

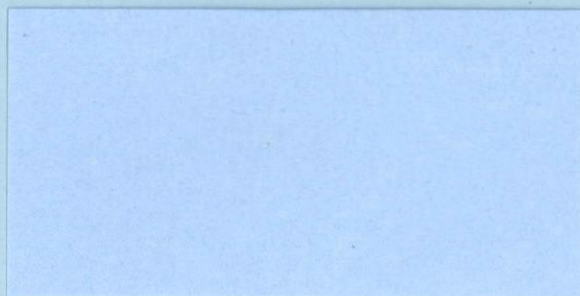
MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

KASVITAUTIEN TUTKIMUSLAITOKSEN TIEDOTE N:o 30

ESKO SEPPÄNEN

PERUNAN VARASTOTAUTEJA AIHEUTTAVISTA FUSARIUM- JA PHOMA-LAJEISTA SUOMESSA V. 1975-77

FUSARIUM- JA PHOMA-LAJIEN AIHEUTTAMIEN PERUNAN VARASTOTAUTIEN KEMIALLISEN TORJUNNAN MAHDOLLISUUKSISTA



VANTAA 1977

PERUNAN VARASTOTAUTEJA AIHEUTTAVISTA FUSARIUM- JA PHOMA-LAJEISTA SUOMESSA
V. 1975 - 77

Kasvukaudeksi 1975 tuotetun siemenperunan mukana kulkeutui maahamme runsaasti uutta, osaksi entistä patogeenisempaa varastotauteja aiheuttavaa sienimateriaalia. Tuontieristä otetuista näytteistä on eristetty ja määritetty perunalle patogeenisina 8 Fusarium- ja 2 Phoma-lajia. Eri sienilajien ja saman sienen eri isolaattien patogeenisuuserot ovat merkitseviä. Lajikkeiden alttiudessa eri sienilajeja vastaan on merkitseviä eroja.

Johdanto

Perunan varastotauteja on meillä tutkittu niukasti. JAMALAINEN (1943) on eristänyt ja määrittänyt perunasta *Fusarium coeruleum* ja *F. sambucinum*, molemmat yksittäisiä löydöksiä. OLLILA (1947) on pyrkinyt selvittämään varastotauteja aiheuttavaa lajistoa. Hän on päätenyt toteamukseen, että perunarutto (*Phytophthora infestans*) on huomattavin varastotautien aiheuttaja, myös bakteeritaudeilla on jonkin verran merkitystä, mutta *Fusarium*-lajit ovat käytännöllisesti katsoen merkityksettömiä. Vain *Fusarium coeruleum* todetaan primääriseksi patogeeniksi, kun taas lajit *F. avenaceum*, *F. merismoides*, *F. sambucinum* ja *F. solani* katsotaan saprofyyteiksi. Toteamus eri taudinaiheuttajien merkityksestä on varmaan oikeaan osunut, mutta päätelmä vain yhden *Fusarium*-lajin patogeenisuudesta perustuneen liian suppeaan tutkimusaineistoon. Tähän viittaa myös se, että Phoma-lajeja ei ole todettu lainkaan.

Toisen lajistoa selvittävän yrityksen teki SEPPÄNEN (1972) tutkiessaan vähittäiskaupassa olevan ruokaperunan laatua ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Vielä tuolloinkin perunarutto on ollut yleisin varastotauti. Uutena merkittävänä tautina on todettu Phoma-mätä useissa Bintje-erissä, jotka olivat peräisin äskettäin maahan tuoduista siemenieristä. Phomaa eristettiin kaksi tyyppiä, jotka olivat morfologisesti samanlaiset, mutta toinen, patogeenisempi tyyppi muodosti keinoalustalla kasvaessaan väriainetta, rihmasto oli ruskehtava, toisen tyyppin ollessa harmaa. Näillä perusteilla ne katsottiin eri lajeiksi *Phoma solanicola* ja *P. foveata*. Patogeenisiä *Fusarium*-lajeja todettiin kolme, *Fusarium coeruleum*, *F. oxysporum* ja *F. sambucinum*, mutta niiden merkitys todettiin vähäiseksi. Haavaloisina niihin kiinnitettiin kuitenkin huomiota, olivathan mekaaniset vioitukset yleisin ruokaperunan laatua alentava tekijä.

1970-luvulla perunan varastotauteja aiheuttavien Phoma- ja Fusarium-lajien merkitys on nopeasti lisääntynyt lähes koko Euroopassa ja ne ovat olleet erittäin vilkkaan tutkimuksen kohteena. Kun maahamme tuotiin kasvukaudeksi 1975 noin 9000 tonnia siemenperunaa, oli ilmeistä, että sen mukana kulkeutuisi maahamme varastotautien aiheuttajia, lähinnä Phoma- ja Fusarium-lajeja. Tuontia koskevassa selvityksessä todetaan (SEPPÄNEN ja HYTÖNEN 1977) useiden erien olleen pahasti Phoma- ja/tai Fusarium-sienten pilaamia. Keskimääräinen pilaantuneiden osuus ilmenee oheisesta asetelmasta.

	Eriä	Pilaantuneita keskimäärin
Kasvitautien tutkimuslaitoksen aineisto	73	3.2 %
Valtion siementarkastuslaitoksen "	24	3.1 "
Viljelijöiden arviot	125	2.7 "

Nämä kolme hajanaista aineistoa osoittavat pilaantuneiden osuudeksi noin kolme prosenttia. Tämän mukaan maahamme tuotiin noin 300 tonnia pilaantuneita mukuloita. Sinänsä pilaantuneiden määrä ei ole hälyttävän suuri lukuun ottamatta yksittäisiä tapauksia, mutta monin verroin vakavampi on se, että maahamme tuli uutta taudinaiheuttaja-ainesta, joka on levinnyt eri puolille maata ja nimenomaan perunan tuotantoon erikoistuneille tiloille.

Tässä tiedotteessa esitetään tuloksia Phoma- ja Fusarium-lajistosta, sekä alustavaa saastutusmenetelmää, sienten patogeenisuutta ja lajikekestävyyttä selvittäviä kokeita.

Aineisto ja tutkimusmenetelmät

Aineisto

Alkuperäinen tavoite oli selvittää varastotauteja aiheuttavien sienien lajistoa ja patogeenisuutta tuontieristä otettavista näytteistä. Tutkimuksen käynnistymisen viivästyttyä saatiin tällä tavoin näytteitä vain 73 kpl, eivätkä ne enempää kuin niistä eristetyt sienetkään edusta koko tuontia. Tämän vuoksi aineistoa on täydennetty v. 1976-77 ulkomaisen siemenperunan lisäyseristä otetuista näytteistä. Osa näin saadusta aineistosta saattaa olla kotimaistakin alkuperää. Rinnan ulkomaisen aineiston keruun kanssa on koottu myös kotimaista sienimateriaalia, vuonna 1975 niukasti, mutta seuraavina vuosina hiukan runsaammin. Osa kotimaisesta aineistosta on tiloilta, joilla ei ole ollut yhteyttä tuontiin ja ovat siten aikaisempaa perua, mutta osa saattaa olla ulkomaista alkuperää. Kokonaisuutena tutkittavana oleva aineisto antanee tyydyttävän kuvan meillä nykyisin tavattavasta lajistosta, ehkäpä roduistakin.

Sienten eristäminen, kasvattaminen ja määrittäminen

Eristäminen on tehty siten, että tautinen mukula on paloitetu ja terveeseen solukon rajalta otetut palaset laitettu petrimaljaan kostealle suodatinpaperille huoneen lämpötilaan. Siinä sieni kasvaa muutamassa päivässä rihmaston, josta se on helppo siirtää ravintoalustalle puhtaaksi viljelyä varten. Joissakin tapauksissa on eristys voitu tehdä suoraan mukulassa olleesta sienirihmastosta.

Kukin isolaatti on yksittäisestä sienirihmasta kasvatettu, perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan yhtenäinen viljelmä. Ravintoalustana on käytetty joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta peruna-agarria.

Määritykset on tehty tavalliseen tapaan kullekin sienilajille ominaisen kasvutavan ja värin sekä itiöiden ja rihmaston koon ja muodon perusteella. Phoma-lajien määrityksissä on lisäksi käytetty biokemiallista testiä, joka perustuu lajien erilaiseen kykyyn tuottaa määrättyllä alustalla kasvaessaan tiettyä väriainetta. Fusarium-lajien määritykset perustuvat BOOTHin (1971) järjestelmään. Phoma-lajien osalta on noudatettu FOLDØn ja HELLMERSin (1974) käyttämää määrittämenetelmää.

