

## **Slutrapport för SLF projekt nr H0742028: Mellangrödor som ett verktyg att minska marksmitta av *Rhizoctonia solani* samt populationerna av frilevande nematoder.**

Huvudsökande: Ulla Bång, Medsökande: Ann-Charlotte Wallenhammar

### **Bakgrund**

Svampen *Rhizoctonia solani* har en vid värdkrets och angriper ett flertal av våra kulturväxter. Den uppträder i ett antal genetiskt skilda former, s.k. anastomosgrupper, som har olika preferens för olika växtslag (Carling *et al.*, 2002). I potatis orsakas de flesta skador, under skilda klimattyper, av anastomosgrupp 3, AG-3 (Anderson, 1982; Bains och Bisht, 1995; Balali *et al.*, 1995; Virgen-Calleros *et al.*, 2000; Campion *et al.*, 2003; Lehtonen *et al.*, 2007).

Symptomen utgörs dels av frätskador på underjordiska stamdelar och stoloner, s.k. groddbränna, dels missformade knölar med mörkt rutformigt mönster i skalet samt svampens vilkroppar, sklerotier, vilka framträder som små svarta förhårdnader på skalet, s.k. lackskorv (Carling *et al.* 1989). Dessa symptom orsakas av den vegetativa fasen av svampen, som också har ett sexuellt stadium (basidiomyceten *Tanatephorus cucumeris*), vilket under fuktiga förhållanden sent på säsongen är synligt som ett gråvitt ludd på den nedersta delen av stammen, s.k. filtsjuka.

Frätskadorna kan ge kvantitativa skördereduktioner, men det är framförallt kvalitativa skördeföruster i form av förskjuten storleksfördelning och missformade, gröna (på grund av ytligt anlagda knölar) och lackskorvsangripna knölar som är allvarligast. Smittan är utsädesburen men i potatistäta växtföljder kan *R. solani* även förekomma som marksmitta eftersom svampen i viss mån kan överleva på organiskt material och vilkropparna kan behålla sin vitalitet flera år i marken.

Marksmittan avklingar med stigande antal år mellan potatisgrödorna. Gilligan *et al.* (1996) visade att markbunden smitta gav upphov till ekonomiskt betydelsefulla nivåer av groddbränna i Storbritannien. Smittmängden i jorden liksom angreppens styrka varierade med använda intervall mellan potatisgrödorna i växtföljden. Kraftigast angrepp erhöles i 2-åriga omlopp medan endast små skador uppträdde i 4- och 6-åriga omlopp. Efter 8 potatisfria år förekom ingen infektion via marksmitta i plantor från meristemknölar, vilka användes som fångstplantor. Resultaten från inhemska inventeringar, som genomförts 2003 - 2008 i två projekt med stöd av SLF (projekt nr 0242016 och V0548089), visar ett liknande mönster (Bång 2008). På hösten efter skörd av en potatisgröda samt i prov som tagits efterföljande vår kunde vi påvisa marksmitta i 41% av 173 jordprov. Sedan sjönk andelen smittförande prov successivt. Efter ett potatisfritt år fann vi smitta i 21.8% av 101 prov, efter två potatisfria år var 11.5% av 113 prov smittförande, efter 3 år 10.6 % av 47 och efter 4 år 6.5% av 31 st.. Endast 20 prov fanns med 5 år eller längre intervall utan potatis och i inget av dessa kunde vi påvisa vital smitta med hjälp av miniknölar som fångstplantor.

En strategi för att reducera förekomsten av markburna skadegörare med hjälp av sanerande mellangrödor och/eller grüngödsling har tilldragit sig allt stigande intresse under senare år. Särskilt olika arter inom släktet *Brassicaceae*, dit bl. a. kål-, raps- och senapsväxter hör, har använts i detta syfte. Växter i detta släkte innehåller svavelhaltiga ämnen, glukosinolater,

GLS, vilka under hydrolys med hjälp av enzymet myrosinas bildar giftiga flyktiga isothiocyanater, ITC, – en process kallad ”biofumigation” (Sarwar *et al.*, 1998). Efter nedbrukning av grödan och efterföljande nedbrytning av växtdelarna frigörs dessa ämnen. Metoden har använts med lyckat resultat, framförallt under kontrollerade laboratorieförhållanden, för att bekämpa såväl svampar (Brown och Morra, 1997; Olivier *et al.*, 1999; Smolinska och Horbowicz, 1999) som nematoder (Buskov *et al.*, 2002; Mojtahedi *et al.*, 1993) och ogräs (Boydston och Hang, 1995; Brown och Morra, 1995; Petersen *et al.*, 2001).

