

Riikliku programmi “Põllumajanduslikud
rakendusuringud ja arendustegevus
aastatel 2009–2014” lisa 4

EESTI MAAVILJELUSE INSTITUUT

**Toidukartuli kaubandusliku kvaliteedi ja toiteväärtuse
muutused ning seda mõjutavad tegurid**

Lõpparuanne

Projekti juht:

Sulev Uusna 2007
Edvin Nugis 2008-2011

Projekti täitjad:

Luule Tartlan
Reijo Simson
Edvin Nugis

Saku 2012

Uurimistöo eesmärgid olid selgitada: 1) mulla üld- ja fütosanitaarset seisundit kartulipõldudel olenevalt eelviljast ja uurida võimalusi mulla mikrobioloogilise aktiivsuse tõstmiseks; 2) olulisemate mullasolevate haigusetekiitajate esinemist ja uurida nende arvukuse kõikumise dünaamikat; 3) efektiivsemaid umbrohutõrjevõtteid kartulikatsetes, sealhulgas viljelusvahe mõju kartuli umbrohtumusele; 4) täiustada mugulasaagi moodustamisel fraktsioonilist ühtlikkust, kvaliteeti ja säilivust parandavaid agrotehnilisi võtteid.

Tegevused: Püstitatud eesmärkide saavutamiseks rajati eelkultuuride katsed 2007, 2008, 2009 ja 2010. aastal ning neile järgnevad kartulikatseted 2008, 2009, 2010 ja 2011 aastal. Eelkultuurid: oder, punane ristik, suvinisu, suviraps, kartul ja hernes. 2008. aastal lisandus eelkultuuridest õlirõigas. Eelkultuuride sordid: oder sort 'Anni', punane ristik sort 'Varte', suvinisu sort 'Mooni', suviraps sort 'Ability', hernes sort 'Celine', õlirõigas sort 'Adios' ja kartul sort 'Elfe'. Eelviljade väetamine: suviraps Arvi fertis 17-6-11 NPK 700 kg ha⁻¹, suvioder KemiraPower 20-5-15 NPK 400 kg ha⁻¹, suvinisu KemiraPower 20-5-15 NPK 600 kg ha⁻¹, hernes KemiraPower 5-10-25 NPK 250 kg ha⁻¹ ja kartul Kemira Cropcare 10-4-17 NPK 1000 kg ha⁻¹. Kartuli katselapi pind 21 m², korduste arv 4. Katses olid järgmised sordid: väga varajane sort 'Elfe', hilisemad sordid 'Agria' ja 'Laura'. Katseala agrokeemilised andmed: pH_{KCl} 5,1...6,0; P 125...147 mg kg⁻¹; K 165...195 mg kg⁻¹; Ca 1890...2420 mg kg⁻¹; Mg 59...96 mg kg⁻¹; huumus 2,7 %. Põldkatsed rajati gleistunud kamarleetmullal, mille lõimimine oli saviliiv. Tootmiskatsed rajati Kalle Hamburgi talus Inglise rähksele kamarkarbonaatmullale, mille lõimimine oli saviliiv.

Tulemused: 1. Mulla üld- ja fütosanitaarne seisund.

Mulla struktuursus. Agronoomiliselt eelistatavate mullaosakeste esinemist kartulimullas hinnati struktuursuse indeksi alusel. Analüüsitulemused on esitatud graafikus 1. Tulemustest selgub, et kartuli eelkultuuride herne, suvinisu, punase ristiku ja õlirõika mullaosakeste struktuur oli kartuli kasvatamiseks agronoomiliselt sobivam. Odra kasvatamisel oli mulla struktuursuse indeks katseaastatel stabiilne: 2008. aastal oli see 0,75; 2009. aastal 0,74; 2010. aastal 0,75 ja 2011. aastal 0,76 (PD₀₅=0,04).

Efektiivsus. Mulla struktuursuse negatiivne mõju avaldus koristusperioodil, sest vähese struktuursusega või struktuuritu muld kleepus mugulate külge. Sellest tulenevalt suurenevad transpordi- ja pesemiskulud. Täiendavad kulud moodustavad hinnanguliselt ligi 10% kasvupinna ühe hektari kohta.

Mulla niiskus. Mullaniiskuse sisaldus (mulla mahuline niiskus, %vol) varieerus 2011. aastal vahemikus 17,2...35,4 %vol, mis oli oluliselt suurem kui 2010 aasta kartulikasvu perioodil. Küllaltki suur varieeruvus oli samuti 2009. aastal, jäädes vahemikku 14,6...26,6 (PD₀₅=2,2%vol). Katseaastate lõikes olid mulla niiskusetingimused kartuli kasvuks soodsamad 2009. aastal kui 2008. ja 2010. aastal. 2011. aastal olid niiskusetingimused kartulikatsetes analoogsed 2010. aastaga.

Efektiivsus. Mullaniiskuse sisaldusest sõltub kartulisaagi suurus ja kvaliteet. Mullaniiskuse sisalduse taset saab hinnata mulla absoluutse niiskuse suhtes väliveemahutavusest (FC–Field Capacity) kaudu. Katseala (Kõbuaed) mulla lõimisest lähtuvalt oli selle FC =14...16%, mis on kartulikasvuks ühtlasi ka kõige sobivam diapasoone. Kui see pikema perioodi vältel on suurem lubatud piirist 1,1 FC, siis suureneb ka lehemädaniku tekkeoht ja suureneb risk nakatuda teistesse kartulahaigustesse. Hinnanguliselt, varasemale analüüsile toetudes, on sellisel puhul oodata tulu kaotamist ühe kasvupinna hektari kohta kuni 30%.

