



Slutrapport angående projektet ”Åtgärder för bekämpning av rotsjukdomar i jordgubbsodling”

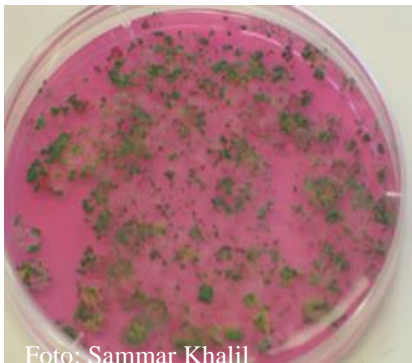


Foto: Sammar Khalil



Foto: Sammar Khalil

Projekt ansvarig: *Sammar Khalil*

Institution för Biosystem och Teknologi, SLU, Box 103, 230 53 Alnarp, E-mail: sammar.khalil@slu.se

Projektets syfte och mål

Projektet syftar till att undersöka möjligheten att använda den antagonistiska potentialen hos Binab T för att bekämpa rotpatogener i jordgubbsodlingar. Projektets mål är att utveckla hållbara bekämpningsstrategier mot rotpatogener i jordgubbsodling och därmed öka uthålligheten i jordgubbsodlingar.

Detaljmålen

- Jämföra bekämpningseffekt hos Binab T mot rotpatogener tillhörande svampsläktet *Phytophthora* respektive *Verticilium*
- Utvärdera effekten av Binab T på planttillväxt och avkastning
- Utvärdera bekämpningseffekt hos Binab T på olika jordgubbssorter

Slutsatser

De uppnådda resultaten visar på att

1. Det biologiska växtskyddsmedlet Binab T kan användas för bekämpning av rotpatogenerna *Pytophthora cactorum* respektive *Verticilium dahliae* i jordgubbsodling
2. Bekämpningseffekten hos Binab T varierade beroende på jordgubbssorten, tiden under odlingsäsongen och typ av patogen i systemet
3. Bekämpningseffekten av Binab T, mättes genom bedömning av planttillväxt, mängd patogen i systemet samt mängd Binab T, var bäst när jordgubbssorten Honeye användes vid odling i juni- juli samt augusti- september.
4. Högre antal blad och blommor samt högre avkastning indikerades när Honeye användes. Minskad patogen mängd i systemet indikerades också
5. Jordgubbssorten Rumba visade näst bäst resultat och sorten Sonata var känsligast när det gäller angrepp av de utvalda rotpatogenerna.
6. Optimering av verkningsseffekt hos Binab T när det gäller odlingen i sen sommar är av stort intresse
7. Tillsats av Binab T och rotpatogenerna ensamt eller i samspel med varandra orsakade förändringar hos den naturliga mikrofloran i odlingsystemet.

Resultatförmedling och publikationer

Information om projektet presenterades på ett seminarium för gruppen Hortikulturell mikrobiologi. Poster presentation av uppnådda resultat kommer att utföras under SusGro Symposium i Wien- Österrike 7-11 september 2015. Resultaten kommer också att presenteras i

1- Nationella publikationer

- Viola: En publikation skickas snart till Viola
- Faktablad: Resultaten kommer också att presenteras i ett faktablad inom ramen för LTV-fakultetens publikationer under sommaren/ hösten 2015

2- Internationella Publikationer

- Manuskript: Biological control of root diseases on strawberry caused by *Phytophthora cactorum* and *Verticilium dahliae* using the biocontrol product Binab T. Inskickas snart för publikation i tidsskriften Plant Diseases eller Crop protection

Bakgrund

Jordgubbar är en viktig kultur inom trädgårdsprodukter. Rotpatogener tillhörande svampsläkten *Phytophthora*, *Pythium*, *Fusarium*, *Verticilium* är vanliga i jordgubbsodlingar

(Fang et al. 2012 & 2011) och är bakomliggande orsak till bla kron- och rötangrepp samt vissensjuka. Inom *Phytophthora* och *Verticilium* släkten är *Pytophthora cactorum* respektive *Verticilium dahliae* ett vanligt problem och bakom liggande orsak till kronröta respektive vissensjuks i svenska jordgubbsodlingar (Svensson 1994). En kartläggning utfördes av Nilsson och Carlsson- Nilsson (2003) visade på att kronröta orsakas av *Pytophthora cactorum* var vanlig rotsjukdom i svenska jordgubbsodlingar. Förekomsten av denna sjukdom har dock varierat beroende på vilken jordgubbssort som testades i kartläggningen. Dessutom, har Srivathsa Nallanchakravarthula i sin avhandling om rotmikroflora i jordgubbsodling indikerat förekomsten av rotsjukdomar i jordar samlade från dessa odlingar (Nallanchakravarthula 2013).

Dessa patogener är antingen jordburna eller kan införas i systemet i samband med plant materialet. Att flytta odling till friska jordar är en åtgärd som används av en del odlare i dagenläge men inte alla odlare som har tillgång till friska jordar och många arealer. Effektivare och billiga åtgärder för att hämma sjukdomsspridning är därför av angelägenhet och efterlys av odlare. Användning av biologisk bekämpning visat sig vara ett bra alternativ för att minska angrepp av rotpatogener (Punja and Yip, 2003; Rose *et al.*, 2003). Ett antal bakterier och svamp isolat har använts och visat god effekt, bland dessa är *Trichoderma* isolat (Rose *et al.*, 2003).

I det projektet ville vi öka säkerheten i jordgubbsodling genom minskning av rotsjukdomar med hjälp av Binab T. Binab T är ett växtskyddspreparat med *Trichoderma* isolat som aktiva ingredienser. *Trichoderma* svampar är kända, vid sidan av dess antagonistiska effekt, för förmågan att främja tillväxt samt öka motståndskraften hos plantan (Inbar et al. 1994). I studier i slutna odlingssystem har Binab T visat god effekt mot rotpatogener i olika typer av substrat (Khalil et al 2009). Dessutom har samspelet mellan Binab T och andra faktorer i odlingssystemet såsom näringslösningstal och mikronäringsämne visat sig vara en bra strategi för effektivare bekämpning av rotsjukdomar med hjälp av detta preparat. En strategi som kan överföras och tillämpas i jordgubbsodling. Förstärkning av kunskapen i dessa banor är av angelägenhet för att utveckla uthållig produktion av jordgubbar med hjälp av Binab T. Detta förutsätter dock ökad kunskap om bland annat tillsats av preparatet i odling, inokulerings- eller spridningsteknik, dosering samt samspel med andra biologiska, kemiska och fysikaliska faktorer i systemet.

