

INNOVATSIOONIKLASTRI TOETUSE INNOVATSIOONITEGEVUSE LÕPPARUANNE

1. Elluviidud innovatsioonitegevuse kirjeldus¹



Maaelu Arengu Euroopa
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

**Innovatsiooniklastri toetus (MAK 2014-2020 meede 16)
Maheklaster MTÜ projekt Innovatsioon mahetaimekasvatases**

K6. Kartuli-lehemädaniku looduslikud tõrjevahendid

Tegevuse toimumise aeg: 2021 - 2022

Kaasatud klaster liikmed: Kiltsimäe talu, Fio OÜ

Kaasatud partnerid: METK (tööde teostamise ajal ETKI), Ökoloogiliste Tehnoloogiate Keskus

Eesmärk

Tegevuse peamiseks eesmärgiks oli välja selgitada kartuli-lehemädaniku tõrjeks sobivate vahendite efektiivsus kartuli saagikuse suurendamiseks.

Sissejuhatus

Mahekartulikasvatuse üheks suurimaks probleemiks on kartuli-lehemädanik, mille tõttu on mahekartuli saagikus sageli oluliselt väiksem kui tavakartulikasvatases, isegi kui kasutatakse lehemädanikule vähem vastuvõtlikke sorte ja kvaliteetset haigusvaba seemet. Haiguse kontrolli all hoidmine võimaldaks lükata koristusperioodi hinnanguliselt 2-3 nädala võrra edasi, mis aitaks kaasa suurema ja kvaliteetsema kartuli saagi saamisele.

Katsete planeerimise ajal (taotluse ettevalmistamise etapis) olid mitmetes Euroopa riikides alternatiivsed vahendid katsetusjärgus ja loodeti, et sealsed tulemused aitavad valida mahetootmise sobivaid vahendeid, mida Eesti tingimustes katsetada. Katseid ette valmistades tutvuti põhjalikult selleteemaliste uuemate teadusartiklitega ja suheldi mitmete sisendeid müüvate välismaiste firmadega, mille tulemusena sai selgeks, et ühtegi looduslikku vahendit, mis oleks pisavalt efektiivne kartuli lehemädaniku tõrjeks jätkuvalt turul pole. Materjale läbitöötades oli leitud, et kompostteedel võiks olla haigust pärssiv ja taime tugevdav toime, samuti mitmel biostimulandil. Eksperthinnangu alusel võeti katsesse ka Patentkali, soovitusena kasutada hektarinormi jaotatuna 4-5-le kasvuaegsele kasutuskorrale. Mahetootmises on EL-s jätkuvalt küll veel lubatud piiratud koguses vasepõhiseid vahendeid kasutada, kuid aktiivselt otsitakse nende vähendamisevõimalusi ja loodussõbralikumaid alternatiive.

Katsed tehti kahe klatri liikme põldudel - Kiltsimäe talus ja OÜ-s Fio. Uuriti katses kasutatud vahendite kasutamise mõju nii kartuli kogusaagile kui ka kaubanduslikule saagile ning hinnati haigustesse nakatumist. Esimesel aastal tehti ka säilituskatse.

Elluviidud tegevuste kirjeldus

Katsemetoodika

Põldkatsed viidi läbi aastatel 2021-2022 kahe klatri liikme tootmispõldudel. 2021. a viidi katsed läbi Kiltsimäe talu tootmispõllul sordiga Gala. 2022. a tehti katsed Kiltsimäe talus sortidega 'Baltic Rose' ja 'Merle' ning OÜ-s Fio sordiga 'Teele'.

2021 a. katsetati järgmiste vahenditega: Root Better ja K-Amino (biostimulandid), kaks erinevat kompostteed, väetis Patentkali ja jaekaubanduses laialt kättesaadav bordoosegu. Kontrollvarianti ja Patentkaliga väetatavat varianti pritsiti kahel korral samaaegselt katses olnud pritsitavate toodete kasutamisega veega, et katsetulemusi ei mõjutaks pritsimisega taimedele antud vesi. 2022. katseaastal kasutati kahe komposttee asemel ühe teise valmistaja kompostteed. Esimesel katseaastal kasutati kõiki pritsitavaid vahendeid kaks korda, väetise Patentkali (graanulitena) kogus jaotati neljale korrale. Teisel katseaastal kasutati vahendeid Root Better, K-Amino ja bordoosegu (pritsituna kaks korda), kompostteed (pritsituna ühe korra) ja Patentkali kogus jaotati sarnaselt aasta varasemale neljale kasutuskorrale. Katses kasutatud bordoosegu on kasutuses paljudes EL maades kui vaske sisaldav preparaat, kuid sellele otsitakse mahetootmises alternatiive. See oli katsesse võetud, et võrrelda loodussõbralikumate vahendite kasutamise efektiivsust lisaks kontrollvariandile ka vaske sisaldava vahendi kasutamisega.

Katses kasutatud vahendite lühitutvustus on toodud tabelis 1.

2021. aastal oli Kiltsimäe talus katses sort 'Gala'. Vao laius oli 0,75 m, pesa vahe 0,3 m. Põllul on rähkmuld, lõimis saviliiv. Tegemist on karbonaatse, suhteliselt põuakartliku mullaga.

Kõiki variante katsetati kolmes korduses. Lehemädaniku, hahkhallituse ja kuivlaiksuse esinemist hinnati %-na lehestiku pinnast (0-100%), mõlemal aastal tehti kaks vaatlust. Vaatluste arvu suurendamine polnud ilmastikutingimustest tulenevalt otstarbekas. Katse koristati 26.08.2021, Patentkali variant kaks nädalat hiljem. Iga variandi igast kordusest võeti kahelt vaolt 20 järjestikust pesa. Pärast koristust jagati mugulad kolme fraktsiooni: <35mm, 35-55mm, ja >55 mm. Mugulad loeti ja kaaluti, tulemuste järgi sai arvutada kaubanduslike mugulate saagi ja kaubandusliku saagi % kogusaagist. Katselappidelt saadud tulemuste põhjal arvutati hektarisaak, et esitada andmeid tootjatele lihtsasti arusaadaval viisil. Katse iga variandi igast kordusest võeti 2021. a 4 kg ja 2022. a 3 kg proovid, mida säilitati Jõgeval katsekeldris, kus temperatuur oli säilitusperioodi vältel umbes 5°C. Mugulate säilivust hinnati 2021. aasta saagil kaks korda: 2022 a jaanuaris ja mais. Loeti säilima pandud mugulad ja eraldati neist kuiv- ja märgmädanikuga nakatunud mugulad.

