



Slutrapport angående projektet

”Mikroorganismer i samspel med växtnäringsprodukt för hållbara odlingssubstrat mot rotsjukdomar hos tunnelodlade jordgubbar” med projektnr TT158

Projekt ansvarig: *Sammar Khalil*
Medsökande: Birgitta Svensson

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

Projektets syfte och mål

Det övergripande syftet är att utveckla potentialen för en hållbar och säker produktion av jordgubbar i substrat. Målsättning med projektet är att erhålla kunskap om samspelet mellan den naturliga mikrofloran och växtnäringsprodukten kaliumfosfit i olika odlingssubstrat och därmed möjligheten att förstärka växtens naturliga motståndskraft mot rotsjukdomar i jordgubbsodling. Genom projektet kommer odlare och rådgivare att få tillfälle till avancerad kompetensutveckling i problematiken kring utveckling av rotpatogener vid odling i substrat.

Detaljmålen

- Undersöka effekten av kaliumfosfit på mikrofloran med antagonistisk potential hos tre olika odlingssubstrat som används i jordgubbsodling, kokos substrat, ny torv samt gammal (använt) torv.
- Utvärdera förekomsten av rotpatogener i dessa substrat
- Utvärdera effekten av samspelet mellan mikrofloran och kaliumfosfit på planttillväxt och avkastning
- Förmedla kunskap om utveckling och kontroll av rotsjukdomar i jordgubbar dels genom skriftlig rapportering och dels vid fältdag för odlare.

Slutsatser

De uppnådda resultaten visar på att

1. Tillsats av kaliumfosfit till ny torv har positiv effekt på båda tillväxt och det mikrobiella samhället i odlingsystemet. Samma resultat indikerades vid användning av kokos substrat men dock utan kaliumfosfit. Den positiva effekten kunde däremot svagt indikeras vid användning av gammal (använt) torv med eller utan kaliumfosfit.
2. Vid behandling med kaliumfosfit, planttillväxt i form av färsk- respektive torrviikt var bäst hos jordgubbsplantor odlade i ny torv. Utan tillsats av kaliumfosfit, bästa planttillväxt var hos plantor odlade i kokos i jämförelse med de andra substraten. Plantor odlade i gammal torv med eller utan kaliumfosfite hade lägre tillväxt i jämförelse med de andra substraten
3. Tillsats av kaliumfosfit till ny torv ökade halten av de nyttiga mikroorganismerna såsom *fluorescerande Pseudomonader*, *Trichoderma* och *Aktinomyceter*. Denna halt ökade också vid tillsats av kaliumfosfit till kokos men var dock lägre jämfört med ny torv. Lägsta halten indikerades i gammal torv jämfört med kokos och ny torv.
4. Mer rotskador på grund av förekomst av rotpatogener kunde indikeras i gammal torv med eller utan kaliumfosfit jämfört med de andra substraten.
5. Val av substrat är en viktig faktor vid tillsats av kaliumfosfit. Kokos och ny torv är bättre kandidater än gammal torv.

Resultatförmedling och publikationer

Information om projektet presenterades på ett seminarium för gruppen Hortikulturell mikrobiologi. Rollup med information om projektet visades på Borgeby fältdagar i juni 2016. Presentation på Hooks odlardagar i november 2016 samt på Bär konferens i Riga januari 2017 utfördes. En kurs för odlare och rådgivare kommer också att utföras våren 2017. Resultaten kommer också att presenteras i

1- Nationella publikationer

- Viola: En publikation skickas till Viola under våren 2017
- Faktblad: Resultaten kommer också att presenteras i ett faktblad inom ramen för faktblad informationsprojekt våren/ sommaren 2017. Ett faktblad på 4 sidor med en preliminär titel:

”Hållbara odlingssubstrat med sjukdomshämmade egenskaper för odling av grönsaker och bär i tunnlar och växthus” är planerat

2- Internationella Publikationer

- Manuskript: Plant and microbial growth of substrate cultivated strawberries as affected by potassium phosphite. Inskickas snart till publikation till Scientia Horticulturae

