

## Apilamätä, *Fusarium*-punahomeet ja juurilaho puna-apilan hävittäjinä

<sup>1)</sup>Tapani Yli-Mattila, <sup>2)</sup>Galina Kalko, <sup>3)</sup>Asko Hannukkala, <sup>1)</sup>Sari Paavanen-Huhtala ja <sup>4)</sup>Kaija Hakala

<sup>1)</sup>Turun yliopisto, Biologian laitos, Kasvifysiologia ja molekyylibiologia, 20014 Turku [tymat@utu.fi](mailto:tymat@utu.fi)

<sup>2)</sup>Yleisvenäläinen Kasvinsuojeluinstituutti, 196608 Pietari, Venäjä, [kalko@yahoo.com](mailto:kalko@yahoo.com)

<sup>3)</sup>MTT Kasvintuotannon tutkimus/Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen, [asko.hannukkala@mtt.fi](mailto:asko.hannukkala@mtt.fi)

<sup>4)</sup>MTT Kasvintuotannon tutkimus/Kasvinviljely, 31600 Jokioinen, [kaija.hakala@mtt.fi](mailto:kaija.hakala@mtt.fi)

Apilamätä (*Sclerotinia trifoliorum*) on ehkä tärkein satotappioiden aiheuttaja puna- ja valkoapilalla Euroopan ja Pohjois-Amerikan pohjoisosissa. Lisäksi monet yleiset maasienet, kuten *Fusarium*-lajit eli punahomeet, voivat puna-apilalle epäsuotuisissa oloissa aiheuttaa juurilahoa.

Suomessa apilan juurilahoa ja apilamätää on tutkittu niitonurmissa laajemmin viimeksi 1960-luvulla. Muissa Pohjoismaissa apilamätäkantojen sukulaisuussuhteita muihin *Sclerotinia*-suvun lajeihin on tutkittu Norjassa 1990-luvulla, kun taas Ruotsissa on 2000-luvulla tutkittu *Fusarium*-punahomeiden aiheuttamaa juurilahoa luomu-puna-apilassa.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää luomuapilapeltojen juurisienikoostumusta verrattuna tavanomaiseen viljelyyn. Lisäksi tutkimme viljasta eristettyjen *Fusarium*- ja apilamätäkantojen patogeenisuutta puna-apilalla laboratorionkokeissa sekä biologisten torjuntamenetelmien käyttöä apilamätää vastaan.

Apilamädän rihmastopahkat säilyvät vuosikausia elossa maaperässä. Niinpä apilamätäisessä pellossa on monen vuoden ajan suuri tautiriski. Apilaviljelyn romahtamisesta viimeisen 40 vuoden aikana on seurannut se, että apilamätä on hävinnyt laajoilta alueilta varsinkin Etelä- ja Länsi-Suomesta. Pohjoisilla alueilla, esim. Kainuussa apilamätä on yhä vieläkin yleinen.

Toisin kuin apilamätä, *Fusarium*-punahomeet voivat elää lahottajina maaperässä tai muissa isäntäkasveissa, kun puna-apilaa ei ole pellossa, joten ne ovat vähemmän riippuvaisia puna-apilasta. Erilaisten taudinaiheuttajien lajistoa analysoitiin Jokioisissa siirtymävaiheen luomupellolla, Juvalla luomupellolla sekä kahdella tavanomaisesti viljellyllä apilapellolla Marttilassa. *Gliocladium*-, *Trichoderma*- ja *Rhizoctonia*-isolaatteja löytyi enemmän vanhoista kuin nuorista luomuapilapelloista, kun taas nuoremmista pelloista löytyi enemmän *Cylindrocarpon*-isolaatteja. Tavanomaisesti viljellyillä pelloilla oli runsaammin *Fusarium avenaceum*- ja *F. culmorum*-punahomeita ilmeisesti seurauksena apilaa edeltäneestä viljanviljelystä. Kuitenkin vain yksi tutkituista 14 punahomeisolaatista aiheutti tautioireita puna-apilan siementaimilla. Useiden punahome- ja apilamätäkantojen tunnistus varmistettiin ja *F. avenaceum*-punahomeen isolaattien sukulaisuussuhteita tutkittiin DNA-analyysillä.