Mulla niiskuse olulisus kartulisaagi nakatumise aspektist. Kui mugulaalgete moodustumisel on niiskus defitsiidis, siis toimub uue kartulisaagi nakatumine harilikku kärna (*Streptomyces scabies*). Väheneb seemnekartuli kaubanduslikkus, suureneb risk nakatuda teistesse kartulahaigustesse, suureneb säilituskadu veeauramise ja mugulamädanike tõttu. Ebasoodsal kasvuaastal võib toidukartuli koorimiskadu suurenedagi 8-10% ja võib juba sügisperioodil

moodustada 20-22%. Hariliku kärna nakkuse tõttu vähenes 2010. aastal kartuli kvaliteet 25-30%. See tähendab 30%-st tulu kaotamist ühe kasvupinna hektari koht

Mulla kõvadus. Mulla kõvadus, vaoharjast mõõdetuna, varieerus emamugula mahapaneku sügavusel (16...22 cm) 0,0...0,6 MPa piires ($PD_{05}=0,06$ MPa) . Kuna mulla kõvaduse lubatud piiriks on 1,0 MPa, siis antud põldkatses selline mulla kõvadus vastas täiesti agrotehniliselt ettenähtud tingimustele. Vaokülje (harjast 5...8 cm sügavusel) varieerus kõvadus 0,1...0,7 MPa piires, samas kui vaopõhja (asub vaoharjast 14...16 cm sügavamal (kõik alguspunktid on viidud samale tasemele), mulla kõvadus osutus oluliselt suuremaks ja varieerus 20...30 cm sügavusel 0,2...1,2 MPa piires ($PD_{05}=0,21$ MPa), moodustades iseloomuliku nn. pauna, mis võib muutuda vee vertikaalsele infiltratsioonile takistavaks teguriks.

Efektivsus. Mulla kõvadust saab mõõta alles siis kui mulla niiskus mõõdetuna FC suhtes on 0,7 FC...0,9 FC piires ehk 11%...14 % absoluutset niiskust. Nendel diapsoonidel on võimalik mulla kõvadust seostada mulla lasuvustihedusega. Kõbuaias katsetel varieerus mulla tihedus diapsoonis 1,10...1,22 Mg m⁻³ ($PD_{05}=0,04$ Mg m⁻³). Kartuli kasvuperioodil ei esinenud mulla tihedusega vaos probleeme, küll aga oli suurem tihedus vaopõhjades (1,42...1,50 Mg m⁻³; $PD_{05}=0,06$ Mg m⁻³). Mulla liigset tihenemist mõjutasid kartuli koristusmasinad. Liigtihendamise põhustas kartuli koristusele järgneval künnil adrale suuremat veotakistust ja samuti suuremat kütusekulu. Meie varasemad arvutused on näidanud, et kütusekulu suureneb 8%...11% võrra, millega seoses võib jääda kättesaamata tulu ühe hektari kohta.

Mulla fütosanitaarne seisund olenevalt eelviljast ja võimaluste leidmine mikrobioloogilise aktiivsuse tõstmiseks. Mulla fütosanitaarne seisund ja mullaviljakus olenevad väga suurel määral mullas esinevate mikroorganismide tegevusest. Normaalse mikrofloora kaitseb kartulitaimi haigusetkitajate eest ja takistab kahjulike mikroorganismide kinnitumist taimedele. Mullas olevad bakterid on võimelised kasutama toiduks ka raskesti lahustuvaid orgaanilisi ja mineraalühendeid, sest nad on võimelised eritama oma rakkestast väljapoole fermente, mille toimel lahustuvad ühendid. Kuna bakterid on biokeemiliselt väga aktiivsed, siis täidavad nad taimede elus tähtsat osa, eriti taime juurtel elavad bakterid, sest need soodustavad taimede paremat toitumist.

Meie varasemast uurimistööst on selgunud, et *Rhizobacter Paenibacillus Polymyxa* soodustas fosfori paremat omastamist ning vähendas kartulitaimede põuastressi. Bakterite elutegevust mõjutavad keskkonna tingimused, nagu temperatuur ja mulla toitelahuse reaktsioon. Bakterite arenguks on soodne, kui mullalahuse pH_{KCl} on 6,0, sest nad eelistavad oma arenguks neutraalset ja leeliselist kasvukeskkonda.

Analüüsitulemuste põhjal oli kartuli eelkultuuride mullas bakterite üldarv kõige suurem odra ($8,65 \times 10^6$) ja rapsi ($7,22 \times 10^6$) kasvatamisel ($PD_{05}=1,07 \times 10^6$). Oluline erinevus puudus suvinisu (välja arvatud 2009. a) ja punase ristiku vahel ning õlirõika, suvirapsi ja kartuli vahel. Bakterite arengut võisid mõjutada katseaasta ebasoodsad temperatuuri- ja niiskusetingimused ning sellest põhjustatud toidupuudus. Võrreldes bakterite sisaldust varasemate katseaastatega, siis 2008. ja 2009. aastal oli bakterite üldsisaldus kõige suurem kartuli kasvatamisel suvinisu järel. Rapsi kasvatamisel kartuli eelkultuurina jäi bakterite üldarv 2008. ja 2010. aastal kõige madalamaks.

Hallitusseened. Mullas toimuvaid bioloogilisi protsesse mõjutavatest seeneliikidest on hallitusseened olulisemad. Nad on mullas laialdaselt esindatud ning nad osalevad orgaaniliste jäätmete lagundamises.

Hallitusseente arenguks on soodne mulla pH_{KCl} 5,0-5,5. Oma arenguks vajavad nad 20-21%-st mullaniiskust. Nad on hästiarenenud niidistikuga ning väga suure eosproduktisiooniga. Kasvuperioodi äärmuslikud ilmastikutingimused soodustavad hallitusseente rohkust. Kartuli haigusekindlust mõjutavatest hallitusseente perekondadest on olulisemad *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Fusarium* jt. Kartuli kasvuperioodil võivad seenhaigused levida eostega

kas tuule, sademete või inimtegevuse vahendusel haigetelt taimedelt tervetele. Mullaseente hulk võib suurenda ka siis, kui mitmeid aastaid kasutatakse väetamiseks ainult mineraalväetisi. Hallitussente arvukus jäi 2011. aastal vahemikku $1,21 \times 10^5$ – $7,61 \times 10^5$ ($PD_{05}=0,21 \times 10^5$).

Hallitussente arvukus mullas oli kõige suurem 2007. ja 2009. aastal suvirapsil järel ($7,08 \times 10^5$; $2,93 \times 10^5$), 2008. ja 2011. aastal odra järel ($3,69 \times 10^5$; $4,12 \times 10^5$). Võrreldes 2011. aasta andmeid 2010. aasta andmetega selgus, et oder suurendas ka siis hallitussente arvukust mullas. Lisaks odrale suurendas arvukust ka hernes. Suvirapsi, suvinisu ja punase ristiku kasvatamisel eelviljana oli mulla saastatus hallitussentega väiksem.

