



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och
lantbruksvetenskap

Klippträda istället för svarträda

– Icke-kemisk kvickrotsbekämpning i växande gröda

Cut fallow as replacement for black fallow

– Non chemical couch grass control in growing crops

Erik Bertholtz

Klippträda istället för svartträda – Icke-kemisk kvickrotsbekämpning i växande gröda

Cut fallow as replacement for black fallow - Non chemical couch grass control in growing crops

Erik Bertholtz

Handledare: Göran Bergkvist, Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för växtproduktionsekologi

Examinator: Ioannis Dimitriou, Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för växtproduktionsekologi

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A1E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi – magisterarbete, 30 hp

Kurskod: EX0732

Program/utbildning: Agronom mark/växt

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2015

Nyckelord: *Elymus repens*, kvickrot, mekanisk bearbetning, italienskt rajgräs, vitklöver, konkurrens

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för växtproduktionsekologi

Ny mekanisk vertikalskärningsmetod möjliggör kvickrotskontroll i växande gröda

I ett försök utfärdat på Sveriges Lantbruksuniversitet i samarbete med Kverneland visas en ny redskapsprototyp som via vertikalskärning kan minska rhizommängden med 33 % i en växande gröda och 44 % vid skärning innan sådd. Försöket visar också att italienskt rajgräs ensamt eller tillsammans med vitklöver kan konkurrera med kvickrot.

Detta vertikalskärningsredskap skär av kvickrotens rötter, rhizom, med hjälp av smala, raka tallrikar som trycks ner i marken till en decimeters djup. Denna behandling, till skillnad från många andra mekaniska jordbruksredskap, vänder inte jorden och möjliggör på så sätt en mekanisk kontroll i växande gröda och utan kemisk bekämpning. Då minskningen var snarlik i de båda skärningstidpunkterna visar försöket på att man kan utföra denna behandling som kontroll mot kvickrot i en växande gröda med ett gott resultat. De sådda grödorna påverkades inte negativt av denna skärningsbehandling.

Ett groningstest visade att den tidigare vertikalskärningen verkar påverka livskraften hos rhizomen negativt men orsakerna till detta är inte undersökta i denna studie.

Försöket visade också att upprepad klippning kan reducera rhizommängden med 70 % och klippningen får en förstärkt effekt av framförallt vertikalskärning innan sådd.

Italienskt rajgräs både i eget bestånd och tillsammans med vitklöver minskade antalet kvickrotskott med ungefär hälften i klippta led. Denna minskning kan bero på en konkurrens om kväve då kvävehalten var lägre hos dessa skott i led med rajgräset. De sådda grödorna lyckades dock inte minska rhizombiomassan.

Ett problem med vertikalskärningsredskapets tallrikar är att dessa måste tryckas ner ganska djupt i marken vilket kräver en tung traktor eller tungt redskap. Detta går att lösa antingen genom att minska antalet tallrikar och på så vis öka mängden tryck per tallrik eller också att redskapets totalvikt ökas.

Kvickrot kan idag vara ett besvärligt ogräs i framförallt ekologisk men även konventionell odling. Förr i tiden bearbetades åkrar under hela sommarsäsongen som så kallade svartträdor, för att få bukt på bland annat kvickrot. Problem med detta tillvägagångssätt är att dessa åkrar inte kan odlas under sommarsäsongen och denna intensiva bearbetning tär inte bara på marken och miljön utan också på lantbrukarens tid och ekonomi. När kemiska bekämpningsmedel introducerades frångick man denna intensiva bearbetning under sommaren och möjliggjorde på så vis att man kunde ha vårsådd på dessa åkrar. Dock återstår problemet i ekologisk odling och konventionella lantbruk måste upprepa samma kemiska behandling för att kontrollera detta ogräs vilket kan öka risken för resistens hos ogräsen och läckage av medlet ut i naturen.

SLU utvecklar nu vidare detta koncept med flera försök för att få bättre förståelse för effekterna av denna kontrollmetod.

Sammanfattning

Kvickrot (*Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski) är ett flerårigt ogräs som är vanligt förekommande i svenska odlingsmarker. Innan kemisk totalbekämpning med glyfosat var kvickrot ett vanligt problem i lantbruket. Ogräset kontrollerades då med intensiv jordbearbetning. Idag är kvickrot ett viktigt ogräs i ekologisk odling och i system med reducerad jordbearbetning. Dock måste kvickrot fortfarande anses vara ett problem i konventionella system eftersom glyfosat måste användas återkommande för att slippa konkurrens effekterna från kvickrot. Detta arbete är ett delprojekt som ingår i ett större projekt som syftar till att utveckla ekologiska odlingssystem som inte är lika beroende av jordbearbetning för att kontrollera kvickrot som dagens system. I arbetet utvärderas fyra faktorer för reglering av kvickrot: konkurrens med samodlingsgrödor, klippning, vertikalskärning innan sådd och vertikalskärning efter tre klippningar. Vertikalskärning innebär att ett traktorburet redskap trycker ner tallrikar ungefär en decimeter i marken för att skära av underjordisk biomassa, speciellt kvickrotens rhizomer. Försöksplanen var utformad med sammanlagt 32 kombinationer av de olika faktorerna upprepade i fyra kompletta block. Italienskt rajgräs minskade den totala kvävekoncentrationen i kvickrotskotten, men minskade inte kvickrotens rhizombiomassa. Vertikalskärning innan sådd av samodlingsgrödor, vertikal skärning efter tredje klippningen och klippning minskade rhizombiomassan, med 44, 33 respektive 70 % vid slutavläsningen. Klippningens effekt förbättrades av både tidig och sen vertikalskärning. Effekten av klippning var större i kombination med den tidiga vertikalskärning än med den sena vilket kan bero på ett större antal klippningar genomfördes efter den tidiga vertikalskärningen än den sena. Ett groningstest utfördes för att ge ett mått på rhizomens vitalitet. Det visade att speciellt den tidiga skärningen kan påverka skottbildningen negativt genom att färre knoppar grodde och lägre TS-vikt på rhizomskotten. Upprepade klippningar reducerade mängden kvickrot mycket, men klippningen genomfördes tio gånger och detta stora antal klippningar är kostsamma att genomföra i praktisk odling. Försöket visar att vertikalskärning kan utföras i växande gröda med nästan lika god kontroll av kvickrot som skärning innan sådd och att italienskt rajgräs vårsått i renbestånd och i blandning med vitklöver kan konkurrera med kvickrot om kväve.

Abstract

Couch grass (*Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski) is a perennial weed which is ubiquitous in Swedish arable lands. Before chemical treatment with glyphosate, couch grass was a common problem which was controlled with intensive tillage, which is both costly and can increase the risk of nutrient leaching. Today, the problem with couch grass is most severe in organic farming and reduced-tillage systems, but could still be considered a problem in conventional systems, since glyphosate is needed to control it. This thesis is a part of a project with the aim to develop organic systems which are not as dependent of tillage for the control of couch grass as present organic systems. We are evaluating four factors for couch grass regulation: the competitiveness of companion crops, mowing, vertical cutting before the sowing of crops and vertical cutting after three mowings. Vertical cutting is a technique where a tractor-driven device is pushing metallic discs about one decimeter into the soil with the purpose of cutting the underground plant parts, i.e. couch grass rhizomes. The experimental plan was designed with a total of 32 combinations of the factors repeated in four blocks. Italian ryegrass reduced the total nitrogen content in the shoots of couch grass, but not the couch grass shoot biomass. Vertical cutting before sowing, vertical cutting after mowing three times and mowing reduced the rhizome biomass by 44, 33 and 70 % respectively. The effect of mowing was enhanced by both treatments of vertical cutting but the enhancement was greater with early cutting. This could be an effect of the higher number of mowings after the early than the late vertical cutting. The reduction of rhizome biomass was similar between the different cutting treatments. This could indicate that the vertical cutting can be an option for mechanical treatment in a growing crop. The companion crops aboveground biomasses were not affected negatively by the cutting treatment. A growth test was used as a measure of vitality of the rhizomes. The test showed few significant differences but the early cutting affected the shooting capacity negatively and decreased the dry weight of the new shoots. The mowing treatment was effective in reducing couch grass but with ten repeats as in the experiment it is too costly and labor intensive to implement practically. The most interesting result from this trial was that the vertical cutting can be performed in growing crop with almost as good control against couch grass as the vertical cutting before sowing. Italian ryegrass as a sole crop as well as the grass-clover-mixture can compete with couch grass in terms of nitrogen uptake.

Keywords: *Elymus repens*, couch grass, mechanical treatment, Italian ryegrass, white clover, competition

Innehållsförteckning

Inledning	5
Kvickrot som ogräs	5
Mekanisk kontroll	5
Negativa effekter av mekanisk bearbetning	6
Tidpunkt för bearbetning	6
Klippning	7
Samodlingsgrödor	7
Mål och syfte	8
Material och metoder	9
Försöksplats	9
Försöksplan	9
Odlingsåtgärder	11
Vertikal skärning	11
Sådd av samodlingsgrödor	11
Växtskydd	11
Klippning	12
Provtagningar	13
Antal kvickrotskott i fält	13
Tidig rhizomprovtagning	13
Groningstest	14
Vattenhalt i marken	15
Kväveanalys av kvickrot	15
Slutavläsning i fält	15
Gradering	16
Statistisk analys	16
Resultat	17
Behandlingarnas effekter på antal kvickrotskott	17
Behandlingarnas effekter på rhizombiomassan hos kvickrot	17
Samodlingsgrödornas effekt på kvickrot - konkurrens	21
Behandlingarnas effekt på den ovanjordiska biomassan hos kvickrot	22
Behandlingarnas effekt på samodlingsgrödorna	23
Groningstest	25
Diskussion	28
Utvärdering av groningstest	29
Slutsatser	31
Tackord	32
Referenslista	33

Inledning

Kvickrot som ogräs

Kvickrot (*Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski) är ett perennt ogräs som är allmänt förekommande på jordbruksmark i tempererade områden, speciellt i norra Europa. Den sprids huvudsakligen vegetativt med hjälp av underjordiska stammar, så kallade rhizomer. I ostörd jord börjar rhizomen utvecklas när växten har 3-4 blad, om dessa har tillgång till fullt dagsljus (Håkansson, 2003, s 239). Andelen knoppar på rhizomen som gror och bildar skott ökar med ökad fragmentering av rhizomen tills dess att bitarna inte har ett tillräckligt energiförråd för skottskjutning (Håkansson, 2003, s 11).