Bakgrund

Rotpatogener tillhörande svampsläkten *Phytophthora*, *Pythium*, *Fusarium*, *Verticillium* är vanliga i jordgubbsodlingar (Fang et al. 2012 & 2011) och är bakomliggande orsak till bl.a. kron- och rötangrepp samt vissnesjuka. Inom *Phytophthora* och *Verticillium* släkten är *Phytophthora cactorum* respektive *Verticillium dahliae* ett vanligt problem och bakomliggande orsak till kronröta respektive vissnesjuka i svenska jordgubbsodlingar (Svensson 1994). En kartläggning som utfördes av Nilsson och Carlsson- Nilsson (2003) visade på att kronröta (*Phytophthora cactorum*) var en vanlig rotsjukdom i svenska jordgubbsodlingar. Förekomsten av kronröta varierade 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 insamlade från odlingar (Nallanchakravarthula 2013). Rapporter från bärödlare (Anna-Karin, Nilsson, personligt meddelande, september 2015) beskriver att jordgubbsplantmaterialet som levereras till Sverige ofta har latent infektioner av både *Phytophthora cactorum* och *P. fragariae* som snabbt utvecklas vid lämpliga miljöförhållanden och som då kräver kemiska åtgärder.

Den naturliga mikrofloran i odlingssubstratet har visat sig vara ett effektivt verktyg för att bekämpa patogener tillhörande ovanstående släkten i substratsodling. (Vallance et al. 2011). I en så kallad suppressiv mekanism kan den nyttiga delen av mikrofloran i substrat ha en antagonistisk effekt som hämmar förekomsten och utveckling av rotsjukdomar. En del mikrobiella grupper av både bakterier och svampar är identifierade och används som indikatorer för det suppressiva fenomenet (Hunter et al. 2006). Yttre förhållanden i odlingsystemet kan ha en positiv eller negativ effekt på mikrofloran vilket i sin tur kan främja antingen de goda eller de skadliga mikroorganismerna. Studier i hydroponiska system kring bekämpning av rotpatogener har visat att verkningsmekanismer hos mikroorganismer, införda i systemet som biologiska växtskyddsmedel, kan främjas genom positivt samspel med odlingsfaktorer i systemet såsom mikronäringsämnen (Khalil & Olsson 2013), ledningstalet (Khalil 2011) och vattenhalt i odlingssubstrat (Khalil & Alsanusi 2009).

I jordgubbsodling används ofta kaliumfosfit som är en erfarenhetsmässigt uppbyggd strategi för att förstärka plantans motståndskraft mot rotsjukdomar. Kunskapen om samspelet mellan kaliumfosfit och mikroorganismer i substrat är ganska begränsad. Därför är det av stort intresse att undersöka det samspelet för att utveckla hållbara odlingssubstrat i jordgubbsodling samt förstärka integrerade bekämpningsstrategier. I det förslagna projektet utvärderas den mikrobiella potentialen i samspel med kaliumfosfit i tre olika substrat. Två nya, ett torv- och ett kokossubstrat, samt ett använt torvsubstrat används i försöket.

Hypotes och frågeställningar

Hypotes:

* Den naturliga mikrofloran med den antagonistiska potentialen är bättre utvecklad i närvaro av kaliumfosfit

* I jämförelse med kokos främjas den naturliga mikrofloran med den antagonistiska potentialen bättre i både nya och använda torvsubstrat

* Samspelet mellan kaliumfosfit och den naturliga mikrofloran och dess effekt på rotpatogener påverkas av substrattypen som används

Frågeställningar

1. Hur påverkar tillsats av kaliumfosfit förekomsten av den naturliga mikrofloran som har en antagonistisk potential mot rotsjukdomar?
2. Vad betyder substrattypen för samspel med kaliumfosfit och för utveckling av rotpatogener

Genomförande

Försöksodlingen utfördes under perioden juli- augusti med upprepning i september- oktober 2016 i tunnel vid Trädgårdslabb i Alnarp. Jordgubbssorter (*Fragaria ×ananassa* cv. salsa) användes (bild 1). Efter diskussion med Anna Karin Nilsson på Eriksgården, Sjöjobo, valdes Rumba som försökssort. Dåligt växtmaterial på den sorten, som levererades från Holland i juni, och som också orsakade dålig tillväxt gjorde att försöken planerades om och försöksperioden ändrades än det som var planerat. Val av sorter utfördes därefter i samråd och diskussion med Eva Axelsson, Ringstads Gård, Norrköping och sorten salsa valdes in.



