellväggen och skyddar växterna från infektion av svampar. Zink behövs för att cellmembranen ska hålla ihop och förhindra läckage av sockerarter. Sockerarter på cellytan kan utnyttjas av patogener och ökar risken för infektion.

Vi har tidigare visat ett samband mellan minskade rotkoncentrationer av Mn, Zn och koppar och ökande angrepp av rotröta i rödklöver i egna fältundersökningar (Stoltz & Wallenhammar, 2012). Högst sjukdomsangrepp och lägst koncentration av mikronäringsämnen fanns i de äldsta vallarna med de största angreppen. I växthus tillfördes olika mikronäringsämnen till jorden, och resultaten visade att tillförsel av Mn och Zn till rödklöver hämmade utvecklingen av rotröta. Samodling av olika arter gynnar i allmänhet näringsupptaget hos växter (Stoltz & Nadeau, 2013), men konkurrens mellan olika arter kan också leda till lägre koncentrationer vid samodling (Li et al., 2004). Koncentrationen av näringsämnen i rödklöver i renbestånd kan därför skilja sig från rödklöver samodlad med gräs.

**Syftet** var att undersöka hur tillförsel av mangan- och/eller zinktillförsel (var för sig eller i kombination), påverkar;

- a) utvecklingen av rotröta i rödklöver från insädd till vallår 2
- b) upptaget av mikro- och makronäring i skott och rot av rödklöver

i två olika odlingsystem; (i) rödklöver i renbestånd (ii) rödklöver samodlad med timotej.

**Hypoteserna** var att

1. a) Tillförsel av mangan och/eller zink (var för sig eller i kombination) minskar utvecklingen av rotröta i rödklöver.  
b) Effekten kan variera beroende på odlingsystem; om rödklöver odlas i renbestånd eller i samodling med timotej.
2. Koncentrationen av mineralnäringsämnen i rödklöverrötter påverkas både av mangan- och/eller zink tillförsel och på typ av odlingsystem.
3. Koncentrationen av mineralnäringsämnen i grönmassa av rödklöver påverkas både av mangan- och/eller zinktillförsel och på typ av odlingsystem.
4. Biomassaproduktionen av rödklöver ökar vid tillförsel av mangan och/eller zink i båda odlingsystemen.

## Material och metod

### Fältförsök

Ett fältförsök etablerades 2014 på Åkerby, väster om Örebro. Försöksplanen redovisas i tabell 1. Försöket hade en randomiserad block design med fyra upprepningar.

Tabell 1. Försöksplan över fältförsök

Led	Gröda	Mikronärings- ämne	Behandling
A (kontroll)	SW Ares	-	-
B	SW Ares	mangan	utsäde + blad
C	SW Ares	zink	utsäde + jord
D	SW Ares	mangan +zink	utsäde + blad/jord <sub>mangan</sub> + jord <sub>zink</sub>
E	SW Ares + tim	-	-
F	SW Ares + tim	mangan	utsäde + blad
G	SW Ares + tim	zink	utsäde + jord
H	SW Ares + tim	mangan +zink	utsäde + blad/jord <sub>mangan</sub> +jord <sub>zink</sub>

### Behandling med mikronäring

#### Utsädesbehandling och sådd (2014)

Utsäde av rödklöver (SW Ares) behandlades med Norotec Mangan (5 l/ton) eller Norotec Zink (5 l/ton) i försöksbetningsmaskin (led B, C, F och G enligt tabell 1). Utsädet till behandlingarna med både Mn och Zn (led D och H) fick 3 l/ton av respektive produkt. Utsädesmängden av rödklöver var 8 kg/ha och timotej (SW Switch) var 10 kg/ha. Sadden utfördes 12 juni (tabell 2). Ingen annan gödning tillfördes.

### Behandling av blad och jord insåningsår och vallår 1-2

Insåningsåret, 2014, sprutades zinksulfat (11 kg/ha motsvarande 3 kg Zn/hg) på jorden samma dag som sadden utfördes och mangansulfat (3 kg/ha motsvarande 1 kg Mn/ha) sprutades på plantor och jord den 4 juli i bladstadium (Stadium 1 enligt Gustavsson 2005). Vallår 1 och 2 sprutades zinksulfat 21 april respektive 25 april och mangansulfat 15 maj respektive 21 maj med samma dos som insåningsåret, plantorna var i tidig stjälksträckning med 1 internod (Stadium 3) respektive stjälksträckning med fler ca 3 internoder (Stadium 3). Vätskemängden var 200 l/ha för både Mn och Zn.