Giftverkan av gaserna från *Brassica*-växter går således att visa i laboratorieförsök. Det är däremot betydligt svårare att bekräfta en sådan effekt i praktiska fältförsök. Med en förädlad sort av sareptasenap med hög halt GSL i rötterna har det dock gått att påvisa god effekt mot rotdödare i vete både i Australien (Angus *et al.* 1994) och Sverige (Wallenhammar och Pettersson 2003).

I svenska studier *in vitro* har vi visat att *Brassica*-arter har fungistatisk/fungicid verkan mot *R. solani*. Med bidrag från SLF, nr H0548290, mätte vi inflytandet av flyktiga substanser på svampens tillväxt i Petriskålar med näringsagar. Vi odlade de grödor som skulle ingå i försöken och skördade dem i full blom. Plantdelarna torkades för senare användning. I experimenten placerade vi öppna Petriskålar med näringsagar ympade med *R. solani* på en perforerad platta i exsickatorer ovanför det malda och invägda växtmaterialet. Genom att tillsätta vatten till växtmaterialet startade omvandlingen av GLS till ITC. Gasexponeringen varade i cirka 2,5 vecka.

De studerade växtslagen hämmade tillväxten av *Rhizoctonia* i olika hög grad och effekten var tydligt dosberoende. Starkast hämning erhöles av krussarepta (*B. juncea v. crispifolia*) följt av sareptasenap (*Brassica juncea*) medan det krävdes cirka 5 gånger högre dos av vitsenap (*Sinapis alba*) och oljerättika (*Raphanus sativus*) för att erhålla liknande tillväxthämning (Bång xx).

Inverkant av nedbrukade *Brassica*-arter på potatisens sundhet och avkastning under praxisliknande förhållanden har endast studerats i ett fåtal experiment. Snapp *et al.* (2007) fann att potatisskörden blev något högre då sareptasenap (*B. juncea*) använts som mellangröda under två månader (maj – juni) före potatisgrödan jämfört med bl.a. höstsådd råg i ett fält med artificiell smitta av *R. solani* + *Pythium ultimum*. Skördeökningen var dock inte statistiskt signifikant. Senapen hade också en viss positiv effekt på knölarnas sundhet jämfört med råg som mellangröda, men vilka angrepp som förekom på knölarna framgår dessvärre inte av artikeln.

I två andra amerikanska fältförsök med naturlig smitta av pulverskorv, vanlig skorv och lackskorv nedbrukades olika förfrukter året innan man satte potatis (Larkin *et al.* 2007). Sareptasenap (*B. juncea*) var den mest effektiva *Brassica*-grödan mot pulverskorv och vanlig skorv, medan den däremot inte minskade förekomsten av lackskorv. Angrepp av *R. solani* motverkades däremot av engelskt rajgräs (*Lolium multiflorum*) samt två olika sorter av raps (*B. napus*). De senare har även i tidigare växtföljdsförsök visat sig minska förekomsten av groddbränna och lackskorv (Larkin och Honeycutt 2002, 2006). Rapsorterna innehåller

väsentligt mindre mängder glukosinolater än sareptasenap (*B. juncea*) och rajgräs ingenting alls. Resultaten visar således att även andra faktorer än direkt giftverkan av ITC:s kan vara orsak till reducering av markburen smitta.

Sammantaget är det visat att *R.solani* förekommer som marksmitta i Sverige, SLF projekt 0242016, och V0548089, och att vissa växtslag har potential att reducera svampens tillväxt, SLF-projekt H0548290. I detta projekt ville vi undersöka om sådana växter kunde minska förekomsten av marksmitta samt populationerna av frilevande nematoder när de användes som mellangrödor under fältförhållanden.

## Hypoteser

1. Effekt av GSL i mellangrödor: Mellangrödor med höga GSL-halter som är fungicida mot *Rhizoctonia* *in vitro* minskar mängden marksmitta och nematodpopulationen samt medför minskade angrepp i efterföljande potatisgröda i fält.
2. Indirekt effekt av mellangrödor via den övriga markfloran och/eller faunan (Scholte & Lootsma 1998): Mellangrödor med låga eller inga GSL-halter och som inte är fungicida mot *Rhizoctonia* i *in vitro* påverkar mängden marksmitta och nematodpopulationen samt inverkar på angreppets styrka av *Rhizoctonia* i efterföljande potatisgröda i fält.
3. Effekter av tillförd växtnäring via mellangrödor, framförallt N, samt inverkan på övrig markflora/fauna : Mellangrödor medför ökad vitalitet och avkastning hos den efterföljande potatisgrödan utan att några mätbara effekter på marksmittan och angrepp av *R. solani* och/eller nematoder upptäcks.

