

Rapport för projekt 09SVF003

Inverkan av ålder på halten näringsämnen och rotröta i rödklöver

Eva Stoltz & Ann-Charlotte Wallenhammar
HS Konsult AB, Box 271, 701 45 Örebro
2010-06-01

Sammanfattning

Rödklöver (*Trifolium pratense* L.) har en central roll i slåttervallar i hela landet. Halten rödklöver i blandvallar minskar med tiden och en orsak är angrepp av allmän rotröta. Det kan finnas samband mellan sjukdomsangreppsgraden och växtens innehåll av mikronäringsämnen. I en tidigare pilotstudie var halterna av mangan, zink och bor högre i rötter med lägre angrepp av rotröta jämfört med rötter med högre angreppsgrad. Skillnaden i halter av näringsämnen i rötterna skulle också kunna bero på ålder. Syftet var att undersöka om det finns ett samband mellan halten näringsämnen i rödklöverrötter och angreppsgraden av allmän rotröta. Rödklöverrötter från blandvallar jämfördes med frövallar. Vallarna var av varierande ålder. Angreppsgarden av rotröta i rötterna graderades och därefter analyserades rötterna på näringsämnen. Resultaten visar att graden sjukdomsangrepp ökade signifikant då halten av kalium, mangan, zink och koppar minskade. Angreppen av rotröta ökade med plantans ålder. Ingen skillnad i sjukdomsindex hittades mellan rödklöverrötter från en blandvall jämfört med en frövall av samma ålder i denna studie. Detta visar att ett tillskott av kalium, mangan, zink och koppar eller en kombination av ämnena skulle kunna hämma angreppen av rotröta och därmed öka uthålligheten av rödklöver i vallar. Även bor är ett ämne som skulle kunna påverka sjukdomsangrepp. Jordanalyser i samtliga fält visade borhalter som var under optimala för klöver. Ytterligare studier krävs för att fastställa om kalium, mangan, zink, koppar och bor kan hämma utvecklingen av rotröta i rödklöverrötter.

Inledning

Rödklöver (*Trifolium pratense* L.) har en central roll i slåttervallar i hela landet där den normalt odlas i blandning med vallgräs, och utgör motorn i ekologiska växtodlingssystem (Wallenhammar och Anderson, 2002). Halten rödklöver i blandvallar minskar med tiden (Frankow-Lindberg, 1989; Ruefelt, 1986) och att allmän rotröta är en orsak till detta är väl studerat och fastställt (Wallenhammar *et al.*, 2008). Allmän rotröta orsakas av ett svampkomplex där de huvudsakliga svamparna är *Fusarium* (rotröta), *Sclerotinia* (klöverröta), *Cylindrocarpon*, *Phoma* och *Pytium* (Lager, 2003). Trots många studier av rotröta i rödklöver har ännu ingen lösning på problemet hittats, annat än att försöka få fram resistent klöversorter.

Att det finns samband mellan sjukdomar och brist på mikronäringsämnen är känt (Engelhard, 1993; Marschner, 1995; Walters & Bingham, 2007). I en nyligen genomförd pilotstudie, finansierad av Svenska Vallstiftelsens Fonder, jämfördes halter av näringsämnen i rötterna på rödklöver med hög respektive låg angreppsgrad av rotröta. Resultaten visade att starkt angripna rötter hade lägre halter av mangan, zink och bor i jämförelse med rötter med svaga angrepp (Stoltz, 2009). Mangan, zink och bor är alla ämnen som i andra studier har minskat sjukdomsangrepp (Engelhard, 1993).

I den ovan nämnda pilotstudien upptäcktes också andra skillnader i halten näringsämnen mellan starkt och svagt angripna rödklöverrötter. Halten av fosfor och kalcium var t.ex. högre i starkt angripna rötter. En annan förklaring till förändringen av näringsinnehållet, kan vara plantans

ålder (Marschner, 1995). Eftersom gamla rödklöverplantor oftast är mer angripna av rottröta än unga plantor, kan den uppmätta skillnaden i näringsinnehåll både bero både på sjukdomsangrepp och även ålder på plantan. En jämförelse av näringshalten i plantor av olika ålder samtidigt som rottröteangreppen bestäms, kan klargöra ålderns betydelse i förändringen av näringsämnen i plantan. Troligtvis påverkas halten av vissa näringsämnen i plantan av åldern medan halten andra ämnen påverkas av rottröteangrepp. Klöverrötter från plantor avsedda för fröproduktion är ofta mer angripna än klöver i blandvall, och plantan dör när man tagit en fröskörd pga. kraftiga rottröteangrepp (Wallenhammar, personlig erfarenhet).