2022. aastal viidi Kiltsimäe talus läbi korduskatse, kuid valiti välja kaks uut sorti - 'Baltic Rose' ja 'Merle'. Eraldi katse rajati OÜ Fio põllule ja sordiks valiti Eesti sort 'Teele'. Soodsate tingimuste tõttu ründasid OÜ Fio katset kartulimardikad, mille tulemusel hävis enamus rohelist lehestikust. Seega polnud seal haigustesse nakatumise vaatlusi mõtet korraldada. Saak koristati ja hinnati, kuid tulemused on igati mõjutatud kartulimardikate invasioonist tekkinud kahjustest. Kiltsimäe talus võeti pärast saagikuse hindamist koristuse järel 3 kg mugulaproovid sortide 'Baltic Rose' ja 'Merle' variantidest, mille kvaliteeti hinnati 1,5 kuu möödudes koristusest ehk pärast nn raviperioodi.

Kõiki tooteid kasutati vastavalt tootjafirma keskmisele soovitatud kasutusnormile (Tabel 1). Katsed viidi läbi kolmes korduses ning katseandmeid töödeldi ühefaktorilise dispersioonanalüüsiga (ANOVA), kasutades programmi Dell Statistica v.13. Katsevariantide omavaheliste erinevuste hindamiseks töödeldi andmeid post-hoc Fisher LSD testiga, piirdiferentsi (PD) 95% tõenäosuse juures.

Tabel 1. Katses kasutatud vahendid

Nimetus	Kirjeldus	Soovitatud kulunormid	Kulunorm katses
Root Better	Kasvustimulant ja juure tugevdaja. Root Better sisaldab segu kasvu soodustavatest ja taimestressi vähendavatest mükoriisa seentest ja nendega looduslikult kaasnevate bakterite bioomist, zeoliit, mikrotoitained	1 g/1 l	1 g/1 l, 2 korda
K-Amino	Kasvustimulant, inokuleeritud aeroobsete mikroobidega	0,5-1 ml/l, võib kasutada korduvalt	2 v 3 korda 1 ml/l
Kompostteed (erinevad)	Sisaldab toitaineid ja erinevaid kasulikke ühendeid (erinevad mikroorganismid, seemned, pärmid jm). Neil ainetel ja organismidel on sünergiline mõju haiguste allasurumisel ja taimede kasvu soodustamisel.	Kasutati kolme erinevat kompostteed (kahe erineva valmistaja omad)	1 v 2 korda
Patentkali	Suure magneesiumi- ja väävlisisaldusega kaaliumväetis, mida on lubatud kasutada mahetootmises	600 – 1200 kg/ha	1000 kg/ha
Bordoosegu	Vasksulfaat, kustutatud lubi (kleepaine)	1%-line vesilahus, kuni kolm korda	2 korda

Tulemused

Sort 'Gala', Kiltsimäe talu, 2021. a

2021. a juuni, juuli ja august olid kuivad ja lehemädaniku lööbimist ei tomunud. Taimikul tekkis kuivusest stress, mille tõttu lehestikku hakkasid hävitama stressist tulenevad haigused - kuivlaiksus ja hahkhallitus. Esimene vaatlus tehti 28.07, kui osadel taimedel oli alumistest lehtedest hävinud hahkhallituse (*Bortrytinia fuckeliana*) tõttu 20%. Ülemiste lehtede kahjustusi oli tekitanud kuvlaiksus (*Alternaria solani*), kuid mitte kõikidel variantidel. Kõige vähem kahjustusi oli Patentkaliga töödeldud variandil (Fotod 2 ja 3). Selle põhjuseks oli suure tõenäosusega see, et taimed said lisaväetise (4x, kartulile väga olulist toitaineid kaaliumi sisaldav väetis), mis vähendas stressi, taimed olid tugevamad ja ei nakatunud nii kergesti ei kuivlaiksuse ega hahkhallitusega. Ülejäänud katse taimikul oli selgelt näha Mg ja teiste taimele vajalike toitainete puudust.

Tabel 2. 2021. a katse haiguste vaatluse keskmised tulemused (%-des lehestiku pinnast)

Variant	28.07.21		04.08.21	
	kuivlaiksus	hahkhallitus	kuivlaiksus	hahkhallitus
Kontroll	10	20	13,3	23,3
Bordoosegu	7	12	11,7	13,3
K+Amino	10,7	8,3	20	23,3
Patentkali	1,3	2,3	1,7	10
Root Better	7,3	10	25	21,7
Komposttee 1	7,3	7	15	23,3
Komposttee 2	11,7	16,7	11,7	16,7