En förutsättning för att kunna utvärdera ovanstående effekter av mellangrödor på naturlig marksmitta av *R. solani* är att denna är någorlunda jämnt spridd i fältet och finns i alla rutor. Detta är ett stort problem eftersom patogenen är synnerligen ojämnt förekommande, ett fenomen som framkom mycket tydligt vid inventeringen av marksmitta i Sverige och som bekräftas av utländska forskare (Lees, pers. komm.). Efterforskningar ledde oss till ett fält i färskpotatisdistriktet i Skåne som påstods vara homogent infekterad med *Rhizoctonia* . Potatis har där odlats i "halv" monokultur med en mellangröda efter skörd under lång tid.

För att kunna utvärdera direkta effekter av olika mellangrödor på marksmittan måste man också kunna kvantifiera smittomängden före sådd samt efter nedbrukning och nedbrytning av grödan. Direkt DNA-analys av *R.solani* i jord är förenat med svårigheter på grund av komplexbildningar med humus mm. För kvantifiering av smittan krävs analys med real-time PCR, RT-PCR. Vid SCRI i Skottland har en metod för direkt analys av *R.solani* i jord med RT-PCR utvecklats (Lees *et al.* 2002).

## Material och metoder

### *Fältförsök med naturlig marksmitta*

Med hjälp av HS i Kristianstad anlades och sköttes två fältförsök på Bjärehalvön under 2007 - 2009. Olika mellangrödor såddes efter skörd av färskpotatis och nedbrukades sent samma

höst. Året därpå återkom färskpotatis. Utsädet var betat mot *R. solani* för att undvika inflytande av eventuell utsädessmitta. Försöksplanen var A) Obevuxet, träda, B) Havre Kerstin, C) Westerwoldiskt rajgräs Avans, D) Vitsenap normal GSL Abraham, E) Vitsenap hög GSL Architect, F) Oljerättika normal GSL Radical, G) Oljerättika hög GSL Doublet. Försöken var utlagda i 4 randomiserade block = 28 rutor.

Potatisskörden i skörderutorna vägdes. Mellangrödorna såddes i början av augusti efter skörd av färskpotatisen och nedbrukades i slutet av oktober. Före nedbrukning togs prov av grönmassan för bestämning av torrsvikt.

#### Graderingar

Vi graderade förekomsten av groddbränna på 8 plantor i skyddsraderna i varje ruta i maj. Vi valde slumpmässigt ut plantorna som vi försiktigt lyfte ur marken. Sedan tvättade vi plantorna i en hink med vatten och registrerade skador av *R. solani* på stjälkar, stoloner och rötter i skalan 0 - 3. Ett skadeindex beräknades för angreppen på stjälkarna. Antalet stjälkar per planta i respektive kategori multiplicerades med kategorivärdet. Indexvärdena adderades och summan dividerades med totala antalet stjäklar på plantan. Medelvärdet från de 8 plantorna i rutprovet har använts i sammanställningen.

#### Jordprov

Från varje skörderuta togs ett generalprov med 36 stick av en ren jordprovtagare. Prov togs vid två tillfällen: efter potatisgrödan skördats, före sådd av mellangroda, samt på våren innan färskpotatisen sattes. Jordproven sändes till Umeå för analys av *R. solani*. Nematodprov togs enligt noggranna instruktioner och sändes till Alnarp för nematodanalys.

#### Analys av marksmitta

*Knöl-metod:* Miniknölar av en mängd olika sorter ( Bintje, Ditta, Early Puritan, Fontane, Marlen, Saturna) inköptes från olika håll och användes som fångstplantor för smitta i jordproven. Om de var nyskördade och befann sig i gröningsvila avvaktade vi med analyserna till denna hade brutits naturligt. Vid analystillfället blandades jordprovet mycket noga i spritavtorkad bunke med sterilt redskap. Ett spritavtorkat 1dl-mått användes för att fylla 0.5 dl jord i vardera av 10 st oanvända små plastkrukor. Ovanpå jorden i krukorna placerades en miniknöl och därefter fylldes krukorna på med ytterligare 0.5 dl av jordprovet. Varje morgon och eftermiddag samt då och då under dagen, sattes även de för dagen använda sorterna i steril sand som kontroller. Krukorna vattnades och ställdes i konstantrum i mörker vid +10°C i 10 veckor. Under denna tid vattnades ytterligare vid behov. Vid avläsningen stälptes krukorna på rent underlag och de små plantorna med sina mörkergröddar togs omhand och tvättades försiktigt i rinnande vattenledningsvatten. De granskades med naket öga och under lupp. Frätskador och typiskt *Rhizoctonia*-mycel, samt ev. lackskorv på sättknölen registrerades. Från alla misstänkta symptom togs prover som ympades på agar för verifiering av *R. solani*. Jordprovet ansågs smittförande endast om verifiering av svampart kunnat ske på detta sätt.

