



**Taimikasvatuse areng
2007–2011
ja
valdkonna
rakendusuringud**

**Taimakasvatuse areng
2007–2011
ja
valdkonna
rakendusuringud**



Maaelu Arengu Euroopa
Põllumajandusfond:
Euroopa Investeeringud
maapiirkondadesse

Trükis tutvustab viimaste aastate taimekasvatuse alaseid rakendusüraeringuid ning annab ülevaate taimekasvatusektoris toimunud muutustest aastatel 2007–2011.

Trükises toodud materjalide kasutamisel palume viidata allikale.

Koostanud Põllumajandusministeerium

Kujundanud Hele Hanson-Penu / Ecoprint AS

Kaanefoto Ülle Puusta

Trükkinud Ecoprint AS

Välja andnud Põllumajandusministeerium

ISBN 978–9949–462–55–1 (trükis)

ISBN 978–9949–462–56–8 (võrguväljaanne)

Tallinn 2012



Sisukord

1. Põllumajandussektori ülevaade aastatel 2007–2011	5
1.1. Põllumajandustootjate struktuur	5
1.2. Põllumajandussektori majandustulemused EAA metoodika alusel	6
1.3. Põllumajandustoodangu struktuur	7
1.4. Põllumajandussaaduste tootjahinnaindeks ja tootmisvahendite ostuhinnaindeks	8
1.5. Toetused põllumajandusele ja maamajandusele	9
1.6. Põllumajandustootjate majandustulemused FADN andmete põhjal	10
2. Taimekasvatuse areng aastatel 2007–2011	11
3. Otsetoetused ja täiendavad otsetoetused taimekasvatusele 2007–2011	14
4. Eesti maaelu arengukava 2007–2013 toetused	17
4.1. Taimekasvatuse arendamiseks suunatud „Eesti maaelu arengukava 2007–2013” I telje meetmed	17
4.2. Taimekasvatuse arendamiseks suunatud „Eesti maaelu arengukava 2007–2013” II telje meetmed	20
5. Põllumajandustoetuste keskkonnavalane seire ja hindamine	22
5.1. Põllumajandustoetuste keskkonnavalane seire ja hindamine Eestis	22
5.2. Eesti muldade seisund	23
5.3. Mesilaselaadsed ja põllulinnud	25
6. Rakendusuringud	28
6.1. Tera- ja kaunviljade ning õlikultuuride toidu- ja söödakvaliteedi parandamise võimaluste selgitamine, rakendades majanduslikult efektiivseid ning keskkonnasäästlikke agrotehnilisi meetmeid	29
6.2. Vedelsõnniku kasutamine rohumaade ja põllukultuuride väetisena ning mõju keskkonnale ja saagi kvaliteedile	43

- 6.3. Mullaharimise intensiivsuse mõju vedelsõnnikuga väetatud _____ 60
põllukultuuride saagile ja kvaliteedile ning mulla seisundile
- 6.4. Kas viljelusvõistluse saagikus on saavutatav kogu Eestis? _____ 69
- 6.5. Mineraal- ja orgaaniliste väetiste lühi- ja pikaajalised mõjud _____ 73
suviteraviljadele ning mullale
- 6.6. Tera- ja kaunviljade ning õlikultuuride sordi- ja säilitusaretus ning ____ 79
nendega seonduvad sordiaigretehnik ja seemnekasvatuse alased
rakendusauuringud (2003–2008)



1. Põllumajandussektori ülevaade aastatel 2007–2011

Urve Valdmaa, Kristel Bankier

Põllumajandusministeeriumi põllumajanduse tulupoliitika büroo

Põllumajanduse osatähtsus kõigi Eesti majandustegevusalade loodud lisandväärtuses kokku oli 2007. aastal 2,1%, kuid vähenes 2008. ja 2009. aastal 1,6%-ni. 2011. aasta esialgsete andmete kohaselt aga suurenes taas 2,2%-ni. Põllumajanduse tööhõive oli viimase viie aasta madalaimal tasemel 2008. aastal (2,6%) ning kõrgeimal tasemel 2011. aastal (3,3%).

Põllumajanduse keskmine brutokuupalk on viimasel neljal aastal (2011. aasta andmed ei ole veel avaldatud) püsivalt moodustanud vähemalt $\frac{3}{4}$ tegevusalade keskmisest palgast. See näitab põllumajanduse suutlikkust konkureerida teiste tegevusaladega.

Tabel 1. Põllumajanduse osatähtsus lisandväärtuses ja tööhõives, 2007–2011

Näitaja	2007	2008	2009	2010	2011
Põllumajanduse ja jahinduse lisandväärtus jooksevhindades (miljonit eurot)	298	228	191	229	300
Osatähtsus kogu lisandväärtuses (%)	2,1	1,6	1,6	1,8	2,2
Hõivatud põllumajanduses ja jahinduses (tuhat inimest)	20,4	17,2	17,4	17,2	19,4
Osatähtsus kogu tööhõives (%)	3,1	2,6	2,9	3,0	3,3
Keskmine brutokuupalk põllumajanduses (eurot)	550	635	636	657	*
Osatähtsus tegevusalade keskmisest palgast (%)	75,9	77,0	76,1	78,2	

Allikas: Statistikaamet (SA), * – avaldatakse juulis 2012

1.1. Põllumajandustootjate struktuur

2010. aasta põllumajandusloenduse andmetel oli Eestis 19 613 põllumajanduslikku majapidamist, kus kasutati vähemalt 1 ha põllumajandusmaad või kus toodeti põllumajandussaadusi peamiselt müügiks. 5% põllumajanduslikest majapidamistest andis kolmveerandi kogu riigi põllumajandustoodangust. Ligi 900 suurmajapidamise valduses (majanduslik suurusklass üle 100 000 euro) oli üle poole (55%) põllumajandusmaast ja 83% loomakasvatusest (lähtudes loomühikutest, lü). Suurmajapidamistes jätkus 2010. aastal tööd 11 000 täiskohaga töötajale ning ühe inimaasta kohta toodeti põllumajandussaadusi ca 41 000 euro väärtuses.

2007. aastal oli põllumajanduslike majapidamisi 23 257 ning seega vähenes nende arv kolme aasta jooksul 16%.



Väikesi, alla 10-hektarilisi majapidamisi oli 2010. aastal 10 687 ehk 55% majapidamiste koguarvust ning üle 100 hektari põllumajandusmaaga majapidamisi oli 1724 ehk 9% majapidamiste koguarvust. Kuni 10 ha suuruse maakasutustega majapidamiste keskmine suurus oli 4,3 ha. Üle 100 ha suurusega majapidamiste keskmine suurus oli 400 ha. Seega toimub Eestis suhteliselt kiire põllumajandusliku tootmise koondumine suurematesse majapidamistesse.

1.2. Põllumajandussektori majandustulemused EAA meetodika alusel

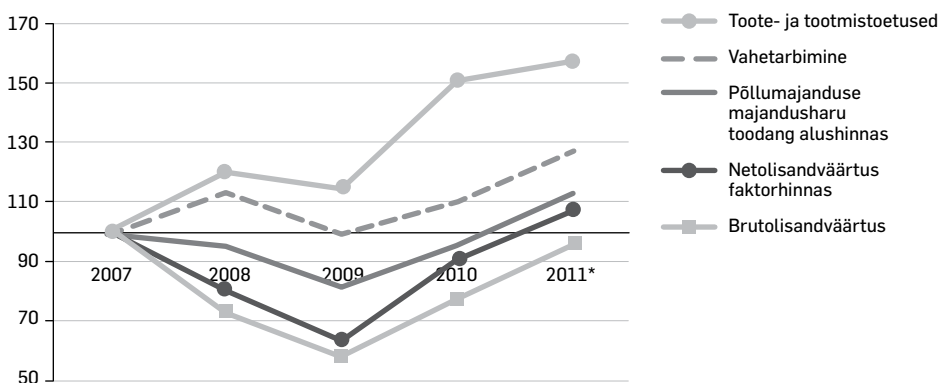
Põllumajandussektori makromajandustulemusi hinnatakse põllumajanduse majandusarvestuse (*Economic Accounts for Agriculture – EAA*) meetodika alusel. Majandustulemuste hindamiseks kasutatav näitaja on netolisandväärtus faktorhinnas. See näitaja arvestab tootmisprotsessis loodud lisandväärtust, millest on maha arvatud kulum ja juurde lisatud tootmistoetused.

Kuni 2007. aastani toimus Eestis põllumajandussektori majandustulemuste kiire kasv, millele järgnes 2008. ja 2009. aastal järsk langus ning 2010. aastal taastumine (joonis 1). 2011. aastal tõus jätkus ning põllumajandussektori majandustulemused saavutasid aastate kõrgeima taseme.

2007. aastal suurenes netolisandväärtus faktorhinnas taimekasvatustoodangu suurenemise ja põllumajandustoodete tootjahindade tõusu (13%) tõttu enam kui kolmandiku võrra. Põllumajandustoodete hind tõusis enam kui tootmiseks kasutatud sisendite hind (keskmiselt 12%). Selle tulemusel saavutati kogu Euroopa Liiduga (EL) liitumisjärgse perioodi tulukusnäitajate kõrgeim tase.

2008. aastal alanud ülemaailmne majanduskriis mõjutas põllumajandustoodete hindu, mis langesid keskmiselt 7%, samal ajal kerkisid sisendite hinnad keskmiselt 13%. Ebasoodsatele hindadele lisandusid veel ka kehvad ilmastikutingimused koristusperioodil.

Joonis 1. Põllumajanduse majandusharu toodangu (alushinnas), vahetarbimine, brutolisandväärtuse, toote- ja tootmistoetuste, tootmisteguritulu faktorhinnas muutus, 2007–2011 (2007 = 100)



Allikas: SA, Põllumajandusministeerium (PM); * – esialgne hinnang (31.01.2012)



2009. aastal süvenes majanduskriis, mis mõjutas Eestis eriti tugevalt piimasektorit. Põllumajandustoodete hinnalangus jätkus (-15%), kuid ka sisendite hinnad langesid (-7%).

Põllumajandussektori majanduslik olukord paranes 2010. aastal. Ilmastikutingimused vähendasid küll taimekasvatussaaduste toodangu mahtu 5%, kuid II poolaasta hinnatõus suurendas toodangu väärtust. Samuti taastus piimasektoris piima kokkuostuhinna 32% tõusu tulemusel sissetulekute tase peaaegu 2008. aasta tasemeni.

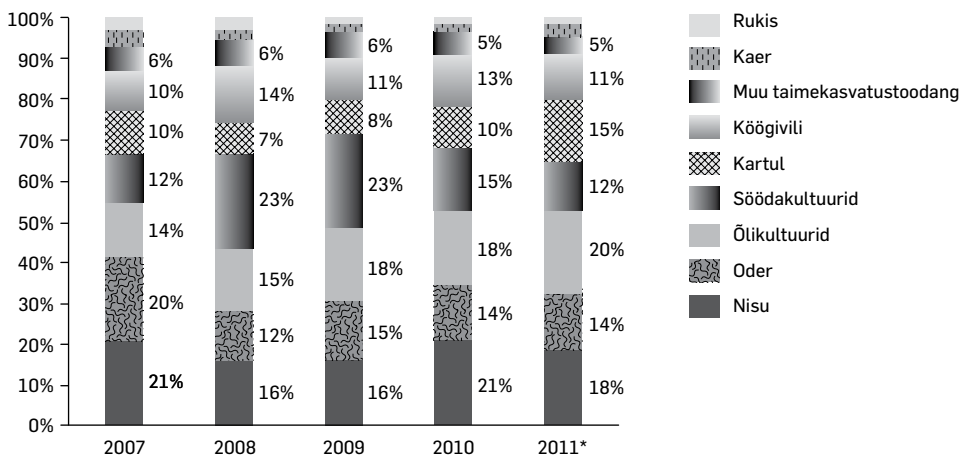
2011. aasta oli taimekasvatusele soodne. Teraviljatoodangu maht suurenes 14%, samuti kasvasid toodangu kokkuostuhinnad. Jätkus piima kokkuostuhinna tõus ja piimatoodang suurenes. 2011. aastal suurenesid ka toote- ja tootmistoetused. Samal ajal tõusid ka kõikide tootmissisendite hinnad.

1.3. Põllumajandustoodangu struktuur

Läbi aegade on Eesti põllumajanduse kõige olulisem toodang olnud piim, mis ka peale ELiga liitumist on moodustanud kogu põllumajandustoodangust kolmandiku. Piimatootmine ja teraviljakasvatuse kokku moodustavad Eesti põllumajandustoodangust suurima osa. Nii taime- kui loomakasvatustoodangu struktuuris aastatel 2007–2011 olulisi muutusi ei toimunud.

Taimekasvatuses on aastate 2007–2011 jooksul järjest vähenenud söödakultuuride osatähtsus. Teraviljadest on tõusnud nisu ja langenud odra osatähtsus. Enim on suurenenud õlikultuuride osatähtsus.

Joonis 2. Taimekasvatustoodangu väärtuse struktuur, 2007–2011

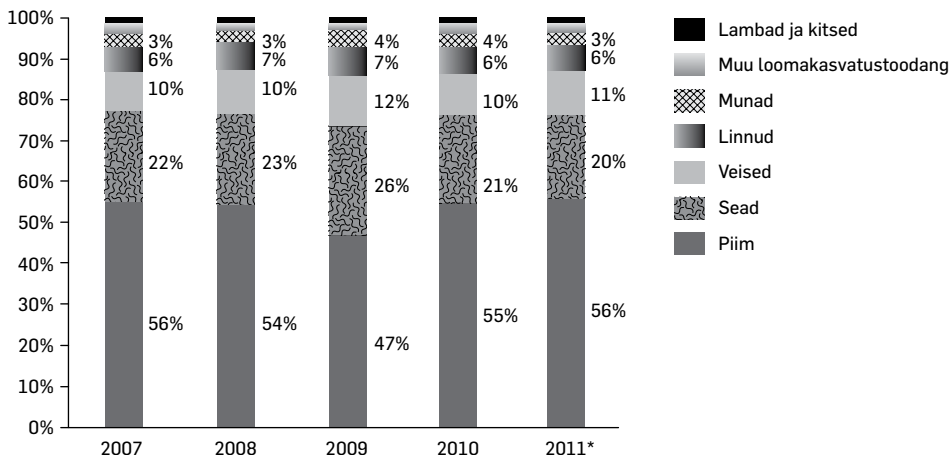


Allikas: SA, PM; * – esialgne hinnang (31.01.2012)

Loomakasvatustoodangu struktuur on jäänud aastate lõikes üsna muutumatuks. Toorpiima väärtus moodustas aastatel 2007–2008 üle poole loomakasvatustoodangu väärtusest, vaid 2009. aastal jäi osatähtsus 47% tasemele, kuid alates 2010. aastast on varasem osatähtsus taastunud.