Patogeenisuusvertailut ja lajikkeiden kestävyys

Sienilajien ja saman lajin eri isolaattien patogeenisuuden samoin kuin perunalajikkeiden välisen alttiuden selvittämiseksi on tehty vasta alustavia kokeita. Useimmat kokeet on tehty muunnetulla LANGTONin (1971) menetelmällä. Mukulan puoliväliin on korkkiporalla tehty 5 mm:n läpimittainen haava, johon on pantu tippa sienien itiösuspensiota tai henonnettua itiö+rihmastoseosta. On käytetty kahta infektointisyvyyttä, 2 mm ja 10 mm, edellinen johtojänteen ulkopuolella ja jälkimmäinen sen sisäpuolella.

Koejäsenä kohti on inokuloitu 2 x 20 mukulaa, joissakin tapauksissa koe-materiaalin puutteen takia vain 2 x 10 mukulaa. Mukulat on inkuboitu kellarilämpötilassa, 4-7°C.

Mukulat on analysoitu n. kuukausi inokuloinnin jälkeen. Halkaistusta mukulasta on mitattu infektioiden leveys ja syvyys. Niiden keskiarvoja on tarkasteltu varianssianalyysin ja F-testin avulla. Tulosten vähäisyyden takia ei yksittäisiä koejäseniä ole verrattu keskenään tilastollisin menetelmin.

Tulokset

Sienilajisto

Kaikkiaan eristettiin lähes 1000 isolaattia noin 300 näytteestä. Niistä on määritetty 230 isolaattia, jotka kuuluvat perunalle patogeeneisiin Fusarium- ja Phoma-lajeihin. Määritetyt Fusarium-lajit ovat BOOTHin (1971) mukaan *F. avenaceum* (Cda ex Fr.) Sacc., *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc., *F. oxysporum* Schl. emend. S. & H., *F. sambucinum* Fuck., *F. solani* (Mart.) Sacc., *F. solani* var. *coeruleum* (Sacc.) Booth comb., *F. sulphureum* Schl. ja *F. tricinctum* (Cda) Sacc. Phoma-lajit ovat FOLDØn ja HELLMERSin (1974) mukaan *Phoma exigua* Desm. var. *exigua* Maas ja *P. e.* Desm. var. *foveata* (Foister) Boerema. Kaikki mainitut Fusarium-lajit ovat meillä aikaisemmin todettuja, mutta perunan patogeeneina ovat meillä uusia *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. solani*, *F. sulphureum* ja *F. tricinctum*. Phoma-lajit ovat samat kuin aikaisemmin todetut (SEPPÄNEN 1971), sillä *P. exigua* var. *exigua* = *P. solanicola* ja *P. exigua* var. *foveata* = *P. foveata*. Tosin aikaisempi lajien erottaminen perustui pelkästään niiden erilaiseen pigmentin muodostuskykyyn ja patogeeneisuuteen, mutta nyt on ollut apuna biologia väritestejä, joten on mahdollista, että aikaisemmin *P. foveata*ksi määritetty voi olla *P. exigua* var. *exigua*. Taulukossa 1 esitetään määrittäykset lajeittain sekä alkuperän tai oletetun alkuperän mukaan jaoteltuna. Aineisto on liian pieni osoittamaan eri lajien suhteellista merkitystä maassamme, mutta vuoden 1977 luvut antanevat kuitenkin jonkinlaisia viitteitä. On ilmeistä, että esim. *Fusarium culmorumia*, *F. oxysporumia* ja *F. tricinctumia* esiintyy perunassakin suhteellisesti enemmän, mutta heikkoina patogeeneina ne ovat jääneet vähemmälle huomiolle.

Yhteenvedona voidaan todeta, että meillä on nyt todettu kaikki BOYDin (1972) mukaan merkityksellisimmät Fusarium- ja Phoma-lajit. Toistaiseksi Phoma-lajien merkitys näyttää vähäisemmältä kuin Fusariumien, mutta on vuosi vuodelta lisääntymässä. Huolestuttavin seikka on patogeenisen *P. exigua* var. *foveata* -löydökset maan eri puolilta.

Lisäksi tuontisiemenessä todettiin vähäisessä määrin bakteerien aiheuttama märkämätää, känsärupea (*Oospora pustulans*) ja harmaa hilsettä (*Spondylocladium atrovirens*), mutta niihin ei kiinnitetty enempää huomiota.

Taulukko 1.

Vuosina 1975-77 määritetyt Fusarium- ja Phoma-lajit. Osa vuosina 1976-77 kotimaisiksi nimetyistä sienistä saattaa olla ulkomaista alkuperää. Näiden vuosien ulkomaiset sienet on määritetty v. 1975 tai myöhemmin maahan tuotujen erien lisäyksistä.

Laji	1975		1976		1977	
	kotim.	ulkom.	kotim.	"ulkom."	kotim.	"ulkom."
Fusarium avenaceum	-	9	2	6	11	9
" coeruleum	2	16	4	9	11	14
" culmorum	3	12	3	2	2	2
" oxysporum	1	5	-	1	1	-
" sambucinum	-	2	2	2	4	3
" solani	-	6	5	7	1	5
" " var. coeruleum	2	16	4	9	11	14
" sulphureum	-	3	-	-	-	-
" tricinatum	1	2	-	-	-	-
	7	52	16	27	30	33
Phoma exigua var. exigua	2	9	7	3	6	7
" " " foveata	-	1	1	2	12	15
	2	10	8	5	18	22

Patogeenisuusvertailut

Menetelmävertailu. Vuoden 1976 aikana suoritettiin joukko infektiokokeita, joissa selvitettiin saastutustavan ja -syvyyden merkitystä. Tuloksia ei ole tilastollisesti käsitelty, koska ne ovat hyvin hajanaiset, vaan on tyydytty tarkastelemaan 3040 havainnon keskiarvoja sellaisinaan. (taulukko 2). Seitsemän Fusarium-lajin infektoinnissa rihmastosaastutus (rihmasto+ itiöseos) oli siinä mielessä tehokkaampi, että infektio kehittyi nopeammin kuin pelkässä itiösuspensiossaastutuksessa. Muuten tulokset olivat aivan samansuuntaiset. Saastutusyvytydessä oli se mielenkiintoinen ero, että 10 mm:n syvyyteen tehdyssä inokuloinnissa infektio kehittyi leveyssuunnassa huomattavasti nopeammin kuin 2 mm:n syvyyteen tehdyssä. Sen sijaan infektion leviämässä syvyyssuuntaan ei ollut eroja. Phoma-lajeilla saatiin aivan vastaava tulos.

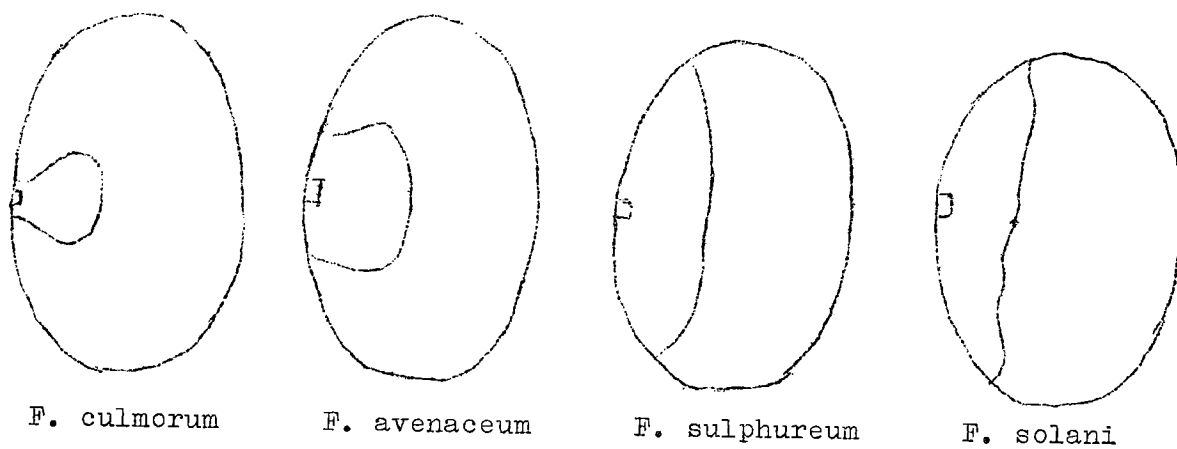
Kahden infektiösyvyyden käyttäminen osoittautui asialliseksi sekin, koska mukulan kuoriosan ja vararavinto-osa (johtojänteen ulkopuolinen ja sisäpuolinen osa) ovat infektiöalustana erilaisia. Tämä vaikuttanee osaltaan siihen, että heikoille patogeeneille on ominaista kuoriosassa pääasiallisesti syvyyssuuntaan tapahtuva eteneminen, mutta johtojänteen sisäpuolella ei ole mainittavaa eroa.