### Läge och jordart

Fältförsökets läge, jordart och kemiska egenskaper redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Försökens läge, markkemiska egenskaper och sådatum

Försökens läge		Jordegenskaper (i profil 0-25 cm från ytan)						Så- datum
Försöksplats	Longitud, latitud	pH	mullhalt (%)	lerhalt (%)	sand/grovmo (%)	P-AL (mg 100g <sup>-1</sup> )	K-AL (mg 100g <sup>-1</sup> )	
Åkerby, Örebro	N:59°17' E:15°4'	5,9	4,5	7	61	12	9,7	12 juni 2014

## Gradering av rotröta

I mitten av november grävdes 10 rödklöverplantor per ruta upp samtliga år. Rötterna tvättades, delades och inre sjukdomsindex ( $SI_i$ ) av rotröta bedömdes genom bestämning av andel mörkfärgad rotyta enligt Rufelt (1986).

Formeln för beräkningen av index var:

$$SI_i = ((0 \times N_{\text{klass } 0}) + (25 \times N_{\text{klass } 1}) + (50 \times N_{\text{klass } 2}) + (75 \times N_{\text{klass } 3}) + (100 \times N_{\text{klass } 4})) / n$$

Där  $SI_i$  = Inre sjukdomsindex,  $N$  = antalet plantor i varje klass och  $n$  = totala antalet undersökta plantor (dvs 10).

Samtliga år torkades rotproverna och analyserades på följande näringsämnen: kväve, fosfor, kalium, kalcium, magnesium, mangan, koppar, zink, bor, järn, natrium, svavel och aluminium (Eurofins Food and Agro Testing Sweden AB). Från samma plantor som rötterna undersöktes på togs också prover av grönmassa och analyserades på näringsämnen på samma sätt som rötterna vallår 1 och 2.

## Skörd

Förstaskörden utfördes 17 juni 2015 och 15 juni 2016 där en yta på 15 m<sup>2</sup> 2015 respektive 12 m<sup>2</sup> 2016 skördades med försöksvallskördemaskin. Förstaskörden vägdes och prover (ca 500 g) uttogs slumpmässigt för botanisk analys. Proverna delades upp i två fraktioner; rödklöver och timotej. Proverna torkades sedan vid 60°C för bestämning av torrs substans (TS). En andraskörd utfördes men vägdes inte.

## **Statistik**

Resultaten bearbetades statistiskt med JMP 9.0 (SAS Institute, 2010). En variansanalys (ANOVA) utfördes för att undersöka signifikanta skillnader mellan behandlingarna och Tukey's HSD test användes för att identifiera vilka behandlingar som var signifikant skiljda från varandra då  $p < 0,05$ .