Vuosina 2003-2004 tekemässämme tutkimuksessa apilamätää tavattiin vain Pohjois-, Itä- ja Kaakkois-Suomessa, vaikka se 1960-luvulla oli yleinen kaikkialla Suomessa. Aggressiivisin apilamätäkanta löytyi Lapista. Apilalajikkeiden välillä oli eroja apilamätäherkkyydessä. Bjursele-lajiketta on aiemmin pidetty kestävimpanä puna-apilalajikkeena apilamätää vastaan. Laboratorionkokeissa Bjursele ja siitä polveutuva Betty olivatkin Jokioinen- ja Ilte-lajikkeita kestävämpiä. Yksi tutkituista biopreparaateista, venäläinen ”Alirin”, osoittautui jonkin verran tehokkaaksi apilamätää vastaan laboratorionkokeissa. Tulos oli vaatimaton parin viikon viive apilamädän tuhossa, mutta se antaa viitteitä siitä, että biopreparaateilla saattaa olla tehoa apilamätää vastaan myös kenttäoloissa, jos tehokas preparaatti onnistutaan löytämään.

Asiasanat: DNA, luomu, *Sclerotinia trifoliorum*, biologinen torjunta

## Johdanto

Apilamätä (*Sclerotinia trifoliorum*) on ehkä tärkein satotappioiden aiheuttaja puna- ja valkoapilalla Euroopan ja Pohjois-Amerikan pohjoisosissa. Apilamätä iskeytyy yleensä nuoriin, hyväkuntoisiin apilanurmiin. Apilamädän on havaittu leviävän pelloilla ja iskeytyvän apiloihin vielä 0 °C:n lämpötilassa, joka on huomattavasti sienirihmaston kasvun optimilämpötilan alapuolella. Apilamätää voidaan torjua käyttämällä taudinkestäviä lajikkeita. Kemikaalejakin on kokeiltu, jopa menestyksellä syksyisin ennen lumentuloa (Ylimäki, 1969), mutta esim. Kemira-growhow ei voi tällä hetkellä suositella mitään kemiallista valmistetta apilamätää vastaan.

Juurilaho tuhoaa apilan juuria jo taimiasteelta alkaen. Monet yleiset maasienet, kuten *Fusarium*-lajit eli punahomeet, voivat puna-apilalle epäsuotuisissa oloissa aiheuttaa juurilahoja. Vanhenevissa kasvustoissa on niittojen yhteydessä syntyneitä mekaanisia vaurioita. Ne tarjoavat monille maassa eläville taudinaiheuttajille helpon pääsyn kasvien juuristoon. Oireet vaihtelevat riippuen taudin aiheuttajista, isäntäkasveista ja ympäristöoloista. Tauti johtaa juurien johtosolukon vioittumiseen ja lopulta sen tuhoutumiseen. Sienirihmastojen tukkiessa johtosolukkoja apilan aineenvaihdunta häiriintyy ja kasvit näivettyvät vähitellen. Johtosolukon tuhouduttua sienet tunkeutuvat ympärilläkin oleviin solukkoihin ja lahottavat ne. Juurien lahoamista tapahtuu kaikkina vuodenaikoina, mutta selvimmät tuhot havaitaan keväällä, jolloin kasvit ovat talven heikentämiä (Ylimäki, 1967).

Suomessa apilan juurilahoja ja apilamätää on tutkittu niitonurmista laajemmin viimeksi 1960-luvulla (Ylimäki 1967, 1969). Muissa Pohjoismaissa apilamätäkantojen sukulaisuussuhteita muihin *Sclerotinia*-suvun lajeihin on tutkittu Norjassa 1990-luvulla (Holst-Jensen ym., 1998), kun taas Ruotsissa on 2000-luvulla tutkittu *Fusarium*-punahomeiden aiheuttamaa juurilahoja luomu-puna-apilassa (Wallenhammar ym., 2005).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää luomuapilapeltojen juurisienikoostumusta verrattuna tavanomaiseen viljelyyn. Apilan taudinaiheuttajia tunnistettiin nyt ensi kerran DNA-menetelmien avulla. Lisäksi tutkimme viljasta eristettyjen *Fusarium*- ja apilamätäkantojen patogeenisuutta puna-apilalla laboratorioskokeissa sekä biologisten torjuntamenetelmien käyttöä apilamätää vastaan. Työn alustavia tuloksia on esitetty Ruotsissa NJF-seminaarissa kesällä 2005 (Yli-Mattila ym., 2005).