Viidellä tärkkelysperunalajikkeella tehtiin toisentyypisiä, infektiokyn-
nystä selvittäviä kokeita. Itiösuspensio laimennettiin 1:100, jolloin
infektioprosentti useimmissa tapauksissa aleni. Tulos rohkaisi jatkamaan
laajemmalla materiaalilla.

Taulukko 2.

Infektointitavan ja -syvyyden vaikutus vioituksen leveyteen ja syvyyteen
Fusarium-lajeilla. Luvut ovat 3040 havainnon keskiarvoja. (Tulokset la-
jeittain ja kokeittain Kasvitautien tutkimuslaitoksen koetulosmonisteessa
vuodelta 1976.)

Infektointitapa	Infektointisyvyys mm	Vioituksen keskimääräinen	
		leveys mm	syvyys mm
Itiösuspensio	2	3.6	4.7
"	10	5.4	5.5
Rihmasto+ itiömassa	2	5.1	6.4
"	10	6.9	6.0



Kuva 1. Taudinaiheuttajan eteneminen mukulassa riippuu mm. sienilajista
ja perunalajikkeen kestävydestä. Tässä 4 Fusarium-lajille luonteenomai-
nen eteneminen Bintjessä. Piirroksessa mukulan halkileikkaus. Infektio-
kohta vasemmalla.

Taulukko 3.

Alustava saastutuskoe *Fusarium solani*lla

Lajike Bintje. Koejäsentä kohti 2 x 20 mukulaa. Inokuloitu 28.1.77
2 mm:n syvyyteen. Agarien ikä n. 2 viikkoa. Säilytetty kellarissa n.
5°C:ssa. Analysoitu 18.2.77.

Isolaatti	Itiösaastutus		Rihmasto+ itiömassa- saastutus	
	Vioituksen keskim. leveys mm	syvyys mm	Vioituksen keskim. leveys mm	syvyys mm
F. solani 6942-2 kotim.	7.5	6.1	21.5	10.7
" 76277-4 "	22.3	10.3	17.6	9.5
" 7591-10 ulkom.	13.8	7.8	19.0	10.2
" 7592-4 "	11.8	6.8	15.4	9.1
" 75161-3 "	17.7	8.9	20.2	10.2
F-arvo	7.13 ^x	11.78 ^{xx}	5.62 ^x	11.47 ^{xx}

Taulukko 4.

Alustava Phoma-isolaattien patogeenisuusvertailu

Lajike Bintje. Koejäsentä kohti 2 x 10 mukulaa. Rihmasto+ itiömassa-
saastutus 17.1.77. Agarien ikä noin 2 viikkoa. Säilytetty kellarissa
n. 5°C:ssa. Analysoitu 9.2.77.

Koejäsen	Keskimääräinen vioituksen		
	leveys mm	päältä leveys leik- kauksessa mm	syvyys leik- kauksessa mm
1. Phoma e. var. foveata 771-1	10.4	10.7	8.2
2. " " 772-1	9.1	10.4	8.4
3. " " 773-1	9.6	11.8	9.8
4. " " 76389-1	15.1	15.0	10.0
5. " " 76290-8	11.5	11.5	8.5
6. Phoma e. var. exigua 774-1	7.4	7.8	8.3
7. " " 76321-6	1.4	2.1	3.3
8. " " 76391-2	2.3	3.1	4.7
F-arvo	61.03 ^{xxx}	76.15 ^{xxx}	20.74 ^{xxx}

Lajien ja eri isolaattien patogeenisuuserot. Menetelmävertailujen yhteydessä pyrittiin alustavasti selvittämään eri lajien patogeenisuutta ja sen vaihtelua tekemällä saastutukset vahvalla ja heikolla isolaatilla. Esimerkiksi *Fusarium solanin* isolaateista oli toinen vuodesta 1969 lähtien keinoalustalla viljelty ja sen vuoksi heikentynyt. Sama isolaatti oli myöhemmässä kokeessa huomattavasti patogeenisempi, kun se välillä kasvatettiin perunassa. Näin ollen vertailevissa kokeissa käytettävien isolaattien on oltava perunassa äsken "vahvistettuja", muuten tulokset saattavat olla harhaan johtavia. Toinen huomioon otettava tekijä on lajike. Eri lajikkeilla saatetaan päätyä poikkeaviin tuloksiin. Bintjellä tehtyjen alustavien kokeiden perusteella näyttävät *Fusarium solani* var. *coeruleum*, *F. avenaceum*, *F. sulphureum* ja *F. solani* patogeenisilta, kun taas *F. culmorum*, *F. oxysporum* ja *F. tricinctum* heikoilta patogeeneilta. Vasta vertailevat kokeet osoittivat lähemmin lajien patogeenisuuseroja (vrt. kuva 1). *Phoma*-lajeista on *P. exigua* var. *foveata* huomattavasti *P. exigua* var. *exigua* patogeenisempi, joskin viime mainitussakin näyttää olevan erittäin patogeenisia rotuja. Saadut tulokset ovat samansuuntaiset ulkomaisten tulosten kanssa.

Vain kolmella lajilla, *Fusarium solanilla* ja *Phoma*-lajeilla on tehty alustavat, vertailevat isolaattien patogeenisuuseroja selvittävät kokeet. Niissä on käytetty perunassa "vahvistettuja" isolaatteja. Tulokset taulukoissa 3 ja 4 osoittavat isolaattien kesken olevan merkitseviä eroja. Vasta laajemmat tulossarjat antavat aihetta yksittäisten isolaattien keskeisten erojen tarkasteluun. Tässä vaiheessa voidaan todeta, että ainakin *Phoma*-populaatiomme on siemenperunan tuonnin ansiosta tuntuvasti vahvistunut.

Lajikkeiden kestävyys

Menetelmää selvittävässä kokeissa verrattiin Bintjeä Rekordiin, Saturnaan tai vetoon. Näissä parittaisissa vertailuissa on ainoa mainittava lajikkeiden välinen ero Rekordin kuoriosan Bintjeä parempi kestävyys *Fusarium avenaceumia* vastaan. Näin ollen melko yleinen käsitys Bintjen muita lajikkeitamme suuremmasta alttiudesta varastotauteja vastaan ei saanut liioin vahvistusta. Käytännön kokemukset Bintjen alttiudesta selittynevät pikemminkin siemenerien erilaisen terveyden pohjalta.

Lajikekokeista saaduilla mukuloilla tehdyt alustavat kokeet osoittavat jo lajikkeiden välillä olevan merkitseviä eroja. *Fusarium solanilla* tehdyt kaksi koetta antavat melko samanlaisen tuloksen. Uusi varhaisperunalajikkeenme Ostara erottuu molemmissa kestävimmäksi (taulukko 5). Kestävyuserot

Phoma exigua var. *foveata* vastaan näyttävät olevan pienemmät (taulukko 6). Yksi kestävimmistä näyttää olevan yleisin tärkkelyslajikkeemme Saturna. Vasta laajemmat kokeet antavat pohjan lajikkeiden välisille tarkasteluille.

Viidellä Prestoperuna Oy:n koekentiltä saadulla tärkkelyslajikkeella tehdyissä kokeissa ovat tulokset ristiriitaisia (taulukko 7). Tähän saattaa vaikuttaa se, että toinen koe on tehty myöhään kesällä, jolloin mukulat olivat jo vahvasti itäneitä ja näin ollen niiden fysiologisen iän erot saattavat olla erittäin suuret. Saturnan ja Stiinan kestävyyserot näyttävät pysyneen suunnilleen ennallaan, mutta PH II:n, Oran ja Vedon kestävyys Saturnaan ja Stiinaan nähden on Phoman osalta parantunut ja Fusariumin osalta huonontunut.

Taulukko 5.