Jordbrukarna förr i tiden använde ofta så kallade svartträdor. På svartträdor bearbetas marken flera gånger under sommarsäsongen vilket effektivt kontrollerar fleråriga ogräs, som till exempel kvickrot. När herbicider alltmer började användas som bekämpning mot de flesta ogräs förutom gräsogräs, minskade den mekaniska bearbetningen som kontroll mot perenna ogräs, vilket gjorde att problemen med kvickrot som ogräs ökade. Under 1970-talet började totalbekämpningsmedlet glyfosat (N-(fosfonometyl)glycin) användas för kontroll av kvickrot. Den intensiva bearbetningen som fanns i svartträdor ersattes av upprepade höstbearbetningar eller glyfosatbehandling följt av plöjning på hösten (Håkansson, 2003, s. 240–241). Med en ökad användning av samma bekämpningsmedel finns risken att selektionstrycket för tolerans av medlet kan öka (Håkansson, 2003, s 242). I dagsläget har inga resistensfall hos kvickrot dokumenterats i Sverige, dock finns en viss skillnad i tolerans (Åkerblom-Espeby & Fogelfors, 2006).

I modernt, konventionellt jordbruk används även ogrässpecifika bekämpningsmedel i växande gröda med god effekt på gräsogräs som kvickrot. Nackdelen är att efterföljande höstoljeväxter kan få en dålig uppkomst eller helt utebli vid dubbel dos (som vid dubbelkörning)¹. Bayer CropScience rekommenderar att marken plöjs innan sådd av höstoljeväxter där deras produkt Attribut[®] Twin (Verksamma beståndsdelar propoxikarbazonnatrium och jodsulfuronmetyl-natrium) använts (Bayer CropScience, 2015).

Mekanisk kontroll

I system utan kemisk bekämpning är kontrollen av kvickrot beroende av konkurrens och mekanisk skada. I kvickrotens fall är syftet med de mekaniska åtgärderna att döda skotten, begrava och/eller fragmentera rhizomen. Detta kan åstadkommas med plöjning och olika former av stubbearbetning. Stubbearbetning har oftast ett mindre arbetsdjup än plöjning och exempel på

¹ Muntlig källa, David van Alphen de Veer, Hushållningssällskapet, 2015-08-25

redskap som används är pinnkultivator, tallrikskultivator eller rotorkultivator (även kallad jordfräs). En pinnkultivator omlokaliserar kvickrotsskott till ett mer ytligt läge och fragmenterar rhizomen, en rotorkultivator drar upp skott och rhizom ur marken och sönderdelar dem, och en tallrikskultivator skär sönder rhizomen. Den vanligaste tidpunkten för mekanisk kontroll är på hösten efter skörd. Användning av rotorkultivator har visat sig effektiv för kontroll av kvickrot där rhizomen dras upp ur jorden och tas bort eller torkar ut (Brandsæter *et al.*, 2012; Melander *et al.*, 2013)

I ett fyraårigt försök av Chandler *et al.* (1994) visade resultaten på en kumulativ effekt av behandlingarna på kvickrot under försöksperioden och under det sista och näst sista försöksåret visade vår- och höstplöjning en signifikant kontroll av kvickrot på 78 % respektive 88 % av torrvikten av kvickrot jämfört med obearbetat led. Författarna menar att plöjning på hösten är effektivare eftersom kvickrotsrhizomen då riskerar utsättas mer för uttorkning och/eller temperaturextremer än i obehandlade led. Även om kvickrotsrhizom är relativt toleranta mot låga temperaturer tär den ökade ämnesomsättningen som påfrestningarna orsakar på näringsförråden. Njøs & Børresen (1991) visade i ett långliggande försök under åren 1964-1984 att stubbearbetning med rotorkultivator direkt efter skörd reducerade kvickrotens täckningsgrad jämfört med ingen stubbearbetning från 15 % till 7 %. I samma försök reducerade plöjning på hösten kvickrotens täckningsgrad till 8 % och plöjning på våren endast till 14 %. Melander *et al.*, (2012) visade att intensiv stubbearbetning med olika kombinationer av pinn-, tallrik- och rotorkultivering följt av plöjning har en god kontrolleffekt på ett flertal perenna ogräs på sandjord, men drar slutsatsen att det endast ska ses som en lösning vid en okontrollerbar ogräsförekomst där andra metoder inte fungerar då metoderna är kostsamma och kan orsaka näringsförluster. De föredrog de enskilda bearbetningarna med antingen plog eller pinnkultivator då de ansågs som mest kostnadseffektiva.

Negativa effekter av mekanisk bearbetning

Mekanisk bearbetning kan negativt påverka faktorer som markstruktur genom markpackning. Dessutom innebär mekanisk bearbetning förlust av näringsämnen vid hög nederbörd och en stor bränsleåtgång i lantbruksmaskiner. Dessutom kan det kräva mycket arbetstid för lantbrukaren då en bearbetning kan behöva göras flera gånger under samma säsong och att behovet återkommer snart igen. En studie av Soon & Darwent (1998) visade att träda under sommaren i en växtföljd kombinerat med jordbearbetning och herbicidanvändning förvisso kan kontrollera kvickrot men även minska jordens biologiska kvalitet i form av mikrobiell biomassa och organiskt N och C.

Reducerad jordbearbetning kan leda till minskat läckage av N, ett ökat antal av vissa typer av dagmaskar i jorden och ett ökat skydd mot erosion av jordpartiklar (Rasmussen, 1999).

Tidpunkt för bearbetning

När rhizom skärs av tvingas fragmenten att skjuta nya skott och därmed använda deras förråd av energi. Effekten av denna behandling kan försämrats om rhizomen sönderdelas under en period där ingen eller liten återväxt sker hos växten. Därför kan tidpunkten för bearbetningen vara en viktig faktor, vilket är fallet med till exempel åkertistel och åkermolke (Liew *et al.*, 2013). Enligt Liew *et al.* (2013) var däremot skottskjutningskapaciteten hos kvickrot lika stor under hela hösten i kvickrot från norra Sverige men i kvickrot från södra Sverige tenderade kvickrot

att ha en lägre andel knoppar som sköt skott längre än 0,5 cm under perioden september-oktober, vilket kan minska effekten av stubbearbetning på mängden kvickrot.

Klippning

Klippning är ett annat sätt att kontrollera ogräs utan att bearbeta jorden. Genom avslagning flera gånger under en säsong kan ogräsets energiförråd utarmas och på så vis minska kvickrotens underjordiska biomassa och förmåga att skjuta nya skott (Brandsæter *et al.*, 2012; Ringselle *et al.*, 2015). Denna behandling är ett sätt att genomföra mekanisk ogräskontroll i växande gröda, men som är problematiskt om huvudgrödan ska odlas till mogen skörd.

Samodlingsgrödor

Understödjande grödor definieras som grödor som antingen sås tillsammans med en huvudgröda eller senare i syftet att till exempel minska erosion och förluster av kväve efter skörd av huvudgrödan, fixera kväve till nytta för efterföljande gröda och konkurrera med ogräs (Hartwig & Ammon, 2002). I detta försök samodlas grödor med huvudsyftet att konkurrera med ogräs i en bevuxen träda.

Vilken understödjande gröda som används måste anpassas till de rådande omständigheterna som miljö och önskad effekt. Till exempel kan baljväxter, som vitklöver, fixera kväve vilket kan ge en gödslande effekt medan snabbväxande gräs som italienskt rajgräs snabbt kan etablera sig och konkurrera med ogräs. Artens förmåga till återväxt efter upprepad klippning eller betning av djur är också viktig för dess förmåga att konkurrera med ogräs. Resultat från studier med samodlingsgrödor för kontroll av kvickrot varierar. I experiment av Bergkvist *et al.* (2010) minskade rhizombiomassan hos kvickrot på hösten med 40 % när rödsvingel (*Festuca rubra* L.) samodlades med höstvetete, utan att vetets biomassa minskade signifikant. I undersökningar av Brandsæter *et al.* (2012) minskade inte kvickrotens tillväxt signifikant med rödklöver (*Trifolium pratense* L.) som samodlingsgröda i spannmålsgrödor.

Italienskt rajgräs (*Lolium multiflorum* Lam.) är ett flerårigt gräs med ett aggressivt växtsätt. Den används relativt mycket inom vallodling på sydligare breddgrader än i Sverige, men kan också förekomma som ogräs i spannmål (Hashem *et al.*, 1998). Italienskt rajgräs som insådd fånggröda i vårkorn kan minska kväveläckage på hösten men den starka konkurrenskraften gör att det finns risk för avkastningsförluster hos huvudgrödan (Känkänen & Eriksson, 2007). Eftersom den utvintrar lätt under kalla förhållanden används italienskt rajgräs inte ofta som vallgröda i Sverige.

Vitklöver (*Trifolium repens* L.) är en perenn baljväxt. Den är kvävefixerande och är allmänt förekommande i vallodlingar i Sverige. Den tål klippning bra, eftersom stjälkarna, stolonerna, växer längs markytan och inte skadas vid en klippning.

I strävan mot miljövärdande åtgärder i lantbruket är det viktigt att utföra ogräsbekämpande behandlingar på ett hållbart sätt för att minska potentiella skador hos människor och natur. Även om kvickrot idag kan kontrolleras effektivt med herbicider i konventionella jordbruk så måste denna behandling användas återkommande för att undvika konkurrens från kvickrot, vilket kan orsaka negativa miljöeffekter.

Mål och syfte

Det övergripande målet är att utveckla ett system där kvickrot kan kontrolleras utan användning av herbicider och med en icke-jordvändande mekanisk bearbetning i växande gröda.

Det specifika målet med försöket var att kvantifiera betydelsen av konkurrens från samodlingsgrödor, klippning och strategi för vertikal skärning för kontroll av kvickrot. Det undersöktes också om tiden mellan tidig vår till lämplig tid för sådd av höstraps och höstvetete är tillräcklig eller om hela säsongen behövs för tillräcklig kontroll av kvickrot.

De hypoteser som testas är:

1. Italienskt rajgräs som samodlingsgröda minskar kvävekoncentrationen i kvickrotskott och minskar biomassan i kvickrot mer än vitklöver och ingen samodlingsgröda.
2. Vitklöver och rajgräs som samodlingsgrödor tillsammans reducerar antalet skott av kvickrot och rhizombiomassan mer än endast rajgräs.
3. Vertikal skärning före sådd av samodlingsgrödor reducerar rhizombiomassan och förstärker effekten av klippning.
4. Vertikal skärning efter tredje klippningen reducerar rhizombiomassan och förstärker effekten av klippning.