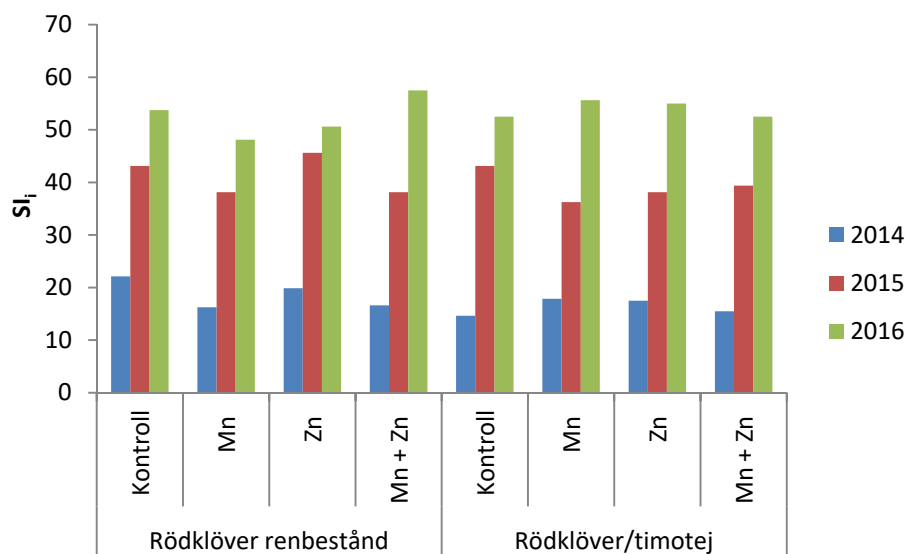
## **Resultat**

### ***Sjukdomsindex av rotröta***

Inre sjukdomsindex ( $SI_i$ ) av rotröta ökade med tiden. Inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna fanns något av åren (figur 1). Behandlingarna där Mn ingick tenderade att sänka  $SI_i$  framförallt då rödklöver odlades i renbestånd, men skillnaden var relativt liten. Genomsnittet för  $SI_i$  av behandlingarna där mangan ingick ( $SI_i$  38) var nästan signifikant ( $p = 0,067$ ) lägre än genomsnittet av de två kontrollerna ( $SI_i$  43) vid en sammanslagning av plantor från båda odlingssystemen vallår 1, men tendenserna fanns inte kvar under vallår 2. Behandlingen med Zn eller en kombination av Mn och Zn påverkade inte rotrötans utveckling.

### ***Skörd***

Tillförsel av enbart Zn ökade rödklöveravkastningen signifikant med i genomsnitt 850 kg över de båda vallåren (tabell 3). Timotejavkastningen minskade i samma behandling med ca 900 kg, skillnaden var inte signifikant beroende på stora variationer. Men vid en sammanslagning av kontrollernas genomsnittliga timotejavkastning så var den signifikant högre ( $p = 0,032$ ) än genomsnittet av behandlingarna som innehöll Zn. Resultaten var liknande de båda åren eftersom ingen signifikant interaktion mellan behandling och vallår fanns (visas ej). Det fanns inga signifikanta skillnader för den totala avkastningen mellan behandlingarna. Avkastningen var högre vallår 1 jämfört med vallår 2 och samodling gav en högre totalavkastning jämfört med renbeståndsodling. En hel del timotej förekom i renbeståndsleden beroende på att timotejfrö tidigare har odlats på fältet.



Figur 1. Utveckling av inre sjukdomsindex ( $SI_i$ ) av rottröta i de olika behandlingarna med mikronäringsämnen i rödklöver odlad i renbestånd eller samodlad med timotej insåningsår till och med vallår 2 ( $p = ej\ signifikant$ ).

Andelen klöver ökade något i behandlingarna med zink medan andelen gräs minskade, men skillnaderna vara inte signifikanta, det fanns heller ingen interaktion mellan odlingssystem och behandling (visas ej). Vid en sammanslagning av behandlingarna där Zn ingick var den genomsnittliga klöverandelen signifikant högre ( $p=0,017$ ) jämfört med kontrollbehandlingen medan andelen gräs var signifikant lägre ( $p= 0,017$ ).

Andelen klöver var signifikant högre och gräsandelen signifikant lägre då rödklöver odlats i renbestånd jämfört med i samodling med timotej. Torrsubstanshalten (TS) påverkades inte av behandlingarna men var lägre i ren rödklöver jämfört med i samodling med timotej.

Tabell 3. Avkastning, artandel och torrsubstans (TS) av timotej och klöver i förstaskörden vallår 1 och 2, vid tillförsel av mangan och zink.

Huvudeffekt	Skörd			Andel		TS
	Rödklöver	Timotej	Total	Rödklöver	Timotej	
Behandling	(kg ts ha <sup>-1</sup> )			(%)		(%)
Kontroll	4350 b	3696	8046	56	44	22
Mn	4705 ab	3356	8060	59	41	21
Zn	5208 a	2785	7992	67	33	21
Mn + Zn	5011 ab	3222	8232	61	38	21
	<i>0,026</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns (0,052)</i>	<i>ns (0,052)</i>	<i>ns</i>
Vallår						
Första skörd, vallår 1	5818 a	3796	9614 a	61	39	24
Första skörd, vallår 2	3818 b	2733	6551 b	60	40	19
	<i>0,002</i>	<i>ns</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Odlingssystem						
Rödklöver i renbestånd	5329 a	2150 b	7480 b	72 a	28 b	20 b
Rödklöver/timotej	4307 b	4379 a	8686 a	49 b	51 a	24 a
	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,01</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,001</i>

Olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan behandlingarna inom respektive huvudeffekt.



## Växtnäringsinnehåll

### Rötter

I tabell 4 och 5 redovisas koncentrationen av makro- och mikronäringsämnen i rödklöverrötterna från de olika behandlingarna.

