

EESTI MAAVILJELUSE INSTITUUT

**PÕLLUKULTUURIDE
SAAK JA KVALITEET
SÕLTUVALT AGROTEHNIKAST**

Koostaja: Malle Järvan

SAKU 2011

Autorid: Elina Akk, Arvi Hansson, Ene Ilumäe, Malle Järvan,
Kalju Paalman

Koostaja ja toimetaja: Malle Järvan

Fotod: Liina Edesi, Malle Järvan

Kaane kujundus: Katrin Mürk

Käesolev raamat annab ülevaate Põllumajandusministeeriumi tellitud rakendusuringute projekti „Tera- ja kaunviljade ning õlikultuuride toidu- ja söödakvaliteedi parandamise võimaluste selgitamine, rakendades majanduslikult efektiivseid ning keskkonnasäästlikke agrotehnoloogilisi meetmeid” (2006–2010) tulemustest. Selgitatakse toidunisu kvaliteeti ja küpsetusomadusi mõjutavaid tegureid, eelkõige mitmesuguste väetiste kasutamist; käsitletakse herne saagikust ja kvaliteeti mõjutavaid tegureid ning võimalusi söödavilja proteiinitoodangu suurendamiseks; selgitatakse võimalusi rapsi saagikuse stabiliseerimiseks ja rapsiseemne kvaliteedi parandamiseks; uuritakse õlilina ja õlitudra agrotehnikat ning nende kasvatamise perspektiivikust.

Raamat on mõeldud kasutamiseks põllumajanduspraktikas, koolituses ja nõuandesüsteemis.

ISBN 978-9985-9899-9-9

Trükk AS Rebellis

Sisukord

Sissejuhatus	5
Uurimistöö eesmärgid	8
I. Teraviljade toidu- ja söödakvaliteedi ning küpsetusomaduste parandamise võimaluste uurimine Eesti oma- maise toiduviljaga varustatuse suurendamise eesmärgil	11
Väävliga väetamise mõju talinisu saagikusele ja kvaliteedinõuetele vastavusele	11
Väävliga väetamise mõju nisu kleepvalgu kvaliteedile ja jahu küpsetusomadustele	14
Kasvuaegse väetamise aegade mõju talinisu saagikusele ja saagi kvaliteedile	17
Tootmiskatsed teraviljadega	19
Lehekaudse väetamise roll mullas teatud taimetoite- elementide vaeguse leevendamisel; mõju nisu saagi- kusele, kvaliteedile ja küpsetusomadustele	29
II. Toidu- ja söödateravilja proteiinitoodangu suurendamine	
II-1. Uuringud herne ja odra puhas- ja segukülvide baasil	32
Odra kvaliteet toidu- ja söödaviljana puhas- ja segu- külvides	32
Herneseemnete kvaliteet toidu- ja söödaviljana puhas- ja segu-külvides	36
Hernesortide kasvuisearasused sõltuvalt ilmastiku ja kasvukoha tingimustest	40
Odra ja herne saagikus puhas- ja segukülvides	41
Nitraatlämmastiku dünaamika odra ja herne puhas- ja segukülvide mullas	44
II-2. Põldoa agrotehnika täpsustamine	46
III. Rapsi saagikuse stabiliseerimine ja seemnesaagi kvaliteedi parandamine	

III-1. Rapsi agrotehnoloogia uuringud Sakus	51
Katseaastate ilmastiku mõju suvirapsi kasvule	53
Agrotehniliste võtete mõju seemne kvaliteedile	54
Rapsi saagikuse stabiliseerimine	60
III-2. Rapsi tootmiskatsed Viljandimaal Auksis	65
IV. Uute, kõrge toiduväärtusega õlikultuuride kasvata-	
mise võimaluste selgitamine ja külvipinna laiendamine	
IV-1. Kokkuvõte õlilina ja õlitudra uuringutest Sakus ja	
Olustveres 2006-2010	70
Õlilina	70
Linaseemne toiteväärtus ja kasutusala	74
Õlituder	75
Õlitudra väärtus ja kasutusala	76
Õlilina ja -tudra tasuvus ja kasvatamise perspektiivid	78
IV-2. Õlilina kasvatamise kogemustest Mooste katsejaamas;	
õlilina kasvatamise perspektiividest Eestis	
Õlilina kasvatamise tasuvust tõstmise abinõudest	
seniste kogemuste põhjal	79
Kokkuvõte õlilina kasvatamise võimalustest ja	
perspektiividest Eestis	83
Summary: Improving the food and feed quality of cereals, grain	
legumes and oil crops by implementing economically effective	
and environmentally sustainable agrotechnological methods	85
Projekti teemade raames avaldatud publikatsioonid	89

Sissejuhatus

Veel kümmekond aastat tagasi ei olnud Eesti suuteline tagama teraviljaga isevarustamist. Nii näiteks aastail 2000–2003 oli teravilja puudujääk umbes veerand vajadusest. Arvestades meie looduslike tingimusi peaks aga olema igati võimalik kindlustada riigi varustamine omamaise viljaga. Esmakordselt sai teravilja isevarustatuse tase tagatud – koguni 110%-liselt – 2005/2006 saagiaastal, sest tegemist oli väga hea saagiaastaga. 2005. aastal ületas teravilja keskmine saagikus Eestis esmakordselt 2,7 t/ha piiri.

Kui jälgida statistilist teavet nisu kohta Eesti teraviljaturul, siis kuni 2004. aastani oli import tugevas ülekaalus. Lähimurre saabus 2005. aastal, sellest ajast alates on nisu eksport kordarvudes ületanud importi. Veel mitmed aastad tagasi töötasid suured jahuveskid valdavalt importnisu baasil. Levinud oli teadmine, et Eestis kasvatatud nisust ei saa head saiajahu. Käesolevaks ajaks on aga ulatuslikult laienenud uute, heade kvaliteedimadustega toidunisu sortide kasvatamine, tõusnud on ka põllumeeste teadlikkus, hool ja orienteeritus suurema tulu saamisele, et realiseerida saak toiduviljana.

Jahuveskid eelistavad praegu omamaist toiduvilja. Eesti juhtiv nisu- ja rukkijahutootja AS Tartu Veski töötleb aastas 105–110 tuhat tonni kvaliteetset toiduvilja, sellest 75–80 tuhat tonni nisu. 2009. aastal oli sellest nisust eestimaise päritoluga tervelt 95%, 2010. aastal aga peaaegu 100%.

Toidunisu kategooria ja sellest tulenev realiseerimishind sõltub vilja kvaliteedinäitajatest, sealhulgas niiskusest, mahukaalust, langemisarvust, proteiini ja kleepvalgu sisaldusest.

Toidunisu kehtivad nõuded kleepvalgu sisalduse osas on üsna kõrged, mitmesugustel põhjustel ei suudeta neid sageli täita. Seejuures aga võib kleepvalgu koguse väike puudujääk saada

kompenseeritud hoopis kleepvalgu kvaliteedi paranemise arvel. Sel juhul ei ole nisujahu küpsetusomadused sugugi halvemad ning sageli saadakse isegi parema kvaliteediga tooted. Seda võib väita Eesti Maaviljeluse Instituudi ja Põllumajandusuuringute Keskuse ühiste uuringute baasil, mida on läbi viidud juba 2004. aastast alates. EMVI arvukates katsetes on selgunud, et kui mullas napib taimedele kättesaadavat ehk liikuvat väävlit, siis talinisu kasvuaegne väetamine väävliga on saagikust oluliselt – isegi kuni 40% – suurendanud. Samades katsetes aga on ilmnenud, et väävliga väetamine üldreeglina on vähendanud talinisu proteiini ja kleepvalgu sisaldust, kuid parandanud kleepvalgu kvaliteeti. Nimelt on väävli toimel suurenenud väävlit sisaldavate aminohapete – tsüsteiini ja metioniini – sisaldus, millest omakorda on paranenud mitmed taigna ja saia parameetrid. Seega, küpsetusomaduste seisukohalt on tähtis mitte ainult kleepvalgu kogus ehk kvantiteet, vaid eelkõige kleepvalgu kvaliteet.

Teraviljast söödaviljana. On üldiselt teada, et teraviljades sisalduv proteiin ei ole täiusliku aminohappelise koostisega. Selles on vähe nn. kriitilisi aminohappeid – lüsiini, metioniini, tsüsteiini, treoniini – ja neid tuleb sigadele ja lindudele sageli juurde anda loomsete söötade või sünteetiliste preparaatidena. Seepärast on nii loomasööda kui ka inimtoidu seisukohalt oluline, et oleks võimalik teraviljatoodangu proteiinisisaldust suurendada ja proteiini bioloogilist väärtust parandada ka agrotehnoloogiliste võtetega, näiteks otstarbeka väetamisega, teraviljade kasvatamisega segukülvis liblikõielistega jne.

Rapsi kasvupinnad on aasta-aastalt kiire tempoga kasvanud ja praegu külvipinna struktuuris jõudnud kriitilise piirini, millest suurem osatähtsus võib vallandada ohtlike taimahaiguste leviku. Üha suureneva nõudluse rapsiseemne toodangu järele saab rahuldada seega mitte rapsi kasvupinna laiendamise, vaid eelkõige saagikuse suurendamise ja stabiliseerimisega. Rapsi hektarisaagid Eestis ei ole olnud kõrged – aastate 2004-2009

keskmisena oli see suvirapsil 1,56 t/ha ja talirapsil 1,79 t/ha. Rapsi potentsiaalne saagivõime on sellest vähemalt kaks korda suurem. Ehkki oluliseks „tegijaks” rapsi saagikuse kujunemises on ilmastik, jääb põhitähtsus ikkagi agrotehnikale. Üldreeglina sõltub agrotehnikast ka rapsiseemne kvaliteet, eelkõige kõrgem õlisisaldus, mille arvel samuti on võimalik suurendada rapsi kasvatamise tulukust.

Taimekasvatuse mitmekesistamiseks ja vahekultuuridena teraviljarohketes külvikordades tasuks kaaluda ka teiste, kõrge toiduväärtusega õlikultuuride (õlilina, õlitudra) kasvatamise otstarbekust ning laiendada nende pindu Eesti sobivates kliima- ja mullastiku piirkondades.

Möödanikuaegadel Eesti põllumehete rikkust toonud lina-kasvatusest ja ümbertöötlemisest on käesolevaks ajaks järele jäänud ainult õlilinakasvatus. Õlilina kasvupind paraku ei ole suurenenud, olles viimased kümme aastat alla 200 ha. Õlilina-seemne saadused (õli, jahu ja kook), mis on nii inimese toitumise ja tervise kui ka loomasööda seisukohalt kõrge bioloogilise väärtusega, annavad häid võimalusi selleks, et võiks mitmekesistada looduslähedast toidu- ja söodatootmist ning oluliselt suurendada õlilina kasvupinda.

Käesolev trükis on kokkuvõte Eesti Põllumajandusministeeriumi poolt aastail 2006–2010 rahastatud rakendusuringute projekti „Tera- ja kaunviljade ning õlikultuuride toidu- ja söödakvaliteedi parandamise võimaluste selgitamine, rakendades majanduslikult efektiivseid ning keskkonnasäästlikke agrotehnoloogilisi meetmeid” (projekti juht Malle Järvan, D.sc.Agr.) lõpparuandest.

Uurimistöö eesmärgid

Käesoleva trükise aluseks olnud rakendusuuringute projekt oli mahukas ja mitmekülgne – haarates kõiki põhilisemaid põllukultuuride gruppe, välja arvatud rühvelkultuurid ja heintaimed. Uurimistöö toimus nelja alateema raames ja seda viidi läbi vastavatele põllukultuuridele spetsialiseerunud põhitäitjate juhtimisel ja osavõtul. Projekti alustamisel olid püstitatud eesmärgid alateemade lõikes järgmised:

I. Teraviljade toidu- ja söödakvaliteedi ning küpsetusomaduste parandamise võimaluste uurimine Eesti omamaise toiduteraviljaga varustatuse suurendamise eesmärgil

Põhitäitjad: Malle Järvan, D.sc.; Liina Edesi, M.sc.; Ando Adamson, M.sc.

- Teaduslikes küsimustes kaasa aidata Eesti kodumaise teraviljaga varustatuse tagamisel ja toiduviljana realiseeritava nisu osatähtsuse suurendamisel, mis aitaks tõsta teraviljakasvatuse majanduslikku tasuvust.
- Täiendavalt uurida talinisu väävliga väetamist Eesti eri piirkondades ning välja selgitada saagikuse seisukohalt optimaalsed väävli kogused, väetamisajad ja –viisid.
- Teatud toitainete (magneesiumi, vase ja liikuva väävli) vaegusega muldadel uurida nende toiteelementide lehekaudse andmise efektiivsust teravilja saagikuse, kvaliteedi ja toidunisu küpsetusomaduste seisukohalt.
- Põhjalikumalt uurida väävliga väetamise rolli toidunisu kleepvalgu kvaliteedi ja küpsetusomaduste kujunemisel.

- Kontrollida teadusuuringutes selgunud võtete efektiivsust tootmistingimustes;
- Anda hinnang katsetes rakendatud agrotehniliste meetmete majanduslikule tasuvusele.

II. Toidu- ja söödateravilja proteiinitoodangu suurendamine

Põhitäitja: Elina Akk, M.sc.

- Selgitada hernesortide sobivust kasvatamiseks puhaskülvis ja segukülvides koos odraga (sort `Anni`). Katsetati järgmisi hernesorte: `Hardy`, `Clarissa`, `Nitouche`, `Majoret` ja `Mehis`.
- Hinnata odra ja herne puhas- ja segukülvide mõju saagi kvaliteedinäitajatele (mahukaal, proteiini, tärklise ja lüsiini sisaldus).
- Hinnata hernesortide mõningaid omadusi toiduhernena, keetmisomadused.
- Uurida nitraatlämmastiku dünaamikat odra ja herne puhas- ja segukülvide mullas.

III. Rapsi saagikuse stabiliseerimine ja seemnesaagi kvaliteedi parandamine

Põhitäitjad: Ene Ilumäe, M.sc. ja Ando Adamson, M.sc.

- Selgitada erinevate agrotehniliste võtete mõju rapsi saagikuse stabiliseerimisele ja seemne kvaliteedinäitajatele
- Uurida erinevate väetiste mõju rapsi saagikusele ja seemnesaagi kvaliteedile.

- Uurida mõnede fungitsiidide ja herbitsiidide mõju rapsiseemne kvaliteedile.
- Selgitada tootmistingimustes väävelvætiste mõju rapsi saagikusele ja rapsiseemne kvaliteedinäitajatele, hinnata väävliga väetamise majanduslikku efektiivsust.

IV. Uute, kõrge toiduväärtusega õlikultuuride kasvatamise võimaluste selgitamine ja Eestis nende külvipinna laiendamine

Põhitäitjad: Arvi Hansson ja Kalju Paalman, Ph.D.

- Uurida ja täiustada õlilina agrotehnikat.
- Õlilina saagikuse suurendamise ja stabiliseerimise eesmärgil selgitada kõrgendatud lämmastikunormide ja kasvuregulaatorite kasutamise otstarbekust.
- Katsetada õlilina sorte ja välja selgitada Eesti oludesse sobivaimad.
- Uurida ja täpsustada õlitudra agrotehnikat ning uurida tudraõli kvaliteeti.
- Selgitada õlilina ja õlitudra kasvatamise majanduslikku tasuvust.
- Selgitada perspektiive ja vajadust kõrge toidu- ja söödaväärtusega uute õlikultuuride kasvupinna laiendamiseks Eestis.

I. TERAVILJADE TOIDU- JA SÖÖDAKVALITEEDI NING KÜPSETUSOMADUSTE PARANDAMISE VÕIMALUSTE UURIMINE EESTI OMAMAISE TOIDUVILJAGA VARUSTATUSE SUURENDAMISE EESMÄRGIL

Malle Järvan

Aastail 2006-2010 korraldati selle alateema raames Põhja-Eestis (Sakus) ja Lõuna-Eestis (Auksis) kokku 13 põldkatset, 6 tootmiskatset ja üks suuremahuline komplekskatse. Katsevariante oli kokku 130 ja katselappe 520. Tehti 168 saagistruktuuri analüüsi. Põllumajandusuuringute Keskuselt telliti kokku 463 teravilja kvaliteedi analüüsi, 172 aminohapete analüüsi (4 neli aminohapet) ja 80 nisu küpsetuskvaliteedi analüüsi ja prooviküpsetust. PMKlt telliti ka katsemuldade analüüse.

A. Väävliga väetamise mõju talinisu saagikusele ja kvaliteedinõuetele vastavusele

Meie eelmise rakendusuuringute projekti (2003-2007) lõpu-aastate uuringutes selgus Eestis esmakordselt, et väävlipuudus võib osutada väga oluliseks talinisu saagikust limiteerivaks teguriks. Väävliga väetamise efektiivsus saagikuse seisukohalt võis aastate, kasvukohtade ja muude tingimuste lõikes väga erinev olla. Erinevasuunalisi tulemusi saadi ka väävlil mõju kohta terasaagi kvaliteedile. Neist põllumehe seisukohast ehk olulisim oli tähelepanek, et paralleelselt saagi suurenemisega võib kaasneda proteiini ja kleepvalgu sisalduse vähenemine. Teatavasti aga on proteiin ja kleepvalk väga olulised kvaliteedinäitajad eriti just toidunisu kokkuostul. Seepärast jätkati ka käesoleva projekti raames sellealaseid uuringuid.

2006. aastal saadi selle probleemi kohta andmeid üksnes Viljandimaal läbi viidud tootmiskatsete baasil, sest Sakus (ja

Eesti paljudes kohtades) hävisid taliviljakülvid erakordselt ebasoodsa talve tõttu. Lapi talus kahel erineva viljakusega põllul korraldatud tootmiskatsetes suurenes talinisu 'Lars' saagikus väävliga väetamise mõjul vastavalt 2,44 t/ha (45,5%) ja 1,35 t/ha (39,8%). Kvaliteedianalüüsid näitasid, et talinisu langemisarv, olles piires 331-340, ei sõltunud väetamisest. Küll aga oli NS-väetamisel (Axaniga) proteiini ja kleepvalgu sisaldus oluliselt kõrgem kui N-väetamisel (ammooniumsalpeetriga). Pealtväetamisel väävlit saanud talinisu proteiinisaldus oli 12,0 ja 13,0% ning kleepvalgu sisaldus 24,7 ja 26,1% ning vastas seega toidunisu III kategooria nõuetele. Vaid lämmastikku saanud talinisu sisaldas sel erakordselt põuasel aastal proteiini ainult 9,9-10,6% ja kleepvalku 17,4-20,6% ning sobis vaid söödaviljaks. Märkusena veel: põllul anti lämmastikku kokku vaid 75 kg/ha, sest kolmas pealtväetamine – kui pika põua tõttu tõenäoliselt kasutu – jäeti tegemata.

2007. aastal Sakus rähkmullal läbiviidud põldkatsetes, kus talinisu eelviljaks oli sisseküntav punane ristik, selgus, et selle aasta ja katse tingimustes olid tulemused hoopis teistsugused. Katses võrreldi N-väetamise (ammooniumsalpeetrina N50 + N50) ja NS-väetamise (Axanina N50 S6,8 + N50 S6,8 ja N50 S6,8 + N50) toimeid. Selgus, et väävli mõjul talinisu 'Lars' saagikus küll suurenes 4,6–9,0% võrra, kuid samal ajal langes terade proteiinisaldus 10,6-lt 10,0%-ni ja kleepvalgu sisaldus 22,8-lt 20,7%-ni. Raske otsustada, kas see väike saagitõus kompenseeris saagi kvaliteedi languse?

2008. aastal Sakus tehtud põldkatses olid tulemused umbes samasugused kui eelmisel aastal. Talinisu kasvuaegsel väetamisel suurenes saagikus väävlil mõjul keskmiselt 8,1%, kuid järjekordselt vähenes terade proteiini ja kleepvalgu sisaldus, seekord siiski mõõdukamalt kui eelmisel aastal.

2009. aastal selgitati väävlil mõju talinisule Viljandimaal kamarleemullal. Talinisu 'Ada' eelviljaks oli suviraps. Võrrel-

di teisel pealtväetamiskorral antud ammooniumsalpeetri (N50) ja Axan Superi (N50 S6,8) mõju. Saagikustes olulist erinevust ei olnud, need olid vastavalt 8,56 ja 8,65 t/ha. Kuid ka selles katses ilmnes väävliga variandis väike proteiinisalduse langus (12,6-lt 12,4%-le), samuti vähenes kleepvalgu sisaldus (27,0-lt 26,3%-le). Sellegipoolest vastas mõlema katsevariandi vilj toidunisu kvaliteedinõuetele.

2010. aastal selgitati väävli mõju talinisule 'Ada' Viljandimaal tootmispõllul läbi viidud komplekskatses. Selgus, et talinisu võrsumise lõppfaasis teisel pealtväetamiskorral antud NS-väetis (ammooniumsulfaadina N34 S39) oli palju efektiivsem kui N-väetis (ammooniumsalpeetrina N34), saagikus suurenes 1,54 t/ha ehk 30,0%. NS-väetamisel oli nisu mahukaal 17 g/l võrra suurem kui N-väetamisel. Teised esmase kvaliteedi näitajad (langemisarv, proteiini ja kleepvalgu sisaldused) olid praktiliselt võrdsed.

Selles samas komplekskatses selgitati ka lehekaudselt koos taimekaitsepritsimisega Sulfur'ina ja Thiovit'ina antud väävli mõju talinisule. Selgus, et kui talinisu oli väetatud ainult ammooniumsalpeetriga, siis herbitsiidilahusesse lisatud Sulfur F3000 normiga 5 l/ha suurendas talinisu saagikust samuti 30,0%. Veidi suurenes ka nisu mahukaal, kuid proteiini sisaldus vähenes keskmiselt 0,4 ja kleepvalgu sisaldus keskmiselt 1,2 sisaldus% võrra. Kui aga talinisu oli juba varem saanud väävlit mulla kaudu (ammooniumsulfaati teisel pealtväetamiskorral), siis Sulfuri kasutamine ei õigustanud end ei saagikuse ega kvaliteedi seisukohalt. Talinisu peahaiguste tõrjeks nisu loomisfaasis pritsimisel fungitsiidilahusesse lisatud Thioviti mõju jäi tagasihoidlikuks.

Seega, enamikus meie katsetes ilmnes, et talinisu väävliga väetamisel võib saagi olulise suurenemisega kaasneda proteiini ja kleepvalgu sisalduste langus. Kas aga kvantiteedi vähene-

misega samaaegselt võib toimuda kleepvalgu kvaliteedi ja nisujahu küpsetusomaduste paranemine, sellest järgnevalt.

B. Väävliga väetamise mõju nisu kleepvalgu kvaliteedile ja jahu küpsetusomadustele

Nisu valgu kvaliteedi oluliseks näitajaks on nn. kriitiliste aminohapete (tsüsteiini, metioniini, treoniini ja lüsiini) sisaldus. Kleepvalgu kvaliteedi ja küpsetusomaduste seisukohalt on eriti tähtis väävlit sisaldavate aminohapete – tsüsteiini ja metioniini – optimaalne sisaldus.

Nisu aminohapete sisalduse määramised teostas Maaja Varik, Põllumajandusuuringute Keskuse Taimse materjali labori peaspetsialist. Nisuproovide kvaliteediparameetrid jahu, taigna ja küpsetise staadiumides määras ning prooviküpsetused teostas samas laboris sektorijuhataja Lea Lukme, kes ühtlasi on Põllumajandus-Kaubanduskoja tunnustatud ekspert pagaritoodete alal. Käesoleva projekti raames läbi viidud põld- ja tootmiskatsete saakidest määrati aminohapete sisaldus 172 proovist ning tehti küpsetuskatsed 80 nisuproovist.

Väävliga väetamise tulemusena paranes nisuvalgu kvaliteet mitmes meie katses. Näiteks 2006. aastal Viljandimaal läbi viidud kahe tootmiskatse keskmisena suurenes väävliga väetamise mõjul talinisu aminohapete sisaldus järgmiselt: tsüsteiin 28,3%, treoniin 23,6%, metioniin 18,6% ja lüsiin 13,0%. 2007. aastal Sakus korraldatud põldkatses suurendas Sulfuriga pritsimine (norm 10 l/ha) talinisu saagis tsüsteiini 15,8%, metioniini 10,6% ja lüsiini 17,7%. 2008. aastal suurendas Axani vormis antud väävel talinisu terades lüsiini sisaldust 8,5%, võrreldes ammooniumsalpeetriga väetamisega.