Syftet var att undersöka om det finns ett samband mellan halten av olika näringsämnen i rödklöverrötter och angreppsgraden av allmän rottröta.

Näringsinnehåll och angreppsgrad av rottröta i rödklöverrötter odlade i renbestånd jämförs med rödklöverrötter som samodlats med gräs.

Hypoteserna var a) det finns ett samband mellan angreppsgraden av rottröta och innehållet av näringsämnen i roten och b) angreppen av rottröta är högre i en frövall jämfört med i en blandvall av samma ålder.

Metod

Vallar och provtagning

Rödlöverplantor samlades in den 24 augusti 2009 från fyra vallar på Åkerby väster om Örebro. Två av vallarna var frövallar och två var blandvallar. Åldern på de olika vallarna var; en frövall insåningsåret, en frövall år 1 (skördeåret), en blandvall skördeår ett och en blandvall skördeår två. Klöversorten var SW Ares i frövallarna, i blandvallarna fanns både SW Ares, SW Sara och SW Fanny. Därmed hade frövallen år 1 och blandvallen år 1 samma ålder. På fyra platser i varje vall uttogs ett växt- och ett jordprov dvs. totalt åtta växt- och jordprover per vall. Varje växtprov bestod av 10 klöverplantor.

Gradering av rottröteindex och analyser

Rötterna tvättades, yttre- och inre rottröteindex bedömdes enligt Rufelt (1986). I den yttre graderingen bedöms hur stor del av roten som var angripen av yttre skador. I den inre graderingen delades rötterna och rötans angrepp graderas utifrån inre skador. Därefter skalades de yttersta cellagren runt rötterna bort för att förhindra kontaminering från jorden. Alla rottdelar som var angripna av röta avlägsnades. Sedan torkades rötterna och analyserades på: kväve (N), fosfor (P), kalium (K), kalcium (Ca), magnesium (Mg), mangan (Mn), koppar (Cu), zink (Zn), bor (B), järn (Fe), natrium (Na), svavel (S), aluminium (Al) av Eurofins Food & Agro Sweden AB, Kristianstad. I jorden mättes pH samt halt näringsämnen och jordegenskaper. För tillgänglig halt av bor utfördes extraktion med varmvatten, för totalhalt av mangan och zink utfördes extraktion i koncentrerad salpetersyra enligt svensk standard (SIS). För bestämning av övriga ämnen användes ammonium laktat (AL) och saltsyra (HCL) som extraktionslösning enligt tabell 1. Jordanalyserna utfördes av Agrilab AB, Uppsala.

Beräkningar och statistisk bearbetning

En envägs variansanalys (ANOVA) utfördes följt av Duncan's new multiple range test för att identifiera skillnader av ämneskoncentrationer i jord och rötter på de olika vallarna. För att undersöka om variationerna av näringsämnen i växterna berodde på ålder eller rottröteangrepp utfördes analys med linjär regression. Statistik bearbetning av resultaten utfördes med SAS®.

Resultat

Jordens näringsinnehåll och egenskaper

I tabell 1 visas resultaten av analyserna i jorden från fälten där klöverrötterna samlades in. Jordarten var relativt lika på de fyra fälten, mullhalten var något högre i frövall 1 och blandvall 2 jämfört med övriga vallar. Fosfortalen visar på fosforklass 3 medan kaliumtalen var lägre, klass 1 och 2. Jorden från den äldsta vallen, blandvall 2, hade högre halter av kalcium och bor, och lägre halter av koppar, mangan och zink jämfört med den yngsta vallen, insådd frövall (tabell 1).

Tabell 1. Innehåll av näringsämnen samt egenskaper jorden tagna från rödklövervallar av olika typ och varierande ålder, n=4.