Figur 1. Odlingssystemet som användes i försöken.

Behandlingar och odlingssystem

Tunnelförsöket utfördes som block försök med sex behandlingar och varje behandling omfattade fyra replikat enligt följande:

- 1- Nytt torv substrat utan tillsats av kaliumfosfit
- 2- Nytt torv substrat med tillsats av kaliumfosfit
- 3- Nytt kokos substrat utan tillsats av kaliumfosfit
- 4- Nytt kokos substrat med tillsats av kaliumfosfit
- 5- Använt torv substrat utan tillsats av kaliumfosfit
- 6- Använt torv substrat med tillsats av kaliumfosfit

Upprepning i 3 block utfördes. Plantorna odlas i tråg med fyra plantor per tråg och droppbevattningssystem användes för näringsförsörjning (Figur 1). 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. Innan plantering doppades plantrötter i 0,3% kaliumfosfit blandning. Plantorna odlades i två månader i första respektive andra upprepning.

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 rotpatogener i odlingsystemet analyserades också med hjälp av qPCR tekniken enligt beskrivning av Li et al. (2011).

Mikrobiologiska analyser

Halten av den naturliga mikrofloran på rotytan bedömdes med fokus på fyra olika grupper, allmänna bakterier respektive svampflora, fluorescerande *Pseudomonader*, *Trichoderma* och Aktinomyccer. De tre nämnda grupperna är välkända för dess antagonistiska potential. Proverna togs en gång per månad under varje försöksomgång.

Resultat och diskussion

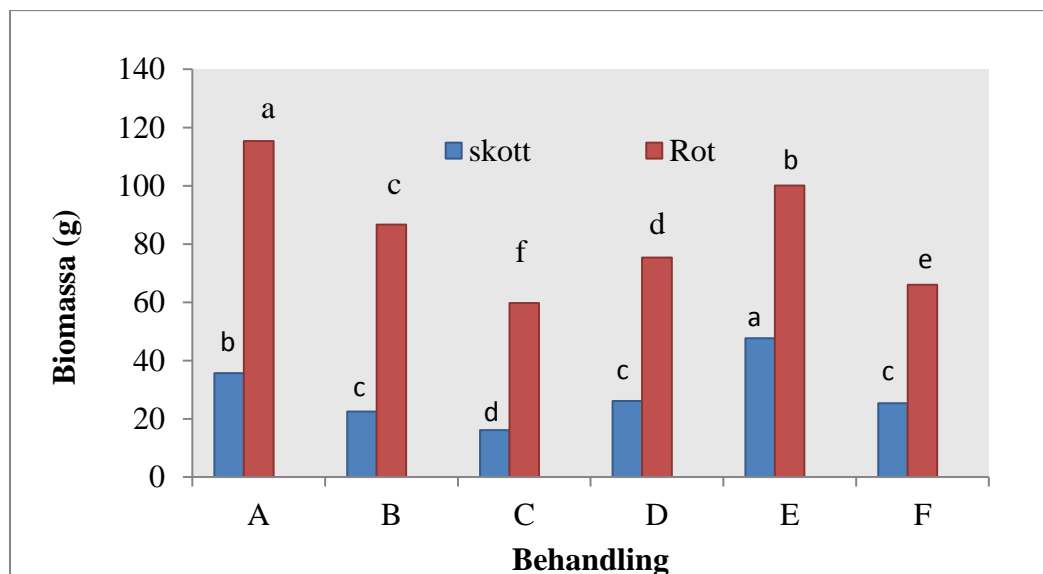
Resultaten från de utförda analyserna indikerade inga signifikanta skillnader mellan blocken när det gäller de utförda analyserna. Däremot indikerades skillnader mellan försöksupprepningar när det gäller mikrobiella och växtpatologiska analyser.

Effekt på planttillväxt

De utförda undersökningarna visade att tillsats av kaliumfosfit påverkade planttillväxt.