Alustavat lajikealittiutta selvittävät kokeet *Fusarium solanilla*

Kokeet tehty keväällä 1977
Isolaatti 7592-4
Koejäsentä kohti 2 x 10 mukulaa

Lajike	Pohjois-Pohjanmaan koeaseman perunalla		Länsi-Hahkialan koetilan perunalla		Keskimäärin	
	Vioituksen keskim. leveys mm	Vioituksen keskim. syvyys mm	Vioituksen keskim. leveys mm	Vioituksen keskim. syvyys mm	leveys	syvyys
Ostara	8.2	7.0	9.7	4.9	9.0	6.0
Sabina	12.4	8.9	17.5	8.4	15.0	8.7
Pito	14.0	8.6	15.9	8.7	15.0	8.7
Veto	20.1	11.5	18.2	8.6	19.2	10.1
Saturna	19.3	8.5	18.6	9.2	19.0	8.9
Rekord	17.9	9.4	24.1	9.0	21.0	9.2
Barima	18.4	12.8	24.3	12.0	21.4	12.4
Jaakko	12.5	8.0	-	-	(12.5)	(8.0)
Hankkijan Tuomas	22.3	11.9	-	-	(22.3)	(11.9)
Prumex	-	-	19.3	9.4	(19.3)	(9.4)
Ora	-	-	22.2	7.7	(22.2)	(7.7)
Prevalent	-	-	22.9	10.7	(22.9)	(10.7)
Frila	-	-	30.5	9.8	(30.5)	(9.8)
F-arvo	44.18 ^{xxx}	15.56 ^{xxx}	8.29 ^{xxx}	6.80 ^{xxx}		

Taulukko 6.

Alustavat lajikealittiutta selvittävät kokeet *Phoma exigua* var. *foveatalla*

Kokeet tehty keväällä 1977
Isolaatti 7573-7, Sientje, Ranska

Lajike	Etelä-Savon koeasema		Pohjois-Savon koeasema		Keskimäärin	
	Voituksen keskim. leveys mm	syvyys mm	Voituksen keskim. leveys mm	syvyys mm	leveys	syvyys
Saturna	10.5	9.5	7.5	6.1	9.0	7.8
Maris Piper	8.9	11.0	6.6	7.1	7.8	9.1
Veto	8.9	8.9	11.9	8.2	10.4	8.6
Eba	11.0	8.7	9.0	9.8	10.0	9.3
Pito	11.4	11.9	9.2	7.0	10.3	9.5
Jo 0302	11.0	10.8	9.0	9.4	10.0	10.1
Jo 0382	12.1	10.8	8.7	11.3	10.4	11.1
Rekord	11.7	10.0	13.8	8.5	12.8	9.3
Resonant	13.0	9.0	-	-	(13.0)	(9.0)
Hankkijan Tuomas	-	-	6.6	9.0	(6.6)	(9.0)
F-arvo	1.85	2.43	4.47 ^x	6.68 ^{xx}		

Taulukko 7.

Lajikekestävyyssvertailu viidellä tärkkelyslajikkeella (*Prestoperuna Oy*)

2 x 20 mukulaa / lajike. Itiösaastutus n. 2 mm:n syvyyteen.
Rinnakkaiskoe 1:100 laimennetulla itiösuspensiolla.

Lajike	Phoma e. var. foveata 1:1						Phoma e. var. foveata 1:100					
	25/2-18/3			8/6-4/7			25/2-18/3			8/6-4/7		
	Inf. %	Lev. mm	Syv. mm	Inf. %	Lev. mm	Syv. mm	Inf. %	Lev. mm	Syv. mm	Inf. %	Lev. mm	Syv. mm
Saturna	100	2.8	3.3	93	15.7	13.5	48	0.6	2.5	88	12.6	11.0
PH II	100	2.7	3.5	100	11.1	11.7	15	1.0	1.6	98	10.3	7.4
Ora	100	3.9	4.9	98	14.9	9.6	68	1.2	2.9	68	11.1	8.1
Veto	100	4.5	5.3	100	14.6	12.3	75	1.4	2.7	85	8.8	5.5
Stiina	100	6.3	6.5	100	20.5	14.1	93	2.2	4.2	95	18.1	12.2
F-arvo		12.13 ^{xx}	13.08 ^{xx}		2.22	1.90		5.36 ^x	12.69 ^{xx}		2.64	6.21 ^x
	Fusarium solani 1:1						Fusarium solani 1:100					
Saturna	100	6.4	4.2	100	29.1	12.8	45	0.5	12.5	75	14.9	8.2
PH II	100	5.5	3.4	100	33.9	15.6	65	1.2	2.8	100	30.4	15.4
Ora	100	3.4	4.9	100	33.8	14.5	83	1.5	3.1	100	32.9	17.4
Veto	100	4.7	5.3	100	30.4	12.5	100	3.7	4.4	100	31.0	11.7
Stiina	100	5.5	5.0	100	29.8	13.0	100	2.1	3.9	100	34.5	10.7
F-arvo		1.79	31.35 ^{xxx}		2.77	4.33		17.07 ^{xx}	16.86 ^{xx}		35.94 ^{xx}	32.15 ^{xx}

Edellä selostetut lajikkeiden kestävyyttä selvittävät kokeet ilmaisevat ensisijaisesti lajikkeen soveltuvuutta sienien kasvualustaksi. Taudinkestävyysjalostuksessa tämä on nykyisin huomioon otettava tekijä. Vaikeutena on se, että saman lajikkeen kestävyys eri lajeja vastaan on hyvin vaihteleva (LANGERFELD 1977). Nyt esitettyjen tulosten anti lajikkeiden kestävyydestä on vähäinen, mutta tavoitteena on kehittää menetelmää niin, että voitaisiin selvittää jokaisen virallisissa lajikekokeissa olevan lajikkeen kestävyys pahimpia yleisesti esiintyviä patogeeneja vastaan.

Alustavat kokeet laimennetulla itiösuspensiolla tehtiin em Prestoperuna Oy:n aineistolla. Tavoitteena on selvittää infektioprosentin muutoksia saastutusmateriaalia heikentämällä ja onko infektioprosentti korrelaatiossa lajikkeen kasvualustaominaisuuksiin. Tehdyt ensimmäiset kokeet antavat vähäisiä viitteitä korrelaation olemassaolosta, mutta asian enempi tarkastelu on aiheellista vasta laajempien koetulosten perusteella.

Päätelmät

Tämän ensisijaisesti sienilajistoon kohdistuneen tutkimuksen perusteella voidaan esittää seuraavat päätelmät:

1. Maahamme kasvukaudeksi 1975 tuodussa siemenperunassa oli pilaantuneita noin 3 prosenttia eli yhteismäärältään lähes 300 t.
2. Tuontieristä tai niiden lisäyksistä on eristetty ja määritetty 8 *Fusarium*- ja 2 *Phoma*-lajia, jotka kaikki on todettu perunan patogeeneiksi. Rinnan näiden kanssa on koottu myös kotimaista sienimateriaalia. Työn kuluessa on todettu 5 *Fusarium*-lajia uusina perunan patogeeneina maassamme.
3. Siemenperunan tuonnin seurauksena voidaan varastotauteja aiheuttavan sienipopulaatiomme katsoa merkittävästi voimistuneen.
4. Alustavissa kokeissa on eri sienilajien ja saman lajin eri isolaattien kesken todettu merkitseviä patogeenisuuseroja.
5. Alustavissa lajikealttiutta selvittävässä kokeissa ilmeni lajikkeiden välillä merkitseviä kestävyyseroja.

Olen kiitollinen professori Aarre Ylimäelle *Fusarium*-lajien määrittämisessä saamastani tuesta ja rouva Hilikka Heiskaselle poikkeuksellisen taitavasta laboratoriotyöstä.

Kirjallisuusluettelo

- BOOTH, C. 1971. The genus *Fusarium*. 237 p. Kew, Surrey.
- BOYD, A.E.W. 1972. Potato storage diseases. *Rev. Pl. Path.* 51: 297-321.
- FOLDØ, N.E. & HELLMERS, E. 1974. Kartoflens kraterråd forårsaget af *Phoma exigua* Desm. sensu latiori. *Stat. Pl.tilsyn* 23. Ber: 21-49.
- JAMALAINEN, E.A. 1943. Über die Fusarien Finlands I-II. *Staatl. Landw. Versuchstät. Veröff.* 122, 26 p., 123, 25 p.
- LANGERFELD, E. 1977. Vergleichende Darstellung pilzlicher Lagerfäuleerreger an Kartoffelknollen. *Nachr.bl. Deut. Pfl.schutzd. (Braunschweig)* 29: 20-24.
- LANGTON, F.A. 1971. The development of a laboratory test for assessing potato varietal susceptibility to gangrene caused by *Phoma exigua* var. *foveata*. *Potato Res.* 14: 29-38.
- OLLILA, L. 1947. Tuhosienien merkityksestä perunavarastojen turmelijoina Suomessa. *Maatal.tiet. Aikak.* 19: 89-98.
- SEPPÄNEN, E. 1972. On the external quality of table potatoes in Finland and factors influencing it. *Ann. Agric. Fenn.* 11: 119-134. (Selostus: Kaupassa olevan ruokaperunan ulkoisesta laadusta ja siihen vaikuttaneista tekijöistä v. 1967-71.)
- SEPPÄNEN, E. & HYTÖNEN, T. 1977. Siemenperunan tuonti kasvukaudeksi 1975. *Kasvitaut. Tutk.l. Tied.* 29, 12 p.