2. Mullas olevate haigusetkitajate esinemine ja nende arvukuse kõikumise dünaamika selgitamine.

Mullas olevatest haigusetkitajatest saadi andmed mikroseenest fusariumide esinemise ja mugula koorepinnale jäävate haigusetkitajate kohta. Analüüsitulemused näitasid fusariumide suurt arvukust kõigil katseaastatel. Kõige suurem fusariumide arvukus oli katseaastatel suvinisu $3,11 \times 10^3$ - $6,76 \times 10^3$ ja herne $2,4 \times 10^3$ - $4,60 \times 10^3$ mullas ($PD_{05}= 0,22 \times 10^3$). Väiksem arvukus oli aga punase ristiku ja kartuli mullas. Fusariumide arvukust suurendas mullas suvinisu ja odra hiline koristamine.

Kuna fusariumid põhjustavad kartul säilitamisel mugulate nakatumist kuivmädanikku, siis põhjustab see suuremaid säilituskadusid. Säilituskaod kuivmädaniku tõttu võivad ulatuvad 4-8%-ni ja veelgi enam. Fusariumide kontsentratsiooni suurenemist mullas soodustasid teraviljade koristusaja ebasoodsad agrometeoroloogilised tingimused ja tõenäoliselt saagi hilinenud koristamine.

Efektiivsus. Mullas olevate haigusetkitajate arvukuse vähenemine minimeerib mugulasaagi nakatumist kartuli-kuivmädanikku (*Fusarium* spp.). Kartuli-kuivmädanik on levinumaid säilitushaigusi põhjustades mugulate mädanemist. Haigusetkitaja nakatab mugulad koristamisel tekkinud vigastuste kaudu. Nakatumine on suurem kartuli koristamisel kinnistumata koorega ning väiksem, kui koor on kinnistunud 80% ulatuses mugulapinnast. Haigusetkitajate suurema arvukuse tõttu mullas, suurenes nakatumine kuivmädanikku. Säilituskadu mugulate nakatumisel kuivmädanikku moodustab 5-8%, hektarisaagist võib mädaneda kuni 2,4 tonni. Rahalises väärtuses moodustab see 480 euro kaotamist ühe hektari kohta saagikusega 30 t. Kasvuperioodi lükkumisel hilisemaks võib nakatumine olla kuni 15%. Seega võib säilitamisel mädaneda ühest tonnist kartulist kuni 150 kg.

Mulla fütosanitaarse seisundi parandamine vahekultuuridega ja viljelusvahe pikendamisega kuni 6 aastani võimaldab vähendada nakatumist ka teiste mullas olevate haigusetkitajatega ja anda täiendavat tulu sõltuvalt realiseerimishindadest 13-14 eurot 1 tonni mugulate kohta.

Mugula koorepinnal esines haigusetkitajatest *Spongospora subterranea*'t ja seda kõikide eelviljade puhul, väljaarvatud kui kartul oli iseendale eelviljaks. Selle üheks põhjuseks võib olla põuaperioodile järgnenud sademeterikas periood. Mugulatel haigestumist ei täheldatud ja eelviljade mõju ei avaldunud nakatumisel süvikkärna. Kartuli kvaliteedi ja säilivuse tagamisel on vajalik tootjail arvestada sellega, et haigusetkitaja säilib püsieostena mugulatel ja mullas. Haigusetkitaja eluvõime võib olla 3-6 aastat. Haiguse arengut soodustab vegetatsiooniperioodi alguse madal temperatuur.

Tõrjevõtetest on esikohal terve seemnekartuli kasutamine ja 5-6-aastane viljavaheldus või veelgi pikem. Nakatumine on suurem, kui kartulit kasvatatakse lühikese viljavahelduse tingimustes.

Rhizoctonia solani esines mugulaproovides, kui eelviljana kasvatati kartulit, otra, punast ristikut, nisu, õlirõigast ja 3 aastat kartulit. *Rhizoctonia solani* tekitajat ei leitud mugulalt, kui eelviljaks oli hernes või raps.

Hariliku kärna tekitaja on samuti mullaasukas ning võib kuivades kasvuoludes põhjustada tõsiseid kvaliteedi langusi.

Hariliku kärna põhjustajaid leitud mugulatel, milliste eelviljaks olid kartul, oder, punane ristik, õlirõigas ja raps.

Haiguseteketajaid ei olnud, kui eelviljaks oli nisu ja hernes.

Kartuli-kuivmädaniku tekitajat esines kartulimugulate koorel proovidel, kui eelviljaks oli punane ristik, hernes ja raps.

Teiste eelviljade puhul ei olnud mugula koorel kartuli-kuivmädaniku tekitajaid, need olid: kartul, oder, nisu, õlirõigas ja kartul 3 aastat.

3. Umbrohutõrjevõtted kartulikatsetes, sealhulgas viljavahelduse mõju kartuli umbrohtumusele.

Kartulipõldude efektiivne umbrohutõrje on vajalik, sest umbrohtunud põldudel levivad kartulihaigused ja kahjurid. Paljud kahjurid munevad just orasheinaga risustunud põldudele. Traatussi kahjustuste vähendamiseks on oluline vältida orasheina ja teiste kõrrelistega risustunud eelkultuure, kuhu naksurlased armastavad muneda.

Kultuuride viljavahelduse täpsustamiseks kasutati uurimistöös uut lähenemist, kus võeti aluseks eelkultuuride mõju mulla bioloogilisele aktiivsusele. Mulla bioloogiline aktiivsus määrati PMK agrokeemia laboris fluorestsiiimeetodil ja jäi vahemikku 18,49...64,22 □g/g mulla kohta.

Suviraps kartuli eelkultuurina. Kartuli eelkultuuridest põhjustas suviraps kõige suuremat umbrohtumist ja seda kõigil katseaastatel.

Põhjuseks suvirapsi varisenud seemned, milliste idanemine ja taimede tärkamine oli ebahühtlane kuid järjepidev ning vähendas tõrjetööde efektiivsust. Kuna rapsi külvipind on vabariigis suur (2009-82,1; 2010-98,2; 2011-89,1 tuhat hektarit), siis kartuli järgnemisel suvirapsile tärkavad suvirapsi varisenud seemnetest taimed umbrohtuna kõikidel kartulipõldudel. Põldkatses suvirapsi kasvatamisel kartuli eelkultuurina oli probleemseks umbrohuks harilik orashein (*Elytrigia repens*, *Agropyron repens*). Suvirapsi alarindes olid hariliku orasheina risoomide arenguks soodsad tingimused, sest rapsitaimede alumiste lehtede varisemisel paranevad taimiku alarindes valgustustingimused ja tõrjet teha ei ole seal võimalik.