Joonis 3. Loomakasvatustoodangu väärtuse struktuur, 2007–2011

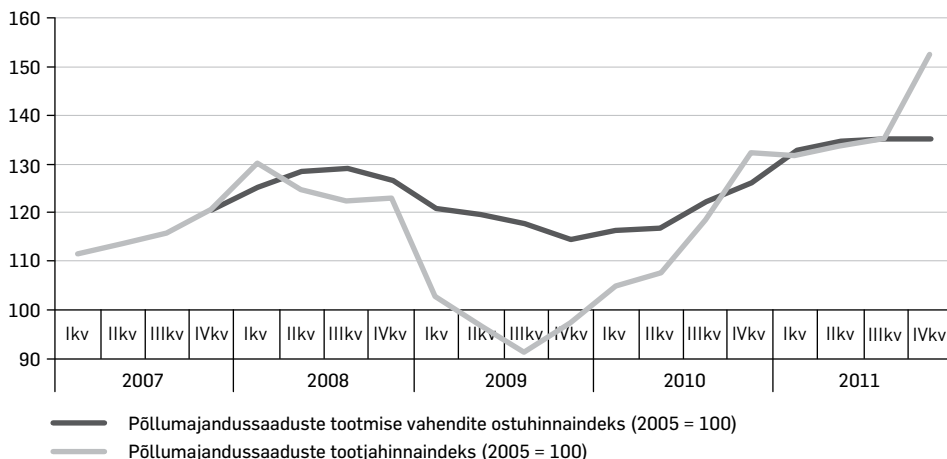


Allikas: SA, PM; * – esialgne hinnang (31.01.2012)

1.4. Põllumajandussaaduste tootjahinnaindeks ja tootmisvahendite ostuhinnaindeks

Põllumajandustoodangu väärtuse kujunemisel on üheks määravaks teguriks tootjahind ja vahetarbimise väärtuse kujunemisel tootmisvahendite ostuhind. Tootjahinnaindeksi ja tootmisvahendite ostuhinnaindeksi arvutamisel on baasaastaks 2005. aasta.

Joonis 4. Põllumajandussaaduste tootjahinnaindeksi ja tootmisvahendite ostuhinnaindeksi muutus, 2007–2011 (2005 = 100)



Allikas: SA, PM

Aastatel 2007–2010 oli põllumajandussaaduste tootjahindade varieeruvus oluliselt suurem kui tootmisvahendite ostuhindadel. Võrreldes baasaastaga saavutasid tootjahinnad maksimumi 2011.



aasta viimases kvartalis ja miinimumi 2009. aasta III kvartalis. Tootmisvahendite ostuhinnad on olnud stabiilsemad ja kõrgematel tasemetel kui tootjahinnad. Põllumajandussaaduste tootjahinnad tõusid võrreldes baasaastaga 2011. aasta lõpuks 52% ja kasutatud sisendite hinnad 35% (joonis 4). Tootmisvahendite ostuhinnaindeks ületas perioodi jooksul enamuses kvartalitest tootjahinnaindeksit ja see avaldab mõju lisandväärtuse kujunemisele ehk lisandväärtuse taseme säilitamiseks on vajalik sisendite kasutamise efektiivsust suurendada.

1.5. Toetused põllumajandusele ja maamajandusele

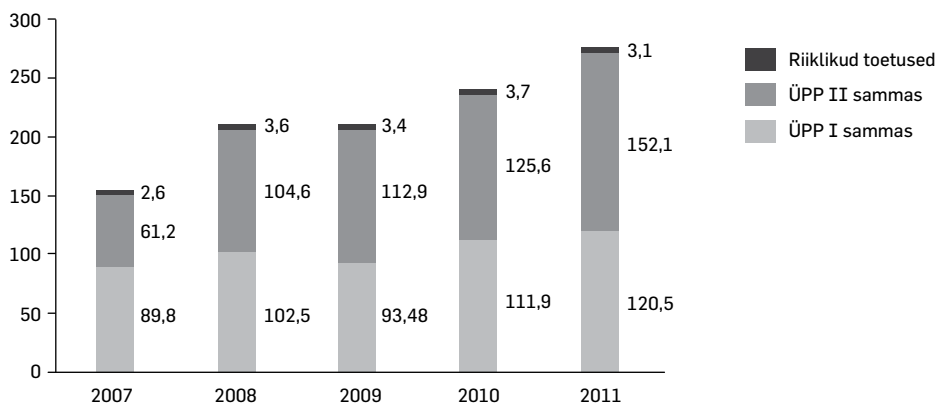
Eestis on alates ELiga liitumisest 2004. aasta mais rakendatud ELi ühist põllumajanduspoliitikat (ÜPP), mille I samba raames rakendatakse turukorraldusmeetmeid ja otsetoetusi. Eestis on otsetoetuste puhul rakendatud ühtse pindalatoetuse skeemi (*Single Area Payment Scheme – SAPS*), mille puhul ELi eelarvevahenditest eraldatav otsetoetuste kogusumma jagatakse taotlemise aastal heades põllumajandus- ja keskkonnaningimustes olevate toetusõiguslike põllumajandusmaa hektarite arvuga. ELi vahenditest makstav otsetoetuste tase on arvatavalt vastavalt 30. aprillil 2004. aastal ELis kehtinud toetustele ja liikmesriigile määratud toetusõigustele ning see summa suureneb aasta-aastalt, jõudes 2013. aastal 100%-ni. Lisaks makstakse Eesti riigieelarve vahenditest täiendavaid otsetoetusi, mis alates 2007. aastast on olulises osas tootmiskohustusest lahti seotud. Tootmisest lahiseotud täiendavate otsetoetuste eesmärgiks on tootjate sissetuleku säilitamine ja turunõudlusest lähtuvate tootmisotsuste tegemisele kaasaaitamine.

ÜPP II samba raames toetatakse maaelu arengut. Alates 2007. aastast rakendatakse maaelu arengutoetusi läbi Eesti maaelu arengukava 2007–2013. Maaelu arengukava I telg on suunatud põllumajandus- ja metsandussektori konkurentsivõime parandamisele, II telg keskkonna ja paikkonna parandamisele ning III telg maapiirkondade elukvaliteedi ja maamajanduse mitmekesistamisele. IV telg ehk LEADER („*Liaison entre actions de développement rural*”) on suunatud kohalike tegevusgruppide toetamisele.

Siseriiklikult rakendatakse põllumajandustootjate asendustoetust, praktikatoetust, kindlustustoetust, turuarendustoetust, tõuaretustoetust.

Põllumajandusele ja maamajandusele suunatud toetuste kogusumma on suurenenud 2007. aasta 154 miljonilt eurolt 2011. aastaks esialgsel andmel 276 miljoni euroni ehk 1,8 korda.

Joonis 5. ÜPP I ja II samba ning riiklike toetuste jaotus, 2007–2011 (miljonit eurot)



Allikas: PM



1.6. Põllumajandustootjate majandustulemused FADN andmete põhjal

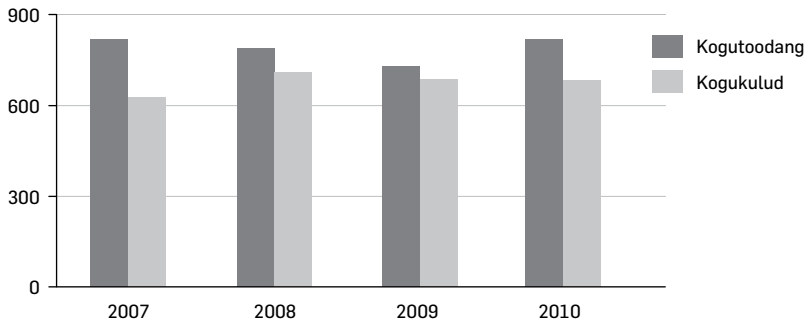
Alates 2010. aruandeaastast on põllumajanduslike majapidamiste liigituses ettevõtte tootmistüübi ja majandusliku suuruse määramisel aluseks standardkogutoodangu väärtus eurodes. Põllumajandusliku raamatupidamise andmebaasi (FADN) üldkogumisse kuuluva põllumajandustootja majandusliku suuruse alampiiriks on Eestis kehtestatud 4000 eurot. 2007. aastal läbiviidud struktuuriuuringu järgi oli Statistikaameti (SA) andmetel Eestis selliseid majapidamisi, millised moodustavad ka FADNi üldkogumi, 8526. Tootmistüüpide järgi jaotusid põllumajandustootjad järgmiselt: 27,6% taimekasvatus, 3,5% aiandus, 0,3% püsiluhtuurid, 22,9% piimatootmine, 23,0% loomakasvatus, 1,7% sea- ja linnukasvatus ning 21,0% segatootmine. Valimiplaani suuruseks on 658 põllumajandustootjat.

Kogutoodangut (sh toetused, v.a investeeringutoetus) saadi 2010. aastal 814 eurot põllumajandusmaa ha kohta, mis on 87 eurot ehk 12% rohkem kui 2009. aastal, kuid 1 euro vähem kui 2007. aastal (joonis 6).

Toetuste osakaal kogutoodangus on aasta-aastalt suurenenud ning oli 2010. aastal 23,6% (2007. aastal 18,7%).

Kogukulud olid 2010. aastal 683 eurot ha kohta, mis on 7 euro võrra ehk 1% väiksemad kui 2009. aastal, kuid 57 eurot ehk 9% suuremad kui 2007. aastal. Investeeringuteks ja tootmise arendamiseks jäi 2010. aastal 130 eurot ha kohta.

Joonis 6. Kogutoodang ja -kulud põllumajandusmaa ha kohta, 2007–2010 (eurot)



Allikas: Maamajanduse Infokeskus (MMIK)

Kui hinnata põllumajandustootjate majandustulemusi netolisandväärtuse alusel tööjõuühiku kohta, siis oli see 2010. aastal 13 274 eurot tööjõu aastaühiku (tööjõuühik) kohta. Võrreldes 2007. aastaga on netolisandväärtus tööjõuühiku kohta 0,9% vähenenud, kuid võrreldes 2009. aastaga on näitaja suurenenud 64,9%.

Tootmistüüpide lõikes on olukord erinev: netolisandväärtus tööjõuühiku kohta oli taimekasvatuse tootmistüübis 19 957 eurot (2009. aastal 8000 eurot), piimatootmise tootmistüübis 14 209 eurot (2009. aastal 7981 eurot), loomakasvatuse tootmistüübis 8896 eurot (2009. aastal 7014 eurot), sea- ja linnukasvatuse tootmistüübis 13 919 eurot (2009. aastal 13 086 eurot) ning segatootmise tüübis 8728 eurot (2009. aastal 7005 eurot).



2. Taimekasvatuse areng aastatel 2007–2011

Kadri Rand

Põllumajandusministeeriumi taimekasvatussaaduste büroo

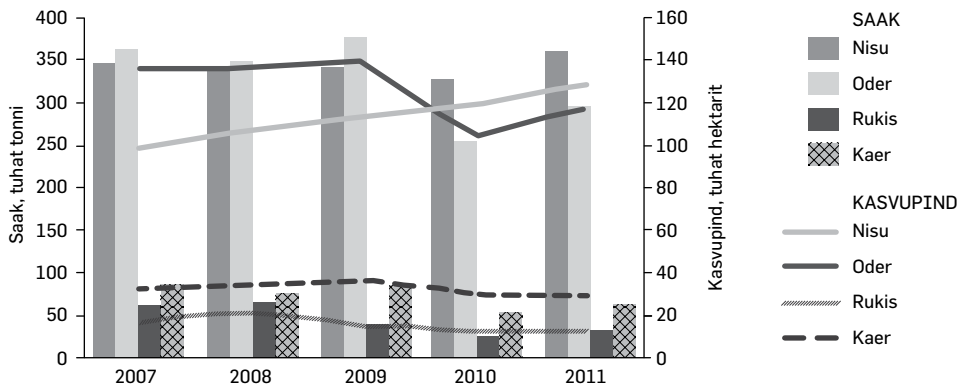
2011. aastal oli Eestis põllukultuuride kasvupind SA esialgsetel andmetel kokku 585,5 tuhat hektarit, mis on 16,5 tuhande hektari võrra ehk 2,7% väiksem kui 2010. aastal, kuid 2007. aasta kasvupinnaga (579,6 tuhat ha) võrreldes 1,0% suurem. Viimase viie aasta jooksul on põllukultuuride kasvupind püsinud vahemikus 560–600 tuhat hektarit.

Teravilja kasvupind oli 2011. aastal 297,2 tuhat hektarit, mis on 8,0% rohkem kui 2010. aastal, kuid 2009. aastaga võrreldes on kasvupind 6,1% vähenenud. Kaunvilja pind on viimase aastaga suurenenud 17,8% ning võrreldes 2007. aastaga koguni 50,9%. Tehniliste kultuuride (eelkõige rapsi) pind vähenes võrreldes 2010. aastaga 9,4%, kuid suurenes 20,5% võrreldes 2007. aastaga. Kartuli kasvupind on viimasel kolmel aastal püsinud ühtlaselt ca 9,3 tuhat hektarit, kuid 2007. aastaga võrreldes on vähenenud 16,2%. Loodusliku rohumaa pind on võrreldes 2007. aastaga vähenenud 24,5%. Avamaaköögivilja, söödajuurvilja, üheaastaste ja mitmeaastaste söödakultuuride kasvupind on püsinud võrdlemisi samana.

2011. aasta teravilja kogusaagiks saadi 771,9 tuhat tonni ning keskmiseks saagikuseks kujunes 2597 kg/ha. Teravilja kogusaak suurenes 2010. aastaga võrreldes 13,8% ning saagikus suurenes 5,4%. Samas 2007. aastal oli teravilja kogutoodang 879,5 tuhat tonni ja saagikus 3009 kg/ha, mis on 13,7% suurem 2011. aastaga võrreldes.

Kultuuri on **nisu** kasvupind aasta-aastalt suurenenud. 2011. aastal võrreldes 2007. aastaga oli see 29,1% võrra suurem. Samal ajal suurenes kogusaak 4,2% (joonis 7). **Odra** pind on vähenenud 2007. aastaga võrreldes 13,2%. Kui aastatel 2007–2009 koristati otra nisust rohkem, siis 2010. ja 2011. aastal ületas nisu toodang odra tootmist vastavalt 73 tuhande ja 66 tuhande tonni võrra. **Rukki** kasvupind Eestis on vähenenud 2007. aastaga võrreldes

Joonis 7. Teravilja saak ja kasvupind, 2007–2011



Allikas: SA, PM



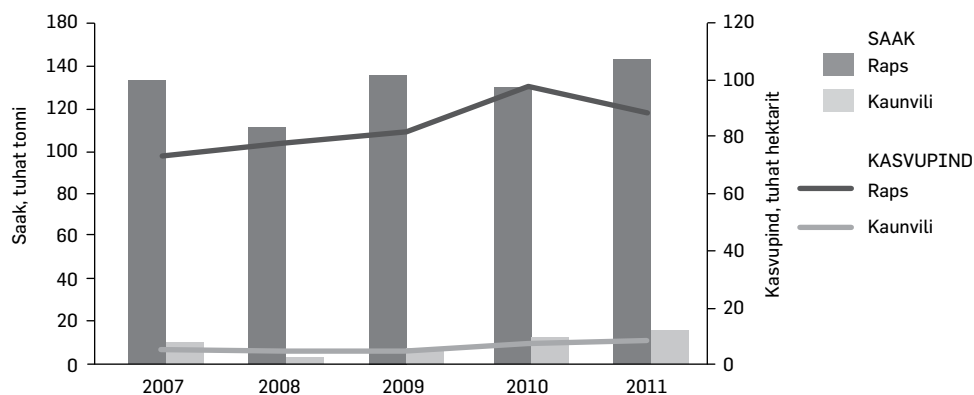
20,8% ning kogusaak 49,3%. **Kaera** kasvupind on püsinud stabiilsena umbes 30 tuhande hektari piires, kogusaak on võrreldes 2007. aastaga vähenenud 26,8%.