2010. aastal Auksis tehtud komplekskatses oli ammooniumsulfaadiga väetatud talinisu väävlit sisaldavate aminohapete

(tsüsteiini ja metioniini) sisaldus kõrgem kui ammooniumsalpeetriga väetatud nisus.

Esimesed küpsetustestid selle projekti raames teostati 2006. aasta algul, kasutades talinisuproove meie 2005. aasta väetuskatsetelt. Detailsema võrdluse alla võeti ammooniumsalpeetriga (N60 + N40) ja Axaniga (N60 S6 + N40 S4) väetatud talinisud. Teraproovide esmasel analüüsil oli selgunud, et ammooniumsalpeetriga väetamisel olid proteiini ja kleepvalgu sisaldused suuremad kui Axani variandis. Kuid väävlil mõjul paranes kleepvalgu kvaliteet. Selle esmaseks näitajaks oli gluteenindeks, mis ammooniumsalpeetri variandis oli mitterahuldav (vaid 32), Axani puhul aga 19 ühiku võrra suurem. Väävliliga väetamine parandas oluliselt valkude bioloogilist väärtust. Väävlinormi S 10 kg/ha mõjul suurenes nn. kriitiliste aminohapete sisaldus nisuterades järgmiselt: lüsiin 16,6%, treoniin 24,1%, metioniin 57,1% ja tsüsteiin 30,5%. Kirjanduse andmeil võimaldab nisupartii küpsetusomadusi esmaselt küllaltki hästi hinnata ka lämmastiku ja väävlil suhe (N:S) terades. Ammooniumsalpeetriga (N100) väetatud talinisul oli see suhe 20,8, Axaniga (N100 S10) väetamisel nihkus aga märgatavalt optimaalsema suunas, olles 13,9. Jahu, taigna ja küpsetise staadiumides läbi viidud põhjalikud kvaliteedianalüüsid ja määramised (kokku 18 parameetrit) näitasid, et väävliliga väetamise tulemusena paljud näitajad paranesid. Nii näiteks suurenes jahu gluteenindeks 30 ühiku võrra, suurenesid taigna stabiilsus ja kvaliteedinumber. Küpsetusproovid näitasid, et suurenesid pätsi maht (+10,0%), eriruumala (+10,6%) ning pätsi kõrguse ja diameetri suhe (+35,0%) ning paranes poorsus.

2006. aasta kahelt talinisu tootmiskatsetelt võetud proovide küpsetuskvaliteedi analüüsides ja prooviküpsetustest selgus, et väävlil mõjul paranesid kvaliteedinäitajad järgmiselt: jahus suurenes proteiini sisaldus keskmiselt 26,3% ja kleepvalk

34,7%; suurenesid taigna stabiilsus 98,1% ja kvaliteedinumber 34,5%; saia puhul suurenesid pätsi ruumala 28,5% ja eriruumala 29,1% ning ümmarguse pätsi kõrguse ja diameetri suhe 34,1%. Ammooniumsalpeetriga väetatud talinisu proovidest ei olnud võimalik saada normaalse välimusega küpsetist.

2007. aasta Saku katsetelt võetud talinisude – antud juhul selgitati lehekaudselt Sulfurina antud väävlilise mõju – puhul oli väävlilise variandis terade proteiini ja kleepvalgu sisaldus madalam, kuid aminohapete sisaldus ehk valgu bioloogiline kvaliteet kõrgem kui kontrollvariandis. Küpsetusomaduste mitmete näitajate osas ilmselt ka siin väike paremus väävlilise variandi kasuks.

Küpsetusomadusi võrreldi ka ammooniumsalpeetriga (N100) ja Axan Superiga (N100 S13,6) väetatud talinisudel Saku 2007. aasta katsetest. Ka antud juhul oli terade proteiini ja kleepvalgu sisaldus N-variandi puhul kõrgem kui NS-variandil. Kuid küpsetustestil anti N-variandile järgmine hinnang: "Kleepvalgu sisaldus (24,4%) vastab küll rahuldava küpsetusomadustega jahule ja veesidumisvõime on suur, kuid kleepvalk ei ole suuteline siduma sellist veekogust. Toote karkass on nõrk, ümar toode laialivajunud." NS-ga väetatud nisu puhul oli iseloomustus järgmine: "Antud kleepvalgu koguse (22,2%) juures on küpsetise maht rahuldav. Eriti hea on ümara toote kõrguse ja diameetri suhe. Toote sisu ülesehitus (karkass) on tugev, sisu ühtlaselt peenepooriline."

Talinisu küpsetusomaduste uuringud ja prooviküpsetused viidi läbi ka Auksis 2010. aastal korraldatud komplekskatse proovidega. Üheks võrdluspaariks olid talinisu, millele ühtlaselt väetatud foonil anti võrsumisfaasis kas ammooniumsalpeetrit (N34) või ammooniumsulfaati (N34 S39). Taustaks: NS-variandis oli saagikus oluliselt kõrgem, esmased kvaliteedinäitajad (langemisarv, proteiin, kleepvalk ja gluteenindeks) praktiliselt samad mis N-variandil, kuid väävlit sisal-

davate aminohapete sisaldus oli NS-variandi puhul mõnevõrra kõrgem. Küpsetustestid näitasid, et mitmed küpsetuskvaliteedi parameetrid (taigna stabiilsus ja kvaliteedinumber, pätsi ruumala, kõrguse ja diameetri suhe, sisu struktuur ja poorsus) olid väävelväetist saanud talinisu puhul paremad.

Seega, meie väetuskatsetelt kogutud talinisuproovidega läbi viidud küpsetuskatsetest on selgunud, et heade lõpptulemuste saavutamiseks ei pea kleepvalgu kogus olema alati kõrge. Ka väiksema kleepvalgu kogusega on võimalik saada head küpsetuskvaliteeti. Lõpptulemus oleneb niivõrd mitte valgu kogusest, kui just selle koostisest. Käesoleva projekti raames saadud uurimistulemused ja prooviküpsetused lubavad teha järelduse, et optimaalsel ajal ja optimaalses koguses väävliga väetamine võimaldab parandada talinisu kleepvalgu kvaliteeti ning sellest tulenevalt ka jahu küpsetusomadusi.

C. Kasvuaegse väetamise aegade mõju talinisu saagikusele ja saagi kvaliteedile

2008. aastal talinisu kasvuaegse väetamise katsetes Sakus selgitati, kuidas väetisnormi N100 S 10-13 jaotamine kaheks või kolmeks annuseks mõjutab saagikust ja saagi kvaliteeti.

Parimaks ja majanduslikult efektiivseimaks osutus see variant, kus kahel korral, võrsumise alg- ja lõppfaasides, väetati Axan'iga. Siin moodustus 10,8% rohkem produktiivvõrseid ja terade arv peas oli 15,5% suurem ning bioloogiline saak tervelt 38,3% suurem kui kontrollvariandis, kus väetamistel kasutati ammoniumsalpeetrit. Kontrollvariandist paremaks osutus ka variant, kus esimesel väetamiskorral Axani annust vähendati N20 võrra ja see N20 anti kolmandal väetamisel kõrsumise lõppfaasis (EC 37-39) ammoniumsalpeetrina. Sel juhul oli saagikus kontrollvariandiga võrreldes 16,8% kõrgem.

Kõige parema kvaliteediga vili saadi variandis, kus lämmastikunorm (N100) oli jaotatud kolmeks annuseks ja viimane väetamine tehti vahetult enne loomisfaasi. Sel juhul oli kleepvalgu sisaldus 2,0-2,9% võrra kõrgem kui teistes väetusvariantides. Üldiselt olid talinisu proteiini ja kleepvalgu sisaldused sel aastal madalad, jäädes piiresse 9,5-10,4% ja 18,5-22,3%. Talinisu langemisarv oli piirides 309-332 ja gluteenindeks 73-82.

Nisu kasvuaegne väetamine N- ja NS-väetistega suurendas terade aminohapete sisaldust kõikides väetusvariantides ja seda järgmiselt: tsüsteiin 12,8-23,2%, treoniin 16,4-21,4%, metioniin 5,4-29,9% ja lüsiin 18,3-42,5%. Kõige parema bioloogilise väärtusega oli selle katsevariandi saak, kus lämmastikunorm N100 oli jaotatud kolmeks annuseks ja põhiosa sellest oli antud Axan Superina – selle puhul olid kõigi nelja aminohappe sisaldused ja ka kleepvalgu sisaldus kõrgeimad.

2009. aastal Auksis läbi viidud talinisu väetuskatses oli suvirapsi järel kasvatatud talinisu üllatavalt saagikas – saagikus katse foonilt (N50) 7,1 t/ha ja N50+N50S6,8 puhul 8,7 t/ha. Ei ilmnenud usutavaid erinevusi selles, kas teisel pealtväetamisel kasutati ammooniumsalpeetrit, Axani või anti osa lämmastikust ammooniumsulfaadina. Sellel aasta ja katse tingimustes, erinevalt meie paljude varasemate katsete tulemustest, ei ilmnenud talinisu väävlipuudust. Tõenäoliselt aitas ka kasvu-kuude sademeterohkus tagada saagiks vajaliku väävlkoguse kättesaadavuse mullast ja eelvilja koristusjääkidest.

Talinisu langemisarv oli piirides 281-312. Kontrollvariandi terades oli proteiini keskmiselt 11,8% ja kleepvalku 22,9%. Teistkordsel pealtväetamisel N50-ga, olenevalt väetise liigist, oli proteiini 12,4-12,6% ja kleepvalku 26,3-27,0%. Selles katses osutusid parimateks need katsevariandid, kus talinisu anti veel lipulehe faasis N30 kas ammooniumsalpeetrina või Axan Superina. Selle N30 mõjul suurenes saagikus mitteolu-

liselt (+ 0,17 t/ha), kuid proteiini sisaldus tõusis 12,4%-lt 13,5%-le ja kleepvalgu sisaldus 26,3%-lt 29,2%-le.

Võrreldes kontrollvariandiga (N50 ammooniumsalpeetrina) suurendasid teisel väetamiskorral antud väetised talinisu terades kõigi nelja aminohappe sisaldust. Lipulehe faasis tehtud kolmas pealtväetamine ammooniumsalpetri või Axaniga (N-norm 30 kg/ha) suurendas aminohapete sisaldust veelgi: tsüsteiini 7,2-10,2%, treoniini 6,1-9,2%, metioniini 9,0-5,6% ja lüsiini kuni 13,3%. Küpsetuskatsete läbiviimisel osutus küpsetusomaduste poolest kõige paremaks selle katsevariandi jahu, kus teise väetamiskorra lämmastikunormist (N50) osa anti ammooniumsalpeetrina (N29) ja osa ammooniumsulfaadina (N21 S24). Selles katsevariandis oli jahu kleepvalgu sisaldus (27,5%) madalam ja gluteenindeks (82) kõrgem kui olid need näitajad teistes väetusvariantides (kleepvalk vastavalt 27,8-31,4% ja gluteenindeksid 67-76). Kuid eelmainitud variandi kleepvalk oli parima kvaliteediga ja see kajastus ka prooviküpsetuse tulemustes. Pagaritoodete ekspert Lea Lukme kommenteeris seda järgmiselt: "Kõige rohkem meeldis see jahu: kleepvalgu sisaldus väiksem, veesidumisvõime suur, taigna stabiilsus kleepvalgu suhtes võrdväärne, kuid jahu annab saiale suure mahu, peenepoorilise sisu ja hea struktuuri. Harva on olnud sellist katset, kus jahu küpsetusomadused on omavahel nii hästi paigas." Eelnimetatud katsevariandi jahu küpsetusomadustega peaaegu samaväärseks tunnistati ka 3. variandi jahu, kus talinisu esimesel pealtväetamisel anti ammooniumsalpetrit ja teisel väetamisel Axani.

D. Tootmiskatsed teraviljadega

Tootmiskatsed teraviljadega, enamus neist talinिसuga, viidi läbi Viljandimaal Saarepeedi vallas Auksi-Kooli ja Lapi taludes. Agrotehnilisi töid põldudel teostas Ando Adamson.

2006. aastal tehti kahel suurel põllul tootmiskatsed talinisuga 'Lars'. Katsetena koristatav pind oli kokku 8 ha. Eesmärgiks oli võrdlevalt selgitada ammooniumsalpeetri ja Axan Super'iga pealtväetamise mõju talinisu saagikusele ja toidukvaliteedile. Auksi-Oru põllul eelnes talinisule kaua aega söötis olnud põllumaa, muld oli kõrge viljakusega. Auksi-Otsa põld oli keskpärase viljakusega, nisu eelviljaks oli suviteravili. Talinisu külvi alla anti kompleksväetist 300 kg/ha, millega viidi mulda ka väävlit (S) 9 kg/ha. Kevadel anti mõlemal põllul väetisi ühtemoodi: tootmiskatsete I variandis (kontroll) nisu võrsumise alfaasis ammooniumsalpeetrit 100 kg/ha (N 35) ja võrsumisfaasi lõpul 115 kg/ha (N 40); II variandis anti samadel tähtaegadel ja sama N-normiga Axan Superit (kokku N 75 S 10 kg/ha). Kasvuaeg oli väga põuane, seetõttu otsustati loobuda kolmandast väetamisest, mis esialgselt oli planeeritud kõrsu- misfaasi algusesse.

Raskema lõimise ja tüsedama huumushorisonidiga Oru põld pidas põuale võrdlemisi hästi vastu ning kasvatas üllatavalt hea saagi – rohkem kui kümnehektarilise põllu keskmiseks saagikuseks koos metsaäärsete aladega kujunes tublisti üle 5 t/ha. Kombainiga koristamise eel võetud proovivihkude baasil tehtud saagistruktuuri analüüsides selgus, et väävliga väetamise mõjul (Axani variandis) suurenes oluliselt produktiiv- võrsete arv ühe taime kohta ning keskmine terade arv peas, samas aga vähenes 1000 tera mass 1,3 g võrra. Talinisu saagikus oli ammooniumsalpeetri variandis 5,36 t/ha, Axani variandis aga 7,80 t/ha ehk 45,5% suurem. Ka Otsa põllul olid kõik saagistruktuuri elemendid (produktiivvõrsete arv, terade arv peas, 1000 tera mass) NS-väetamisel (Axani variandis) suuremad kui N-väetamisel (ammooniumsalpeetri variandis). Saagikused olid vastavalt 4,74 ja 3,39 t/ha – ehk väävli mõjul suurenemine 39,8%.

Mõlemas tootmiskatses suurenes väävli mõjul terade proteiini ja kleepvalgu sisaldus. Oluliselt paranes ka kleepvalgu kvali-

teet, sest kõikide analüüsimisel määratud aminohapete (lüsiin, treoniin, metioniin ja tsüsteiin) sisaldus suurenes. Väävliga väetamise tugev positiivne mõju avaldus ka küpsetuskatsete tulemustes.

Majandusliku efektiivsuse arvutused, arvestades tolleaegsete sisendite hindade ja toidunisu realiseerimishinnaga, näitasid, et talinisu kasvuaegne väetamine NS-väetisega võimaldas saada 1610-3136 kr/ha võrra rohkem tulu kui väetamine N-väetisega.

2007. aastal viidi hea viljakusega nõrgalt happelisel kamarleetmullal läbi tootmiskatse talinisu sordiga 'Olivin'. Nisu külvati suvirapsi kõrde külvisenormiga 180 kg/ha, sügisel anti kompleksväetisega N12, P11, K52, S17, Ca 25 kg/ha. 2007. aasta aprillis rajati põllul tootmiskatse nelja variandiga (à 2 ha), neist üks oli pealtväetamiseta (põllu foon). Talinisu pealtväetati kahel korral, 31. märtsil ja 29. mail. Kõik agrotehnilised tööd (umbrohu- ja haiguste tõrje) tehti põllu ulatuses ühtemoodi ja õigeaegselt. Ühes katsevariandis anti talinisuale mõlemal väetamiskorral väetist Kemira NPS 150 kg/ha ehk elementidena mõlemal korral N45 P3 S4,5 kg/ha. Teises katsevariandis väetati esimesel korral ammooniumsalpeetriga (N 45 kg/ha), teisel korral Kemira NPS-ga (N45 P3 S4,5 kg/ha). Katse eesmärgiks oli võrrelda nende väetiste mõju talinisu saagistruktuuri elementidele, saagikusele, väetamise majanduslikule efektiivsusele ja saagi kvaliteedinäitajatele.

Ammooniumsalpeetriga väetatud põlluosa alustas kasvu (muutus intensiivsemalt roheliseks) varem kui ülejäänud osad. Kuigi aprilli algus oli külm ja sademetevaene, jõudis kergesti lahustuv ammooniumsalpeeter taimedele siiski kättesaadavaks muutuda. NPS-väetis aga tõenäoliselt mitte, selle graanulid püsisid kaua aega mullapinnal. Koristamise eel tehtud saagistruktuuri analüüs näitas, et 2007. aasta ilmastikutingimustes moodustas esimesel pealtväetamisel ammooniumsalpeetrit saanud talinisu pinnauhiku kohta keskmiselt 9,1%

rohkem produktiivvõrseid, terade mass peas aga oli 5,8% väiksem kui NPS-väetise kasutamisel. Bioloogiline saagikus oli neil variantidel praktiliselt võrdne. Kombineeritud koristamisel kujunes saagikus tootmiskatse variantidel järgmiseks: katse foon (esimesel korral ei väetatud) - 5,25 t/ha; esimesel väetamisel Kemira NPS – 7,38 t/ha; esimesel väetamisel ammooniumsalpeeter – 7,63 t/ha.

2007. aastal tehtud talinisu tootmiskatse tulemused erinesid oluliselt eelmisel aastal tehtud tootmiskatse tulemustest. Kui 2006. aasta ilmastikutingimustes Lapi talu tootmispõldudel ületas NS-väetisega väetamine efektiivsusest tunduvalt ammooniumsalpeetri mõju, siis tänava praktiliselt ei olnud saagikuses erinevust. Põhjuseks, ühelt poolt, aastate erinev ilmastik, tõenäoliselt aga ka eelviljade erinevus. Arvatavasti oli rapsi järel kasvatatud talinisu väävliga paremini varustatud kui ta oli seda kauaaegse heinasöödi või suviteravilja järel.

Majanduslik efektiivsus. 2007. aasta algul oli ammooniumsalpeetri ja NPS-väetise hind võrdne, olenevalt väetise kontsentratsioonist aga oli N toimeaine ammooniumsalpeetris odavam. Arvesse võttes ka saagikuse teatud erinevust, oli eelkirjeldatud tootmiskatse tingimustes efektiivsem anda esimesel pealtväetamiskorral ammooniumsalpeetrit. See võimaldas saada lisatulu 560 kr/ha võrra rohkem kui kasutades Kemira NPS-väetist. Meie poolt varem läbi viidud põld- ja tootmiskatsetes on aga just NS-väetisega pealtväetamine talinisu kasvu algul väga efektiivseks osutunud.

2008. aastal viidi läbi katsed talinisu ja odraga. Eesmärgiks oli selgitada tootmistingimustes mõnede tahkete väetiste ja leheväetiste mõju teraviljade saagikusele ja kvaliteedile.

Talinisu 'Olivin' põld (10 ha) paiknes hea viljakusega nõrgalt happelisel kamarleetmullal. Külv tehti eelmisel sügisel suvirapsi kõrde, külvisenorm 180 kg/ha. Külvi ajal anti kompleksväetisega N12, P11, K52, S 17 kg/ha.

Taimik oli korralikult talvitunud ja aprilli erakordselt soojade ilmade tõttu alustas kasvu tavapärasest varem. Talinisu esimene pealtväetamine tehti 15. aprillil. Osa põllust (2 ha) väetati Finn NS-ga, andes N68 S36; ülejäänud põllule (8 ha) anti ammooniumsalpeetrit (AN34) 200 kg/ha (N68). Kuna soojust ja mullaniiskust oli küllaldaselt, arenes ja kasvas talinisu taimik kiiresti. Täheledatai siiski, et ammooniumsalpeetriga väetatud põlluosal toimus see mõnevõrra kiiremini, Finn NS mõju oli aeglasem. Kuid juba paari nädala pärast ilmnesisid eelised Finn NS osas – taimik oli intensiivsemalt roheline ja tihedam, s.t võrsus paremini.

Teine pealtväetamine tehti 14. mail, andes ühtlaselt kogu põllu ulatuses ammooniumsalpeetrit normiga 150 kg/ha (N51). Seega sai talinisu kokku ~120 kg N/ha. Taimekaitsetööd tehti 16. mail, kasutades preparaate segu (Granstar + Primus + CCC + Allegro Super). Et olid eeldused talinisu kõrgeks saagikuseks, tehti juuni keskel veel profülaktiline haiguste tõrje Amistariga (norm 0,5 l/ha). Ammooniumsalpeetriga väetatud põlluosal (kokku 8 ha) tehti samaaegselt haigustetõrjega ka katse leheväetistega. Põld jagati neljaks 2 ha suuruseks vöändiks, millest üks jäi kontrolliks (A), teiste puhul aga lisati paagisegusse leheväetisi järgmiselt: B – Sulfur F3000 normiga 5 l/ha; C – Mikro Cu normiga 0,5 l/ha; D – Hydromag normiga 3 l/ha. Pritsimislahuse kulunorm oli 180 l/ha.

Kevadkuude pikaajaline põud, suured temperatuurikontrastid maikuus ja juuni alguses, tuulised ja jahedapoolsed ilmad – vaatamata kõigele sellele püsis talinisu seisund suurepärane kuni küpsemise alguseni. Veel juuli lõpu seisuga võis oodata tavapärasest kõrgemat saagikust. Ülimalt sademerohke august rikkus kõik lootused. Koristamiseks sobivaid tingimusi praktiliselt ei olnudki. Talinisu põld õnnestus kombainiga koristada alles augusti viimasel dekaadil, mitmes jaos ja vihmahoogude vahelt, terade kõrge niiskusesisaldusega. Vilja voolavus oli äärmiselt halb, kuivatuskulud väga suured.

Pärast kuivatamist osutusid saaginumbrid siiski üllatavalt suureks ja katsevariantidelt olid need järgmised:

I katse – tahkete pealtväetiste võrdlus: AN34 (N68) + AN34 (N51) – saagikus 7,2 t/ha; Finn NS (N68 S36) + AN34 (N51) – saagikus 8,8 t/ha ehk 22,2% suurem.

II katse – leheväetiste võrdlus: kontrollvariant – saagikus 7,2 t/ha; Sulfur F3000 – saagikus 7,7 t/ha (+6,9%); Mikro Cu – saagikus 8,1 t/ha (+12,5%); Hydromag – saagikus 7,2t/ha (± 0).

Talinisu kvaliteet oli aga pikaajaliste sadude tõttu tugevasti langenud, ei olnud enam lootustki seda toidunisuna realiseerida. Osa teri oli peas kasvama läinud, langemisarv ulatus vaid 80 piirimaile. Läbi raskuste õnnestus saak realiseerida söödaviljana. Kui saadavast rahast maha arvestada talinisu kasvatamiseks, koristamiseks ja kuivatamiseks tehtud kulutused, siis jäädi tänavu selgelt kahjumisse.

Tootmiskatse odraga 'Mercada'. Külvati külvisenormiga 300 id. seemet m², külvi alla anti kompleksväetisega N72 P16 K50 S6. Umbrohutõrjeks Granstar 21,4 g/ha + Primus 0,07 l/ha. Haigustetõrje tehti Amistariga. Põld jaotati neljaks vööndiks ja haigustetõrjega samaaegselt pritsiti ka leheväetistega (3 varianti). Fungitsiidilahusega paagisegusse lisati järgmisi väetisi: Sulfur F3000 normiga 5 l/ha, Mikro Cu (0,25 l/ha), Hydromag (2 l/ha). Pritsimislahuse kulunorm oli 180 l/ha.