## Aineisto ja menetelmät

### *Sieni-isolaattien eristäminen ja tunnistaminen*

Sieni-isolaatit eristettiin pintasteriloiduista (1 % hypokloriitti 5 min) puna-apilan juurista vuosina 2003-2004. Näytteet kerättiin, Jokioisissa siirtymävaiheen luomupelloilta, Juvalla luomupelloilta sekä Marttilassa kahdelta tavanomaisesti viljelyltä apilapelloilta. Apilamätä-isolaatit eristettiin 70 % etanolilla pintasteriloiduista rihmastopakhoista, joita kerättiin Rovaniemeltä, Sotkamosta ja Juvalta kenttäkokeista, joissa apilamätä oli tuhonnut puna-apilaa. Puhdasviljelmien tunnistus tehtiin makro- ja mikroskooppisten tuntomerkkien perusteella. DNA-eristykset, ITS (internal transcribed spacer)-sekvensoinnit ja näin saatujen DNA-sekvenssien vertailut tunnetuihin ITS-sekvensseihin lajien tunnistuksen varmistamiseksi tehtiin Yli-Mattila ym. (2004) mukaisesti. *F. avenaceum*-kantojen tunnistus varmistettiin lajispesifisillä DNA-alkukeilla (Yli-Mattila ym., 2004) Kymmenellä *F. avenaceum*-kannalla tehtiin myös RAPD-PCR-analyysi (Yli-Mattila ym., 1996, Paavanen-Huhtala ym., 1999).

### *Puna-apilalajikkeet*

Työn laboratorio-osuudessa tutkittiin neljää puna-apilalajiketta. Näistä diploidi Jokioinen on kotoisin Suomesta, tetraploidi Ilte Virosta ja diploidi Bjursele ja siitä kehitetty tetraploidi Betty Ruotsista. Tetraploidit lajikkeet ovat satoisampia kuin diploidit lajikkeet, ja Betty on lisäksi huomattavasti talvenkestävämpi kuin muut nyt tutkitut lajikkeet (Hakala & Jauhiainen 2006, Maatilan Pirkka 2/2000).

**Puna-apilasaastutukset, resistenssikokeet sienillä ja biopreparaattien tehokkuuden testaus**

Puna-apilan siemenet pintasteriloitiin 0,1 % AgNO<sub>3</sub>-liuoksella minuutin ajan, minkä jälkeen ne huuhdeltiin steriilillä vedellä. *Fusarium*-itiöitä tuotettiin Petri-maljoilla kasvatetuilla puhtasviljelmillä Yli-Mattila ym. (2005) mukaisesti. Steriloidut apilan siemenet käsiteltiin itiösuspensioilla (2,5 x 10<sup>5</sup> - 10<sup>6</sup> itiötä/ml) 10 min ajan. Tämän jälkeen siemenet kuivattiin ja laitettiin suodatinpaperille Petri-maljoille. Kokeet tehtiin neljänä toistona (50 siementä per Petri-malja) jatkuvassa valossa 24 asteen lämpötilassa. Tulokset tarkastettiin kahden viikon kuluttua. Seitsemän *Fusarium*-kannan patogeenisuutta tutkittiin sekä Bjursele- että Jokioinen-lajikkeella, ja sen jälkeen vielä seitsemän kannan patogeenisuutta tutkittiin Jokioinen-lajikkeella. Patogeenisuutta arvioitiin itämisen perusteella.

