

FUNGITSIIDID KARTULI-LEHEMÄDANIKU TÕRJEL

M. Särekanno, V. Vasar, A. Ojarand, P. Talvoja, K. Kotkas

ABSTRACT. *The fungicides in control of potato late blight (Phytophthora infestans). In collaboration with Aventis CropScience demonstrational trials were set up in test field of EVIKA, Saku, Estonia, in 2001 and 2002. The aim was to study the effect of fungicides in control of late blight (P. infestans) on stems and tubers and its subsequent influence on yield. There were 3 varieties tested in the trials: 'Berber', 'Varajane kollane' and 'Piret'. In 2001 fungicides Acrobat MZ, Tattoo and Dithane M45 were compared, in 2002 fungicides Tattoo, Glory and Sereno separately and Tattoo and Glory in spraying program with Sereno were tested. The most effective protection of stems, foliage and tubers as well as yield increase was obtained by using fungicide Tattoo in trials 2001. Results showed that under conditions that favour the late blight development the higher efficacy against the disease is expressed by fungicides containing relatively higher concentration of systemic active ingredient than that of contact ingredient. Under the conditions that are unfavourable for late blight, there is a higher risk for early blight development. The applied intensive disease control program prevented the late blight infections but early blight started to develop instead.*

Keywords: *disease control, contact, systemic fungicides, combined influence.*

Sissejuhatus

Viimastel aastakümnetel on lehemädaniku tekitaja *Phytophthora infestans* Eesti populatsioonis toimunud olulised epidemioloogiliste parameetrite muutused. Lehemädaniku lööbimine on nihkunud mitme nädala võrra varasemaks, mis on seletatav uute, senisest agressiivsemate rasside ilmumise ja valitsevaks saamisega. Fütopatoloogias mõistetakse agressiivsuse all haigusetekitaja võimet peremeestaimet nakatada, tema vastupanu ületada ja haigusnähte esile kutsuda (Koppel, 1997). Praegusel ajal esinevad Eestis lehemädaniku populatsioonis kõik 11 virulentsusgeeni, levib nii A₁ kui A₂ paarumistüüp, mistõttu on võimalik suguline paljunemine ja mullas talvituvate oosporide moodustumine (Koppel, 2000).

Süsteemse toimega fungitsiidide ühekülgse kasutamise tagajärrel on ilmunud nii Eestis kui ka mujal maailmas haigusetekitaja fungitsiidiresistentsed tüvesid, mis nõuab fungitsiidide kasutamisel nn anti-resistentsuse strateegia järgimist pritsimisvahendite valikul (Koppel jt, 2003; Hermansen jt, 2000; Dowley, O'Sullivan, 1991; Cohen, Reuveni, 1983).

Eesti turule on jõudnud kombineeritud toimega preparaadid, milles on kõrvuti süsteemne ja kontaktne toimeaine. Uute, mitmel toimeainel põhinevate fungitsiidide ratsionaalne kasutamine peaks pakkuma uusi võimalusi kartuli ohtlikema haiguse poolt põhjustatud kahjude vähendamisel.

Preparaate Acrobat MZ (toimeained dimetomorf+mankotseeb), Tattoo (propamokarb-hüdrokloriid+mankotseeb), Glory (propamokarb-hüdrokloriid+fenamidon) ja Sereno (fenamidon+mankotseeb) peetakse uuteks tõhusateks kombineeritud toimega fungitsiidideks nii lehemädaniku kui ka kuivlaiksuse (*Alternaria solani*) tõrjel. Preparaatides sisalduv süsteemse toimega komponent liigub koos taimemahlaga taime alumisest osast üles noortesse kasvavatesse taimeorganitesse, takistades haigusetekitaja seene rakumembraanide moodustumist taimes. Kontaktse toimega komponent omakorda takistab haigusetekitaja paljunemist lehepinnal ja peatab nakkusalgme edasise leviku. Toimeainete koosmõjuna häirub seene elutegevus ja seen sureb.

2001. ja 2002. aastal korraldati EPMÜ Taimebiotehnoloogia Uurimiskeskuses EVIKA koostöös firmadega Kemira Agro Eesti AS ja Aventis CropScience fungitsiidide mõju uurimise demonstratsioonkatset. Katsete eesmärgiks oli võrrelda fungitsiidide toimet lehemädaniku tõrjel pealsete lehemädanikukahjustuse, mugulate pruunmädanikuga nakatumise ja mugulasaagi põhjal.

Võtmesõnad: haigustõrje, kontaktne, süsteemne fungitsiid, kombineeritud toime.