	Enhet	Valltyp och ålder			
		insådd frövall	blandvall I	frövall I	blandvall 2
pH		5,8 a	5,8 a	5,9 a	5,8 a
P-AL	mg/100g	6,0 a	7,0 a	7,1 a	5,5 a
K-AL	mg/100g	5,3 a	2,0 a	4,0 a	2,2 a
Mg-AL	mg/100g	4,1 b	1,1 b	7,8 a	1,8 b
K/Mg		1,6 ab	2,3 a	0,9 b	1,3 ab
Ca-AL	mg/100g	57 b	42 b	75 ab	97 a
K-HCl	mg/100g	47 a	53 a	38 a	39 a
P-HCl	mg/100g	48 b	61 a	42 bc	39 c
Cu-HCl	mg/kg	7,4 a	6,8 a	2,4 b	3,2 b
B (tillgänglig halt)	mg/kg	0,13 b	0,18 ab	0,28 a	0,27 a
Mn (total halt)	mg/kg	179 a	211 a	40 b	56 b
Zn (total halt)	mg/kg	21 ab	26 a	9 c	11 bc
mull	%	2,4 b	2,1 b	3,7 a	4,3 a
ler	%	6,3 a	5,3 a	3,3 a	6,3 a
silt	%	27 a	28 a	32 a	39 a
sand&grovmo	%	66 a	64 a	61 a	51 a
Jordart		nmh l Sa	nmh svl Sa	mmh svl Sa	mmh svl Mo

¹Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader inom en rad, $p < 0,05$.

Näringsämnena i rötter

I tabell 2 redovisas rödklöverrötternas näringsinnehåll samt yttre och inre rottröteindex. Angreppen av rottröta ökade med plantornas ålder (tabell 2). Plantor från den yngsta vallen hade signifikant högre halter av kalium, mangan, koppar, zink, järn och aluminium, och signifikant lägre halter av magnesium och natrium jämfört med den äldsta vallen.

Sambandet mellan rottröta och näringsämnena

Tabell 3 visar sambanden (R^2 -värdet) samt sannolikheten att regressionen är signifikant (p) mellan innehåll i roten av ett visst ämne och angreppsgrad av rottröta. Ett högt R^2 -värde och ett p värde $< 0,05$ visar ett signifikant samband mellan inre rottröteindex och ämnet i roten. Ett negativt samband indikeras med ett minustecken före R^2 -värdet, t.ex. rottröteindex ökar med en minskad kalium- och zinkhalt (figur 1).

Tabell 2. Medelvärden av näringsämnen samt sjukdomsindex av rottröta i rödklöverrotter från olika valltyper med varierande ålder, n=4.

	Valltyp och ålder				
	Enhet	insådd frövall	blandvall 1	frövall 1	blandvall 2
N	% TS ¹	1,9 b ²	1,7 c	2,2 a	1,7 bc
P	% TS	0,39 ab	0,31 b	0,43 a	0,32 b
K	% TS	2,1 a	0,7 bc	1,1 b	0,5 c
Ca	% TS	0,27 b	0,40 a	0,31 ab	0,29 b
Mg	% TS	0,19 b	0,21 b	0,38 a	0,29 a
Na	% TS	0,06 b	0,11 b	0,06 b	0,48 a
Mn	mg/kg	25 a	25 a	13 b	10 b
Cu	mg/kg	22 a	11 b	10 b	13 b
Zn	mg/kg	19 a	15 b	15 b	12 c
B	mg/kg	19 a	16 b	18 a	19 a
Fe	mg/kg	460 a	210 b	188 b	205 b
Al	mg/kg	553 a	237 b	245 b	220 b
S	% TS	0,19 ab	0,12 c	0,22 a	0,14 bc
Index inre		9 c	29 b	30 b	56 a
Index yttre		10 c	39 b	39 b	65 a

¹TS=torrsubstans

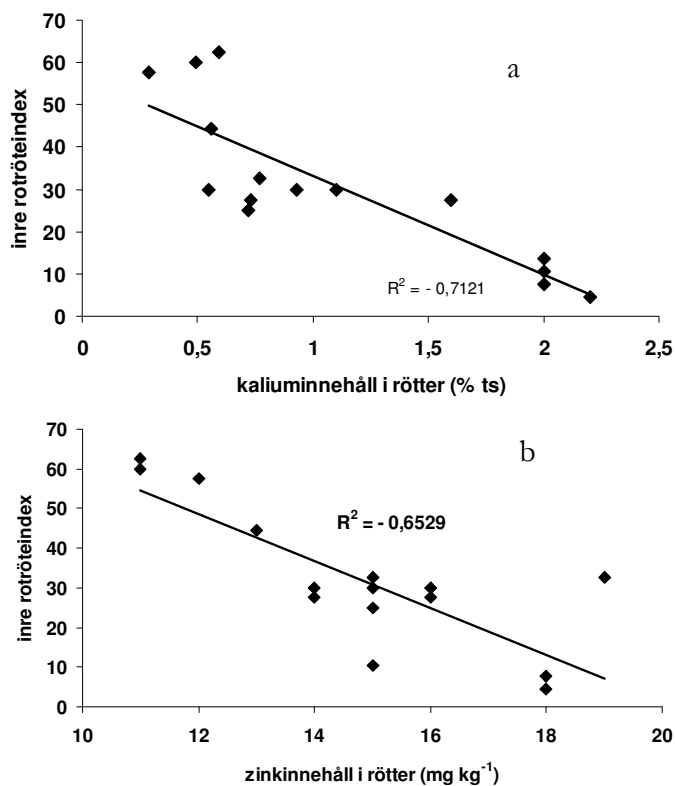
²Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader inom en rad, $p < 0,05$.