Odra külvi ajal oli ilmastik soodne, mullas niiskust parasjagu. Tärgamine oli ühtlane, taimik võrsus kenasti. Siis aga saabus pikk põuaperiood, suviteraviljad kannatasid selle all tugevasti. Alumised lehed kolletusid ja kuivasid. Taime kohta jäi alles vaid peavõrse, külgvõrsed taandusid. Vihmade saabudes hakkasid külgvõrsed uuesti kasvama. Seetõttu kasvas vili ebahütlane – peavõrsel terad juba valminud, aga kõrvalvõrsed alles loomisjärgus. Juuli keskel tulid väga tugevad vihmad koos marutuulega, põld lamandus. Augustikuu erakordse sade-

meterohkuse tõttu oli odrapõld pidevalt liigniiske, pinnas masinatele läbimatu. Vihmade vahelt õnnestus oder järk-järgult koristada alles septembrikuus, terade niiskusega 27-34%. Põllu keskmiseks saagikuseks kujunes napilt 3 t/ha. Leheväetamise variantide saagikuse kohta ei olnud võimalik andmeid saada. Odrasaak õnnestus läbi raskuste realiseerida söodaviljana, hinnaks 1,65 kr/kg. Odra kasvatamisega jäädi sel aastal suurde kahjumisse.

2009. aastal rajati tootmiskatse odraga 'Mercada' 11 hektari suurusele põllule. Mulla pH_{KCl} 6,4, C_{org} 2,2%, P ja K sisaldus keskmine, Cu ja B sisaldus madal, Mn sisaldus keskmine. Eelviljaks oli suviraps. Kultiveerimise alla anti väetist Kemira-Power 22-07-12 200 kg/ha. Odra külvisenorm oli 170 kg/ha. 25. mail tehti umbrohutõrje (Mustang 0,5 l/ha). 1.juunil tehti odrale ristiku allakülv, külvisenormiga 4,5 kg/ha. Tootmispõllul eraldati katse jaoks kaks ühtlast põlluosa, millest üks jäi kontrollvariandiks. Teisel põlluosal lisati umbrohutõrjel herbitsiidilahusesse leheväetisi: Kelcare Cu normiga 2 kg/ha + Sulfur F3000 normiga 5 l/ha. Oder koristati kombainiga septembri II dekaadil. Mõlema katsevariandi saagikus oli praktiliselt võrdne – 4,2 t/ha. Terade proteiinisaldus oli madal, kontrollvariandis 9,9% ja leheväetiste variandis 9,6%. Küllap võis põhjuseks olla ka liiga madal lämmastikunorm, N44 ristiku allakülvi tõttu. Leheväetiste kasutamine ei õigustanud end, vaid suurendas asjatult kulusid. Odra kasvatamine tõi sel aastal kahjumit, saak realiseeriti hinnaga 1250 kr/t.

2010. aastal viidi Auksis läbi komplekskatse talinisuga 'Ada'. Eelviljaks oli taliraps. Külvi eel anti väetist NPK 3-15-30, normiga 250 kg/ha. Külvi eel põld randaaliti. Talinisu külvati 12.09.2009 külvisenormiga 200 kg/ha. Sügisel tehtud mullaanalüüsi järgi oli P ja K sisaldus kõrge, Mg ja Mn – keskmine, Cu ja B – madal.

Lumikatte alt vabanenud põllule anti kohe pärast mulla tahtemist 13. aprillil kogu põllu ulatuses fooniks ammooniumsalpeetrit 100 kg/ha (N34) ja äestati. Teist korda väetati 8. mail, andes poolel põlluosal ammooniumsalpeetrit (N34) ja teisel poolel – ammooniumsulfaati (N34 S39). Kolmandat korda väetati 30. mail, andes kogu põllule ammooniumsalpeetrit N34. Seega anti talinisule kolme korraga kokku 102 kg N/ha.

Talinisu võrsumise faasis tehti kaks pritsimist. 12. mail olid pritsimisega kasvuregulaator CCC (1 l/ha), haiguste tõrjeks Allegro Super (0,6 l/ha) ning orasheina ja kasteheina tõrjeks Axial. Poole põllu ulatuses lisati paagisegusse ka vedelväetist Sulfur F3000, arvestusega 5 l/ha. 20. mail tehtud teisel pritsimisel oli paagisegus kasvuregulaator Cycocel (0,5 l/ha) ja umbrohutõrjeks Trimmer + Tomigan. Kolmas pritsimine tehti talinisu loomisfaasis, 25. juunil. Selle eesmärgiks oli haiguste vältimine talinisu peadel ja samaaegselt lehekaudne väetamine. Pritsimislahuses oli Folicur normiga 0,6 l/ha ja vastavalt katse variandile üks või teine leheväetis: Krista U (normiga 10 kg/ha), Thiovit Jet (10 kg/ha) või Aton AZ (5 l/ha).

Kõik agrotehnilised tööd talinisu põllul tehti kaasaegse tootliku tehnikaga. Kompleksskatse planeeriti vastavalt masinate töölaistele selliselt, et katselappide suuruseks kujunes 24x24 meetrit (576 m²). Katsevariante oli kokku kaheksa. Tulemused – nii talinisu saagikuse kui ka kvaliteedinäitajate osas – saadi neljas korduses.

Talinisu katse koristati katsekombainiga 10. augustil. Iga variandi kohta saadi saagid neljalt arvestuslapilt, á suurusega 1,5x17 m, s.o. 25,5 m². Saagid arvestati 14% niiskusele. Võeti teraproovid talinisu esmaste kvaliteedinäitajate (langemisarv, proteiin, kleepvalk, gluteenindeks) määramiseks ning suuremad proovid küpsetuskatsete tegemiseks.

Talinisu komplekskatse koosnes kahest osast. Esimeses 4-variantilises katses seisnesid väetamise erinevused selles, kas võrsumise lõppfaasis anti ammooniumsalpeetrit (N 34 kg/ha) või ammooniumsulfaati (N34 S39) ja kas taimekaitsetööl lisati paagisegusse ka Sulfur F3000 (normiga 5 l/ha) või ei. Komplekskatse teises osas selgitati mõnede leheväetiste efektiivsust. Leheväetisi lisati paagisegusse talinisu loomise algfaasis tehtud profülaktilisel haigustetõrjel. Kasutati kolme järgmist väetist: Krista U, mis tegelikult on karbamiidkastmisväetis (N 46%), normiga 10 kg/ha; Thiovit Jet, mis sisaldab väävlit (S) 800 g/kg, normiga 10 kg/ha; Aton AZ (B 0,09, Fe 0,9, Mn 0,7, Mo 0,09, Zn 1,08, aminohapped 5%) normiga 5 l/ha. Komplekskatse oli sellise ülesehitusega, mis võimaldas saada võrdlevaid andmeid (neljas korduses) mitme agrotehnilise võtte osas.

Esiteks, *ammooniumsalpeetri ja ammooniumsulfaadi mõju võrdlemine.*

Kui talinisule teisel pealtväetamisel anti ammooniumsalpeetrit (N34), oli saagikus 5,46 t/ha. Kui aga sama suur lämmastikunorm anti ammooniumsulfaadina (N34 S39), siis oli saagikus 7,10 t/ha ehk suurenes väävli mõjul 30,0%. Ammooniumsulfaadi variandis oli talinisu mahukaal keskmiselt 17 g/l võrra suurem, kuid 1000 tera mass 2,0 g võrra väiksem kui ammooniumsalpeetriga. Saagi esmase kvaliteedi näitajad (langemisarv, proteiini ja kleepvalgu sisaldused) olid praktiliselt ühesugused. Küll aga tuvastati erinevusi kleepvalgu kvaliteedis: ammooniumsulfaadiga väetatud talinisu puhul oli väävlit sisaldavate aminohapete (metioniini ja tsüsteiini) sisaldus kõrgem, see paremus avaldus hiljem ka küpsetuskvaliteedi näitajates. *Majanduslikes arvutustes* võeti aluseks saagikuse erinevused, enamsaagi käitlemiseks tehtud kulutused ja väetiste ostuhinnad. Selgus, et kasutades talinisu teisel pealtväetamisel ammooniumsalpeetri asemel ammooniumsulfaati, oli võimalik saada enamtulu 3204 kr/ha ehk 208,8 euro/ha.

Teiseks, *Sulfur F3000*ga väetamine koos umbrohutõrjega.

Sulfuri kasutamise efektiivsust oli võimalik võrrelda nii ammooniumsalpeetri (kolmel väetamiskorral kokku N 102 kg/ha) kui ka ammooniumsulfaadi (N102 S39) foonil. Herbitsiidilahusesse lisatud Sulfur (normiga 5 l/ha) ammooniumsalpeetriga väetatud katselappidel suurendas talinisu saagikust keskmiselt 30,0%, mahukaalu 7 g/l ja 1000 tera massi 0,9 g; samas aga vähenesid proteiini ja kleepvalgu sisaldused vastavalt 0,4 ja 1,2 sisaldus% võrra. See, et väävliga väetamine saagikuse suurendamise kõrval samaaegselt võib vähendada nisu proteiini ja kleepvalgu sisaldust, on ilmnenud ka meie mitmes varasemas katses. Sulfur ammooniumsalpeetri foonil peaaegu et ei mõjutanud saagi kvaliteeti, kuigi ilmses väike langus lüsiini ja treoniini sisalduste osas. Kui talinisu pealtväetamised tehti ainult ammooniumsalpeetriga, siis osutus lehekaudne väetamine Sulfuriga väga efektiivseks ning võimaldas saada enamtulu 3224 kr/ha (206 euro/ha).

Sulfuriga pritsimine nendel katselappidel, mis pealtväetamisel olid saanud rohkesti väävlit juba ammooniumsulfaadi vormis, aga ei õigustanud end, sest see pigem veidi vähendas (0,24 t/ha võrra) saagikust ega mõjutanud saagi kvaliteeti. Erandiks oli vaid lüsiini sisalduse suurenemine terades keskmiselt 9,9%.

Kolmandaks, *lehekaudne väetamine koos haiguste tõrjega talinisu loomisfaasis.*

Fungitsiidilahusesse lisatud Thiovit Jet (normiga 10 kg/ha) suurendas talinisu saagikust kontrollvariandiga võrreldes 0,38 t/ha ehk 5,9% ja Aton AZ (normiga 5 l/ha) suurendas saagikust 0,54 t/ha ehk 8,4%. 1000 tera mass suurenes Thioviti puhul keskmiselt 1,7 g ja Aton AZ puhul 1,1 g võrra. Kõiki teisi esmase kvaliteedi ja kleepvalgu kvaliteedi näitajaid talinisu hilisemas kasvufaasis tehtud lehekaudne väetamine praktiliselt ei mõjutanud. Saagikuse suurenemise arvel oli võimalik saada enamtulu Thiovitiga pritsimisel 303 kr/ha (19,4 euro/ha) ja

Atoniga pritsimisel 817 kr/ha (52,2 euro/ha). Erinevalt meie mitme varasema katse tulemustest, kus lehekaudselt antud karbamiid on suurendanud nisu saagikust ning terades proteiini- ja kleepvalgu sisaldust, käesoleva aasta ilmastikutingimustes talinisu loomisfaasi algul pritsimisel fungitsiidilahusesse lisatud kastmiskarbamiid (Krista U) mingit positiivset toimet ei avaldanud ja selle väetise maksumus tekitas asjatut lisakulu.

Võib oletada, et kui lehevätisi oleks nisul kasutatud õige veidi varasemas arengufaasis ja kui ei oleks järgnenud pikalt kuuma, taimedele stressi tekitavat kasvuperioodi, siis tõenäoliselt võinuks nende lehevätiste efektiivsus olla suurem kui saadi 2010. aasta ilmastikutingimustes.

E. Lehekaudse väetamise roll mullas teatud taimetoitelementide vaeguse leevendamisel; mõju nisu saagikusele, kvaliteedile ja küpsetusomadustele

Kui mullas on mõne toitaine puudus või ei ole see taimedele omastatavas vormis, siis lehekaudse väetamisega peaks olema võimalik olukorda parandada. Hoiatatakse aga, et lehekaudset väetamist ei tohi siiski käsitleda kui taimede toitumise alternatiivset viisi. See on vaid täiendavaks võimaluseks juurte kaudu toitumise kõrval.

Käesoleva projekti raames hakati teraviljade lehekaudset väetamist uurima eelkõige seetõttu, et Põhja-Eesti rähkmullal, sh Saku põldkatsete alal, oli juba pikemat aega valitsenud tugev magneesiumi puudus; oli ilmnenud ka vase ja liikuva väävlü puudust. Samas olid väetisfirmad turule toonud ka hulgaliselt vedelväetisi lehekaudseks kasutamiseks, mille efektiivsust asusime EMVI-s uurima. Selle projekti käigus viidi lehekaudse väetamise mõju selgitamiseks läbi kokku 7 põldkatset ja 3 tootmiskatset.

Teraviljadel katsetati järgmisi lehevätisi: Sulfur F3000 (sisaldab S 340 g/l ja N 148 g/l); Hydromag 300 (sisaldab Mg 300 g/l); Mikro Cu (Cu 500 g/l); Mikro Cereale (Cu 50, MgO 300, Mn 130, N 66, Zn 25 g/l). Kahe viimatimainitud väetise tootenimetust on praeguseks muudetud, need on kasutusel YaraVita nimetuste all. Katsetes olid ka kelaatsed lehevätised: magneesiumkelaat KelCare Mg 6 P ja vaskkelaat KelCare Cu 14 P. Katsetes kasutati ka lehevätiste segusid, vastavalt sellele, milliste elementide puudus mullas oli. Lehevätiste lahustega pritsiti teravilju võrsumise lõppfaasis, arvestusega, et umbes sellises arengujärgus tehakse taimekaitseteid, mida on võimalik ühitada lehekaudselt väetiste andmisega.

Sakus magneesiumi-, vase- ja väävlivaesel rähkmullal läbi viidud suvinisu lehevätamise katsetes 2006. aasta erakordse põua tingimustes spetsiaalsete lehevätiste kasutamine praktiliselt ei mõjutanud suvinisu saagikust ja saagi kvaliteeti.

Talinisu 'Lars' lehevätamise katsed Sakus rähkmullal viidi läbi 2007. ja 2008. aastal ühesuguste väetusvariantidega. 2007. aasta katsetingimustes lehevätiste kasutamine praktiliselt ei avaldanud mõju. Talinisu saagikus jäi piiridesse 5,78–6,38 t/ha. Saagi väike juurdekasv ilmnis üksnes variantides, kus nisutaimi pritsiti Mikro Cu või Mikro Cu + Hygromag lahustega. Lehevätised ei mõjutanud ka talinisu kvaliteedinäitajaid. Langemisarv oli piirides 333–349, proteiinisaldus 9,8–10,2%, kleepvalgu sisaldus 20,0–21,5 ja gluteenindeks 76–92. Hiljem tehtud talinisu bioloogilise kvaliteedi ja jahu küpsetusomaduste uuringud siiski näitasid, et teatud lehevätised suurendasid aminohapete (tsüsteiini, metioniini ja lüsiini) sisaldust ning parandasid jahude mõningaid küpsetusomadusi.

Saku 2008. aasta katsetes suurendas lehevätiste kasutamine produktiivvõrsete teket olenevalt väetisest 4,3-16,7%. Saagikus suurenes lehevätiste mõjul 7,8-18,3% (kontrollvariandi keskmine saagikus oli 7,35 t/ha). Parimateks osutusid katse-

variandid, kus talinisu pritsiti võrsumise lõppfaasis Mikro Cereale või Mikro Cereale + Sulfur või Kelcare Cu või Kelcare Cu + Kelcare Mg või Mikro Cu + Hydromag lahustega. Proteiini- ja kleepvalgu sisalduste osas üldiselt ei leitud usutavaid erinevusi. Kuid mõnel juhul kaasnes lehevätistega pritsimisel nende saakitõstvale mõjule terade proteiini ja kleepvalgu sisalduste vähenemine.

Analoogilised lehevätamise katsed talinisuga 'Ada' viidi 2009. aastal läbi Viljandimaal kamarleemullal, mille makro- ja mikrotoitainete sisaldus oli keskpärasel tasemel. Talinisu saagikus oli väga kõrge ning ületas 8 t/ha piiri kõikide katsevariantide puhul, variantide vahelised erinevused olid aga väikesed ega olnud statistiliselt usutavad. Järelikult selle katse tingimustes suutsid talinisu taimed saagi moodustamiseks vajalikud toiteelemendid mullast kätte saada ega vajanud enam juurevälist väetamist. Lehekaudne väetamine mõjutas siiski mõningaid nisusaagi kvaliteedinäitajaid: vase (Cu) mõjul suurenes terades proteiini sisaldus 0,4 ja kleepvalgu sisaldus 1,6 sisaldus% võrra. Proteiini ja kleepvalgu sisaldus suurenes ka magneesiumi ja väävli (Hydromag + Sulfur) koosmõjul. Saagi kvaliteedinäitajate väike paranemine eelnimetatud väetistega lehekaudse väetamise toimel majanduslikult efektiivne siiski ei olnud, pigem põhjustas lisakulutusi. Sest kogu katsepõllu saak vastas niigi toidunisu kvaliteedile ja realiseeriti ühesuguse kokkuostuhinnaga.

II. TOIDU- JA SÖÖDATERAVILJA PROTEIINI- TOODANGU SUURENDAMINE

Elina Akk

II-1. Uuringud herne ja odra puhas- ja segukülvide katsete baasil

Katsed viidi läbi aastail 2006–2010 Põhja-Eestis Sakus rähkmullal ja Kesk-Eestis Olustveres kamarleetmullal. Põldkatsete kogupind viie aasta jooksul oli kokku 1,89 ha.

Katsetes kasutati järgmisi külvisenorme: puhaskülvides oder 550 idanevat seemet m² ja hernes 100 id.s m². Segukülvides võeti otra 120 id.s m² ja hernest 80 id.s m².

Kuna hernes on tundlik magneesiumipuuduse suhtes ja katsealade mullad, eriti Saku rähkmuld, olid magneesiumi poolest vaesed, siis selgitati katsetes ka magneesiumiga väetamise (magneesiumsulfaadina Mg 20 kg/ha) mõju herne saagikusele ja proteiinitoodangule.

Analüüsid katsete mullast, sh mulla nitraatlämmastiku määramine taimede erinevatel arenguetappidel telliti Põllumajandusuuringute Keskusest. Saagi biokeemilised analüüsid (proteiin, tärklis, kuivaine, lüsiin) tehti EMÜ Taimebiokeemia laboris ja PMKs.

A. Odra kvaliteet toidu- ja söödaviljana puhas- ja segukülvides.

Toiduodra puhul on olulised kvaliteedinäitajad mahukaal, mis peaks olema 600 g/l, ja terade proteiinisaldus, mille soovitatav minimaalne sisaldus on 12%. Toidu- ja söödajahu tootmisel on oluliseks näitajaks terade tärklise sisaldus. Sööda-

odra puhul hinnatakse terade proteiinisaldust ja nn kriitilise aminohappe lüsiini sisaldust.

Odra **mahukaalu** uuriti neljal aastal. Aastate lõikes oli odra terade mahukaal veidi erinev, kuid alati ületas see lubatud minimaalset näitajat – 600g/l. Aastate keskmisena ületas puhaskülvide odra mahukaal hernega segukülvis kasvanud odra mahukaalu. Erandiks oli 2007 aasta.

2006 aastal oli odra keskmine mahukaal puhaskülvis 682 g/l ja segukülvides 672 g/l.

2007 aastal oli odra mahukaal puhaskülvis 658 g/l ja segukülvides 664 g/l.

2009 aastal oli odra keskmine mahukaal puhaskülvis 643 g/l ja segukülvides 635 g/l.

Saku katsetes kasvanud odra mahukaal oli veidi suurem kui Olustveres kasvanud odral, vastavalt 652 ja 635 g/l.

Väetatud ja hernega segus kasvatamisel vahel suuri erinevusi ei esinenud. Ilmnes, et Saku katsetes oli suurima mahukaaluga (658 g/l) mõõdukalt väetatud (külviga Skalsa 5-10-25 ja kasvuajal ammoniumsalpeetrit N60) variandis kasvanud oder. Kuid Olustveres oli oder suurima mahukaaluga (639 g/l) ilma väetisteta kasvatatud variandis.

2010 aasta oli erandlik. Selle aasta odrasaagi mahukaalud olid nelja katseaasta madalaimad. Põhjuseks pikaajaline põud.

Järeldused.

Odra mahukaal odra-herne segukülvides kasvanud saagis oli madalam kui odra puhaskülvide saagis. Aastate keskmisena ületas segukülvides koos hernega kasvatatud odra mahukaal toiduodrale esitatava miinimumnõude, kuid põuasel aastal jäi hernega segukülvides kasvatatud odra mahukaal normist madalamaks.

Odraterade tärglisseisaldus. Nisu terade tärglisseisaldusega võrreldes on odra terade tärglisseisaldus madalam ja jääb tavaliselt 45-58% piiridesse. Katsetes uuriti odra tärglisseisaldust neljal aastal. See oleneb tugevasti ilmastikust. Nii näiteks oli mõõdukate sademetega 2007. ja 2008. aastal odra terade tärglisseisaldus nii puhas- kui hernega segukülvides kõrgem kui põuastel 2006. ja 2010.a.

2006. aastal oli odra puhaskülvis terade tärglisseisaldus 54,1%. Odra ja herne segus kasvatamisel vähenes tärglisseisaldus 3,4%. *2007. aastal* oli odra puhaskülvis terade tärglisseisaldus 60,2% ja segukülvides (58,9%) vähenes 1,3% võrra. *2009. aastal* oli Saku ja Olustvere katsetes odra terade tärglisseisaldus väikseim hernega segus kasvatatud odral, Sakus oli see 58,9% ja Olustveres 63,8%. Odra puhaskülvides oli terade tärglisseisaldus 63,3%. Kuid odra puhaskülvides mineraalväetiste kasutamisel terade tärglisseisaldus vähenes 0,4% võrra. *2010. aastal* oli odra terade tärglisseisaldus kõrge lämmastikufooniga variandis (N120) 51,3%, lämmastikuta foonil (N0) suurenes see 2,3% võrra. Odra ja herne segukülvides oli odra terade tärglisseisaldus kõrgem kui puhaskülvi odra saagis.

Järeldused.

Võrreldes mõõduka (N60) lämmastikufooniga kasvatatud odra saaki hernega segukülvis kasvanud odra saagiga vähenes segukülvides odra terade tärglisseisaldus. Kuid kõige enam langes odra terade tärglisseisaldus kuiva kasvuperioodiga aastal ja kõrgel (N120) lämmastikufoonil kasvanud odra puhul.

Proteiinisisaldus. Toiduodra soovitatav proteiinisisaldus on minimaalselt 12%. Söödaoder võib olla ka madalama proteiinisisaldusega, kuid mitte alla 9%.

2006. aastal oli puhaskülvides odra proteiinisisaldus 10,5%, kuid segukülvides hernega suurenes odra proteiinisisaldus

4,8% võrra. 2007. aastal oli odra terades 4,4% võrra suurem proteiinisaldus võrreldes odra puhaskülvidega.

2008. aastal oli hernega segukülvis kasvanud odra terade proteiinisaldus keskmiselt 4% võrra kõrgem kui puhaskülvis kasvanud odral. Odra puhaskülvides lämmastikuta (N0) foonil oli proteiinisaldus terades 9,2%, N120 foonil – 9,5%. Kuid magneesiumiga väetamise mõjul suurenes herne-odra segukülvides odra terade proteiinisaldus kuni 12,2%-ni. Väetisteta variandis oli herne-odra segukülvi saagis odra terade proteiinisaldus 10,7%.

2009. aastal oli odra terade proteiinisaldus hernega segus kasvatatud odral, katse keskmisena 12,9%. Kõrge lämmastikufooniga (N120) odra puhaskülvis oli terade proteiinisaldus 10,1%. Magneesiumiga väetatud variandis oli segavilja odra keskmine proteiinisaldus 13,5% ja kompleksväetisega väetatud variandis keskmiselt 13,2%. Väetisteta variandis jäi segaviljas kasvatatud odraterade proteiinisaldus 12,2% piiridesse. Olustvere katses oli odra puhaskülvis kõrgeima terade proteiinisaldusega magneesiumiga väetatud oder – 9,8%. Segukülvides hernega suurenes odra terade proteiinisaldus 9,4%.