Kalium- och svavelkoncentrationerna i rötterna var signifikant högst i behandlingarna innehållande Zn men inte signifikant högre än behandlingen med enbart Mn (tabell 4).

Insåningsåret hade rötterna högre koncentration av N, P och K jämfört med vallår 1 och 2.

Kaliumkoncentrationen sjönk över tiden. Rotkoncentrationen av K, Mg, Na och S var högst i rötterna vallår 2, men S-koncentrationen var inte signifikant skiljd från koncentrationen insåningsåret. Natrium koncentrationen ökade över tid.

Det fanns inga skillnader i rotkoncentration mellan rödklöver i renbestånd och i samodling med timotej förutom för Mg där koncentrationen var något högre i renbeståndet.

Tabell 4. Koncentration av makronäringsämnen i rödklöverrötter under november i olika odlingssystem och behandlingar med mangan (Mn) och zink (Zn), insåningår till vallår 2

Huvudeffekt	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
	(% av ts)						
Behandling							
Kontroll	2,84	0,33	1,05 b	0,34	0,28	0,05	0,26 b
Mn	2,84	0,34	1,12 ab	0,32	0,29	0,05	0,27 ab
Zn	2,77	0,33	1,18 a	0,33	0,29	0,06	0,29 a
Mn + Zn	2,86	0,33	1,17 a	0,34	0,29	0,06	0,29 a
	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0,015</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0,01</i>
År							
Insådd	3,50 a	0,43 a	1,38 a	0,31 b	0,25 b	0,02 c	0,29 ab
Vallår 1	2,45 b	0,30 b	1,14 b	0,29 b	0,28 b	0,05 b	0,24 b
Vallår 2	2,53 b	0,25 b	0,87 c	0,40 a	0,34 a	0,10 a	0,30 a
	<i>&lt;0,001</i>	<i>0,002</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>0,02</i>
Odlingssystem							
Renbest.	2,84	0,33	1,15	0,33	0,30 a	0,05	0,28
Samodl.	2,82	0,33	1,11	0,34	0,28 b	0,06	0,27
	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0,002</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan behandlingarna inom respektive huvudeffekt.

Rotkoncentrationen av Cu var signifikant högre i behandlingarna där mangan ingick än kontrollbehandlingen (tabell 5). Zinkkoncentrationen i rötterna var högst i behandlingarna med Zn. För samtliga mikronäringsämnen som analyserats var koncentrationen högst insåningsåret och lägre det två följande åren. Det fanns inga skillnader för rotkoncentrationen av mikronäring mellan de två odlingssystemen.

Tabell 5. Koncentrationer av mikronäringsämnen i rödklöverrötter under november i olika odlingsystem och behandlingar med mangan (Mn) och zink (Zn), insåningår till vallår 2

Huvudeffekt	B	Cu	Mn rot	Zn rot	Fe rot
	(mg/kg)				
Behandling					
Kontroll	15,7	15,7 b	19,5	18,7 b	428
Mn	15,8	17,6 a	19,9	18,9 b	436
Zn	16,3	16,0 ab	18,8	23,8 a	418
Mn + Zn	16,3	17,7 a	20,5	23,7 a	437
	<i>ns (0,079)</i>	<i>0,007</i>	<i>ns</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>ns</i>
År					
Insådd	18,8 a	21,7 a	23,2 a	24,9 a	554 a
Vallår 1	15,1 b	14,2 b	17,8 b	18,4 b	417 b
Vallår 2	14,2 b	14,4 b	18,0 b	20,4 b	318 b
	<i>0,002</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>0,002</i>	<i>0,001</i>
Odlingsystem					
Renbest.	16,2	17,2	19,9	21,6	453
Samodl.	15,9	16,3	19,4	20,8	406
	<i>ns</i>	<i>ns (0,059)</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns (0,056)</i>

Olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan behandlingarna inom respektive huvudeffekt.

## Grönmassa

Koncentrationen av makro- och mikronäringsämnen i grönmassa av rödklöver redovisas i tabell 6 och 7.

Koncentrationen av makronäringsämnen i grönmassan påverkades inte signifikant av Mn- och eller Zn tillförsel (tabell 6). Koncentrationen av N, Mg, Na och S var signifikant högre vallår 2 jämfört med vallår 1. Samodling med gräs sänkte koncentrationen av K i grönmassan av rödklöver.