*PCR-metod:* 60g torkad och mald jord analyserades med RT-PCR hos SCRI i Skottland. Detta gav ett kvantitativt mått på smittomängden i provet.

#### Knölprov

Från varje ruta skickades ett knölprov till Umeå för kvalitetsanalyser. Vi graderade förekomsten av missformade och lackskorvsangripna knölar varefter vi använde en s.k. pluggtest där vi skar ut tre små proppar från varje knöl i ett prov om 20 st. och inkuberade dem fuktigt i 5 dygn. Avläsningen skedde under lupp där vi registrerade förekomsten av silverskorv, blåsskorv och det karaktäristiska mycelet hos *R. solani*.

#### *Fältförsök med tillförd smitta av R. solani*

För att slippa problemet med ojämn fördelning av *R. solani* - smitta i jorden anlades två nya fältförsök under 2009 med mellangrödor, ett på Helgegården utanför Kristianstad och ett på Röbbäcksdalen i Umeå, där artificiell smitta tillfördes. De mellangrödor som såddes var A: Vårkorn (Helgegården) resp. Havre (Röbbäcksdalen), B: Vitsenap Architect med hög halt GSL, C: Oljerättika Doublet med hög halt GSL, D: Sareptasenap Green Wave och E: Senapskål Rucola. Försöket innehöll 3 block, 15 rutor. Vid lämplig plantutveckling sönderdelades och myllades mellangrödorna. Strax efter nedmyllningen grävde vi ner tio små nylonpåsar med smitta i varje ruta. De var fastknutna vid en vit markeringspinne av plast. Påsarna innehöll *R. solani* som fått växa på en blandning av vermiculite och potatisbuljong.

#### Analyser

Efter cirka 2 månader grävdes påsarna upp. Vi doppade dem 5 sekunder i vatten och ysteriliserade dem sedan i 0.5%-ig Na OH i 2 sekunder och sköljde därefter återigen i vatten och lät dem rinna av på sterilt filterpapper. Vi undersökte innehållet av vital smitta genom att ta lite av vermiculiten från varje påse och lägga i cirka tio små högar i vardera 4 Petriskålar med näringsagar. Efter 2 dygn granskade vi utväxten av *Rhizoctonias* karaktäristiska mycel från vermiculiten under lupp. Från varje ruta granskade vi således cirka 400 högar och från varje led cirka 1600 högar på detta sätt. Tekniken med smitta i påsar utvecklade vi fritt efter kommunikation med Leah Tsror i Israel där man använder liknande metod för att verifiera effekten av jorddesinfektion

Endast i Skåne odlades potatis efter mellangrödorna. Där vägdes skörden och förekomsten av *R. solani* analyserades genom pluggtest.

#### *Fältförsök med mellangrödor i matpotatisodling*

Ett kompletterande fältförsök med mellangrödor i färskpotatisodling anlades 2011 på Fredrikslunds gård utanför Uppsala där problem med angrepp av *Rhizoctonia solani* från förmodad marksmitta funnits. Försöket var utlagt i 4 block. Följande mellangrödor såddes den 29 juli 2011: A= Obevuxet, B= Havret, C= Westerwoldiskt rajgräs Avans, D= Engelskt rajgräs, E= Vitsenap Architect (hög GSL), F= Oljerättika Doublet (hög GSL). De nedbrukades sent samma höst. Potatis av sorten Rocket sattes följande år (2012). Utsädet analyserades med pluggtest och var praktiskt taget fritt från smitta av *R. solani*. På endast två av 60 pluggar förekom mycel.

#### Analyser

Angrepp av *R. solani* graderades i den växande potatisgrödan genom att försiktigt lyfta fem plantor från varje ruta och granska frätskador (groddbränna) på stjälkar och stoloner samt angrepp i form av grovt nätmönster och sprickor på de knölar som följde med plantan upp.