Materjal ja meetodika

Katsed toimusid EVIKA katsepõllul Sakus. Kasutatud preparaadid, nende toimeained, kulunormid, töötlemiste arv ja pritsimisajad on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Fungitsiidide kasutamine 2001. ja 2002. aastal

Table 1. The fungicides, ingredients, dose rates and application time in 2001 and 2002

Fungitsiid <i>Fungicide</i>	Toimeaine <i>Ingredient</i>	Kulunorm <i>Dose rate</i>	Pritsimise aeg, pritsimisskeem <i>Application time, spraying program</i>			
			2001. a <i>year</i>		2002. a <i>year</i>	
Acrobat MZ	dimetomorf+mankotseeb <i>dimethomorph+mancozeb</i> 90 g/kg + 600 g/kg	2 kg/ha	27.06 10.07 25.07	Acrobat MZ Acrobat MZ Acrobat MZ		
Tattoo	Propamokarb-hüdrokloriid + mankotseeb <i>propamocarb</i> <i>hydrochloride+mancozeb</i> 248 g/l + 301,6 g/l	4 l/ha	27.06 10.07 25.07	Tattoo Tattoo Tattoo	27.06 08.07 22.07 05.08	Tattoo Tattoo Tattoo Tattoo
Dithane M45	mankotseeb/ <i>mancozeb</i> 800 g/kg		07.08	Dithane M45		
Glory	propamokarb-hüdrokloriid+ fenamidon <i>propamocarb hydrochloride+</i> <i>fenamidon</i> 375 g/l + 75g/l	2 l/ha			27.06 08.07 22.07 05.08	Glory Glory Glory Glory
Sereno	fenamidon+mankotseeb <i>fenamidon+mancozeb</i> 100 g/kg + 500 g/kg	1,25 kg/ha			27.06 08.07 22.07 05.08	Sereno Sereno Sereno Sereno
Tattoo + Sereno					27.06 08.07	Tattoo Sereno
Tattoo + Sereno					27.06 08.07 22.07	Tattoo Sereno Sereno
Tattoo + Sereno					27.06 08.07 22.07	Tattoo Tattoo Sereno
Tattoo + Sereno					27.06 08.07 22.07 05.08	Tattoo Tattoo Sereno Sereno
Glory + Sereno					27.06 08.07	Glory Sereno
Glory + Sereno					27.06 08.07 22.07	Glory Sereno Sereno
Glory + Sereno					27.06 08.07 22.07	Glory Glory Sereno
Glory + Sereno					27.06 08.07 22.07 05.08	Glory Glory Sereno Sereno

Pritsimisel kasutatud vedeliku kulu 400 l/ha

Preparaatides sisalduvatest toimeainetest on dimetomorf ja propamokarb-hüdrokloriid süsteemsed, fenamidon nii süsteemne kui kontaktne ja mankotseeb kontaktne. Preparaatide kulunormid olid valmistajafirma poolt ette antud.

Kasvatatud sordid ja katsete agrotehnika on toodud tabelis 2.

Mugulasaagi andmete töötlemiseks kasutati dispersioonanalüüsi meetodit.

Lehemädanikukahjustust pealsetel hinnati alates esimeste haigustunnuste ilmumisest kuni saagi koristamiseni. 2001. aastal hinnati lehemädanikukahjustust 6., 13., 21. ja 27. augustil, 2002. aastal lehemädaniku ja kuivlaiksuse kahjustust 5., 12., 19. ja 26. augustil.

Mugulate nakatumine pruunmädanikuga määrati 2001. aastal 12. oktoobril, 2002. aastal 18. oktoobril.

Tabel 2. Katsete agrotehnika

Table 2. Agrotechnical treatments in trial field

Katseaasta <i>Year</i>	2001	2002
Sordid <i>Varieties</i>	'Berber' 'Varajane kollane' 'Piret'	'Berber' 'Varajane kollane' 'Piret'
Katselapi suurus <i>Plot area</i>	50 m ²	50 m ²
Väetamine <i>Fertilizers</i>	Cropcare 8-12-23 500 kg/ha	Cropcare 8-12-23 500 kg/ha
Mahapaneku norm <i>Planting rate</i>	42 000 mugulat/ha <i>tubers/ha</i>	42 000 mugulat/ha <i>tubers/ha</i>
Mahapaneku kuupäev <i>Planting date</i>	18.05	14.05
Keemiline umbrohutõrje Herbitsiid Pritsimise aeg <i>Chemical weed control</i> <i>Herbicides, dose rate,</i> <i>application time</i>	Titus+Sencor 21.06 30 g/ha+500 g/ha	Ei pritsitud/ <i>Untreated</i>
Koristuskuupäev <i>Harvesting time</i>	07.09	27.08

Tulemused ja arutelu

2001. aastal olid katsetuses preparaadid Acrobat MZ, Tattoo ja Dithane M45, kokku 9 varianti (tabel 3).

Sagedaste vihmade, pikkade uduperioodide ja suhteliselt madala temperatuuri tõttu 2001. aasta suvel hävitas lehemädanik sordil 'Berber' pealsed pritsimata variandis augusti teise dekaadi alguseks, sortidel 'Varajane kollane' ja 'Piret' kolmanda dekaadi lõpuks.