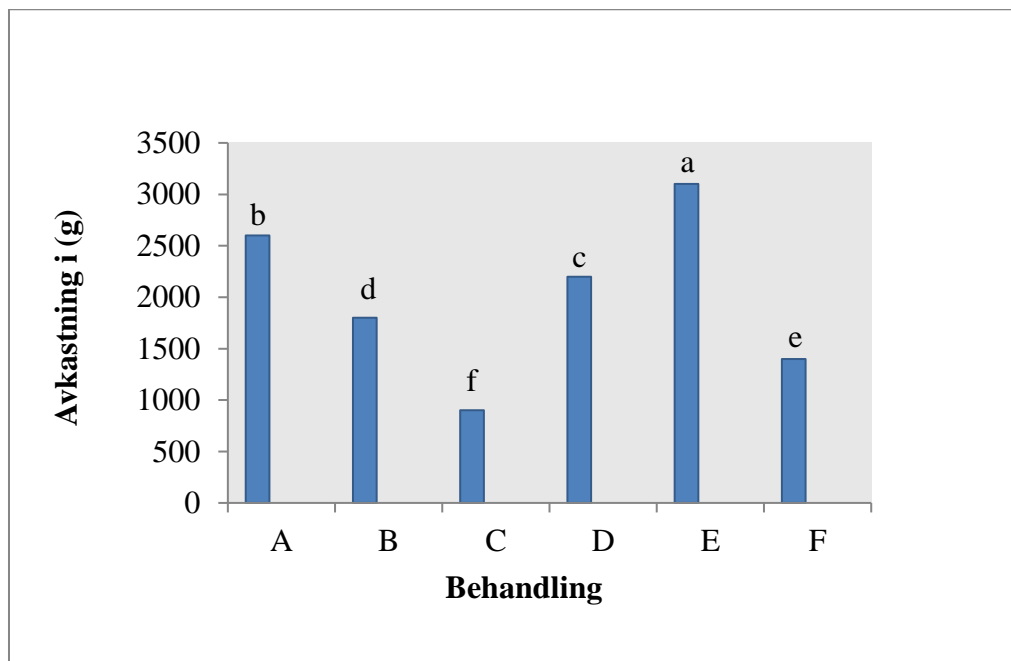
Utan kaliumfosfit indikerades bästa tillväxt hos plantorna odlade i kokos substrat (figur 2).

Vid tillsats av kaliumfosfit hade plantorna odlade i ny torv bäst tillväxt. Detta indikerar att val av substrat är en viktig faktor vid tillsats av kaliumfosfit. Kokos och ny torv är bättre kandidater än gammal torv.



Figur 2. Tillväxt av jordgubbsplantor i olika odlingssubstrat med och utan närvaro av kaliumfosfit. A= kokos substrat utan kalium fosfit, B= Ny torv utan kaliumfosfit, C= gammal torv utan kaliumfosfit, D= kokos substrat med kaliumfosfit, E= Ny torv med kaliumfosfit, F= gammal torv med kaliumfosfit

Vid skörden mättes avkastningen (Figur 3) för varje behandling. Bästa avkastning hade behandling med kokos utan kaliumfosfit och ny torv med kaliumfosfit. Lägsta hade i behandling med gammal torv med och utan kaliumfosfit



Figur 3: Avkastning i (g) hos jordgubbsplantor odlade i A= kokos substrat utan kalium fosfit, B= Ny torv utan kaliumfosfit, C= gammal torv utan kalium fosfit, D= kokos substrat med kalium fosfit, E= Ny torv med kaliumfosfit, F= gammal torv med kaliumfosfit

Resultaten visar på att biomassa och skörd påverkas positivt vid tillsats av kaliumfosfit i ny torv. Dock negativ effekt på dessa parametrar i kokos vid tillsats av kaliumfosfit. Något som ska undersökas vidare.