2010. aastal oli odra terade proteiini sisaldus segukülvides hernega 1,8% võrra kõrgem kui odra puhaskülvides. Väetatud foonil kasvanud odra puhaskülvides oli odra terade proteiinisaldus keskmiselt 14%. Väetisteta foonilt saadi odra puhaskülvidest 11,4% proteiinisaldusega saak.

Lüsiini sisaldus. 2007. aastal suurenes odra terade lüsiini sisaldus segukülvides 61% võrra. 2008. aastal oli lüsiini sisaldus keskmisel lämmastikufoonil (N60) kasvanud puhaskülvis odraterades Sakus 2,6 g/kg ja Olustveres 2,5 g/kg. Kuid hernega segukülvis kasvatatud odra terades oli odra terade lüsiini sisaldus 14,6% võrra suurem võrreldes eespool nimetatud variandi puhaskülviga.

2009. aastal suurenes, võrreldes odra puhaskülvis kasvatatud odra teradega, segukülvis hernega kasvatatud odra terade lüsiini sisaldus 16% võrra. Odra puhaskülvis oli terade lüsiini sisaldus 3,45 g/kg. 2010. aastal oli odra puhaskülvis terade lüsiini sisaldus 4,5 g/kg. Hernega segus kasvanud odraterade lüsiini sisaldus oli keskmiselt 3,9 g/kg ning jäi hernega segus kasvanud odraterades lüsiini sisaldus 13% võrra väiksem kui odra puhaskülvis kasvanud odraterade lüsiini sisaldusest.

Järeldused.

Odra kasvatamisel hernega segukülvides suurenes odra terade proteiinisaldus olenevalt aastast 0,5-4% võrra. Odra puhaskülvides saadi aastate keskmisena proteiini toodanguks 298 kg/ha, segukülvides oli proteiinitoodang 590 kg/ha.

B. Herneseemnete kvaliteet toidu- ja söödaviljana puhas- ja segukülvides.

Toiduherne puhul on üheks oluliseks kvaliteedinäitajaks keetmisomadused, s.o. ühe tunni vältel pehmeks keevate seemnete protsent. Söödaviljaks kasutatava herne olulisemateks kvaliteedinäitajateks on proteiin ja nn. kriitilise aminohappe lüsiini sisaldus, mille sisaldus teistes söödateraviljades on üldiselt on madal.

Hernesortide **keetmisomadusi** uuriti neljal aastal. Keetmisproovides võrreldi viit hernesorti: 'Clarissa', 'Nitouche', 'Majoret', 'Hardy' ja 'Mehis'. Herneseemnete pehmeks keemine ja sortide paremusjärjestus keetmisomaduste poolest oli eri aastatel erinev. Näiteks kui 2006. aasta tingimustes kasvatatud herne puhul, olenevalt katsevariandist, kees pehmeks 71-95% seemnetest, siis 2008. aastal jäi keskmiselt 57% herne seemnetest keetmisel kõvaks. Selle põhjuseks oli seemnete ebahühtlane valmimine, kus osa seemnetest läks kaunades kasvama ja varises, osa ei jõudnudki küpseda. Pärast

koristamist kuivasid valmimata jäänud seemned kõvaks ja ei pehmenenud keetmisel.

2006. aastal olid keetmisomadused kõige paremad sordil 'Clarissa' – ühe tunni vältel kees pehmeks 95,5% seemnetest. Heade keetmisomadustega olid ka hernesordid 'Nitouche' ja 'Majoret', nende puhul pehmenes 91% seemnetest. Rahuldavaid tulemusi andis sort 'Hardy', millel kees pehmeks 71% seemneist. Hernesortide keskmisena pehmenes segukülvides kasvatatud herne puhul 94% seemnetest ja herne puhaskülvide puhul 80,5% seemnetest. Seega võib järeldada, et 2006. aasta tingimustes olid segaviljas kasvanud herne keetmisomadused paremad kui puhaskülvis kasvatatud hernel.

2007. aastal oli parimate keetmisomadustega sort 'Mehis' – ühe tunni vältel kees pehmeks 84% seemnetest. Keskmiste keetmisomadustega olid sordid 'Majoret', 'Clarissa' ja 'Hardy'. Nendel sortidel oli ühe tunni jooksul pehmeks keenud seemneid keskmiselt 57,5%. Sordil 'Nitouche' jõudis ühe tunni jooksul pehmeneda vaid 44% seemnetest. Hernesortide keskmisena pehmenes segukülvides kasvatatud herne puhul 63% seemnetest ja herne puhaskülvide puhul 57% seemnetest.

2008. aastal pehmenesid odraga segukülvis kasvatatud herne seemned keetmisel 13% võrra paremini kui puhaskülvis kasvanud seemned. Kuid katse keskmisena jäi 57% seemnetest keetmisel kõvaks. Herne sortide hindamisel pehmenesid kõige paremini sordi 'Clarissa' seemned – 66%. Rahuldavate keetmisomadustega olid sordid 'Nitouche' ja 'Mehis' – mõlemal pehmenes 49,5% seemnetest. Sordil 'Hardy' pehmenes keetmisel vaid 5% seemneid.

2009. aastal olid keetmisomadused kõige paremad sordil 'Clarissa', pehmeks kees 78% seemneid. Sordil 'Nitouche' kees pehmeks 65% seemnetest. Selgus, et odraga segukülvides kasvanud hernesemnetest kees pehmeks 23% enam seemneid võrreldes herne puhaskülvides kasvatatud seemnetega.

Järeldused.

Neljal aastal tehtud hernesortide uuringute tulemusena osutus kõige paremate keeduomadustega sordiks 'Clarissa'. Odraherne segaviljas kasvanud herne keetmisomadused olid kõigil neljal aastal paremad kui herne puhaskülvide puhul.

Proteiinisisaldus oli hernesortidel erinev. 2006. aastal oli puhaskülvides kõige kõrgema proteiinisisaldusega (25,4% kuivaines) sort 'Nitouche' ja kõige madalamaga (23,6%) sort 'Clarissa'. Odraga segus kasvanud herne seemnetes vähenes proteiinisisaldus keskmiselt 0,98% võrra.

Puhaskülvis kasvanud herne keskmine **1000 tera mass** oli 239,9 g, odraga segus kasvanud hernel vähenes see keskmiselt 8%. Seega segaviljas kasvatatud hernesemne mass muutub veidi väiksemaks võrreldes puhaskülvis kasvatatud seemnega.

2007. aastal odraga segus kasvatamisel vähenes herne seemnete proteiinisisaldus ja lüsiini sisaldus.

2008. aastal eristusid kõrgema proteiinisisaldusega kaks sorti – 'Mehis' ja 'Nitouche', sisaldus oli keskmiselt 25,8%. Sordil 'Hardy' oli vastav näitaja 22,9%. Kõige madalam oli seemnete proteiini sisaldus sordil 'Clarissa'. Odraga segukülvis kasvatatud herne seemnete proteiinisisaldus vähenes 0,4-0,9%, seda võrreldes puhaskülvis kasvatatud herne seemnete proteiinisisaldusega.

2009. aastal sõltus hernesemnete proteiinisisaldus tugevasti väetamisest. Kõige kõrgem oli proteiinisisaldus ainult magneesiumsulfaadiga väetatud variandis – sordil 'Nitouche' keskmiselt 26,0% ja sordil 'Clarissa' keskmiselt 22,5%. Võrreldes magneesiumiga väetatud variandi seemnete proteiinisisaldust kompleksväetisega (N5-P₂O₅10-K₂O-25, normiga 250 kg/ha) väetatud variandi seemnete proteiinisisaldusega jäi hernesemnete proteiinisisaldus sordil 'Clarissa' 1,6% ja sordil 'Nitouche' 2,9% võrra madalamaks.

2010. aastal oli herne sordil 'Clarissa' proteiinisaldus kompleksväetisega väetatud variandi seemnetes 22,8% ja ilma väetiseta kasvatatud variandis 22%. Sordil 'Nitouche' oli kompleksväetisega variandi seemnetes proteiinisaldus samuti kõrgem (proteiini 25,4%) kui väetiseta kasvatatud variandis (proteiini 24,4%). Magneesiumväetise lisaks andmine herne puhaskülvides seemnete proteiinisaldust ei mõjutanud. Segukülvides odraga, kuid kompleksväetiseta ja ainult magneesiumiga väetatud variandi puhul oli herneseemnetes proteiinisaldus 24,6%, see oli 1,5% võrra kõrgem kui ilma väetiseta variandis (proteiinisaldus 23,1%).

Lüsiinisaldus. 2008. aastal oli herne seemnete lüsiini sisaldus Sakus kasvanud saagis keskmiselt 12,7 g/kg ja Olustvere katse saagis keskmiselt 14,7 g/kg. Kahe hernesordi võrdlemisel ilmnes, et sordil 'Clarissa' oli seemnetes lüsiini sisaldus 2,4% võrra kõrgem ja sordil 'Nitouche' 2,4% võrra madalam katse keskmisest lüsiini sisaldusest. Selgus, et segukülvides kasvatatud herneseemnetes jäi lüsiini sisaldus 4,6% võrra madalamaks kui herne puhaskülvi seemnetes.

2009. aastal oli lüsiini sisaldus oli puhaskülvis kasvatatud hernel, sordil 'Clarissa' 13,15 g/kg ja sordil 'Nitouche' 13,65 g/kg. Odraga segukülvis kasvatatud herne lüsiini sisaldus langes keskmiselt 2% ehk 0,21 g/kg võrra.

2010. aastal oli lüsiini sisaldus puhaskülvis kasvatatud hernel, sordil 'Clarissa' 12,7 g/kg ja sordil 'Nitouche' 12,5 g/kg kohta. Odraga segukülvis kasvatatud herneseemnete lüsiini sisaldus jäi 3,2% (0,4g/kg) võrra madalamaks kui herne puhaskülvides kasvatatud herneseemnete lüsiini sisaldus.

Järeldused.

Proteiinisaldus on herne sortidel erinev. Kõrgema sisaldusega sordid olid 'Mehis', 'Nitouche', 'Majoret'(24% ja kõrgem), madalama proteiinisaldusega seemned on sortidel 'Hardy' ja

'Clarissa'(23% ja madalam). Herne kasvatamisel segus odraga vähenes kõigil sortidel seemnete proteiinisaldus olenevalt aastast 1-3%. Odraga segus kasvatamisel vähenes herne seemnete 1000 tera mass ja lüsiini sisaldus. Siiski ei ole need muutused nii suured, et halvendaksid hernesemnete kvaliteeti.

C. Hernesortide kasvuseärasused sõltuvalt ilmastiku ja kasvukoha tingimustest

Aastail 2008-2010 viidi läbi katsed herne ja odra puhas- ja segukülvidega täpselt ühesuguse meetodika järgi nii Põhja-Eestis Sakus rähkmullal kui ka Kesk-Eestis Olustveres kamarleetmullal. See võimaldas teha tähelepanekuid ja saada uusi teadmisi herne kasvatamise kohta Eesti kahes erinevas mullastik-kliimaatilises piirkonnas.

2008. aastal lamandusid herne puhaskülvid nii Sakus kui Olustveres augusti esimesel dekaadil. Mõlemas kasvukohas ei saanud hernetaimed tugeva ja pideva vihma tõttu enam üles kerkida. Kuni koristamiseni jäid puhaskülvid vastu maad ja taimiku koristustüsedus ulatus vaid 12-15 cm. Kombineeritud seemnete koristamine oli kohati võimatu. Kuid herne-odra segukülvides lamandus ainult 40-55% taimedest. Koristamine oli normaalne, sest ka lamandunud taimiku koristustüsedus oli 40-45 cm.

Herne seemnete kvaliteet oli väga halb. Põhja-Eestis oli koristusajaks idanema läinud 40% seemneid, 15% seemneid purunes koristamisel (laikpõletikuga nakatunud) ja 15% seemnetest olid koristamise ajal veel toored. Olustveres jäi põllule 35% seemneid, need olid kaunades varisenud ja kasvama läinud. Kuid tooreid seemneid Olustvere katses ei olnud. Samuti ei esinenud Olustveres herne laikpõletikku.

Ühesuguste agrotehniliste võtete kasutamisega erinevates piirkondades kasvatatud herne seemnete kvaliteedis ilmnesid

väga selged vahed. Proteiinisaldus oli Olustveres kasvatatud herneseemnetel 1,4-1,5% võrra kõrgem, 1000 tera mass oli 66,3 grammi võrra suurem ja seemnesaak 61% võrra suurem.

2009. aastal, võrreldes Põhja-Eestis ja Kesk-Eestis kasvatatud herne puhas- ja segukülve selgus, et mõlemas kasvukohas oli herne puhaskülvides lamandunud taimede pind 15% võrra suurem võrreldes odra-herne segukülvidega. Samuti selgus, et kompleksväetisega väetatud herne puhas- ja odraga segukülvides oli lamandunud taimede pind 11% võrra suurem kui väetamata variandis.

2010. aastal sortide 'Clarissa' ja 'Nitouche' võrdlemisel ühesuguste agrotehniliste võtete kasutamisel erinevates kasvukohtades, Põhja-Eestis Sakus ja Kesk-Eestis Olustveres, selgus, et nii puhas- kui segukülvides olid mõlemad sordid saagikamad Kesk-Eestis. Olustveres kasvanud herneseemnete 1000 tera mass oli 9,3% võrra suurem ja terade proteiinisaldus oli 1,4% võrra kõrgem.

Järeldused.

Herne kasvatamisel Eesti erinevates piirkondades saadi erinevaid tulemusi. Olustvere katsetes oli mõlema hernesordi puhul saagikus kõrgem nii puhaskülvis kui ka segukülvides odraga. Samuti oli parem saagi kvaliteet: herne proteiinisaldus ja 1000 tera mass olid Olustveres kõrgemad kui Saku katsetes. Kuigi katsete meetodika oli mõlemas kasvukohas ühesugune ja kasutati ka sama päritoluga seemet, põhjustas tulemuste erinevused ilmselt mulla ja ilmastiku koosmõju.

D. Odra ja herne saagikus puhas- ja segukülvides.

Odra saagikus puhas-ja segukülvides.

2006 aastal mõjutas odra saagikust pikaajaline põud. Saagi- struktuur segukülvidest koristatud saagis oli järgmine: herne

osakaal 67% ja odral 33%. Segus hernega sõltus odra saagikus hernesordi konkurentsivõimest, suurim odrasaak saadi segus hernega 'Clarissa', keskmiselt 1000 kg/ha. Odra saagikus puhaskülvis oli 2312 kg/ha.

2007 aastal kujunes saagistruktuur segukülvides odrarohkeks: segavilja kogusaagis moodustas hernes 36% ja oder 64%. Segukülvides sordiga 'Mehis' kujunes odra saagiks 2402 kg/ha, seevastu herne saak jäi madalaks, vaid 539 kg/ha. Odra puhaskülvi saagikus oli 4135 kg/ha.

2008 aastal kujunes segukülvide saagistruktuur kõikides katsevariantides hernerohkeks: 77% hernerest ja 23% otra. Herne–odra segukülvides oli kogusaagikuseks 3060 kg/ha. Puhaskülvides sõltus odra saak eelkõige väetamisest, nii oli kõrge lämmastikufooniga (N 120) variandis saagikuseks 6141 kg/ha, keskmise lämmastikufooniga (N 60) ja väetamata foonil oli saagikus 3146-3508 kg/ha. Kuid ainult magneesiumiga väetatud odra puhaskülvi saak jäi 17% võrra madalamaks võrreldes teiste odra väetamisvariantidega.

2009 aastal oli katsete saagistruktuur herne-odra segukülvides oli hernerohke – 86% hernerest ja 14% otra. Segukülvide keskmine kogusaagikus oli 4362 kg/ha. Kuid odra saagikus segukülvides oli keskmiselt 611 kg/ha. Suurema odrasaagi andis segukülv hernesordiga 'Nitouche'. Odra puhaskülvides oli suurim saagikus kõrge lämmastikufooniga variandis – 4267 kg/ha. Keskmise lämmastikufooniga (N60) odra puhaskülvis kujunes saagikuseks 3502 kg/ha ning väetamata variandis (N0) oli odra saagikus 2004 kg ha-lt.

2010 aastal mõjutas saagikust põud. Segavilja saagistruktuur kujunes hernerohkeks: 62% hernerest ja 38% otra. Segavilja keskmine kogusaak oli 2121 kg/ha. Odra saagikus segukülvides oli vaid 781 kg/ha. Suurema saagikusega segaviljas oli herne sort 'Clarissa'– 2162 kg/ha. Odra puhaskülvidest andis suurima saagi kõrge lämmastikufooniga variant – 2736

kg/ha. Odra puhaskülvi saagikus väetisteta variandis oli 1820 kg/ha ja ainult magneesiumiga väetatud odra puhaskülvis oli saagikus 1730 kg/ha.

Herne saagikus.

2006 aastal oli keskmine herne puhaskülvi saagikus 1904 kg/ha. Segukülvides kujunes kogusaagiks 2379 kg/ha. Odra suhtes tugevama konkurentsivõimega oli herne sort 'Clarissa'.

2007 aastal olid odra suhtes tugevama konkurentsivõimega herne sordid 'Clarissa' ja 'Celine'. Nende sortide saagikus herne ja odra segavilja kogusaagist moodustas keskmiselt 1517 kg/ha. Herne puhaskülvide saagikus oli 3627 kg/ha.

2008 aastal saadi herne puhaskülvis sordil 'Clarissa' saagikuseks 2652 kg/ha ja sordil 'Nitouche' 2517 kg/ha. Madalaks jäid aga sortide 'Mehis' ja 'Hardy' saagid, vaid 800-900 kg/ha. Saagikadu põhjustas taimiku lamandumine valmimisel ja kaunade avanemine. Palju seemet pudenes enne koristamist mullale.

2009 aasta oli herne puhaskülvide keskmine saagikus 4787 kg/ha. Odra-herne segukülvides kujunes kogusaagiks sordil 'Clarissa' 3864 kg ha-lt ja sordil 'Nitouche' 5190 kg ha-lt.

2010 aasta kujunes herne puhaskülvide keskmiseks saagikuseks 2198 kg/ha. Saagikust mõjutas pikaajaline põud. Kõrgema saagikusega herne puhas- ja segukülvid odraga olid väetamise variandis, kus seemnete külvi koos anti mulda madala lämmastikusisaldusega kompleksväetis ja kasvuajal pealtväetati taimi magneesiumväetisega.

Proteiinisaagid.

Herne puhas- ja segukülvides proteiinisaakide võrdlemisel andsid kõrgema proteiinisaagi herne puhaskülvid, katsete keskmine 641 kg/ha. Segukülvides odraga jäid proteiinisaagid madalamaks vaid 86 kg võrra.

Proteiinisaaki mõjutas ka väetamine. Nii oli kõrgema saagikusega variant, kus seemne külviga koos anti mulda madala lämmastiku sisaldusega kompleksväetist ja taimede kasvuajal pealtväetati magneesiumiga.

Järeldused:

Herne ja odra saagikus sõltus palju ilmastikust. Viie katseaasta sees oli kaks põua aastat ja üks väga vihmane aasta (2007). Katsetes olid stabiilsema saagikusega ja lamandumiskindlamad sordid 'Clarissa' ja 'Nitouche'. Sordid 'Hardy' ja 'Mehis' lamanduvad kergesti.

Odra proteiinisaldus terades suurenes hernega koos kasvatamisel, kuid proteiinisaak sõltus herne osakaalust segaviljas. Odra külvisenormil 120 id.s.m² (seemet 50-65 kg/ha) ja herne külvisenormiga 80 id.s.m⁻²-le (seemnekulu 226-350 kg/ha) oli saagistruktuur hernerohke ja suurem oli ka proteiinisaak. Sellises segunormis kujunes odra saagiks segaviljas keskmiselt 800 kg/ha ja odra proteiinisaagiks kujunes 99 kg/ha.

Herne väetamine oli tulemuslik nii Põhja-Eestis kui ka Viljandimaa muldadel. Mõlemas kasvukohas kujunes herne puhas- ja odraga segukülvide väetamisel enamsaagiks 300-1500 kg/ha. Ja kui suurenes terasaak, siis olid kõrgemad ka proteiinisaagid.

Odra-herne segukülvid sobiksid segatootmisettevõttesse (looma- ja taimekasvatus). Odra-herne segavili sobib proteiini-rikkaks jõusöödaks loomadele ja lindudele.

E. Nitraatlämmastiku dünaamika odra ja herne puhas- ja segukülvide mullas.

Saku katsetes uuriti aastail 2008-2010 nitraatlämmastiku liikumist mullas taimede erinevatel kasvuaegadel. Proovid võeti sellelt katsevariandilt, kus mineraalväetisi ei kasutatud.

2008. a. Külvi eel võetud mullaproovis oli nitraatlämmastiku (N-NO₃) sisaldus 65 mg/kg. Taimede kasvuajal, pärast õitsemist, võetud proovides oli mulla N-NO₃ sisaldus kõige madalam odra puhaskülvis – 3,68 mg/kg. Herne ja odra segukülvis oli sisaldus 3,99 mg/kg. Kõrgeim oli N-NO₃ sisaldus herne puhaskülvis – 5,94 mg/kg mullas. Saagi valmimise ajaks oli kõige kõrgema N-NO₃ sisaldusega muld herne puhaskülvis – 12,04 mg/kg. Odra puhaskülvis oli N-NO₃ sisaldus madalaim ehk 4,13 mg/kg. Herne ja odra segukülvis oli see 7,65 mg/kg.

2009. a. Enne külvi võetud mullaproovis oli nitraatlämmastikku 39,8 mg/kg mullas. Taimede kasvuajal, pärast õitsemist võetud mullaproovides oli N-NO₃ kõrgeima sisaldusega herne puhaskülvi muld – 19,9 mg/kg. Odra puhaskülvis oli mulla N-NO₃ sisaldus 12,4 mg/kg ja odra-herne segukülvis 12,0 mg/kg. Seega, taimede aktiivsel kasvuajal vähenes nitraatide sisaldus mullas. Kuid herne puhaskülvi mullas oli N-NO₃ sisaldus kõrgem võrreldes odra puhaskülvi ja odra-herne segukülviga. Põhjuseks see, et hernes ei kasuta mullas liikuvat vaba lämmastikku ära, kuna taimede kasvu jaoks vajaminev lämmastik seotakse mügarbakterite abiga mulla õhulämmastikust. Taimede valmimise ajaks tõusis N-NO₃ sisaldus mullas odra puhaskülvis 39,8 mg/kg, herne puhaskülvis 20,2 mg/kg ja odra-herne segukülvis 39,8 mg/kg. Valminud taimed enam ei kasutanud mulla lämmastikku, mistõttu selle kogus ka suurenes.

2010. a. Kevadel enne külvi võetud mullaproovis oli N-NO₃ sisaldus 12,7 mg/kg. Pärast õitsemist võetud mullaproovides oli kõrgeima N-NO₃ sisaldusega odra puhaskülvist võetud proov – 6,0 mg/kg. Vaid veidi väiksem oli see herne puhaskülvis ja herne-odra segukülvis – vastavalt 4,5 ja 4,9 mg/kg. Pärast seemnete küpsemist võetud mullaproovides oli kõige madalam N-NO₃ sisaldus herne puhaskülvi variandis –

3,8 mg/kg. Odra puhaskülvi ja herne-odra segukülvi variandis oli sisaldus veidi kõrgem, vastavalt 4,5 mg/kg ja 4,8 mg/kg.

Taimede kasvu ja valmimise ajal nitraatlämmastiku sisaldus mullas langes, kuid pikaajalise põua tõttu ei toimunud mulla nitraatlämmastiku sisalduses märkimisväärseid muutusi.

Järeldused: Meie katsetes selgus, et kevadel võetud mullaproovides oli nitraatlämmastiku sisaldus kõige kõrgem. Taimede aktiivse kasvu ajal see vähenes ja koristamise ajaks jälle veidi kasvas. Kõige vähem jäi nitraatlämmastikku mulda pärast odra puhaskülvi koristamist ja kõige rohkem nitraatlämmastikku jäi mulda pärast herne puhaskülvi koristamist. Odra-herne segukülvi koristamisel jäi mulda nitraatlämmastikku ainult veidi vähem kui herne puhaskülvi puhul.