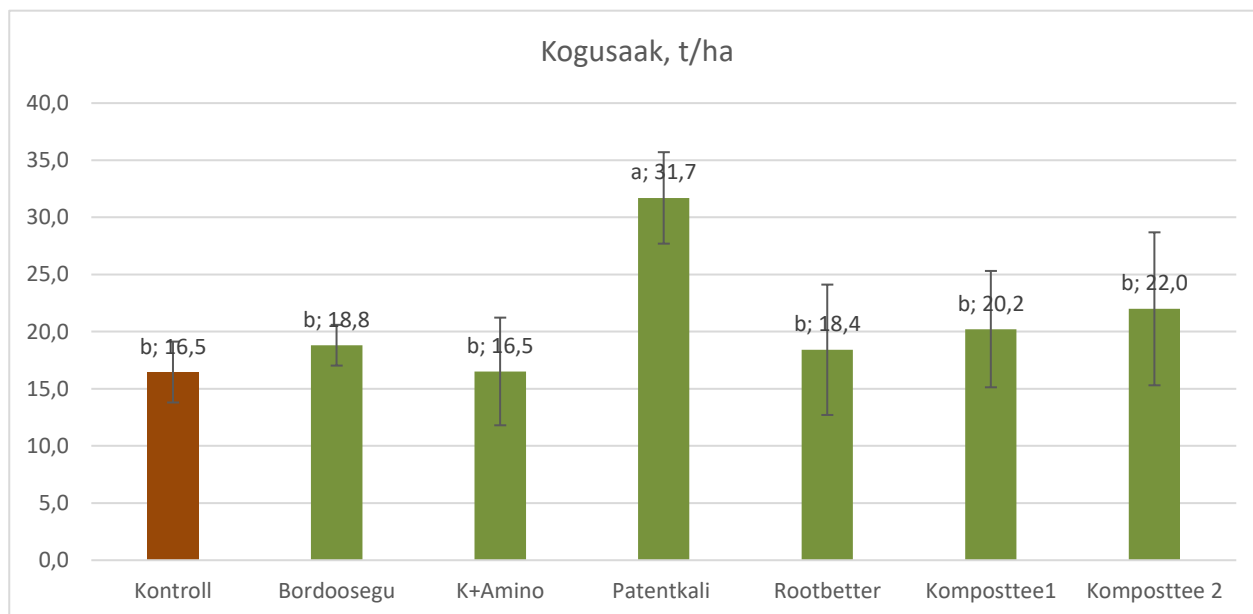


Foto 1. Katsepõllu pritsimine 5.07.2021. Kõik fotod: M. Mikk



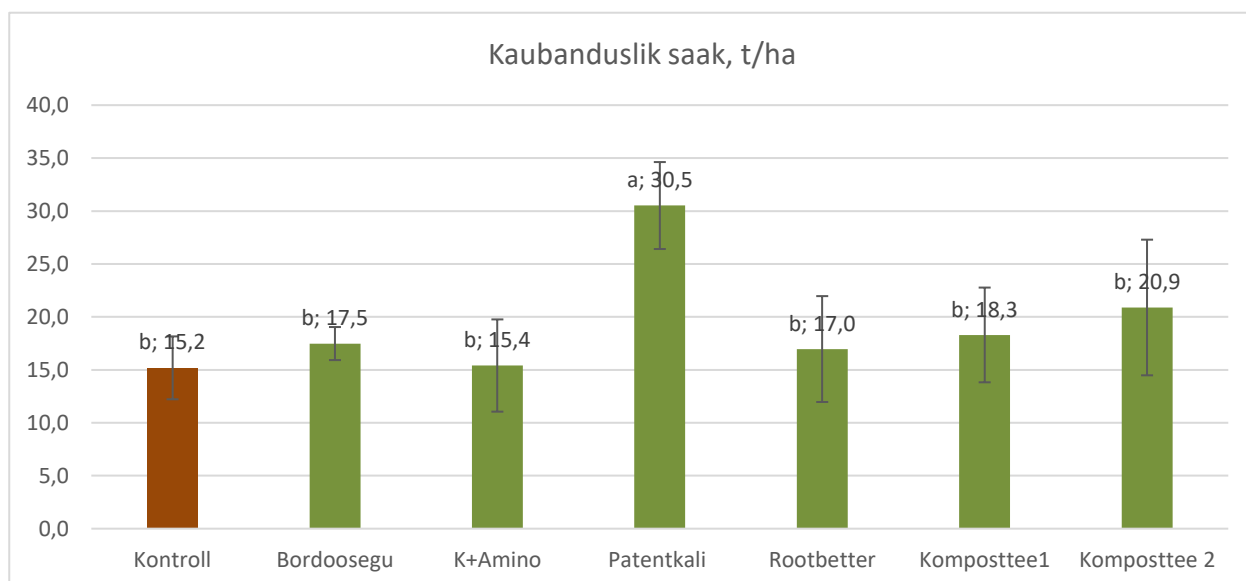
Fotod 2 ja 3. Kartulitaim Patentkali katsevariandist (vasakul). Kartulitaim bordooseguga pritsitud katsevariandist (paremal) on kuivlaiksusest kahjustatud 9.08.2021

Kogusaak jäi 2021. aasta katses olnud sordil 'Gala' madalaks (Joonis 1), jäädes kuuel variandil (k.a kontroll) vahemikku 16,5–22,0 t ha⁻¹, kusjuures nende variantide saakide vahel ei olnud usutavat erinevust. Nendest variantidest erines aga oluliselt variant, mille puhul oli kasutatud Patentkalit. Selle erinevate korduste keskmine saak ulatus 31,7 t ha⁻¹ ja see oli seega usutavalt teiste variantide saakidest kõrgem. Kuna haigustesse nakatumine oli selle variandi puhul teistest variantidest oluliselt väiksem (Fotod 2 ja 3, tabel 2), siis oli selle variandi puhul kartulite kasvu aeg kaks nädalat pikem, mis aitas saada oluliselt suurema saagi.



Joonis 1. Kartuli 'Gala' kogusaak (t/ha) sõltuvalt kasvuageksest töötlemisest 2021. aastal Kiltsimäe talu katses. Erinevad tähed tähistavad usutavaid erinevusi PD95% juures ja joonisel olevad „vurrud“ standardhälvet.

Kaubandusliku saagi osakaal kogusaagist oli kõikidel variantidel üle 90% (olenevalt variandist 90,7 – 96,2 %). Võrreldes kontrollvariandiga oli usutavalt suurem kaubanduslik saak Patentkali variandil.



Joonis 2. Kartuli 'Gala' kaubanduslik saak (t/ha) sõltuvalt kasvuageksest töötlemisest 2021. aastal Kiltsimäe talu katses. Erinevad tähed tähistavad usutavaid erinevusi PD95% juures ja joonisel olevad „vurrud“ standardhälvet.

Saagikoristuse järgne mugulate hindamine

Pärast saagikoristust tehtud struktuurianalüüsi käigus tehtud mugulate kvaliteedi hindamisel selgus, et kõikide variantide mugulatel esines vähesel määral (1 palli ulatuses so mõni kärn mugula kohta) hariliku kärnaga nakatumist. Musta kärna esines samuti kõikidel pritsitud variantidel 1 palliga hinnatult, kontrollvariandil 2 palliga (kärnaga on kaetud ligi 10% mugula pinnast) hinnatult. Struktuurianalüüsi lõpus pandi 4 kg mugulaid säilituskatsesse. Jaanuaris (s.t pärast 4 kuud säilitamist) eraldati vigastatud mugulad ja hinnati mädanike esinemist. Mais (s.t pärast 8 kuud säilitamist) hinnati uuesti mädanike esinemist. Jaanuaris tehtud hindamisel oli kahel variandil (Root Better ja Patentkali)

säilitatud mugulate hulgas kaks märgmädanikuga mugulat. Mais tehtud hindamisel oli üks kuivmädanikuga nakatunud mugul kontrollvariandil. Võib öelda, et mugulate säilivusele kasvuaegsel töötlemisel mõju ei olnud ja kõikide variantide mugulad olid hea säilivusega.