Tabell 6. Koncentration av makronäringsämnen i grönmassa av rödklöver under november i olika odlingsystem och behandlingar med mangan (Mn) och zink (Zn), insåningår till vallår 2

Huvudeffekt	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
	(% av ts)						
Behandling							
Kontroll	5,06	0,60	3,36	0,54	0,34	0,03	0,28
Mn	4,98	0,57	3,26	0,53	0,32	0,02	0,28
Zn	4,87	0,55	3,37	0,54	0,31	0,02	0,27
Mn + Zn	4,94	0,57	3,36	0,55	0,32	0,03	0,29
	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
År							
Vallår 1	4,77 b	0,57	3,28	0,56	0,28 b	0,02 b	0,28 b
Vallår 2	5,16 a	0,58	3,39	0,53	0,37 a	0,03 a	0,29 a
	<i>&lt;0,001</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>0,03</i>
Odlingsystem							
Renbest.	4,98	0,57	3,44 a	0,55	0,33	0,02	0,28
Samodl.	4,95	0,57	3,23 b	0,54	0,32	0,03	0,28
	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0,040</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan behandlingarna inom respektive huvudeffekt.

Koncentrationen av Zn i grönmassan var högst i behandlingen där Mn + Zn hade tillförts, men bara signifikant högre än behandlingen med enbart Mn (tabell 7). För Mn, Zn och Fe, var koncentrationen i grönmassa högre vallår 2 än vallår 1. Rödklöver i renbestånd hade högre koncentration av Mn i grönmassan jämfört med i samodling med timotej.

Tabell 7. Koncentration av mikronäringsämnen i grönmassa av rödklöver under november i olika odlingsystem och behandlingar med mangan (Mn) och zink (Zn), insåningår till vallår 2

Huvudeffekt	B	Cu	Mn	Zn	Fe
			(mg/kg)		
Behandling					
Kontroll	32,1	21,6	22,8	47,4 ab	206
Mn	31,1	21,4	22,5	46,9 b	204
Zn	30,3	19,8	22,1	51,4 ab	212
Mn + Zn	31,5	21,3	22,3	52,9 a	194
	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0,025</i>	<i>ns</i>
År					
Vallår 1	31,4	18,9	19,4 b	42,0 b	155 b
Vallår 2	31,1	23,1	25,5 a	57,3 a	253 a
	<i>ns</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,001</i>	<i>&lt;0,001</i>
Odlingssystem					
Renbest.	31,3	21,5	23,2 a	49,9	206
Samodl.	31,2	20,5	21,7 b	49,4	202
	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0,01</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan behandlingarna inom respektive huvudeffekt.

## Diskussion

Vår undersökning av effekten av Mn- och Zn-tillförsel på utvecklingen av rottröta i rödklöver odlad i renbestånd eller samodlad med timotej är till vår kännedom den första som utförts i Sverige.

Resultaten överrensstämde inte med tidigare undersökningar i växthus (Stoltz och Wallenhammar, 2012) och inte heller hypotes 1 a, dvs. att tillförsel av Mn och/eller Zn minskar utvecklingen av rottröta i rödklöver. Det fanns visserligen tendenser att sjukdomsindex minskade av Mn-tillförsel i renbestånd både insåningår och vallår 1 då rödklöver odlades i renbestånd. Men totalt sett var skillnaderna små (figur 1). Det fanns inte heller några stora skillnaderna för rottröteindex mellan odlingsystem vilket motsäger hypotes 1 b, dvs. att effekten av Mn- och Zn-tillförsel på utvecklingen av rottröta variera beroende på odlingsystem.

Koncentrationen av näringsämnen i rötter påverkades både av Mn- och Zn-tillförsel och odlingsystem vilket överrensstämde med hypotes 2 men inte för samtliga ämnen. Tillförsel av Zn ökade rotkoncentrationen av Zn och även S vilket kan bero på att det var zinksulfat som användes. Tillförsel av Mn hade däremot inte någon effekt på Mn-koncentrationen vilket sannolikt kan bero på att Mn fastläggs snabbt i jorden och att den inre transporten av Mn i växten är liten. Det fanns en liten ökning av S även när Mn tillfördes vilket kan beror på att även Mn tillfördes som mangansulfat, men att det var en mindre mängd sulfat som tillfördes, 3 kg mangansulfat jämfört med 11 kg zinksulfat. Att kaliumkoncentrationen ökade i rötter kan bero på att ämnen som Mn och framförallt Zn kan förbättra kaliumupptaget (Ranade-Malvi, 2011).