Apilamädästä tuotettiin rihmastonpaloja sisältävä suspensio mukaellen Marum ym. (1994) menetelmää. Irta leikattuihin apilan lehtiin (kaikki neljä lajiketta), jotka oli sijoitettu 0,5 % vesi-agarille (joka sisälsi 50 mg/l bentsimidatsolia) pipetoitiin homogenoituja rihmastonpaloja sisältävä 10 µl:n ymppe ja lehtiä pidettiin 15 °C:n lämpötilassa 12 tunnin valo-pimeäsyklissä 10-14 vuorokauden ajan. Ymppe valmistettiin viikon ikäisestä PD-nesteviljelmästä ja lopullista rihmastonpalasuspension konsentraatio säädettiin spektrofotometrin avulla (absorptio 1,2 647 nm:n aallonpituudella). Ymppeyksessä käytettiin kolme apilamätäkantaa, Rovaniemen, Kainuun ja Juvan. Lehdistä arvioitiin oireet: 0 = terve lehti, 1 = lievä tauti, 2 = keskinkertainen tauti, 3 = voimakas tauti ja 4 = kuollut lehti. Biopreparaattien tehokkuutta apilamätää vastaan tutkittiin Bjursele- lajikkeen neljän viikon ikäisillä kasveilla kasvatuskammiossa. Saastutus tehtiin ruiskuttamalla rihmastonpaloja sisältävää homogenaattia kasveihin, minkä jälkeen kasvit laitettiin 100 %:n kosteuteen. Biopreparaatit ja kemialliset torjunta-aineet ruiskutettiin kasveihin vuorokautta ennen saastutusta käyttäen valmistajien suositamia pitoisuuksia. Kasvit arvioitiin asteikolla 0 (terve kasvi) – 4 (kuollut kasvi) kahden ja neljän viikon kuluttua saastutuksesta.

**Tulokset ja tulosten tarkastelu****Juurilaho**

Alustavien tulosten mukaan *Fusarium avenaceum* oli yleisin punahome varsinkin tavanomaisesti viljellyillä pelloilla. *Fusarium culmorum*-punahometta löytyi ainoastaan tavanomaisesti viljellyillä pelloilla, kun taas *Rhizoctonia solani*, joka aiheuttaa juurilahoja apilalla, oli yleisempi luomupelloilla. Jokioisten siirtymävaiheen luomupelloilla puolestaan oli suhteellisen runsaasti *Cylindrocarpon*-hometta.

Morfologinen tunnistus	Koodi	Molekyylibiologinen tunnistus		
		JIA	AA	ITS
<i>Cylindrocarpon</i> sp.	A1/2	-		<i>Cylindrocarpon destructans/Neonectria radicola</i>
<i>Fusarium avenaceum</i>	A4/2	+		
<i>F. avenaceum</i>	3*	+		<i>Fusarium avenaceum/F.tricinatum</i>
<i>F. avenaceum</i>	VT5/1	-		
<i>Alternaria</i> sp.	A4/1	-	+	
<i>Alternaria</i> sp.	A3/1	-	-	
<i>F.avenaceum</i>	VT4/3	-		<i>Fusarium avenaceum/F.tricinatum</i>
	5;2	-		
<i>Rhizoctonia solani/F. avenaceum</i>	6/2;2*	+		
<i>Mucor</i> sp.	8/2;1	-		<i>Mucor</i> sp.

Taulukko 1. Esimerkkejä sieni-isolaateista, joiden morfologinen tunnistus varmistettiin lajispesifisillä alukkeilla JIA (spesifinen *F. avenaceum*-punahomeelle) ja AA (spesifinen *Alternaria alternata*-homeelle) sekä ITS-sekvenssien avulla.

Mielenkiintoista oli *Gliocladium*- ja *Trichoderma*-homeiden suuri määrä Juvan luomupellolla. Näihin homeisiin kuuluu useita lajeja, joita käytetään tautihomeiden biologisessa torjunnassa. Siten ne antavat puna-apilalle luontaista vastustuskykyä. Luomupellolla näyttäisikin siis olevan luontaista torjuntakykyä juurilahoja vastaan. (Kuva 1).

ITS-sekvenssien avulla voitiin varmistaa apilamätäkantojen lajimääritykset. Ne myös tukivat sukutasolla *Fusarium*-, *Cylindrocarpon*- ja *Mucor*-sukujen lajimäärityksiä (Taulukko 1). Lajispesifisillä alukkeilla voitiin puolestaan varmistaa *F. avenaceum*- ja *Alternaria alternata*-isolaattien lajimääritys sekä se, että *Rhizoctonia solani*-rihmasto sisälsi myös *F. avenaceum*-rihmastoa (Taulukko 1). Vain yksi tutkituista 14 *Fusarium*-isolaateista oli patogeeninen apilan siementaimille (Kuva 2). Patogeenisten isolaattien pieni määrä verrattuna aiempaan tutkimukseen (Ylimäki, 1967) johtuu ilmeisesti siitä, että aiemman tutkimuksen sieni-isolaatit olivat peräisin selvästi sairaista kasveista, kun taas nyt tehdyssä tutkimuksessa *Fusarium*-isolaatit olivat peräisin oireettomista kasveista.