Lehemahla analüüsid

Kartuli lehtedest otsustati teha 2021. a teha ka seni veel vähe kasutatud lehemahla analüüsid. Analüüsid tehti pärast seda, kui kõigil katselappidel oli tehtud vähemalt üks töötlemine, osadel kaks töötlemist. Saadud tulemused ei näita väga selgelt, et erinevate vahenditega töötlemine oleks kasutusvalmis toitainete komponentide sisaldust ja vahekorda oluliselt mõjutanud. Mõned aspektid saab aga ekspertarvamuse põhjal siiski välja tuua. Leheproovid võeti päeval, millele eelnenud dekaadist seitsmel päeval ulatus keskpäevane temperatuur üle 25°C. Proov võeti keskpäeval ja seega olid taimed proovivõtu ajal kuumastressis. Üks paremaid stressimarkereid on alumiinium, mis ainevahetuse ebakõlade tekkides tõuseb kõrgemale. Samuti kipub stressitingimustes tõusma raua tase. Võetud proovidest olid nende tunnuste poolest kõige kehvemas seisus Root Betteri ja Komposttee1 variandid. Kõige paremini tundsid end taimed Patentkali ja ühel bordooseguga töödeldud proovialal. Suhkru ja üldlämmastiku madalam tase, võrreldes teiste proovidega annab tunnistust mõnevõrra sujuvamast ainevahetusest. Teistest proovidest selgelt kõrgem kloori tase oli mõlemas Patentkaliga töödeldud variandis. Seda on keeruline tõlgendada, kuid ühe võimalusena võib kõrgem kloorisisaldus olla märgiks, et taimed on tänu väetisest saadud arenguiimpulsile suutnud ehitada parema vundamendi, mis hoidis paremini niiskust ja aitas pingeolukordades lahustuvatel ioonidel paremini liikuda.

Sordid 'Baltic Rose' ja 'Merle', Kiltsimäe talu, 2022. a

2022. a korraldati Kiltsimäe talus katse kahe sordiga - 'Baltic Rose' ja 'Merle'. Sordikirjelduse järgi on neil mõlemal keskmine resistentsus lehemädaniku suhtes, kuid oma osa mängib kartuli haiguste lööbimisel kartuli taime ehk puhma kuju. Sordil 'Merle' on puhmas püstine ja varred tugevad, sordil 'Baltic Rose' on puhmad lamanduvad ning niiskemas keskkonnas vastu mulda ja haigustele seega avatumad.

Kuumad ja kuivad juuni ja juuli viisid taimed stressi. Sort 'Merle' on sordikirjelduse järgi resistentsem lehemädanikule ja esimese vaatluse ajal olid taimed enamjaolt rohelised ja ilusad. 'Baltic Rose' aga tundus olevat põuaõrn ja taimede stressi mõjul olid augusti alguse vihmadega 'Baltic Rose' lehestikule juba lööbinud erinevad haigused. Lööbimine toimus väga kiiresti, kui 10. augustil leiti esimesed lööbimised (Foto 5), siis 15. augustil oli sort Baltic Rose haigustest juba oluliselt mõjutatud (Fotod 6 ja 7).

Esimese vaatluse ajal (19.08) oli sordil 'Merle' lehemädanik lööbinud kõikidel variantidel (Tabel 3), kuid vähesel määral. Kontrollvariandil oli 9,3% lehestikust hävinud, 4,3% lehestikust oli kannatada saanud variantide Bordoosegu ja Root Betteriga pritsitud taimestikul. Hahkhallitusega nakatunud alumised lehed olid hävinud samuti 10% ulatuses neljal variandil ja vähem kui 10% oli Bordoosegu ja K+Aminoga pritsitud variantidel. Kuivlaiksust esines kõige rohkem Patentkali variandis. Nädalaga (teine vaatlus 26.08) arenes lehemädaniku kahjustus sordil 'Merle' mõne protsendi võrra. Kõige suurem oli see kontrollvariandil, kuid statistiliselt usutavat erinevust ei olnud. Vähem kui 10% lehestikust oli kahjustatud variantidel K+Amino ja Patentkali. Hahkhallitus arenes samuti vaid paari protsendi võrra, kuid kuivlaiksus levis jõudsalt (paarikümne % võrra). Eri aegadel katsepõllust tehtud fotod on toodud allpool (Fotod 4-7).

Tabel 3. 2022. a Kiltsimäe talu katse sordi 'Merle' haiguste vaatluse keskmised tulemused

Sort Merle	19.08.22			26.08.22		
Variant	lehe- mädanik*	hahk- hallitus*	kuiv- laiksus*	lehe- mädanik*	hahk- hallitus*	kuiv- laiksus*
Kontroll	9,3	10	27	11,7	10	43
Bordoosegu	4,3	6,7	23	10	7	43
K+Amino	5,3	8,3	27	8,3	10	37
Patentkali	5	10	30	8,3	13,3	43
Root Better	4,3	10	17	10	10	33
Komposttee E	6	10	23	10	13,3	37

* Haiguste esinemist hinnati %-na (0-100%) lehestiku pinnast

Sordi 'Baltic Rose' lehestik oli esimeseks vaatluseks rohkem kahjustatud kõigi haiguste poolt (Tabel 4). Lehemädanikku esines kõige vähem bordoosseguga töödeldud variandil ja kõige suurem kahjustus oli Root Betteriga töödeldud variandil, kus 15% lehestikust oli juba hävinud. Samuti oli suuremat kahju tekitanud hahkhallitus. Teise vaatluse ajaks oli paljudel 'Baltic Rose' taimedel maapealne taim täielikult surnud. Kõige väiksem lehemädanikukahjustus oli vaske sisaldava bordoosseguga töödeldud variandis.

Tabel 4. 2022. a Kiltsimäe talu katse sordi 'Baltic Rose' haiguste vaatluse keskmised tulemused

Sort 'Baltic Rose'	19.08.22			26.08.22			
Variant	lehe- mädanik*	hahk- hallitus*	kuiv- laiksus*	lehe- mädanik*	hahk- hallitus*	kuiv- laiksus*	Hävinud %
Kontroll	5,3	16,7	37	21,5	10	15	66,7
Bordoosegu	2,7	11,7	30	16,7	15	40	34,3
K+Amino	10	16,7	30	20,7	15	50	46,7
Patentkali	4,3	13,3	30	26,3	15	50	51,7
Root Better	15	20	30	15	20	50	55
Komposttee E	6,7	23,3	30	30	20	50	48,3

* Haiguste esinemist hinnati %-na (0-100%) lehestiku pinnast



Foto 4. Kiltimäe talu katsepõld 13.07.2022



Foto 5. Esimesed hahkhallituse ja kuivlaiksuse ilmingud Kiltimäe talu katsepõllul 10.08.2022