Material och metoder

Försöksplats

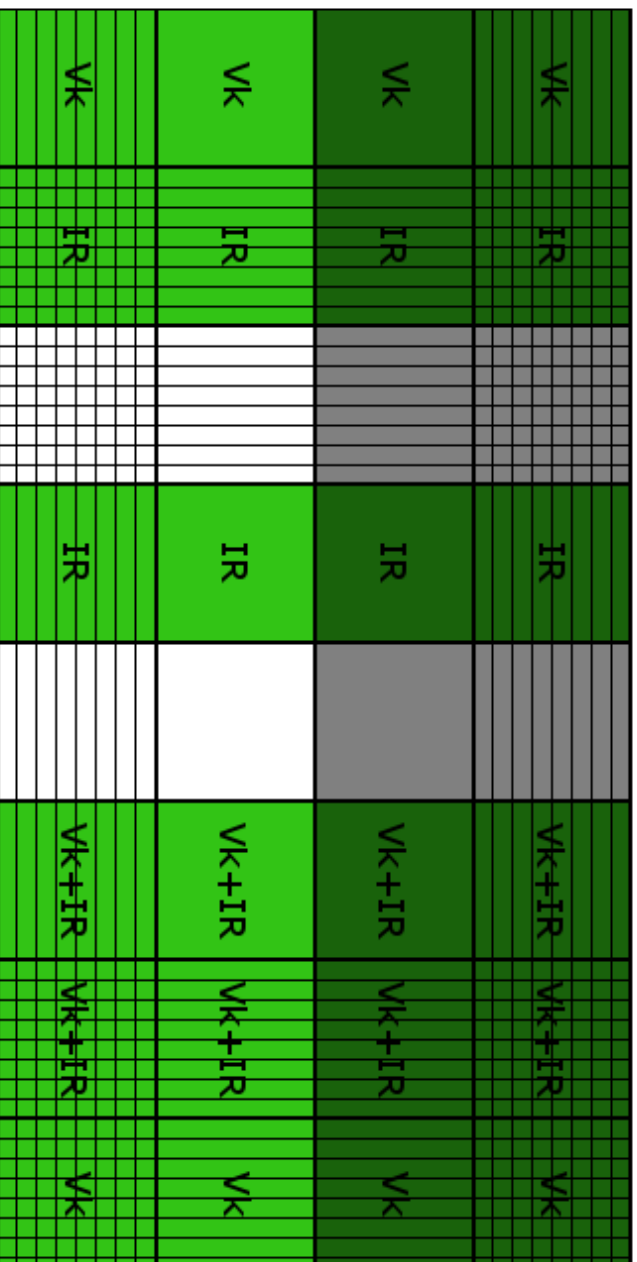
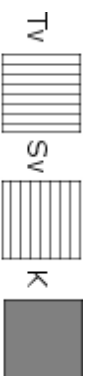
Försöksfältet är beläget söder om Uppsala, Sverige (N 59°44', E 17° 39'). Försöket är ettårigt och lades ut på plöjd mark. Jorden på försöksplatsen innehåller 20 % ler, 43 % mjäla och finmo, 3 % grovmo och sand och 4 % organiskt material.

Tabell 1. Väderdata från Ultuna väderstation under försöksperioden 2014 (Uppsala, Ultuna, 2015)

	Medeltemperatur (°C)	Månadsnederbörd (mm)	Marktemperatur (°C)			
			5cm	10cm	20cm	50cm
Juni	13,6	65	15,2	14,8	14,2	12,4
Juli	20,0	18	<i>Data saknas</i>			
Augusti	16,7	88	18,0	17,8	17,5	16,4
September	12,0	50	13,4	13,3	13,3	13,3
Oktober	8,4	66	9,8	9,7	9,9	9,9
November	4,4	36	<i>Data saknas</i>			

Försöksplan

Försöket lades ut enligt en strip-plot-plan (Gomez & Gomez, 1984) med gröda och vertikal-skärning innan sådd randomiserade i kolumner och en senare vertikalskärning och klippning randomiserade i rader (figur 1). Blocken bestod av 32 led. Blocken var kompletta och upprepade fyra gånger. Parcellerna var 4m*4m med en behandlad central ruta på 1,5m*1,5 m. Skörderutan var 0,8m * 0,8m (0,64m²) och placerades mitt i parcellerna.



Figur 1. Illustration av ett av de fyra blocken från försöksfältet vid Krusenberg, Uppsala, 2014. Vitklöver (VK), Italienskt rajgräs (IR), vertikalskärning (ca 10 cm markdjup) innan sådd av samodlingsgrödor (TV), vertikalskärning (ca 8 cm markdjup) efter tredje klippningen (Sv) och klippning (3-7 cm ovanför marknivå) (K). Rutor med vit bakgrund hade ingen samodlingsgröda.

Odlingsåtgärder

Vertikalskärning

Den tidiga vertikala skärningen gjordes strax före sådd av samodlingsgrödorna. En prototyp från Kverneland användes (figur 2). Den har rakställda tallrikar som trycktes ner ca 10 cm i marken och skar av rötter och rhizomer utan att vända jorden. Tallrikarna sitter med ett mellanrum på 12,5 cm. Maskinen kördes en gång centralt genom ledet och sedan vinkelrätt mot första körningen. Maskinen lyftes när den passerade rutor som inte skulle skäras.

Den sena vertikala skärningen gjordes efter tredje klippningen. Avsikten var att köra den på samma djup som tidiga skärningen, men då marken vid denna tidpunkt var hård var det svårt att få redskapet att hålla tillräckligt djup vid andra körningen. Samma krysskörningsmetod som vid den tidiga skärningen tillämpades och vid den körning som genomfördes vinkelrätt mot den första var det lättare att hålla djupet. Skärdjupet bedömdes till i genomsnitt 8 cm vid andra körningen.



Figur 2. Vertikal rot/rhizom-skärare vid skärning innan sådd av samodlingsgrödor ("Oscar Prototyp" tillverkad av Kverneland ASA). Krusenberg, Uppsala 2014.

Sådd av samodlingsgrödor

Grödorna (vitklöver "Klondike", italienskt rajgräs "Fredrik" och en kombination av dessa två) såddes 2014-05-16 med 12-13 cm radavstånd. I leden med grödorna sådda i renbestånd såddes vitklöver med 10 kg/ha och italienskt rajgräs med 20 kg/ha. När de såddes tillsammans halverades utsädesmängden av respektive gröda. Ingen växtnäring tillfördes i något led.

Växtskydd

Den enda växtskyddsåtgärd som genomfördes, förutom behandlingarna som ingick i försöksplanen, var att tistelskott klipptes bort med sax i nivå med markytan inom en kvadratmeter centralt i samband med rhizomprovtagningen i augusti. Åtgärden genomfördes för att undvika att tistlar påverkade behandlingarnas effekt på kvickroten.

Klippning

Klippningarna genomfördes när kvickroten hade 3-4 blad. Hela försöksrutorna (16 m²) klipptes 3-7 cm ovan markytan med en handförd motorgräsklippare (figur 3). Det avklippta materialet lämnades kvar i fält. Klippningarna skedde mellan 5:e juni och 6:e oktober med i genomsnitt 16 dagars intervall, totalt 10 gånger.



Figur 3. En klippningsbehandling med motorgräsklippare i utvalda led. Oklippta led syns till höger i bild. Krusenberg, Uppsala 2014.

Tabell 2. Datum för de olika behandlingarna och provtagningarna under försöksperioden.

Odlingsåtgärd	Datum
Första vertikalskärning	20140514
Sådd av grödor	20140516
Andra vertikalskärning	20140707
Klippning (totalt 10 stycken)	20140605
	20140619
	20140625
	20140707
	20140721
	20140804
	20140819
	20140901
	20140915
	20141006

Tabell 3. Provtagningar genomförda i de olika experimentbehandlingarna i försöksfältet utanför Krusenberg, Uppsala 2014. Vertikalkärning innan sådd (Tv), vertikalskärning efter tre klippningar (Sv) och klippning (K)

		Sv		Ej Sv	
		K	Ej K	K	Ej K
Tv	Ingen gröda	2,3	2	2,3	1,2
	Vitklöver	2,3	2	2,3	1,2
	Italienskt rajgräs			2	
	Vitklöver & italienskt rajgräs	4,6,7	4,6,7	2,4,6,7	4,6,7
Ej Tv	Ingen gröda	2,3	2	2,3,5,6,7	1,2
	Vitklöver	2,3	2	2,3,5,6,7	1,2
	Italienskt rajgräs			2,5,6,7	
	Vitklöver & italienskt rajgräs	4,6,7	4,6,7	2,4,5,6,7	4,6,7
Provtagningar		Nummer		Datum	
Första räkningen av skott		1		20140605	
Andra räkning av skott		2		20140702	
Tredje räkning av skott		3		20140804	
Tidig rhizomprovtagning		4		20140805	
Kvävehalt		5		20140922	
Slutavläsning		6		20141027	
Ovanjordisk biomassa		7		20141027	

Provtagningar

Kombinationer av provtagningar och datum för dessa presenteras i tabell 3. Tre metoder användes för att mäta mängden kvickrot i fältet: antal skott per kvadratmeter, rhizombiomassan och den ovanjordiska biomassan. Dessutom mättes kvävehalten i kvickrotsskotten vid ett tillfälle.

Antal kvickrotsskott i fält

Alla kvickrotsskott med minst ett fullt utvecklat blad räknas på en yta av 0,8 * 0,8 m (0,64 m²) i utvalda försöksrutor.

- Första räkningen skedde före första klippningen. Skotten räknades i det oskurna ledet med vitklöver och utan samodlingsgröda, samt i tidigt skurna ledet med vitklöver och utan samodlingsgröda (nummer 1, Tabell 3).
- Andra räkningen skedde före tredje klippningen. Skotten räknades i alla led med vitklöver och utan samodlingsgröda. Dessutom räknades led med italienskt rajgräs och blandningen i klippta och oskurna led (nummer 2, tabell 4).
- Vid tredje och sista räkningen räknades skotten i klippta led med/utan båda skärningstidpunkterna med vitklöver och utan samodlingsgröda (nummer 3, tabell 4).

Tidig rhizomprovtagning

Åtta hål gjordes med en golfhålsborr med 10,5 cm diameter till 21 cm borrhjup i alla rutor med insådd av vitklöver och italienskt rajgräs i blandning (nummer 4, tabell 4). Två borrhjup gjordes

per sida i en i rutan centrerad kvadratmeter (figur 4). Slutprovet togs senare mitt i kvadraten. Rhizomer samlades in från dessa jordprover och förvarades i kylrum. Sedan tvättades rhizomen noga och klipptes i 5 cm bitar med en central nod i varje bit. Gamla och nya rhizombitar valdes bort och från övriga valdes 20 bitar slumpmässigt. Färskvikten på dessa bitar vägdes för att senare bestämma torrsubstansvikten utifrån TS-halten från övriga rhizomprovet. Rhizombitarna lades därefter i plastpåse i kylrum för senare groningstest (se "Groningstest"). Resterande rhizom lades i aluminiumformar och torkades i 24 timmar vid 105 °C.