Skörden vägdes och förekomsten av *R. solani* i skördeprov undersöktes dels genom pluggtest (20knölar), dels genom att okulärt gradera förekomsten av lackskorv i ett skördeprov på 7.5 – 10 kg. Vi registrerade antal och vikt hos knölar med ingen, ringa, måttlig och riklig förekomst av lackskorv. Viktsandelen knölar i respektive fraktion beräknades. Nettoavkastningen beräknades och är skörd med ingen eller ringa förekomst av lackskorv.

## Resultat

### *Fältförsöken på Bjäre*

#### Nematoder

Ovanligt få nematoder fanns i jordproven som analyserats i Alnarp. Denna del av projektet kunde således inte genomföras som planerat.

#### Marksmitta

*Försök 2007-2008:* I jordproven som togs före sådd av mellangrödorna, dvs. utgångsläget för försöket, visade den direkta analysen av jorden med RT-PCR att smitta fanns i alla rutor utom två, medan metoden med miniknölar som fångstplantor visade negativt resultat i sju av de 28 rutorna. Det fanns ingen tydlig korrelation mellan metoderna såtillvida att jorden från rutorna med större mängd smitta enligt RT-PCR var de som också gav positivt utslag i knölmetoden. Med knöl-metoden fann vi dessutom smitta i jord från en av de rutor där RT-PCR analysen gett negativt resultat.

I jordproven som togs på våren 2008 före sättnings av potatis var smittomängderna i medeltal lägre jämfört med sommaren 2007 enligt RT-PCR – metoden, (Tabell 1). Lägsta mängderna smitta återfanns där vitsenap med hög halt GSL, led E, samt de två sorterna av oljerättika, led F och G, varit mellangrödor. Där rajgräs varit mellangröda, led C, återfanns mest smitta.

**Tabell 1.** Mängd DNA av *R.solani* AG-3 i jord, pg per g jord enligt RT-PCR, i försök med olika mellangrödor i fältförsök på Bjäre. Medeltal av 4 block.

Led	Sommar 2007 Före sådd av mellangröda	Vår 2008 Före sättnings av potatis	Kvot 2008/2007 Kvarvarande andel
A Obevuxet	3 785.3	1 020.5	0.270
B Havre	6 252.8	943.9	0.151
C Westerw. rajgräs	2 333.6	1 424.2	0.610
D Vitsenap normal GSL	2 334.2	674.8	0.289
E Vitsenap hög GSL	3 434.3	151.3	0.044
F Oljerättika normal GSL	3 678.8	175.8	0.048
G Oljerättika hög GSL	3 538.1	207.2	0.059

Med knöl-metoden fann vi vital smitta i endast två av proven som togs våren 2008. Båda dessa kom från rutor med träda, led A. Av de jordprov som togs efter potatisgrödan 2008 var 4 st. positiva: 2 i rutor där oljerättika Doublet varit mellangröda, i en med havre och i en med vitsenap Architect som mellangröda. Bland jordproven som togs före sättnings av potatis 2009 var inget positivt.

### Potatisgröda

Lägst groddbränneindex fanns år 2008 i rutor där oljerättika med hög halt GSL odlats, led G, och 2009 där vitsenap med hög halt GSL varit mellangröda, led E, se Tabell 2. Skillnaderna mellan leden var inte statistiskt signifikanta.

Bruttoavkastningen var båda åren något högre i rutorna där rajgräs utgjort mellangröda, led C, jämfört med övriga led, och havre som mellangröda, led B, gav lägst skörd. År 2009 förekom missbildade knölar i skörden, sannolikt orsakade av *R. solani*. Andelen missbildade var signifikant lägre i de båda Brassica-leden med hög halt GSL, led E och G, jämfört med havre som mellangröda, led B, där andelen missbildade var störst. Detta år beräknades också nettoskörd, dvs. skörd fri från sådana knölar. Lägst nettoskörd fanns då havre varit mellangröda. Skillnaderna i avkastning var inte statistiskt signifikanta. Båda åren förekom mycket låg smittograd i skördeprov som analyserats med pluggtest. År 2009 fanns dock mest smitta i ledet med rajgräs som mellangröda medan knölprov från potatis som odlats efter obevuxna rutor var helt fria från *R. solani*.

**Tabell 2.** Förekomst av groddbränna i fält, avkastning, missformade knölar i skörden samt *Rhizoctonia solani* i pluggtest av skördeprov av färskpotatis i fältförsök med mellangrödor på Bjäre 2008 och 2009. För ledbeteckningar, se Tabell 1. Medeltal av 4 block. Medeltal med olika små bokstäver skiljer sig signifikant från varandra,  $P < 0.5$ .