Seega, herne kasvatamisel jääb sügisel mulda arvestatav kogus lämmastikku, mis nitraadina on kergesti liikuv ja leostuv. Et liikuvat lämmastikku siduda, oleks soovitatav pärast herne kasvatamist ja koristamist sügisel külvata põllule vahekultuuri või talivilju.

II-2. Põldoa agrotehnika täpsustamine

Uurimistöö eesmärgiks oli võrrelda fungitsiidide Folicur ja Amistar efektiivsust põldoa haiguste tõrjel ja selgitada nende mõju põldoa saagi kvaliteedile.

Põldoa katsed viidi läbi Sakus aastatel 2006, 2008, 2009 ja 2010. Katsete variandid olid kõikidel aastatel samad: 1.kontroll ehk pritsimata variant; 2. pritsitud fungitsiidiga Folicur 1 l/ha; 3. pritsitud fungitsiidiga Amistar 1 l/ha; 4. pritsitud fungitsiidiga Folicur kaks korda, á 1 l/ha. Katsed olid neljas korduses. Katselapi lapi suurus oli 10 m².

Katsete saagist määrati EMÜ Taimebiokeemia laboris põldoa seemnete kuivaine ja toorproteiini sisaldus.

2006. aasta. Põldoa šokolaadilaiksuse (*Botrytis fabae*) levimine ja taimede nakatumine toimub õhutemperatuuridel 15-20°C ning üle 80% õhuniiskuse juures. Haigus levib lehetäide, tuule ja veepiiskade abil. Katsed eesmärgiga võrrelda fungitsiidide efektiivsust põldoa haiguste tõrjel ja selgitada nende mõju saagi kvaliteedile, rajati sortidega 'Jõgeva' ja 'Kontu' (Soome päritolu). 2006 aasta oli põldoa kasvuks väga ebasoodne. Juba juuni teisel dekaadil lööbis šokolaadilaiksus. Haiguste tõrjeks kasutati fungitsiide Folicur ja Amistar normiga 1 l/ha. Kontrollvariandis oli nakatumine sordil 'Jõgeva' 30,7% ja sordil 'Kontu' 23,4%. Põuaste ilmastikutingimuste tõttu jäi põldoa kasvukõrgus väikeseks. Samuti oli häiritud kaunade moodustumine. Ühel taimel oli keskmiselt vaid neli kauna. Kontrollvariandis jäi 'Jõgeva' saagikus 750 kg/ha piiresse, fungitsiididega pritsitud variantides oli see 1100-1200 kg/ha. 'Kontu' saagikus jäi veelgi väiksemaks. Sordil 'Jõgeva' oli keskmine proteiinisisaldus pritsimata variandis 27,7% ja pritsitud variantides 27,8-28,0%. Sordil 'Kontu' olid vastavad näitajad 28,2% ja 29,2%.

2008. aastal kasvatati katses Soome põldoa sorti 'Kontu'. Suvised vaatlused näitasid, et esimesed haigustunnused ilmusid lehtedele juba juuni alguses. Peale pritsimist hinnati taimede olukorda ja ilmnes, et parima tulemuse andis pritsimine fungitsiidiga Amistar. Pärast selle preparaadiga töötlemist esinesid haigustunnused vaid 16% taimedel, samal ajal kui kontrollvariandis lööbis haigus 30% taimedel. Teine *Botrytis fabae* nakatumine toimus peale 15-ndat juulit. Augusti alguses hinnati uuesti taimede olukorda. Haigustunnused esinesid võrdselt nii pritsimata kui pritsitud variantides, ulatudes 55%-st 61%-ni.

2008. aasta oli põldoa kasvatamiseks väga soodne ja põllul formeerus hea saak – ühel taimel oli keskmiselt 11 kauna ja kaunas 4-5 seemet. Katsevariantide vahel märkimisväärsed saagi erinevused puudusid. Fungitsiidiga Folicur töödeldud variandis kujunes saagiks 4457 kg põldoa seemet hektarilt. Kontrollvariandis ja teistes variantides ulatus saagikus 4158-4286 kg hektarilt. Põldoa 'Kontu' proteiini sisaldus seemnetes oli pritsimata variandis 29,8% ja pritsitud variantides 30,2-30,6%.

2009. aastal ilmusid esimesed haiguslaigud lehtedele juuni algul. Kohe tehti ka vastavalt katseskeemile haigustõrje fungitsiididega Folicur, kulunormiga 1 l/ha, ja Amistar, kulunormiga 1 l/ha. Kui eelneval aastal avaldus haiguse puhang teist korda juuli lõpus, siis käesoleval aastal uut taimede nakatumist ei toimunud. Taimede hindamine näitas vaid lehtede 3%-list nakatumist. Erinevusi katsevariantide vahel välja ei tulnud. Ilmselt olid keskkonnatingimused (õhutemperatuur, -niiskus) haiguse levimiseks ebasoodsad. Katses kasvati Soome põldoa sorti 'Kontu'. Põldoa katse keskmine saagikus oli 3396 kg/ha. Katse kõrgem seemnesaak kujunes Amistariga pritsitud variandis, 3746 kg/ha. Kuid seemnete proteiinisaldus oli kõrgem pritsimata variandis, 30,6%. Fungitsiididega Amistar ja Folicur pritsitud variantides jäi seemnete proteiini sisaldus 1,1% võrra madalam.

2010. aasta 17.juunil pritsiti taimikut fungitsiididega Folicur ja Amistar ja teine pritsimine fungitsiidiga Folicur tehti 25. juunil. Haigustunnuseid hinnati taimede lehtedel 6.juulil. Amistari'ga pritsitud variandis haiguslaigud puudusid ja taimed olid terved. 9% ja 15% taimedest oli nakatunud vastavalt Folicuriga 2x ja Folicuriga 1x pritsitud variantides. Fungitsiididega pritsimata variandis oli haigestunud taimede arv 12% ruutmeetri kohta.

Põldoa saagikus oli põua tõttu madal. Amistariga pritsitud variandis oli saagikus 1313 kg/ha. 2x Folicuriga pritsitud variandis oli seemnesaak mõnevõrra suurem, 1347 kg/ha.

Seemnete proteiinisaldus oli kõrgem pritsimata variandis, 28%. Pritsitud variantides jäi proteiinisaldus 0,4% võrra madalamaks. Amistariga pritsimise variandis alanes seemnete proteiinisaldus kõige enam – 0,7%.

Järeldused:

- Fungitsiidide toimeained tebukonasool, asoksüstrobiin ja tsüprokonasool sobivad põldoa haiguste tõrjeks. Nende kasutamisel ei ilmnenud taimedel stressi ega kasvuhäireid.
- Katsetes selgus, et põldoa-šokolaadilaiksus avaldus taimedel igal aastal. Haigustekitaja asus seemnetel ja mullas taimejäätmel.
- Haigus avaldus taimedel juunis enne õitsemist. Kuid haiguse edasine areng sõltus ilmastikust. Kahel katseaastal, 2006. ja 2010. aastal, esines taimede kasvuajal, juulis, põud. Nendel aastatel edasine haiguse arenemine taimedel küll peatus, ent väikeseks jäi ka saagikus. Põuastel aastatel oli pritsimine fungitsiididega majanduslikult kahjulik. Kuna ühe liitri fungitsiidi maksumus hektari kohta on 27.48 eurot (430 krooni) ja põua tõttu soovitud saagilisa ei saadud, siis saadi preparaadi kasutamisel kahjumit.

Kahel katseaastal (2008 ja 2009) oli ilmastik põldoa kasvatamiseks soodne ja põllul kujunes hea saak. Kuid ka nendel aastatel ei olnud fungitsiidi kasutamine tasuv, sest ilmastiku mõju saagi formeerumisel oli suurem kui preparaadi efektiivsus.

- Varasemates soovitustes on põlduba soovitatud pritsida pärast õitsemist kaunade kasvamise ajal. Meie katsetes selgus, et põlduba võib pritsida enne õitsemist, juunis.
- Põldoa saagikust mõjutas kõige enam ilmastiku ja mullastiku koosmõju. Põuatundlikel muldadel (rähkmullad, kuid ka liivase lõimisega mullad) jäi põldoa saagikus madalaks ja ei olnud majanduslikult tasuv. Saagi realiseerimisest (või seda ei olnudki võimalik müüa), saadud sissetulek ei katnud külvi ja harimisega tehtud kulutusi.
- Kuna põldoa-šokolaadilaiksust võib esineda ka vikil, hernel ja aedolal, siis tuleks vältida nende kultuuride kasvatamist vähemalt neli aastat enne põldoa kasvatamist. Sellest saab järeldada, et kuigi põldoa kasvupind on Eestis väike (vaid 77 hektarit), tuleks haiguse levimist hernekasvatajate hulgas teadvustada.
- Põldoa kui liblikõielise kultuuri kasvatamine võimaldab kasutada looduslikke lämmastiku ressursse ja jätta seotud lämmastik järgnevale kultuurile kasutamiseks. Seega võimaldab põldoa kasvatamine vähendada vajadust kasutada sünteetilisi lämmastikuallikaid. Kuid on selgunud, et põldoa seemnesaaki on keeruline realiseerida, seega puudub tootjatel huvi põlduba kasvatada.
- Edaspidi vajaksid uurimist põldoa kasutamise võimalused, näiteks haljasväetisena, energiakultuurina, proteiinipreparaadina või söödakomponendina.

III. RAPSI SAAGIKUSE STABILISEERIMINE JA SEEMNESAAGI KVALITEEDI PARANDAMINE

III-1. Rapsi agrotehnoloogia uuringud Sakus

Ene Ilumäe

Uurimistöö eesmärgiks oli selgitada agrotehniliste võtete mõju rapsi saagikuse stabiliseerimisele ja seemne kvaliteedinäitajatele. Aastail 2006-2008 uuriti erinevate väetiste mõju; 2009-2010 uuriti mõnede fungitsiidide ja herbitsiidide mõju rapsi seemne kvaliteedile.

Katsed viidi läbi Sakus Üksnurme katsealal rähksel kamar-karbonaatmullal.

Tehtud tööd: 2006-2008.a. põldkatsetes suvirapsiga 'Ability' võrreldi erinevate väetusvariantide mõju. Erinevaid väetis-variante võrreldi N_{120} (ammooniumsalpeeter) toimega. Lämmastiku osatähtsuse selgitamiseks kasutati katses $P_{25}K_{83}S_{30}$ mehaaniliselt segatud väetist, mida võrreldi $N_{120}P_{25}K_{83}S_{30}$ variandiga. Kompleksväetistest olid katses Kemira Power/Raps 18-9-15 ($N_{108}P_{24}K_{75}S_{18} + N_{12}$ ammooniumsalpeetrina), Skalsa 5-10-25 ($N_{120}P_{25}K_{104}S_{45} + N_{95}$ ammooniumsalpeetrina), NPKS ($N_{120}P_{25}K_{83}S_{30}$) väetiste mehaaniline segu ja superfosfaadi ja ammooniumsalpeetri segu ($N_{120}P_{25}K_0S_{36}$).

Väävliga alavarustatud variantides uuriti põhiliselt (Kemira Power/Raps $N_{54}P_{12}K_{37} +$ ammooniumsalpeeter N_{66}) koos hiilamardika tõrjega pritsimisel mõrusoola (Bittersalz, s.o veeslahustuv $MgSO_4$) erinevate normide (20; 10 + 20; 20 + 20 ja 40 kg/ha) toimet väävlipuuduse vähendamiseks. Pritsimislahuse kulunorm oli 400 l/ha. Kasvufaas pritsimise ajal BBCH 59 ja kahekordsel pritsimisel variandis BBCH 59 + BBCH 63-65.

2009. aasta katses suvirapsiga 'Ability' kasutati fungitsiidide Folicur, Amistar ja Juventus. Esimene pritsimine tehti rapsi varsumisfaasis (BBCH 31-35), teine pritsimine peaharu õitsemise lõpul (BBCH 65-67) ja kolmas pritsimine seemnete küpsemise algul (BBCH 85). Esimesel pritsimisel (22. juunil) kasutati fungitsiidide soovituslikust normist poolt normi (vastavalt 0,75; 0,5; 0,75 l ha⁻¹), teisel pritsimisel (8. juulil) kolmveerand normi (vastavalt 1,0; 0,75 ja 1,0 l ha⁻¹) ja kolmandal pritsimisel (30. juulil) täisnormi (vastavalt 1,5; 1,0 ja 1,5 l ha⁻¹). Pritsimisajad valiti võimalike esineda võivate lehe- ja varrehaiguste optimaalsete tõrjeaegade järgi.

2010. aastal korraldati suvirapsiga 'Clipper' põldkatse fungitsiidide Folicur ja Amistar erinevate normidega ja herbitsiididega Fox (0,75 l/ha), Galera (0,35 l/ha) ja Butisan (2,8 l/ha) pritsimise mõju rapsi seemne kvaliteedile. Folicuril kasutati norme 0,75 l/ha (BBCH 35-37), 1,0 l/ha (BBCH 65) ja 1,5 l/ha (BBCH 73-75); Amistartil norme 0,5 l/ha (BBCH 35-37), 0,75 l/ha (BBCH 65) ja 1,0 l/ha (BBCH 73-75). Herbitsiididega pritsiti rapsi 2-3 lehe faasis (BBCH 12-13) 3. juunil. Fungitsiididega tehti esimene pritsimine rapsi varsumisfaasis (BBCH 35-37), teine pritsimine tehti peaharu õitsemise lõpul (BBCH 65) ja kolmas pritsimine esimeste kõtrade normaalsuurusesse jõudmisel (BBCH 73-75). Esimesel pritsimisel (18. juunil) kasutati fungitsiidide soovituslikust normist poolt normi (Folicur 0,75 ja Amistar 0,5 l/ha), teisel pritsimisel (12. juulil) kolmveerandnormi (vastavalt 1,0 ja 0,75 l/ha) ja kolmandal pritsimisel (25. juulil) täisnormi 1,5 ja 1,0 l/ha. Pritsimisajad valiti võimalike erinevate lehe- ja varrehaiguste optimaalsete tõrjeaegade järgi.

Koos rapsi seemne külviga anti kompleksväetist normiga N₁₁₉ P₄₂ K₇₇ S₂₁ (väetis sisaldas B 0,02). Rapsi väetamisel arvestati – nagu ka eelneval aastatel – lämmastikväetise koguseks N₁₂₀ lähedane norm, mis on minimaalne N-väetise norm rapsi katsetes Eestis kasutusel olevas katsemetoodikas).

Kõikidel katseaastatel kasutati nii maakirbu kui ka hiilamardika tõrjeks insektitsiidi Fastac, normiga 0,15 l/ha. Tõrjete tegemise ajal olid rapsi kasvufaasid vastavalt BBCH 10-11 ja BBCH 59-65.

Katseaastate ilmastiku mõju suvirapsi kasvule

2006. aastal ilmastikutingimustes kannatas suvirapsi saagikus põua all vähem, võrreldes teiste, märksa nõrgema juurekavaga kultuuridega. 2007. aasta oli rapsi kasvuks küllaltki soodne, kuigi rapsi õigeaegset küpsemist pidurdasid juuli III ning septembri I ja II dekaadi suhteliselt jahedad ilmad, lisaks veel augusti lõpu ja septembrikuu vihmad. Seetõttu jäi rapsi seemnete kvaliteet võrreldes 2006. aastaga madalamaks.

2008. a ilm astik ei olnud rapsile soodne. Külvi järgne aeg oli põuane ja seetõttu tärkas raps ebaühtlaselt. Tärganud taimi kahjustasid ka maakirbud, nende tõrjeks kasutati insektitsiidi Fastac (0,15 l/ha). Õitsemise alguseks (BBCH 61) olid kasvufaasid ühtlustunud ja taimik saavutanud normaalse tiheduse.

2009. aasta maikuu oli kuiv ja jahe (sademeid 20 mm; aastate keskmine 37 mm), raps tärkas ebaühtlaselt. Juuni oli märksa sademeterikkam (93 mm; aastate keskmine 53 mm) ning rapsi kiire ja jõulise kasvu tõttu olid õitsemisperioodi alguseks erinevused rapsitaimede arengus ühtlustunud.

2010. aastal oli mai III dekaad suhteliselt kuiv ja jahe (sademeid 10 mm, keskmine õhutemperatuur 13,3 °C), raps tärkas ühtlaselt. Rapsile ebasoodne periood algas varsumisfaasis BBCH 35 (alates 16.06), kui suhteliselt kõrge õhutemperatuuri juures ei tulnud Üksnurme katsepõllul nelja nädala jooksul sademeid. Seetõttu jäi rapsi taimede kasvukõrgus väikeseks ja kõrvalharusid arenes väga vähe. Põuaste ilmastikutingimuste tõttu jäi rapsi saak sel aastal tagasihoidlikuks.

Agrotehniliste võtete mõju seemne kvaliteedile

Rapsi seemne õlisisaldus.

Rapsi seemne õlisisalduse suurust mõjutab suuresti ilmastik seemnete valmimise ajal.

2006. aastal oli erinevate väetamisvariantidega katses rapsi seemnete keskmine õlisisaldus 91% kuivainesisalduse juures 44,4%; 2007. aastal oli see 40,7% ja 2008. aastal 38,7%.

2006.a. saadi suurim õli saak väetiste Skalsa 5-15-20 ja NPKS-seguga tasakaalustatult väetatud variantides, vastavalt 1288 ja 1207 kg/ha. Ühekülgsel lämmastikuga väetamisel või ainult PK-väetisega jäi õli saak 900 kg/ha piiresse. Selgus, et koos külviiga antud NPKS-väetiste toime suurenes õlisisaldus rapsi seemnes statistiliselt usutavalt (regressioonikordaja $r = 0,396$), – võrreldes ainult lämmastikväetisega (N_{120}) väetatud variandiga – väävlipuuduse tingimustes õlisisaldus vähenes usutavalt.

Ka 2007. aastal oli ainult lämmastikväetisega väetatud variandis (N_{120}) õli sisaldus madal – 39,4%, mis jäi kokkuostul arvestatavast baasilisest õlisisaldusest (40%) väiksemaks. Kõrgeimad õlisaagid saadi väetamisel Kemira Raps (Power) ja PKSN väetistega, vastavalt 1145 ja 1208 kg/ha. Väävlipuuduse vähendamisel Bittersalz'iga pritsimise abil saadi õli 1062 kg/ha. Ainult lämmastikväetisega väetatud variandis (N_{120}) jäi õlisaagiks 833 kg/ha. NPKS väetistega väetatud variantides õli sisaldus suurenes statistiliselt usutavalt ($PD_{0,05} = 0,41$). Väävlipuuduse tunnustega taimiku lehekaudsel väetamisel Bittersalzi (normiga 40 kg/ha) lahusega suurenes seemnete õlisisaldus statistiliselt usutavalt. Rapsi seemnete õlisisalduse suurenemisel proteiinisaldus vähenes. Õli- ja proteiinisalduse vahel oli usaldatav lineaarne seos ($r = 0,79$).

2008.a. niisketes ja jahedates ilmastikutingimustes jäi rapsi-seemne kvaliteet suhteliselt madalaks, seda nii katses olnud variantides kui ka tootmispõldudel. Katse puhul oli keskmine

õlisisaldus 38,7%. Statistiliselt usutav kõrgem õlisisaldus saadi kompleksväetise Kemira Power ja mõrusoola normi 40 kg/ha kasutamisel.

2009. aasta katses oli rapsiseemnete keskmine õlisisaldus 47,7%. Statistiliselt usutav madalam õlisisaldus oli kahes kontrollvariandis, vastavalt 46,6% ja 46,2%. Ülejäänud katsevariantide vahelised erinevused jäid katsevea piiridesse. Õli- ja proteiinisalduse vahel oli väga tugev lineaarne seos (korrelatsioonikordaja $R = 0,980$). Õlisisaldus oli kõrgem kõikides variantides, kus oli kasutatud fungitsiidi. Kindlat seaduspärasust õlisisalduse vähenemises või suurenemises ei täheldatud pritsimisnormi või -aja muutumisel.

2010. aasta katses oli keskmine õlisisaldus 46,1 % (regressioonikordaja $r = 0,771$), mis jäi kõikides variantides katsevea piiridesse. Õlisisalduse erinevused variantide lõikes varieerusid $\pm 0,2-0,3\%$. Kindlat seaduspärasust õlisisalduse suurenemise või vähenemise ning pritsimisnormi ja -aja ning pestitsiidi (herbitsiid, fungitsiid) muutmise vahel ei täheldatud.

Kokkuvõte: Rapsi seemne õlisisaldus suurenes statistiliselt usutavalt tasakaalustatud väetamisel kompleksväetistega. Ka väävlipuuduse tunnustega taimiku lehekaudsel väetamisel Bittersalzi normiga 40 kg ha^{-1} lahusega suurenes rapsi seemnete õlisisaldus statistiliselt usutavalt.

Ainult lämmastikuga väetamisel (N_{120}) või PKS-väetiste kasutamisel seemne õlisisaldus vähenes statistiliselt usutavalt.

Erinevate fungitsiidide ja herbitsiidide kasutamisel ei täheldatud kindlat seaduspärasust õlisisalduse suurenemisele või vähenemisele.

Õli- ja proteiinisalduse keskmist suurust mõjutab aasta ilmastik (sademed, õhutemperatuur, päikesepaisteliste päevade arv jms).

Rapsi seemne proteiinisaldus.

2006. aastal oli katsevariantides rapsi keskmine proteiinisaldus rasvavabas kuivaines 46,1%. Katsevariantides, milles õli sisaldus usutavalt vähenes, oli proteiinisaldus (rasvavabas kuivaines), vastupidiselt, statistiliselt usutavalt kõrgem ($r = 0,464$). Õli ja proteiinisalduse vahel oli tugev lineaarne seos ($r = 0,934$).

2007. aastal oli keskmine proteiinisaldus rasvavabas kuivaines 42,9%. Ainult lämmastikväetisega väetatud variandis (N_{120}) oli õli sisaldus vaid 39,4% ja proteiinisaldus oli katse keskmisel tasemel.

2008. aastal oli keskmine proteiinisaldus rasvavabas kuivaines 39,8%. Statistiliselt usutav kõrgem proteiinisaldus esines mõrusoola normi 40 kg/ha kasutamisel.

2009. aastal oli katses rapsiseemnete keskmine proteiinisaldus 16,4%. Statistiliselt usutav kõrgem proteiinisaldus oli kahes kontrollvariandis, ülejäänud katsevariantide vahelised erinevused jäid katsevea piiridesse. Õli- ja proteiinisalduse vahel oli väga tugev lineaarne seos (korrelatsioonikordaja $R = 0,980$). Proteiinisaldus oli madalam kõikides fungitsiidiga pritsitud variantides. Kindlat seaduspärasust proteiinisalduse vähenemises või suurenemises ei täheldatud pritsimisnormi või -aja muutumisel.

2010. aasta katses oli seemnete keskmine proteiinisaldus 22,6% (regressioonikordaja $r = 0,771$). Proteiinisaldus jäi kõikides variantides katsevea piiridesse. Kindlat seaduspärasust proteiinisalduse suurenemise või vähenemise ning pritsimisnormi ja -aja ning pestitsiidi muutmise vahel ei täheldatud.

Kokkuvõte: Õli- ja proteiinisalduse vahel on negatiivne korrelatiivne seos (õlisisalduse suurenemisel väheneb proteiinisaldus ja õlisisalduse vähenemisel suureneb proteiinisaldus). Ainult lämmastikväetisega väetatud variandis (N_{120})

oli õlisisaldus madal ja ka proteiinisaldus jäi katse keskmisele või sellest madalamale tasemele.

Glükosinolaatide sisaldus.

Glükosinolaatide sisalduse tase rapsi seemnetes on suuresti sordiomane. Kuid ekstreemsetes tingimustes, väävliga eba piisava varustatuse korral kasutab taim glükosinolaatidesse seotud väävlit ja glükosinolaatide sisaldus väheneb.