Lehemädanik

Antud tingimustes ilmnes preparaatide Acrobat MZ ja Tattoo efektiivsus lehemädaniku mahasurumisel kolme- ja neljakordsel pritsimisel. Parima tulemuse pealsete kaitsel andis kõikide sortide puhul neljakordne pritsimine (Acrobat MZ 3x + Dithane M45 1x või Tattoo 3x + Dithane M45 1x).

Pritsimiskeemides, kus ühe preparaadina kasutati fungitsiidi Tattoo, oli kasvatatud sortide pealsed lehemädanikust kahjustatud vähem kui Acrobat MZ kasutamisel.

Mugulasaak

Pritsimiskeemide varieerimine andis sortide lõikes pritsimata variandi suhtes enamsaaki erinevalt. Sordil 'Berber' saadi usutav saagitõus – 5,3 ja 13,9 t/ha (PD_{95%}_{'Berber'}=4,9) – Acrobat MZ-ga kahe- ja kolmekordsel pritsimisel. Sordil 'Varajane kollane' usutavat saagitõusu ei esinenud. Sordil 'Piret' saadi usutav mugulate enamsaak 8,3 ja 15,6 t/ha Acrobat MZ-ga kolme- ja neljakordsel (Acrobat MZ 3x + Dithane M45 1x) pritsimisel (PD_{'Piret'}_{95%}=6,7).

Tattoooga pritsimisel saadi usutav mugulasaagi suurenemine sortidel 'Berber' (10,3–14,2 t/ha) ja 'Varajane kollane' (7,1–16 t/ha) kahe-, kolme- ja neljakordsel pritsimisel (PD_{95%}_{'Berber'}=7,8; PD_{95%}_{'Varajane kollane'}=4,7). Sordil 'Piret', 9,4 t/ha-lt neljakordsel pritsimisel (Tattoo 3x + Dithane M45 1x) (PD_{'Piret'}_{95%}=5,8).

Tabel 3. Fungitsiidid sortide 'Berber', 'Varajane kollane' ja 'Piret' lehemädaniku tõrjel 2001. aastal
Table 3. The fungicides in control of late blight on variety Berber and Varajane kollane in 2001

Sort/Variety	'Berber'				'Varajane kollane'			'Piret'		
Katsevariant Variant	Töötlemiste arv Number of treatments	# Lehemädanik, % Late blight, %	Mugulasaak, t/ha Yield, t/ha	*Pruunmädanik, % Late blight on tubers, %	# Lehemädanik, % Late blight, %	Mugulasaak, t/ha Yield, t/ha	*Pruunmädanik, % Late blight on tubers, %	# Lehemädanik, % Late blight, %	Mugulasaak, t/ha Yield, t/ha	*Pruunmädanik, % Late blight on tubers, %
Kontroll (pritsimata) Untreated	0	98,2	36,5	2,4	98,5	44,7	5,1	98,2	35,1	5,1
Acrobat MZ	1	98,3	39,0	6,0	99,0	36,4	0	100,0	39,4	0
Acrobat MZ	2	97,5	41,8*	2,2	95,0	38,6	0	99,0	35,8	0
Acrobat MZ	3	16,2	50,4*	1,8	39,0	45,5	2,6	28,7	43,4*	0
Acrobat MZ +Dithane M45	3+1	2,7	40,2	10,0	4,1	46,0	0	8,0	50,7*	0
			PD _{95%} /LSD _{95%} =4,9			PD _{95%} /LSD _{95%} =6,2			PD _{95%} /LSD _{95%} =6,7	
Tattoo	1	92,5	41,7	5,5	99,0	48,7	0	100,0	33,5	0
Tattoo	2	93,7	46,9*	3,8	87,5	51,8*	0	75,2	37,1	0
Tattoo	3	0,8	46,8*	4,1	22,2	60,7*	0	15,3	39,1	0
Tattoo + Dithane M45	3+1	1,2	50,7*	3,6	2,6	54,1*	0	2,9	44,5*	0
			PD _{95%} /LSD _{95%} =7,8			PD _{95%} /LSD _{95%} =4,7			PD _{95%} /LSD _{95%} =5,8	

Lehemädaniku kahjustus sordil 'Berber' määratud 13.08.2001. a / Infection of late blight on variety 'Berber' was assessed in 13.08.2001

Lehemädaniku kahjustus sortidel 'Varajane kollane' ja 'Piret' määratud 27.08.2001. a / Infection of late blight on varieties 'Varajane kollane' and 'Piret' was assessed in 27.08.2001

* Pruunmädanikuga nakatunud mugulad määratud 12.10.2001. a / Infection on late blight of tubers was assessed in 12.10.2001

Pruunmädanik

Sordil 'Berber' olid Acrobat MZ-ga 1-, 2-, 3-kordsel ning pritsimiskeemi Acrobat MZ 3x + Dithane M45-ga 1-kordsel kasutamisel pruunmädanikuga nakatunud 1,8–10,0% uuritud mugulatest, pritsimata variandis 2,4%. Sordil 'Varajane kollane' oli Acrobat MZ-ga 3 korda pritsitud variandis mugulate nakatumine 2,6%, pritsimata variandis 5,1%. Sordil 'Piret' esines pruunmädanikuga nakatumine ainult pritsimata variandi mugulatel (5,1%).