Figur 4. Utformningen av borrhålsprovtagningen för rhizomprovtagning i augusti 2014. Ramen är 0,8 m * 0,8 m. Rhizomprovtagningen i oktober tas innanför ramen. Krusenberg, Uppsala 2014.

Groningstest

Två lager filterpapper placerades i botten av petriskålar och sedan pipetterades 5 ml destillerat vatten i varje skål. De 20 utvalda rhizombitarna lades på filterpappret, 4 bitar lades i varje petriskål vilket gav 5 skålar per försöksruta (figur 5). Varje skål förseglades med paraffinfilmen för att förhindra avdunstning av vatten. Skålarna täcktes med aluminiumfolie och placerades för tillväxt i klimatkammare under två veckor. Klimatkammaren simulerade en tillväxtmiljö med en temperatur på 17 °C under 16 timmar och 9 °C under 8 timmar per dygn. Längden på skotten mättes och kategoriserades i längdklasserna 0 (inga skott), <0,3 cm, 0,3-0,5 cm, 0,5-1 cm, 1-3 cm och >3 cm. Responsvariablerna indexerades genom att varje längdkategori fick motsvarande siffra (0 för inga skott, 1 för <0,3 cm, 2 för 0,3-0,5 cm, 3 för 0,5-1 cm, 4 för 1-3 cm och 5 för >3 cm). Denna siffra multiplicerades med antalet skott i motsvarande kategori, adderades med varandra och dividerades sedan med antalet bitar för varje ruta (20 st) för att få ett medelvärde. Skotten klipptes av och torkades i 105 °C i 24 timmar och torrsubstansen vägdes.



Figur 5. Utvalda rhizombitar från provtagningarna i fält i petriskålar innan de förseglades för groning i klimatkammare. Ultuna, Uppsala 2014.

Vattenhalt i marken

Vattenhalten mättes vid varje klippningstillfälle med vattenhaltsmätare (ThetaProbe type ML2x) med 10 stick per block.

Kväveanalys av kvickrot

Kvickrotsskott samlades in rutvis från alla klippta och oskurna led i försöksfältet (nummer 5, tabell 4). Insamlingen gjordes mellan nionde och tionde klippningen. Skotten torkades i 50 °C i 48 timmar och bestämning av kväveinnehåll gjordes genom torrförbränning i en C:N-analysator (Leco, TruMac CN).

Slutavläsning i fält

All växtlighet klipptes vid markytan och samlades in i led från båda skärningstidpunkterna, klippta och oklippta, med gräs-klöver-blandningen, samt klippta och oskurna led med alla grödor (nummer 7, tabell 4). Materialet sorterades i fraktionerna vitklöver, italienskt rajgräs, kvickrot och övrigt ogräs.

Samtliga rutor i led från båda skärningstidpunkterna, klippta och oklippta, med gräs-klöver-blandningen, samt klippta och oskurna led med alla grödor (nummer 6, tabell 4) på 0,8 * 0,8 m (0,64 m²) grävdes upp och rhizom från kvickrot samlades in (figur 6). Groparna grävdes så djupa som behövdes för att kunna samla in alla rhizombitar. Rhizomen tvättades. Därefter valdes 20 rhizombitar enligt samma metod som efter borrhålsprovtagningen och användes i groningstestet (se "Groningstest"). Resterande rhizom torkades i 50 °C i två dygn.



Figur 6. Slutavläsning i oktober 2014. I mitten av försöksrutorna syns skörderutorna där rhizom har grävts upp och samlats in. Krusenberg, Uppsala 2014.

Gradering

Gradering av täckningsgrad i varje ruta i försöket utfördes i samband med slutavläsningen. Vid graderingen bedömdes dels hur mycket grödorna täckte marken, dels hur stor andel av marktäckningen som bestod av kvickrot (död och levande), övriga perenna ogräs, vitklöver, italienskt rajgräs och övriga annuella ogräs.

Statistisk analys

Analys av varianserna utfördes i det statistiska analysprogrammet JMP Pro 11 (*JMP*[®]) med funktionen Fit Model. Både fixa och slumpmässiga faktorer analyserades i modellen där blocken och den rumsliga skillnaden mellan raderna och kolumnerna betraktades som slumpmässiga. Faktorerna analyserades individuellt, men även tvåvägs-, trevägs- och fyrvägsinteraktionerna analyserades när tillräcklig data fanns. Graferna visar Least Square-medelvärden med symmetriska 95 % konfidensintervall tagna direkt från JMP. Felstaplarna i figurerna kan vara stora men ändå visa signifikanta skillnader. Detta beror på att variationen mellan block och mellan rader och kolumner inom block är inkluderade i konfidensintervallet. Tabeller med statistik visar frihetsgrader, samt P- och F-värden.

Resultat

Behandlingarnas effekter på antal kvickrotskott

Vertikalskärningen innan sådd av samodlingsgrödorna tenderade ($P=0,06$) att reducera antalet kvickrotskott med ungefär 40 % vid provtagningen i juni (figur 7a). Det gick inte att visa att vitklöver hade effekt på antalet skott (tabell 4).

Under juli var skillnaden i antal skott i leden med skärning ungefär lika stor som vid provtagningen i juni. Klippningen hade liten och oklar effekt på skottantalet i juli. Den senare vertikalskärningen hade inte skett vid denna tidpunkt (figur 7b, tabell 4).

Räkningen av skott i augusti visade återigen att skärningen innan sådd gav en minskning av antal skott, detta fall med ca 43 % (figur 7c). Det gick inte att visa att insådd av vitklöver, sen skärning eller samspelen däremellan hade någon effekt på antalet kvickrotskott i augusti (tabell 4).

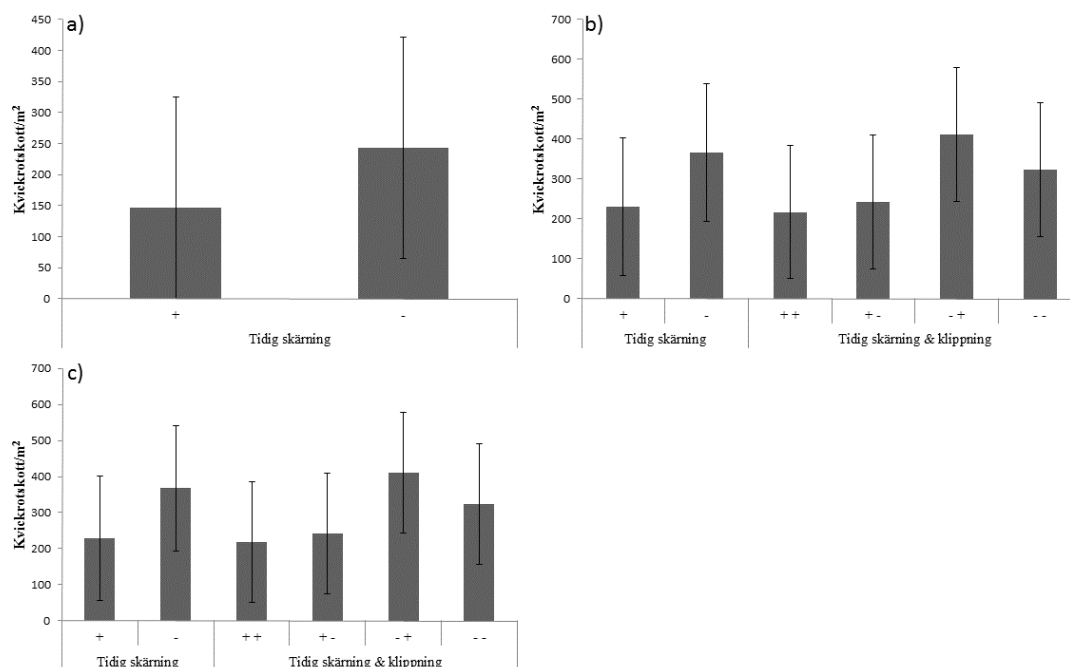
Behandlingarnas effekter på rhizombiomassan hos kvickrot

Vid provtagningen i augusti, då sex klippningar hade genomförts, hade den tidiga och den sena vertikalskärningen reducerat den levande rhizombiomassan med 46 %, respektive 43 %. Rhizombiomassan var 71 % mindre i det klippta ledet jämfört med kontrollen. Den sena skärningen ökade obetydligt klippningens effekt på mängden rhizom, men i de oklippta leden var effekten av den sena skärningen stor. Ett sådant samspel fanns inte mellan den tidiga skärningen och klippning (figur 8a, tabell 6a).

Den totala rhizombiomassan (både levande och döda rhizomer) i augusti reducerades med ungefär en tredjedel av skärning, oavsett skärningstidpunkt, klippningarna minskade mängden rhizom med 62 %. Det fanns en tendens till att effekten av klippningarna var större med än utan den sena skärningen (figur 8b, tabell 6b).

Det fanns inga signifikanta samspel mellan tidig skärning och klippning, mellan tidig och sen skärning, samt mellan klippning, tidig och sen skärning (tabell 6b).

Behandlingarna hade inga signifikanta skillnader på enbart den döda rhizombiomassan (tabell 5).



Figur 7. Antal kvickrotskott/m² i relation till de olika behandlingarna och dess samspel före a) första, b) tredje och c) sjätte klippningen. Plus- och minustecken indikerar med eller utan respektive behandling. Illustrerade effekter och samspel i b) och c) är signifikanta ($p < 0,05$) och a) visar tendens ($P = 0,06$). Felstaplarna visar ett konfidensintervall på 95 % som inkluderar variation mellan rader, kolumner och block.