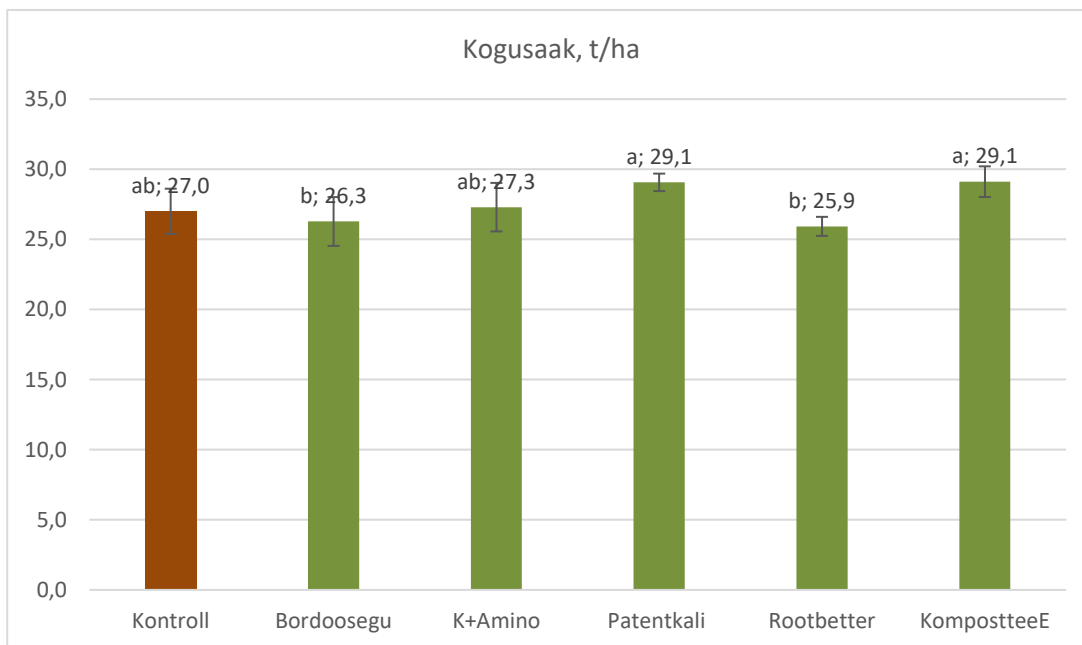


Fotod 6 ja 7. Kahe sordi (vasakul `Merle`, paremal `Baltic Rose`) taimiku vaheline erinevus 15.08.2022

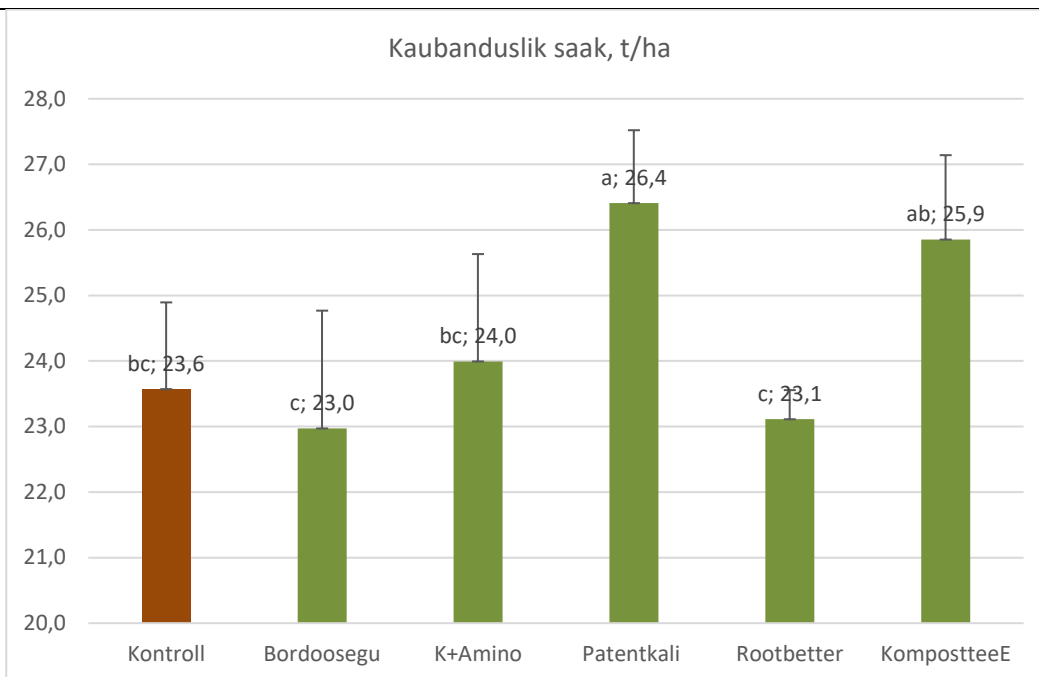
Sordi 'Merle' kogusaak oli mahetootmise kohta hea, ulatudes 29,1 t ha⁻¹ (Joonis 3). Sellise saagi andsid KompostteeE ja Patentkaliga töödeldud variandid, siiski polnud nende variantide saak kontrollvariandist usutavalt suurem.

Kaubandusliku saagi osakaal kogusaagist jäi 87,3% (kontrollvariandil) ja 90,8% (Patentkali) vahele. Usutavaid erinevusi kaubandusliku saagi osakaalude vahel ei olnud.

Kaubanduslik saak jäi sordil 'Merle' vahemikku 23 – 26,4 ha⁻¹ (Joonis 4). Usutavalt erines kontrollvariandist variant, mille puhul oli kasutatud Patentkalit. Teistest suurem erinevus võrreldes kontrollvariandiga oli ka variandil KompostteeE, kuid statistiliselt usutavalt katselappide kaubanduslik saagikus suurem polnud.



Joonis 3. Kartuli 'Merle' kogusaak (t/ha) sõltuvalt kasvuajast töötlemisest 2022. aastal Kiltsimäe talu katses. Erinevad tähed tähistavad usutavaid erinevusi PD95% juures ja joonisel olevad „vurrud“ standardhälvet.