Eesti siseturu vajadus teravilja ja teraviljasaaduste osas 2010/2011. turustusaastal oli 645,6 tuhat tonni ehk 11,3% vähem kui eelneval aastal ja 12,3% vähem kui 2007. aastal. Selle hulka kuulub tarbimine loomasöödana (68,1%), toiduna (16,8%), seemneviljana (10,5%) ning tööstuslik tarbimine (4,2%). Jätkuvalt toodetakse Eestis teravilja rohkem, kui tarbitakse ning 2010/2011. saagiaastal oli isevarustatuse tase 105,1%. Tritikale kasvupind oli 2011. aastal 4,5 tuhat hektarit ehk samal tasemel, mis 2007. aastal. Erandiks oli 2009. aasta, kui tritikale kasvupind oli 8,0 tuhat hektarit.

Rapsi kasvupind oli 2011. aastal 89,1 tuhat hektarit, mis on 21,1% suurem kui 2007. aastal, kogusaagiks saadi 143,6 tuhat tonni, mis on võrreldes 2007. aastaga 7,7% rohkem. Rapsi hind on võrreldes teravilja hinnaga olnud oluliselt kõrgem ning see on mõjutanud rapsi kasvupinna suurenemist. Tuleb arvestada aga asjaoluga, et raps on nõudlikum kultuur mullaviljakuse suhtes ning ka kulutused hektari kohta on suuremad kui teraviljadel. Kasvupindade suurenemisele on kindlasti avaldanud mõju ka biodiisli kasutamise suurenemine Euroopas ja mujal maailmas.

2011. aastal oli **kaunviljade** kasvupind 8,6 tuhat hektarit, mis on 76% suurem kui 2009. aastal ning 50,9% enam kui 2007. aastal. Kogusaak oli 15,5 tuhat tonni ning keskmiseks saagikuseks kujunes 1807 kg/ha. Võrreldes 2007. aastaga on kaunviljade kogusaak suurenenud 63,2% (joonis 8). Kaunviljade kasvupinna järk-järgulise suurenemise peamiseks põhjuseks võib pidada keskkonnasõbraliku majandamise toetuse senisest aktiivsemat taotlemist. Toetuse eesmärk on külvikorra abil kaitsta ja suurendada bioloogilist ja maastikulist mitmekesisust, kaitsta mulla- ja veeseisundit ning tõsta põllumajandustootjate keskkonnateadlikkust.

Joonis 8. Rapsi ja kaunvilja saak ja kasvupind, 2007–2011



Allikas: SA, PM

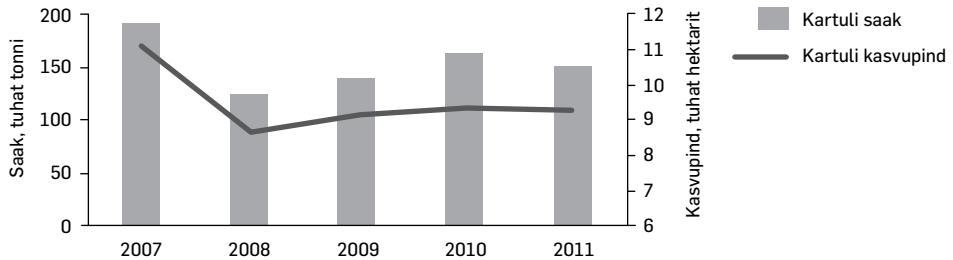
Maisi kasvatatakse Eestis üheaastase söödakultuurina ning tema kasvupind oli 2011. aastal 2,1 tuhat hektarit, mis on 133% enam kui 2007. aastal (0,9 tuhat hektarit). Maisi kasvupinna üheks suurendamise põhjuseks võib pidada kiirekasvuliste hübriidsortide turule tulemist, mis on sobilikumad ka Eesti ilmastikutingimustes. Teiseks kasvupinna laienemise põhjuseks on maisi kasutamise suurenemine biogaasi tootmisel. Mais annab väga suurt energia kogusaaki hektarilt ning on väga hea silokultuur.



2011. aastal kasvatati **kartulit** 9,3 tuhandel hektaril ning kogusaagiks saadi 150,9 tuhat tonni, mis teeb keskmiseks saagikuseks 16,3 t/ha. 2011. aastal vähenes kartuli kasvupind võrreldes 2007. aastaga 16,2% ja kogusaak 21,3% (joonis 9).

Kartulit tarbiti 2010/2011. turustusaastal 177,9 tuhat tonni, mis on võrreldes 2009/2010. turustusaastaga 11% enam, kuid võrreldes 2007/2008. turustusaastaga 17,6% vähem. Kui viimastel aastatel on kartuli tarbimine vähenenud ja seda eelkõige loomasöödana kasutamise vähenemise arvelt, siis 2010. aastal tarbiti kartulit loomasöödana 62% enam kui 2009. aastal ja 91% enam kui 2008. aastal (vastavalt 20,5 tuhat tonni, 12,7 tuhat tonni ja 10,8 tuhat tonni).

Joonis 9. Kartuli saak ja kasvupind, 2007–2011



Allikas: SA, PM



3. Otsetoetused ja täiendavad otsetoetused taimekasvatusele 2007–2011

Kristel Bankier

Põllumajandusministeeriumi põllumajanduse tulupoliitika büroo

Eestis on rakendatud ühtse pindalatoetuse skeemi koos täiendavate otsetoetustega, mida saavad rakendada ainult nn uued ELi liikmesriigid. Pindalapõhiste otsetoetuste eesmärgiks on ka maade hooldamise kulude hüvitamine, kuna tuleviku vajadusi ja toiduainete nõudluse kasvu arvestades on vaja säilitada põllumaade viljakus. Ühtset pindalatoetust (ÜPT) ja energiakultuuritoetust makstakse ELi eelarvehahenditest, täiendavaid otsetoetusi makstakse Eesti riigieelarvest. Kokku on perioodil 2007–2011 määratud ÜPTd, energiakultuuri toetust ja täiendavaid otsetoetusi taimekasvatusele 358,5 miljonit eurot (tabel 2).

Tabel 2. Pindalapõhised otsetoetused ja täiendavad otsetoetused taimekasvatuses, 2007–2011 (miljonit eurot)

Toetused	2007	2008	2009	2010	2011
Otsetoetused					
ÜPT	40,33	50,50	60,50	70,30	80,41
Energiakultuuritoetus	x	0,36	0,84	1,04	x
Täiendavad otsetoetused					
Põllukultuuri kasvatamise täiendav otsetoetus	13,68	13,67	7,83	x	x
Põllumajanduskultuuri täiendav otsetoetus*	6,60	7,45	4,82	15,65*	14,84*
Heinaseemne täiendav otsetoetus	x	0,05	0,05	0,05	0,04

Allikas: Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet (PRIA), PM; * – 2006. ja 2008. aasta referentsi järgi määratud summad kokku

ÜPTd ja täiendavaid otsetoetusi saab taotleda põllumajanduslikus majapidamises põllumajandusega tegelev füüsiline või juriidiline isik, kes harib või hooldab põllumajandusmaad õiguslikul alusel, st on maa omanik või omab kehtivat rendilepingut. Ühikumäära kujunemise aluseks on vastaval aastal eelarveliste vahendite maht ja taotletud ühikute arv.

**Tabel 3.** Taotlejate arv ja heakskiidetud ühikud, 2007–2011

Toetus	Indikaator	2007	2008	2009	2010	2011
Ühtne pindalatoetus	Taotlejate arv	17 336	17 039	15 758	15 970	16 291
	Pind (ha)	832 091	848 307	856 204	871 305	884 340
Energiakultuuritoetus	Taotlejate arv	127	174	219	x	x
	Pind (ha)	11 568	20 567	23 169	x	x
Põllukultuuri kasvatamise täiendav otsetoetus	Taotlejate arv	6 743	6 585	5 766	x	x
	Pind (ha)	364 183	397 415	392 822	x	x
Põllumajanduskultuuri täiendav otsetoetus	Taotlejate arv	6 455	6 191	5 577	x	x
	Pind (ha)	353 264	341 906	325 718	x	x
Põllumajanduskultuuri täiendav otsetoetus (2006. a referentsi järgi)	Taotlejate arv	x	x	x	5 589	5 510
	Pind (ha)	x	x	x	332 345	330 981
Põllumajanduskultuuri täiendav otsetoetus (2008. a referentsi järgi)	Taotlejate arv	x	x	x	5 754	5 679
	Pind (ha)	x	x	x	380 822	377 978
Heinaseemne täiendav otsetoetus	Taotlejate arv	x	52	54	54	51
	Pind (ha)	x	1 373	1 425	1 425	1 387

Allikas: PRIA

ÜPT taotlejate arv on perioodil 2007–2011 pidevalt vähenenud, samas on suurenenud taotletav pind. Heakskiidetud pinna ja ühikumäära suurenemise tõttu on perioodil määratud ÜPT summa suurenenud 2 korda. ÜPT jaotumine maakondade lõikes on olnud sarnane kogu perioodi vältel (joonis 10).

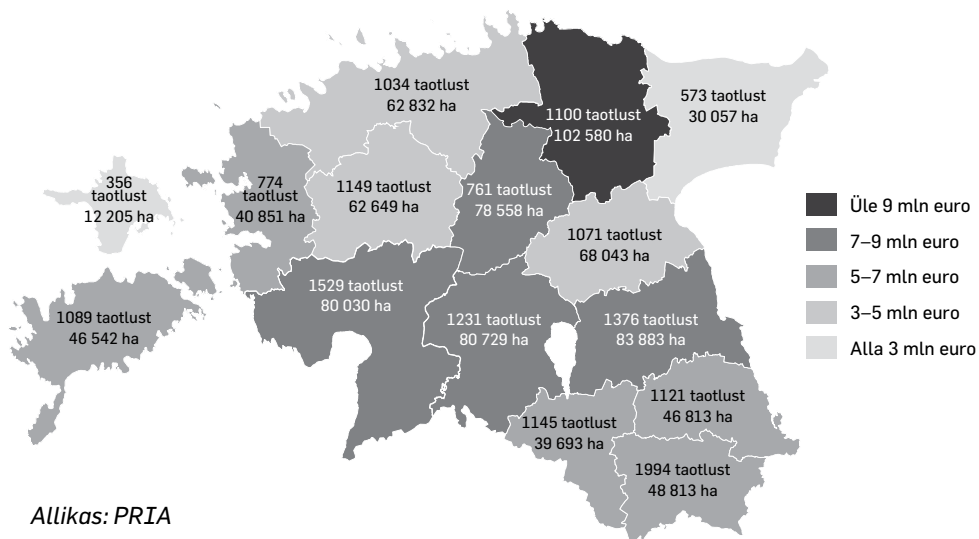
Energiakultuuritoetus laienes alates 2007. aastast ka uutele liikmesriikidele. Energiakultuuritoetuse eesmärgiks oli kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamine läbi süsinikdioksiidi asendamise, fossiilkütustest sõltuvuse vähendamine ja tootmisest kõrvale jäetud maa kasutuselevõtmine tehniliste kultuuride kasvatamiseks. Energiakultuuritoetust rahastati täies ulatuses ELi eelarvest. ÜPP „tervisekontrolli“ käigus otsustati energiakultuuritoetusest loobuda alates 2010. aastast. Seega oli energiakultuuritoetust Eestis võimalik taotleda aastatel 2007–2009. Võrreldes 2007. aastaga suurenes energiakultuuritoetuse taotletav pindala kogu perioodi jooksul Eestis 2,1 korda. Kogu ELi kindlaksmääratud pinnast moodustas Eesti osa vaid 1,3% (24,2 tuhat ha).

Põllumajanduskultuuri täiendav otsetoetus on taotlemise aastal tootmise kohustusest lahtiseotud toetus, mida saab taotleda määratud toetusõiguse alusel põllumajandusliku tegevusega tegelev isik, kes taotleb ka ÜPTd. Toetusõiguse määramise aluseks on taotlejale 2006. aasta põllumajanduskultuuri ja/või 2008. aasta põllukultuuri kasvatamise täiendava otsetoetuse taotluse menetlemise käigus kindlaks määratud toetusõiguslike põllukultuuride hektarite arv. Põllukultuuride kasvatamise täiendava otsetoetuse taotlejate arv suurenes



2008. aastal võrreldes 2006. aastaga 14%, seetõttu on ka 2008. aasta referentsi alusel määratud toetuse summa suurem. Põllumajanduskultuuri täiendavast otsetoetusest kogu perioodil moodustavad kõige suurema osatähtsuse Lääne-Virumaale määratud summad (2011. aastal 15% kogu määratud toetuse summast). Väikseima osatähtsuse moodustab määratud summadest Hiiumaale määratud summa (alla 1%).

Joonis 10. Heakskiidetud ÜPT taotluste arv, heakskiidetud ha taotlustel ja määratud toetuse summad maakondade lõikes, 2011



Allikas: PRIA

Põllukultuuri kasvatamise täiendav otsetoetus on tootmisega seotud toetus, mida maksti aastatel 2007–2009 põllukultuuride (nisu, rukki, odra, kaera, maisi, tatra, hirs, suhkrumaisi, soja, rapsi, herne, põldoa, maguslupiini, lina (nii seemne kui kiu tootmiseks) ning kanepi kinnitatud sordid) kasvatamise eest vähemalt 0,3 ha suurusel põllul, kui taotleja esitas ÜPT taotluse vähemalt 1 hektari toetusõigusliku põllumajandusmaa kohta. Enim maksti põllukultuuri täiendavat otsetoetust Lääne-Viru, Tartu ja Viljandi maakonnas. Kui enamuses maakondades on põllukultuuride all olev toetusõiguslik pind aasta-aastalt suurenenud, siis viies maakonnas (Ida-Viru, Järva, Lääne-Viru, Pärnu ja Valga) on 2009. aastal vastav pind vähenenud.

Heinaseemne täiendav otsetoetus on taotlemise aastal tootmise kohustusest lahtiseotud toetus, mida võis taotleda alates 2008. aastast. Toetusõiguse määramise aluseks olid 2006. aasta toetusõiguslikud heinaseemnekultuuride pinnad. Taotlejate arv ja määratud summa ei ole perioodil oluliselt muutunud. Enim taotleti toetust Tartumaal, Hiiumaal ja Ida-Virumaal referentsaastatel põldtunnustatud heinaseemnepõldusid ei olnud ning seetõttu ka nendes maakondades heinaseemne täiendavat otsetoetust ei makstud.



4. Eesti maaelu arengukava 2007–2013 toetused

Lisaks otsetoetustele on Eestis põllumajandussektori ja muu maapiirkonna ettevõtluse ning elukeskkonna arendamise toetamiseks rakendatud aastatel 2007–2013 Eesti maaelu arengukava (MAK) 2007–2013 raames mitmeid toetusi. Taimekasvatuse arendamisse panustavad nii erinevad investeeringutoetused kui ka mitmed pindalapõhised toetused.