Tabell 4. Variansanalys vid tre olika mättillfällen beroende på behandlingarnas och grödans (vitklövernens) effekter och samspel på antal kvickrotskott

	Källa	Frihetsgrader nämnare	F-värde	P-värde
Juni	Gröda ¹	9	0,02	0,89
	Tv ²	9	4,71	0,06
	Gröda & Tv	9	1,32	0,28
Juli	Gröda	9	0,22	0,65
	Tv	9	19,9	0,002
	Sv ³	36	0,52	0,47
	K ⁴	36	1,64	0,21
	Gröda & Tv	9	0,49	0,49
	Gröda & Sv	36	3,52	0,07
	Gröda & K	36	1,89	0,17
	Tv & Sv	36	0,18	0,67
	Tv & K	36	5,27	0,03
	Sv & K	36	0,20	0,65
	Gröda & Tv & Sv	36	0,03	0,88
	Gröda & Tv & K	36	1,95	0,17
	Tv & Sv & K	36	0,04	0,84
	Gröda & Sv & K	36	0,22	0,64
	Gröda & Tv & Sv & K	36	0,07	0,79
Augusti	Gröda	9	0,38	0,55

Källa	Frihetsgrader nämnare	F-värde	P-värde
Tv	9	12,6	0,006
Sv	3	0,22	0,67
Gröda & Tv	9	3,10	0,11
Gröda & Sv	9	1,48	0,25
Tv & Sv	9	1,53	0,25
Gröda & Tv & Sv	9	0,28	0,61

¹ Med och utan vitklöver

² Skärning innan sådd av samodlingsgrödor

³ Skärning ungefär en månad efter insädd

⁴ Klippning

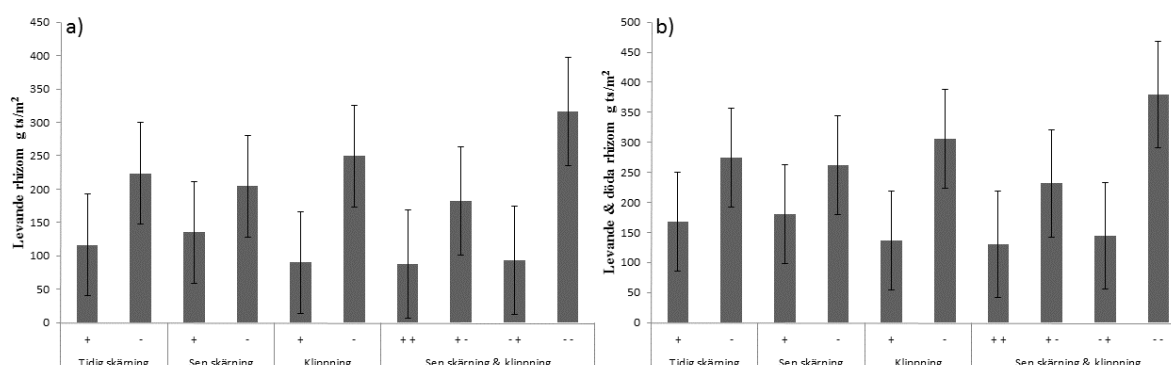
Tabell 5. *Variansanalys av effekter av ingående behandlingar och dess samspel på död rhizombiomassa hos kvickrot från provtagning i augusti 2014. Samliga ingående led var sådda med en blandning av vitklöver och italienskt rajgräs*

Källa	Frihetsgrader nämnare	F-värde	P-värde
Tv ¹	4,557	0,0007	0,9794
Sv ²	9,977	1,0866	0,3218
K ³	9,977	0,6911	0,4252
Tv & Sv	8,879	0,3807	0,5527
Tv & K	8,879	0,7263	0,4165
Sv & K	9,977	0,0632	0,8067
Tv & Sv & K	8,879	0,2398	0,6362

¹ Skärning innan sådd av samodlingsgrödor

² Skärning ungefär en månad efter insädd

³ Klippning



Figur 8. Mängden, a) levande, och b) levande och döda rhizom (g ts/m²) i relation till de olika behandlingarna och dess samspel vid provtagningen i augusti 2014. Plus- och minustecken indikerar med eller utan respektive behandling. Samtliga illustrerade effekter och samspel är signifikanta ($p < 0,05$) förutom samspelet sen skärning och klippning i b) ($P = 0,06$). Felstaplarna visar ett konfidensintervall på 95 % som inkluderar variation mellan rader, kolumner och block.

Tabell 6. Variansanalys av effekter av ingående behandlingar och dess samspel på rhizombiomassa hos kvickrot. Samtliga ingående led var sådda med en blandning av vitklöver och italienskt rajgräs. Mängden, a) levande rhizombiomassa från augusti, och b) levande och död rhizombiomassa från augusti och c) levande och död rhizombiomassa från oktober

Källa	a)		b)		c)	
	F-värde	P-värde	F-värde	P-värde	F-värde	P-värde
Tv ¹	13,1	0,002	10,5	0,004	41,9	<0,0001
Sv ²	5,57	0,03	6,06	0,02	20,8	0,0002
K ³	29,1	<0,0001	25,9	<0,0001	155	<0,0001
Tv & Sv	0,06	0,81	0,1	0,76	1,52	0,23
Tv & K	1,79	0,2	1,15	0,3	17,7	0,0004
Sv & K	4,74	0,04	4,11	0,06	19,2	0,0003
Tv & Sv & K	1,13	0,3	0,78	0,39	0,37	0,55

Frihetsgrader nämnare = 21

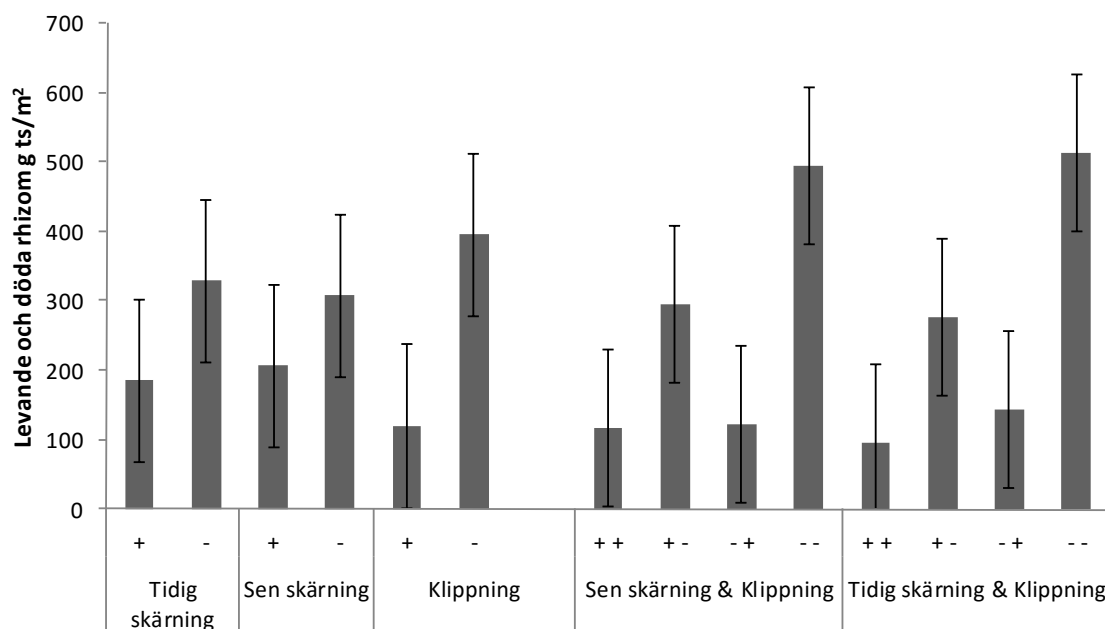
¹ Skärning innan sådd av samodlingsgrödor

² Skärning ungefär en månad efter insådd

³ Klippning

Resultaten från slutavläsningen i oktober liknar de från provtagningen i augusti. Vertikalskärning innan sådd gav en lite större minskning av rhizombiomassan än den senare skärningen, 44 % respektive 33 %. Efter alla tio klippningarna hade biomassan minskat med 70 % och klippningarnas effekt ökade mest i kombination med skärning innan sådd. Den sena skärningen resulterade i marginellt mindre rhizom i de klippta leden (figur 9).

Det fanns inga signifikanta samspel mellan klippning, sen och tidig skärning och mellan tidig och sen skärning (tabell 6c).



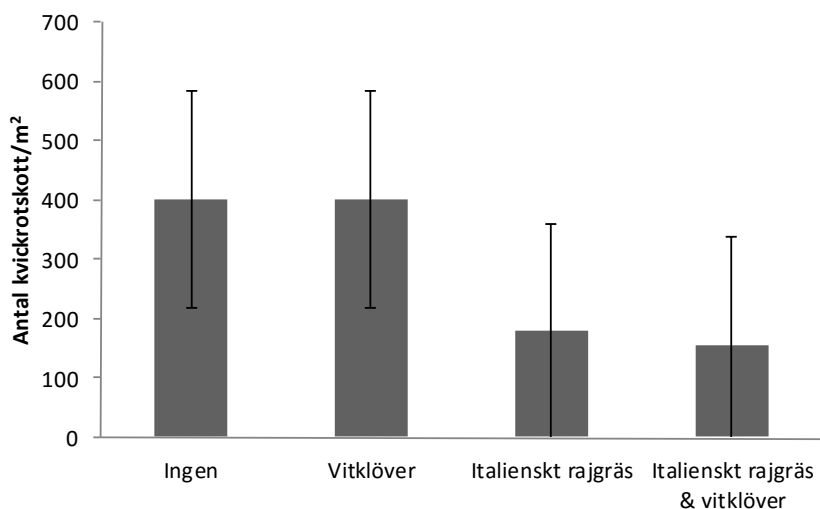
Figur 9. Kvickrotens rhizombiomassa (levande och döda rhizom) (g ts/m²) i relation till de olika behandlingarna och dess samspel vid slutavläsning i oktober 2014. Plus- och minustecken indikerar med eller utan respektive behandling. Samtliga illustrerade effekter och samspel är signifikanta (p<0,005). Felstaplarna visar ett konfidensintervall på 95 % som inkluderar variation mellan rader, kolumner och block.

Samodlingsgrödornas effekt på kvickrot – konkurrens

Skotträkningen i juli visade att led med vitklöver hade ungefär samma antal kvickrotskott som leden utan gröda. Klippta och oskurna led med rajgräs eller rajgräs och klöver i blandning hade ungefär hälften så många skott som led med vitklöver och kontrollen (figur 10, tabell 7).

Kvävehalten i de torkade kvickrotskotten var lägst, 4,3 %, i ledet med italienskt rajgräs. Högst kvävehalt hade leden med enbart vitklöver och kontrolledet (5,0 %) (figur 11, tabell 7).

Det gick inte att påvisa någon signifikant skillnad i rhizombiomassa mellan samodlingsleden (tabell 7).



Figur 10. Antal kvickrotsskott/m² i relation till de olika samodlingsgrödorna i juli 2014 (p<0,05). Felstaplarna visar ett konfidensintervall på 95 %. Samtliga led klippta och oskurna.



Figur 11. Kvävehalt (% Total N) hos kvickrot (TS) i relation till de olika samodlingsgrödorna i oktober 2014 (P<0,005). Felstaplarna visar ett konfidensintervall på 95 %. Samtliga led är klippta och oskurna.