Effekt på mikroflora

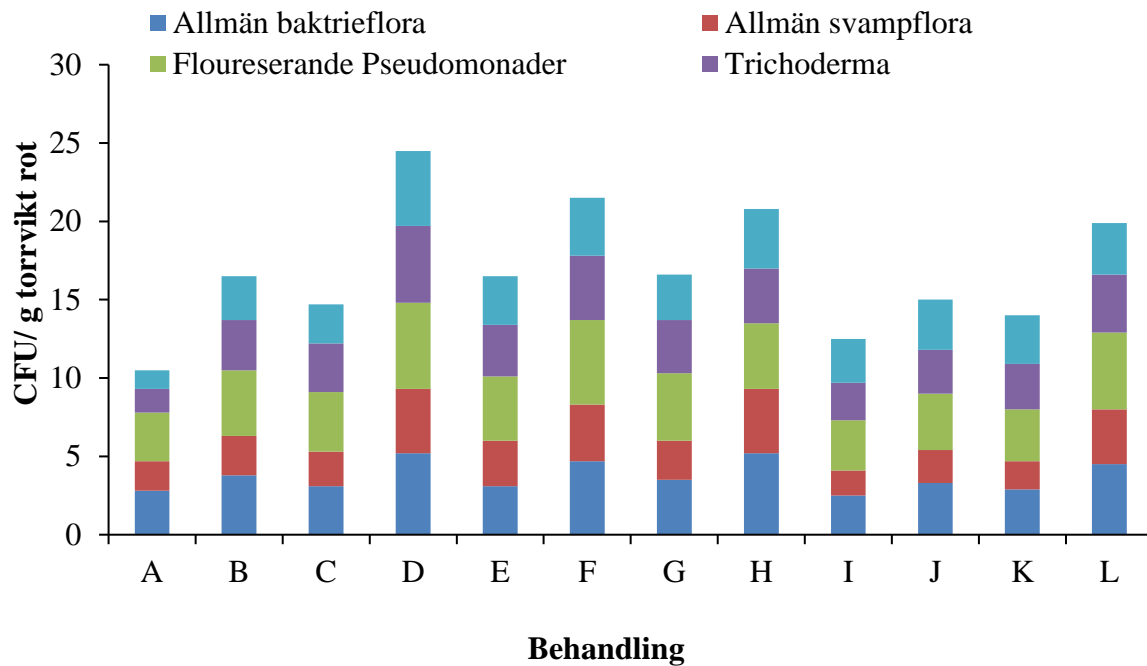
Rotprover som togs en gång per månad under de upprepade försöksomgångerna visade positiv effekt på de mikrobiella samhällena vid tillsats av kaliumfosfit till ny torv (Figur 4). Detta kunde indikeras tydligt hos båda unga rötter (en månad gamla) och gamla rötter (två månader gamla) skördade i slutet av odlingsomgång.

Resultaten indikerar mer bakterier än svamp hos unga rötter i ny torv utan kaliumfosfit jämfört med gamla rötter. Tillsats av kaliumfosfit ökade mängd svamp respektive bakterier hos unga rötter men mest ökning av dessa grupper vid sidan av ökad mängd *Trichoderma*, *aktinomycceter*, *fluorescerande Pseudomonader* var i gamla rötter vid tillsats av kaliumfosfit. Detta indikerar att tillsats av kaliumfosfit till torv substrat som används för första gången främjar de nyttiga mikroorganismerna såsom *Trichoderma*, *aktinomycceter*, *fluorescerande Pseudomonader* som har stor anatognistisk samt tillväxt främjande effekt.

Skillnad i mängd mikroflora på unga rötter odlade i kokossubstrat kunde ej indikeras efter behandling med kaliumfosfit. Gamla rötter utan kaliumfosfit hade högsta halten av mikroorganismer i de testade grupperna. I slutet av odlingsperioden tillsats av kaliumfosfit till kokos ökade halt av en del av mikroorganismer såsom allmänna bakterier och svampflora men

F. pseudomonader och *Trichoderma* minskades i jämförelse med behandling utan kaliumfosfit (figur 4). Detta indikerar att de nyttiga mikrobiella grupperna kan främjas hos äldre rötter och övertid.

Odling i gammalt (använt) torv substrat kan främja de nyttiga mikroorganismerna vid tillsats av kaliumfosfit men mängden är betydligt lägre i jämförelse med kokos substrat och ny torv.