Mugulate nakatumine pruunmädanikuga oli pritsimiskordade ja sortide lõikes Tattooga pritsimisel väiksem kui Acrobat MZ kasutamisel. Pruunmädanikuga nakatunud mugulaid oli sordil 'Berber' 3,6–5,5%, kontrollvariandis 2,4%. Sortidel 'Varajane kollane' ja 'Piret' olid nakatunud pruunmädanikuga ainult pritsimata variantide mugulad.

Varajase sordi 'Berber' mugulate nakatumine pruunmädanikuga oli arvatavalt tingitud enam ilmastikust ja sordist kui pritsimiskordade arvust. Et sordi 'Berber' pealsed olid 13. augusti seisuga praktiliselt hävinud, siis on tõenäoline, et haigusetekiitaja *Phytophthora infestans*'i seeneseed uhuvi mulda ja lehemädaniku arenguks soodsates ilmastikuoludes nakatusid vaos mullapinnale lähemal kasvanud mugulad pruunmädanikuga. Varasepoolse sordi 'Varajane kollane' ja keskvalmiva sordi 'Piret' pealsete kahjustus oli samal ajal (13.08.) väiksem ja mugulad nakatusid pruunmädanikuga samuti vähem, ka on nende sortide mugulad vastupidavamad pruunmädaniku nakkuse suhtes.

Seega saadi 2001. aastal (lehemädaniku levikuks soodsa ilmastikuga aastal) antud kulunormide juures parimad tulemused pealsete ja mugulate kaitsel, samuti saagi arvestuses, preparaadi Tattoo 3x ja Tattoo 3x + Dithane M45 1x kasutamisel.

Tundub, et kombineeritud toimega preparaadi Tattoo koostises oleva süsteemse toimeaine propamokarb- hüdrokloriidi (248 g/l) ja kontaktse toimeaine mankotseebi (301,6 g/l) koosmõju avaldas antud tingimustes efektiivsemat mõju kui Acrobat MZ koostises oleva süsteemse dimetomorfi (90 g/kg) ja kontaktse mankotseebi (600 g/kg) kombinatsioon (tabel 1). Võib oletada, et lehemädaniku arenguks ja levikuks soodsal aastal on haiguse tõrjel eelistatud kombineeritud toimega preparaatidest need, mille koostises on süsteemse toimega fungitsiidi rohkem.

2002. aastal olid katsetuses preparaadid Tattoo, Glory ja Sereno eraldi ning Tattoo ja Glory pritsimiskeemis preparaadiga Sereno, kokku 21 katsevarianti (tabelid 4, 5 ja 6).

2002. aasta ilmastik ei olnud lehemädaniku levikuks nii soodne kui 2001. aastal, ilmad olid kuni augusti keskpaigani väga soojad ja sademetevaesed. Kartulitaimed kasvasid normaalsest aeglasemalt. Lehemädanik lööbis augusti esimesel dekaadil esmalt varajastel sortidel, kandudes augusti teisel poolel edasi ka hilisematele sortidele. Vaatamata lehemädaniku levikuks ebasoodsatele ilmastikuoludele, hävisid pritsimata variandis kasvanud sortide pealsed samaks ajaks kui lehemädaniku levikuks soodsal 2001. aastal – augusti II dekaadiks. Ollakse seisukohal, et seene *P. infestans* areng sõltub suurel määral kartuli arengufaasidest ja taime vananemisest (Marland, 1966). Augusti keskpaigaks olid sordi 'Berber' mugulad jõudnud valmimisjärku ja taimede vastupanuvõime haigustele langenud, mistõttu võib oletada, et nakkus levis ebasoodsatele ilmastikuoludele vaatamata ning arvatavalt kandus edasi ka sortide 'Varajane kollane' ja 'Piret' pealsetele. Mõnedel andmetel ei kehti enam seoses haigusetekiitaja rassilise koosseisu muutumisega üldteada seosed haiguse leviku ja ilmastikutingimuste vahel (Fry, Mizubuti, 1998).

Lehemädanik

2002. aastal vähenes lehemädanikukahjustus kõikide sortide pealsetel oluliselt preparaadiga Tattoo kahe- ja kolmekordsel pritsimisel, samas aga lööbis pritsimiskordade suurenemisel kuivlaiksus (*Alternaria solani*).