Led	Groddbränna index/planta		Bruttolavkastning kg/ruta		Netto-avkastn. kg/ruta 2009	Andel missformade 2009	<i>R. solani</i> i pluggtest antal/60	
	2008	2009	2008	2009			2008	2009
A	0.91	1.06	23.9	18.2	17.6	0.034 <sup>ab</sup>	0.25	0.00 <sup>b</sup>
B	1.10	0.88	22.5	18.1	17.1	0.059 <sup>a</sup>	0.25	2.25 <sup>ab</sup>
C	0.73	1.16	24.9	20.3	19.7	0.028 <sup>ab</sup>	0.25	7.50 <sup>a</sup>
D	0.88	0.69	23.0	19.1	18.5	0.031 <sup>ab</sup>	1.50	2.25 <sup>ab</sup>
E	0.87	0.38	23.8	18.4	18.2	0.013 <sup>b</sup>	1.75	3.25 <sup>ab</sup>
F	0.67	0.69	24.1	19.6	19.2	0.016 <sup>ab</sup>	1.00	1.50 <sup>ab</sup>
G	0.62	0.81	24.6	18.7	18.5	0.010 <sup>b</sup>	0.75	1.25 <sup>ab</sup>

### *Fältförsök med tillförd smitta av R. solani*

Mellan 5.3 och 7% av vermiculitodlingarna från Skåne och 10.9 – 15.9 % av dem från Västerbotten innehöll vital smitta av *R. solani*. Det var ingen signifikant skillnad mellan led, Tabell 3. Pluggtester av skördeprov från den efterkommande potatisgrödan visade inte heller

några signifikanta skillnader mellan led. Potatisen efter vårkorn var minst infekterad, medan flest knölar var angripna då sareptasenap varit mellangröda.

**Tabell 3.** Procent ”högar” av vermiculite med påvisad vital smitta av *R. solani* efter inverkan av olika nedmyllade mellangrödor i fältförsök i Skåne, L, och Västerbotten, AC, 2009, samt *R. solani* på knölar, enligt pluggtest, i den efterföljande potatisgrödan i Skåne 2010.

	% vermiculite-högar med vital <i>R. solani</i>		<i>R. solani</i> i skörd Antal av 60
	L	AC	L
Vårkorn (L)/ Havre (AC)	5.9	11.8	7.3
Vitsenap	5.8	10.9	22.7
Oljerättika	5.3	14.0	13.7
Sareptasenap	6.3	15.9	27.0
Senapskål	7.0	12.2	20.0

#### *Fältförsök med mellangrödor i färskpotatisodling i Uppland*

Resultaten från fältgraderingar och avkastning samt förekomst av lackskorv i skörden och pluggtest av skördeprov presenteras i Tabell 4. I rutorna med Westerwoldiskt rajgräs som mellangröda visade uppgrävda knölar strax före skörd minst skador av *R. solani*. De båda leden med rajgräs hade högst bruttoavkastning och skörden hade minst allvarliga angrepp av lackskorv. Beräknad nettoskörd med ingen eller ringa förekomst av lackskorv var väsentligt högre i rajgräsleden jämfört med andra mellangrödor. Havre gav minst brutto- och nettoavkastning och hade högst andel knölar med riklig förekomst av lackskorv. Skillnaderna i andelen knölar med riklig förekomst av lackskorv var statistiskt signifikanta medan skördedata inte visade denna säkra skillnad mellan led.

**Tabell 4.** Groddbränna av *R. solani* på stjälgar och stoloner, samt sprickor och grovt nätmönstrat skal på knölar vid uppgrävning på sommaren, index skala 0 – 3, samt bruttoavkastning och *R. solani* i skördeprov enligt pluggtest och andel av skördeprov med riklig förekomst av lackskorv. Nettoavkastning avser frisk skörd med endast ingen eller ringa förekomst av lackskorv. Data från fältförsök 2012 med olika mellangrödor till färskpotatisodling. Medeltal av 4 block. Medeltal med olika små bokstäver skiljer sig signifikant från varandra  $P < 0.5$ .