DNA-analyysin (RAPD-PCR) avulla kaikki tutkitut 20 *Fusarium*-isolaattia voitiin erottaa toisistaan isolaateille spesifisten monistustuotteiden avulla. Kymmenen tutkittua *F. avenaceum*-isolaattia jakaantuivat UPGMA-sukupuussa kahteen pääryhmään, joista löytyi edustajia eri kasvupaikoista.

### **Apilamätä**

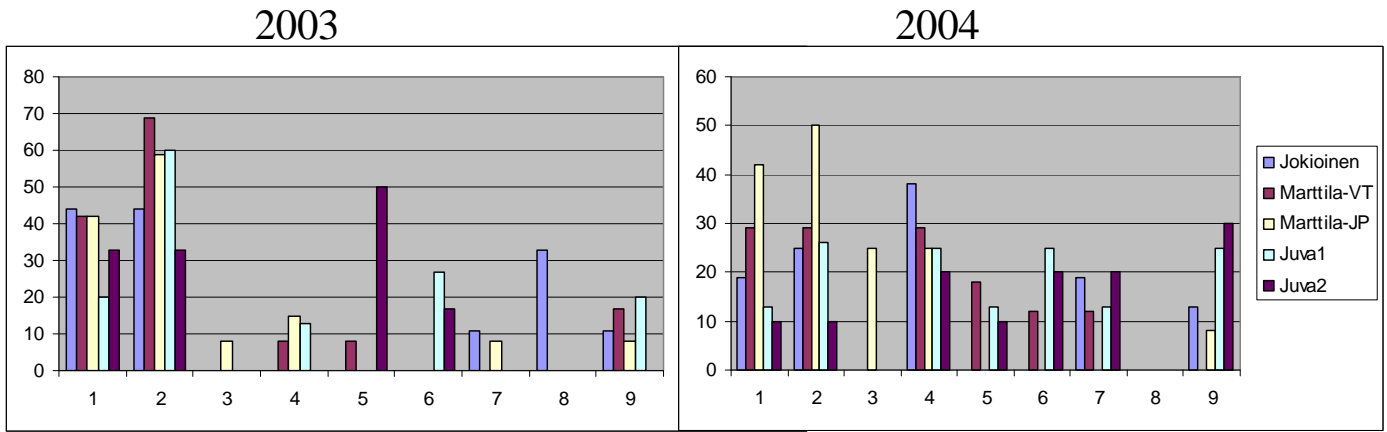
DNA-analyysin (RAPD-PCR) perusteella kolmesta eri paikasta kerätyt apilamätäkannat olivat lähes samanlaisia keskenään. ITS-sekvenssien perusteella ne kaikki kuuluvat *Sclerotinia trifoliorum*-lajiin (Kuva 3) Alustavien saastutuskokeiden perusteella ne kaikki olivat myös hyvin aggressiivisia. Kantojen samankaltaisuus saattaisi johtua siitä, että rihmastopahkoista kasvavat rihmastot voivat Pohjoismaissa saastuttaa apilaa myös suoraan ilman itiöemävaihetta ja rihmastopahkat voivat levitä kylvösiemenen mukana.

apilanviljelyn romahtamisesta viimeisen 40 vuoden aikana on seurannut se, että apilamätä on hävinnyt laajoilta alueilta varsinkin Etelä- ja Länsi-Suomesta.