Sordi 'Berber' pealsetel pidurdus lehemädaniku areng oluliselt preparaatide kombinatsiooni Glory+ Sereno 2x+2x kasutamisel, vähema pritsimiskordade arvu puhul märgatavat lehemädanikukahjustuse vähenemist ei esinenud. Sama pritsimiskeemi puhul ei esinenud sortide 'Varajane kollane' ja 'Piret' pealsetel lehemädaniku nakkust, kuid lööbis intensiivselt kuivlaiksus. Teiste fungitsiidide tõrjeefektiivsus pealsete kaitsel oli väiksem.

Kuivlaiksus

Niisiis esines lisaks lehemädanikukahjustusele sel aastal ka kuivlaiksuse lööbimine kartuli pealsetel. Kuivlaiksusesse nakatusid eelkõige taimed nendes katsevariantides, kus lehemädanik oli pritsimise tulemusena täielikult maha surutud. Näiteks sordil 'Berber' oli variandis Tattooga (4x pritsitud) 12. augustil kuivlaiksuse areng 17%, nädal hiljem aga 60%, preparaadiga Glory (4x pritsitud) 12. augustil 13,3%, nädal hiljem 56%. Sordil 'Varajane kollane' esines kuivlaiksus Tattoo, Glory, ja Serenoga 4-kordse pritsimise variantides, pritsimiskeemi Glory+Sereno kasutamisel aga koguni kõigis variantides.

Sordil 'Piret' määrati kuivlaiksuse esinemine preparaatidega Tattoo ja Sereno kahe-, kolme- ja nelja-kordsel pritsimisel, pritsimiskeemi Glory+Sereno kasutamisel kõigis variantides.

Mugulasaak

Pritsimata variandi suhtes saadi 2002. aasta saagi arvestuses sordil 'Berber' suurim usutav mugulate enamsaak – 15,1 t/ha – pritsimisskeemi Tattoo 2x + Sereno 2x kasutamisel (PD95%=7,9). Enamsaak 5,6–9,4 t/ha, sõltuvalt pritsimiste arvust (PD95%=4,2), saadi kõigis fungitsiidiga Sereno pritsimise variantides. Teiste kasutatud fungitsiidide ja pritsimisskeemide kasutamisel jäi mugulate enamsaak väiksemaks. Sordil 'Varajane kollane' saadi samuti usutav enamsaak kõikides preparaadiga Sereno pritsitud variantides – 9–14 t/ha (PD95%=7,4). Teiste katses kasutatud preparaatide mõju mugulasaagile jäi nõrgemaks. Sordil 'Piret', millel lööbis intensiivselt kuivlaiksus, saadi ka väiksemad mugulasaagid. Sordil 'Piret' saadi usutav mugulate enamsaak 13 t/ha Tattooga 3-kordsel pritsimisel (PD95%=9,4) ning Serenoga 3-kordsel ja 4-kordsel pritsimisel (5,1 ja 3,6 t/ha) (PD95%=4,6).

Tabel 4. Fungitsiidid lehemädaniku ja kuivlaiksuse tõrjeks sordil 'Berber' 2002. aastal

Table 4. The fungicides in control of late blight and early blight on variety 'Berber' in 2002

Katsevariant <i>Variant</i>	Töötlemiste arv <i>Number of treatments</i>	#Lehemädanik, % <i>Late blight, %</i>	#Kuivlaiksuse kahjustus, % <i>Early blight, %</i>	Mugulasaak, t/ha <i>Yield, t/ha</i>	*Pruunmädanik, % <i>Late blight on tubers, %</i>
Kontroll (pritsimata) <i>Untreated</i>	0	99,0	0	33,3	0
Tattoo	1	80,0	0	36,3	0
Tattoo	2	7,7	0	41,6*	0
Tattoo	3	4,7	0	43,8*	0
Tattoo	4	0	17	40,1*	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =4,9	
Glory	1	97,0	0	33,1	0
Glory	2	65,0	0	42,1*	0
Glory	3	33,3	0	36,4	0
Glory	4	45,4	13,3	40,4*	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =6,9	
Sereno	1	99,0	0	39,1*	0
Sereno	2	97,0	0	38,9*	0
Sereno	3	75,0	0	38,9*	0
Sereno	4	61,7	0	42,7*	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =4,2	
Tattoo + Sereno	1 + 1	99,0	0	36,3	0
Tattoo + Sereno	1 + 2	83,3	0	34,2	0
Tattoo + Sereno	2 + 1	60,0	0	44,5*	0
Tattoo + Sereno	2 + 2	21,0	0	48,4*	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =7,9	
Glory + Sereno	1 + 1	95,0	0	41,3*	0
Glory + Sereno	1 + 2	65,0	0	39,2	0
Glory + Sereno	2 + 1	40,0	0	38,3	0
Glory + Sereno	2 + 2	2,5	0	35,9	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =5,6	