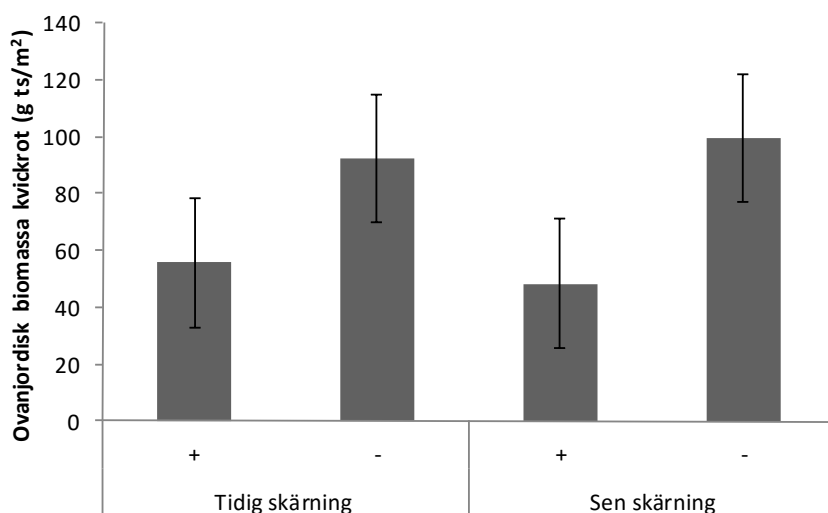
Tabell 7. Variansanalys av effekten av samodlingsgrödorna, vitklöver, italienskt rajgräs, italienskt rajgräs och vitklöver på antalet kvickrotsskott per m² och kvävehalten i kvickrotsskotten

Provtagning	Källa	Frihetsgrader	nämnare	F-värde	P-värde
Antal kvickrotsskott/m ²	Gröda	9		4,49	0,04
Total N% hos kvickrot (TS)	Gröda	9		13,3	0,0012
Rhizombiomassa i oktober g/m ²	Gröda	9		1,37	0,31

Behandlingarnas effekt på den ovanjordiska biomassan hos kvickrot

I oktober var många av kvickrotsskotten i de oklippta leden döda, men det hade växt till rejäla bestånd som dominerade försöksrutorna och det fanns många levande sidoskott. I de klippta leden var kvickrotten hämmad men de flesta skotten levde vid provtagningen. Skärning innan

sådd hade minskat biomassan kvickrotsskott med 40 % och den senare skärningen med 51 % (figur 12). Biomassan i de klippta leden var 5 % av biomassan i de oklippta leden. Klippningens effekt förbättrades av båda vertikalskärningarna. Störst var reduktionen tillsammans med den tidiga skärningen där den var 52 % (data ej visade). Samtliga provtagna led var sådda med en blandning av vitklöver och rajgräs.



Figur 12. Ovanjordiska biomassan (g ts/m²) hos kvickrot i relation till de olika behandlingarna vid slutavläsning i oktober 2014 beroende på de olika behandlingarna. Plus- och minustecken indikerar med eller utan respektive behandling. Samtliga illustrerade effekter är signifikanta ($p < 0,05$). Felstaplarna visar ett konfidensintervall på 95 % som inkluderar variation mellan rader, kolumner och block.

Tabell 8. Variansanalys av den ovanjordiska biomassan hos kvickrot (TS) från de olika behandlingarna och dess samspel vid slutprovtagningen i oktober

Källa	F-värde	P-värde
Tv ¹	5,56	0,03
Sv ²	10,8	0,003
K ³	73,4	<0,001
Tv & Sv	1,28	0,27
Tv & K	4,04	0,06
Sv & K	9,40	0,005
Tv & Sv & K	0,75	0,39

Frihetsgrader nämnare = 24

¹ Skärning innan sådd av samodlingsgrödor

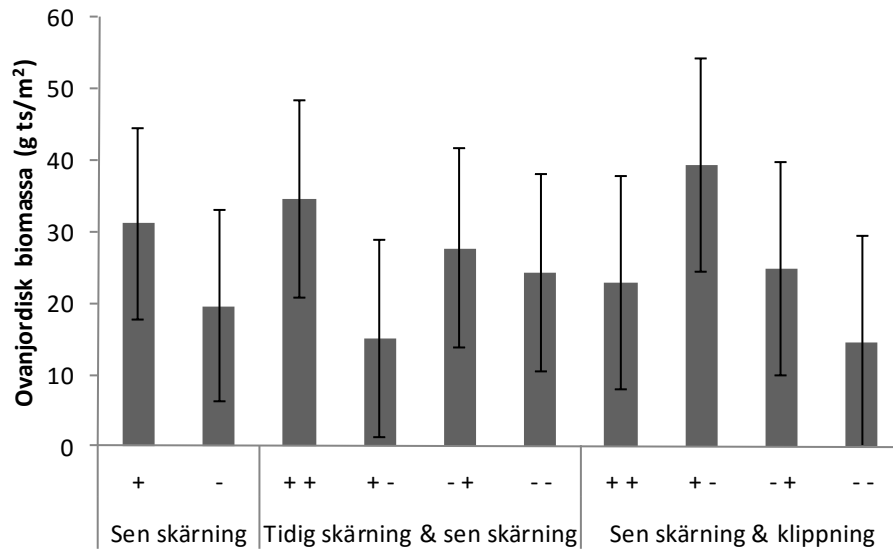
² Skärning ungefär en månad efter insädd

³ Klippning

Behandlingarnas effekt på samodlingsgrödorna

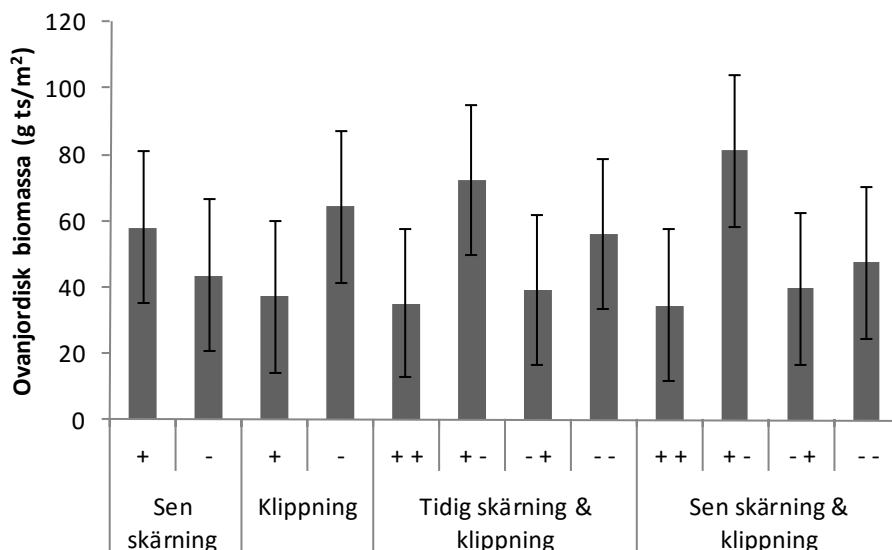
Den ovanjordiska biomassan av vitklöver tenderade att vara större i led med två skärningar och ledet med sen skärning än i led utan skärning (figur 13). I det klippta ledet var mängden klöver ungefär lika stor oberoende av den sena skärningen, men i de oklippta leden var mängden klöver 2-3 gånger så stor i ledet med sen vertikalskärning. Klövern i led med tidig skärning tenderar

att gynnas speciellt av den sena skärningen (figur 13). Varken skärning före sådd eller klippning hade några signifikanta effekter på samodlingsgrödornas biomassa vid slutprovtagningen i oktober (tabell 9).



Figur 13. Ovanjordisk biomassa (g ts/m²) hos vitklöver i relation till de olika behandlingarna och dess samspel vid slutavläsning i oktober 2014 vid Krusenberget, Uppsala. Plus- och minustecken indikerar med eller utan respektive behandling. Samspelet av den sena skärningen och klippningen är signifikant ($p < 0,05$) medan de andra illustrerade effekterna och samspel visar på en tendens (sen skärning $P = 0,07$ respektive tidig och sen skärning $P = 0,08$). Felstaplarna visar ett konfidensintervall på 95 % som inkluderar variation mellan rader, kolumner och block. Samtliga redovisade led är insådda med vitklöver och rajgräs.

I de klippta leden var biomassan hos det italienska rajgräset ganska oberoende av båda skärningarna (figur 14). I de oklippta leden var den ovanjordiska biomassan nästan dubbelt så stor i sent skurna led och ungefär lika stor oavsett skärningarna. Som väntat minskade gräsets biomassa av upprepade klippningar (figur 14). Mängden rajgräs skiljde sig inte signifikant beroende på skärningarna (tabell 8, figur 15).



Figur 14. Ovanjordisk biomassa (g ts/m²) hos italienskt rajgräs i relation till de olika behandlingarna och dess samspel vid slutavläsningen i oktober 2014 vid Krusenberg, Uppsala. Samtliga illustrerade effekter och samspel är signifikanta ($P \leq 0,05$). Plus- och minustecken indikerar med eller utan respektive behandling. Felstaplarna visar ett konfidensintervall på 95 % som inkluderar variation mellan rader, kolumner och block. Samtliga redovisade led är insädda med vitklöver och rajgräs.