Umbrohtude määramiseks kasutati spetsiaalset võrkruudustikku, mille abi loendati erinevad umbrohuliigid arvuliselt. Suvirapsi kasvatamisel eelkultuurina oli kartuli umbrohtumus järgmine: Orashein 5 tk m⁻² ja valge hanemalts 7,8 tk m⁻² (PD₀₅=0,2 tk m⁻²). Keemiline tõrje Agiliga (1,0 ha⁻¹) hävitas orasheina maapealse taimiku täielikult, kuid kartuli koristusjärgsel hindamisel olid sügavamal asetsevad risoomid kahjustumata.

Kuna suviraps eelkultuurina on pärssiva toimega mükoriisa jt kasulike seente arengule mullas, siis ei ole ta kõige soositum eelkultuur kartulile. Suvirapsi kahjulike ainevahetuse jääkproduktide negatiivse mõju ehk alleolopaatia vähendamiseks kartulile, kasvatati järelkultuurina õlirõigast. Õlirõika kasvatamine rapsi järelkultuurina suurendas mulla bioloogilist aktiivsust 52,9% ning vähendas eelkultuuri negatiivset järelmõju.

Kartul kartuli eelkultuurina. Kahel katseaastal põhjustas talvel külmumata muld mahajäänud kartulite kasvamamineku. Seega muutus kartul eelkultuurina kartulile umbrohuks. Kartul eelviljana jättis kartulile praktiliselt umbrohuvaba kasvukoha. Tärganud kartulitaimede arv 1,5 tk m⁻² (PD₀₅= 0,2 tk m⁻²). Katsetulemustest selgus, et kartuli kasvatamisel kartuli järel seguneb maha pandud sort mulda jäänud koristamata sordiga. Seega on vajalik kartuli järgnemisel kartulile, et mõlemal aastal kasvatatakse sama sorti. Seemnekartuli tootmisel põhjustab sortide segunemise suurt materiaalselt kahju. Sellest järeldub, et kartuli järgnemisel kartulile tuleb kasvatada samal põllul sama sorti, kuid haiguste

ja kahjurite seisukohast ei ole see võte siiski soovitatav. 2011. aastal kahjustasid kartulimardikad katsealal umbrohuna tärganud kartulitaimi kõige varem.

Õlirõika kasvatamine kartuli järelkultuurina suurendas mulla bioloogilist aktiivsust 21,1%.

Oder kartuli eelkultuurina. Soodustas kartulikattes umbrohtumust lühiealiste umbrohtudega, mille arvukus ja kuivmass oli väike. Umbrohud olid järgmised: Harilik malts, orashein.

Lühiealiste umbrohtude tõrjeks oli efektiivne eelviljade kõrrekoorimine ja sügisene sügavküünd.

Kartulitaimede tärkamiseelne äestamine ökoäkkega ja kahekordne muldamine hoidis katselapid umbrohuvabana.

Õlirõika kasvatamisel odra järelkultuurina suurenes mulla bioloogiline aktiivsus 16,1%. Ka oder eelkultuurina jätab mulda vähe ebasobivaid ainevahetusprodukte ning on sobivaks eelkultuuriks kartulile.

Suvinisu kartuli eelkultuurina. Põhilised umbrohud olid lühiealised ja sügisene kõrrekoorimine ja sügisküünd olid tõrjeks efektiivsed. Umbrohtumus valge hanemalts 6 tk m⁻² (PD₀₅ = 0,24 tk m⁻²).

Õlirõika kasvatamisel suvinisu järel ei suurenenud mulla bioloogiline aktiivsus, vaid vähenes 9,0%. Sellest võib järeldada, et suvinisu kasvatamisel eritub mulda vähem kartulile ebasobivaid ainevahetusprodukte ja selle omaduse poolest on suvinisu sobivaks eelkultuuriks kartulile.

Punane ristik kartuli eelkultuurina. Katse esimesel aastal külvasime punase ristiku odra alla, kuid punane ristik kasvas üle ja lämmatas osaliselt odra. Punase ristiku kui liblikõielise kultuuri mõju paremaks selgitamiseks külvasime järgmistel aastatel katteviljata. Umbrohtumus oli tärkamiseelsel perioodil ja kasvu alguses suur, kuid sügisene mullaharimine vähendas seda oluliselt. Umbrohud: valge hanemalt 6,6 tk m⁻², orashein 0,3 tk m⁻² (PD₀₅=0,22 tk m⁻²).

Õlirõigas punase ristiku järel suurendas mulla bioloogilist aktiivsust 42,7%.

Hernes kartuli eelkultuurina jättis mulda hulgaliselt orasheina risoome, milliseid oli raske tõrjuda. Orasheina arvukust vähendas äestamine ökoäkkega ja nende närvutamine ja kuivatamine. Orasheina tõrjeks tuli kasutada keemiliseks tõrjeks Agili normiga 1 l ha⁻¹.

Enne mehaanilist ja keemilist tõrjet saadi järgmised tulemused:

Orashein 3,4 tk m⁻² (PD₀₅= 0, 21 tk m⁻²).

Õlirõigas suurendas mulla bioloogilist aktiivsust 87,7%.

Liblikõieliste kultuuride punane ristik ja hernes on head eelkultuurid kartulile, kuid õlirõika suur mõju mulla bioloogilisele aktiivsusele, nende kultuuride kasvatamisel, vajab täiendavat selgitamist.

Õlirõigas kartuli eelkultuurina. Parandab sügavajuurestikulise kultuurina mulla struktuuri ja jätab mulda palju orgaanilist ainet. Kusjuures õlirõika maapealsete osade lagunemine oli lühiajaline.

Õlirõika järgnemisel õlirõikale vähenes mulla bioloogiline aktiivsus 49,8%. Seega õlirõika kasvatamisel vahekultuurina on samuti vajalik teatud viljelusvahe, kuid see vajab täpsustamist.

Põldkattes hävitas integreeritud tõrje orasheinast täielikult. Integreeritud tõrjes kasutati esimese tõrjevõtte tärkamiseelset äestamist ökoäkkega. Ökoäke vedas orasheina risoomid katsepõllu äärde, kus nad kuivasid.

Kartulikatsete suuremat umbrohtumist soodustasid eelkultuuridest suviraps ja hernes. Umbrohtumine oli suurem 2009, 2010 ja 2011. aastal.