Lehemädaniku ja kuivlaiksuse kahjustus määratud 12.08.2002 / *Infection of late blight and early blight was assessed in 12.08.2002*

* Mugulate pruunmädanikuga nakatumine määratud 18.10.2002 / *Infection of late blight on tubers was assessed in 18.10.2002*

Pruunmädanik

Pruunmädaniku analüüsimisel ei täheldatud sordi 'Berber' mugulatel nakkuse esinemist. Sortide 'Varajane kollane' ja 'Piret' mugulatel esines pruunmädaniku nakkust üksikutel juhtudel. Kahjustatud mugulate hulk oli sordil 'Varajane kollane' pritsimiskeemi Tattoo 1x + Sereno 1x kasutamisel 5%, sordil 'Piret' erinevatel pritsimistel 0,9–7,5%. Tundub, et mugulate nakatumine pruunmädanikuga oli juhuslik ja ilmselt ei sõltunud 2002. aastal kasutatud preparaatidest ja pritsimiskordade arvust.

2002. aasta tulemuste põhjal ei ole võimalik preparaatide efektiivsuse kohta järeldusi teha. Parima toimega pritsimiskeemid varieerusid katses mõõdetud parameetrite – pealsete ja mugulate kaitse, mugulasaak – lõikes, mistõttu ei saa üheselt ühegi fungitsiidi või pritsimiskeemi kasutamise eelist välja tuua.

Table 5. Fungitsiidid lehemädaniku ja kuivlaiksuse tõrjeks sordil 'Varajane kollane' 2002. aastal
Table 5. The fungicides in control of late blight and early blight on variety 'Varajane kollane' in 2002

Katsevariant <i>Variant</i>	Töötlemiste arv <i>Number of treatments</i>	# Lehemädanik, % <i>Late blight, %</i>	#Kuivlaiksuse kahjustus, % <i>Early blight, %</i>	Mugulasaak, t/ha <i>Yield, t/ha</i>	*Pruunmädanik, % <i>Late blight on tubers, %</i>
Kontroll (pritsimata) <i>Untreated</i>	0	99,0	0	48,2	0
Tattoo	1	12,3	0	58,8*	0
Tattoo	2	8,4	0	57,6	0
Tattoo	3	1,5	0	55,5	0
Tattoo	4	0	12	55,2	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =10,4	
Glory	1	55,0	0	41,2*	0
Glory	2	33,0	0	44,8	0
Glory	3	35,0	0	51,4	0
Glory	4	0	35	45	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =6,5	
Sereno	1	96,0	0	57,2*	0
Sereno	2	25,0	0	61,1*	0
Sereno	3	12,0	0	62,2*	0
Sereno	4	3,3	20	57,3*	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =7,4	
Tattoo+Sereno	1 + 1	75,0	0	39,3	5
Tattoo+Sereno	1 + 2	33,3	0	53,4	0
Tattoo+Sereno	2 + 1	8,3	0	65,3	0
Tattoo+Sereno	2 + 2	18,0	0	53,5	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =17,4	
Glory+Sereno	1 + 1	0	50	54,1	0
Glory+Sereno	1 + 2	0	12	68,3*	0
Glory+Sereno	2 + 1	0	18,3	51,2	0
Glory+Sereno	2 + 2	0,1	18	52,5	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =14,2	

Lehemädaniku ja kuivlaiksuse kahjustus määratud 26.08.2002 / *Infection of late blight and early blight was assessed in 26.08.2002*

* Mugulate pruunmädanikuga nakatumine määratud 18.10.2002 / *Infection on late blight of tubers was assessed in 18.10.2002*

Tabel 6. Fungitsiidid lehemädaniku ja kuivlaiksuse tõrjeks sordil 'Piret' 2002. aastal
Table 6. The fungicides in control of late blight and early blight on variety 'Piret' in 2002

Katsevariant Variant	Töötlemiste arv Number of treatments	# Lehemädanik, % Late blight, %	#Kuivlaiksuse kahjustus, % Early blight, %	Mugulasaak, t/ha Yield, t/ha	*Pruunmädanik, % Late blight on tubers, %
Kontroll (pritsimata) <i>Untreated</i>	0	99,0	0	31,8	7,5
Tattoo	1	11,7	0	35,3	0
Tattoo	2	3,0	6,3	33,5	0
Tattoo	3	0,8	3	44,8*	0
Tattoo	4	0	20	40,5	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =9,4	
Glory	1	8,2	0	35,1	0
Glory	2	12,3	0	37	0
Glory	3	16,3	0	36,4	0
Glory	4	0	35	28,6	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =10,0	
Sereno	1	82,0	0	33,3	0
Sereno	2	73,0	25	35,3	0
Sereno	3	0	25	39,1*	0
Sereno	4	0	35	36,9*	0,9
				PD _{95%} /LSD _{95%} =4,6	
Tattoo+Sereno	1 + 1	87,0	0	24,9	7,5
Tattoo+Sereno	1 + 2	0	28	32,6	0
Tattoo+Sereno	2 + 1	4,5	0	51	0
Tattoo+Sereno	2 + 2	0	8,6	37,5	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =5,8	
Glory+Sereno	1 + 1	0	45	31,4	0
Glory+Sereno	1 + 2	0	8,2	38,2	0
Glory+Sereno	2 + 1	0	5,8	37,3	0
Glory+Sereno	2 + 2	0	17	37,6	0
				PD _{95%} /LSD _{95%} =7,3	