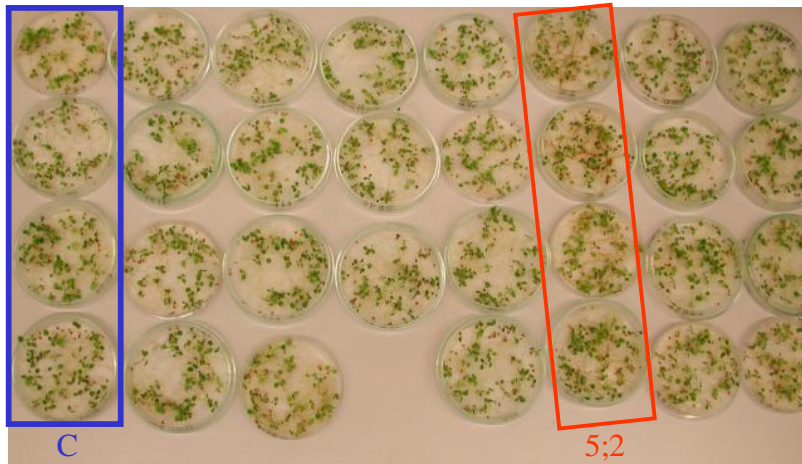
Apilalajikkeista Bjursele ja Betty olivat vastustuskykyisempiä apilamätäkantaa Juva-2 vastaan kuin Jokioinen ja Ilte. Mikään kanta ei ollut vastustuskykyinen kahta muuta pohjoissuomalaista kantaa vastaan (Kuva 5). Vain yksi tutkituista neljästä biopreparaatista hidasti taudin kehittymistä ja kasvien kuolemista kasvihuonekokeissa (Taulukko 2).

### **Johtopäätökset**

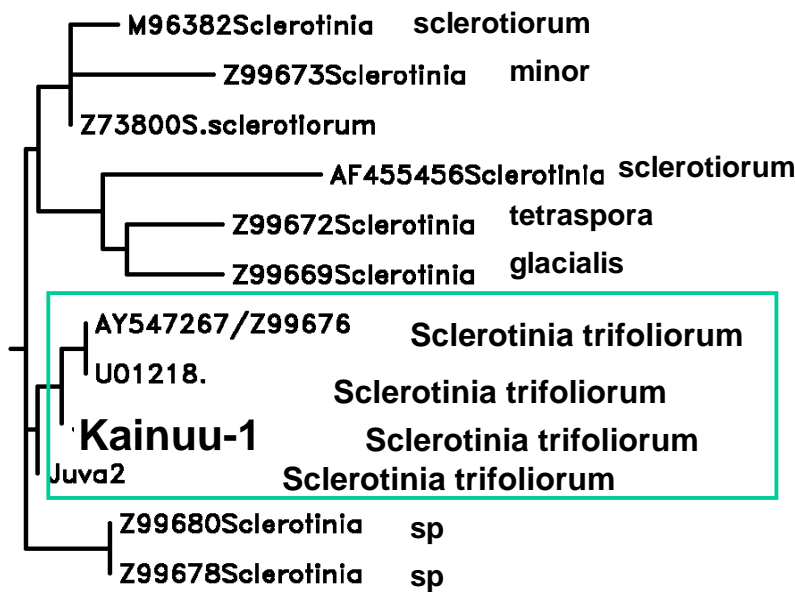
Luomuviljelyllä näyttäisi olevan tulostemme perusteella vaikutusta apilanjuurten sienilajikoostumukseen. Luomupelloilta löytyi mm. *Gliocladium*- ja *Trichoderma*-homeita, jotka antavat puna-apilalle luontaista vastustuskykyä. Jatkossa on tutkittava luomupeltojen apilajuurten sienilajikoostumusta ja sen vaikutusta juurilahon kehittymiseen useammalla luomupellolla. Apilamätä aiheutti ongelmia Itä- ja Pohjois-Suomen apilanurmilla vuosina 2003-2005. Myös Etelä- ja Länsi-Suomessa tilannetta pitää seurata luomupelloilla, joilla puna-apilaa viljellään säännöllisesti. Ainakin yhdellä tutkitulla biopreparaatilla näyttäisi olevan mahdollista hidastaa apilamädän kehitystä puna-apilassa. Jatkossa on tutkittava useampia biopreparaatteja, minkä jälkeen biopreparaattien vaikutusta apilamätää vastaan on tutkittava kenttäkokeissa, joissa apila kasvaa talvella lumen alla. Tavoitteena on saada aikaan niin suuri taudin kehittymisen hidastuminen, että riittävästi luomuapilaa säilyisi talven yli niitonurmilla. Myös apilamädälle kestävämpien apilalajikkeiden etsimistä ja jalostustyötä on jatkettava.