FUSARIUM- JA PHOMA-LAJIEN AIHEUTTAMIEN PERUNAN VARASTOTAUTIEN KEMIALLISEN TORJUNNAN MAHDOLLISUUKSISTA

Vuosina 1976-77 on selvitetty Fusarium- ja Phoma-sienten vaikutusta perunasatoon ja niiden torjuntaa benomyyli-, tiabendatsoli- ja mettylitiofanaatti-valmisteilla käyttäen sumutus-, upotus- ja kuivapeittausta.

Sadon aleneminen vaihtelee suuresti tartunnan voimakkuuden mukaan. Mikäli kaikki siemenmukulat ovat saaneet lievähkönkin tartunnan, alenee sato keskimäärin kolmanneksen; vähintään kuukausi ennen istutusta tapahtunut voimakas tartunta voi tuhota siemenen kokonaan. Torjunta-aineista osoittautuivat tiabendatsoli-valmisteet hiukan muita tehokkaammiksi. Upotusmenetelmä antoi erittäin hyvän, sumutus tyydyttävän, mutta kuivapeittaus heikon tuloksen mukuloiden desinfioinnissa. Valmisteen kuratiivisesta vaikutuksesta ovat tähänastiset tulokset niukat, mutta viittaavat kokonaan tartunnan saaneissa erissä n. 10 %:n sadonlisäykseen. Peruna on käsiteltävä viikon sisällä nostosta tai lajittelusta. Upotuspeittauksessa samaa liuosta voi käyttää useita kymmeniä kertoja tehon alenematta.

Katsaus perunan peittauksen kehitykseen.

Siemenperunan peittauksen tavoitteena on mukulassa ja sen pinnalla kulkeutuvassa mullassa olevien taudinaiheuttajien tuhoaminen, toisin sanoen estää siemenlevintäinen saastunta.

Vanhin peittaustapa on upotusmenetelmä, jossa käsiteltävä peruna upotetaan tietyksi ajaksi torjunta-aineliuokseen ja käsittelyn jälkeen kuivataan, mikäli sitä ei välittömästi istuteta. Yleisesti on käytetty myös kuivapeittausta jossa mukuloiden pinta käsitellään jauhemaisella valmisteella. Kolmas tapa on kaasutus. Suljettuun tilaan laitettuun perunaan johdetaan torjunta-aine kaasumaisena. Viimeisin kehitysaskel on sumutus. Torjunta-aine ohjataan erittäin hienojakoisena sumuna kuljettimella tai käsinvalintatavalla liikkuvaan perunaan, jolloin se muodostaa mukuloiden pinnalle aivan ohuen torjunta-ainekalvon. Se on riittävä antamaan tyydyttävän torjuntatuloksen, mutta nestemäärän vähäisyyden vuoksi, 2 litraa tonnia kohti, peruna ei sanottavasti kastu. Eri menetelmiä verrattaessa on todettava, että upotus ja kaasutus ovat yleensä tehokkaimmat, koska niissä torjunta-aineen

tunkeutuvuus on paras. Käivapeittauksen hyvä puoli on jälkivaikutus, missä menetelmissä sitä ei ole. Sumutuksen suuri etu on sen jatkuvatoimisuus, jonka vuoksi se on helposti sovellettavissa hyvinkin suurien erien nopeaan käsittelyyn. Luonnollisesti on muistettava, että riippuu kunkin torjunta-aineen tehoaineen luonteesta, missä muodossa sitä voidaan käyttää. Toisaalta on otettava huomioon, mitä tautia ja mistä torjutaan. Mukulan pinnassa olevasta mullasta on taudinaiheuttajat paljon helpompi tuhota kuin mukulaan syntyneistä haavoista, joissa ne saattavat olla mullan alla ja kasvaa nopeasti perunan maltoon, pois peittäusaineen vaikutuspiiristä.

Torjunta-aineista lienevät orgaaniset elohopeayhdisteet vanhimmat. Skotlannissa FOISTER ja WILSON (1943) saivat tyydyttäviä tuloksia Fusarium-sienten aiheuttaman kuivamädän torjumiseksi ja myöhemmin BOYD (1960) sekä HARRISON ja DOWNIE (1960) phomamätää vastaan. He käsittelivät perunan upotusmenetelmällä kohta noston jälkeen. Elohopeavalmisteita on käytetty useiden muidenkin perunan tautien torjuntaan. Myös muita valmisteita on käytetty vaihtelevalla menestyksellä. Elohopeavalmisteet syrjäytyivät vasta 1970-luvun alkuvuosina, kun Englannissa HIDE ym. (1969) saivat benomyylillä ja tiabendatsolilla sekä upotusmenetelmällä että jauheena käytettynä lupaavia tuloksia phomamädän torjunnassa ja Pohjois-Amerikassa LEACH (1971) Fusarium-sienten aiheuttaman kuivamädän torjunnassa. Pohjois-Irlannissa LOGAN (1975) kokeili phomamädän torjunnassa tiabendatsolia ULV-sumutinta käyttäen. Tämän jälkeen on sumutuskäsittely nopeasti yleistynyt sekä Fusarium- että Phomalajien torjunnassa ja torjunta-aineina käytetään sekä benomyyliä että tiabendatsoli-valmisteita. Vielä on mainittava, että Skotlannissa, missä phomamätä on erittäin vaikea ongelma, GRAHAM ja HAMILTON (1970) kehittivät tehokkaan kaasutusmenetelmän tämän taudin torjumiseksi. Menetelmän haittana oli se, että se ei tehonnut Fusarium-sieniin lainkaan ja että käytetty torjunta-aine aminobutaani (sec-butylamini) on erittäin myrkyllinen ja herkästi räjähtävä aine, joten sen käyttö on hankalaa. Skotlannissa se on kuitenkin saanut verraten laajan käytön.

Lisättäköön vielä, että benomyyli ja tiabendatsoli ovat systeemisiä torjunta-aineita, mutta peittauksen ensisijainen tarkoitus on desinfioiva eli tappaa taudinaiheuttajat mukulan pinnalta ja etenkin äsken syntyneistä haavoista. Systeemisyydellä on lievätkö kuratiivinen vaikutus. - Joissakin maissa näillä torjunta-aineilla saadaan käsitellä myös ruokaperunaa.

Meidän maassamme on perunan peittäus näihin asti rajoittunut istutuksen yhteydessä tehtyyn mankotsebi-käsittelyyn, torjunnan kohteena on ollut Rhizoctonia solani -sienen aiheuttama versolaikku iduissa ja nuorissa ver-

soissa. Mankotsebillä on heikohko vaikutus myös Fusarium- ja Phoma-lajeihin. Tällä vuosikymmenellä ja erityisesti vuoden 1975 jälkeen on Fusarium- ja Phoma-lajien merkitys nopeasti lisääntynyt (SEPPÄNEN 1977) ja tarve siemenperunan terveyden ylläpitämiseksi tehnyt niiden kemiallisen torjunnan kehittämisen välttämättömäksi.

Jäljempänä esitettävät koetulokset liittyvät osaksi Kasvitautien tutkimuslaitoksen perunan varastotauteja koskevaan tutkimukseen, osaksi maataloudellisten yhteistutkimusten Tuontisiemen ja virusten leviäminen -projektiin ja osaksi torjunta-aineiden tehotarkastuskokeisiin.

Aineisto ja tutkimusmenetelmät

Kaikissa kokeissa, joissa on selvitetty Fusarium- ja Phoma-sienten vaikutusta satoon, eri torjunta-aineiden tehoa tai eri peittaustapojen tehokkuutta, on koelajikkeena ollut Bintje, joka tunnetaan em. taudeille alttiina lajikkeena. Kenttäkokeissa käytetty siemen on ollut Tikkurilassa tuotettua ja vuoden 1976 kokeissa sen viroottisuus aiheutti vaihtelua koetuloksiin. Tartutuksen ja käsittelyajan sekä torjunta-aineliuoksen inaktiivisuudesta selvittämissä kokeissa on koelajikkeena ollut Sirtema, joka niinkään tunnetaan näille taudeille alttiina lajikkeena.