Integreeritud tõrje hävitas orasheina risoomid künnikihis 10-15 cm ulatuses. Sügavamal asetsevad risoomid ei hävinenud ja suutsid kartuli koristusperioodiks kasvatada uued taimed. Efektiivsemaks orasheina tõrjevõtteks oli keemiline tõrje *Titus 25 DF*-ga, mille kulunormiks oli 30 g ha^{-1} . 2010. aastal kasutati orasheina tõrjeks herbitsiidi *Agil* kulunormiga $1,0 \text{ l ha}^{-1}$, mille toime oli efektiivsem *Titus 25 DF*-st.

Tõrjevõtted lühiealiste umbrohtude hävitamiseks:

- eelkultuuride sügisene kahekordne kõrrekoorimine ja sügiskünd;
- mahapanekujärgne äestamine ökaäkkega;
- hilisem vaheltharimine.

Orasheina tõrjeks oli kõige efektiivsem keemiline tõrje või optimaalselt ajastatud integreeritud tõrje.

Efektiivsus. Keemilise umbrohtõrje kulude vähendamiseks võib kartulit kasvatada kaks aastat järjest. Kartuli umbrohtõrje teeb kulukaks minimeeritud mullaharimine. Kulude kokkuhoid herbitsiidide arvelt moodustab 38-64 eurot hektari kohta võrreldes mehaanilise umbrohtõrjega.

4. Agrotehniliste võtete täiustamine mugulasaagi fraktsioonilisuse, kvaliteedi ja säilivuse parandamiseks.

Kartuli agrotehnilistes uuringutes selgitati lahendusi, millised kindlustaksid kartulisaagis kaubakartuli suure osakaalu ja kõrge kvaliteedi, kusjuures oleks tagatud toiduohutus ja keskkonnasäästlikkus.

Eelidandamine. Idupungade avanemiseks soojendati seemnekartulit hoidlas temperatuuril 18-20 °C. Idupungade avanemine olenes sordist ja selleks kulus varajasel sordil 'Elfe' 8-11 päeva, hilisemal sordil 'Agria' 11-12 päeva ja säilituskartuli sordil 'Laura' 12-14 päeva. Kuna eelidandamisel suurenevad mugulates fermentatiivsed protsessid, siis on soodustatud toitainete kontsentreerumine idupungade piirkonda ning selle võttega saab suunata idupungad arengule. Peale idupungade avanemist eelidandati seemnekartul Põllumajandusameti kasvuhooes pikendatud valgustatuse tingimustes mittemurduvate idandite kasvatamiseks. Valguse toime moodustus idudesse 4-5 päevaga klorofüll ja hoiti ära juurealgete teke. Kontrollvariandis moodustusid 3,5...5,0 cm pikkused juured. Idude ülekasvamise vältimiseks viidi eelidandatud seemnekartul kahel katseaastal jahedamasse ruumi (6,5-7 °C) kuni mahapanekuni. Eelidandatud seemnekartuli masinaga mahapanekul oli idude purunemine minimaalne.

Meie varasemate eelidandamiskatsete põhjal on selgunud, et kasvuperioodi varasemaks toomine võimaldab kasvuperioodi täielikumat ärakasutamist ja tagab kahe nädala võrra varasema koristusperioodi alguse. Idandite murdumist esines sortidest 'Laura'. Eelidandatud kartul täiskasvas 12-14 päevaga. Seega oli kasvuperioodi algus alates tärikamisest 2 nädalat varasem. Eelidandamine tagas mugulasaagis lauakartulile nõutava fraktsioonilisuse 35-60 mm 80% ulatuses ($PD_{05} = 6,4\%$).

Efektiivsus. Eelidandamine tagas varasema saagi kuni 2 nädalat. Saagi realiseerimisel oli ühe kg hind 1 euro. Eelidandamata kartuli ühe kg hind oli 30 euro senti. Varasem realiseerimine võimaldas saada täiendavat tulu ühe hektari kohta 140-200 eurot. Eelidandatud seemnekartuli kasutamisel oli enamsaak kasvuaastast olenevalt 14-18%. Eelidandamine on väga varajase, varajase ja seemnekartuli kasvatamisel tähtsaimaks agrotehniliseks võtteks. Masinaga mahapanekul purunes varajase sordi 'Elfe' idudest 4,3%. Lubatud piirmäär on varajastel sortidel 10% ja hilisematel 20%.

Tootmiskatsed Inglites (Kalle Hamburg). Seemnekartuli eelidandamiseks võeti kasutusele uus tehnoloogiline lahendus. Seemnekartuli eelidandamiseks kasutati kinnise silmaga võrkkotte, milliste mahutavus oli 100 kg. Võrkkotid asetati raamile ja täideti spetsiaalse seadeldise abil seemnekartuliga. Eelidandati varajast sorti 'Flavia'. Ühe seemnemugula kohta moodustus 6,3 idandit pikkusega 5-10 mm. Eelidandamata variandis moodustus 4,5

idandit. Kartulitaimede tärkamiseks kulus keskmiselt 10 päeva, võrreldes eelidandamata seemnekartuliga oli

taimede areng 14 päeva võrra varasem. Eelidandati päevavalguse käes ja valguse toimel ei moodustunud katkiminevaid juuri. Seemnekartuli eelidandamisel kottides ja kastides osutus vajalikuks jälgida, et keskmised mugulad oleksid kuivad, niiskuse kogunemisel moodustused purunevad juurealged.

Seemnekartuli eelidandamiskatset ja võtte uudset tehnoloogilist lahendust demonstreeriti suvisel õppepäeval Inglites. Eelidantatud seemnekartuli taimede toitainetega varustus oli parem kui eeldiandamata seemnekartuli puhul. Klorofüll sisaldus oli vastavalt 44.9...50,1 SPAD ja 38,2...43,1 SPAD.

Kasvuaegsete haiguste tõrje.

Kartuli-lehemädaniku (*Phytophthora infestans*) tõrjes kasutati süsteemseid ja kontaktseid fungitsiide. Tõrje õigeaegse ajastatusega hoiti ära lehemädaniku lööbimine. Esimene tõrje tehti vahemikus 15-18. juuni, olenevalt taimede kasvukõrgusest ja ilmastikutingimustest. Edasised tõrjetööd tehti vastavalt kartuli kasvule ja arengule ning sademete esinemisele. Mugulasaagi analüüs näitas kõigil katseaastail pruunmädaniku nakkuse puudumist, sest kaks viimast tõrjet tehti mugulaid nakatumast kaitsva fungitsiidiga Ranman.