Tabell 3 visar att de växtnäringsämnen med starkast negativa samband med rottröteindex är kalium, zink och mangan. Det fanns också signifikanta samband mellan rottröteindex och järn, aluminium och koppar.

Tabell 3. Samband (R^2 -värden) mellan inre rottröteindex och ämnen i klöverrotter.

Ämne i växt	Inre rottröteindex	P^1
Kväve	-0,051	0,3978
Fosfor	-0,089	0,2614
Kalium	-0,712	<0,0001
Kalcium	0,001	0,8894
Magnesium	0,187	0,0939
Natrium	0,547	0,0011
Svavel	-0,165	0,1174
Mangan	-0,514	0,026
Koppar	-0,292	0,0372
Zink	-0,653	0,0038
Bor	0,017	0,6352
Järn	-0,395	0,0120
Aluminium	-0,519	0,0024

värde $< 0,05$ indikerar att sambandet är statistiskt signifikant.



Figur 1. Sambandet mellan inre rottröteindex och kalium- (a) respektive zinkinnehållet (b) i rödklöverrotter.

Diskussion

Resultaten överrensstämmer med den första hypotesen, dvs. att det finns ett samband mellan angreppsgraden av rotröta och innehållet av näringsämnen i roten. Halten av vissa ämnen hade starka negativa samband med rotröteindex (tabell 3, figur 1). Detta skulle kunna vara ett tecken på att för låga halter av dessa ämnen kan gynna rotrötan i rödklöverrötterna. Plantans ålder har också betydelse eftersom angreppsgraden var högst i de äldsta plantorna.

Orsakerna till de negativa sambanden mellan näringsämnen och rotröteindex kan vara flera. Då rödklöverrötter växer resulterar det i en mer lucker jord, vilket är en av fördelarna med vallodling då jorden struktur förbättras. Detta kan resultera i att vissa mineralämnen oxideras och blir därmed mindre tillgängliga för växten. Exempel på sådana metaller kan vara mangan, koppar, zink, järn och aluminium (Schnoor, 1996) vilket överrensstämmer med resultaten i den här studien där äldre plantor har lägre halter av dessa ämnen (tabell 2). Totalhalten av koppar, zink och manganhalten är visserligen lägre i jorden i de äldre vallarna (tabell 1), dock inte så låga att de skulle orsaka brist om de var tillgängliga för växtupptag (Fogelfors, 2001). Järn- och kopparhalterna i rötterna är relativt höga och borde inte orsaka brist. Detta är dock svårt att dra slutsatser om eftersom normala värden för näringsinnehåll i växter oftast är utförda i plantans ovanjordiska delar. Litteratur som beskriver normala koncentrationerna för dessa ämnen i rötter har inte hittats. Rötternas halter av kväve, fosfor och kalium i den insädda frövallen överrensstämde relativt väl med tidigare studier där halterna var mellan 1,5-1,6, 0,18-0,45 och 1,63-2,0 % av torrsubstans för respektive ämne (Li *et al.*, 1996; Stoltz, 2009). Kaliumhalten var låg i klöverrötter från blandvall 2 (tabell 2) vilket kan bero på den låga kaliumhalten i jorden (tabell 1). Den låga kaliumhalten i jorden kan också ha orsakat de högre halterna natrium och magnesium i rötter från blandvall 2 (tabell 2), jämfört med övriga vallar, eftersom ämnen med liknande storlek och laddning kan ersätta varandra (Marschner, 1995).