4.1. Taimekasvatuse arendamiseks suunatud „Eesti maaelu arengukava 2007–2013” I telje meetmed

Ülle Puusta

Põllumajandusministeeriumi maaettevõtluse büroo juhataja

Üheks taimekasvatusektori arendamiseks suunatud investeeringutoetuseks on MAKi I telje meetme 1.4 „Põllumajandusettevõtete ajakohastamine” **alameede 1.4.1 „Investeeringud mikropõllumajandusettevõtete arendamiseks”**. Selle meetme eesmärk on põllumajandustootmises tehnoloogia taseme tõstmine, põllumajandussektori ajakohastamine ja toodangu kvaliteedi parandamine. Toetust saab erinevateks põllumajandustootmise arendamiseks suunatud investeeringuteks (tootmishoonete ja -rajatiste ehitamine, masinate ja seadmete soetamine jne). Selle meetme raames toetatakse mikropõllumajandustootjaid, kes annavad tööd kuni kümnele inimesele. Täpsemad tingimused on sätestatud vastavas põllumajandusministri määruses.

Meetme eelarve aastateks 2007–2013 on 99,2 miljonit eurot. Meetme rakendamist alustati 2007. aastal. 2012. aasta 1. mai seisuga on meetme 1.4.1 raames võetud taotlusi vastu viiel korral. Taotlusi esitati kokku sel ajal 3055, neist toetust sai 2195 projekti.

Üle poole toetust saanud projektidest (58%) on seotud taimekasvatuse moderniseerimisega. Taimekasvatuse kavandatakse teha või on juba tehtud ligi 109 mln euro ulatuses investeeringuid (tabel 4). Segatootmisega seonduvad projektid moodustavad 25% toetatud projektidest. Segatootmise arendamiseks kavandavad põllumajandustootjad investeerida ligi 47 miljonit eurot, millest 21,6 miljonit eurot moodustab toetus. Olulisel kohal on ka aianduse arendamiseks tehtavad investeeringud, mis on iga aastaga järjest suurenenud. Viie aastaga kavandavad põllumajandustootjad aiandusse investeerida ligi 7 miljonit eurot, millest meetme 1.4.1 toetuse osa on 3,3 miljonit eurot.

Samas pole toetussummad ettevõtja kohta väga suured. Seitsme aasta jooksul on põllumajandustootjal võimalik meetmest 1.4.1 saada toetust kuni 100 000 eurot, millega oma põllumajandusettevõtet ajakohastada. Toetuse saamiseks peab ettevõtja leidma kaasfinantseeringu, kas siis omavahenditest (kasumi arvelt) või laenu abil. 2011. aasta taotlusvoorus oli keskmine toetussumma taotleja kohta 54 394 eurot.

Põhiliselt soetatakse toetuse abil masinaid ja seadmeid. Kõige enam toetust taotlejate lõikes (77%) on määratud masina või seadme ostmiseks ja paigaldamiseks ning 15% toetustest on määratud traktori ostmiseks. Traktorite ostmiseks määratud toetussumma moodustab 29% kogu määratud toetuse summast.

**Tabel 4. Meetme 1.4.1 toetuse määramine valdkondade kaupa aastatel 2007–2011***

Valdkond	Määramine		
	Taotluste arv	Investeeringu summa, eurot	Toetuse summa, eurot
Aiandus	133	6 943 334	3 344 442
Linnukasvatus	2	33 764	16 882
Loomakasvatus v.a piimatootmine	142	7 105 094	3 647 352
Piimatootmine	164	12 768 375	6 092 955
Püsilikultuurid	27	942 666	486 686
Seakasvatus	9	1 770 328	803 786
Segatootmine	638	46 960 169	21 699 315
Taimekasvatus	1077	108 997 037	50 869 372
Kokku	2195	185 520 767	86 960 790

*seisuga 30.05.2012

Allikas: PRIA

Teine oluline MAKi I telje meede, mille abil on taimekasvatuse arendamiseks investeeringuid tehtud, on meede **1.2 „Noorte põllumajandustootjate tegevuse alustamine“**. Selle meetme eelarve aastateks 2007–2012 on 22 566 tuhat eurot. Meetme eesmärkideks on teadmiste laiendamine ja inimpotentsiaali kvaliteedi tõstmine põllumajandussektoris, samuti ka põlvkondade vahetuse soodustamine ning põllumajandustootmise konkurentsivõime soodustamine läbi uue põlvkonna. Ka selles meetmes oli 2012. aasta alguseks toimunud viis taotlusvooru. 2012. aasta mai seisuga on meetmest 1.2 toetust saanud 415 noort põllumajandusega alustavat ettevõtjat.

Tabel 5. Meetme 1.2 toetuse saajad tegevuste lõikes*

Tegevuse nimetus	Toetuse saajate arv	Toetuse saajate osakaal, %	Määratud toetuse summa, eurot
Aiandus	45	10,8	1 611 750
Lamba-kitsekasvatus	17	4,1	585 088
Linnukasvatus	3	0,7	107 089
Muu loomakasvatus	57	13,7	2 231 089
Mesindus	12	2,9	438 749
Piimakarjakasvatus	24	5,8	948 601
Põllukultuurid	142	34,2	5 521 850
Püsilikultuurid	5	1,2	200 000
Seakasvatus	3	0,7	120 000
Segatootmine	107	25,8	4 119 288
KOKKU	415	100,0	15 883 504

*seisuga 30.05.2012

Allikas: PRIA



Põllukultuuride kasvatamist kavandavad 142 noort põllumeest. Sealhulgas on 64 alustajat, 36 juba tegutseva ettevõtte tegevuse jätkajat ning 44 noort, kes on omandanud oma vanemate või vanavanemate põllumajandusega tegeleva ettevõtte. Investeeringuid segatootmis-ettevõtetesse kavandavad 107 noort põllumeest. Suur on ka aiandusprojektide osakaal. 45 ettevõtjat plaanivad hakata tegelema aiandusega.

Põllumajandusministeeriumi tellis meetme 1.2 mõjude hindamiseks Eesti Maaülikoolilt uuringu „Põllumajandusliku tegevusega alustava noore ettevõtja toetuse majandus-sotsioloogiline uuring“. Uuringus vaadeldi küll ainult esimese kahe vooru toetuse saajate konkurentsivõimet ning uuriti noorte ettevõtjate hinnanguid oma tegevusele, kuid needki tulemused on positiivsed. Ettevõtjad hinnati laekunud ankeetvastuste alusel konkurentsivõimelisteks ja ettevõtlikeks. Suur osa ettevõtjatest planeerib suurendada kasutatavat põllumaad (66%). Samuti olid küsitlusele vastanud noored ettevõtjad orienteeritud koostööle. Olenevalt partnerist teevad koostööd 62-100% küsitletud ettevõtjatest. Lisaks kuulub 26% ettevõtjatest liikmena mõnda tulunduslikku või mittetulunduslikku ühendusse. Ka hindavad noored (88%) oma valitud tegevusala perspektiivikaks. Kuna toetuse saamise tingimuseks on põllumajandusliku hariduse ja pädevuse olemasolu või omandamine, siis on see muutnud põllumajandusliku kutse- ja kõrghariduse omandamise varasemast oluliselt populaarsemaks.

Taimekasvatuse arengusse panustab ka MAKi I telje **meede 1.9 „Tootjarühma loomine ja arendamine“**. Toetuse eesmärk on põllumajandusega tegelevate ettevõtjate konkurentsivõime tõstmine ja turujõu suurendamine läbi nende ühise majandustegevuse edendamise. Toetust saab taotleda põllumajandustootjaid ühendav PRIA poolt tootjarühmana tunnustatud tulundusühistu, kelle eesmärgiks on ühiselt turustada oma liikmete toodetud põllumajandustooteid ja nende töötlemisel saadud tooteid (edaspidi *tootjarühm*). Tunnustatud tootjarühmi oli 2012. aasta 1. jaanuari seisuga 12, neis 3 olid tegevad taimekasvatussektoris (üks koondas kartulikasvatajaid, üks teravilja- ja õlikultuuride kasvatajaid ja üks erinevate mahetoodete tootjaid). Tootjarühma administratiivse ja majandusliku suutlikkuse tõstmiseks toetab meede 1.9 tegevusi, mis on seotud tootjarühma loomise, haldustegevuse ja arendamisega. Abikõlbulikud on näiteks kulud bürooarvetele, töötajatele makstav palk, raamatupidamiskulud, turunduskulud, koolituskulud, investeeringud põhivarasse eesmärgiga arendada liikmete toodangu ühist müügieelset ettevalmistust või töötlemist jne. Toetust antakse viie aasta jooksul alates tootjarühma tunnustamisest kokku kuni 310 000 eurot. Toetuse suuruse arvestamisel lähtutakse tootjarühma taotluse esitamise aastale vahetult eelnenud majandusaasta müügitulust, mis on saadud liikmete toodetud põllumajandustoote ja selle töötlemisel saadud toote müügist kokku.

Tabel 6. Meetme 1.9 toetuse saajate ja määratud toetuse summa jagunemine tegevusvaldkondade lõikes*

Tulundusühistu poolt arendatav tegevusvaldkond	Toetuse saajate arv		Määratud toetuse summa, eurot
	I voor	II voor	
Lehmapiima ja -piimatoodete turustamine	7	7	932 446
Loomakasvatustoodete (v.a lehmapiim ja -piimatooted) turustamine	2	2	210 340
Muude põllumajandustoodete (sh taimekasvatustoodete) turustamine	2	3	228 797
Kokku	11	12	1 371 582

*seisuga 30.05.2012

Allikas: PRIA



Meetme eelarve aastateks 2007–2013 on 6,98 miljonit eurot. Alates 2010. aastast on toimunud kaks taotlusvooru. Kõik tunnustatud tootjarühmad on ka meetmest 1.9 toetust taotlenud.

4.2. Taimekasvatuse arendamiseks suunatud „Eesti maaelu arengukava 2007–2013” II telje meetmed

Ramon Reimets

Põllumajandusministeeriumi põllumajanduskeskkonna büroo

MAKi II telje tegevused on suunatud eelkõige selliste põllumajanduslike tootmisviiside rakendamise soodustamisele, mis tagavad stabiilse keskkonnaseisundi ning maakasutuse piirkondades, kus see on oluline traditsiooniliste maastike kujunduses, ning Natura 2000 aladel. Peamist tähelepanu pööratakse bioloogilise mitmekesisuse ning traditsioonilise põllumajandusmaastiku säilitamisele, vee kvaliteedi tagamisele ning kliimamuutuste leevendamisele.

Kokku on MAKi II teljes seitse meetet, millest taimekasvatuse arendamisse panustavad järgnevad kolm meetet:

- ebasoodsamate piirkondade toetus (meede 2.1);
- Natura 2000 toetus põllumajandusmaale (meede 2.2);
- põllumajanduslik keskkonnatoetus (meede 2.3).

Ebasoodsamate piirkondade toetuse eesmärgiks on säilitada paikkonda põllumajandusmaa jätkuva kasutuse kaudu ning alal hoida ja edendada säästva põllumajandusliku tootmise süsteeme, toetades keskkonna ja paikkonna parandamist läbi maade hooldamise. Toetuse määr on 25 eurot hektari kohta aastas.

Natura 2000 põllumajandusmaa toetuse eesmärgiks on tagada Natura 2000 võrgustiku aladel looduskaitseüüete täitmine, säilitada nendes piirkondades põllumajanduslik tegevus ning aidata seal toime tulla ebasoodsate asjaoludega (mis tulenevad loodusliku linnustiku kaitse ja looduslike elupaikade ning loodusliku loomastiku ja taimestiku kaitse direktiivi rakendamisest), et aidata kaasa Natura 2000 alade tõhusale majandamisele. Toetuse määr on 32,08 eurot hektari kohta aastas.

Põllumajandusliku keskkonnatoetuse (PKT) üldeesmärkideks on soodustada keskkonnasõbralike majandamisviiside kasutuselevõttu ja jätkuvat kasutamist põllumajanduses, säilitada ja suurendada bioloogilist ja maastikulist mitmekesisust ning parandada loomade heaolu, aidata keskkonnale tulutoovalt tegutsevatel põllumajandustootjatel saada kohast tulu ning suurendada põllumajandustootjate keskkonnateadlikkust.

Põllumajanduslik keskkonnatoetus jaguneb omakorda viieks alameetmeks, millest otsesemalt panustavad taimekasvatusse kolm:

- keskkonnasõbraliku majandamise toetus (alameede 2.3.1);
- mahepõllumajandusliku tootmise toetus (alameede 2.3.2);
- kohalikku sorti taimede kasvatamise toetus (alameede 2.3.4).

Keskkonnasõbraliku tootmise toetuse eesmärgiks on soodustada keskkonnasõbralike majandamisviiside kasutuselevõttu ja jätkuvat kasutamist põllumajanduses, et kaitsta ja suurendada bioloogilist ja maastikulist mitmekesisust ning kaitsta mulla- ja veeseisundit; laiendada keskkonnasõbralikku planeerimist põllumajanduses; tõsta põllumajandustootjate keskkonnateadlikkust. Toetuse määr on ühe hektari toetusõigusliku maa kohta põhitgevuse



nõuete järgimise eest kuni 35,15 eurot aastas ning põhi- ja lisategevuse nõuete järgimise eest kuni 57,52 eurot aastas.

Mahepõllumajandusliku tootmise toetuse eesmärgiks on säilitada ja suurendada bioloogilist ja maastikulist mitmekesisust, säilitada ja parandada mullaviljakust ja veekvaliteeti ning parandada loomade heaolu; toetada mahepõllumajanduse arengut ning aidata kaasa mahetoodangu mahu suurenemisele; toetada ja suurendada mahepõllumajanduse konkurentsivõimet. Mahepõllumajandusliku tootmise eest makstakse toetust rohumaade puhul (v.a kuni 2-aastane külvikorrast olev rohumaad), mille kohta peetakse ettevõttes aastaringselt hektari kohta vähemalt 0,2 ühikule vastaval hulgal mahepõllumajanduslikult peetavaid karjatatavaid loomi, 76,69 eurot hektari kohta aastas.

Kohaliku sorti taimede kasvatamise toetuse eesmärgiks on tagada kultuuripärandi ja geneetilise mitmekesisuse seisukohast olulise kohaliku talirukkisordi 'Sangaste' säilimine. Toetuse määr on talirukkisordi 'Sangaste' puhul 32,28 eurot hektari kohta aastas.

Kaudselt panustab Eesti taimekasvatuse ka MAKi alameede 2.3.5 – „**Poolloodusliku koosluse hooldamise toetus**“. Selle alameetme eesmärgiks on tagada Natura 2000 aladel asuvate poollooduslike koosluste soodne seisund. Toetuse määr puisniidu hooldamise eest on 238,07 eurot hektari kohta aastas, toetuse määr kõigi ülejäänud koosluste hooldamise eest on 185,98 eurot hektari kohta aastas.

Kokku planeeritakse perioodil 2007–2013 läbi MAKi II telje tegevuste suunata taimekasvatuse arengusse veidi enam kui 273 miljonit eurot (tabel 7).

Tabel 7. MAK 2007–2013 II telje taimekasvatuse panustavate meetmete eelarve ning ülevaade vahendite senisest kasutusest (seisuga 31.12.2011)

Toetus	Perioodi eelarve	Makstud summa, eurot	Täitmise %
Ebasoodsamate piirkondade toetus	53 513 654	34 618 197	65
Natura 2000 toetus põllumajandusmaale	8 652 796	2 761 098	32
Põllumajanduslik keskkonnatoetus	210 886 973	101 370 169	48
Kokku	273 053 423	138 749 464	51

Allikas: PRIA, PM

Põllumajanduskeskkonna toetuste (PKT) seirest ning toetuste mõjust annab ülevaade järgnev artikkel.