Lehemädaniku ja kuivlaiksuse kahjustus määratud 26.08.2002 / Infection of late blight and early blight was assessed in 26.08.2002

* Mugulate pruunmädanikuga nakatumine määratud 18.10.2002 / Infection on late blight of tubers was assessed in 18.10.2002

Tänuõnad

Autorid tänavad firmat Aventis CropScience toetuse eest katsete korraldamisel.

Täname samuti Eesti Teadusfondi, kes uurimistööd rahaliselt toetas (grant nr 4734).

Kokkuvõte

- Kõik demonstratsioonkatsetes kasutatud kombineeritud toimega fungitsiidid kaitsesid kartulipealseid lehemädaniku ja mugulaid pruunmädaniku nakkuse eest. Tõrje efektiivsus sõltus kasutatud preparaadist, pritsimiskordade arvust, sordist ja ilmastikust.
- **2001.** aastal, kui tingimused lehemädaniku arenguks olid soodsad, vähendas kõigi sortide pealsete lehemädanikukahjustust märgatavalt vähemalt kolmekordne pritsimine preparaatidega Acrobat MZ või Tattoo. Neljas pritsimine fungitsiidiga Dithane M45 vähendas pealsetel kahjustust veelgi.

- 2001. aastal andis efektiivseima tulemuse pealsete ja mugulate kaitsel, samuti mugulasaagi osas preparaadi Tattoo kasutamine.
- Katse tulemuste põhjal võib öelda, et lehemädaniku arenguks ja levikuks soodsal aastal on haiguste tõrjel eelistatud kombineeritud toimega preparaatidest need, mille koostises on süsteemsete omadustega toimeainet suhteliselt rohkem kui kontaktset.
- **2002.** aasta tingimustes, mil ilmastik oli lehemädaniku levikuks vähesoodne, piisas haiguse allasurumiseks sordi 'Berber' pealsetel kahekordsest pritsimisest fungitsiidiga Tattoo. Nelja pritsimise korral preparaatidega Tattoo ja Glory lööbis kuivlaiksus. Usutav mugulate enamsaak pritsimata variandi suhtes saadi Tattooga 2-, 3- ja 4-kordsel pritsimisel, Gloryga 2- ja 4-kordsel ning Serenoga kõikidel pritsimistel. Preparaatide kombineerimisel andis paremaid tulemusi Tattoo ja Sereno kooskasutamine.
- Sordil 'Varajane kollane' saadi 2002. aasta tingimustes parimad tulemused pealsete kaitsel lehemädaniku vastu preparaatide Tattoo ja Sereno kahe- ja kolmekordsel pritsimisel. Rohkematel pritsimiskordadel intensiivistus kuivlaiksuse lööbimine pealsetel (v.a kombinatsioonid Tattoo+Sereno). Usutav mugulate enamsaak pritsimata variandi suhtes saadi Tattoo või Gloryga 1x, Glory 1x + Sereno 2x pritsimisel ja kõikides Serenoga variantides.
- Sordile 'Piret', mis on katses kasutatutest kõige lehemädanikukindlam, mõjus haigust allasuruvalt juba ühekordne pritsimine preparaatidega Tattoo või Glory. Fungitsiididega kahe-, kolme- ja neljakordsel pritsimisel esines vähemal või rohkemal määral kuivlaiksust. Usutav mugulasaagi suurenemine pritsimata variandi suhtes saadi Tattooga 3- ja Serenoga 3- ja 4-kordsel pritsimisel.
- Ilmastikutingimustes, mis ei soosi lehemädaniku arengut, tuleb arvestada kuivlaiksuse ulatusliku lööbimise ohuga. Intensiivse haigustõrje programmi rakendamisel antud aastal peatati lehemädaniku-tekijaja areng, selle asemel hakkas levima kuivlaiksus.