Då klöver samodlas med gräs ökar troligtvis konkurrensen om vissa mineralnäringsämnen eftersom koncentrationen var generellt lägre i rötterna vid samodling, men skillnaden var endast signifikant för Mg.

När roten växer blir det grövre och näringsämnen som N, P och K och mikronäringsämnen späds ut medan tex Ca och Mg, som är involverade i uppbyggnaden av struktur och cellväggar, ökar.

Den högsta Zn koncentrationen i grönmassa fanns i behandlingen där både Mn och Zn tillförts vilket överensstämde med hypotes 3, dvs. att koncentrationen i grönmassan påverkades av behandlingarna. Men det fanns inga skillnader för några av de andra analyserade ämnena. Koncentrationen i grönmassa var generellt lägre i samodling jämfört med renbeståndsplantor och signifikanta skillnader fanns för K och Mn vilket kan bero på utspädning då renbeståndet hade högre avkastning av rödklöver.

Den höga avkastningen vallår 1 kan ha bidragit till de lägre koncentrationerna av mineralnäring av flertalet ämnen jämfört med vallår 2.

Resultaten överrenstämde med hypotes 4 dvs. att biomassaproduktionen av rödklöver ökar vid tillförsel av mangan och/eller zink i båda odlingssystemen (tabell 3). Tillförsel av Zn hade störst effekt på klöveravkastningen men även Mn, i kombination med Zn eller enbart Mn, tenderade att öka klöveravkastningen även om den inte var signifikant. Gräsavkastningen tenderade att minska vid tillförsel av framförallt Zn och till viss del av Mn sannolikt beroende på den ökade konkurrensen av rödklöver.

#### Slutsatser

- Tillförsel av Mn och eller Zn hade ingen betydande effekt på utvecklingen av rotröta.
- Zinktillförsel gynnar klövertillväxten och kan tillföras om klövandelen är låg i vallen.
- Tillförsel av ett eller fler ämnen påverkar upptaget och koncentration av andra ämnen.
- Tillförsel av Mn hade ingen effekt på Mn-koncentrationen i växten men tenderade att ha en positiv inverkan på rödklöveravkastningen.
- Rotkoncentrationen är viktig att undersöka i växtnäringsundersökningar då de största effekterna av tillförsel hittades där.

## Referenser

- Halling M, 2005. Schema för bestämning av baljväxternas utvecklingsstadier.
- Lindström J, McAfee M, 1989. Aeration studies on arable soil, 2: The effect of a grass ley or cereal on the structure of a heavy clay. *Swed J Agr Res* 19, 155-161.
- Ranade-Malvi, U. 2011. Interaction of micronutrients with major nutrients with special reference to potassium. *Karnataka J- Agric. Sci.*, 24, 106-109
- Rufelt A, 1986. Studies on *Fusarium* root rot of red clover (*Trifolium pratense* L.) and the potential for its control. Sveriges Lantbruksuniversitet. Inst. för växt- och skogsskydd, Uppsala. Doktorsavhandling. 33 s.
- SAS Institute, 2010. ©SAS Institute inc. Campus Drive, building T, Cary, NC, USA.
- Stoltz E, Nadeau E, 2013. Intercropped maize and faba bean influences the uptake of micronutrients in organic production. XVII. International Plant Nutrition Colloquium – Plant Nutrition for Nutrient and Food Security, 19-22 August 2013, Istanbul, Turkey. Proceedings Book, 490-491.
- Stoltz E, Wallenhammar A-C, 2012. Micronutrients reduce root rot in red clover (*Trifolium pratense*). *J Plant Dis Protect* 119, 92-99.
- Wallenhammar A-C, Nilsson-Linde N, Jansson J, Stoltz E, 2014a. Rottröta påverkar uthålligheten hos vallbaljväxter. Vallkonferens 2014, Uppsala 5-6 februari. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsbiologi. Rapport 18. 55-59.
- Wallenhammar A-C, Nilsson-Linde N, Jansson J, Almquist C, 2014b. Rottröta utmanar klöver. *Arvensis*, 1, 22-23.

Walters DR, Bingham IJ, 2007 Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control. *Ann. Appl. Biol.* 151, 307-324.