Kuva 1. Eri sienilajien suhteelliset määrät puna-apilan juurissa kuivana ja lämpimänä kasvukautena 2003 ja sateisena kasvukautena 2004 siirtymävaiheen luomupellolla Jokioisilla, kahdella tavanomaisesti viljellyllä pellolla Marttilassa sekä ensimmäisen ja toisen vuoden luomupellolla Juvalla. 1 = *Fusarium avenaceum*, 2 = *F. avenaceum*/*F. tricinctum*/*F. acuminatum*, 3 = *F. culmorum*, 4 = muut *Fusarium*-lajit, 5 = *Gliocladium*/*Trichoderma*, 6 = *Rhizoctonia*, 7 = *Cylindrocarpon*, 8 = *Alternaria*, 9 = muita sieniä



Kuva 2. Eri *Fusarium*-kantojen patogeenisuus puna-apiloiden siementaimiin. Vain kanta 5;2 aiheutti oireita (ruskea väri) siementaimiin. C= Kontrolli.

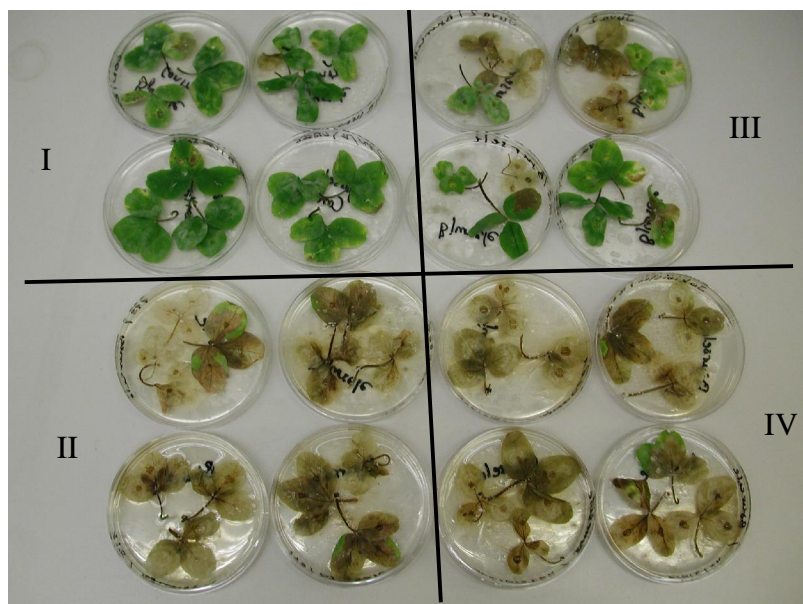


Kuva 3. ITS-sekvensseihin perustuva UPGMA-sukupuu. Suomalaiset apilamätäsolaatit ryhmittyvät tunnettujen *S. trifoliorum*-isolaattien kanssa





Kuva 4. Apilamädän tuhoamaa apilaa ja rihmastopakkoja (osoitettu punaisilla nuolilla) kenttäkokeissa Kainuussa (kuva Jukka Kemppainen)



Kuva 5. Kolmen apilamätäkannan vaikutus Bjursele-lajikkeeseen kahden viikon kuluttua ympäykestä. I on kontrolli, II = Lappi-119, III = Juva-2, IV = Kainuu-1. Juva-2 osoittautui vähiten patogeeniseksi ja osa lehdistä on vielä vihreitä.