2006. aastal oli glükosinolaatide sisaldus statistiliselt usutavalt madalam järgmistes katsevariantides: väetamine ainult lämmastikuga (N₁₂₀), väetamine PKS-väetisega ja puudulik väetamine NPKS-väetisega. Suvirapsi keskmine glükosinolaatide sisaldus oli 8,1 mmol/kg, lubatud norm on 25 mmol/kg.

2007. aasta katses oli statistiliselt usutavalt madalam glükosinolaatide sisaldus ainult lämmastikuga väetamisel ja NPKS väetistega puudulikul väetamisel. Katses oli suvirapsi keskmine glükosinolaatide sisaldus 9,78 mmol/kg (lubatud kuni 25 mmol/kg).

2008. aastal oli madalam glükosinolaatide sisaldus NPKS väetistega puudulikul väetamisel (latentse väävlipuudusega variantides), milles pool kompleksväetise kogusest oli asendatud ammoniumsalpeetriga ning kasvuaegselt pritsitud mõrusoola 20 kg ha⁻¹ lahusega. Glükosinolaatide sisaldus rapsi seemnes oli 6,1-6,7 mmol/kg. Tasakaalustatud väetamisel oli glükosinolaatide sisaldus rapsi seemnes 10-12 mmol/kg.

2009. aastal oli glükosinolaatide sisaldus fungitsiididega pritsitud variantides 6,5-8,7 mmol/kg. Glükosinolaatide sisalduse suurus on eelkõige liigi- ja sordiomane, seda võib mõjutada eelkõige väetamine. Kuid antud katses ühtsel kasvufoonil olid glükosinolaatide sisalduse erinevused tõenäoliselt tingitud tai-

mede reageerimisest mitmetele stressifaktoritele erinevates kasvufaasides (näit. pritsimine, sademed jms).

2010. aastal oli uuritud variantide rapsiseemnetes glükosinolaatide sisaldus 11,5-14,5 mmol/kg. Antud katses ja ühtsel kasvufoonil olid glükosinolaatide sisalduse erinevused tõenäoliselt tingitud taimede reageerimisest mitmetele stressifaktoritele erinevates kasvufaasides. 2010.a. tingimustes fungitsiidide täisnormide (Folicur 1,5 l/ha ; Amistar 1,0 l/ha) kasutamisel vähenes glükosinolaatide sisaldus rapsi seemnetes 0,6 mmol/kg.

Kokkuvõte: Glükosinolaatide sisalduse suurus on eelkõige liigi- ja sordiomane. Väetamisega võib seda mõningal määral mõjutada. Glükosinolaatide lubatud norm on 25 mmol/kg.

Statistiliselt usutavalt madalam glükosinolaatide sisaldus oli ainult lämmastikuga (N₁₂₀) ja NPKS väetistega puudulikul väetamisel. Tasakaalustatud väetamisel oli glükosinolaatide sisaldus rapsi seemnes ~10-12 mmol/kg. Vähesel määral võivad mõjutada rapsi seemnete glükosinolaatide sisaldust ka mitmed stressifaktorid erinevates kasvufaasides.

Klorofüllisisaldus.

Praktiliselt näitab see arv rapsi valmimisastet. Ebasoodsa koristusperioodiga vihmastel sügistel on see näitaja paratamatult kõrgem. Visuaalselt hinnates on kõrgema klorofüllisisaldusega rapsi seeme punaka tooniga.

2006. aastal oli katses rapsi seemne keskmine klorofüllisisaldus 2,3 ppm õlis, mis jääb igati lubatud normi (30 ppm õlis) piiresse. Veidi kõrgem oli klorofüllisisaldus kasvuaegse lehekaudse väetamise variantides, mille puhul kasvuaeg pikenes 3-4 päeva võrra. Ka nendes variantides jäi see näitaja lubatud normi piiresse, ulatudes 2,5–2,8 ppm õlis.

2007. aastal oli rapsi seemne keskmine klorofüllisisaldus katses 13,2 ppm õlis.

2008. aasta katses oli seemne keskmine klorofüllisisaldus 22,9 ppm õlis.

2009. aasta vihmasel sügisel oli rapsi seemne klorofüllisisaldus 27,0–31,1 ppm õlis.

2010. aastal oli koristusperiood samuti ebasoodne ning rapsi seemne klorofüllisisaldus ulatus 27,0-29,0 ppm õlis.

Kokkuvõte: Soodsa ilmastikuga kasvu- ja valmimisperioodil jääb rapsi seemne klorofüllisisaldus lubatud normi piiresse (30 ppm õlis). Kasvuaegne lehekaudne väetamine võib rapsi kasvuaega mõne päeva võrra pikendada ning seega lükkub koristamine mõne päeva võrra edasi. Vihmasel koristusperioodil on sagedane klorofüllisisalduse jäämine piiridesse 25-30 ppm õlis.

Vabade rasvhapete (FFA%) sisaldus.

Vabade rasvhapete sisaldus (FFA%) õlis oli kõikidel katseaastatel ja kõikides katsetes olnud variantides normi (lubatud on kuni 2%) piires. See näitas, et vaatamata mõnel sügisel olnud vihmasele koristusperioodile, ei hilinetud koristamisega ja raps koristati õigeaegselt.

Eruukahappe sisaldus.

Kõikidel katseaastatel ja kõikides variantides oli erukahappe sisaldus normi (lubatud on kuni 2%) piires.

Rapsi seemne kvaliteedist ja saagikusest tootmispõldudel.

2006. aastal kogutud andmetest ilmnes, et rapsi seemne kvaliteeti, eelkõige õlisisaldust, mõjutasid kasvukoha mullastik ja

ilmastik. Kolmel tootmiskatsel Kesk-Eestis ja Virumaal oli iseloomulik suhteliselt madal õlisisaldus (40–41%) ja kõrge proteiinisaldus (47,2–48,4%). Teistes tootmiskatsetes oli õli sisaldus märgatavalt kõrgem (43,2–46,7%).

Tootmiskatsetes jäi rapsi saagikus eelmise aastaga võrreldes praktiliselt samale tasemele, erinedes vaid ± 300 kg/ha võrra ja ulatudes 1350–2400 kg/ha.

Ühes tootmiskatses oli probleeme kõrgema, kuid siiski normilähedase klorofüllisisaldusega rapsi seemnetes. Põhjuseks oli tõenäoliselt suhteliselt hiline külv ja vihmane koristusperiood. Hiljem, rapsi koristusjärgse järelvalmimise käigus see näitaja siiski vähenes. Tootmiskatsetes olid glükosinolaatide, vabade rasvhapete (FFA%) ja eruukahappe sisaldused normi piires.

2007. aastal kogutud andmetest ilmnes, et rapsiseemnete kvaliteet oli kõrgem rapsi varasemate koristusaegade puhul: õlisisaldus oli 43-44% piires. Kahes tootmiskatses Kesk- ja Lääne-Eestis oli hilisema koristusaja puhul (septembri lõpp) iseloomulik suhteliselt madal õlisisaldus (40-41%) ja proteiinisaldus (42-43%). Kõrgeim õlisisaldus oli Virumaal talirapsi tootmiskatses, see ulatus 49%-ni.

Tootmiskatsetes olid klorofüll, glükosinolaatide, FFA ja eruukahappe sisaldused normi piires ja saagikus kõikus piirides 1900-2600 kg/ha.

Rapsi saagikuse stabiliseerimine

Eesti Statistikaameti andmetel oli rapsi kasvupind 2010. aastal suurenenud eelmise aastaga võrreldes 19,6%, ulatudes 98,2 tuhat hektarini. Edasine rapsi külvipinna laiendamine, kui pidada kinni rapsi võimalikust sagedusest külvikorras, ei ole olulisel määral enam võimalik. Suurenema peab rapsi seemne saak hektarilt. 2010. aastal oli rapsi saagikus Eesti keskmisena

kahjuks vaid 1322 kg/ha. Võrdluseks – 2009. aastal oli see 1657 kg/ha.

Väetamise mõju rapsi saagikusele.

2006. aastal oli koos rapsiseemne külviga mulda viidud kompleksväetiste kasutamisel rapsi keskmine saagikus 2600 kg/ha. Võrreldes erinevate väävlit sisaldavate kompleksväetiste (Kemira Power/Raps 18-9-15 ($N_{120}P_{24}K_{75}S_{18}$), Skalsa 5-10-25 ($N_{120}P_{25}K_{104}S_{45}$), NPKS ($N_{120}P_{25}K_{83}S_{30}$) väetiste mehaaniline segu) mõju seemnesaagile, jäid nende vahelised erinevused saagis katsevea piiridesse, saagid ulatusid 2430–3026 kg/ha. Superfosfaadi ja ammooniumsalpeetri segu ($N_{120}P_{25}K_0S_{36}$) kasutamisel jäi saak keskmisest 5,0% võrra madalamaks. Ainult lämmastikväetisega väetamisel (N_{120}) jäi saagikus 1000 kg/ha piiresse. Väetiste kasutamisel vähendatud normidega koos kasvuaegse lehekaudse väetamisega oli keskmine saagikus 2360 kg/ha.

2007. aastal oli kompleksväetistega väetatud katsevariantide keskmine saagikus ~2800 kg/ha ja ainult lämmastikväetisega väetamisel (N_{120}) jäi saak 900 kg/ha piiresse.

2008. aastal oli N_0 foonil rapsi saak 695 kg/ha ja ühekülgsel väetamisel ammooniumnitraadiga N_{120} kg/ha jäi saak praktiliselt samale tasemele (752 kg/ha). Veidi suurem saak saadi tasemel N_{120} koos kasvuaegse lehekaudse väetamisega (mõrusoola 20 kg/ha lahusega), saak suurenes siis tasemeni 1055 kg/ha. Väetisega Kemira Power Raps väetamisel normiga 600 kg/ha (N_{120} + PKS tasakaalustatult) oli saak 1649 kg/ha. Kasvuaegsel taimede pritsimisel vedelväetisega ei olnud olulist vahet, kas kasutati mõrusoola normiga 20 kg/ha või anti sama suur kogus väävlit Sulfur F3000-ga; saagikus oli vastavalt 1981 ja 1958 kg/ha. Tõenäoliselt esines ka kompleksväetise kasutamisel latentne väävli puudus, kuna väetisega

anti väävlit ainult 18 kg/ha. Kasutades väetamisel Kemira Power 300 kg/ha ning ammooniumnitraati N_{60} , mis on praktilikas sageli kasutatav variant, oli saak ainult 1479 kg/ha. Eelnimetatud variandi puhul mõrusoola lahus normiga 20 kg/ha saaki ei suurendanud, veidi suurenes saagikus mõrusoola 40 kg/ha kasutamisel, olles 1520 kg/ha. Axan Super'i, mis on jällegi tootmises sageli kasutatav väetis, kasutamisel (N_{120} + PK tasakaalustatult) jäi saak madalaks, saadi 1314 kg/ha. Nii mõrusoola 20 kg/ha kui ka Sulfur F3000 kasutamisel saak oluliselt ei suurenenud. Kasutades Axan Super'it arvestusega N_{60} ning väetades rapsi rosetistaadiumis ammooniumsalpeetriga N_{60} , jäi saak 1100 kg/ha piiresse. Sulfur F3000 ja mõrusoola 20 kg ha⁻¹ kasvuaegsel pritsimisel suurenes rapsiseemne saak 200-292 kg/ha võrra.

Kokkuvõtteks: Stabiilselt kõrge rapsi seemne saak saadi tasakaalustatud väetamisel (kompleksväetiste kasutamisel koos seemne külviiga). Ainult lämmastikväetisega väetamisel (N_{120}) jäi saak 600-1000 kg/ha piiresse. Väetiste kasutamisel vähendatud normidega (väävlipuuduse esinemisel) koos kasvuaegse lehekaudse väetamisega on võimalik saak päästa, kuigi saak jääb 1/3-1/4 võrra väiksemaks, sõltuvalt aasta ilmastikutingimustest. Lehekaudseks väetamiseks sobib kasutada mõrusoola (Bittersalz) normiga vähemalt 20 kg/ha. Mõrusoola kasutamisel normiga 40 kg/ha, pritsimislahuse kulunormiga 400 l/ha, ei tekkinud rapsi lehtedele kahjustusi.

Fungitsiidide mõju suvirapsi saagikusele ja taimehaigustele

2009. aastal oli kontrollvariantide keskmine saagikus 2238 kg/ha. Fungitsiidide kasutamisel saadi kõikides variantides kõrgemad saagid. Folicur 0,75 l/ha ning Juventus 0,75 l/ha kasutamisel suurenes saak 6% võrra ja nimetatud fungitsiidide normi 1,0 l/ha kasutamisel vastavalt 11% ja 8% võrra. Folicuri

normi 1,5 l/ha kasutamisel saadi 12%, Juventus 1,5 l/ha puhul 10% ja Amistar 1,0 l/ha puhul 14% võrra suurem saak.

Haiguste esinemise intensiivsusel ja saagikusel oli tihe seos. 2009. aastal oli pritsimata variandis rapsi varte keskmine nakatumine ristõieliste kuivlaiksusse (*Alternaria brassicae*) 47,8%. Varsumisfaasis pritsimisel oli mõju haiguse esinemisele väga väike. Taimiku nakatumine oli ligilähedane kontrollvariandiga ja mõnel katselapil isegi kõrgem. Peaharu õitsemise lõpul pritsitud variantides ulatus ristõieliste kuivlaiksusse nakatumine 27,9–34,5%. Tõenäoliselt lükkus fungitsiidide toimel haiguse lööbimine teatud aja võrra edasi, kuid efektiivseks tõrjeks oli pritsimisaeg liiga varajane. Kõige mõjusam oli viimane täisnormiga pritsimine, mille puhul esines ristõieliste kuivlaiksust 4,6–15%.

2010. aastal oli kontrollvariandi keskmine saagikus 1690 kg/ha. Fungitsiidide kasutamisel saadi kõikides variantides kõrgem saak. Folicur 0,75 l/ha kasutamisel suurenes saak 8% ja normide 1,0 ja 1,5 l/ha kasutamisel vastavalt 12% ja 13%. Amistari normi 0,75 l/ha puhul oli saak 8% kõrgem ja 1,0 l/ha puhul 13% kõrgem. Amistari norm 0,5 l/ha jäi 2010.a. tingimustes liialt väikeseks. Fungitsiidide täisnormi kasutamisel oli saagitõus võrdne (Folicur 1,5 l/ha – 13% ja Amistar 1,0 l/ha – 13,3%). Statistiliselt usutavat enamsaaki ei saadud Amistar 0,5 l/ha kasutamisel, teistes variantides olid saakide erinevused statistiliselt usutavad.

2010. aastal oli haiguste esinemise intensiivsuse ja saagikuse vahel tihe seos. Pritsimata variandis oli rapsi varte keskmine nakatumine ristõieliste kuivlaiksusse 38%. Varsumisfaasis pritsimisel oli haiguse esinemisele väga väike mõju. Taimiku nakatumine oli ligilähedaselt võrdne kontrollvariandiga ja mõnel katselapil isegi kõrgem. Peaharu õitsemise lõpul pritsitud variantides oli ristõieliste kuivlaiksusse nakatumine 12,5–18,2%. Tõenäoliselt lükkus fungitsiidide toimel haiguse lööbi-

mine teatud aja edasi, kuid efektiivseks tõrjeks oli pritsimisaeg liiga varajane. Kõige mõjusam oli viimane, täisnormiga pritsimine, rapsi taimikul esines ristõieliste kuivlaiksust 3,4-8,6%.

Kokkuvõte: Ristõieliste kuivlaiksus (Alternaria brassicae) kahjustab rapsi taimikut suuremal või vähemal määral igal aastal. Fungitsiididega pritsimata jätmisel võib seemnesaak jääda väiksemaks keskmiselt kuni 25% võrra, epifütootia aastatel aga ~50% võrra.

Herbitsiidide mõju saagikusele.

Kuna Fox'i ja Galera kasutamisel täheldati rapsi taimedel fütotoksilisi ilminguid (klorootilised laigud Fox'i kasutamisel ja Galera puhul mõningane kasvupidurdus), olid saagid kontrollvariandi tasemel ja statistiliselt usutavat enamsaaki ei saadud. Butisani kasutamisel fütotoksilisi ilminguid ei täheldatud ja ilmselt seetõttu saadi ka kuni 6% võrra kõrgem statistiliselt usutav enam saak (1690 kg/ha) kontrolliga võrreldes.

Majanduslik efektiivsus.

Lähteandmed: tasakaalustatud väetamisel keskmine rapsi seemnesaak 2600 kg/ha ja õlisisaldus 46,6%. Tasakaalustamata väetamisel (N₁₂₀) keskmine saak 900 kg/ha ja õlisisaldus 40%. Õlisisalduse arvelt juurdearvestus 1,5% iga 1% õlisisalduse kohta baasilisest (40%) õlisisaldusest. 2011.a. I kvartali rapsi kokkuostuhind 477 €/t.

Kompleksväetisega väetamisel väetise maksumus ~ 307 €/ha; ammoniumsalpeetriga väetamisel ~78 €/ha (2011.a. keskmiste väetise hindade alusel).

Enamsaagi ja kõrgema õlisisalduse arvelt saadi tulu 891.2 €/ha. Majanduslik efektiivsus: 662.2 €/ha.

III-2. Rapsi tootmiskatsed Viljandimaal Auksis.

Malle Järvan

Tootmistehnoloogilised katsed suvirapsiga viis läbi Ando Adamson Viljandimaal Saarepeedi vallas Lapi talu põldudel 2009. ja 2010. aastal. Põllud paiknesid keskmise liivsavi löimisega muldadel, mille agrokeemilised näitajad olid järgmised: pH_{KCl} 6,1–6,4, C_{org} 2,2–2,3%, P-sisaldus kõrge, K-, Mg- ja Mn-sisaldus keskmine, Cu- ja B-sisaldus madal.

2009. aastal oli rapsi eelviljaks rukis, mis 2008. aasta väga vihmase koristusperioodi tõttu jäi osaliselt koristamata ning künti mulda. 2010. aasta rapsi eelviljaks oli oder. Kevadisel mullaharimisel anti rapsi alla 2009. aastal väetist Kemira Power 22:7:12 (2% S), normiga 300 kg/ha; 2010. aastal Yara Mila 18-8-16 (3% S), normiga 250 kg/ha.

2009. aastal kasvatati sorti 'Campino', külvati 6. mail, külvisenorm oli 3,6 kg/ha. Põllul tehti järgmised pritsimised: 30. mail kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks Galera 0,35 l/ha ja 16. juunil orasheina tõrjeks Agil 1,0 l/ha. Suurel tootmispõllul märgiti maha viis katsevarianti (24 m laiust tehnovööndit) erinevate väetusvariantide jaoks. Kontrollvariant sai ainult külvi-eelse väetise. Teistele katsevariantidele anti 18. juunil 100 kg/ha ammooniumsulfaati (N21 S24) või ammooniumsalpeetrit (N34). Kahe katsevariandi puhul lisati 30. mail umbrohutõrje lahusesse Sulfur F3000 normiga 4 l/ha. Rapsi koristati kombainiga 5. ja 7. septembril, rapsiseemne niiskus oli koristamise ajal 18%. Katsesse kuuluvatelt tehnoradadelt saadi rapsi seemnesaagi suurused kombaini pardanäitudena, 0,1 t/ha täpsusega. Rapsi seemnesaagid kuivatati, puhastati ja arvutati 9% niiskusele, lisandite (rapsi peenseeme ja umbrohuseemned)

koguseks arvestati 5% saagist. Puhastatud saagist võetud proovidest tehti Põllumajandusuuringute Keskuses rapsiseemne kvaliteedi analüüsid.

2010. aastal kasvatati suvirapsi 'Trapper', külvati 5. mail, külvisenorm 4 kg/ha. Umbrohtude tõrjeks pritsiti 31. mail (Galera 0,35 l/ha) ja 7. juunil (Agil 1,5 l/ha). Esimesel pealtväetamisel 7. juunil anti ammooniumsulfaadiga N50S57, seejuures osa tehnovööndeid (laius 24 m) sai ammooniumsalpeetrit (N50). Öienuppude faasis rapsi pritsiti 26. juunil Sulfur F3000 lahusega (normiga 5 l/ha), jättes võrdluseks osa tehnovööndeid pritsimata. Hiilamardika tõrjeks pritsiti 26. juunil insektitsiidiga Proteus (0,7 l/ha). Viimast korda väetati rapsi õitsemise algfaasis (4. juulil), andes kogu põllule ammooniumsalpeetrit 100 kg/ha (N34). Seega sai raps lämmastikku (N) kokku 129 kg/ha.

Tootmispõllul oli vastavalt katseskeemile tehnoradadena maha märgitud neli erinevat väetusvarianti. Külvieelne ja kõige viimane pealtväetamine olid ühesugused kogu põllu ulatuses, erinevused seisnesid vaid juuni alguses tehtud pealtväetamises ja Sulfur F3000 kasutamises. Katsevariantid olid järgmised: 1. – ammooniumsalpeeter, N50; 2. – ammooniumsalpeeter N50 + Sulfur 5 l/ha; 3. – ammooniumsulfaat, N50 S57; 4. – ammooniumsulfaat N50 S57 + Sulfur 5 l/ha. Raps koristati 30. augustil 7,5 m heedrilaiusega kombainiga Claas, rapsiseemne niiskus oli koristamise ajal 21%.

2009. aastal oli katsevariantide saagikus 9% niiskusele arvestatuna 1,58–2,14 t/ha. Pealtväetist saanud variantidest oli teistest kehvem see variant, mis peale põhiväetise oli kasvu-aegselt saanud vaid ammooniumsalpeetrit (N 34 kg/ha). Kui pealtväetamisel kasutati 100 kg ammooniumsalpeetri asemel 100 kg ammooniumsulfaati, – mille puhul lämmastiku kogus oli küll väiksem, kuid lisandus väävel (N 21 S 24 kg/ha) – siis oli rapsi saagikus 0,28 t/ha võrra ehk 13,8% suurem. Kui umb-

rohotõrjel lisati pritsimislahusesse Sulfurit (normiga 4 l/ha), siis suurenes saagikus ammooniumsalpeetriga pealtväetatud variandis 6,9%; ammooniumsulfaadiga väetamise korral aga osutus Sulfuri kasutamine ülearuseks.

2009. aastal oli rapsiseemnete õlisisaldus kontrollvariandis 44,6% ja proteiinisaldus 18,3%. Pealtväetatud variantides oli rapsiseemne õlisisaldus vahemikus 46,7–47,3% ja proteiinisaldus 16,9–17,5%. Suhteliselt kõrgem oli õlisisaldus nende variantide seemnetes, mida kasvuajal oli väetatud Sulfuri või ammooniumsulfaadiga. Rapsi seemnete õli- ja proteiinisalduse vahel ilmnes pöördvõrdeline sõltuvus. Glükosinolaatide sisaldus rapsiseemnetes oli kõrgeim (16,1 mmol/ kg) kontrollvariandis ja madalam nendes variantides, mille puhul õlisisaldus oli teistest kõrgem. Vabade rasvhapete (FFA%) sisaldus korreleerus positiivselt seemnete õlisisaldusega. Kõikide eelmainitud näitajate osas vastas rapsiseemnete kvaliteet tarnitavale rapsile esitatud kvaliteedinõuetele. Õlisisaldus, mis oli baasilisest (40%) kõrgem, võimaldas rapsi realiseerimisel saada hinnalisa. Klorofüllis sisaldus rapsiseemnete õlis oli aga suhteliselt kõrge, ulatudes 28–35 ppm-ni (lubatud on kuni 30 ppm). Arvatavasti oli põhjuseks suhteliselt varajane koristusaeg, mis oli tingitud lähtuvalt kehvadest ilmastikuprognoosidest. Ülimalt vihmase sügise tõttu 2009. aastal olid paljud rapsipõllud Eestis veel oktoobrikuu lõpulgi koristamata.