Efektiivsus. Kartuli-lehemädaniku tõrjeta variandis peatus taimede kasv ja areng ning saagikus oli 13,6 t ha⁻¹.

Saamata jäi kuni 28 t ha⁻¹, mille realiseerimisel praeguse hinna alusel (0,2 euro senti kg) oleks saadud täiendavat tulu 5600 eurot hektari kasvupinna kohta.

Kartuli-mustkärna (*Rhizoctonia solani*) selgitamine. Katsetulemuste kokkuvõttena võib väita, et kartuli-tõusmepõletiku ja mustkärna tõrjes on kõige tähtsam terve ja nakkusvaba seemnekartuli kasutamine mahapanekuks. Halvema kvaliteediga seemnekartulit tuleb tingimata puhtida. Pidada piisavat viljeluspauusi (vähemalt 3 aastat), mille korral on mullast pärinev nakkus minimaalne. Vahe- ja eelkultuuride mõju *R solani* kasvule ja arengule oli positiivne.

Efektiivsus. Pikeneb seemnekartuli kvaliteedi püsivus 2...3 aastat, kokkuhoid kahe aasta seemnekartuli maksumus. Toidukartuli kaubanduslik fraktsioon suurenes 26...34%.

Harilik kärn kartulil (*Streptomyces scabies*). Hariliku kärna nakkust esineb rohkem leeliselistel või neutraalsetel muldadel. Nakkusoht on suurem mugulaalgete moodustumisel kuivades kasvuoludes. Kuna harilik kärna nõrgestab mugulal koort ja katkine koor soodustab teiste haigusetkitajate tungimist mugulatesse, siis on probleemiks suurenev koorimiskadu ja mugulate mädanemine säilitusperioodil. Mugulaalgete moodustumine 2011. ja 2009. aastal jäi sademetevaesele kasvuperioodile, mis põhjustas mugulasaagi ulatuslikku nakatumist harilikku kärna. EMVI Kõbu katsepõllul ei nakatunud mugulad harilikku kärna 2009. ja ka 2011. aastal. Kuna mugulaalgete moodustumise ajal oli mulla toitelahuse reaktsioon nõrgalt happeline ja muld niiske.

Eelkultuuride katses (2010) oli mugulate pind nakatunud 5-10% ulatuses. Kartuli kasvatamisel ristiku järel ei nakatunud katses olnud sortidest ükski, kuid kasvatamisel punase ristiku järel nakatus 70% mugulatest (5-10%). Kartuli kasvatamisel kartuli järel oli hariliku kärna nakkusega mugulaid sortidel 'Laura' 5%, 'Elfe' 15% ja 'Agria' 38%. Suviraps ja oder eelkultuurina suurendasid ainult vastuvõtliku sordi 'Agria' nakatumist (8% ja 12%). Sordid

'Elfe' ja 'Laura' ei nakatunud. Sortidest oli harilikule kärnale vastuvõtlik 'Agria', vähem 'Elfe' ja 'Laura'.

Hariliku kärna tõrjevõtete tulemused tootmispõllul Inglites (Kalle Hamburg). Mahapaneku ajal mulda viidud *Brimstone* hoidis ära katses olnud sortide nakatumise harilikku kärna. Mugulate nakkusastmel 5-15% pinnast nakatusid kontrollvariandis üle 70% sortide 'Arosa' ja 'Natascha' mugulatest. *Brimstone* kasutamine vähendas 'Arosa' nakatumist 53% ja 'Natascha' nakatumist 43% võrra. Minimaalset nakatumist täheldati sortidel 'Princess', 'Flavia' ja 'Satina' kontrollvariandis, kuid *Brimstone* kasutamine hoidis nakkuse täielikult ära. Kuigi mugulate pinna nakatumine 5-15% ulatuses ei riku oluliselt seemnekartuli kvaliteeti on siiski tõrje vajalik, et vähendada haigusetekiitajate kontsenteerumist mullas. Hariliku kärna kahjustusi üle 30% mugula pinnast ei olnud.

Efektiveks tõrjevõtteks on niisutussüsteemide rajamine või alternatiivse võttena mulla toitelahuse reaktsiooni lühiajaline happelisemaks muutmine väevlpreparaatide või füsioloogiliselt happeliste väetiste kasutamisel.

Kalle Hamburgi poolt rajatud tootmiskatsel Inglites on andnud häid tulemusi *Brimstone* kasutamine koos mahapanekuga. *Brimstone* kasutamine kuni 100 kg ha⁻¹ vähendas mulla pH 0,6...1,4 pH ühiku võrra. Kartulimugulate nakatumine harilikku kärna vähenes ebasoodsal kasvuaastal 50...63 % (2010) ja soodsal kasvuaastal ei toimunudki nakkust.

Keemiline koostis. Kartulimugulate kuivainesisaldus jäi 2008. aasta 2-4% võrra madalamaks 2007. aastal tulemustest. Seda mõjutas pealsete massi aktiivsem kasvamine, mugulaalgete hilisem moodustumine ja toitainete hilisem talletumine. Mugulate kuivainesisaldus jäi ka 2009. aastal suhteliselt madalaks, kuid seda mõjutasid kasvuperioodi lõpul esinenud sademed. Kartulimugulate kuivainesisaldus oli odra järel 19,23%; punase ristiku järel 19,42%; suvinisu järel 19,49%; suvirapsi järel 19,83%; herne järel 18,73%; õlirõika järel 19,67% ja kartul järel 18,3%. Kasvanud mugulasaagi kuivainesisaldus oli katseaastate lõikes kõige ühtlasem 2010. aastal. Seda mõjutasid samuti mitmed agrometeoroloogilised tegurid, nagu kuumastress ja pikk põuaperiood. Põua tõttu jäi toitainete omastamine varajastel sortidel vaevaliseks. Varajase sordi 'Elfe' kuivainesisaldus moodustus 20,04%, keskhilise 'Agria' kuivainesisaldus 22,0% ja säilituskartuli 'Laura' kuivainesisaldus 19,7%.