Binab T är ett preparat som förökar och sprider sig genom mycel. Preparatet kan spridas på olika sätt. Det kan blandas tillsammans med jord, inokuleras direkt på rötter eller tillsätts som suspension till näringslösningen eller bevattningsvattnet för att minska spridning av patogener.

Genomförande

Försöksodlingen utfördes under perioden juni- juli med upprepning i augusti- september 2014 i tunnel vid Trädgårdslabb i Alnarp. Jordgubbssorter (*Fragaria* × *ananassa* cv. Rumba, Sonata och Honeye) användes (bild 1). Fördröjning med produktion och leverans av odlingsrännorna samt odlingsutrustningen från företaget Odlingsteknik gjorde att försöksstraten flyttades till juni i stället för april som det var planerat. Val av sorter utfördes efter samråd och diskussion med Eva Axelsson, Ringstads Gård, Norrköping. Sorten Diana som föreslogs i ansökan används inte längre och därför ersattes med sorten Rumba.



Bild 1: Plantmaterialet som användes i försöken

Biologiska bekämpningsmedel

Det kommersiella preparatet Binab T utvärderades. Binab T består av två *Trichoderma* isolat, *Trichoderma atroviride* och *T. polysporum*. En 1% suspension (10^5 cfu/ml) enligt rekommendation av producenten (BINAB BIO-INNOVATION AB) användes. En mängd på 20 ml tillsattes till odlingsmediet och per odlingskruka (2,5 liter) två dagar innan plantorna odlades.

Testade patogener

Phytophthora cactorum (PC) och *Verticilium dahliae* (VD) användes som modellpatogener. Svamparna odlades på Potato Dextrose Agar (PDA) och förvarades i rumstemperatur. Rotpatogenen angriper sin värdväxt via sporer. För att producera sporer från PC en suspension producerades efter att en bit mycel från PDA plattor odlades i V8 mediet i sju dagar och därefter tvättades och behandlades med kyla och värme för att aktivera sporproduktionen enligt Khalil *et al* (2009). Suspension med VC sporer producerades också enligt Khalil *et al* (2009) där svampmycelet tvättades med autoklaverat vatten och skrapades mjukt från PDA plattan. För båda patogenerna hade suspensionen en koncentration på 10^4 cfu/ml. Plantrötter doppas i sporsuspension innan odling i krukor som var redan behandlade med Binab två dagar innan.

Behandlingar och odlingssystem

Fältförsöket utfördes som block försök med sex behandlingar per sort och block (Bild 2) enligt följande:

- A- en kontroll (utan patogen och utan Binab T),
- B- en behandling med rotpatogenen PC,
- C- en behandling med rotpatogenen VD
- D- en behandling med bara Binab T,
- E- en behandling med rotpatogenen PC och Binab t
- F- en behandling med VD och Binab T

Upprepning i 3 block utfördes. Plantorna odlas i krukor i odlingsrännor med ett separat droppbevattningssystem för varje behandling och ränna (Bild 3). Standard näringslösning för jordgubbar användes och plantorna vattnades tre gånger om dagen i 10 minuter per gång vid soligt väder och en gång vid molnigt väder. Plantorna odlades i två månader i första respektive andra upprepning.

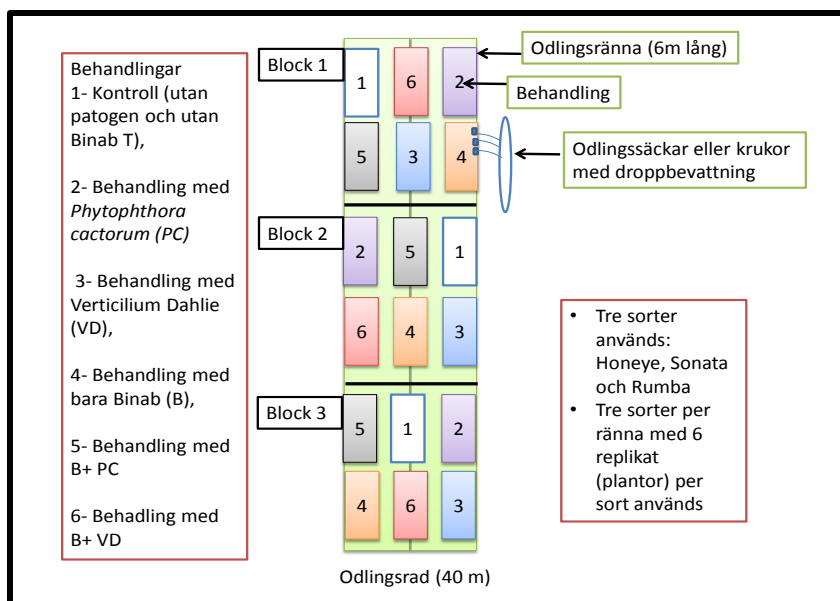


Bild 2. Schematisk bild av försöksupplägg.



Bild 3. Odlingsystemet som användes i försöken.

Analyser

Följande analyser utfördes:

* Odlingsrelaterade parametrar

Plantornas tillväxt och utveckling med fokus på antal blad och blommor registrerades en gång per vecka. Vid skörden registrerades plantans torr- och färskvikt samt avkastningen.

* Växtpatologiska parametrar

Förekomsten av rotskador med skala 1-5; 1= vita fina rötter, 2= mörkfärgade rotspetsar, 3= mörkfärgade enskilda rötter, 4= mörkfärgade rotpartier och 5= totalt missfärgade rotsystem utfördes vid skörden. Mängd av rotpatogenerna i odlingsystemet analyserades också med hjälp av qPCR tekniken och med användning av specifika primers för VD (VDS1 forward: 5'cacattcagttcaggagacg och VDS2 reverse: 5'ccgaaatactccagtagaag) enligt beskrivning av Li et al. (1999) och specifika primers for PC (BPycacI87FRG Fprward: cttcggcctgagctagtagct och BPhycacR87RRG reverse: cagtcggtccgaaaaccag) enligt Bhat& Brown (2010).