Figur 4: Effekt av kaliumfosfit på rotmikroflora hos jordgubbsplantor odlade i två månader. Unga rötter är från prover tagna en månad efter försöksstarten. Gamla rötter är prover tagna vid försöksavslut. A= unga rötter odlade i ny torv utan tillsatts av kaliumfosfit, B= gamla rötter odlade i ny torv utan tillsats av kaliumfosfit, C= unga rötter odlade i ny torv med kaliumfosfit, D= gamla rötter odlade i ny torv med kaliumfosfit, E= unga rötter odlade i kokos substrat utan tillsatts av kaliumfosfit, F= gamla rötter odlade i kokos substrat utan tillsats av kaliumfosfit, G= unga rötter odlade i kokos substrat med kaliumfosfit, H= gamla rötter odlade i kokos substrat med kaliumfosfit, I= unga rötter odlade i gammal torv utan tillsatts av kaliumfosfit, J= gamla rötter odlade i gammal torv utan tillsats av kaliumfosfit, K= unga rötter odlade i gammal torv med kaliumfosfit, L= gamla rötter odlade i gammal torv med kaliumfosfit. . Totalt antal plantor= 48 st per behandling

Effekt på rotpatogener

Bedömning av rotskador indikerade också samma trend. Enligt skala 1-5 låg rötterna odlade i gammal torv med eller utan kaliumfosfit mellan 3- 5 där 3= mörkfärgade enskilda rötter, 4= mörkfärgade rotpartier och 5= totalt missfärgade rotsystem. Rötter odlade i kokos substrat med kaliumfosfit låg mellan 1-3 där 1= vita fina rötter, 2= mörkfärgade rotspetsar, 3= mörkfärgade enskilda rötter. Rötter odlade i ny torv och med kaliumfosfit låg mellan 0-2 där 0= inga skador alls, 1= vita fina rötter, 2= mörkfärgade rotspetsar.

Framtiden

Resultaten från detta projekt visar att behandling av ny torv med kaliumfosfit kan utveckla en positiv mikroflora i substrat som kan leda till hämmande effekt på rotpatogener.

Jordgubbsodlare använder också kokossubstrat samt gammal/använt torv. Dessa substrat i samspel med kaliumfosfit hade lägre förmåga att utveckla bra mikroflora som i ny torv. Dock

är mekanismerna bakom samspelet mellan kaliumfosfit och mikroorganismerna är inte undersökta i detta projekt, något som bör undersökas vidare. Optimering av förhållanden i dessa substrat behövs för att nå en bättre bekämpningseffekt. Bevattningsstrategi är en aspekt som behövs undersöka. Integrerad bekämpning med kaliumfosfit och andra växtskyddsstrategier t.ex. biologiska växtskyddsmedel är av stor vikt att undersöka för utveckling av hållbara och effektiva bekämpningsstrategier mot rotsjukdomar i jordgubbsodling speciellt i kokos och gammal torv.

Litteratur

1. Elliott D.R., Caporn S. J. M., Nwaishi F., Nilsson R. H., Sen R. 2015. Bacterial and Fungal Communities in a Degraded Ombrotrophic Peatland Undergoing Natural and Managed Re-Vegetation. PLoS One 10(5): e0124726.
2. 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
3. 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
4. Hunter P. J., Petch G. M., Calvo-Bado L. A., Pettitt T.R., Parsons N.R., Morgan J. A. W. & Whipps, J.M. 2006. Differences in microbial activity and microbial populations of peat associated with suppression of damping-off disease caused by *Pythium sylvaticum*. Applied and environmental microbiology 72 6452-6460.
5. Khalil S. & Olsson O. 2013. Influence of micronutrients on the biological control of *Pythium ultimum* in a closed soilless system. Canadian Journal of Plant Protection 1 (4): 134-141
6. Khalil S. 2011. Influence of electrical conductivity on biological activity of *Pythium ultimum* and Binab T in a closed soilless system. Journal of Plant Diseases and Protection 118 (3/4), 102–108
7. Khalil S. & Alsanius B.W. 2011. Effect of growing medium water content on the biological control of root pathogens in a closed soilless system. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 86 (3) 298–304
8. 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
9. Li M., Asano T., Suga H., Kageyanna 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
10. Nilsson U. & Carlson-Nilsson U. (2003). Jord- och plantburna rotsjukdomar I svenska jordgubbsodling. SLF- rapport nr ISSN 1104-6082
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, *veticilium dahlie kleb.* and biofumigation. Doctorla thesis No. 2013:48
13. Vallance J., D'eniell F., Le Floch G., Gu'erin-Dubrana L., Blancard D., Rey P.2011. Pathogenic and beneficial microorganisms in soilless cultures. Agronomy for Sustainable Development 31:191–203.