I föregående pilotstudie var halterna mangan och zink lägre i rötter med större angrepp vilket överrensstämmer med resultaten i denna studie (Stoltz, 2009). I föregående pilotstudie fanns även skillnad i borhalt mellan rötter med olika angreppsgrad. Orsaken till att ingen skillnad hittades i den här studien kan vara de låga borhalterna i jorden, ca 0,1 mg kg⁻¹ (tabell 1). Det är känt att borbrist kan orsaka hjärtröta i sockebeta (Marschner, 1995), därför finns en möjlighet att ämnet kan påverka utvecklingen av rotröta. Sambandet mellan kaliumhalt i rötter med olika angreppsgrad av rotröta (tabell 3, figur 1) hittades inte i föregående pilotstudie (Stoltz, 2009). Eftersom rotröta är allmänt förekommande och vallar oftast kaliumgödslas har antagligen inte ämnet någon enskild effekt på rotrötans utveckling. Dock visar den här studien ett starkt samband mellan rotröta och kaliumhalten i rötterna. Troligtvis kan kaliumhalten tillsammans med halten mikronäringsämnen påverka angreppsgraden av rotröta i rödklöverrötter.

Ytterligare gödslingsstudier behöver utföras för att verifiera de olika ämnernas betydelse, eftersom andra faktorer också påverkar växtens näringsupptag. Jordens koncentration och det specifika ämnets tillgänglighet påverkar upptaget (Stoltz and Greger, 2001). Plantans ålder kan också ha en inverkan. Dock visar studier från USA att variationen av näringsinnehållet i rötter av blålucern var störst över säsongen och endast en liten variation hittades mellan år vid kontinuerlig gödsling av fosfor och kalium (Volenec, 2009).

Ingen skillnad i rotröteindex hittades mellan blandvall 1 och frövall 1 (tabell 2), dvs. hypotes b) att rotröteindex skulle vara högre i en frövall jämfört med i en blandvall av samma ålder, överrensstämde inte med resultaten i denna studie. Dock kan resultaten ha sett annorlunda ut om provtagningen blivit utförd vid en senare tidpunkt efter det att klöverfröet skördats och därmed näringsämnen i skott och frö förts bort.

Sammanfattningsvis visar denna studie att det finns samband mellan angrepp av rottröta i rödklöver och halten av olika näringsämnen. De ämnen som enligt denna studie kan ha en påverkan på rottrötans utveckling i rödklöver är kalium, mangan, zink, koppar och bor. Halten av dessa ämnen i rötterna minskade med ökad ålder. Ytterligare studier krävs för att klargöra om ett tillskott av en eller flera av dessa näringsämnen minskar utvecklingen av rottröta och därmed ökar uthålligheten av rödklöver i vallar.

Referenser

- Engelhard, A.W. 1993 Soilborne plant pathogens: Management of diseases with macro- and microelements. The American Phytopathological Society, USA.
- Frankow-Lindberg, B. E. 1989. The effect of nitrogen and clover proportion on yield of red clover-grass mixtures. XVI International Grassland Congress. Nice. 173-174.
- Fogelfors, 2001. Växtproduktion i jordbruket. Författarna och Bokförlaget Natur och Kultur/LTs förlag, Centraltryckeriet, Borås.
- Lager, J. 2002. Soil-borne diseases in intensive legume cropping. SLU. Enheten för växtpatologi och biologisk bekämpning. Doktorsavhandling. Agraria 362.
- Li, R., Volenec, J.J., Joern, B.C., and Cunningham, S.M. 1996. Seasonal changes in nonstructural carbohydrates, protein, and macronutrients in roots of alfalfa, red clover, sweetclover, and birdsfoot trefoil. *Crop Science* 36, 617-623.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.
- Ruefelt, 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.
- Schnoor, J. L. 1996. Modeling trace metals. In: Environmental modelling – Fate and transport of pollutants in water, air, and soil, pp 381-451. John Wiley & Sons, Inc. U.S.
- Stoltz, E. 2009. Kan hög halt av mangan i rödklöver motverka allmän rottröta? Svenska Vallbrev, Nr 1.
- Stoltz, E and Greger. M. 2002. Accumulation properties of As, Cd, Cu, Pb and Zn by four wetland plant species growing on submerged mine tailings. *Environmental and Experimental Botany* 47, 271-280.
- Wallenhammar, A-C., & Anderson, L.E. 2002. Organic Production of Quality Spring Wheat Following a Clover Ley. In: Proceedings of 14th IFOAM Organic World Congress, Victoria, 21-24 August, Canada.
- Wallenhammar, A.-C., Nilsson-Linde, N., Jansson, J. Stoltz, E. & L.-Baeckström, G. 2008. Influence of root rot on the sustainability of grass/legume leys in Sweden. *Grassland Science in Europe* 13, 341-343.
- Walters, D.R. & Bingham, I.J. 2007. Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control. *Ann. Appl. Biol.* 151, 307-324.
- Volenec, J. 2009. Department of Agronomy, Purdue University, West Lafayette, IN USA. Personlig kommunikation,