* Mikrobiologiska analyser

Överlevnaden av det tillsatta biologiska bekämpningsmedlet testades på selektiva medier enligt Khalil et al. (2009). Halten av den naturliga mikrofloran på rotytan bedöms med hjälp av den molekylära analysmetoden PCR-DGGE enligt Muyzer *et al.* (1998).

För att utföra de växtpatologiska samt mikrobiella analyserna separerades mikrofloran från rötterna enligt Khalil & Alsanius (2001).

Resultat och diskussion

Resultaten från de utförda analyserna indikerade inga signifikanta skillnader mellan blocken. Däremot indikerades skillnader mellan försöks upprepningar. Resultaten från båda försöken presenteras därför i rapporten.

Effekt på planttillväxt

De utförda undersökningarna visade att antal blad i försöken utfördes under perioden juni- juli (bild 4 I) var högre i behandlingarna med enbart Binab T eller Binab T tillsammans med rotpatogener PC eller VD i jämförelse med kontrollen hos alla sorter testades i försöket. Dock hade sorten Rumba och Honeye högre antal blad i jämförelse med sorten Sonata. Däremot minskades antal blad hos alla sorter i närvaro av enbart patogenerna. Känsligast var sorten Sonata.

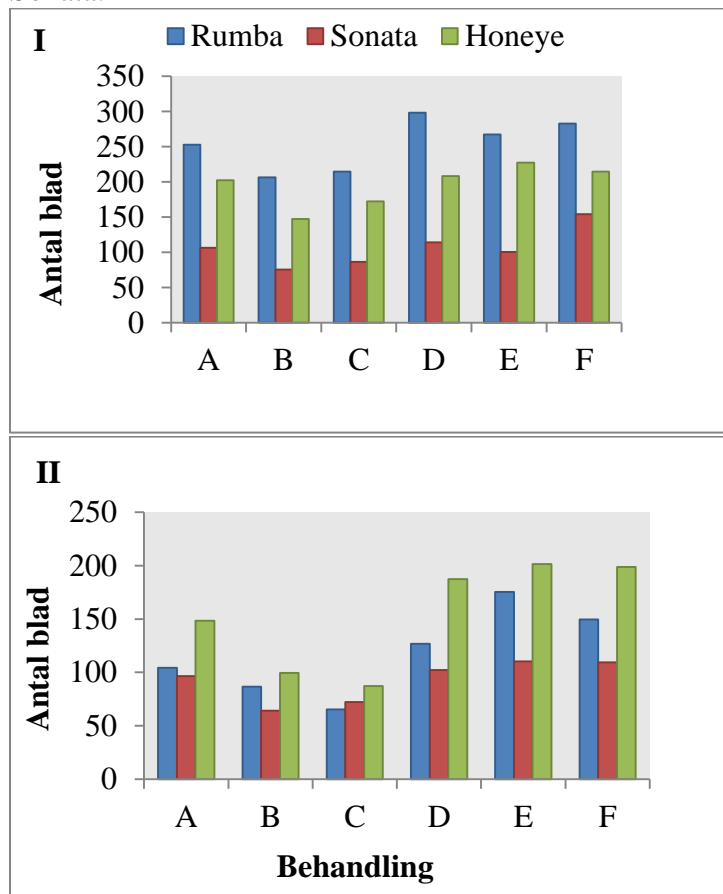


Bild 4: Effekt av det biologiska växtskyddsmedel Binab T enbart (behandling D) eller i samspel med rotpatogener *Phytophthora cactorum* (PC) (behandling E) eller *Verticilium dahliae* (VD) (behandling F) i jämförelse med kontroll (behandling A) eller med behandling med enbart rotpatogener PC (behandling B) eller VD (behandling C) på antal blad hos jordgubbsplantor (*Fragaria × ananassa* cv. Rumba, Sonata och Honeye) odlade under perioden juni- juli (I) och augusti- september (II). Totalt antal plantor= 18 st per sort, behandling och tre block

I försöken utfördes under perioden augusti- september var antal blad hos alla sorter lägre än i första perioden (bild 4II). Högst antal blad hade sorten Honeye i behandlingar med Binab T i och utan närvaro av rotpatogenerna. Lägst antal blad hade sorten Sonata i alla behandlingar. Sorten Rumba hade högre antal blad i behandlingarna med Binab T i och utan närvaro av rotpatogenerna dock var antal blad hos sorten rumba lägre än hos Honeye. Hos plantorna odlade i första perioden var antal blad högre i behandlingar med BinabT och rotpatogenen VD jämfört med behandlingar med BinabT och rotpatogenen PC. I den andra perioden indikerade de uppnådda resultaten högre antal blad hos behandlingarna med Binab T och PC jämfört med BinabT och VD.

De uppnådda resultaten från mätning av antal blad visar av att denna parameter påverkas av tillsatts av Binab T i eller utan närvaro av rotpatogenerna samt av rotpatogenerna utan närvaro av BinabT. Type av patogen i systemet påverkar också antal blad. Dessutom påverkas denna parameter av val av jordgubbssort samt av tiden under odlingssäsongen.

För antal blommor samma trend som när det gäller antal blad kunde indikeras. Högre antal blommor i behandlingar med Binab T med patogenerna och lägre vid enbart patogen behandling i försöken utfördes juni- juli (bild 5 I). Lägre antal blommor under andra perioden augusti- september. Sorten Sonata hade lägst antal blommor under båda perioderna. Sorten Rumba och Honeye hade mest blommor under första perioden medan Honeye hade flest blommor under andra period.