5. Põllumajandustoetuste keskkonnaalane seire ja hindamine

Pille Koorberg, Tiina Köster, Eneli Viik

Põllumajandusuuringute Keskuse põllumajandusseire ja uuringute osakond

Euroopa (sh ka Eesti) põllumajandusmaastikud on mõnekümne aasta jooksul oma ilmes suuresti muutunud. Paljudes riikides on põllumajandusega seotud elurikkus drastiliselt vähenenud või vähenemas, üha suuremaks probleemiks on muutumas langev mullaviljakus ning mullaerosiooni suurenemine, vee halvenev kvaliteet ning kättesaadavus, ka soodustavad paljud tootmisviisid kasvuhooaegade emissiooni enam, kui tohiks.

ÜPP ja uue perioodi (aastad 2014–2020) MAKi valguses räägitakse üha enam vajadusest toetada kõrge loodusväärtusega (KLV) põllumajandustegevust, mille puhul mitmekesise maastiku ning loodusnäitajate säilimisel on oluline roll ekstensiivsemal maakasutusel ja tootmisviisil. Üha tähtsamaks muutub keskkonnaalaste aspektide arvestamine ka tavapõllumajanduses ning nende aspektide sidumine põllumajandustoetuste maksimisega. Oluline on ökosüsteemide (sh põllumajandusmaastikud) toimimise toetamine, rohekoridoride loomine ja säilitamine.

Põllumajanduskeskkonna toetus (PKT) on viimase paarikümne aasta jooksul olnud üheks ELi keskkonnasõbraliku põllumajanduspoliitika võtmeks: ligikaudu 600 000 põllumajandustootjat Euroopas (~17,5 miljonit hektarit) saab iga-aastaselt ~2,5 miljardit eurot maksumaksja raha eeldusel, et nad pakuvad tooteid, mis rahuldavad ühiskonna kasvavat vajadust erinevate keskkonnateenuste järele.

Alates 1992. aastast, mil PKT rakendamine muutus liikmesriikidele ÜPP raames kohustuslikuks, on antud toetus saanud Euroopas suure kriitika osaliseks eelkõige oma nõrkade tulemuste tõttu. Ka ELi audiitoritekoogu on leidnud, et PKT ei täida enamuses riikides oma ülesannet: liiga palju rakendatakse laiapõhjaliste eesmärkidega n-ö horisontaalseid tegevusi, mille konkreetseid positiivseid keskkonnamõjusid on keeruline välja tuua. Mitmetel juhtudel on isegi leitud, et toetatud on lausa loodushoiuga vastuolus olevaid tegevusi. Puudub regulaarne meetmete seire, mistõttu ei osata põllumajandustegevuse positiivset kasu paremini ka toetusmeetmeteks formuleerida. Samas tuleb arvesse võtta, et PKT mudel, mille puhul kompenseeritakse tootjatel saamata jäänud tulu ning lisakulutused, ei toimi just alati, seda just eelkõige madala turunõudluse tõttu ehk tootjatel puudub stiimul või motivatsioon suuremaks pingutuseks.

5.1. Põllumajandustoetuste keskkonnaalane seire ja hindamine Eestis

Eesti MAKi II telje tegevused on suunatud põllumajanduskeskkonna ja paikkonna parandamisele ja säilitamisele. Põllumajandusuuringute Keskus (PMK) omab seire ja hindamise kogemust alates 2004. aastast, mil alustati PKT meetme seire ja hindamisega. Alates 2007. aastast on PMK kõigi MAKi perioodi 2007–2013 II telje meetmete püsihindajaks. Perioodi 2004–2006 PKT meetme hindamiseks töötati PMK poolt välja spetsiaalne seire- ja hindamise süsteem, mis on suures ulatuses hindamise aluseks ka MAK 2007–2013 perioodil.

Püsihindamise eesmärgiks on uurida arengukava arengut seoses selle eesmärkidega, kasutades tulemus- ja vajaduse korral mõjunäitajaid; teha vajadusel ettepanekuid arengukava parandamiseks ja seeläbi tõsta toetuste rakendamise kvaliteeti. Uuringuid viiakse läbi



meetmete hindamiseks vajaliku info kogumiseks, meetmete kvaliteetsemaks analüüsiks ja samas toimub ka taustaandmete kogumine meetmete kujundamiseks tulevikus.

MAKi II telje meetmed on eelkõige seotud mullastiku, veekeskkonna, elurikkuse, põllumajandusmaastike säilitamise ja parandamisega ning maaelanikkonna jätkusuutlikkuse tõstmisega, mistõttu on ka hindamisel keskendunud eeskätt nendele valdkondadele. Analüüsil kasutatakse erinevate andmekogujate andmeid ja muid allikaid (sh PRIA põldude ja toetuste registrite andmed). Tulenevalt keskkonnameetmete spetsiifilisusest viiakse PMK poolt läbi ka spetsiaalseid uuringuid eelmainitud hindamisvaldkondades ning lisaks neile valdkondadele teostatakse PMK Kuusiku Katsekeskuses ka pikaajalist võrdlevat kompleksuuringut mahe- ja tavaviljeluses.

MAK hindamise käigus uuritakse väga paljusid erinevaid keskkonnaaspekte, kuid järgnevalt on keskendunud vaid mullastiku ja elurikkuse valdkondade valitud uuringutele. Kõigi teostatud uuringute täismahus aruanded on kättesaadavad PMK põllumajanduskeskkonna seire büroost ning lisainfot (sh lühikokkuvõtted kõigist teostatud uuringutest) MAK 2007–2013 püsihindamistegevuste kohta on võimalik leida PMK kodulehelt <http://pmk.agri.ee/pkt/>.

5.2. Eesti muldade seisund

Alates 2004. aastast on PMK teostanud mitmeid olulisi mullastikuga seotud uuringuid.

Ühe olulise tööna jälgitakse muldade viljakust, et saada teada, millises seisus on Eesti mullad põhitoitainete (fosfor – P, kaalium – K) ja happesuse osas ning kuidas see olukord on viimaste aastate majandamise ja põllumajanduskeskkonna meetmete rakendamise valguses muutunud. Mullaandmete analüüsi kohaselt on viimase viie aasta jooksul muldade P- ja K-sisaldus küll pisut suurenenud, kuid siiski on antud toiteelementide defitsiit põllumaadadel suur (K-defitsiidis olevaid muldi on 41% ja P-defitsiidis olevaid muldi 19%). Ka on Eesti mullad viimaste aastate jooksul muutunud pisut happelisemaks (happeliste muldade osatähtsus on tõusnud 12%-lt 14,5%-ni). Happesus on suurenenud eeskätt Lõuna-Eestis, aga ka näiteks Pärnumaal, halvendades põllukultuuride kasvutingimusi nendes piirkondades. Muldade keemilised ja füüsikalised omadused võivad põllu piires oluliselt varieeruda nii looduslikult (nt reljeef, niiskustingimused) kui ka tänu inimese majandustegevusele (nt harimine, kuivendamine, väetiste andmine). Selliste ebaühtlaste mullastikutingimuste korral on keskmise mullaproovi võtmise meetodika väga oluline, et kajastada võimalikult täpselt muldade praegust seisundit ja samas saada võrreldavaid tulemusi järgnevatel proovivõtmisperioodidel. Mullaproovide võtmise meetodika täiustamine aitab parandada mullaproovi võtmise kvaliteeti, mis omakorda täpsustab mullaanalüüside tulemusi. Paremad mullaanalüüsid annavad adekvaatsema ülevaate muldade omadustest põldudel, võimaldades väetusplaani optimeerimist. Kindel proovivõtu teekond ja aeg, mida järgitakse igal mullaproovi võtmise korral antud põllult läbi aastate, aitab selgitada mullaomaduste ja ka liikuvate toitainete sisalduse muutusi ajas. PMK mullaseire büroo poolt teostatud mullaproovide võtmise uuringu tulemustele tuginedes on soovitatav mullaproove põllult koguda näiteks kas diagonaalset või Z-kujulist marsruuti kasutades, märkides vastav teekond ka kaardile. Mullaproovide võtmise täpne juhised on leitavad PMK kodulehelt: <http://pmk.agri.ee>.

PKT hindamise raames on uuritud ka vee-erosiooni ulatust Eestis ning sellest tingitud mullakadusid – antud andmed võimaldavad paremini hinnata vee-erosioonist tulenevaid riske erinevates piirkondades ja muuta maakasutust mullasõbralikumaks. Üle-Eestilise mulla vee-erosiooni modelleerimise (kasutades USLE mudelit) tulemused toovad selgelt esile piirkonnad ja maaharimispraktikad, kus mullaärakanne võib oluliselt mõjutada



mullaviljakust. Reljeefist tulenevalt moodustavad erosiooniohtlikumad piirkonnad pideva vöö Võrumaast Kagu-Eestis kuni Pandivere kõrgustikuni Lääne-Virumaal ning sellega liitub lääne pool Sakala kõrgustik. Võrumaal, Valgamaal, Tartumaal, Viljandimaal ja Põlvamaal leidub enam kui saja hektari ulatuses alasid, kus aasta keskmine mullaärakanne on kümme või enam tonni hektari kohta. Üle Eesti, aga eriti Põhja- ja Lääne-Eestis leidub piirkondi, kus kerge lõimisega mullad paiknevad pikkadel lauetel nõlvadel (2–4 kraadi) ning juhul, kui neil muldadel praktiseeritakse mustkesa, võib see samuti tuua endaga kaasa väga olulise mullakao (10–25 t/ha aastas). Seejuures tuleb arvestada, et seda tüüpi muldade puhul võib rannikupiirkondades lisanduda arvestatavas koguses mullaärakannet tuuleerosiooni tõttu, mida modelleerimisel ei arvestata. Kogu Eesti vee-erosioonist tingitud mulla ärakanne (USLE mudeli kohaselt) on 179 160 tonni aastas ning põllumajandusmaalt 150 587 tonni, mis moodustab 84% Eesti üldisest ärakandest. Eesti keskmine mulla vee-erosiooni intensiivsus on 0,04 t/ha aastas. Haritavatel põllumaadel on erosioonioht oluliselt suurem, ulatudes kuni 0,46 tonnini hektari kohta.

Otsekülviuringud, millega kaasneb ka elurikkuse ja pestitsiidijääkide analüüs, võimaldavad hinnata otsekülvi tehnoloogia mõju keskkonnale ja mullale. 2010. aastal PMK poolt alustatud minimeeritud harimise uuringu tulemusena selgus, et orgaanilise süsiniku (Corg) sisaldus oli otsekülvi põldude pealmises kihis (0–5 cm) kõrgem, võrreldes huumushorisoni alumiste kihtidega. Selline orgaanilise aine kogunemine omab tähtsust eelkõige madalama viljakusega muldades. Otsekülvi tehnoloogiaga põldudel oli pealmise kihis (0–5 cm) K-sisaldus oluliselt kõrgem kui järgnevates huumushorisoni kihtides; P-sisaldused olid uuritud otsekülvaladel suhteliselt stabiilsed, ainult ühel seirealal vähenes selle elemendi sisaldus sügavuse suurenedes märkimisväärselt. Mulla füüsikalistest omadustest võib välja tuua, et otsekülvi põldudel võis märgata huumushorisoni keskmise kihis (5–10 cm) tihenemist. Samas oli ka uuritud alade muldade õhustatus suhteliselt vilets, sest õhuga täidetud mullapooride sisaldus jäi sageli alla 10% piiri. Tallatud mullad ja halb õhurežiim võisid olla ka põhjuseks, miks otsekülvipõldude sügavamas uuritud mullakihis (5–10 cm sügavusel) oli elurikkuse ühe indikaatorliigi – hooghännaliste – arvukus väga madal. Vihmaussikkooslused otsekülvipõldudel olid arvukad ja keskmiselt liigirikkad, esindatud olid ka suurema ökoloogilise nõudlusega liigid. Taimekaitsevahendite jääkide analüüs otsekülvipõldudel näitas, et ohrtralt jääke oli kogunenud nii mullapinnal olevasse multšikihti (12 erinevat jääki) kui ka mulda (kuni 8 erinevat jääki), kusjuures jääkide sisaldused olid eelõige multšis märkimisväärsed. Antud infot arvesse võttes tuleks tähelepanu pöörata taimekaitse erinevate võimaluste kasutamisele, sest mullapinnale jäävasse multšikihti kogunevad taimekaitsevahendite jäägid, mis võivad mõjutada mullaelustiku tundlikumaid liike. Samuti on oluline pöörata tähelepanu mullakihtide tihenemisele, mis halvenenud õhurežiimi tõttu võib mõjutada nii mullaelustikku kui ka taimede kasvu.

Mulla taime toiteelementide sisalduse muutuse ja dünaamika ning taimekaitsevahendite jääkide uuringus nitraaditundlikul alal leiti, et rohumaa ümberkännil vabanes uurimisaladel orgaanilise aine lagunemisel märkimisväärne hulk mineraalset lämmastikku (Nmin) ja koos lisatud mineraalväetisega tõusis Nmin sisaldus suhteliselt kõrgele ning tekkisid soodsad tingimused lämmastiku leostumiseks. Seega peaks pärast rohumaa ümberkündi hoolikalt jälgima lämmastikväetiste kasutamist orgaanilise aine lagunemisest vabaneva Nmin foonil. Uuringu tulemustena toodi välja, et taimede aktiivsel kasvuperioodil kasutatakse mullas sisalduv Nmin suhteliselt kiiresti uue orgaanilise aine tootmiseks ning juba ca 1,5 kuud pärast lämmastikuga väetamist on Nmin sisaldus võrdne ja isegi väiksem väetamiseelsest tasemest. Sügisesel sademeterikkal perioodil Nmin sisaldus mullas pidevalt väheneb, peamiselt leostumise tõttu, ja muld suudab sellest akumulierida vaid väikese osa. Nmin fikseerimine mullas on suhteliselt lühiajaline ja seega tuleb eelviljast sõltuvalt suuremaid väetiskoguseid kui N70 kg/ha kasutada jaotatult või kaaluda vahekultuuride kasvatamise võimalust.



5.3. Mesilaselaadsed ja põllulinnud

Ligi 87% kõigist õistaimedest on loomtolmlejad (peamiselt putuktolmlejad), kusjuures kõige olulisemad tolmeldajad on **mesilaselaadsed**. Kindlasti ei tohiks alahinnata tolmeldajate majanduslikku tähtsust. Tolmeldamise majanduslikku väärtust maailmas on hinnatud 153 miljardile ja ELi riikides (2005. aasta seisuga) rohkem kui 14 miljardile eurole aastas. Suur osa meie igapäevasest toidust saadakse just tänu tolmeldajatele: umbes kolmandik inimeste tarbitavast toidust on otse või kaude seotud tolmeldajatega ning ~84% ELis kasvatatavatest kultuurtaimedest vajab putukate tolmeldamist. Risttolmlemine tagab muuhulgas suurema puuvilja-, marja- ja seemnesaagi (õun, pirn, mustsõstar, lutsern, rüps jne), viljade kvaliteedi (maasikas, vaarikas), sünkroniseerib seemnete valmimise (raps) ning seemnete parema idanevuse. Eestis on uuritud maakimalaste olulisust lutserni tolmeldamisel ning välja toodud nende positiivne mõju saagile.