	Angreppsindex			Avkastning kg/ruta		<i>R. solani</i> ant./ 60	Lackskorv andel riklig
	Stjälgar	Stoloner	Knölar	Brutto	Netto		
Obevuxet	0.30	3.0	2.2	27.4	16.0	23.0	0.26 <sup>ab</sup>
Havre	0.33	2.6	2.1	21.5	11.3	14.5	0.38 <sup>a</sup>
Westerw. rajgräs	0.37	2.6	1.8	29.4	24.5	11.0	0.07 <sup>b</sup>
Eng. rajgräs	0.62	3.0	2.1	28.8	23.9	14.8	0.08 <sup>b</sup>
Vitsenap (hög GSL)	0.92	2.9	2.1	26.4	16.5	17.3	0.22 <sup>ab</sup>
Oljerättika (hög GSL)	0.73	3.0	2.2	27.3	18.2	12.5	0.18 <sup>ab</sup>



## Diskussion

Experimenten med nedgrävd smitta i små nylonpåsar var relativt arbetskrävande men gav dessvärre inget svar på eventuella skillnader i mellangrödornas sanerande effekt. Smittan avklingade lika mycket i alla de undersökta leden med mellangrödor.

De direkta analyserna av marksmitta i jord från Skåne-försöket år 2008 indikerar att de båda sorterna av oljerättika och vitsenap med hög halt GSL har reducerat överlevnaden av *R. solani* i marken (Tabell 1). Dessa tre grödor har också resulterat i en friskare skörd år 2009 med lägst andel missformade knölar (Tabell 2). Sammantaget stöder dessa resultat hypotes 1 att grödor med höga GSL-halter kan ha en direkt negativ inverkan på patogenen i marken.

Resultaten från försöket år 2012 där infektionstrycket var högre går dock inte i samma riktning. GSL-grödorna visade där inga bekämpningseffekter mot patogenen. I stället har de båda rajgrässorterna gett hög skörd och jämförelsevis låga angrepp av lackskorv i skörden (Tabell 4). Havre å andra sidan hade ett negativt inflytande på potatisgrödan och gav låga skördar samt ledde till kraftiga angrepp av lackskorv 2012 och stor andel missformade knölar år 2009. Resultaten stöder teorin om indirekta effekter på patogenen via den övriga markfloran/faunan i enlighet med hypotes 2.

Westerwoldiskt rajgräs som mellangröda gav högst avkastning och havre lägst i alla de tre fältförsöken där gräsen ingick. I Skåne-försöken kan rajgräsets skördehöjande effekt inte kopplas till några minskade angrepp av *R. solani*, varken i den växande grödan eller i skörden, vilket stöder hypotes 3.

Resultaten från fältförsöken är delvis svårtolkade och vissa orsakssammanhang kan inte enkelt förklaras. För att utreda de indirekta positiva effekterna av rajgräs och negativa sådana av havre som mellangröda krävs sannolikt laboratoriestudier under mycket kontrollerade förhållanden.

## Publikationer och övrig resultatförmedling till näringen

Resultaten från de tidigast genomförda delarna av projektet har presenterats och diskuterats vid ett flertal tillfällen:

Potatismässan, Örebro 10 februari 2010, Ulla Bång (30 deltagare) arr. SLF

Odlarkurs 17 februari 2010, Ann-Charlotte Wallenhammar, (30 deltagare) arr. HS Kristianstad

Potatiskurs, Skara 10 april 2010, Ann-Charlotte Wallenhammar (30 deltagare) arr. SJV

Potatisdagen Bäckaskogs slott 26 augusti 2010, Ulla Bång (80 deltagare).

## Referenser

- Anderson NA, 1982. The genetics and pathology of *Rhizoctonia solani*. Ann. Rev. Phytopathol. **20**, 329-347.
- Angus JF, Garner PA, Kirkegaard JA and Desmarchelier JM, 1994. Biofumigation: isothiocyanates released from *Brassica* roots inhibit growth of the take-all fungus. Plant Soil **162**, 107112.
- Bains PS och Bisht VS, 1995. Anastomosis group identity and virulence of *Rhizoctonia solani* isolates collected from potato plants in Alberta, Canada. Plant Disease **79**, 241-242.
- Balali GR, Neate SM, Scott ES, Whisson DL and Wicks TJ, 1995. Anastomosis group and pathogenicity of isolates of *Rhizoctonia solani* from potato crops in south Australia. Plant Pathology **44**, 1050-1057.
- Brown PD and Morra MJ 1995. Glucosinolate-containing plant tissues as bioherbicides. J. Agric. Food Chem. **43**, 3070-3074.