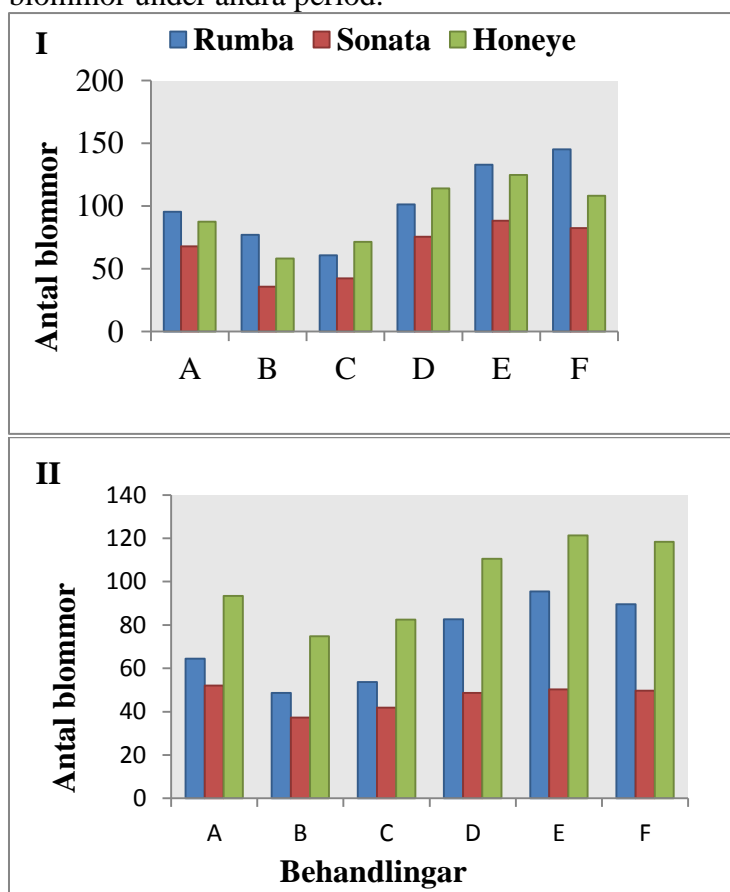


Bild 5: Effekt av det biologiska växtskyddsmedel Binab T enbart (behandling D) eller i samspel med rotpatogener *Phytophthora cactorum* (PC) (behandling E) eller *Verticilium dahliae* (VD) (behandling F) i jämförelse med kontroll (behandling A) eller med behandling med enbart rotpatogenen PC (behandling B) eller VD (behandling C) på antal blommor hos jordgubbplantor (*Fragaria ×ananassa* cv. Rumba, Sonata och Honeye) odlade under perioden juni- juli (I) och augusti- september (II). Totalt antal plantor= 18 st per sort, behandling och tre block.

Vid skörden mättes avkastningen (bild 6) för varje sort med de olika behandlingarna. Sorten Honeye hade den högsta avkastningen i båda perioderna. Avkastningen av den sorten var högre i behandlingarna med Binab T i och utan närvaro av patogenerna jämfört med kontrollen (bild 7). Lägsta avkastningen hade sorten Sonata i båda odlingsperioderna och lägst var det i den andra perioden.



Foto: Sammar Khalil

Bild 6: Jordgubbsplantor med bär

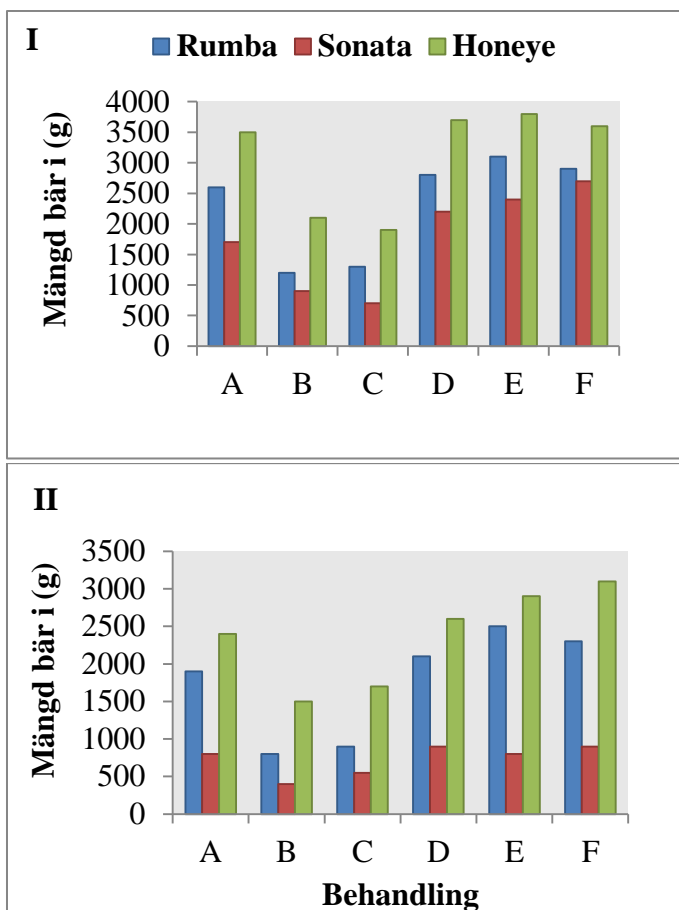


Bild 7: Effekt av det biologiska växtskyddsmedel Binab T enbart (behandling D) eller i samspel med rotpatogener *Phytophthora cactorum* (PC) (behandling E) eller *Verticilium dahliae* (VD) (behandling F) i jämförelse med kontroll (behandling A) eller med behandling med enbart rotpatogener PC (behandling B) eller VD (behandling C) på avkastningen hos jordgubbsplantor (*Fragaria × ananassa* cv. Rumba, Sonata och Honeye) odlade under perioden juni- juli (I) och augusti- september (II). Totalt antal plantor= 18 st per sort, behandling och tre block

Resultaten visar på att skörden påverkas negativt av tillsatts av patogenerna medan tillsats av Binbab T i och utan närvaro av patogenerna har en positive effekt på mängd bär.

Båda torr- och färskvikt av rötter och skott indikerade en ökning i behandlingarna med BinabT i och utan närvaro av rotpatogenerna (behandling D, E och F). En minskning i torr- och färskvikt i behandlingarna med patogenerna (behandling B och C). Data från färskvikt mätningar är representerad i bild 8 och 9. Dessa data visar också att sorten Honeye har högre rot- och skott färskvikt vid båda odlingsperioderna jämfört med sorten rumba och Sonata. Sorten Sonata hade den lägste vikten vi båda tillfällen.