Võrdlus rahastamistaotluses toodud eesmärgiga: Kõik eesmärkide punktides 1–4 püstitatud ülesanded täideti, kuid uurimistöö käigus selgus, et senised uurimistulemused vajavad kasvuaegsete haiguste ja toiduohutuse osas veel täpsustamist. Need on: 1) mugulakoorega kaasatulevad haigusetekiitajad ja nende mõju kartuli säilivusele; 2) toidukartuli säilivuse ja kvaliteedi muutused sordi tasandil; 3) antioksidantidest C-vitamiini sisalduse mõju toidukartuli kvaliteedi püsivusele; 4) uuemate kompleksväetiste kasutamise täpsustamine.

Uuringute käigus saadud uued teadmised ja oskused: Käesolevad uuringud viidi läbi esmakordselt, kus komplekselt uuriti nii mulla struktuursust kui ka selle fütosanitaarset seisundit. Kogu toidukartuli kasvatuses seotud lai spekter oli väiksemal või suuremal määral nendes uuringutes käsitletud. Oluline roll nendes uuringutes oli eelviljadel. Taimekasvatuses viljeldavate kultuuride arvu vähenemine ja vajadus rendimaade kasutamise suurendamiseks, eeldab viljavahelduse oskuslikku rakendamist. Kartuli kasvatamisel saagi kvaliteedi tagamiseks on viljavaheldusnõuete järgimine esmatähtis. Käesolevad uurimistulemused võimaldavad esmakordselt saada uusi ja olulisi teadmisi, mis on toodud alljärgnevalt:

1. Struktuuritu (raskete masinatega lõhutud) mullad ei sobi kartuli kasvatamiseks, sest suurenevad kulud transpordile ja pesemisele (2-kordne pesemine). Hinnanguliselt moodustavad täiendavad kulud ligi 10% kasvupinna ühe hektari kohta.
2. Mullaniiskuse sisalduse taset saab hinnata mulla absoluutse niiskuse suhtes väliveemahutavusest (FC–Field Capacity) kaudu. Kui see pikema perioodi vältel on suurem

lubatud piirist 1,1 FC, siis suureneb ka lehemädaniku tekkeoht ja suureneb risk nakatuda teistesse kartulihaigustesse. Hinnanguliselt, varasemale analüüsile toetudes, on sellisel puhul oodata tulu vähenemist ühe kasvupinna hektari kohta kuni 30%. Kui aga mulla niiskuse sisaldus on madalam lubatust piirist 0,7 FC ja eriti siis, kui mugulaalgete moodustumisel on niiskus defitsiidis, toimub uue kartulisaagi nakatumine harilikku kärna (*Streptomyces scabies*). Väheneb seemne- ja toidukartuli kaubanduslikkus, suureneb risk nakatuda teistesse kartulihaigustesse, suureneb säilituskadu veeauramise ja mugulamädanike tõttu. Ebasoodsal kasvuaastal võib toidukartuli koorimiskadu suurened 8-10% ja võib juba sügisperioodil moodustada 20-22%.

3. Keskkonna tingimuste mõjul varieerus katsepõllu mikrofloora väga suures ulatuses. Normaalse mikrofloora kaitseb kartulitaimi haigusetekitajate eest ja takistab kahjulike mikroorganismide kinnitumist taimekudedele. Ka soodustavad juurtel elavad bakterid taimede toitumist. Meie varasematest uuringutest selgus, et *Rhizobacter Paenibacillus Polymyxa* soodustas fosfori paremat omastamist ning vähendas kartulitaimede põuastressi. Bakterite elutegevust mõjutavatest keskkonna tingimustest olid olulisemad temperatuur ja mulla toitelahuse reaktsioon.

4. Hallitussente arenguks on soodne mulla pH_{KCl} 5,0-5,5. Oma arenguks vajavad nad 20-21%-st mullaniiskust.

5. Mullas olevatest haigusetekitajatest saadi andmed fusariumide esinemise ja mugula koorepinnale jäävate haigusetekitajate kohta. Analüüsitulemused näitasid fusariumide suurt arvukust kõigil katseaastatel ning nende erinevust kultuuride lõikes. Kuna fusariumid põhjustavad säilitamisel kartuli nakatumist kuivmädanikku, siis on oluline nende väiksem kontsentratsioon. Säilituskadud kuivmädaniku tõttu võivad ulatuvad 4-8%-ni.

6. Umbrohutõrjevõtted. Kartulipõldude efektiivne umbrohutõrje lisaks umbrohtude hävitamisele, vähendas ka haiguste ja kahjurite levikut. Orasheina jt kõrreliste umbrohtude hävitamine vähendas naksurlaste esinemist ja traatusside levikut.

7. Mulla bioloogilise aktiivsuse määramine kartuli eelviljade mullast võimaldab valida kartuli kasvatamiseks fütosanitaarselt sobivamaid eelvilju ja vajalikku viljavahelduse pikkust.

8. Kartulitootmisele spetsialiseerunud kasvatajaile on õlirõigas sobivaks eel-, vahe- või järelkultuuriks, et parandada mulla fütosanitaarset seisundit.

9. Katsetulemuste kontrollimisel tootmises selgus, et seemnekartuli eelidandamine kasvuperioodi pikendajana, võimaldab toota Eesti oludes kohapeal väga varajast ja varajast kartulit kvaliteetsena. Tootmiskatsetelt saadi positiivsed tulemused kinnisesilmaga võrkkottide kasutamiseks. Esmakordne oli Kalle Hamburgi poolt välja töötatud seemnekartuli võrkkottides eelidandamise ja mahapaneku tehnoloogiline lahendus.

10. Eelidandatud seemnekartuli kasutamine suurendas mugulasaaki, mugulasaagi kaubanduslikkust (19-21%), oluliselt paranes mugulate väline kvaliteet.

11. Hariliku kärna tõrjeks kasutatud Brimstone tagas nakkusvaba mugulasaagi. Brimstone kasutamisel paranes mugulate väline kvaliteet ja säilivus.

Läbiviidud katsete head taset ja olulisust on igaaastaselt hinnatud kõrgelt kartulitootjate ja nõustajate poolt. 2009. aastal hindasid Saksamaa kartulikasvatuse firmade esindajad meie põldkatseid eelkultuuride ja kartulikatsete osas Baltimaade parimaks. Katseasjanduse Nõukogu poolt hinnatuna oleme jäänud hinnatavale teisele kohale. Katseasjanduse Nõukogu külastas ja tutvus 2010. aastal kartuli tootmiskatsetega Inglites. Tootmiskatsed olid rajatud hariliku kärna (*Streptomyces scabies*) tõrjevõtete selgitamiseks ning neid katseid hinnati väga kõrgelt.