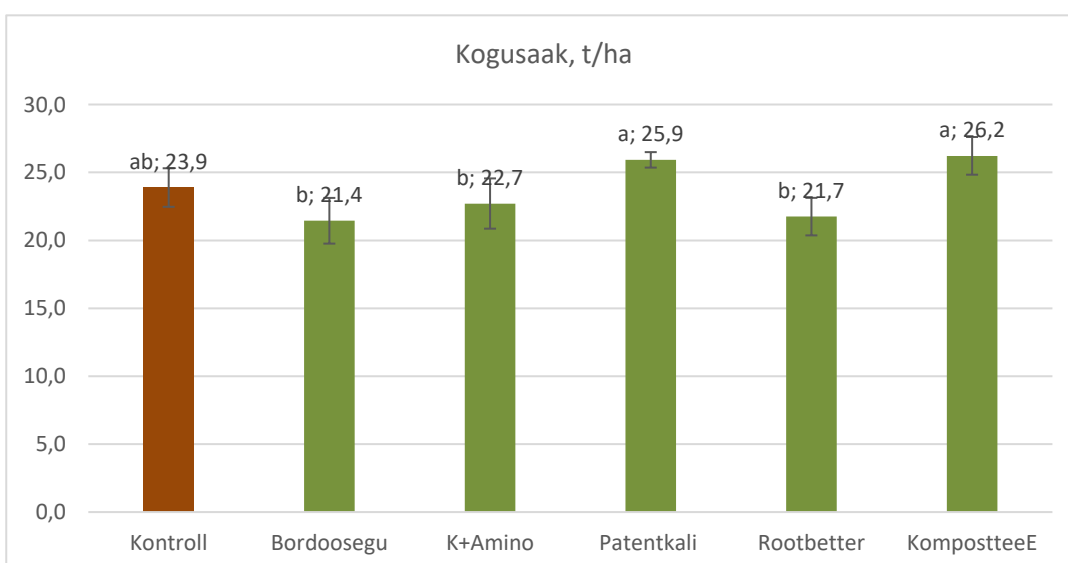


Joonis 4. Kartuli 'Merle' kaubanduslik saak (t/ha) sõltuvalt kasvuaegsest töötlemisest 2022. aastal Kiltsimäe talu katses. Erinevad tähed tähistavad usutavaid erinevusi PD95% juures ja joonisel olevad „vurrud“ standardhälvet.

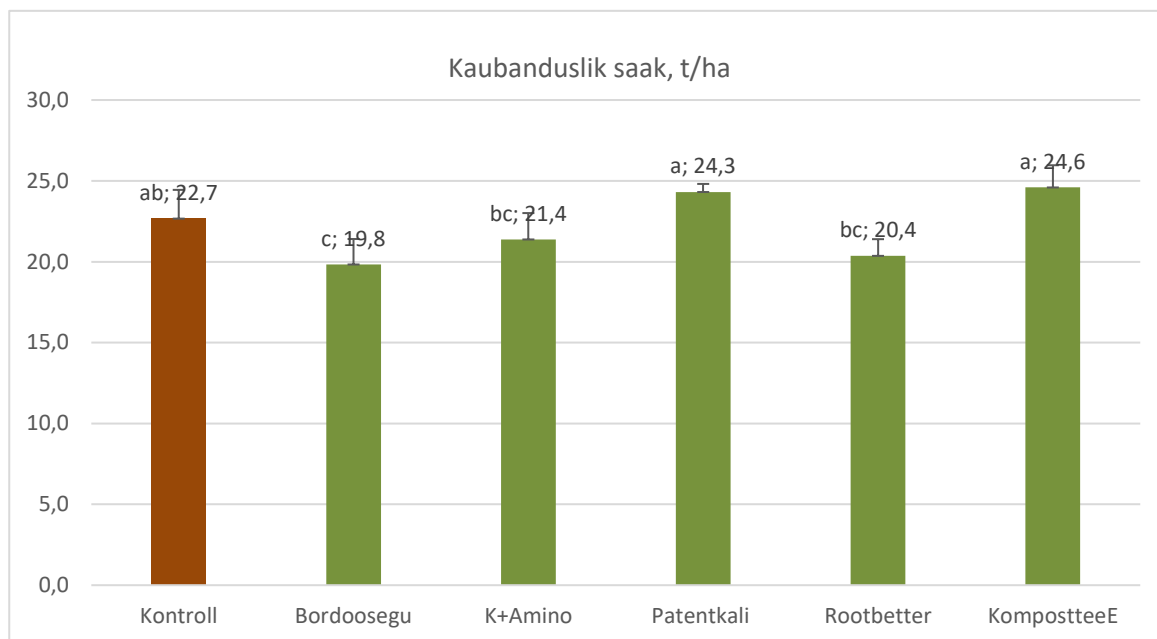
Sordi 'Baltic Rose' kogusaak jäi Kiltsimäe talu katses vahemikku 21,4-26,2 t ha⁻¹ (Joonis 5). Suurimad saagid andsid kompostteega (26,2 t ha⁻¹) ja Patentkaliga (25,9 t ha⁻¹) töödeldud variandid. Nende variantide saagid erinesid usutavalt bordoosegu (21,4 t ha⁻¹) ja Root Better (21,7 t ha⁻¹) variantide saakidest, kuid ei erinenud usutavalt kontrollvariandi saagist.

Kaubandusliku saagi osakaal oli sordil 'Baltic Rose' veidi kõrgem, jäädes vahemikku 92,5-94,8%. Suurim kaubandusliku saagi osakaal oli kontrollvariandil ja väiksem bordooseguga töödeldud variandil. Usutavaid erinevusi kaubandusliku saagi osakaalude vahel polnud.

Kaubanduslik saak jäi sordil 'Baltic Rose' vahemikku 19,8 – 24,6 ha⁻¹ (Joonis 6), kusjuures bordoosegu ja Root Betteriga töödeldud variantide saagid olid kontrollvariandist usutavalt väiksemad. Patentkali ja Komposttee E-ga töödeldud variantide puhul oli saak küll kontrollvariandist suurem, kuid usutavat erinevust ei leitud.



Joonis 5. Kartuli 'Baltic Rose' kogusaak (t/ha) sõltuvalt kasvuaegsest töötlemisest 2022. aastal Kiltsimäe talu katses. Erinevad tähed tähistavad usutavaid erinevusi PD95% juures ja joonisel olevad „vurrud“ standardhälvet.



Joonis 6. Kartuli 'Baltic Rose' kaubanduslik saak (t/ha) sõltuvalt kasvuajast töötlemisest 2022. aastal Kiltsimäe talu katses. Erinevad tähed tähistavad usutavaid erinevusi PD95% juures ja joonisel olevad „vurrud“ standardhälvet.