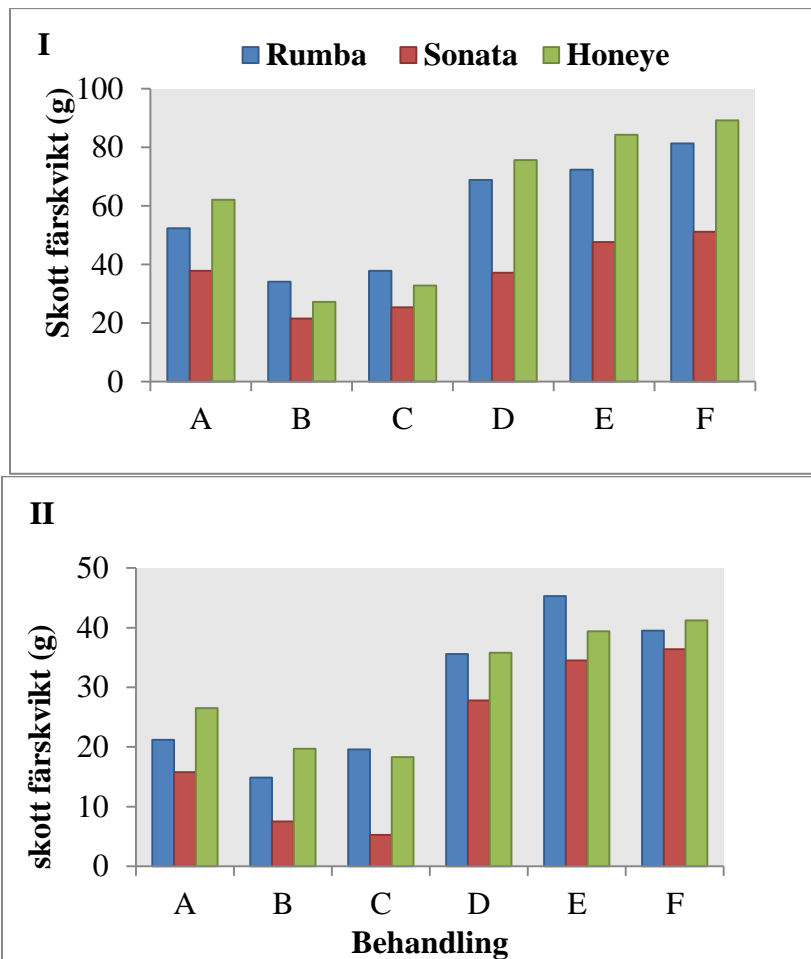


Bild 8: Effekt av det biologiska växtskyddsmedel Binab T enbart (behandling D) eller i samspel med rotpatogener *Phytophthora cactorum* (PC) (behandling E) eller *Verticilium dahliae* (VD) (behandling F) i jämförelse med kontroll (behandling A) eller med behandling med enbart rotpatogenerna PC (behandling B) eller VD (behandling C) på skott färskvikt hos jordgubbsplantor (*Fragaria ×ananassa* cv. Rumba, Sonata och Honeye) odlade under perioden juni- juli (I) och augusti- september (II). Totalt antal plantor= 18 st per sort, behandling och tre block

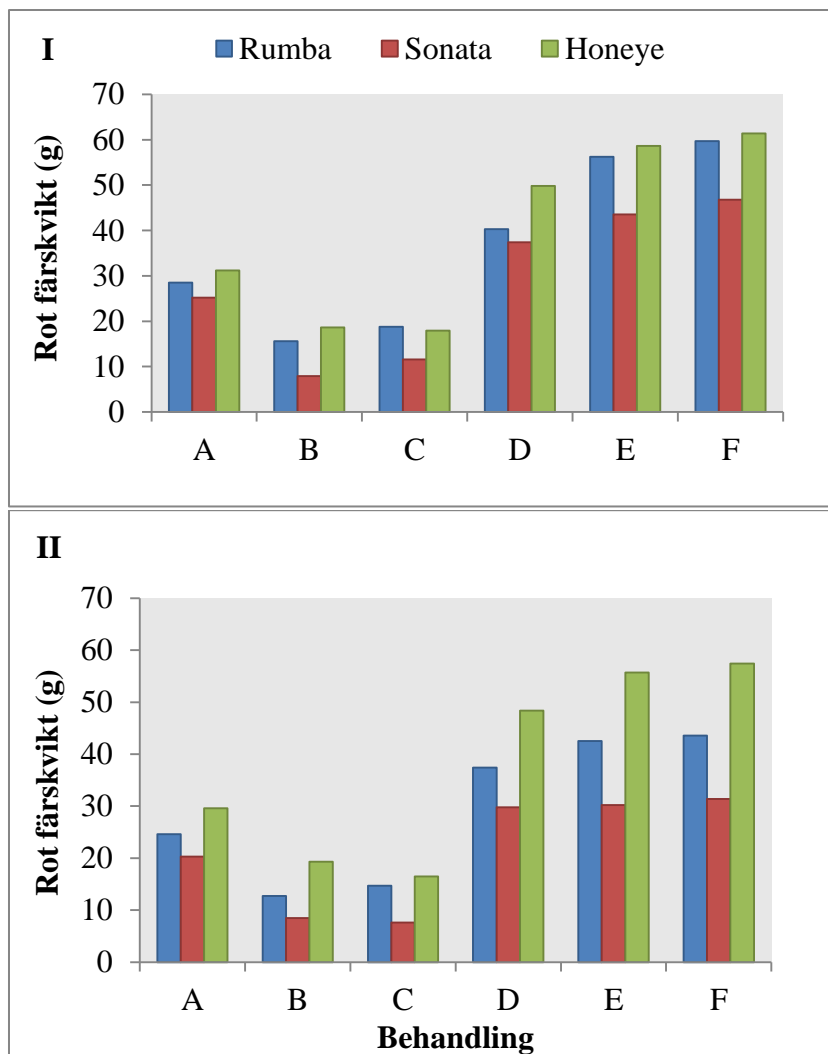


Bild 9: Effekt av det biologiska växtskyddsmedel Binab T enbart (behandling D) eller i samspel med rotpatogener *Phytophthora cactorum* (PC) (behandling E) eller *Verticilium dahliae* (VD) (behandling F) i jämförelse med kontroll (behandling A) eller med behandling med enbart rotpatogener PC (behandling B) eller VD (behandling C) på rot färskvikt hos jordgubbsplantor (*Fragaria ×anassa* cv. Rumba, Sonata och Honeye) odlade under perioden juni- juli (I) och augusti- september (II). Totalt antal plantor= 18 st per sort, behandling och tre block

Effekt på rotpatogenerna

Bedömning av patogenmängd i odlingsystemet var utförd med qPCR och visade att mängd patogen minskades i närvaro av Binab T (tabell 1) hos alla tre sorter. Dock var minskningen sämre hos sorten sonata jämfört med Rumba och Honeye i båda perioderna. Mängd patogener i odlingsystemet minskades bäst när Honeye används i första och andra perioden.