Tabell 9. Variansanalys av fixerade effekter på ovanjordiska biomassan hos vitklöver och italienskt rajgräs (TS) beroende på de olika behandlingarna och dess samspel

Källa	Frihetsgrader nämnare	Italienskt rajgräs		Vitklöver	
		F-värde	P-värde	F-värde	P-värde
Tv ¹	12	1,97	0,19	0,09	0,77
Sv ²	9	5,22	0,05	4,20	0,07
K ³	9	18,6	0,002	0,28	0,61
Tv & Sv	12	1,22	0,29	3,74	0,08
Tv & K	12	5,17	0,04	0,31	0,59
Sv & K	9	9,57	0,01	5,62	0,04
Tv & Sv & K	12	3,53	0,08	1,62	0,23

¹ Skärning innan sådd av samodlingsgrödor

² Skärning ungefär en månad efter insädd

³ Klippning

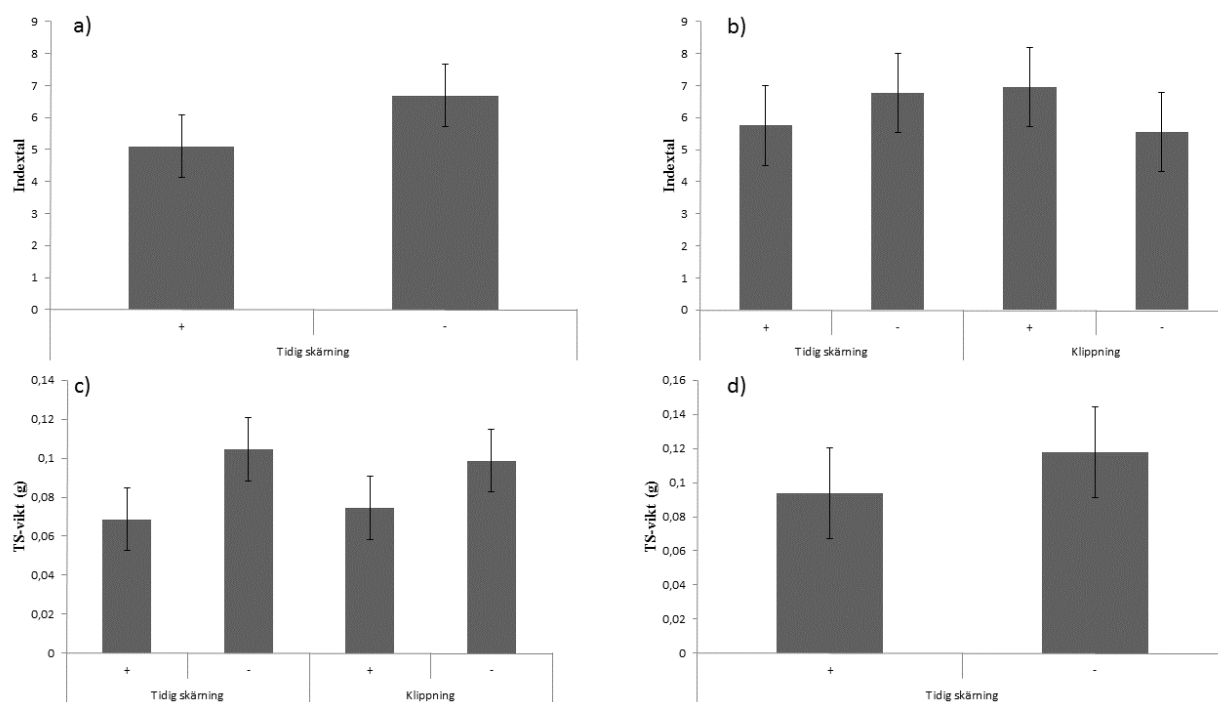
Groningstest

Indextalet visar att andelen grodda knoppar var lägre i tidigt skurna led än kontrollen från groningenstestet från provtagningen i augusti. Detta kan tyda på en viss reducering av kvickrotsrhizomens vitalitet efter denna behandling (figur 15a, tabell 10c).

Groningstestet från provtagningen i oktober visade ett lägre antal grodda knoppar på rhizomen med än utan skärning innan sådd men klippningarna gav ett högre antal grodda knoppar (figur 15b, tabell 10d).

TS-vikten på de grodda skotten var lägre (34 %) i led med skärning innan sådd vid provtagningen i augusti och tenderade att vara lägre (20 %) vid provtagningen i oktober. Klippningarna

fram till augusti reducerade torrvikten hos skotten med ungefär 24 % jämfört med kontrolletet (figur 15c-d, tabell 9a-b).



Figur 15. Medelindexstal på skotttillväxt från rhizomgroningstestet i relation till de olika behandlingarna och dess samspel från provtagningen i a) augusti och b) oktober 2014 och TS-vikt (g) av grodda skott från groningstestet från provtagningen i c) augusti och d) oktober 2014. Plus- och minustecken indikerar med eller utan respektive behandling. Illustrerade effekter i a), b) och c) visar signifikanta skillnader ($P < 0,05$) och d) visar tendens ($P = 0,06$). Felstaplarna visar ett konfidensintervall på 95 % som inkluderar variation mellan rader, kolumner och block.

Tabell 10. Variansanalys av fixerade effekter på TS-vikt grodda skott från a) augusti och b) oktober samt indexering på grodda skott i c) augusti och d) oktober från groningstest från de olika behandlingarna och dess samspel

Källa	Frihetsgrader nämnare	F-värde	P-värde
a)			
Tv ¹	21	12,4	0,002
Sv ²	21	2,02	0,17
K ³	21	5,81	0,03
Tv & Sv	21	0,19	0,67
Tv & K	21	1,38	0,25
Sv & K	21	0,004	0,95
Tv & Sv & K	21	0,31	0,58
b)			
Tv	3	9,26	0,06
Sv	9	1,99	0,19
K	9	0,61	0,45
Tv & Sv	9	0,03	0,87
Tv & K	9	0,67	0,43
Sv & K	9	0,025	0,88

Källa	Frihetsgrader nämnare	F-värde	P-värde
Tv & Sv & K	9	0,027	0,87
c)			
Tv	6	7,79	0,03
Sv	18	0,001	0,97
K	18	1,58	0,22
Tv & Sv	18	0,35	0,56
Tv & K	18	0,59	0,45
Sv & K	18	1,05	0,32
Tv & Sv & K	18	0,02	0,88
d)			
Tv	12	10,9	0,006
Sv	9	0,017	0,90
K	9	16,9	0,003
Tv & Sv	12	0,081	0,78
Tv & K	12	0,26	0,62
Sv & K	9	0,049	0,83
Tv & Sv & K	12	0,91	0,36

¹ Skärning innan sådd av samodlingsgrödor

² Skärning ungefär en månad efter insädd

³ Klippning

Diskussion

Resultaten visar att en vertikalskärning med rakställda tallrikar kan halvera rhizommängden. Detta stämmer överens med resultaten från ett nyligen avslutat projekt där en liknande vertikalskärning gjordes med hjälp av spade med syfte att simulera en skärningseffekt med tallrikar (Bergkvist *et al.*, 2015). Då skillnaden mellan reduceringen av rhizombiomassan mellan skärning innan sådd av samodlingsgrödor och en skärning under växtsäsongen inte var stor verkar tidpunkten för denna typ av kontroll utan klippning spela mindre roll. Detta tyder på att en mekanisk bekämpning av kvickrot med denna teknik kan ske i växande vallgröda med en tillfredsställande minskning av kvickrot. Skärningen innan sådd kan ersättas med annan mekanisk bearbetning, men metoden är unik för kontroll i växande gröda. Det faktum att samodlingsgrödornas biomassa vid försökets slutprovtagningar i oktober inte hade påverkats negativt av vertikalskärningen tyder på att maskinen kan användas utan att det påverkar samodlingsgrödornas avkastning. Vi registrerade inte biomassan av samodlingsgrödorna vid någon tidpunkt före slutavläsningen och det är möjligt att vertikalskärningen initialt kan ha haft en effekt även på samodlingsgrödorna. Reduceringen av rhizombiomassan var snarlik vid båda mätningarna och visar att det finns en möjlighet att bryta trädan tidigt och så en höstgröda och ändå ha en god kontroll på kvickrot. Vid provtagningen av i augusti delades rhizombiomassan upp på döda och levande rhizomer men mängden döda rhizomer skiljde inte mellan led. Det går därför inte att avgöra om behandlingarna faktiskt dödar rhizom eller bara minskar uppförökningen.

Klippningarnas effekt förbättrades när skärningen upprepades men klippningens effekt var större i kombination med skärningen före sådd än i kombination med skärning efter tre klippningar. Detta kan bero på att det vid den tidiga vertikalskärningen har klippts fler gånger efter själva vertikalskärningen. Denna behandling skedde också tidigare på säsongen då kvickroten var försvagad från övervintringen. Enbart klippning kan reducera rhizommängden avsevärt men det är svårt att argumentera för det stora antalet klippningar i praktisk odling, då det är arbetsintensivt och kostsamt. Ett mindre antal klippningar än i detta experiment har visat på en stor minskning av mängden rhizom i tidigare studier. Modigs (2007) försök visade till exempel att mängden rhizom av kvickrot som växte utan konkurrens halverades redan efter tre klippningar.

Den totala kvävehalten hos kvickrot var lägre i led med italienskt rajgräs som samodlingskomponent än kontrolleret vilket visar att det italienska rajgräset konkurrerade med kvickroten om kväve, vilket stödjer hypotes 1. Vitklövern förmådde inte minska kvävekoncentrationen jämfört med kontrollen, vilket inte är förvånande då vitklövern kan fixera eget kväve och är en sämre konkurrent om markkväve än gräs. En betydande del av detta fixerade kväve kan överföras till andra växter (se till exempel Ledgard, 1991) och kvickrot kan gynnas konkurrensmässigt av en hög kvävehalt i marken. Ett kärnförsök av Forsberg (2005) visade att kvickrot kan öka sin produktion av biomassa mer än vårvete och i lika stor utsträckning som vårkorn vid en ökning av kvävegivan från 40 kg/ha N till 150 kg/ha N. Därför är det viktigt att minska kvickrotens tillväxt genom konkurrens om detta frigjorda kväve av en samodlad gröda som italienskt rajgräs.

Antal kvickrotskott i oskurna led i juli, efter tre klippningar, var mindre än hälften så stor i led med italienskt rajgräs och i led med båda samodlingsgrödorna som i led utan samodlingsgröda eller med vitklöver. Konkurrenseffekten var nästan lika stor i gräs-klöver-blandningen

som för gräset i renbestånd och därmed kan hypotesen att blandningen skulle vara effektivare konkurrent än rajgräs i renbestånd förkastas. Eftersom kvävehalten var lägre hos kvickrot i klippta led med italienskt rajgräs och i gräs-klöver-blandningen, är det troligt att minskningen i antalet kvickrotsskott bland annat kan bero på konkurrens om kväve. Skillnaden i antalet kvickrotsskott resulterade dock inte i signifikanta skillnader vad avser samodlingsgrödornas effekt på mängden kvickrotsrhizom, vilket gör att resultaten måste tolkas med viss försiktighet. I försök av Bergkvist *et al.* (2010) minskade mängden rhizom efter konkurrens med rödsvingel, men rödsvingeln såddes tidigare i dessa försök, hösten året innan avläsning, än rajgräset i detta försök, vilket bör ha resulterat i tidigare tillväxt och större konkurrenskraft från gräset. Ringselle *et al.* (2015) visade att en blandning av rödklöver och engelskt rajgräs liksom enbart rajgräs i renbestånd kan minska skottbiomassan hos kvickrot med upp till 40 % jämfört med rödklöver i renbestånd och led utan konkurrerande gröda.

Den ovanjordiska biomassan av samodlingsgrödorna påverkades inte av skärningsbehandlingarna i lika stor utsträckning som kvickroten. Faktum är att vitklövers biomassa i oktober var större efter skärning och detta kan bero på ökad mängd ljus till grödan.

Groningstesten visade att längden av skotten utifrån indexering och torrsvikt var mindre efter den tidiga vertikalskärningen. Vitaliteten hos rhizomen verkar vara lättare att påverka tidigare på säsongen då kvickroten är försvagad av vintern. Orsakerna till den sämre vitaliteten är inte undersökta i denna studie.