Eduka tolmeldamisteenuse aluseks on aga tolmeldajate mitmekesisus. Samas on viimasel ajal kerkinud päevakorda tolmeldamiskriisi probleem maailmas – väheneb tolmeldajate arvukus ja liigirikkus ning seetõttu on tekkinud mure nii looduslike kui ka kultuurtaimede piisava tolmeldamise pärast. Taimede mitmekesisuse vähenemine mõjutab omakorda ka teisi nendest sõltuvaid organisme ning toob seega kaasa laialdasema mitmekesisuse languse. Tolmeldajate arvukuse ja liigirikkuse vähenemise põhjustena on välja toodud mitmeid tegureid, kuid peapõhjuseks peetakse intensiivistunud põllumajandust, sh toiduressursi ja elupaikade kadu ning suurenenud pestitsiidide kasutust.

Maailmas läbi viidud uurimuste tulemused on näidanud pestitsiidide negatiivset mõju mesilaste tööjaotusele, arengule, elueale, lõhnade eristamisvõimele, omavahelisele suhtlemisele, orienteerumisvõimele, toitumiskäitumisele, õppimisvõimele, paljunemisele ja lisaks väheneb mesilaste vastupanuvõime patogeenidele. Näiteks on Eestis leitud, et insektitsiid Neem EC, mis on väidetavalt mesilaselaadsetele ohutu, mõjutab karukimalase toitumiskäitumist ja lennuraadiust. PMK poolt koordineeritava PKT kimalaste seire andmete põhjal leiti, et nendel põlluservas asuvatel seiretransektidel, mille kõrval põllul pestitsiide kasutati, oli kimalaste arvukus oluliselt madalam. Selle põhjusteks võis olla vähenenud toidutaimede hulk, pestitsiidide repellentne (eemalepeletav) toime või kimalaste mürgitamine. Selleks, et tolmeldajaid mitte kahjustada, on hakatud tootma repellentseid pestitsiide. Eestis on tehtud aga meemesilastega uurimus, mille põhjal selgus, et nad ilmselt ei erista alfa-tsüpermetriiniga töödeldud ja töötlemata alasid ning toitumisala valikut mõjutab eelkõige toiduressursi hulk. Lisaks võib toidutaimede atraktiivsus ületada insektitsiidi repellentsuse, eriti juhtudel, kui muid toidutaimi mesilaste lennuraadiuses ei ole, ja nad lendavad ikkagi insektitsiidiga töödeldud põllule.

Pikka aega tundus tolmeldajate vähenemine Eestile küllaltki võõras probleem olevat, kuid viimasel ajal leiab ajakirjandusest mitmeid viiteid selle kohta, et meemesilaste tarud on välja surnud. Ühest vastust ei saa selle põhjuste osas anda, kuid vähendamaks negatiivseid mõjusid meemesilastele ning looduslikele tolmeldajatele, tuleks ka Eestis pestitsiidide kasutamise vajadust põllul eelnevalt hinnata, mitte kasutada standardseid tõrjeskeeme ning vajaduse ilmnemisel (tõrjekriteerium ületatud) tuleks kindlasti kasutusjuhendist kinni pidada. Samas on pestitsiidide kasutusjuhendid tolmeldajate seisukohalt tihti välja töötatud meemesilaste peal ning tulemused on üle kantud looduslikele tolmeldajatele, sh kimalastele – nende käitumismustrid on aga teistsugused. Näiteks käivad kimalased korjel ka varahommikul ja ka hilisõhtul, mil meemesilased enam aktiivsed ei ole – seega peaks pestitsiidide kasutamisel sellega arvestama. Kaitsmaks tolmeldajaid on kõige kindlam viis vältida õitsvate põldude pritsimist pestitsiididega ning nende sattumist põlluservadele ja muudele põllu ümbruses asuvatele looduslikele aladele.



Kimalaste ja teiste mesilaselaadsete arvukuse ning liigirikkuse suurendamiseks on oluline säilitada mitmekesine ja liigendatud maastik, kus leiduks piisavalt mitteharmitavaid alasid, mis tolmeldajatele tuge pakuks. Suurt rolli mängivad just mitmeaastase taimestikuga alad (nt poollooduslikud niidud, õiterohked aiad, inimasustuse lähedus, metsaservad jmt), kus leidub suurema tõenäosusega toitu ka kitsama toiduvalikuga kimalaseliikidele, sh pikasuiseliste kimalastele. Viimased suudavad tolmeldada ka pika õieputkega kultuurtaimede õisi (nt punane ristik), millega meemesilased oma lühikeste suiste tõttu hakkama ei saa. Pikasuiselised kimalased on rohkem spetsialiseerunud toiduvaliku tõttu haavatavamad kui laia toiduvalikuga liigid.

Mesilaselaadsed, kes kasvatavad suve jooksul peres mitu kurna töölisi ja suguisendeid, vajavad pidevalt õistaimi, et rahuldada vajadus valgu (õietolm) ja süsivesikute (õienektar) järele. Seda tagab nn õitsemise konveier ehk õitsvad taimed varakevadest sügiseni. Et mõndagi taimeliiki tolmeldab ainult üks kindel putukaliik, siis on oluline ka, et looduses valitseks putukate mitmekesisus. Näiteks mõne haruldase taimeliigi kaitse muutub mõttetuks, kui puuduvad seda tolmeldavad putukad. Eri liiki tolmeldajad elavad koosluses aga ainult siis, kui neile ja nende järglastele on tagatud toit kogu arenguperioodi jooksul ehk siis vastsestaadiumist täiskasvanud putukani.

Oluline on ka elupaikade ning toidualade suurus ja kaugus. Suurte avatud põllumaade lähedusel leiti olevat kimalastele negatiivne mõju. Seega, koos lühiajalise rohumaa (k.a ristikupõllud) ning liblikõieliste pindala vähenemisega avamaa kimalaseliikide ohustatus kasvab. Maastiku liigendatus on oluline ka seetõttu, et kimalaste lennuraadius ei ole enamasti nii suur kui meemesilastel. Mõned kimalaseliigid lendavad pesast vaid 500 m kaugusele – seega jäävad väga suurte põldude puhul keskosad tolmeldamata ainuüksi seetõttu, et vahemaa sinna lendamiseks on liiga pikk. Lisaks erinevad kimalaseliigid maastikueelistuste poolest – mõned eelistavad avatumaid maastikke, teised hoopis metsa lähedust.

Ümbritsev maastik võib põllumajandusmaastiku bioloogilist mitmekesisust väga oluliselt mõjutada. Samas võib mõju ulatus piirkonniti varieeruda. PKT hindamise raames on alustatud põllumajandusintensiivsuse ning loodusväärtuste omavaheliste seoste analüüsimist ning esialgsed tulemused näitavad nii Lõuna-Eestis kui ka Lääne-Eestis ümbritseva maastiku suuremat mõju eluslooduse mitmekesisusele, kui seda on konkreetset tootmisintensiivsusel.

PKT seire üheks indikaatoriks on valitud ka **põllulinnud**, kes on samuti üle-Euroopaliselt põllumajanduskeskkonna indikaatoriks. Linnud vähendavad toitumise käigus kahjurputukate ja umbrohuseemnete arvukust ning pakuvad kuulamiseks linnulaulu. Euroopa tasandil on alates 1980. aastast kõige tavalisemate põllulindude arvukus langenud ~48% ehk 30 aasta jooksul on Euroopa kaotanud peaaegu pooled oma põllulindudest. ELi vanades liikmesriikides oli vastaval perioodil langus 47% ning uutes liikmesriikides 29%. Regionaalsel tasandil oli tavalisemate põllulindude arvukuse langus Kesk- ja Ida-Euroopas (kuhu kuulub antud klassifikatsiooni järgi ka Eesti) 36%. Samal ajal kõige tavalisemate metsalindude arvukus langes vastaval perioodil vaid 9%. Lindude arvukuse ja liigirikkuse languse põhjustena on muuhulgas välja toodud suurenenud pestitsiidide kasutamist ja võimalike toiduobjektide, elupaikade ja põllukultuuride mitmekesisuse vähenemist ning põldude suuruse ja rohumaa majandamise intensiivsuse kasvu, teraviljade külvi- ja lõikusaja muutusi ning talviste kõrrepõldude ja mitteülesküntavate elupaikade ning maastikuelementide (sh ka hekkide ja põõsastike) vähenemist.

Mitmete eespool väljatoodud tegurite mõju põllulindudele on leidnud kinnitust ka PKT linnuseire raames. Näiteks analüüsiti loomtoiduliste lindude (söövad ämblikke, liblikaid, vihmausse jm loomset toitu) arvukust eri tootmisviisiga põllumajandusettevõtetes ning leiti, et kui dominantliik



põldlooke analüüsisist välja jätta, esines mahepõllumajandusliku tootmisega aladel üle 10 korra rohkem loomtoidulisi linde kui põllumajandusliku keskkonnatoetusega mitteliitunud ettevõtetes. Selle põhjuseid võib arvatavasti otsida toiduressursi olemasolus. Läbi on viidud ka analüüs, kus vaadati, kas levinumatel põllulindudel esineb erinevate kultuurtaimede osas mingeid eelistusi. Leiti, et kiivitaja on territooriumi valikul väga tundlik kasvatatava kultuuri kõrguse suhtes ning seepärast eelistab elupaigana suvilja põlde. Seevastu kadakatäks on tüüpiline rohumaade liik, kelle eelistatud pesitsusterritooriumile jääb teraviljakultuure vaid juhuslikult, kuid kõikvõimalikke muid kultuure kasutatakse meelsasti. Põldlookesed eelistavad elupaikadena pigem rohumaad, kusjuures monokultuuridele eelistatakse mitmeliigilist rohumaad. Pruunselg-põõsalind eelistab pesitsemiseks rohumaade servi ja madalate või üksikult paiknevate puudega alasid, nagu näiteks taluõued. Puistulembeste metsvindi, metskiuru ja talvikese jaoks on oluline kasvõi väikese puistulapi olemasolu nende pesapaiga jaoks valitud põllumajandusmaastikus. Kultuurigruppide analüüs PKT linnuseire andmete põhjal näitas, et linnuliikide nõudlused põllukultuuride osas on erinevad. Seega on oluline kasvatada mitte monokultuure, vaid arvestada kultuurtaimede mitmekesisusega – need pakuvad toitu ja elupaiku erinevatele linnuliikidele. Peamine viis elurikkuse tagamiseks põllumajandusmaastikul on säilitada selle mitmekesisus, kuna eri liigid on kohastunud kasutama erinevaid ökoloogilisi nišše. Lisaks on PKT linnuseire andmeid analüüsitud ka sõltuvalt erinevatest maastikuelementidest ning leitud, et mõned linnud, nagu näiteks põldlooke ja kiivitaja, eelistavad avatud maastikke, samas kui pruunselg-põõsalind ja talvike hoopis maastikuelemente (nagu eespool väljatoodud kultuurigruppide analüüsisistki välja tuli) – maastikulise mitmekesisuse osas on oluline nii avatud kui ka maastikuelementide rohkete alade olemasolu.

Võrreldes ELi keskpäärtkonna mitme riigiga (Holland, Belgia, Saksamaa), on looduslik mitmekesisus Eestis suhteliselt hästi säilinud (nt erinevate elupaigatüüpidega on kaitse all üle 10% riigi territooriumist). Samas puudub Eestis senini üleriigiline ülevaade (kaitsetähtsusega) liikide ja elupaikade tegeliku sõltuvuse kohta põllumajandusmaast ja -tegevusest ehk me ei tea selgelt, millised on loodusega kooskõlas toimivad tegevusviisid ning kas ja kuidas need piirkonniti erinevad. Põllumajandusmaast ja -tegevust kajastavad keskkonnaandmed on kas lünklikud või puuduvad hoopis, seetõttu on ka põllumajandustegevuse ning loodusväärtuste omavaheliste seoste kindlakstegemine keeruline.

Ka ei ole Euroopas enam kui 20 aastat rakendatud PKT-de keskkonnamõju olnud selgepiiriline – hoolimata tegevustele seatud üllastest (samam väga tihti aga mittemõõdetavatest) eesmärkidest, ei ole liikmesriigid suutnud piisavalt tõestada seoseid toetatud tegevuste ning keskkonnaseisundi paranemise vahel. Eelkõige on nõrgad tulemused tingitud meetmete ülesehitusest, mille puhul pole arvestatud tegevuste tegelikku keskkonnamõju antud piirkonnas – paljudel juhtudel ei eksisteeri sellekohaseid teadusuuringuid ning puuduvad ka vajalikud seireandmed. Parimate tulemuste jaoks on aga väga oluline katsetada nõudeid kohalikus kontekstis ning tulemusi pidevalt seirata, kuna looduses toimuvad muutused pikema aja jooksul.



6. Rakendusuuringud

Läbi aastate on oldud seisukohal, et tegevusvaldkonna põhised teadusuuringud aitavad siduda põllumajandussektorit tarbijate vajaduste ja nõuetega, tõstes sealjuures ka kohalike toodete väärtust ning õpetades inimesi hindama põllumajanduse rolli puhtama keskkonna ja inimese hea tervisliku seisundi säilitamisel. Eesti põllumajandusteaduste üldised suunad ja põhimõtted on sätestatud perioodi 2007–2013 MAKis, kus on määratletud ka Eesti positsioon põllumajandusteaduste rahvusvahelisel taustal. Selle strateegiliste eesmärkide elluviimisega aidatakse kaasa teadmistekeskse ühiskonna arengule, kus Eesti teadlaskonna uurimistööde tulemused oleksid väärtustatud kui osa maailmateadusest ning oleksid samuti kogu ühiskonna funktsioneerimise ja arengu üheks oluliseks tingimuseks.

Viimastel aastatel on Põllumajandusministeerium põllumajandusteadust rahastanud läbi kolme erineva programmi ja arengukava, milleks on arengukava „**Põllumajanduskultuuride geneetilise ressursi kogumine ja säilitamine aastateks 2007–2013**”, riiklik programm „**Sordiaretusprogramm aastatel 2009–2019**“ ning riiklik programm „**Põllumajanduslikud rakendusuuringud ja arendustegevus aastatel 2009–2014**” (edaspidi *rakendusuuringute programm*).

Käesolevas trükises on pööratud rohkem tähelepanu rakendusuuringute programmi raames elluviidud projektidele ja mitmete uuringute tulemusi on ka kajastatud. Rakendusuuringute programmi põhieesmärk on aidata kaasa põllumajandustootmise ja töötlemise konkurentsivõime tõusule, tagada selle jätkusuutlikkus, analüüsida põllumajandustootmise ja -toodanguga kaasnedu võivaid riske tarbijale ja keskkonnale ning töötada välja neid riske vähendavaid lahendusi kogu tootmis- ja töötlemisahela jaoks. Programmi elluviimisel on prioriteetideks noorteadlaste kaasamine, Eesti põllumajandusteaduste integreerimine rahvusvahelisse teadussüsteemi ja positiivsete teadustulemuste kiire rakendamine praktikasse, tõstes seeläbi majanduse konkurentsivõimet. Programmi täitmine peab aitama intensiivsemalt varustada põllumajandustootjaid uute, Eesti oludesse sobilike keskkonnasõbralike tehnoloogiate, tootmisvõtete ja muu turukonkurentsis püsimiseks vajaliku teabega. Seega on nimetatud programmil Eesti põllumajanduse konkurentsivõime tõstmise, keskkonnasäästliku tootmise, maaelu edendamise ja sotsiaalsete probleemide leevendamise seisukohalt väga suur tähtsus.