Käsittely	DI ( $\bar{x} \pm s \bar{x}$ )	% sairaita ( $\bar{x}$ )	% kuolleita ( $\bar{x}$ )	Biologinen teho (%)
Kontrolli	<b>0,97±0,35</b> (1,9±0,52)	<b>66,7</b> (80,0)	<b>0</b> (0)	-
119	<b>2,93±0,18</b> (3,7±0,25)	<b>93,3</b> (93,3)	<b>33,3</b> (86,7)	-
Mycostop+119	<b>3,10±0,49</b> (4,0)	<b>100,0</b> (100)	<b>46,7</b> (100)	0 (0) (DI) 0 (0) (% kuolleita kasveja)
Prestop+119	<b>2,93±0,27</b> (4,0)	<b>100,0</b> (100)	<b>33,3</b> (93,3)	0 (0) (DI) 0 (0) (% kuolleita kasveja)
Alirin	<b>1,53±0,35</b> (3,7±0,23)	<b>80,0</b> (100)	<b>6,7</b> (73,3)	48 (0) (DI) 80 (15,5) (% kuolleita kasveja)
Gliomix	<b>3,10±0,32</b> (3,9±0,06)	<b>93,3</b> (100)	<b>58,0</b> (86,7)	0 (0) (DI) 0 (0) (% kuolleita kasveja)
Rovral	<b>1,27±0,66</b> (2,5±0,44)	<b>53,3</b> (100)	<b>6,7</b> (6,7)	57 (32) (DI) 80 (92) (% kuolleita kasveja)

Taulukko 2. Biopreparaattien biologinen teho keinotekoisesti apilamädällä saastutetuilla apiloilla verrattuna kemialliseen fungisidiin (Rovral) ja vesikontrolliin. Tulokset on mitattu kahden ja neljän (punainen arvo suluissa) viikon kuluttua saastutuksesta. Tulokset ovat kolmen käsittelyn (5 kasvia/käsittely) keskiarvoja.

## Kirjallisuus

- Hakala, K. & Jauhiainen, L.** 2006. Lajikevalinta ja viljelytoimet avaimina apilanviljelyn menestykseen. Maataloustieteen päivät 2006. www.smts.fi.
- Holst-Jensen, A., Vaage, M. & Schumacher, T.** 1998. An approximation to the phylogeny of *Sclerotinia* and related genera. *Nordic J. Bot.* 18: 705-719.
- Maatilan Pirkka 2/2000.** Betty nykäisee apilasadot uudelle tasolle.
- Marum P., Smith R.R. & Grau C.R.** 1994. Development of procedures to identify red clover resistant to *Sclerotinia trifoliorum*. *Euphytica* 77: 257-261.
- Paavanen-Huhtala, S., Hyvönen, J., Bulat, S.A. & Yli-Mattila, T.** 1999. RAPD-PCR, isozyme, rDNA RFLP and rDNA sequence analyses in identification of Finnish *Fusarium oxysporum* isolates. – *Mycol. Res.* 103: 625-634.
- Wallenhammar, A.-C., Adolfsson, E., Engström, M., Henriksson, M., Lundmark, S., Rompke, G. & Ståhl, P.** 2005. Field Surveys of *Fusarium* root rot in organic red clover leys. Abstract book of the NJF-Seminar 369 Organic Farming for a New Millennium, Alnarp, Sweden June 15-17, 2005: 197-199.
- Ylimäki, A.** 1967. Root rot as a cause of red clover decline in leys in Finland. *Ann. Agric. Fenniae*, 6, 1-59.
- Ylimäki, A.** 1969. Apilamätä apilan talvehtimisen heikentäjänä Suomessa (Clover rot as a cause of poor overwintering of clover in Finland). *J. Sci. Agric. Soc. Finland*, 41, 222-242.
- Yli-Mattila, T., Kalko, G., Hannukkala, A. & Hakala, K.** 2005. Clover rot (*Sclerotinia trifoliorum*) and *Fusarium* fungi in organic red clover in Finland. Abstract book of NJF-Seminar 369 Organic Farming for a New Millennium, Alnarp, Sweden June 15-17, 2005: 258.
- Yli-Mattila, T., Paavanen, S., Hannukkala, A., Parikka, P., Tahvonen, R. & Karjalainen, R.** 1996. Isozyme and RAPD-PCR analyses of *Fusarium* strains from Finland. *Plant Pathol.* 45: 126-134.
- Yli-Mattila, T., Paavanen-Huhtala, S., Parikka, P., Hietaniemi, V., Jestoi, M., Gagkaeva, T., Sarlin, T., Haikara, A., Laaksonen, S. & Rizzo, A.** 2005. Real-time PCR detection and quantification of *Fusarium poae*, *F. graminearum*, *F. sporotrichioides* and *F. langsethiae* as compared to mycotoxin production in grains in Finland and Russia. *Eur. J. Plant Pathol.* (submitted).