Detta försök visar att vertikalskärning kan minska mängden kvickrot utan att påverka en samodlad gröda negativt. Trots denna effekt behöver metoden utvecklas för att vara användbar. Tallrikarna måste tryckas ner ganska djupt i marken för att skära av underjordiska växtdelar, vilket kräver stor tyngd. Ett tungt redskap kräver en tung traktor, vilket gör att en onödigt stor traktor måste användas för att inte traktorn ska lyfta i framänden. Ett sätt att öka trycket per tallrik är att öka avståndet mellan dessa. Dock måste nya försök visa om det är någon skillnad på den reducerande effekten med ett bredare tallriksavstånd. En annan möjlighet är att sätta hjul på redskapet. Då kan tyngden öka och traktorns storlek ändå bestämmas efter dragkraftsbehovet. Motståndet skulle även kunna minskas om tallrikarna var större. Det behövs också fleråriga försök i en etablerad vall för att undersöka de långsiktiga effekterna av skärningsbehandlingen på kvickrot samt effekten av årsmån.

Klippningsbehandlingarna hade vid avläsningen i oktober minskat både skottantalet och skottbiomassan av kvickrot avsevärt vilket tyder på att näringsförråden i rhizomen minskat. Det behöver utföras fler försök för att hitta det optimala antalet klippningar för stor produktion av klöver och gräs och effektiv kontroll av kvickrot. Ringselle *et al.* (2015) visade att kvickrotens uppförökning hämmades av upprepad klippning på hösten, men mängden rhizom minskade inte jämfört med ursprungsläget. De drar ändå slutsatsen att metoden kan användas som alternativ på jordar som är känsliga för mekanisk bearbetning.

Utvärdering av groningstest

Anledning till att vi genomförde ett groningstest var att projektgruppen antog att effekterna av behandlingarna i detta försök inte enbart går att utläsa av effekten på biomassan och antalet

skott utan att behandlingarna också påverkar rhizomens vitalitet. Båda testerna gav liknande resultat men få signifikanta skillnader sett till den relativt stora arbetsinsatsen. Dock är det mycket intressant att den tidiga vertikalskärningen påverkade vitaliteten hos skotten vilket gör testet värt att vidareutveckla och använda i framtida försök.

Slutsatser

Rhizombiomassan reducerades av både tidig och sen vertikalskärning. Storleken på minskningen beroende på skärningstidpunkt var likvärdiga. Resultaten från en tidig vertikalskärning kombinerat med klippning visar en avsevärd minskning av rhizombiomassa och kan vara tillräcklig för att underlätta etableringen av en höstgröda. Samodlingsgrödorna minskade inte mängden kvickrotsrhizom signifikant, vilket tyder på att vårsådd av italienskt rajgräs och/eller vitklöver inte är effektivt för kontroll av kvickrot under etableringsåret. Utifrån hypoteserna visar försöket att:

- Italienskt rajgräs som samodlingskomponent kan konkurrera med kvickroten om kväveupptag men det gick inte att utläsa någon skillnad i försöket i biomassa hos kvickroten.
- Gräs-klöver-blandningen inte var effektivare att reducera antal kvickrotskott än enbart rajgräs och försöket visade inga signifikanta skillnader i kvickrotens rhizombiomassa mellan samodlingsgrödorna.
- Vertikalskärning innan sådd av samodlingsgrödor reducerade rhizombiomassan ungefär lika mycket som den senare skärningen men förstärkte effekten av klippning i högre grad.

Tackord

Jag vill tacka min handledare, Göran Bergkvist, för pedagogisk vägledning och tålamod med mina konstanta frågor genom hela arbetet och Johannes Forkman för kort men nödvändig hjälp med statistiken. Jag vill även tacka Ewa Magnuski, Erik Bergkvist, David Bergkvist och Iris Dahlin för den stora hjälpen i den praktiska delen av arbetet i fält och i laboratorium och Lennart Karlsson för sådd av grödor och genomförande av vertikalskärningar. Tack till Kverneland för tillhandahållande av vertikalskäraren. Försöket finansierades av SLU Ekoforsk och tillkom i samarbete med Lars Olav Brandsaeter och Kjell Mangerud på Bioforsk i Norge, samt Kverneland, som ett resultat av arbete genomfört i EU FP7 projektet OSCAR. Projektet ingår nu dessutom i FertilCrop, som är ett projekt inom Core Organic, finansierat via Formas.

Referenslista

- Bayer CropScience (2015). Attribut Twin (Broschyr). [online]. Available from: <http://www.cropscience.bayer.se/~media/Bayer%20CropScience/Scandinavia/Sweden/Brochures/Attribut%20Twin%202015.ashx>. [Accessed 2015-08-25].
- Bergkvist, G., Adler, A., Hansson, M. & Weih, M. (2010). Red fescue undersown in winter wheat suppresses Elytrigia repens: Red fescue suppresses Elytrigia repens. *Weed Research* [online], 50(5), pp 447–455. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-3180.2010.00789.x>. [Accessed 2014-12-09].
- Bergkvist, G., Mangerud, K., Magnuski, E. & Brandsæter, L. . (2015). Cut fallow to replace black fallow in an organic production system. *Proceedings of Proceedings of the 5th International Symposium for Farming Systems Design*, Montpellier, France, september 7 2015. pp 49–50. Montpellier, France.
- Brandsæter, L. O., Goul Thomsen, M., Wærnhus, K. & Fykse, H. (2012). Effects of repeated clover undersowing in spring cereals and stubble treatments in autumn on Elymus repens, Sonchus arvensis and Cirsium arvense. *Crop Protection* [online], 32, pp 104–110. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261219411003358>. [Accessed 2015-02-06].
- Chandler, K., Murphy, S. D. & Swanton, C. J. (1994). Effect of tillage and glyphosate on control of quackgrass (Elytrigia repens). *Weed technology* [online], pp 450–456. Available from: <http://www.jstor.org/stable/3988010>. [Accessed 2015-02-11].
- Forsberg, S. (2005). *Kvickrotens reaktion på myllningsdjup, kvävmängd och kväveplacering i konkurrens med gröda* [online]. Uppsala: Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences. (Meddelanden från jordbearbetningsavdelningen; 49).
- Gomez, K. A. & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. New York: Wiley. ISBN 0471870927 9780471870920.
- Hartwig, N. L. & Ammon, H. U. (2002). Cover crops and living mulches. *Weed Science* [online], 50(6), pp 688–699. Available from: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1614/0043-1745%282002%29050%5B0688%3AAIACCA%5D2.0.CO%3B2>. [Accessed 2015-03-02].
- Hashem, A., Radosevich, S. R. & Roush, M. L. (1998). Effect of proximity factors on competition between winter wheat (Triticum aestivum) and Italian ryegrass (Lolium multiflorum).pdf. *Weed Science Society of America and Allen Press* [online], 46(2), pp 181–190. Available from: <http://www.jstor.org/stable/4045934>.
- Håkansson, S. (2003). *Weeds and weed management on arable land: an ecological approach*. Wallingford, Oxon, UK ; Cambridge, MA: CABI Pub. ISBN 0851996515.
- JMP® [online]. Version: 11.0.0. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1989-2007. Available from: http://www.jmp.com/en_us/home.html.
- Känkänen, H. & Eriksson, C. (2007). Effects of undersown crops on soil mineral N and grain yield of spring barley. *European Journal of Agronomy* [online], 27(1), pp 25–34. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1161030107000056>. [Accessed 2015-06-01].
- Ledgard, S. F. (1991). Transfer of fixed nitrogen from white clover to associated grasses in swards grazed by dairy cows, estimated using 15N methods. *Plant and soil* [online], 131(2), pp 215–223. Available from: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00009451>. [Accessed 2015-05-22].
- Liew, J., Andersson, L., Boström, U., Forkman, J., Hakman, I. & Magnuski, E. (2013). Regeneration capacity from buds on roots and rhizomes in five herbaceous perennials as affected by time of fragmentation. *Plant Ecology* [online], 214(10), pp 1199–1209. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s11258-013-0244-4>. [Accessed 2015-02-06].
- Melander, B., Holst, N., Rasmussen, I. A. & Hansen, P. K. (2012). Direct control of perennial weeds between crops – Implications for organic farming. *Crop Protection* [online], 40, pp 36–42. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261219412001299>. [Accessed 2014-12-09].
- Melander, B., Nørremark, M. & Kristensen, E. F. (2013). Combining mechanical rhizome removal and cover crops for Elytrigia repens control in organic barley systems.(Liebman, M., Ed) *Weed Research* [online], 53(6), pp 461–469. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/wre.12042>. [Accessed 2015-02-06].
- Modig, P. (2007). *Kvickrotens reaktion på klippning och konkurrens i rajgräs-och vitklöver-bestånd*. Diss. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Available from: <http://ex-epsilon.slu.se:8080/archive/00001515/01/ExarbPerMslutl.pdf>. [Accessed 2015-03-03].

- Njøs, A. & Børresen, T. (1991). Long-term experiment with straw management, stubble cultivation, autumn and spring ploughing on a clay soil in S.E. Norway. *Soil and Tillage Research* [online], 21(1-2), pp 53–66. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0167198791900051>. [Accessed 2014-12-18].
- Rasmussen, K. J. (1999). Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review. *Soil and Tillage Research* [online], 53(1), pp 3–14. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198799000720>. [Accessed 2014-05-25].
- Ringselle, B., Bergkvist, G., Aronsson, H. & Andersson, L. (2015). Under-sown cover crops and post-harvest mowing as measures to control *Elymus repens*. (Davis, A., Ed) *Weed Research* [online], 55(3), pp 309–319. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/wre.12144>. [Accessed 2015-06-08].
- Soon, Y. K. & Darwent, A. L. (1998). Effect of integrated management of couch grass (*Elytrigia repens*) on soil quality and crop nutrition. *The Journal of Agricultural Science* [online], 130(03), pp 323–328. Available from: http://journals.cambridge.org/abstract_S0021859697005157. [Accessed 2015-02-10].
- Uppsala, Ultuna. [online] (2015). Available from: <http://www.slu.se/sv/fakulteter/nj/om-fakulteten/ovriga-enheter/faltforsk/vader/>. [Accessed 2015-01-31].
- Åkerblom-Espeby, L. & Fogelfors, H. (2006). Resistens och variation i tolerans mot herbicider hos tre svenska gräsogräs. *Meddelande från an Södra Jordbruksförsöksdistriktet* [online], (59). Available from: http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/utan_serietitel_sl/UST07-12/UST07-12A.PDF. [Accessed 2015-05-14].