Rakendusuuringute programmi raames läbiviidav teadusteemade kaardistamine, kus projektikonkursile eelnevalt küsitakse Põllumajandusministeeriumi ja valitsemisala ametnike, põllumajandussaaduste tootjate ja töötlejate, teadus- ja arendusasutuste ning esindusorganisatsioonide ettepanekuid uurimisteemade kohta, aitab paremini tagada rakendusuuringute ajakohasuse ning vastavuse tootjate ja töötlejate vajadustele. Aasta-aastalt on paranemas ka põllumajandusteaduse rahvusvaheline koostöö.

Projektiteemade ja projektide valikul ning rahastamisel lähtutakse rakendusuuringute programmi elluviimisel valdkondlikkuse printsiibist. Rakendusuuringud on programmi mõistes jaotatud viide valdkonda: toiduohutus ja tervis; taimekasvatuse ja taimetervis (sh aiandus); loomakasvatuse; põllumajandustootmist toetavad tegevused; maamajandus- ja sotsiaaluuringud.

Rakendusuuringute programmi terviktekstis (leitav Põllumajandusministeeriumi kodulehelt: <http://www.agri.ee/index.php?id=31268&highlight=rakendusuuringute,programm>) on kõigi valdkondade eesmärgid täpsemalt lahti kirjutatud, siinkohal tooks välja vaid taimekasvatuse ja taimetervise (sh aianduse) valdkonna peamise eesmärgi, milleks on Eesti taimekasvatajate kindlustamine ökonoomsete, keskkonnasäästlike tootmis- ja säilitustehnoloogiatega. Seoses



turusituatsiooni muutumisega tuleb uurida taimekasvatuse erinevatel viljelustasemetel (mahe-, tava- ja intensiivviljelus), pöörates seejuures tähelepanu toodangu kasutusotstarbele (inimtoiduks, söödaks, toiduainetööstuse toormeks, energeetilisteks eesmärkideks jne). Olulisemateks tegevusteks nimetatud valdkonnas on:

- 1) erinevate toidu-, sööda-, energia- ja mittetoidulise toorme kultuuride agrotehnoloogiate uurimine ja arendamine keskkonna- ja ressursisäästlikumaks ning majanduslikult tasuvamaks;
- 2) intensiiv-, tava- ja mahepõllumajanduse alased uuringud ning võrdlemine – ökonoomiliste, agrokeemiliste ja agrotehniliste teadmiste täiendamine;
- 3) taimekahjustajate tegevuse tagajärjel tekkida võiva majandusliku kahju ennetamine. Taimekahjustajate levikupõhjuste selgitamine ja analüüs; nüüdisaegsete tõrjemeetmete väljatöötamine ja nende tõhususe väljaselgitamine Eesti tingimustes.

Käesolevas trükises kajastatud projektide tulemusi saavad lugejad, põllumajandustootjad ja -töötajad praktikasse rakendada ning nende kasulikkuse ja kasutuskõlblikkuse üle juba ise otsustada.

6.1. 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.

Rakendusuuring viidi läbi Eesti Maaviljeluse Instituudis (EMVI) nelja alateema raames aastatel 2006–2010. Uuringu lõpparuanne on leitav Eesti põllu- ja maamajanduse nõuandeteenistuse kodulehelt:

<http://www.pikk.ee/upload/files/Teadusinfo/Lopparuanne%20Tera%20ja%20kaunviljade%20ning%20õlikultuuride%20VORM%20J2rvan%202010.pdf>.

6.1.1. Teraviljade toidu- ja söödakvaliteedi ning küpsetusomaduste parandamise võimaluste uurimine omamaise toiduviljaga varustatuse suurendamise eesmärgil

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

Uurimistöe eesmärgid olid järgmised: uurida talinisu väävliga väetamist Eesti eri piirkondades; teatud toitainete (Mg, Cu, S) vaegusega muldadel uurida nende toiteelementide lehekaudse andmise efektiivsust teravilja saagikuse, kvaliteedi ja toidunisu küpsetusomaduste seisukohalt; uurida väävliga väetamise rolli toidunisu kleepvalgu kvaliteedi ja küpsetusomaduste kujunemisel; kontrollida teadusuuringutes selgunud võtete efektiivsust tootmistingimustes ja anda hinnang katsetes rakendatud agrotehniliste meetmete majandusliku tasuvuse kohta.

Aastatel 2006–2010 korraldati selle alateema raames Põhja-Eestis (Sakus) ja Lõuna-Eestis (Auksis) kokku 13 põldkatset, 6 tootmiskatset ja üks suuremahuline komplekskatset. Katsevariante oli kokku 130 ja katselappe 520. PMKlt telliti kvaliteedianalüüsi kokku 635 teraviljaproovist ning tehti 80 nisu küpsetuskvaliteedi määramist ja prooviküpsetust.



6.1.1.1. Väävliga väetamise mõju talinisu saagikusele ja kvaliteedinõuetele vastavusele

Eelmise rakendusuringute projekti (2003–2007) lõpuaastate uuringutes selgus esmakordselt, et väävlipuudus võib osutuda väga oluliseks talinisu saagikust limiteerivaks teguriks. Väävliga väetamise efektiivsus saagikuse seisukohalt võis aastate, kasvukohtade ja muude tingimuste lõikes olla väga erinev. 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 sellealaseid uuringuid ka käesoleva projekti raames.

2006. aastal Auksis 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 nisu langemisarv ei sõltunud väetamisest. Küll aga oli NS-väetamisel proteiini ja kleepvalgu sisaldus oluliselt kõrgem kui N-väetamisel. 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 sobis kvaliteedilt söödaviljaks.

2007. ja 2008. aastal Sakus rähkmullal läbiviidud põldkatsetes, kus talinisu eelviljaks oli varajase punase ristiku seemnepõld, olid tulemused hoopis teistsugused kui Auksi muldadel. Katsetes võrreldi N-väetamise (ammooniumsalpeetrina N50 kahel korral) ja NS-väetamise (Axanina N50 S6,8 kahel korral) toimeid. Väävlil mõjul talinisu 'Lars' saak küll suurenes 8–9%, kuid samal ajal langes terade proteiinisaldus 0,2–0,6% ja kleepvalgu sisaldus 0,8–2,1% võrra. Äärmiselt pikk põud kevadel ja suve esimesel poolel oli peapõhjuseks, et proteiini ja kleepvalgu sisaldused nii N- kui ka NS-väetamisel jäid liiga madalaks ega vastanud toidunisu esitatavatele nõuetele. Väävel ei mõjutanud nisu mahukaalu ega langemisarvu.

2009. aastal Auksis oli eelviljaks suviraps ning talinisu 'Ada' saagikus oli kõrge, katsevariantide keskmisena 8,6 t/ha. Võrreldes N-pealtväetamisega NS-väetamine saagilisa ei toonud. Kuid ka siin ilmnes väävliga variandis proteiinisalduse väike langus (12,6%-lt 12,4%-le), samuti vähenes kleepvalgu sisaldus (27,0%-lt 26,3%-le). Kõikide katsevariantide vilil vastas toidunisu kvaliteedinõuetele.

2010. aastal selgitati väävlil mõju talinisu 'Ada' Auksis tootmispõllul läbi viidud komplekskatsetes. Selgus, et 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 28,2%. 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. Samas komplekskatsetes selgus ka, et kui talinisu oli väetatud ainult ammooniumsalpeetriga (3 väetamisel kokku N102), siis umbrohutõrjel lahusesse lisatud Sulpha-N normiga 5 l/ha suurendas talinisu saagikust 30,0%. Kuid sel juhul proteiini sisaldus vähenes keskmiselt 0,4% ja kleepvalgu sisaldus keskmiselt 1,2% võrra.

Seega, talinisu väävliga väetamisel võib saagi olulise suurenemisega kaasneda proteiini ja kleepvalgu sisalduste vähenemine. Kas sellega samaaegselt aga võib toimuda kleepvalgu kvaliteedi ja nisujahu küpsetusomaduste paranemine, sellest järgnevalt.



6.1.1.2. 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. Käesoleva projekti raames tehtud põld- ja tootmiskatsete saakidest määrati aminohapete sisaldus 172 proovist ning tehti küpsetuskatsed 80 prooviga.

Väävliga väetamise tulemusena paranes nisuvalgu kvaliteet mitmes katses. Näiteks 2006. aastal Viljandimaal läbi viidud kahe tootmiskatse keskmisena suurenes väävliga väetamise mõjul talinisu aminohapete sisaldus järgmiselt: tsüsteiin 28%, treoniin 24%, metioniin 19% ja lüsiin 13%. 2007. aastal Sakus suurendas Sulfur F3000 pritsimine talinisu terades tsüsteiini 16%, metioniini 11% ja lüsiini 18%. 2008. aastal suurendas Axani vormis antud väävel talinisu terades lüsiini sisaldust 8,5%, võrreldes ammooniumsulfaadiga väetamisega. 2010. aastal Auksis tehtud komplekskatses oli ammooniumsulfaadiga väetatud talinisu väävlit sisaldavate aminohapete (tsüsteiini ja metioniini) sisaldus kõrgem kui ammooniumsulfaadiga väetatud nisus.

Esimesed küpsetuskatsed selle projekti raames tehti 2006. aastal eelmise aasta Saku põldkatsete baasil. Selles katses väävli mõjul talinisu proteiini ja kleepvalgu sisaldused vähenesid, kuid gluteenindeks suurenes oluliselt. Gluteenindeks ongi esmaseks kleepvalgu kvaliteedi näitajaks. Jahu, taigna ja küpsetise staadiumides läbi viidud põhjalikud kvaliteedianalüüsid ja määramised näitasid, et väävliga väetamise tulemusena paljud kvaliteediparameetrid paranesid: suurenesid taigna stabiilsus ja kvaliteedinumber; pätsi ruumala, eriruumala, pätsi kõrguse ja diameetri suhe ning paranes poorsus.

2006. aastal Auksi tootmiskatsetelt võetud talinisu proovide küpsetuskvaliteedi analüüsides ja prooviküpsetustest selgus, et väävli mõjul suurenesid jahu proteiini ja kleepvalgu sisaldus, taigna stabiilsus ja kvaliteedinumber, küpsetise ruumala, eriruumala ning ümmarguse pätsi kõrguse ja diameetri suhe. Küpsetusomaduste mitmete näitajate osas ilmnes paremus väävliga väetatud variandi kasuks ka 2007. ja 2008. aastal Sakus läbi viidud katsete tulemusena.

Talinisu küpsetusomaduste uuringud ja prooviküpsetused viidi läbi ka Auksis 2010. aastal korraldatud komplekskatse proovidega. Testid näitasid, et väävelväetist saanud nisu puhul olid küpsetuskvaliteedi parameetrid (taigna stabiilsus ja kvaliteedinumber, pätsi ruumala, kõrguse ja diameetri suhe, sisu struktuur ja poorsus) paremad.

Seega, väetuskatsetelt kogutud talinisu proovidega läbi viidud küpsetuskatsetest selgus, et heade lõpptulemuste saavutamiseks ei pea kleepvalgu kogus olema alati kõrge. Ka väiksema kleepvalgu kogusega on võimalik saada head küpsetuskvaliteeti. Lõpptulemus on olemas nii võrd 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.

6.1.1.3. Kasvuaegse väetamise aegade mõju talinisu saagikusele ja saagi kvaliteedile

2008. aastal Sakus osutus parimaks ja majanduslikult efektiivseimaks katsevariant, kus kahel korral, võrsumise alg- ja lõppfaasides, väetati Axaniga, väetisnorm oli N100 S13. Kontrollvariandist (N50+50 ammooniumsulfaadina) paremaks osutus ka variant, kus



esimesel väetamiskorral Axani annust vähendati N20 võrra ja see N20 anti kolmandal väetamisel kõrsumise lõppfaasis (EC 37–39) ammooniumsalpeetrina. 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 loomisaasi. Sel juhul oli kleepvalgu sisaldus 2,0–2,9% võrra kõrgem kui teistes väetusvariantides. Selle katsevariandi saak oli ka kõige parema bioloogilise väärtusega, sest aminohapete (lüsiini, treoniini, tsüsteiini ja metioniini) sisaldused terades olid kõrgeimad.

2009. aastal Auksis läbi viidud väetuskatses oli suvirapsi järel kasvatatud talinisu üllatavalt saagikas, saagikus katse foonilt (N50) oli 7,1 t/ha ja N50+N50S6,8 puhul 8,7 t/ha. Selles katses osutusid parimateks katsevariandid, kus talinisule anti lipulehe faasis veel N30 kas ammooniumsalpeetrina või Axan Superina. Selle N30 mõjul suurenes saagikus mitteoluliselt (+0,17 t/ha), kuid proteiini sisaldus tõusis 12,4%-lt 13,5%-le ja kleepvalgu sisaldus 26,3%-lt 29,2%-le. Võrreldes kahel korral pealtväetamisega, suurendas lipulehe faasis tehtud kolmas N- või NS-väetamine normiga N30 ka veel aminohapete keskmist sisaldust järgmiselt: tsüsteiini 8,7%, treoniini 7,7%, metioniini 7,3% ja lüsiini 6,7%. Küpsetuskatsete läbiviimisel osutus küpsetusomaduste poolest kõige paremaks selle variandi jahu, kus teise väetamiskorra lämmastikunormist (N50) osa anti ammooniumsalpeetrina (N29) ja osa ammooniumsulfaadina (N21 S24).

6.1.1.4. Tootmiskatsed teraviljadega

Tootmiskatses talinisu ja odraga, kokku 7 katset, viidi läbi Viljandimaal Saarepeedi vallas Auksi-Kooli ja Lapi taludes. Agrotehnilisi töid põldudel teostas Ando Adamson.

2006. aastal korraldati kaks tootmiskatset talinisuga 'Lars'. Võrreldi N- (ammooniumsalpeetrina) ja NS- (Axan Superina) pealtväetamise mõju erineva viljakuse ja eelviljadega põldudel. Väetisnorm anti kahe annusena – kõrsumise alg- ja lõppfaasides. Talinisu saagikus Auksi-Oru põllul oli N-väetamisel 5,36 t/ha ja NS-väetamisel 7,80 t/ha ning Auksi-Otsa põllul vastavalt 3,39 ja 4,74 t/ha. Mõlemas tootmiskatses suurenes väävlil mõjul terade proteiini, kleepvalgu ja aminohapete sisaldus. Väävliliga väetamise tugev positiivne mõju avaldus ka küpsetuskatsete tulemustes.

Majandusliku efektiivsuse arvutused, arvestades tolaeagsete sisendite hindade ja toidunisu realiseerimishinnaga, näitasid, et talinisu kasvuaegne väetamine NS-väetisega võimaldas saada 1610–3136 kr/ha ehk 103–200 €/ha võrra rohkem tulu kui väetamine N-väetisega.