Fotod 8-10. Sort 'Merle' (vasakul) ja sort 'Baltic Rose' (keskel) Kiltsimäe talu katsepõllul ja sort 'Teele' Fio OÜ katsepõllul (paremal)

Saagikoristuse järgne mugulate hindamine

Pärast koristust võetud proovid (iga variandi igast kordusest 3 kg) seisid hoidlas ja neil määrati poolteist kuud hiljem tähtsamad saagi kvaliteeti rikkuvad haigused (Tabel 5). Selle aasta saagis hariliku ja musta kärnaga mugulaid ei esinenud mitte kummalgi Kiltsimäe talus kasvanud sordil. Mädanikega nakatunud mugulaid ei esinenud sordil 'Merle' variandil Komposttee E ja sordil 'Baltic Rose' variandil Patentkali. Teistel variantidel oli 1-4 mädanikuga nakatunud mugulat. Sordil 'Baltic Rose' ei olnud kuivmädanikuga nakatumist Komposttee 1 variandil. Mugula kvaliteeti rikkuvate haiguste leviku piiramiseks katsete põhjal katsetatud preparaatidega töötlemist veel soovitada ei saa, selleks oleks vaja täiendavaid katseid.

Tabel 5. Mugulaanalüüsi (1,5 kuud pärast koristust) keskmised tulemused (nakatunud mugulate arv 3 kg proovis) sortidel 'Merle' ja 'Baltic Rose'

Variant	Sort `Merle`		Sort `Baltic Rose`	
	märg- mädanik	kuiv- mädanik	märg- mädanik	kuiv- mädanik
	Analüüs november 2022		Analüüs november 2022	
Kontroll	1	3	3	2
Bordoosegu	2	2	1	2
K+Amino	4	3	2	3
Patentkali	2	3	0	0
Root Better	1	4	2	2
Komposttee E	0	0	2	0

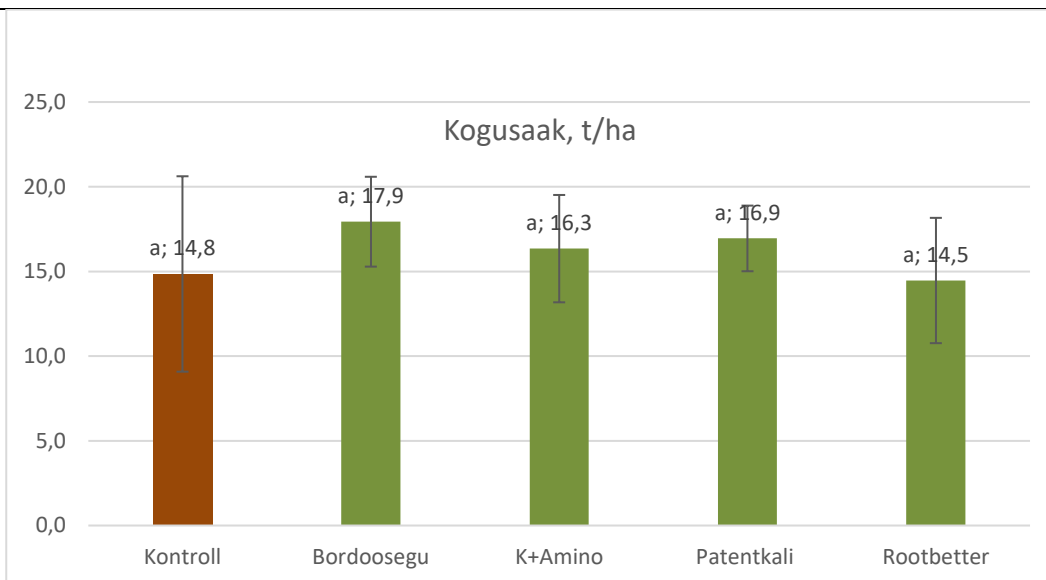
Sort 'Teele', Fio OÜ, 2022. a

OÜ Fio katse kogusaak jäi väikeseks - 14,5-17,9 t ha⁻¹. Kahjuks oli sel aastal Fio OÜ katsepõllul kartulimardikate massiline invasioon (Foto 11), mis vaatamata katsetele kartulimardikaid käsitsi põllult ära korjata, viis suure osa lehestiku hävimiseni. Keemilisi taimekaitsevahendeid mahetootmises kasutada pole lubatud ja kartulimardika tõrjeks sobivaid looduslikke vahendeid turul pole.

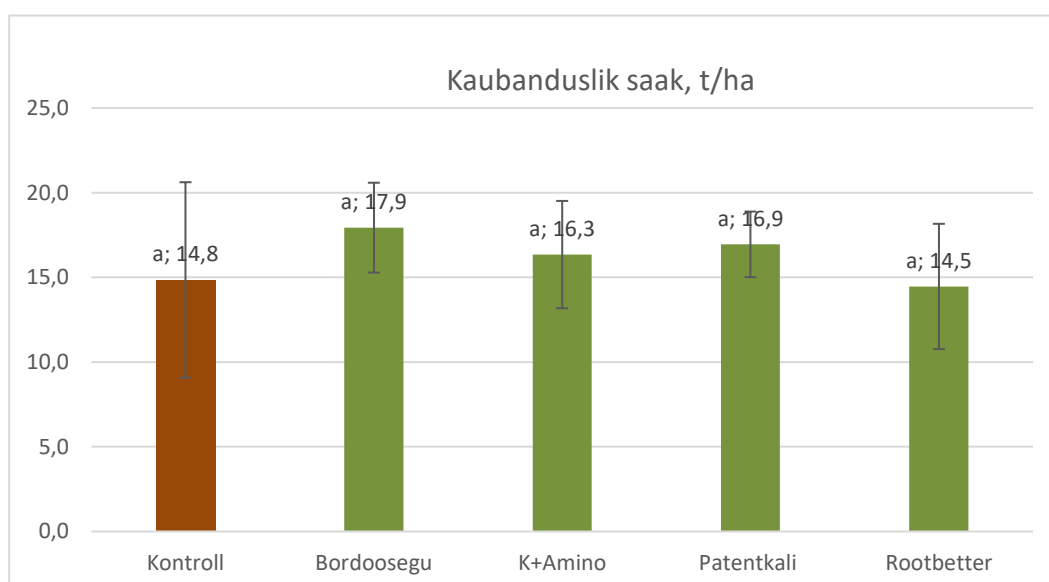
Saadud tulemused näitavad, et usutavaid erinevusi saakide vahel polnud ja kuna saagikust mõjutas ilmselt esmajärjekorras kartulimardikate poolt põhjustatud lehestiku hävimine, siis ei saa kahjuks selle katse saagikuse andmeid usaldusväärseteks lugeda. Kogusaagi ja kaubandusliku saagi andmed on toodud joonistel 7 ja 8.



Foto 11. Kartulimardika kahjustus OÜ Fio põllul 11.07.2023



Joonis 7. Kartuli 'Teele' kogusaak (t/ha) sõltuvalt kasvuaegsest töötlemisest 2022. aastal Fio OÜ talu katses. Erinevad tähed tähistavad usutavaid erinevusi PD95% juures ja joonisel olevad „vurrud“ standardhälvet.