Kirjandus

- Cohen, Y., Reuveni, M. 1983. Occurrence of metalaxyl resistant isolates of *Phytophthora infestans* in potato fields in Israel. – *Phytopathology* 6, p 925–927.
- Dowley, I. J., O'Sullivan, E. 1991. Changes in the distribution of phenylamide resistant strains of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary in Ireland 1985–89. – *Potato Research*, 1, p. 925–927.
- Fry, W. E., Mizubuti, E. S. 1998. Potato late blight. *The Epidemiology of Plant Diseases*. Kluwer Publishers, Dordrecht, p. 371–385.
- Hermansen, A., Hannukala, A., Havskjold Naerstad, R., Brurberg, B. 2000. Variation in populations of *Phytophthora infestans* in Finland and Norway: mating type, metalaxyl resistance and virulence phenotype. – *Plant Pathology*, 49, p 11–22.
- Koppel, M. 1997. Changes in resistance of potato varieties to late blight in 1922–1991. Kaasaja ökoloogia probleemid. Ajalised muutused Eesti eluslooduses ja keskkonnas. Tartu, lk 97–101 (in Estonian).
- Koppel, M. 2000. Problems and achievements in breeding potatoes for disease resistance. Development of environmentally friendly plant production in the Baltic region. – *Proceedings of the International Conference Tartu, Estonia September 28–29, 2000*. Tartu, p. 70–73.
- Koppel, M., Runno, E., Talvoja, P. 2003. Characterization of Estonian isolates of *Phytophthora infestans*. ICPP2003. 8th International Congress of Plant Pathology, vol. 2. Abstracts of Offered Papers, p. 346.
- Marland, A. 1966. Kartuli-lehemädaniku arengu mõningatest iseärasustest.

The fungicides in control of potato late blight (*Phytophthora infestans*)

M. Särekanno, V. Vasar, A. Ojarand, P. Talvoja, K. Kotkas

Summary

During the last decades the new more aggressive *Phytophthora infestans* races have appeared in Estonian late blight populations. As a result of usage of systemic fungicides a new fungicide-resistant *P. infestans* strains have developed. Effective disease control requires a careful selection of fungicides in order to follow the antiresistance strategy. Priority has to be given to mixed fungicides containing several active ingredients, one of which should be with systemic and another preferably with contact properties.

In collaboration with Aventis CropScience demonstrational trials were set up on the test field of EVIKA, Saku, Estonia, in 2001 and 2002. The aim was to study the effect of fungicides in control of late blight (*P. infestans*) on stems and tubers and its subsequent influence on yield.

There were 3 varieties tested in the trials: 'Berber', 'Varajane kollane' and 'Piret'. In 2001 fungicides Acrobat MZ, Tattoo and Dithane M45 were compared, total in 9 treatments. In 2002 fungicides Tattoo, Glory and Sereno separately and Tattoo and Glory in spraying program with Sereno, total in 21 treatments were tested.

The fungicides, dose rates and application times are presented in Table 1. Table 2 illustrates the agrotechnical treatments in trial field. Weather conditions were favourable for distribution of *P. infestans* in 2001. Dry and hot summer in 2002 was less favourable for disease development. Results were analyzed statistically using Student's T-test.

All fungicides with combined mode of action used in demonstrational trials protected potato stems, foliage and tubers from late blight infection. The efficacy depended on combination of product, application times, variety and climate.

In **2001**, when the weather conditions were favourable for late blight development, 3 and 4 applications of Tattoo and Acrobat MZ guaranteed effective control of late blight (Table 3). Four applications (4th application with Dithane M45) reduced the damage of late blight even more.

The most effective protection of stems, foliage and tubers as well as yield increase was obtained by using fungicide Tattoo.

Consequently under conditions that favour the late blight development the higher efficacy against the disease is expressed by fungicides containing relatively higher concentration of systemic active ingredient than that of contact ingredient.

In **2002**, when the climatic conditions were not favourable for the distribution of *P. infestans*, the 2-fold application with Tattoo was enough to control the disease on variety Berber (Table 4). At four-fold application with fungicides Tattoo and Glory the potato early blight (*Alternaria solani*) started to develop. The significant yield increase was obtained when Tattoo 2, 3 and 4 times, Glory 2 and 4 times and Sereno all treatments were used. In combined treatments the combination of Tattoo and Sereno gave the best results.

The best foliage protection against late blight on variety 'Varajane kollane' was obtained with fungicides Tattoo and Sereno 2- and 3-fold applications (Table 5). The higher the number of applications the more severe the damage of early blight was (except treatments Tattoo+Sereno). The significant yield increase was obtained by spraying Tattoo or Glory 1 time, Glory 1x+Sereno 2x and in all Sereno treatments.

'Piret' is known to be the most resistant to late blight among the varieties tested in this trial. Therefore late blight was effectively controlled already by one treatment of fungicides Tattoo or Glory (Table 6). When fungicides were used 2, 3 or 4 times early blight spread more widely. Significant yield increase was obtained by spraying plants with Tattoo 3 times or with Sereno 3 and 4 times.

Under the conditions that are unfavourable for late blight, there is a higher risk for early blight development. The applied intensive disease control program prevented the late blight infections but early blight started to develop instead.