- Brown PD and Morra MJ 1997. Control of soilborne plant pests using glucosinolate-containing plants. *Adv. Agron.* **61**, 167-231.
- Buskov S, Serra B, Rosa E, Sorensen H and Sorensen JC, 2002. Effects of intact glucosinolates and products produced from glucosinolates in myrosinase-catalysed hydrolysis on the potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis*). *J. Agric. Food Chem.* **50**, 690-695.
- Boydston R and Hang A, 1995. Rapeseed (*Brassica napus*) green manure crop suppressed weeds in potato (*Solanum tuberosum*). *Weed Technol.* **9**, 669-675.
- Bång U, 2008. *Rhizoctonia solani* soil infestation in Sweden and biofumigation studies in vitro. 17<sup>th</sup> triennial conference of the EAPR, Brasov, Rumänien, 6-10 juli 2008. Abstracts of Papers and Posters, 144-146.
- Campion C, Chatot C, Perraton B and Andrivon D, 2003. Anastomosis groups, pathogenecity and sensitivity to fungicides of *Rhizoctonia solani* isolates collected on potato crops in France. *European Journal of Plant Pathology* **109**, 983-992.
- Carling DE, Leiner RH and Westphale PC, 1989. Symptoms, signs and yield reduction associated with *Rhizoctonia* disease of potato induced by tuber borne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3. *American Potato Journal* **66**, 693-701.
- Carling DE, Baird RE, Gitatitit RD, Brainard KA and Kunninaga S, 2002. Characterization of AG-13, a newly reported anastomosis group of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* **92**, 893-899.
- Gilligan CA, Simons SA and Hide GA, 1996. Inoculum density and spatial patters of *Rhizoctonia solani* in field plots of *Solanum tuberosum*: effects of cropping frequency. *Plant Pathology*, **45**, 232-244.
- Larkin RP and Honeycutt CW 2002. Crop rotation effects on *Rhizoctonia* canker and black scurf of potato in central Maine, 1999 and 2000. *Biological and Cultural Tests (Online) Report 17, PT06*. DOI:10.1094/BC17. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Larkin RP and Honeycutt CW 2006. Effects of different 3-yr cropping systems on soil microbial communities and soilborne diseases of potato. *Phytopathology* **96**, 68-79.
- Larkin RP and Griffin TS, 2007. Control of soilborne potato diseases using *Brassica* green manures. *Crop Protection* **26**, 1067-1077.
- Lees AK, Cullen DW, Sullivan L and Nicolson MJ, 2002. Development of conventional and quantitative real-time PCR assay for the detection and identification of *Rhizoctonia solani* AG-3 in potato and soil. *Plant Pathology* **51**, 293-302.
- Lehtonen MJ, Ahvenniemi P, Wilson PS, German-Kinnari M and Valkonen JPT, 2007. Biological diversity of *Rhizoctonia solani* (AG-3) in a northern potato-cultivation environment in Finland. *Plant Pathology*, Doi: 10.1111/j.1365-3059.2007.01694.
- Mojtahedi H, Santo GS and Wilson JH, 1993. Managing *Meloidogyne chitwoodii* on potato with rapeseed as green manure. *Plant Dis.* **77**, 42-46.
- Olivier C, Vaughn SF, Mizubuti EG and Loria R, 1999. Variation in allylthiocyanates production within *Brassica* species and correlation with fungicidal activity. *J. Chem. Ecol.* **25**, 2687-2701.
- Petersen J, Belz R, Walker F and Hurle K 2001. Weed suppression by release of isothiocyanates from turnip-rape mulch. *Agron. J.* **93**, 37-43.
- Sarwar M, Kirkegaard JA, Wong PTW and Desmarchelier JM, 1998. Biofumigation potential of Brassicas III. In vitro toxicity of isothiocyanates to soil-borne fungal pathogens. *Plant Soil* **210**, 103-112.
- Smolinska U and Horbowicz M, 1999. Fungicidal activity of volatiles from selected cruciferous plants against resting propagules of soil-borne fungal pathogens. *J. Phytopathol.* **147**, 119-124.
- Snapp et al. 2007.
- Wallenhammar, A-C och Pettersson, B. 2003. Management of Take-all in spring wheat by different precrops and seed treatments. NJF's 22<sup>nd</sup> Congress. July 1-4 2003. Turku. Finland. p. 189.

## Tack till

Agortus AB för fröer av oljerättika och vitsenap  
 Lantmännen SW Seed för fröer av olika slag  
 SLF för bidrag, vilka möjliggjort studierna  
 Malin Barrlund och Lars Wallgren för väl utfört laboratoriearbete  
 Alison Lees för analyser av *R. solani* i jordprov