Joonis 8. Kartuli 'Teele' kaubanduslik saak (t/ha) sõltuvalt kasvuaegsest töötlemisest 2022. aastal Fio OÜ talu katses. Erinevad tähed tähistavad usutavaid erinevusi PD95% juures ja joonisel olevad „vurrud“ standardhälvet.

Vahendite kasutamisega seonduvad kulud

Tegevuse raames hinnati ka erinevate vahendite kasutamisega seonduvaid kulutusi. Kuna ükski kautatud pritsitud vahenditest kaubanduslikku saaki usutavalt ei suurendanud ja neid kartuli saagikuse suurendamiseks antud katsete põhjal pole võimaliksoovitada, siis pole aruandes toodud ka detailsed arvestusi. 2021. a väga põuasel aastal andis võrreldes kontrollvariandi ja teiste variantidega oluliselt suurema saagi Patentkali kasutamine. Katsetes kasutatud normi arvestades oli selle maksumuseks 2021.a 1 ha kohta 533 eurot/ha (km-ta hind siin ja edapidi), 2022. a aga juba 1023 eurot/ha kohta. Sellele lisandub mitmekordse väetamisega seonduv masintöökoost (oleneb kasutatavast väetisekülvikust, ca 200 eurot/ha). Et selline kulu oleks majanduslikult mõistlik, peaks kaubandusliku kartuli enamsaak ha kohta olema (olenevalt müügikanalist) vähemalt 2-3 t. 2021. a

oli saadud enamsaak oluliselt suurem, 2022. aga Kiltsimäe talu ühe sordi puhul piisav, teise puhul väiksem. Fio OÜ katsete tulemusi 2022.a kohta ei saa kartulimardikate poolt põhjustatud lehestiku hävitamise tõttu lugeda usaldusväärseteks.

Katsetes kasutatud pritsitavate vahendite maksumus ühe hektari kohta jäi vahemikku 60 – 500 eurot/ha, millele lisandub pritsimiskulu. Katsetes kasutati katselappide väiksuse tõttu pritsimiseks selgpritsi, millega tehtav töö on väga suure ajakuluga. Tootmistingimustes kasutatakse kogu põllul suure tõenäosusega vaid ühte vahendit ja traktori rippes olevat pritsi. Kasutamise seonduvad kulud arvestati erinevate pritsimismeetodite kohta – 20 l mahtuvusega selgprits ja traktori rippes taimekaitseprits. Katsetes mõõdeti selgpritsi kasutades pritsimiseks kuluvaks ajakuluks (olenevalt pritsimiste arvust, 2-3x) 40-60 h hektari kohta.

Kokkuvõte ja soovitused tootjatele

Katsetes kasutatud pritsitavatest vahenditest ükski variant kontrollvariandist usutavalt paremat tulemust ei andnud. Kompostteega pritsimine andis küll kõigi arvesse võetud sortide puhul saagilisa, kuid see polnud statistiliselt usutavalt suurem kontrollvariandist. Kompostteedega tuleks katsetusi uutes uuringutes jätkata. Mahetootmises praegu veel lubatud vasepõhine preparaat (katses bordoosegu) vähendas ühel aastal küll lehemädaniku levikut, kuid saagilisa ei andnud see ühegi sordi puhul. Ühe sordi puhul oli kaubanduslik saak isegi kontrollvariandist usutavalt madalam. Ükski preparaat ei vähendanud usutavalt ka teiste suvel kartulilehestikku hävitavate haiguste lööbimist. 2021. a katsed näitasid selgelt, et Patentkaliga 4x töödeldud variandis suurenes saak ja lükkus edasi haiguste kahjustuse kiire suurenemine, sest taim sai vajalikke toiteelemente pidevalt juurde ja see aitas hoida taimel stressi taseme madala, tugevat taimet kahjustavad haigused vähem. 2022. a katsete puhul saadi ühe sordi puhul Patentkaliga samuti usutavalt parem kaubanduslik saak, teise arvesse võetud sordi puhul küll suurem, kuid mitte statistiliselt usutavalt.

Kinnitust sai teadmine et mahekasvatusele sobivad paremini sordid, mis on lehemädanikukindlamad. Seega on kindlasti oluline valida kartuli lehemädanikule ja teiste haigustele resistentsemad sordid.

Kuna ükski pritsitavatest vahenditest usutavalt paremat saagikust võrreldes kontrollvariandiga ei andnud, siis neid kahe katseaasta tulemuste põhjal tootjatele soovitada ei ole võimalik. Katsed näitasid, et väga põuasel aastal andis kartuli väetamine Patentkaliga (soovituslik norm jaotatuna neljale kasutuskorrale) palju parema saagikuse kui kontrollvariandi v erinevate katses olnud pritsitavate vahendite puhul.

Mahetootjatel soovitame kasvatada lehemädanikuresistentsemaid sorte. Soovitada võiks juba Eestis kasvatatud sorte, mille kohta on rohkem teavet meie tingimustes käitumise kohta. Sisse toodud uute sortide puhul on sordikirjeldused antud välja selle sordi sünnimaal ja seal olnud katsete põhjal, mitte meie tingimuste ja meie haigustekitajate foonil saadud tulemustega. Samuti saame soovitada mugulate eelidandamist, et vältida *Rhizoctonia solani* (tõusmepõletik, vilttõbi ja must kärn) poolt tekitatud kahju ja saada tugevam taimik olenemata mulla temperatuurist või sademete olemasolust. Eelidandamine annab lehemädaniku varajase lööbimise puhul ka parema stardi saagiks, sest kartuli areng on kaugemale jõudnud ning mugulad võivad olla moodustunud enne haiguse lööbimist ja taimede maapealse osa hävimist. Unustada ei tohi külvikorda, kartulit ei tohiks samal pinnal kasvatada mitte sagedamini kui kord viie aasta tagant. Seemnemugulad võiks olla sertifitseeritud või kui kasutatakse oma seemet, siis peab see olema korralikult sorteeritud ja kindlasti kuivmädaniku vaba. Efektive looduslike tõrjevahendite leidmiseni peaks mahetootja tegema endast oleneva, et tagada taimetele head kasvutingimused, korralikult haritud umbrohupuhta pinnase ja toitainete kättesaadavuse, eriti on tähtis kartulile Mn, Mg ja K olemasolu, et vältida taimede stressi ja nii vähendada kiiret lehemädanikku ja teistesse haigustesse nakatumist.