Tartutuksissa käytetyt sienet ovat olleet ulkomaisesta perunasta v. 1975 eristettyjä hyvin patogeenisiä sienikantoja. Niiden patogeenisuutta on pidetty yllä viljelemällä välillä perunassa. Käytetyt sieniviljelykset ovat olleet yleensä noin 8 viikon ikäisiä, peruna-agarilla kasvaneita. Tartutus on tehty kahdella tavalla, pistoinfektointina (taulukko 1) tai ns. kivilaatikkomenetelmällä (taulukot 2, 4, 6 ja 7) ja muutamissa tapauksissa on käytetty näitä molempia (3 ja 5). Pistoinfektoinnissa mukulaan tehdään korkkiporalla n. 2 mm syvä ja 5 mm läpimittainen haava, johon itiösuspensio tai itiö-sienirihmastoseos pannaan välittömästi. Kivilaatikkomenetelmässä käytettiin kuutionmuotoista (sivu 50 cm) laatikkoa, johon laitetaan tartutettava peruna, muutama ruokalusikallinen sieniviljelystä agareineen ja kivien asemasta kuusi noin kilon painoista kulmaraudan kappaletta. Laatikkoa pyöritetään tietty kierrosmäärä tietyllä nopeudella siihen epäkeskeisesti asetetun akselin ympäri, jolloin perunoiden seassa pyörivät raudanpalat vioittavat niitä ja haavoihin joutuva sienikasvusto aiheuttaa tartutuksen. Kukin näin käsiteltävä erä jaetaan tasan kaikkien koejäsenten kesken mahdollisimman tasaisen tartunnan saamiseksi. Tartutuksen jälkeen on mukulat säilytetty aluksi alle +10°C lämpötilassa tartunnan varmistamiseksi. Muutamissa kokeissa on käytetty molempia esitettyjä menetelmiä,

kuitenkin siten, että kivilaatikkokäsittelyssä ei ole lisätty sienikasvustoa.

Peittaus on tehty joko samana tai seuraavana päivänä. Kokeiltavat torjunta-aineet olivat:

Sumutus- ja upotuspeittaus:

Benlate (50 % benomyyliä)
Tecto R 40 (42 % tiabendatsolia)
Topsin M (70 % metyyliitiofanaattia)

Kuivapeittaus:

Rifusol (10 % benomyyliä)
TBZ-jauhe (10 % tiabendatsolia)

Mukulat on säilytetty kellarissa, jossa lämpötila on ollut 6 ja 10 asteen välillä. Ilman suhteellinen kosteus on ollut noin 90 %. Analyysi on aina ollut mukulakohtainen ja tarvittaessa on mukula halkaistu sienivioituksen toteamiseksi. Tartunnan saaneista mukuloista tehdyin sienieristykseen on tarkistettu vioituksen aiheuttaja.

Koska peittauksen tavoitteena on terveet mukulat, on tuloksissakin ensisijainen huomio kohdistettu terveiden mukuloiden prosenttiseen osuuteen ja toissijaisena tekijänä on ollut vioitusten luku mukulaa kohti tai muu lisävalaistusta antava tulos. Kenttäkokeissa on sadon suuruus tietenkin tärkein tekijä, sekä sen ohella sadon laatu, terveellisyys ym. seikat. Kun kysymyksessä on kahden eliön, sienien ja perunan, keskinäisten suhteiden tutkiminen, on luonnollista, että koejäsenten sisäinen vaihtelu on melko suuri. Useimmissa tapauksissa koejäsenten keskeiset erot olivat kuitenkin erittäin suuret ja varianssianalyysin, F-testin ja Tuckey-Hartley-testin avulla tarkasteltuina osoittivat tilastollisesti merkitseviä eroja. Jäämämääritykset on tehty peitatusta siemenperunoista sekä peitatulla siemenperunalla istutetun viljelyksen sadosta. Määritykset on tehnyt Valtion maatalouskemian laitos.

Tulokset

Sadon aleneminen. Fusarium- ja Phoma-sieni-infektion vaikutuksesta satoon on tuloksia niukasti ja niitä on pidettävä vain suuntaa antavina. Taulukosta 1 voimme todeta, että 3 viikkoa ennen istutusta tapahtunut tartunta on alentanut satoa enemmän kuin juuri istutuksen edellä tapahtunut ja toisaalta Phoma-tartunta enemmän kuin Fusarium-tartunta. Tartunnan saaneella siemenellä saatu sato on vaihdellut 42 %:sta 91 %:iin terveellä siemenellä

saadusta. Keskimääräinen sadon alennus on ollut Fusarium-lajeilla noin 30 ja Phomalla noin 40 %. Taulukon 2 tulokset osoittavat vahvemman tartunnan (Fusariumilla keskimäärin n. 4 ja Phomalla n. 2 infektiota mukulaa kohti) vaikutusta satoon. Infektioprosentti oli Fusariumilla tartutetuilla lähes 100, mutta Phoma-tartutuksessa merkittävästi alhaisempi, keskimäärin 77. Vahva Fusarium-tartutus alensi toisessa kokeessa sadon neljännekseen terveestä sadosta ja toisessa kokeessa kaikki mukulat kuolivat. Phoman osalta sadonalennus oli suunnilleen sama kuin edellä esitetyissä tuloksissa. On huomattava, että näissä kokeissa käytetyt sienilajit ovat olleet keskimääräistä patogeenisempia, mutta yleisesti esiintyviä. Tulokset osoittavat, että Fusarium- ja Phoma sienten aiheuttamat varastotaudit voivat yksittäisissä tapauksissa suuresti alentaa satoa.

Taulukko 1.

Fusarium- ja Phoma-sienten vaikutus satoon ja kuivapeittauksella saatu sadonlisäys

Koe 1. Tartutettu 1976 Fusarium coeruleumin ja 1977 F. solanin rihmasto+ itiöseoksella

	Tartutus 3 viikkoa ennen istutusta			Tartutus 1 päivä ennen istutusta		
	sato tn/ha		s	sato tn/ha		s
	1976	s [±]) 1977		1976	s	
1. Käsittelemätön	47.3	42.2	100	41.2	38.6	100
2. Tartutettu, ei peit.	33.4	21.5	61	37.6	29.5	84
3. " TBZ-peitt.	44.5	26.1	78	33.7	34.3	85
4. " benom. "	46.3	24.5	78	35.6	34.2	88
F-arvo	4.84 ^x	29.29 ^{xxx}		0.41	3.55	

Koe 2. Tartutettu Phoma exigua var. foveatan rihmasto+ itiöseoksella

1. Käsittelemätön	39.5	43.2	100	37.8	41.6	100
2. Tartutettu, ei peit.	16.7	30.9	57	20.4	33.4	62
3. " TBZ-peitt.	19.0	33.9	63	21.3	37.0	73
4. " benom. "	32.1	33.6	80	26.0	38.4	81
F-arvo	18.33 ^{xxx}	4.87 ^x		12.87 ^{xx}	4.08 ^x	

±) s = Samanarvoisia 95 %:n luotettavuudella

Taulukko 2.

Siemenperunan peittäuskokeet systeemisillä fungisideilla

Lajike Bintje, kokeessa 1 pesemättömät ja kokeessa 2 pestyt mukulat.
 Tartutus kivilaaattikomenetelmällä 9,5,77 Fusarium solani- ja Phoma exigua var. foveata -lajeilla.
 Sumutuspeittäys 10.5. Kotkassa Prestoperuna Oy:n varastolla. Benlate 6-prosenttisenä ja Tecto 7-prosenttisenä liuoksena. Liuosta n. 2 litraa / peruna tonni.
 Mukulat analysoitu 26.5. Istutettu 30.5. Havainnot kasvustosta 27.7. Nosto 21.9.