Bedömning av rotskador indikerade också samma trend. Enligt skala 1-5 låg Sonata rötter mellan 3- 5 där 3= mörkfärgade enskilda rötter, 4= mörkfärgade rotpartier och 5= totalt missfärgade rotsystem. Rumba rötter låg på mellan 1-3 där 1= vita fina rötter, 2= mörkfärgade rotspetsar, 3= mörkfärgade enskilda rötter. Honeye låg mellan 0-2 där 0= inga skador alls, 1= vita fina rötter, 2= mörkfärgade rotspetsar.

Detta innebär att samspelet mellan BinabT och rotpatogenerna PC och VD påverkas av sortvalet samt av tiden under odlingsäsongen. Bekämpning av båda patogenerna fungerar bäst under jul-juli när Rumba och Honeye används och augusti- september när Honeye används.

Tabell 1: Antal kopior av VD gener per g torrsvikt rot från jordgubbsodling efter behandling med enbart det biologiska växtskyddsmedlet Binab T utan (behandling D) eller i närvaro av rotpatogenerna *Phytophthora cactorum* (PC) (behandling E) eller *Verticilium dahliae* (VD) (behandling F) i jämförelse med kontroll (behandling A) eller med behandling med enbart rotpatogenerna PC (behandling B) eller VD (behandling C). Tre jordgubbssorter användes: Rumba, Sonata och Honeye. Proverna samlades under perioder, period 1= juni- juli 2014 och period 2= augusti- september 2014. Totalt antal plantor= 18 st per sort, behandling och tre block

Period 1			
Behandling	Rumba	Sonata	Honeye
B	$3,1 \cdot 10^{4a}$	$3,2 \cdot 10^{5a}$	$2,8 \cdot 10^{4a}$
C	$3,8 \cdot 10^{5a}$	$3,1 \cdot 10^{5a}$	$3,8 \cdot 10^{5a}$
E	$4,7 \cdot 10^{2b}$	$5,3 \cdot 10^{3b}$	$5,5 \cdot 10^{2b}$
F	$5,1 \cdot 10^{3b}$	$5,6 \cdot 10^{4b}$	$6,1 \cdot 10^{2b}$
Period 2			
B	$5,3 \cdot 10^5$	$4,7 \cdot 10^6$	$5,2 \cdot 10^{4a}$
C	$6,4 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^{5a}$
E	$6,5 \cdot 10^3$	$6,4 \cdot 10^5$	$5,4 \cdot 10^{2b}$
F	$3,7 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^5$	$4,3 \cdot 10^{2b}$

* Mikrobiologiska analyser

Vid försöksstart hade *Trichoderma* spp. i Binab T en koncentration på 10^5 cfu/ml. Vid skörden minskades koncentrationen till 10^4 cfu/ g rot i behandlingen med enbart Binab T (Tabell 2). Resultaten visade att denna koncentration var tillräcklig för att uppnå en biokontroll effekt av BinabT när Honeye användes i första och andra perioden. Den biokontroll effekten kunde också uppnås vid lägre koncentration på 10^3 cfu/g rot när Rumba användes i andra perioden. Dock var sort Sonata känsligare mot båda patogenerna där *Trichoderma* spp. minskades till 10^2 cfu/g rot och den biokontroll effekten kunde inte uppnås.

Tabell 2: Mängd *Trichoderma* spp. i Binab T i cfu/ g torrsvikt rot från jordgubbsodling efter behandling med enbart det biologiska växtskyddsmedlet Binab T utan (behandling D) eller i närvaro av rotpatogenerna *Phytophthora cactorum* (PC) (behandling E) eller *Verticilium dahliae* (VD) (behandling F) i jämförelse med kontroll (behandling A) eller med behandling med enbart rotpatogenerna PC (behandling B) eller VD (behandling C). Tre jordgubbssorter användes: Rumba, Sonata och Honeye. Proverna samlades under perioder, period 1= juni- juli 2014 och period 2= augusti- september 2014. Totalt antal plantor= 18 st per sort, behandling och tre block

Period 1			
Behandling	Rumba	Sonata	Honeye
D	$5,2 \cdot 10^4$	$6,2 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^4$
E	$4,2 \cdot 10^4$	$7,2 \cdot 10^3$	$4,3 \cdot 10^4$
F	$2,7 \cdot 10^4$	$3,9 \cdot 10^3$	$4,6 \cdot 10^4$
Period 2			
D	$5,7 \cdot 10^4$	$2,7 \cdot 10^4$	$6,5 \cdot 10^4$
E	$4,6 \cdot 10^3$	$5,5 \cdot 10^2$	$4,2 \cdot 10^4$
F	$5,1 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^2$	$3,2 \cdot 10^4$

Samspelet mellan Binab T och rotpatogenerna PC och VD påverkade också den naturliga rotmikrofloran i odlingsystemet vid båda perioderna. Bedömning av antal band samt bandintensitet efter PCR- DGGE körning visar på att introduktionen av Binab T eller patogenerna orsakade förändring i rotmikrofloran hos jordgubbssorten Honeye (bild 8) i jämförelse med

kontrollen (behandling A). Tillsats av PC eller VD tillsammans med Binab T (behandling eller F) orsakade förändring i den mikrobiella diversiteten jämfört med behandling med enbart Binab (behandling D). Detta kunde inte indikeras när PC infördes i systemet (behandling E).