Koostöö teadusliku uurimistöö kvaliteedi tõstmiseks.

Eesti Maaülikool: Eesti Maaviljeluse Instituudis 2005. ja 2006. a katsetulemuste alusel magistriväitekirja koostamine ja põllumajanduse teadusmagistri kraadi (MSc) kaitsmine Eesti Maaülikooli kaitsmiskomisjonis 2007.a – Reijo Simson.

Helsingi Ülikool:

Erialane täiendamine Helsingi Ülikooli rakendusbioloogia osakonnas- Reijo Simson.

11.02-30.04.2009; 16.11.2009-12.03.2010.

Praktiseerimine teadusasutustes: Instituto de Agricultura Sostenible (IAS, CSIC), Corboda Hispaania - Reijo Simson.

Osavõtt Flavoure projektist. 2010. Ettekandega Läänemaa Kartulipäeval esines Luule Tartlan.

Osavõtt Flavoure projekti raames toimunud koolitustest, seminaridest ja konverentsidest: Edvin Nugis, Luule Tartlan.

Koostöö tootjatega: MTÜ Eesti Kartul ja TÜ Talukartul tootmiskatsed kartuli hariliku kärna tõrjevõtete ja seemnekartuli eelidandamise selgitamiseks. Koostöö piirkodlike väiketootjatega Võrumaal, Pärnumaal, Läänemaal ja Lääne-Virumaal.

Koostöö Baltic Agroga väetamise ja taimekaitse alal (uute väetiste ja preparaaside alal).

Järeldused, soovitused, põllumajanduslik ja majanduslik efekt:

Meie pikaajalise uurimistöo tulemusena on kasvanud suuremate tootjate kartulisaagid 30-50 tonnini hektari kohta ning on lähedased Lääne-Euroopa saagitasemele.

Puuduseks jääb mugulasaagi välise kvaliteedi ebahühtlus, mida mõjutasid paljud tegurid ja mille taset ei suudetud tootmises oluliselt parandada. Linnusõnniku (org.väetis) tagas väga kõrge saagikuse, ühtlase fraktsioonilisuse ja kvaliteedi.

Kartuli kasvatamiseks sobivad struktuursed mullad, kus mullaosakeste läbimõõt on 2...5 mm. Mulla struktuursuse suurendamiseks andis häid tulemusi linnusõnniku kasutamine. (tootmiskatses 2010...2011).

Kartulile sobiva niiskusrežiimi tagamiseks on vajalik põldude täiendav niisutamine ja vastavate süsteemide rajamine riiklike projektide kaasabil.

Mulla fütosanitaarse seisundi parandamiseks on minimaalne viljelusvahe 4 aastat, kuid tulemuslikum on pikem viljelusvahe.

Kartuli kasvatamisel kartuli järel tekkis sortide segunemine mahajäänud mugulate tõttu, seega ei ole soovitatav kasvatada kartulit kaks aastat samal kasvukohal.

Kartuli eelviljaks ei sobi ka raps, sest neil on kartuliga ühiseid kahjustajaid ning rapsil puudub mükoriisa. Sobivamad eelviljad olid nisu, oder, punane ristik ja õlirõigas.

Kartuli eelidandamise tähtsust kasvuperioodi pikendajana ja eelidandamisvõtteid on meie uurimistöös selgitatud ka varasemates töödes ja neid on aktiivselt propageeritud. Uued võtted tootmises juurduvad aeglaselt. Eelidandamise laialdasemaks kasutuselevõtuks kulus tootjail ligi 10 aastat.

Uurimistöo tulemused soodustasid seda, et 2012. aastal jõudis Eestis kasvatatud väga varajane kartul turule Harjumaa piirkonnast 13. juunil, Tartumaal 11. juunil ja Võrumaal 18. juunil. Kohapeal kasvatatud kartulisaak oli kõrgekvaliteediline ja realiseerimishind oli 4 € kg⁻¹.

Hariliku kärna tõrjeks neutraalsetel või leeliselistel muldadel oli tulemuslik Brimstone kasutamine või füsioloogiliselt happeliste väetiste kasutamine.

Hariliku kärna nakkusega seemnekartuli kasutamine suurendab mullas haigusetkitajate arvukust.

Rakendusüüringu tulemuste kasutamise võimalused:

Kartulikasvatajatel ja tarbijatel oma konkurentsivõime tõstmiseks või säilitamiseks on vajalik olla pidevalt kursis uute teadmiste ja informatsiooniga ning turu nõudlustega.

Projekti raames läbiviidud uuringutest saadi uuemaid teadmisi kartuli kasvatamisel saagikuse, kvaliteedi ja haiguskindluse suurendamiseks. Uurimistulemusi saavad kasutada kõik kartulikasvatajad, kartulipakendajad ja realiseerijad.

Tulemused on oluliseks teabeks kõigile kartulitoodete valmistajatele ja tarbijatele, sest kartulitoodete kvaliteedi suurendamine on võimalik ainult toorme kvaliteedi tõstmisega.

Tootmisse on evitatud seemnekartuli eelidandamine nii väiketootjate kui suurtootjate poolt.

Eelidandamise tehnoloogilist lahendust täiendati kinnisesilmaga võrkkottide kasutusele võtmisega MTÜ-s Eesti Kartul Kalle Hamburgi poolt ning demonstreeriti põllupäeval 2011. aastal.

Projekti juht (ees- ja perekonnanimi): Edvin Nugis	Allkiri:	Kuupäev:
Taotleja esindaja kinnitus aruande õigsuse kohta (ees- ja perekonnanimi): Katrín Kotkas	Allkiri:	Kuupäev:

See osa läheb teema ette.

Taimekasvatus ja taimetervis (sh aiandus)

Toidukartuli kaubandusliku kvaliteedi ja toiteväärtuse muutused ning seda mõjutavad tegurid

Projekti juht: Edvin Nugis
Projekti kestus: 2007...2011

Eesmärk oli selgitada mulla üld- ja füto-sanitaarset seisundit kartulipõldudel olenevalt eelviljast ja uurida võimalusi mulla mikrobioloogilise aktiivsuse tõstmiseks; olulisemate mullasolevate haigusetekiitajate esinemist ja uurida nende arvukuse kõikumise dünaamikat; efektiivsemaid umbrohutõrjevõtteid, täiustada mugulasaagi fraktsioonilist ühtlikkust, kvaliteeti ja säilivust parandavaid agrotehnilisi võtteid.