Koejäsen	Mukula-analyysit				Kasvuston				Sato		
	Infektio-%		Infektioita		tiheys		rehevyys		t/ha		
	Koe	1. s ⁺	2. s	1. s	2. s	1. s	2. s	1. s	2. s	1. s	2. s
F. solani, ei peitattu	92.7	99.5	3.9	8.9	40	0 ⁺⁺	20	0	12.6	0	13
" Benlate	66.7	99.0	1.5	6.3	79	59	70	55	27.7	19.9	53
" Tecto	68.0	94.5	1.6	6.6	88	65	77	60	28.8	27.4	63
P. e. foveata, ei peitattu	60.0	93.5	0.9	3.7	93	67	83	55	32.2	24.4	63
" Benlate	56.0	92.0	0.8	3.2	90	91	80	95	31.2	38.0	78
" Tecto	49.7	70.0	0.8	1.8	88	91	77	85	29.2	28.9	65
Käsittelemätön	0	0	0	0	98	91	100	100	46.7	42.5	100
F-arvo	18.75 ^{xxx}	905.24 ^{xxx}	22.83 ^{xxx}	25.86 ^{xxx}	159.82 ^{xxx}	12.27 ^{xx}	23.65 ^{xxx}	8.62 ^x			

+) Samanarvoisia 95 %:n luotettavuudella

++) Ei taimistunut

Peittausmenetelmien vertailu. Taulukoissa 2 ja 3 on tuloksia sumutuspeittauksen tehosta. Tulokset ovat vaihtelevia, mikä johtuu mm. tartutuksessa käytetystä sienestä, torjunta-aineesta ym. tekijöistä. Näiden ensimmäisten tulosten perusteella voitaneen kuitenkin todeta infektioprosentin alentuvan sumutuspeittauksen ansiosta keskimäärin noin 15 prosenttiyksikköä. Toisena selittäväenä suurena käytetty infektioiden luku/mukula on oleellisesti alentunut vain Fusariumilla tartutetussa siemenessä. Lähes poikkeuksetta peittattu koejäsen on eronnut merkitsevästi peittaamattomasta. Peittauksen vaikutus kasvuston kehitykseen ja satoon on niinikään aivan ilmeinen.

Taulukossa 3 esitetään tuloksia sumutuspeittauksen ja upotuspeittauksen vertailusta. Sumutuspeittaus on tehokkaasti estänyt lisäinfektioiden syntymistä, mutta ei ole pystynyt tuhoamaan parin mm:n syvyyteen tehtyä pistoinfektioita. Upotuspeittauksella sen sijaan on tehokkaasti vähennetty sitäkin. Etenkin Tecto tunkeutuvuus näyttää olevan erinomainen, kaikkein laimeinkin liuos on parantanut pahasti tautisen siemenen lähes kokonaan. Taulukoissa 4-7 olevat tulokset poikkeuksetta tukevat taulukon 3 tulosta. Näin ollen upotuspeittausta voidaan pitää monin verroin sumutusta tehokkaampana mutta suurten määrien käsittelyssä mukuloiden kuivaaminen on vaikeammin ratkaistava ongelma.

Taulukko 3.

Sumutus- ja upotuskäsittelyjen sekä upotuskäsittelyssä käytettävän liuoksen vahvuuden vertailu

Lajike Bintje, 3 x 50 mukulaa.

Tartutus: Ensin jokainen mukula tartutettu pistosaastutusta käyttäen (itiö+rihmastoseos) ja sen jälkeen käsitelty kivilaaattikomenetelmällä ilman lisäainetta. Peitattu samana päivänä (22.6.77). Säilytetty kellarissa noin +10°C:ssa. Analysoitu 26.7.77.

Koe 1. Sumutuspeittaus

Koejäsen	Terveitä	Pistoinfektio kehittynyt normaalisti	Lisä- infek- tioita	s ⁺)
	%	%	%	
Tecto 7.5 % liuosta 2 l/tonni	0	94.0	6.0	
Benlate 6.0 " "	0	90.3	9.7	
Peittaamaton	0	64.0	36.0	
F-arvo			113.00 ^{xxx}	

Koe 2. Upotuspeittaus

Koejäsen	Terveitä	Pistoinfektio kehittynyt normaalisti	Lisä- infek- tioita	s ⁺)
	%	%	%	
Tecto 2.5 % liuos, 5 min.	100.0	0	0	
Tecto 1.0 " "	96.0	2.7	1.3	
Tecto 0.25 " "	82.6	17.4	0	
Benlate 2.0 " "	31.4	61.2	7.4	
Benlate 0.8 " "	15.3	66.7	18.0	
Peittaamaton	0	31.7	68.3	
F-arvo	36.51 ^{xxx}			

+) s = samanarvoisia 95 %:n luotettavuudella

Taulukoissa 4 ja 5 esitetään tuloksia upotus- ja kuivapeittauksesta. Kuivapeittauksen teho on upotuspeittaukseen verrattuna heikko. Rifusolilla (benomyyli) peitattu ei merkitsevästi eroa peittaamattomasta ja TBZ (tiabendatsoli)-jauheella peitattukin on antanut upotuspeittaukseen verrattuna heikon tuloksen.

Torjunta-aineiden vertailu. Kaikin menetelmin kokeiltuna ovat tiabendatsoli-valmisteet olleet benomyylipitoisia tehokkaampia mukuloiden desinfioinnissa. Ero on ollut pienin sumutusta käytettäessä ja suurin kuivapeittauksessa. Ensimmäisten kenttäkokeiden mukaan benomyylin kuratiivinen vaikutus on kuitenkin suurempi, sillä vaikka Tecton desinfioiva vaikutus on ollut parempi, on Benlate-käsittely lisännyt enemmän satoa. Vasta useamman vuoden tulokset antavat asiasta luotettavamman kuvan. Kolmas kokeiltavana ollut valmiste Topsis M on 1.5-prosenttisena liuoksena antanut mukulan desinfioinnissa vähän heikomman tuloksen kuin 2-prosenttinen Benlate, mutta Tectoon (2.5-prosenttinen) nähden se on ollut selvästi heikompi.

Jäämäkysymys. Sumuttamalla peitatuista mukuloista määritettiin jäämät noin 6 viikkoa käsittelyn jälkeen, jolloin Benlatella käsitellyssä todettiin 12.5 ppm ja Tectolla käsitellyssä 2.5 ppm. Tulos viittaa Tecton nopeampaan hajoamiseen ja saattaa olla syynä myös sen heikompaan kuratiiviseen vaikutukseen. Sadossa ei todettu jäämiä lainkaan.

Muut kokeet. Alustavat kokeet on tehty tartunnan jälkeisestä peittäusajasta ja liuoksen inaktivoitumisesta multaisia perunoita peittäessä. Taulukosta 6 voidaan todeta, että upotuspeittauskaan ei tehoa enää silloin, kun sienä on ennättänyt kasvaa perunan maltoon. Toisin sanoen tartutuksen jälkeisenä päivänä tehty peittäus on antanut erinomaisen tuloksen, kahdeksantena päivänä tehty tyydyttävän, mutta sitä myöhemmät heikon tuloksen. On ilmeistä, että mitä vahvempi patogeeni taudinaiheuttaja on, sitä lyhyemmän ajan kuluessa peittäus on tehtävä.

Torjunta-aineliuoksen inaktivoitumista eli tehon heikkenemistä käsiteltäessä multaisia perunoita selvitettiin 2 kokeessa, joista toisessa oli kysymyksessä turvemaalta (vahvasti maatonut Löt) ja toisessa hiekkamaalta (KHtMr) korjattu sato. Peitattavan perunan multaisuus oli silmävaraisen arvion mukaan 1-2 %. Liuosta verestettiin sen kulumista vastaavasti 10. ja 20. upotuksen jälkeen. Tulokset taulukossa 7 osoittavat, että 1. ja 30. upotuksen välillä ei tehossa ilmennyt oleellista eroa. Näissäkin kokeissa osoittautui Tecto hiukan Benlatea tehokkaammaksi.

Taulukko 4.

Upotus- ja kuivapeittauksen menetelmien vertailu.

Lajike Bintje, 3 x 50 mukulaa.
Tartutettu kivilaaatikkomenetelmällä 11.11.77.
Säilytys kellarissa noin +7°C:ssa.
Analysoitu 12.-13.12.77.

Koejäsen	Tartutettu Fusarium solanilla		Tartutettu Phoma e. var. foveatalla	
	Terveitä %	Infektioita s ⁺ kpl/mukula	Terveitä %	s kpl/mukula
Tecto 2.5 % liuos, 5 min.	99.3	0.0	93.3	0.1
Benlate 2.0 "	88.0	0.3	86.0	0.2
Topsin M 1.5 "	78.0	0.6	82.0	0.3
TBZ-jauhe 1 kg/tonni	12.7	5.4	25.3	3.3
Rifusol "	5.1	10.3	10.0	6.3
Peittoaaton	2.0	11.2	11.3	6.0
F-arvo	281.42 ^{xxx}	317.88 ^{xxx}	85.58 ^{xxx}	17.57 ^{xxx}

+) s = samanarvoisia 95 %:n luotettavuudella.

Taulukko 5.

Upotus- ja kuivapeittauksen vertailu.