M F F F EEE DDD C M CC BBB AAA M

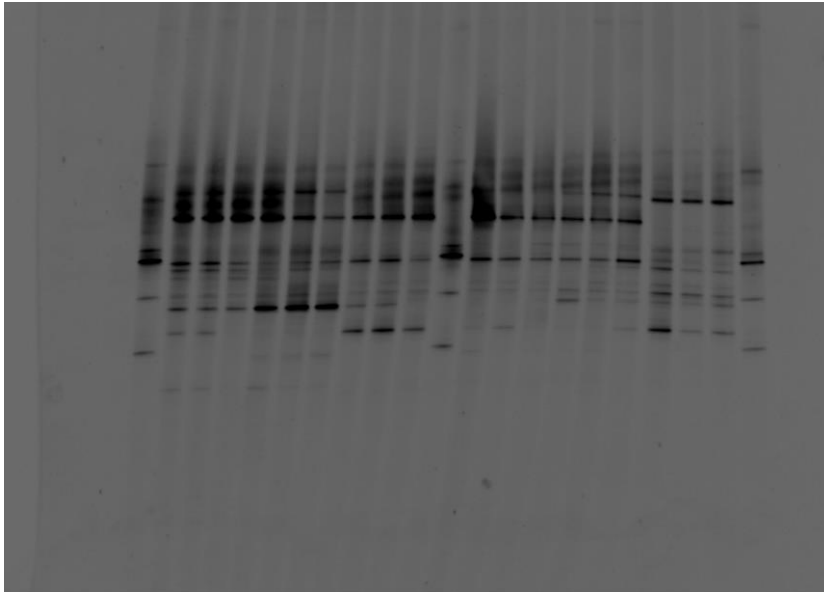


Bild 10: PCR- DGGE profil på rotmikroflora hos jordgubbsorten Honeye efter behandling med enbart det biologiska växtskyddsmedlet Binab T utan (behandling D) eller i närvaro av rotpatogenen *Phytophthora cactorum* (PC) (behandling E) eller *Verticilium dahliae* (VD) (behandling F) i jämförelse med kontroll (behandling A) eller med behandling med enbart rotpatogenen PC (behandling B) eller VD (behandling C). Proverna samlades under perioder, period 1= juni- juli 2014 och period 2= augusti- september2014. Totalt antal plantor= 6 st per sort, behandling och tre block. M= markering användes i PCR- DGGE körning

PCR- DGGE körning på rotmikroflora hos jordgubbssorten Rumba visade också en förändring i den mikrobiella profilen efter tillsatts av Binab T (behandling D) eller rotpatogenerna (behandling B och C) i jämförelse med kontrollen (behandling C) (bild 9). Förändring i profilen kunde också indikeras vid behandling med rotpatogenen VD tillsammans med Binab T (behandling F) jämfört med behandling med enbart Binab T (behandling D). Detta kunde däremot inte indikeras när rotpatogenen PC tillsammans med Binab fanns i systemet.

M F F F E E E D D D M C C C B B B A A A M

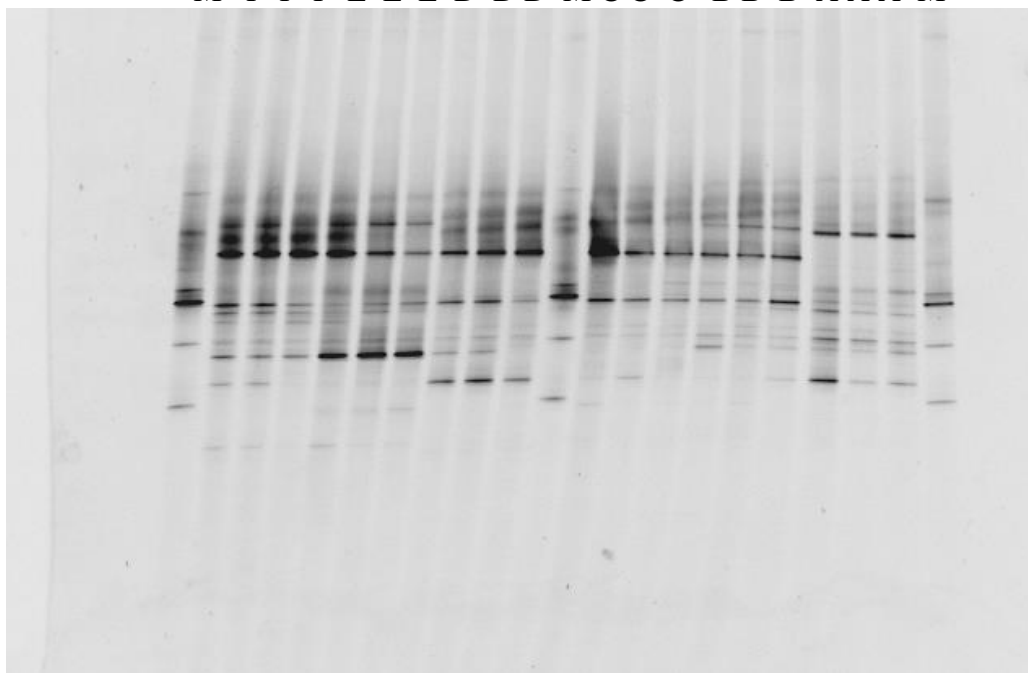


Bild 11: PCR- DGGE profil på rotmikroflora hos jordgubbsorten Rumba efter behandling med enbart det biologiska växtskyddsmedlet Binab T utan (behandling D) eller i närvaro av rotpatogenen *Phytophthora cactorum* (PC) (behandling E) eller *Verticilium dahliae* (VD) (behandling F) i jämförelse med kontroll (behandling A) eller med behandling med enbart rotpatogenen PC (behandling B) eller VD (behandling C). Proverna samlades under perioder, period 1= juni- juli 2014 och period 2= augusti- september 2014. Totalt antal plantor= 6 st per sort, behandling och tre block. M= markering användes i PCR- DGGE körning

Skillnad i profilerna var också tydlig när sonata rötter behandlades med rotpatogenen PC eller VD tillsammans med Binab T (behandling E respektive F) i jämförelse med behandling med enbart Binab T (behandling D) (bild 10). I jämförelse med kontrollen (behandling A) förändring i den mikrobiella profilen indikerades också vid tillsatts av enbart Binab T eller (behandling D) patogenerna (behandling B och C).