2010. aastal oli kasvuperioodi esimene pool suvirapsi arenguks enam-vähem normaalne. Erinevalt mitmetest teistest Eesti piirkondadest ei kannatanud raps esimestel kasvukuudel niiskusepuuduse all. Hästi ei mõjunud aga juuliku ja augusti alguse kõrged õhutemperatuurid. Sel ajal oli ka sademeid napilt. Taimik oli ajuti stressis, hilisemaid arengufaase läbiti liiga kiiresti, tõenäoliselt võis see negatiivselt mõjutada saagi suurust. Augusti keskpaigast alates hakkas sadama, hoo-vihmasid tuli praktiliselt igal päeval, poole kuu jooksul kokku 129 mm. Valminud, kuid kõrge niiskusesisaldusega (21%)

rapsiseeme õnnestus koristada ühel vihmavabal päeval. Rapsi saagikus osutus siiski suhteliselt rahuldavaks. Pärast 9% niiskusele arvestamist ja lisandite mahaarvamist kujunes katsevariantide saagikuseks 1,81–2,39 t/ha. Nendes väetusvariantides, kus rapsile varsumise algul anti lisaks lämmastikule ka väävlit, suurenesid seemnesaadid 22,7–32,0%. Ka Karl Kaarli katsetes on rapsi väävliga väetamine kõige efektiivsemaks osutunud just sellel, väävli kasutamise kõrgperioodil, s.o. varre moodustumise algusest kuni üks nädal pärast õitsemise lõppu.

Rapsiseemnete õlisisaldus oli kõige madalam (45,0%) selles variandis, kus juuni algul tehtud pealtväetamisel anti N50 ammoniumsalpeetrina. Kõikide väävlit saanud variantide puhul oli rapsiseemnete õlisisaldus kõrgem. Ka selles katses valitses rapsi seemnete õli- ja proteiinisalduste vahel negatiivne korrelatsioon.

Klorofüllisisaldus rapsi õlis oli 2010. aasta katses madalam kui eelmisel aastal. Tõenäoliselt mängisid siin rolli kasvuperioodi mõnevõrra soodsamad ilmastikutingimused. Rapsiseemnete kvaliteet vastas kõikide näitajate osas tarnitavale rapsile esitatud kvaliteedinõuetele.

Tootmiskatsete majanduslike tulemuste hindamisel võrreldi, kui palju oli võimalik saada lisatulu rapsiseemne realiseerimisest, kui rapsile intensiivse kasvu staadiumis anti N-väetise (ammooniumsalpetri) asemel asemel NS-väetist (ammooniumsulfaati) ja kas SulfurF300 kasutamine oli majanduslikult tasuv. Rapsiseeme realiseeriti 2009. aastal baashinnaga 4100 kr/t ja 2010. aastal baashinnaga 5750 kr/t. Arvutuste aluseks võeti väetiste maksumus ja lisakulud enamsaagi käitlemisel, samuti võeti arvesse seemnete õlisisalduse suurenemise arvel saadavat hinnalisa. Selgus, et ammooniumsalpetriga väetamisega võrreldes võimaldas väetamine ammooniumsulfaadiga saada lisatulu 2009. aasta tootmiskatse tingimustes 1126 kr/ha (72,0 €/ha) ja 2010. aasta

katse tingimustes 3163 kr/ha (202,2 €/ha). Sulfur F3000 lisamine taimekaitsetöödel pritsimislahusesse võimaldas ammooniumsalpeetriga väetatud variantide puhul saada lisatulu rapsi saagikuse ja seemnete õlisisalduse suurenemise arvel 2009. aastal 445 kr/ha (28,4 €/ha) ja 2010 aastal 2435 kr/ha (155,6 €/ha). Kui aga rapsi kasvuaegseks väetamiseks kasutati ammooniumsulfaati, siis sel juhul lisaks veel Sulfur F3000 kasutamine ei õigustanud end majanduslikkuse mõttes kummalgi aastal.

Viljandimaal kahel aastal läbi viidud tootmiskatsete tulemuste põhjal võib teha järelduse, et suvirapsi kasvuaegsel väetamisel NS-väetise (ammooniumsulfaadi) kasutamine N-väetise (ammooniumsalpeetri) asemel võimaldab suurendada rapsiseemnete saaki ja õlisisaldust ning saada suuremat kasumit. Kui rapsi väävlivajadus ei ole rahuldatud mullakaudse väetamisega, siis on efektiivne ka lehekaudselt Sulfur F3000 kasutamine, ühitatult taimekaitsetöödega.

IV. UUTE, KÕRGE TOIDUVÄÄRTUSEGA ÕLIKULTUURIDE KASVATAMISE VÕIMALUSTE SELGITAMINE JA KÜLVIPINNA LAIENDAMINE EESTIS

Tehtud tööd: Selle alateema raames korraldati aastail 2006-2010 Sakus ja Olustveres õlilina ja õlitudraga kokku 11 põldkatset; katseid teostas Arvi Hansson. Katsetest käis läbi neli õlilina sorti ja üks tudra sort. Uuriti nende kultuuride saagikust mõjutavaid tegureid. Õlilina ja õlitudra seemnetes määrati igal aastal toorproteiini ja toorrasva sisaldus; võrreldi õlide rasvhappelist koostist. Kõik analüüsid tehti Põllumajandusuuringute Keskuses.

Kuna juba projekti esimestel aastatel ilmnnes, et õlilina kasvatamiseks ei ole Põhja- ja Kesk-Eesti ilmastikutingimused kuigi soodsad ning et ainult nendes regioonides tehtud uuringute baasil ei ole võimalik anda hinnangut õlilina perspektiivikusele Eestis, siis alates 2008. aastast kaasati projekti täitmisele ka kauaaegne Mooste katsejaama juhataja Ph.D. Kalju Paalman. Oma seniste uurimistulemuste ja õlilina kasvatamise pikaajaliste kogemuste põhjal koostas ta ülevaate õlilina saagikuse suurendamise ja kasvatamise tasuvuse tõstmise abinõudest ning selle kultuuri perspektiividest Eestis.

IV-1. Kokkuvõte õlilina ja õlitudra uuringutest Sakus ja Olustveres 2006-2010.

Arvi Hansson

ÕLILINA

Aastail 2006-2010 viidi läbi põldkatsed saksa sordiga `Livia`. Uute varajasemate ja seisukindlamate sortide otsingul kasvatati lisaks nimetatule veel sorte `Sunrise` (Kanada), `Abacus` (Ing-

lismaa) ja `Eurodor` (Prantsusmaa). Katsed viidi läbi Olustveres ja Sakus.

Õililina pikk kasvuaeg – kuni 5 kuud Eesti tingimustes – sunnib otsima varasemaid ja seisukindlamaid sorte, mis meie ilmastikuoludesse paremini sobivad. Esialgu välja käidud ideest – **kasvuregulaatorite** kasutamise saavutada stabiilne seisukindlus ja koos sellega saada võimalus õililina tugevamaks väetamiseks ja suuremate saakide saamiseks – oli mõistlik katse-aastate jooksul loobuda. Retardandi Moddus 250 EC (normiga 1 l/ha) kasutamine erinevatel sortidel andis aastati väga vastandlikke tulemusi.

Lisaks Moddusele 2007. aastal kasutatud retardandiga Terpal pritsitud variant andis küll sordiga `Sunrise` parima saagi (1524 kg/ha). Kuid lamandumist ei esinenud ka pritsimata variantides ja seepärast oli kasvuregulaatori kasutamise efekt küsitav. Kasvuregulaatori kasutamise edukus sõltub oluliselt taimede kasvufaasist ja pritsimise järgsest ilmast.

Samal ajal on teinud head tööd uute sortide aretjad. On mindud madalakasvuliste ja tugevavarreliste sortide aretuse teed, mis tegelikult andiski võimaluse meie katsetes loobuda kasvuregulaatorite kasutamisest. Just sellise sordina paistiski silma 2010. aasta katses olnud kollaseseemneline sort `Eurodor`. Negatiivse ilminguna tuleks aga välja tuua selle sordi teistest sortidest madalam toorrasva sisaldus (35 %) ja ka madalam linoleenhappe sisaldus õlis (53,6 %).

Õililina kasvatamisest rääkides ei saa kuidagi mööda minna **ilmastiku faktorist**, millega kaasnevad kõige suuremad riskid õililina kasvatamisel Eestis. Kui tagasi vaadata kogu katsete viieaastasele perioodile, siis tegelikult ühtegi õililina kasvatamiseks soodsat aastat ei olnud. Esmajoones tuleb siin esile tuua just valmimis- ja koristusaegseid ebasobivaid ilmaolusid. Lina on pikapäeva taim ja vajab varajast külvi. Seeme idaneb juba +3...4° C juures ja taimik talub üsna hästi kevadist jahe-

dust. Seega tuleb külvata niipea kui muld seda võimaldab. Meie katsetes oli taimiku areng kevadeti igati normaalne. Lina on niiskusenõudlik taim – seda eriti õiepungade moodustumise ja õitsemise ajal. Katseperioodi viiest aastast kolmel oli aga suvel lina õitsemise ajal pikaajaline põud, mis kiirendas õitsemist. Hiljem saabunud vihmaste ilmade mõjul järgnes järeloomitsemine, mille tulemusena koristuse ajaks olid põllul valminud seemnetega kuprad, aga ka rohelised, täiesti valmimata seemnetega kuprad ja nende vahepealsed. Valmimise ajal vajab õililina seemnetes õli moodustamiseks kõrgemat temperatuuri ja päikest. Meil olid viimasel ajal augustis ja septembri alguses tavaliselt küllalt jahedad, sagedaste vihmadega päevad, mis kuidagi ei soodustanud õililina valmimist. Sort `Livia` pidas lühiajalistele kuivaperioodidele päris hästi vastu, aga pikem põud võttis võimaluse saada normaalset saaki.

Külvisenorm. Varasemate aastate katsetest oli teada, et õililina optimaalne külvisenorm on 600–800 idanevat seemet m²-le ja optimaalne külvisügavus 2 cm. Meie katsetes võeti külvisenormi määramisel aluseks 800 idanevat seemet m². Proovivihkude analüüsimisel oli tegelik taimede tihedus katselappidel 650–750 taime m², mis on optimaalsetes piirides.

Väetamine. Kuna sort `Livia` oli kasutusel kogu katsete läbi viimise perioodil, siis on õige võtta aluseks ka just selle sordi näitajad. Väetamise variandid olid : N₀, N₈₄, N₁₀₄ ja N₁₂₄. Kompleksväetisega kaeti põhiväetise foon (N₈₄) koos seemne külvi ja lisaks anti pealtväetisena käsitsi ammooniumnitraat variantides N₁₀₄ ja N₁₂₄. Sordiga `Eurotor` olid 2010. aasta katses ka variandid leheväetise lisamisega põhiväetisele, mis aga pika põua tõttu efekti ei andnud. Lisaväetise mõju tuli esile 2007. ja 2008. aastal, kui suved ei olnud nii kuivad. Siis saadi ka kõige suuremad õililina saagid – 1800–2000 kg/ha ja rohkemgi. Seemnete mass oli olemas, aga selle kvaliteet jättis suuresti soovida, kuna suve teise poole sajud ja jahedus ei võimaldanud seemnetel normaalselt valmida.

Taimekaitse. Umbrohtude tõrjel kasutati kõikidel aastatel herbitsiidi Glean 75 DF (normiga 5-6 g/ha + kleepaine), mis on lina umbrohtõrjel hea efektiivsusega herbitsiid. Olustvere katses tuli lisaks sellele 2009. aastal kasutada orasheina tõrjeks Zellec Super'it normiga 1,0 l/ha.

Seemnete puhtimine on ka õlilina puhul vajalik. Meie katsed valdavalt külvati sisseostetud seemnetega, mis olid juba puhitud. Ainult 2009. aastal Olustveres rajatud katse sordiga `Abacus` külvati puhtimata seemnega ja vihmane suve teine pool (augustis sademeid 204 mm ehk 262% normist) kutsus esile taimiku haigestumise seenhaigustesse – nagu närbumistõbi, kuivlaikus ja lina antraknoos. Nende seente eoseid leiti proovivihkude ja seemnete analüüsil PMK laboris. Eelnimetatud haiguste lööbimisel tuleb õigeaegselt kasutada fungitsiide, et ära hoida suuremad saagikaod. Puhtimise mõju on suhteliselt lühiajaline ja puhtimata seemnega külvamine võib ainult soodustada nimetatud haiguste levikut. Puhtimine ei kaitse hilisema nakatumise eest põllul.

Koristamine. Õlilina pikk kasvuperiood lükkab koristuse tavaliselt hilissügisele – septembri lõppu või oktoobrisse. 2009. ja 2010. aastal näiteks koristati katsed 05. ja 06. oktoobril, tootmispõldudel on koristatud isegi novembrikuus, esimeste külmade saabumisel. Õhuniiskus on siis juba kõrge ja temperatuurid madalad; lina taimik ei kuiva lühikese päevaga nii kiiresti. Eriti raskendatud on koristamine siis, kui eelnenud vihmade tõttu on kuprad vett täis. Kuparde kuivamine nõuab vähemalt 2-3 päeva head kuiva ilma, muidu ei peksa kombain seemneid kupardest välja. Kombaini vikat peab olema hästi terav ja liikuma tihedalt sõrgade vahel. Vastasel korral hakkavad lina varred heedit ummistama.

Linaseemne toiteväärtus ja kasutusala.

Õlilina seemnetest pressitud õli väärtus tuleneb selle väga kõrge (üle 70%) polüküllastamata rasvhapete, eriti aga linoleenhappe kõrge (ca 60%) sisaldusest. Sellega annab linaõli parima võimaluse inimeste igapäevasel toitumisel puudu oleva oomega-3 rasvhappe katmiseks. Samal ajal aga muudab polüküllastamata rasvhapete kõrge sisaldus linaõli tavatingimustes kergesti rääsuvaks. Valguse ja hapniku koosmõjul toimub rasvhapete küllastamine, mille tagajärjel kasulikud omadused kaovad ja selline õli sobib kasutamiseks ainult tehnilisel otstarbel, nt. värvide valmistamiseks. Samalaadsed protsessid toimuvad aja jooksul ka seisma jäänud linaseemne jahus. Jääb üle kasutada toiduks värskest purustatud linaseemne jahu või valmistada igati välismõjude eest kaitstud toidulisandeid. Viimane meetod on laialdaselt kasutusel USA-s ja Kanadas, kus ravimitööstuses eraldatakse õlilina seemnetest palju erinevaid aineid ja neist valmistatakse pikemaks ajaks säilivaid erinevatele dieetidele vajalikke toidulisandeid. Saamaks ülevaadet mastaapidest võiks mainida, et näiteks Kanadas toodetakse linaseemet umbes 1 miljon tonni aastas.

Eestis on linaseemne ja -õli kasulike omaduste ärakasutamisel kõige rohkem tehtud loomakasvatuses, eriti linnukasvatuses. Reaalne väljund on käigus broileriliha ja nn. tervisemunade tootmisel ning läbi selle on ka meie toidulaud tervislikum.

Linakook sobib põhimõtteliselt kõikidele loomaliikidele. Eesti Maaülikooli professor Olav Kärt on piimakarja söötmiskatsetes edukalt kasutanud rapsi- ja linakoogi koosmõju. Erinevate söötade kasutamisega saab reguleerida nii põhiliste küllastumata rasvhapete sisaldust piimarasvas kui ka kõige olulisemate oomega-6 ja oomega-3 rasvhapete omavahelist suhet. Toitumisspetsialistide hinnangul peaks meie toidus linool- ja linoleenhappe vahekord olema 2:1, s.o. ligikaudu sama, mis on rapsikoogis. Seega ainult rapsikooki kasutades me võime küll

tõsta piimas küllastumata rasvhapete kogusisaldust, ei saa aga seda kallutada α -linoleenhappe kasuks. Olukorda saame oluliselt muuta kui söödame lisaks linakooki, kus nimetatud rasvhapete omavaheline suhe on tugevalt linoleenhappe kasuks (cá 1:3,75). See annab võimaluse tervislikuma piima tootmiseks.

ÕLITUDER

Õlituder on tegelikult väga vana kultuur, mille kasvatamine Euroopas säilis sõja ajal vaid üksikutes piirkondades. Suuremad kasvatuspiirkonnad olid Lõuna-Venemaal ja Kasahstanis. Viimasel ajal on hakatud õlitudra vastu uuesti huvi tundma väga paljudes riikides. Aretustöö käib Austrias, Saksamaal, Sloveenias, Venemaal, USA-s ja mujal. Põhjuseks on tudra vähenõudlikkus kasvukoha tingimuste suhtes, suhteliselt väike seemnekulu ja asjaolu, et võrdlemisi tagasihoidliku väetamisega võib saada arvestatava saagi. Peamine peitub aga tudraõli unikaalses koostises. Õlitutra on võimalik kasvatada maheviljeluse tingimustele vastavalt.

Külv. Õlitudra seeme on väga väike, mis eeldab väga head külvielset mullaharimist. Katsetes külvatud sordi `Ligena` 1000 seemne mass oli 1,25 grammi ja külvisenormiks arvestasime 4,5 kg/ha. Õlitutra võib külvata samal ajal kui põhilisi suviteravilju või isegi varem. Tuder tärkab üsna kiiresti ja konkureerib päris hästi üheaastaste seemneumbrohtudega.

Kuna tuder on ristõieline, siis **umbrohtõrjeks** sobivad rapsi herbitsiidid, näiteks Devrinol normiga 2,5 l/ha. Samas, maheviljeluse tingimustes ei pea kevadel tudra külvamisega eriti kiirustama, kuna tuder on ka meie tingimustes küllalt kiirekasvuline. Katsetes kulus tudra puhul külvist kuni koristuseni aega 100-105 päeva. Seega on tudra agrotehnikas palju tähtsamal kohal korralik külvieelne mullaharimine ja tärganud seemneumbrohtude hävitamine kui külviga kiirus-

tamine. Tuleb arvestada, et sügisel on saagist väga raske tudra seemnega samas suurusjärgus olevaid umbrohtude – näiteks maltsa – seemneid välja sorteerida.

Õlitudra **väetamisel** kasutati katsetes erinevaid väetisi ja väetamise variante. Võrreldi lämmastikväetise norme tasemetel N 60 kuni 120 kg/ha. Paljudel juhtudel saadi kõrgeim saak juba tasemel N₈₀. Õlitudra saagikus sõltus oluliselt ilmastikust. Tavaliselt jäi saagikus piirides 700-1200 kg/ha, kuid 2010. aastal saadi täiendava leheväetise kasutamisel üle 1,5 t/ha.

Iirimaal läbiviidud katsetes on tudra talivormide väetamisel tasemel N₁₂₅ saadud saagiks 2,5-3,2 t/ha. Väetamise planeerimisel tuleb kindlasti arvestada mulla lõimisega. Iirimaa katsetes liivmuldadel väetamise taseme tõstmine suurendas ka tudra saagikust, savimulla puhul saadi aga maksimaalne saak juba tasemel N₈₀.

Tudra **koristamisega** ei tohi hilineda – üleküpsenud seeme võib variseda. Seeme kuivatatakse 7-8 % niiskusesisalduseni ja saagi arvestused tehakse 9 % niiskuse juures.

Õlitudra väärtus ja kasutusala

Õlitudra kasvatamise peamine motivatsioon on **tudraõli** väga hea rasvhappeline koostis ja külmpressimisel saadud õli küllalt hea säilivus. Katsetes olnud sordi `Ligena` seemnetest külmpressimise meetodil saadud õli keemilisel analüüsimisel selgus, et kahe olulise polüküllastamata rasvhappe (linoolhappe, C18:2 ja linoleenhappe, C18:3) sisaldus kokku oli õlis üle 56%, seejuures oli linoleenhapet kaks korda rohkem, ehk vahekord 1:2. See annab väga hea võimaluse kasutada tudraõli erinevate dieetide läbiviimisel ja oomega-3 rasvhappe sisalduse suurendamiseks meie igapäevases toidus. Katsetes vastas külmpressimisel saadud tudraõli ka neljakuulise tavalises külmpkapis hoidmise järel kõikidele toiduõli parameetritele, mis lubab

soovitada kasutada tudraõli just toorsalatite valmistamisel. Võrreldes linaõliga on tudraõli maitse igati vastuvõetav toiduks kasutamisel. Järjest laieneb tendents kasutada tudraõli margariinitööstuses. Nii on näiteks Soomes õlitudra kasvupind juba üle 5000 ha ja saagikus umbes 1200 kg/ha. Soomes valmistatud margariinide rikastamisel polüküllastamata rasvhapetega on kindel roll just tudraõlil. Kolmandaks tudraõli kasutusvaldkonnaks nähakse ette nii Euroopas kui ka USA-s biodiisli tootmist. Õli selleks sobib ja naftahindade suure tõusu või erinevate poliitiliste kriiside korral on igal riigil ise võimalik katta suur osa oma mootorikütte vajadusest.

Õlitudra levikut on seni piiranud madal saagikus ja väga peen seeme, mis on omavahel seotud näitajad. Seemne väiksus on otseselt seotud ka õli väljatulekuga külmpressimisel. EMVI katsetes saadi tudra seemne pressimisel J. Rõõmusaare talus õli väljatulekuks vaid 20% seemne kaalust, tudra kook sisaldas 27,7% toorproteiini ja 25,5% toorrasva; glükosinolaatide sisaldus oli 4,3 µmol/g (EÜ norm lubab kuni 25 µmol).

Aretustöös orienteeruti peamiselt seemne 1000 seemne massi suurendamisele. Selles osas saavutati ka edu, kuid esialgu kaasnes sellega märgatav õlisisalduse langus seemnetes. USA-s Montana osariigis aretati oma sordid ja korraldati laiaulatuslikud võrdluskatsed Euroopast pärit sortidega. Üheks võrdluses olnud sordiks oli meilgi katses olnud saksa sort `Ligena`. Tähelepanu äratas nende palju parem õli väljatulek (30%) võrreldes meil saaduga.

Praktika seisukohalt võib märkimisväärseks hinnata seal korraldatud söötmiskatseid tudrakoogiga. Kook sisaldas 10-12% õli (sh. 5% oomega-3) ja seda võeti 15% munakanade, lüpskitsede ja nuumveiste ratsiooni. Katseloomadel mingeid tervisehäireid ei täheldatud. Loomakasvatussaaduste analüüsimisel selgus, et toodetes oli oluliselt suurenenud linoleenhappe ja γ-tokoferooli sisaldus.

Eesti Maaülikooli katsetes soovitatakse tudrakoogi kasutamise-ga piimalehmade söötmisel olla palju tagasihoidlikum kui rapsi- või linakoogiga. Põhjuseks asjaolu, et vatsas olevad bakterid hüdrokeenivad tudra rasvhappeid palju aeglasemalt ja piima analüüsil ilmnes rasva depressiooni iseloomustavate rasvhapete osatähtsuse suur tõus.

Õililina ja õlitudra tasuvus ja kasvatamise perspektiivid.

Õigeid aluseid õililina ja -tudra kasvatamise majandusliku tasu-vuse arvestamiseks Eestis praegu ei ole, kuna kasvupind on väga väike ja turg pole välja kujunenud. Arvestades, et ühe hektari õililina kasvatamisel tehtavad kulutused on ligikaudu samad, mis rapsil ja tudra puhul veidi madalamad, nende saak aga poole väiksem kui rapsil, siis peaks õililina ja tudra seemne kokkuostu hind olema kaks korda kõrgem kui rapsil. Õililina puhul on kasvuajast ja ilmastikust sõltuvuse tõttu kasvatamise riskid aga suuremad kui rapsil. Rapsi seemne hind on MATIF-I järgi 2011.a. talvel kõikunud vahemikus 480-500 € tonn, seega võiks nii õililina kui ka tudra seemne turuhinnaks arvestada 0,8-1,0 €/kg eest. Hinna kujundamisel peame arvestama seda, kui palju on viimasel ajal tõusnud diiselmootori, väetiste, kuivatamise ja transpordi kulud. Nii on näiteks rapsi 1 ha kasvatamisel Maamajanduse infokeskuse kattetulu arvestamisel võetud aluseks masinatööde maksumuseks ~305 €/ha ja koos muutuvkuludega ~613 €/ha.

Praegustes tingimustes võiks Eestis ette näha õililina ja tudra kasvatamise laiendamist väikese ja keskmise tootmismahuga ettevõtetes.

IV-2. Õililina kasvatamise kogemustest Mooste katsejaamas: õililina kasvatamise perspektiividest Eestis

Kalju Paalman

Õililina kasvatamise tasuvuse tõstmise abinõudest seniste kogemuste põhjal

Agrotehnikast.