Lajike Bintje, 3 x 50 mukulaa.
Tartutettu ensin jokainen mukula pistoinfektio menetelmällä (itiösuspensio) ja sen jälkeen käsitelty kivillaatikossa ilman lisäsaastetta. Peittäus seuraavana päivänä. Säilytetty kellariassa noin +7°C:ssa. Analysoitu 15. ja 21.12.77

Koejäsen	Tartutettu Fusarium solanilla		Tartutettu Phoma e. var. foveatalla	
	Terveitä %	Pisto- s) infektio kehittynyt normaalisti %	Terveitä %	Pisto- infektio kehittynyt normaalisti %
Tecto 2.5 % liuos, 5 min.	84.6	15.4	99.3	0.7
Benlate 2.0 "	74.7	21.3	63.3	36.7
Topsin M 1.5 "	68.0	27.3	58.0	42.0
TBZ-jauhe 1 kg/tonni	32.7	43.3	9.3	86.4
Rifusol "	2.0	65.4	0	90.0
Peittaamaton	0	72.0	0	30.0
F-arvo	143.16 ^{xxx}		144.69 ^{xxx}	

+) s = samanarvoisia 95 %:n luotettavuudella.

Taulukko 6.

Alustava tehollista peittäusaikaa selvittävä koe.

Lajike Sirtema, 3 x 100 mukulaa.

Peruna nostettu n. 4 viikkoa ennen ja huolellisesti lajiteltu välittömästi ennen tartutusta, joka tehtiin kivilaatikkomenetelmällä 5.10.77, tartutusmateriaalina *Fusarium solani*. Säilytys kellarissa +8-10°C:ssa. Upotuspeittäus viikon välein 0,85-prosenttisessä Tecto-liuoksessa 5 minuuttia. Analysoitu 30.11.77.

Koejäsen	Infektio- %	Saman- arvoisia 95 %:n luotetta- vuudella	Infektioita keskim. kpl/mukula	Saman- arvoisia 95 %:n luotetta- vuudella
1. Peitattu 1 pv saastutuksesta	1		0.02	
2. " 8 "	12		0.2	
3. " 15 "	73		2.1	
4. " 22 "	92		4.2	
5. " 29 "	92		7.0	
6. Peittaamaton	89		5.0	
F-arvo	359.35 ^{xxx}		81.03 ^{xxx}	

Taulukko 7.

Torjunta-aineliuksen tehon heikkeneminen multaista perunaa käsiteltäessä.

Lajike Sirtema, nostettu turvemaalta n. 4 ja hietamaalta n. 2 viikkoa ennen kokeen perustamista. Erät lajiteltu käsin koetta perustettaessa. Turve-
maan kokeessa 3 x 150 mukulaa, hiekkamaan kokeessa 3 x 100 mukulaa, keski-
paino n. 40-50 g. Multaisuus 1-2 %.

Tartutus *Fusarium solanilla* kivilaatikkomenetelmällä 5.10.77.

Peittäus 6.10. Väliupotukset tartuttamattomalla perunalla.

Säilytys kellarissa +10-15°C:ssa. Analyysi 5.12.77.

Koejäsen	Tartunnan saaneita prosenttia			
	Turvemaalla		Hiekkamaalla	
	Tecto (0.8 %)	Benlate (2.0 %)	Tecto (0.8 %)	Benlate (2.0 %)
1. Upotus	0.7	4.0	4.7	8.0
5. "	0	4.0	4.0	7.3
10. "	1.3	3.3	4.0	8.0
20. "	2.0	3.3	4.3	6.7
30. "	1.3	4.7	4.0	6.3
F-arvo	1.08	0.29	0.53	0.79

Peittaamaton turvemaalla 76.0 hiekkamaalla 87.3

Yhteenveto

Edellä esitetyt koetulokset ovat pääosaltaan runsaan puolen vuoden aikana saatuja ja siten, etenkin kenttäkokeiden osalta, niukat tuomaan valaistusta selvitettävänä olleisiin kysymyksiin. Pikemminkin ne ovat vasta hyvä läh-
tökohta jatkotutkimuksille. Saadut tulokset ovat kuitenkin vahvasti yhden-
mukaiset ulkomaisten tulosten kanssa ja kun toisaalta tiedon tarve siemen-
perunan peittaukseen liittyvistä asioista on suuri, ansaitsevat ne tulla
julkaistuksi jo tässä vaiheessa.

On huomattava, että näissä kokeissa käytetty laboratoriomenetelmin tartu-
tettu siemenperuna on ollut niin tautista, että tulokset vain harvoissa ta-
pauksissa lienevät käytäntöön rinnastettavissa. Toisin sanoen näihin tulok-
siin sellaisinaan tuskin voidaan perustaa eri käsittelyjen taloudellisuus-
laskelmia. Sen sijaan torjunta-aineiden tehoa ja eri peittäusmenetelmien
välisiä eroja selvittävien kokeiden tulokset ovat suoraan käytäntöön sovel-
lettavissa. Tulosten perusteella voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset.

1. Pahasti Fusarium- ja Phoma-sienten saastuttaman kasvuston sato jää huomattavasti terveeseen siemenen antamaa satoa heikommaksi. Näissä kokeissa keskimääräinen sadon aleneminen oli 30-40 %.
2. Sadon aleneminen riippuu mm. tartunnan aiheuttaneesta sienilajista ja tartunnan ajankohdasta istutukseen nähden.
3. Peittäusmenetelmistä on upotuspeittäus erittäin tehokas, sumutus tyydyttävän tehokas ja kuivapeittäus heikkotehoinen. Kaikkien näiden menetelmien osalta on huomattava, että ne tuhoavat mukulan pinnalla olevia taudinaiheuttajia ja tätä vaikutusta ei näissä kokeissa ole otettu huomioon.
4. Valmisteista osoittautui Tecto (vaikuttava aine tiabendatsoli) tehokkaimmaksi sekä sumutus- että upotuspeittäyksessä. Sumutuspeittäyksessä oli Benlate (vaikuttava aine benomyyli) lähes yhtä tehokas, mutta upotuspeittäyksessä selvästi heikompi. Topsis M (Vaikuttava aine metyyliitiofanaatti) oli mukana vasta kahdessa upotuskokeessa. Sekin osoittautui lupaavaksi, mutta kokeita on jatkettava suuremmalla väkevyydellä. Benlaten kuratiivinen eli kasvunaikainen parantava vaikutus näyttää paremmalta kuin Tecton.
5. Peitattun perunan sadossa ei todettu jäämiä.
6. Peruna on peitattava mahdollisimman nopeasti noston, lajittelun tms. jälkeen, missä sen oletetaan rikkoutuneen ja saaneen Fusarium- tai Phoma-tartunnan.
7. Upotuspeittäyksessä voidaan samaa liuosta käyttää useita kymmeniä kertoja sen tehon oleellisesti alenematta.
8. Lopuksi lienee aiheellista todeta, että tutkituista torjunta-aineista

Benlaten ja Tecton on todettu täyttävän siemenperunan peittäusaineelle asetettavat vaatimukset. Benlate on jo markkinoilla ja Tecto tulee heti tultuaan virallisesti hyväksytyksi. Topsisin M:n osalta kokeet jatkuvat. Kuivapeittauksen kokeilun jatkaminen ei saatujen tulosten valossa näytä aiheelliselta.

Deriva Oy ja Prestoperuna Oy ovat avustaneet sumutuskokeiden järjestyssä, josta esitän heille parhaat kiitokseni.

Kirjallisuusluettelo:

- BOYD, A.E.W. 1960. Fungicidal dipping and other treatments of seed potatoes in Scotland. Eur. Potato J. 3: 137-154.
- FOISTER, C.E. & WILSON, R.A. 1943. Dry rot in seed potatoes. A summary of some recent experiments. J. Ministr. Agric. 50: 300-303.
- HIDE, G.A. & HIRST, J.M. & GRIFFITH, R.L. 1969. Control of potato tuber diseases with systemic fungicides. Proc. 4th Br. Insectic. Fungic. Conf.: 287-293.
- LEACH, S.S. 1971. Postharvest treatments for the control of Fusarium dry rot development in potatoes. Pl. Dis. Rep. 55: 723-726.
- LOGAN, C. & COPELAND, R.B. & LITTLE, G. 1975. Potato gangrene control by ultra low volume sprays of thiabendazole. Ann. Appl. Biol. 80: 199-204.
- SEPPÄNEN, E. 1977. Perunan varastotauteja aiheuttavista Fusarium- ja Phoma-lajeista Suomessa v. 1975-77. Kasvitautilien Tutkimuslaitoksen Tiedote 30: 1-12.