M F F F E E E D D D C C C M B B B A A A M

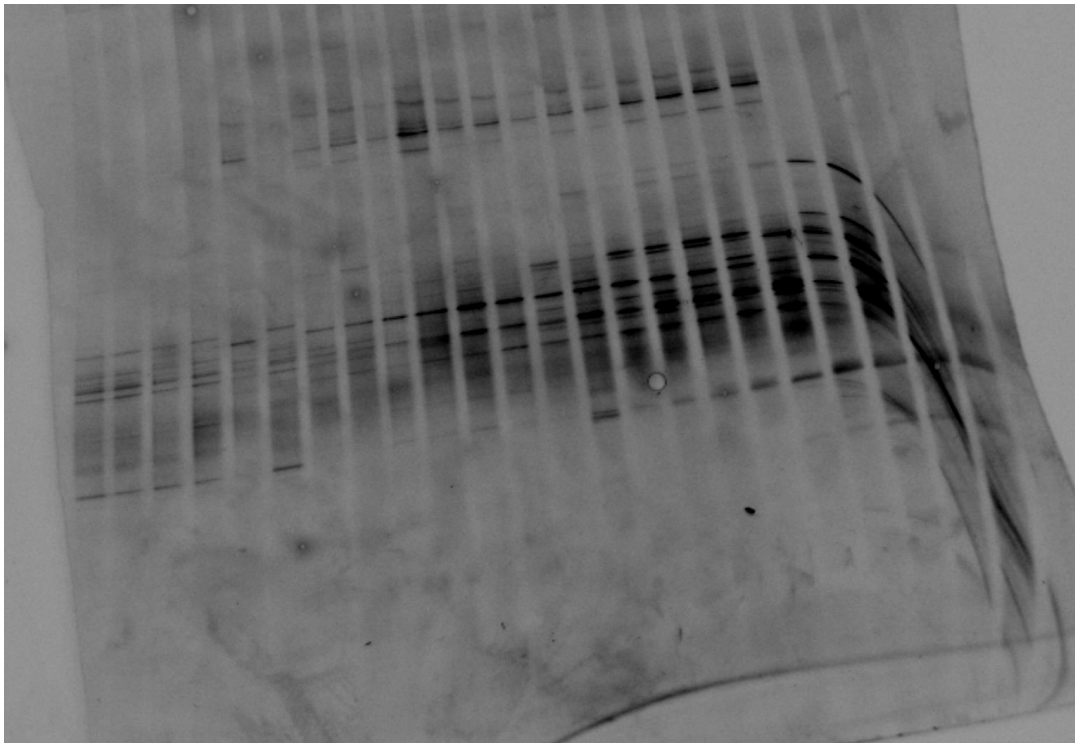


Bild 12: PCR- DGGE profil på rotmikroflora hos jordgubbsorten Sonata efter behandling med enbart det biologiska växtskyddsmedlet Binab T utan (behandling D) eller i närvaro av rotpatogenen *Phytophthora cactorum* (PC) (behandling E) eller *Verticilium dahliae* (VD) (behandling F) i jämförelse med kontroll (behandling A) eller med behandling med enbart rotpatogenen PC (behandling B) eller VD (behandling C). Proverna samlades under perioder, period 1= juni- juli 2014 och period 2= augusti- september 2014. Totalt antal plantor= 6 st per sort, behandling och tre block. M= markering användes i PCR- DGGE körning

Framtiden

Resultaten från detta projekt visar att växtskyddsmedlet Binab T kan vara ett lovande verktyg för bekämpning av rotsjukdomar orsakade *Phytophthora cactorum* respektive *Verticilium dahliae* i jordgubbsodling. Optimering av förhållanden i odlingssystemet med Sonata som odlingsort behövs för att nå en bättre bekämpning med BinabT. Dosering av båda bekämpningsmedel och patogen är en aspekt som behövs undersöka. Detta är av stor betydelse vid utveckling av hållbara och effektiva bekämpningsstrategier mot rotsjukdomar i slutna odlingssystem.

Referenser

1. Fag X.L., You M.P. & Barbetti M.J. (2012). Reduced severity and impact of Fusarium wilt on strawberry by manipulation of soil pH, soil organic amendments and crop rotation. *European Journal of plant pathology* 134: 619-629
2. Fag X.L., Philips D., Li H. & Sivasithamparam K. (2011) Severity of crown and root diseases of strawberry and associated fungal and oomycete pathogens in Western Australia. *Australian Journal of plant pathology* 40:109-119
3. Inbar J, Abramsky M, Cohen D & Chet I, 1994. Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedlings grown under commercial conditions. *Eur J Plant Path* 100, 337-346.
4. Khalil S & Alsanius BW, 2001. Dynamics of

5. Khalil S., Alsanius B.W., Hultberg M. (2009). Effect of growing media on the interaction between biocontrol agents and root pathogens in closed hydroponic system. *Journal of horticultural Science and Biotechnology* 84(5):489-494
6. Li M., Asano T., Suga H., Kageyama K. (2011). A multiplex PCR for detection of *Phytophthora nicotiana* and *P. cactorum*, and Survey of their occurrence in strawberry production areas in Japan. *Plant Disease* 95:1270-1278
7. Muyzer G., de Waal E.C., Uitterlinde A. 1993. Profiling of complex microbial populations using denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA. *Appl. Environ. Microbiol.* 59:695-700.
8. Nilsson U. & Carlson-Nilsson U. (2003). Jord- och plantburna rotsjukdomar I svenska jordgubbsodling. SLF- rapport nr ISSN 1104-6082
9. Punja Z. K. & Yip, R. (2003). Biological control of damping-off and root-rot caused by *Pythium aphanidermatum* on greenhouse cucumber. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 25: 411–417.
10. Rose S., Parker M. & Punja, Z. K. (2003). Efficiency of biological and chemical treatments for control of *Fusarium* root and stem rot on greenhouse cucumber. *Plant Disease*, 87:1462–1470.
11. Svensson B. (1994). Svampsjukdomar på jordgubbar. Faktablad om växtskydd. Trädgård
Utgivare: SLU Info/Växter
12. Nallanchakravarthula S. 2013. Root- Associated Microbial communities of different strawberry cultivars as influenced by soil type, *Verticillium dahliae* and biofumigation. Doctoral thesis No. 2013:48