Mooste katsejaamas on tähelepanu pööratud õililina sordiagrotehnikale ja tootearenduslikule tegevusele. Üldiselt enamik õililina sorte on meie ilmastikutingimustes kasvatatavad, vältida tuleb hiliseid sorte. Eripäraks on see, et õililina vajab valmimiseks efektiivsete temperatuuride summat üle 1200 °C (kiulina 900 °C). Selline temperatuuride summa koguneb tavaliselt septembri alguseks, harvem augusti lõpuks. Niiskuse vajadus on suurem vegetatsiooni alguses, hiljem pärast kiirkasvu perioodi talub ka põuda. Eelviljaks võib olla teravili. Külvieelne mullaharimine on umbes sama mis suvirapsile. Külvisenorm 400-600 idanevat tera m², heades tingimustes piisab ka 400 idanevat tera m².

Koos külviga tuleks anda kompleksväetist, sh kuni 80% lämmastikust. Kasutada tuleb optimaalseid väetisenorme, N 60-80 kg/ha tasakaalus PK-väetistega. Kasvu ajal on vaja jälgida taimede arengut. Kui kasvukuhik hakkab kuhtuma, siis on tegemist füsioloogilise stressiga. Selle tagajärjel hakkavad arenema hilisvõrsed, mis takistavad seemnete ühtlast valmimist, seemnete idanevus kannatab olulisel määral (langeb 20-30%). Sellisel juhul aitab juureväline väetamine tsink-sulfaadiga siis, kui linataimik on 2-4 cm kõrgusega. Kiirkasvu-perioodil (taimiku kõrgus 20-40 cm), kui linapõld või selle

osad on kahvaturhelised, võib anda pealtväetist, näiteks ammoniumsalpeetrina N 20-30 kg/ha.

Õlilina koristamisest.

Seda on võimalik teha teraviljakombainiga otse, kuid selleks peab seeme olema täisküps. Kui linavarred on rohelised, tekib koristamisega raskusi. Selle vältimiseks on Moostes testitud desikante Roundup ja Reglon. Nendega töödeldud põld ühtlustub kümne päeva jooksul ja on võimalik teraviljakombainiga koristada. Kuid Roundup'iga töötlemisel on seemnetesse jäänud glüfosaadi jäägid (0,7 mg/kg). Roundup'iga töödeldud seemneid ei ole õige tarvitada toidu otstarbeks, neid võib kasutada tehniliseks otstarbeks. Moostes on uuritud ka erinevaid koristustehnoloogiasid ja nende sobivust lina kasutusotstarbe seisukohalt. Kui lähtuda seemne saagikusest, siis koristades teraviljakombainiga 30-40 cm kõrguselt maapinnast saadi linaseemne saagikuseks 1,2-2,0 t/ha seemneid. Sellisel kõrgusel töötas kombain kõige täiuslikumalt ja koristuskaod olid väikesed. Koristusjärgselt linaseemned eelpuhastatakse ning kuivatatakse 9-11% niiskuseni ja seejärel puhastatakse täiendavalt vastavalt vajadusele. Arvestada võiks ka sellega, et ülevõlmimisega (üle kümne päeva pärast täisküpsust) hakkab vähenema seemnete kvaliteet. Linaseemned tumenevad, väheneb 1000 tera mass ja õlisisaldus seemnetes.

Õlilina kasvatamise kasumlikkusest ja seemnete kasutusvõimalustest.

Kattetulu (2007. a. andmeil) arvestades selgus, et linaseemnete müügihinna 7 kr/kg (0,45 €/kg) puhul tekib kasumlikkus alles saagikusest 1,5 ja 2,0 t/ha seemneid. Siis saab kattetulu vastavalt 2845 ja 5503 kr/ha (181,8 ja 351,7 €/ha). Mineraalväetiste ja kütuse hinna tõus vähendas tulu 1500-2000 kr/ha (96-128 €/ha). Selle katteks tuleks leida võimalusi realiseerida linaseemneid kõrgema hinnaga, näiteks 8 kr/kg (0,51 €/kg), mis on küllalt reaalne, arvestades linaseemnete nõudlusturul.

Ka uute kütuse- ja väetiste hindadega on maaviljelejal piisavalt reaalne saada õililina kasvatamisest puhastulu 3000-5000 kr/ha (192-320 €/ha). See eeldab saagikust 1,5-2,0 t/ha seemneid ja hästi toimivaid realiseerimislepinguid.

Nõudlus linaseemnesaaduste järele võiks olla suurem, seda nii toidu kui sööda otstarbeks kui ka tehnilistel eesmärkidel. Toidu seisukohalt on linaseemned hea polüküllastamatute rasvhapete, aminohapete ja kiudainete allikas. Tema ainulaadsus tuleneb lignaanide sisaldusest, need bioaktiivsed fütokemikaalid reguleerivad raku tasandil ainevahetust. See vähendab riske haigestuda vähkkasvajatesse ja südame-veresoonkonna haigustesse. Täiskasvanud inimene võiks päevas tarvitada 30-40 g linaseemnesaadusi, mis tasakaalustab toidus puudu olevaid polüküllastamata rasvhappeid, aminohappeid ja kiudaineid. Inimese igapäevase toidu tasakaalustamiseks võiks Eestis ise kasvatada 10-15 tuhat hektarit õililina.

Loomakasvatases on ammu teada linaseemnekeedise hea mõju vasikate kõhu korrastamisel. Kanade jõusöödale linaseemnekoogi ja -õli lisamisel suureneb kanamunades oomega-3 rasvhapete sisaldus 4-5 korda. Samalaadseid positiivseid tulemusi annab linasaaduste söötmine ka broilerite kasvatamisel.

Õililina kasvatamise olukorrast ja vajadustest.

Õililina kasvupind Eestis ei ole suurenenud, olles viimased kümme aastat alla 200 ha. Nii näiteks 2009. aastal külvati õililina PRIA andmetel 168,6 ha. Seejuures 10-13% külvipinnast jäi vihmase septembri- ja oktoobrikuu tõttu koristamata. Vähemvihmastel sügistel on õililina koristatud kuni detsembrikuuni. Hiline koristusvõimalus teeb õililina kasvatamise riskantseks ja sellepärast ei ole ta ka põllumeeste seas populaarne. Koristamise riske aitaks leevendada varane külv, kuid see ei osutu ka alati (10-15 % juhtudel) edukaks. Teine võimalus on hakata kasutama talisorte, mis võimaldavad õililina

koristada juba augusti alguses. Kahjuks ei ole Eestis talisorte veel katsetatud ja ei tea, kuidas nad meil talvituvad.

Teiselt poolt on õlilina seemnete järele tekkinud kasvav vajadus. Eelkõige sellepärast, et linaseeme annab ainulaadse õli, milles on üle 90% küllastumatu rasvhappeid ja 83% rasvhapetest on polüküllastumatu. Linaõli ainulaadsus tuleneb tema oomega-3 ja oomega-6 rasvhapete suhtest, mis on 3:1. Kõigis teistes taimsetes õlides on oomega-3 osatähtsus väiksem. Inimese igapäevases toidus oomega-3 ja oomega-6 suhe Eestis on 1:10-15; Euroopas 1:15-25 ja tööstustoidus 1:40. Tervislikuks peetakse oomega-3 ja oomega-6 suhet 1:3. Seega, igasugune linaseemnesaaduste lisamine inimtoidule viib oomega-3 ja omega-6 suhet tervislikult soovitatud piirile lähemale.

Samalaadselt inimtoiduga on oomega-3 rasvhapetest puudu ka loomasöödas. Sellest tulenevalt kasvab linaseemnete vajadus lisada seda loomasöödale, et toota tervisemune, tervisepiima ja tervisejuustu.

Samaaegselt on hakatud linaõli baasil tootma puidu- ja metallikaitse vahendeid, mis suurendab nõudlust linaseemnete järele veelgi.

Kokkuvõtteks.

Õlilina kasvatus Eesti ilmastikutingimustes on agrotehniliselt võimalik. Põllumees tuleb Eesti tingimustes toime, kui ta külvab õlilina kuni 20% külvipinnast ja külvab selle maha kohe esimese külvinädala jooksul. Kasutada tuleb optimaalseid väetisenorme, N 60-80 kg/ha tasakaalus PK-väetistega. Väga tähtsaks lisaväetiseks on $ZnSO_4$, mis kompenseerib külviajast tulenevaid võimalikke ebasoodsaid ilmastiku- ja mullastiku tingimusi. Optimaalsete tingimuste kokkusattumisel võib õlilina saagikuseks tootmispõllul olla 1,5-2,0 t/ha. Põldkatsetes on saadud saagikuseks kuni 3 t/ha.

Et vähendada sügise koristusriske, on mõistlik külvata kevadel varakult. Varajased külvid õnnestuvad suurema tõenäosusega. Mingi osa (kuni 30%) õililina külvipinnast võib külvata ka 10-14 päeva pärast massiliste külvitööde algust. Enamus õililina tuleks külvata külvitööde esimesel nädalal. Arvestada võiks ka sellega, et ülevalmimisega (üle kümne päeva pärast täisküpsust) hakkab vähenema seemnete kvaliteet – lina-seemned tumenevad, väheneb 1000 tera mass ja õlisisaldus seemnetes.

Kokkuvõte õililina kasvatamise võimalustest ja perspektiividest Eestis

Linakasvatusest ja ümbertöötlemisest on jäänud Eestis järele ainult õililinakasvatus. Õililina-seemne saadused (kook, jahu ja õli) annavad häid võimalusi selleks, et mitmekesistada looduslähedast toidu- ja söödatootmist. Linaõlist valmistatakse ka puidukaitsevahendeid.

Õililina kasvatamine aitab põllumehel mitmekesistada tootmist, parandada viljavaheldust, tegelda tootearendusega ja vähendada majandus-poliitilisi ning ka ilmastikust tulenevaid riske. Kuigi ka õililinakasvatus seostub ilmastikuriskidega, õnnestub see Eesti tingimustes 90%-liselt, samalaadselt suviteraviljadega. Samas kiulina ilmastikulist õnnestumist võib Eesti tingimustes loota 60%-liselt.

Võiks lähtuda arstide ja toitumisspetsialistide poolt välja öeldud soovituselt. Nimelt peaks täiskasvanud inimene igapäevaselt toiduga saama 20-30 g linaseemnesaadusi, et vältida enneaegset veresoonte lupjumist ja vähendada vähkkasvajate riske. See ühtlasi annaks eesti põllumehel võimaluse kasvatada vähemalt 12 000 ha õililina.

Teine võimalus on suurendada loomakasvatussaadustes polüküllastumatute rasvhapete sisaldust ja tasakaalustada oomega-3 ja oomega-6 suhet (peaks olema 1:1), mis praegu on väärastunult kõrge (1:7-15), tööstustoitudes 1:30.

Andes kanadele linaõli 2 g ja linakooki 4 g päevas suureneb kanamunades oomega-3 rasvhapete sisaldus 4-5 korda ning oomega-3 ja oomega-6 suhe on 1:3. Söötes loomade linakooki ja -õli (lüpsilehmadele 2 kg kooki päevas) saadakse piim, milles on suurenenud polüküllastumatute rasvhapete sisaldus ning oomega-3 ja oomega-6 suhe on 1:2. Kui sööta kas või viiendikule Eesti lüpsikarjast sellise soovitusel järgi linakooki, saaks õlilina kasvupinda umbes 10 000 ha.

Õlilina külvipind 20-22 tuhat ha on Eestis igati reaalne. See mitmekesistab 100-120 tuh. ha teravilja kogukülvipinnaga tegelevaid põllumehi. See võimaldab välja arendada linaõli tööstusliku tootmise, mis annab uusi töökohti Weroli rapsiõli-tööstuse suurusjärgus.

SUMMARY

Improving the food and feed quality of cereals, grain legumes and oil crops by implementing economically effective and environmentally sustainable agrotechnological methods

Main objectives of the project:

1. To improve the food quality and baking properties of cereals and thus to increase the supply of native food cereals in Estonia.
2. To increase the protein production of food and feed cereals.
3. To make the yielding ability of oilseed rape more stable and to improve the quality of seed yield.
4. To identify the possibilities for production of new protein-rich oil crops of high food value and for increasing their sowing area in Estonia.

During 2006-2010 numerous field and production trials with cereals, legumes, oilseed rape, oilseed flax and oilseed camelina in different regions of Estonia on various soils and in different weather conditions were conducted. To identify the effect of various measures on the quality indices of yields a lot of analytical tests were carried out.

The main conclusions of these investigations were as follows:

Our previous studies have shown that in the Estonian conditions winter wheat can suffer from sulphur deficiency, and that sulphur fertilization during the growing season enables to increase significantly the yields of wheat. But often with increasing yields the decrease of protein and wet gluten contents accompanied.

The results of field and production trials indicated that although sulphur fertilization reduced the contents of protein

and wet gluten in wheat grains, sulphur increased the biological value of proteins. The effect of sulphur differed in different years and places of growth. For example, the content of essential amino acids increased in the wheat yield in the production trial of 2006 as follows: cysteine – 28.3%, threonine – 23.6%, methionine – 18.6% and lysine – 13.0%. In the analyzed wheat samples from the field trial of 2007 the spraying with Sulfur F3000 increased the content of lysine 17.7%, cysteine 15.8% and methionine 10.6%.

The higher content of sulphur containing amino acids methionine and cysteine is in direct positive correlation with baking properties of wheat flour. Due to sulphur fertilization all major parameters of baking quality improved: stability and quality number of dough, loaf volume, round loaf's height to diameter ratio and porosity.

Thus, not only the protein and wet gluten contents are important parameters of baking quality, but also the quality of protein, including the proportion of sulphur-containing amino acids. Thus, in the production of bread-making wheat sulphur deficiency should be avoided as much as possible.

The wheat yields of high biological quality were obtained when the fertilizer rate was divided into three portions and the latest topdressing was given in flag leaf stage.

The results of several trials had shown that the use of special leaf fertilizers did not affect significantly on yielding ability and quality indices of wheat.

The growth of spring barley in the mixed sowings with pea resulted in higher protein content in grains than in pure sowings of barley. Depending on the weather and soil conditions the output of protein in pure barley sowings was on average 298 kg and in mixed sowings – 590 kg per hectare. The best varieties of pea for mixed sowings with barley were 'Clarissa' and 'Nitouche'. The variety 'Clarissa' had also the

best cookability, the seeds of this variety softened in cooking most than the seeds of other varieties.

In some trials the protein content of pea grains depended highly from fertilization, it was favoured with magnesium fertilizer.

Mixed sowings of barley and pea are suitable for farms that are involved in mixed production (plant and animal production). The mixed crop of barley and pea is an excellent protein rich feed that is locally produced. When fermented manure is applied to the pre-crop (e.g. winter grain) of barley-pea, there is no need to use mineral fertilizers at all. Thus, these mixed sowings are suitable for environmentally friendly and organic farming.

Some agrotechnical measures for better results of field bean growing and the suitability of some fungicides for the disease control against *Botrytis fabae* were investigated.

A stably high oilseed rape yield was obtained by use of balanced fertilization (use of complex fertilizers together with sowing of seed). In case of fertilization using only N fertilizer (N₁₂₀) the yield did stay in range of 600-1000 kg ha⁻¹. If use of fungicides is bypassed the seed yield may stay lower in average by 25%, in years with epiphytobia even by 50%.

The oil content of rape seed did significantly improve if the oilseed rape was fertilized with balanced complex fertilizers. Also after the foliar fertilization of rape plants showing distinctive marks of sulfur lack using the Bittersalz solution in dosage 40 kg ha⁻¹ did the oil content of rape seed significantly increase. When the oilseed rape was fertilized only with N (N₁₂₀) or PKS fertilizers the oil content of rape seed did significantly decrease.

According to the trial observations use of different herbicides and fungicides did not have any significant correlation with either increasing or decreasing of oil content in rape seed.

The average oil and protein content was influenced by the weather conditions of growth year. Between the oil and protein content a negative correlation was registered. In treatment fertilized only with N fertilizer (N_{120}) the oil content was low and also the protein content did stay below the average of trial or even below that. In case of sufficient fertilization the content of glycosinolates in oilseed rape seed was $\sim 10\text{-}12 \text{ mmol kg}^{-1}$. In a growth and ripening period with favorable weather conditions the chlorophyll content of rape seeds does stay inside the range of permitted norm (below 30 ppm in oil). The foliar fertilization may prolong the growth period by a few days and thus move also the harvest farther by some days.

The usage of sulphur containing fertilizers in the summer rapeseed production trials in Viljandi county increased the seed yields 23-32% and increased the oil content in seeds which amounted to 47.0%. The fertilization with sulphur allowed to become an extra income of 72–202 €per hectare.

The growing methods for the new protein-rich oil crops of high food value on trial and production fields in different climatic regions of Estonia were investigated.

In the present economic conditions the growing of oilseed flax and oilseed camelina does not yield a direct big monetary income. However, a proper fertilization and meeting other agrotechnical requirements allows obtain quite good yields and makes the production profitable. These crops are worth of growing also considering the requirements of healthy nutrition and in order to create basis for the production of so-called health products.

Taking into consideration to satisfy the needs of people and animals with healthy and high-value food and feed the sowing areas of oilseed flax may to spread in Estonia in the future to 20–22 thousand hectares.

Projekti teemade raames avaldatud publikatsioonid:

1. Adamson, A., Järvan, M. Väavli mõju talinisu saagistruktuuri elementidele ja saagikusele. – EMVI teadustööde kogumik, LXXI (71), Saku, 2006, lk 61-66.
2. Akk, E., Ilumäe, E., Hansson, A. Tugikultuuride mõju herne proteiinisaldusele. – EMVI teadustööde kogumik, LXXI (71), Saku, 2006, lk 67-70.
3. Ilumäe, E., Hansson, A., Kaarli, K. Väavlipuuduse vähendamine ja selle vältimise võimalused suvirapsil. – EMVI teadustööde kogumik, LXXI (71), Saku, 2006, lk. 109-114.
4. Järvan, M., Akk, A., Lukme, L. Väavli mõju talinisu saagile ja toidukvaliteedile. – Teraviljafoorum 2006, lk 10-12.
5. Järvan, M. Väävel toidunisu kvaliteedi mõjutajana. – EMVI infoleht nr 187/2006, 4 lk.
6. Järvan, M. Lehekaudsest väetamisest. – EMVI infoleht nr 188/2006, 4 lk.
7. Järvan, M., Lukme, L., Akk, A. Väavli mõju talinisu proteiini bioloogilisele kvaliteedile ja küpsetusomadustele. – EMVI teadustööde kogumik, LXXI (71), Saku, 2006, lk 123-128.
8. Järvan, M., Akk, A., Lukme, L. Väavli mõju talinisu saagile ja toidukvaliteedile. – Eesti Põllumees, september 2006, lk 16-17.
9. Järvan, M. Väävel on tähtis element. – Maamajandus, november 2006, lk 10-12.
10. Järvan, M., Edesi, L., Kuuskla, M. Suvinisu magneesiumsulfaadiga väetamise tulemustest. – Teadustööde kogumik. Agronoomia 2006, lk 52-55.

11. Akk, E., Ilumäe, E., Hansson, A. Quality of seeds produced in pure and mixed crops of barley (*Hordeum vulgare*) and field pea (*Pisum sativum*). – NJF Report, Vol.3, Nr 2, 2007, pp.357-358.
12. Edesi, L., Adamson, A., Järvan, M. The effect of sulphur fertilizer on winter wheat yield. – NJF Report, Vol.3, Nr 2, 2007, pp. 355-356.
13. Akk, E., Ilumäe, E., Hansson, A. Põldherne ja odra segavilja kasvatamise agrotehnika. – Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele. Saku, 2007, lk 29-32.
14. Ilumäe, E., Hansson, A., Akk, E. Uued – 'unustatud vanad' – põllukultuurid: õililina, õlituder ja valge sinep. – Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele. Saku, 2007, lk 49-54.
15. Ilumäe, E., Hansson, A., Akk, E. Põllukultuurid teraviljakasvatuse täiendajana: hernes, uba, õlituder, õililina, köömen. – Teraviljafoorum 2007, lk 39-41.
16. Järvan, M., Adamson, A., Edesi, L. Talinisu väetamisest lämmastiku ja väävliga. – Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele. Saku, 2007, lk 9-13.
17. Järvan, M., Adamson, A., Edesi, L. Väävliga väetamise mõju talinisu proteiini kvaliteedile ja küpsetusomadustele. – Agronoomia 2007, lk 25-28.
18. Järvan, M., Kuuskla, M., Lukme, L., Akk, A. Mõnede väetiste lehekaudsest toimest suvinisule. – Agronoomia 2007, lk 29-32.
19. Järvan, M., Kuuskla, M., Edesi, L. Teraviljade lehekaudse väetamise tulemustest EMVI katsetes. – Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele. Saku, 2007, lk 18-20.

20. Järvan, M. Põllukultuuride lehekaudsest väetamisest. – Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele. Saku, 2007, lk 14-17.
21. Lukme, L. Millisest niusordist saab head saia. – Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele. Saku, 2007, lk 25-28.
22. Lukme, L., Akk, A. Nisu küpsetusparameetrid ja sortide võrdlus küpsetuskatsete põhjal. – *Agronoomia* 2007, lk 41-44.
23. Järvan, M., Edesi, L., Adamson, A., Lukme, L., Akk A. The effect of sulphur fertilization on yield, quality of protein and baking properties of winter wheat. – *Agronomy Research*, 2008, No 2, pp. 259-269.
24. Akk, E. Hernesaak sõltub agrotehnikast. – *Maamajandus*, november 2008, lk 26-27.
25. Ilumäe, E. Rapsikasvatuse ohud. – *Maamajandus*, august 2008, lk 12-13.
26. Järvan, M. Väävel taimede toitumises. 2008, Saku, Rebellis. 92 lk.
27. Järvan, M. Talinisu vajab väävlit. – *Eesti Talu*, 2008, nr 4 (22), lk 6.
28. Järvan, M., Edesi, L., Adamson, A., Akk, E. The effect of N-fertilization on winter wheat depending on the status of S-uptake. – Proceedings of the 16th Nitrogen Workshop, 28.06-01.07. 2009, Torino, Italy, pp.337...338.
29. Ilumäe, E., Akk, E., Hansson, A., Kistanje, V. Changes the content of organic matter in soil during the whole cycle of crop rotation. – *Agronomy Research*, Vol. 7, Special Issue 1, 2009, pp. 263...268.
30. Ilumäe, E., Kistanje, V., Hansson, A. Valgemädaniku (*Sclerotinia sclerotiorum*) mõju suvirapsi saagikusele

- I-taimekaitse katsetes 2007-2008. a. – Agronoomia 2009, lk. 198...203.
31. Järvan, M., Edesi, L., Adamson, A. Väävliga väetamise mõju talinisu saagikusele, proteiini kvaliteedile ja küpsetusomadustele. – Agraarteadus, nr 2, 2009, lk 8-15.
 32. Järvan, M. On aeg mõelda kevadele. – ETKL info- ja nõuandeleht Eesti Talu, veebruar 2009, lk. 3...4.
 33. Järvan, M., Adamson, A. Milline oli tänavune saagi-aasta? – Eesti Talu, oktoober 2009, lk. 3.
 34. Järvan, M. Nitraadid taimekasvatustoodangus. – Saku 2009, AS Rebellis. 124 lk.
 35. Järvan, M. Väetamata põld ei anna tulusat saaki. – Messileht, 15. aprill 2010
 36. Järvan, M., Järvan, U. Muldade lupjamine. – AS Rebellis, Saku 2010. 116 lk.
 37. Adamson, A., Järvan, M., Edesi, L. Suvirapsi tootmis-katsete tulemustest. – Agronoomia 2011, lk. 61-66.
 38. Järvan, M., Adamson, A., Edesi, L., Kuuskla, M. Lehevätiste mõju talinisu saagikusele ja kvaliteedile. - Agronoomia 2011, lk. 79-86.
 39. Akk, E., Ilumäe, E., Järvan, M. Fungitsiidide Folicur EW 250 ja Amistar Xtra SC mõju põldoa šokolaadi-laiksusele (*Botrytis fabae*). – Agronoomia 2011, lk. 149-152.