2007. aasta tootmiskatses oli talinisu 'Olivin' külvatud suvirapsi kõrde. Võrreldi esimesel pealtväetamiskorral antud Kemira NPS (150 kg/ha, s.o N45P3S4,5) ja ammooniumsalpeetri (N45) mõju. Teine pealtväetamine tehti ühtemoodi NPS-ga. Külma ja sademevaese kevade tõttu oli ammooniumsalpeetri mõju algul kiirem ja parem kui aeglasemalt lahustuval NPS-väetisel, hiljem nende toime ühtlustus. Kombineerimisel kujunes saagikuseks N-variandis 7,63 t/ha ja NPS-variandis 7,38 t/ha.

2007. aasta alguses oli N toimeaine ammooniumsalpeetris odavam kui NPS-väetises. Arvesse võttes ka saagikuse teatud erinevust, oli selle tootmiskatse tingimustes majanduslikult efektiivsem anda esimesel pealtväetamiskorral ammooniumsalpeetrit. See võimaldas saada lisatulu 560 kr/ha (35,8 €/ha) võrra rohkem kui NPS-väetisega.

2008. aastal läbiviidud talinisu ja odra tootmiskatsete eesmärgiks oli selgitada mõnede tahkete väetiste ja leheväetiste mõju teraviljade saagikusele ja kvaliteedile. Kõik tööd, vastavalt metoodikale, tehti plaanipäraselt ja veel juuli lõpu seisuga võis oodata tavapärasest kõrgemat ja kvaliteetset saaki. Kuid ülimalt sademerohke augusti tõttu õnnestus kõrge niiskusesisaldusega saak koristada suure hilinemisega. Katsevariantide saagikus talinisul



oli küll 7,2–8,8 t/ha piirides, kuid kvaliteet oli väga tugevasti langenud. Läbi raskuste õnnestus saak realiseerida söödaviljana. Kui arvesse võtta kasvatamiseks, koristamiseks ja kuivatamiseks tehtud kulutused, siis sellel aastal jäädi nii talinisu kui ka odra kasvatamisel selgelt kahjumisse.

2009. aasta tootmiskatses odraga 'Mercada' uuriti umbrohutõrjel pritsimislahusesse lisatud leheväetiste (Kelcare Cu normiga 2 kg/ha + Sulfur F3000 normiga 5 l/ha) mõju. Mõlema katsevariandi saagikus oli praktiliselt võrdne – 4,2 t/ha. Leheväetiste kasutamine end ei õigustanud. Odra kasvatamine andis sel aastal kahjumit.

2010. aastal viidi Auksis läbi 16-variandiline komplekskatse talinisuuga 'Ada'. Eelviljaks oli taliraps. Komplekskatse planeeriti vastavalt masinate tööolajustele selliselt, et katselappide suuruseks kujunes 24 x 24 meetrit. Lämmastikunormiks oli N102, mis anti kolme võrdse annusena. Talinisu komplekskatse koosnes kahest osast.

Esimeses osas seisnesid väetamise erinevused selles, kas teisel pealtväetamisel, võrsumise lõppfaasis, anti ammoniumsulfaati (N34) või ammoniumsulfaati (N34 S39) ja kas umbrohutõrjel lisati paagisegusse Sulpha-N (normiga 5 l/ha) või ei.

Komplekskatse teises osas selgitati mõnede leheväetiste efektiivsust mitmesugustel väetisfoonidel. Leheväetisi (Krista U normiga 10 kg/ha, Aton AZ normiga 5 l/ha ja Thiovit Jet normiga 10 kg/ha) lisati paagisegusse talinisu loomise algfaasis tehtud profülaktilisel haigustetõrjel.

Kõik tulemused, nii saagikuse kui kvaliteedinäitajate osas, saadi neljas korduses. Tulemustest selgus, et, kasutades teisel pealtväetamiskorral ammoniumsulfaati asemel ammoniumsulfaati, suurenes saak 1,54 t/ha võrra, mis võimaldas saada enamtulu 3204 kr/ha ehk 208,8 €/ha. Kui talinisu pealtväetamised tehti ainult ammoniumsulfaadiga, siis osutus lehekaudne väetamine Sulfa-Nga väga efektiivseks ning võimaldas saada enamtulu 3224 kr/ha ehk 206 €/ha. Kui väävlit oli antud juba mullakaudselt (ammoniumsulfaadiga), siis Sulfa-Nga pritsimine ei õigustanud end. Fungitsiidilahusesse lisatud Thiovit suurendas talinisu saagikust kontrollvariandiga võrreldes 0,38 t/ha ehk 5,9% ja Aton AZ suurendas saagikust 0,54 t/ha ehk 8,4%.

6.1.1.5. Lehekaudse väetamise mõju talinisu 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. Lehekaudset väetamist ei tohi aga 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 ning oli ilmnenud ka vase ja liikuva väävlit puudust. Samas oli turule tulnud hulgaliselt vedelväetisi lehekaudseks kasutamiseks, mille efektiivsust asuti EMVIs uurima. Sel eesmärgil viidi Sakus ja Auksis läbi kokku 7 põldkatset ja 3 tootmiskatset.

Teraviljadel katsetati järgmisi leheväetisi (tolleaegsete nimetustega): Sulfur F3000 (S 340 g/l ja N 148 g/l); Hydromag 300 (Mg 300 g/l); Mikro Cu (Cu 500 g/l); Mikro Cereale (Cu 50, MgO 300, Mn 130, N 66, Zn 25 g/l). Katsetes olid ka kelaatsed leheväetised KelCare Mg ja KelCare Cu. Kasutati ka leheväetiste segusid vastavalt sellele, milliste elementide puudus mullas oli. Leheväetiste lahustega pritsiti teravilju võrsumise lõpul arvestusega, et umbes sellises arengujärgus tehakse taimekaitseteid, mida on võimalik ühitada lehekaudselt väetiste andmisega.



Sakus magneesiumi-, vase- ja väävlivaesel rähkmullal ei mõjutanud 2006. aasta katsetes leheväetiste kasutamine praktiliselt suvinisu saagikust ja kvaliteeti. 2007. aasta tingimustes ei avaldanud leheväetiste kasutamine statistiliselt usutavat mõju ka talinisu saagikusele, mis jäi piiridesse 5,8–6,4 t/ha. Leheväetised ei mõjutanud langemisarvu, proteiini ja kleepvalgu sisaldust, kuid mõned leheväetised siiski suurendasid talinisu aminohapete sisaldust ning parandasid teatud küpsetusomadusi.

Saku 2008. aasta katsetes suurendas leheväetiste kasutamine talinisu saagikust 7,8–18,3% (kontrollvariandi saagikus oli 7,4 t/ha). Parimateks osutusid katsevariandid, kus talinisu pritsiti võrsumise lõppfaasis Mikro Cereale või Mikro Cereale + Sulfur või Kelcare Cu või Kelcare Cu + Kelcare Mg või Mikro Cu + Hydromag lahustega. Mõnel juhul kaasnes leheväetistega pritsimisel nende saakitõstvale mõjule terade proteiini ja kleepvalgu sisalduste vähenemine.

Analoogilised leheväetamise katsed talinisuga 'Ada' viidi 2009. aastal läbi Auksis kamarleetmullal, mille makro- ja mikrotoitainete sisaldus oli keskpärasel tasemel. Talinisu saagikus oli väga kõrge ning ületas 8 t/ha piiri kõikide katsevariantide puhul ning variantidevahelised erinevused ei olnud statistiliselt usutavad. Järelikult selle katse tingimustes suutsid talinisu taimed saagi moodustamiseks vajalikud toiteelemendid mullast kätte saada ega vajanud enam juurevälist väetamist.

6.1.2. Toidu- ja söödateravilja proteiinitoodangu suurendamine

Põhitäitja: Elina Akk, M.sc.

6.1.2.1. Uuringud herne ja odras puhas- ja segukülvide katsete baasil

Katsed viidi läbi aastail 2006–2010 Sakus rähkmullal ja Olustveres kamarleetmullal. Uurimistöö eesmärgiks oli selgitada hernesortide sobivust kasvatamiseks puhaskülvis ja segukülvides koos odraga, hinnata odras ja herne puhas- ja segukülvide mõju saagi kvaliteedinäitajatele, hinnata hernesortide mõningaid omadusi toiduhernena, sh nende keetmisomadusi, uurida nitraatlämmastiku dünaamikat odras ja herne puhas- ja segukülvide mullas.

Katsetati hernesorte 'Hardy', 'Clarissa', 'Nitouche', 'Majoret', 'Mehis'; oder oli 'Anni'. Kasutati järgmisi külvisenorme: puhaskülvides oder 550 idanevat seemet ruutmeetrile (id.s/m²) ja hernes 100 id.s/m². Segukülvides võeti otra 120 id.s/m² ja hernerest 80 id.s/m².

Odras ja herne saagikus puhas- ja segukülvides

Odras ja herne saagikus sõltus oluliselt ilmastikust. Viie katseaasta sees oli kaks põua-aastat ja üks väga vihmane aasta (2007. a). Stabiilsema saagikusega ja lamandumiskindlamad olid sordid 'Clarissa' ja 'Nitouche'. Sordid 'Hardy' ja 'Mehis' lamandusid kergesti. Herne puhas- ja segukülvides proteiinisaakide võrdlemisel andsid kõrgema proteiinisaaugi herne puhaskülvis, katsete keskmisena saadi proteiini 641 kg/ha. Segukülvides odraga jäid proteiinisaagid madalamaks vaid 86 kg võrra.

Odraterade proteiinisisaldus suurenes hernega koos kasvatamisel, kuid proteiinisaak sõltus herne osakaalust segaviljas. Odras külvisenormil 120 id.s/m² (seemet 50–65 kg/ha) ja herne külvisenormiga 80 id.s/m² (seemnekulu 225–350 kg/ha) oli saagistruktuur hernerohke ja suurem oli ka proteiinisaak. Sellises segunormis kujunes odras saagiks segaviljas keskmiselt 800 kg/ha ja odras proteiinisaagiks 99 kg/ha.

Herne väetamine oli tulemuslik nii Põhja-Eesti 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 proteiinirikaks jõusöödaks loomadele ja lindudele. Kui loomapidamisel tekkinud kääritatud sõnnikut antakse eelviljale (meie ei uurinud sõnniku mõju), puudub vajadus kasutada mineraalväetisi.

Odra kvaliteet toidu- ja söödaviljana puhas- ja segukülvides

Toiduodra olulised kvaliteedinäitajad on mahukaal, mis peaks olema vähemalt 600 g/l, ja terade proteiinisaldus, mille soovitatav minimaalne sisaldus on 12%. Toidu- ja söödajahu tootmisel on oluliseks näitajaks terade tärglise sisaldus. Söödaodra puhul hinnatakse terade proteiinisaldust ja nn kriitilise aminohappe lüsiini sisaldust.

Odra mahukaal oli aastati veidi erinev, kuid alati ületas see lubatud minimaalset näitajat – 600g/l. Odra-herne segukülvides kasvanud odra mahukaal oli veidi madalam kui odra puhaskülvide saagis.

Odraterade tärglisesisaldus on madalam kui nisuteradel ja jääb tavaliselt 45–58% piiridesse. Odra tärglisesisaldus oleneb tugevasti ilmastikust. Mõõdukate sademetega aastail (2007. ja 2008. a) oli odra terade tärglisesisaldus nii puhas- kui hernega segukülvides kõrgem kui põuastel aastatel (2006. ja 2010. a). Odra ja herne segukülvides oli odraterade tärglisesisaldus kõrgem kui puhaskülvi odrasaagis. Võrreldes mõõduka (N60) lämmastikufooniga kasvatatud odra saaki hernega segukülvis kasvanud odra saagiga, vähenes segukülvides odraterade tärglisesisaldus. Kuid odraterade tärglisesisaldus langes kõige enam kuiva kasvuperioodiga aastal ja kõrgel (N120) lämmastikufoonil kasvanud odra saagis.

Toiduodra soovitatav proteiinisaldus on minimaalselt 12%. Söödaodras võib proteiini vähem olla, kuid mitte alla 9%. Puhaskülvis kasvatatud odra terade proteiinisaldus oli, olenevalt aastast ja N-foonist, 9,2–10,5%. 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.

Lüsiinisaldus omab tähtsust eriti siis, kui otra kasutatakse söödaviljana. Puhaskülvis kasvatatud odraterade lüsiinisaldus, olenevalt aastast ja väetamisest, oli 2,5–4,5 g/kg. Segukülvides odra lüsiinisaldus suurenes aastail 2007–2009 14,6–61% võrra.

Herneseemnete kvaliteet toidu- ja söödaviljana

Toiduherne puhul on üheks oluliseks kvaliteedinäitajaks keetmisomadused, s.o ühe tunni vältel pehmeks keevate seemnete protsent. Söödaviljaks kasutatava herne olulisemateks kvaliteedinäitajateks on proteiini ja lüsiini sisaldus.

Neljal aastal tehtud uuringute tulemusena osutus kõige paremate keeduomadustega sortideks 'Clarissa'. Odra-herne segaviljas kasvanud herne keetmisomadused olid alati paremad kui herne puhaskülvide puhul.

Proteiinisaldus oli hernesortidel erinev. Kõrgema proteiinisaldusega sortid 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%.

Herneseemnete keskmine lüsiinisaldus jäi vahemikku 12,7–14,7 mg/kg. Aastate ja sortide lõikes mingit reeglipärasust ei selgunud. Segukülvides kasvatatud herneseemnete lüsiinisaldus jäi madalamaks kui herne puhaskülvi seemnetes.

Nitraatlämmastiku dünaamika odra ja herne puhas- ja segukülvide mullas

Saku katsetes uuriti aastail 2008–2010 nitraatlämmastiku liikumist mullas taimede erinevatel kasvuaegadel. Proovid võeti katsevariandilt, kus väetisi ei kasutatud. 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 vahekuultuuri või talivilju.

6.1.2.2. Põldoa agrotehnika täpsustamine

Töö eesmärgiks oli võrrelda fungitsiidide Folicur ja Amistar efektiivsust põldoa haiguste tõrjel ja selgitada nende mõju põldoa saagikusele ja proteiinisaldusele. Katsed tehti Sakus sortidega 'Jõgeva' (Eesti) ja 'Kontu' (Soome). Katsevariandid olid neljal aastal järgmised: 1. kontroll e. pritsimata; 2. pritsitud fungitsiidiga Folicur 1 l/ha; 3. pritsitud fungitsiidiga Amistar 1 l/ha; 4. pritsitud Folicuriga kaks korda, à 1 l/ha.

Põldkatsete tulemusena selgus, et fungitsiidide toimeained tebukonasool, asoksüstrobiin ja tsüprokonasool sobivad põldoa haiguste tõrjeks. Nende kasutamisel ei ilmnenud taimedel stressi ega kasvuhäireid. Põldoa-šokolaadilaiksust (*Botrytis fabae*) esines igal aastal. Haigus avaldus taimedel juunis enne õitsemist. Kuid haiguse edasine areng sõltus ilmastikust. Kahel katseaastal (2006. ja 2010. a) oli taimede kasvuajal juulis põud. Nendel aastatel edasine haiguse arenemine taimedel küll peatus, ent väikeseks jäi ka saagikus. Põuastel aastatel oli pritsimine fungitsiididega majanduslikult kahjulik. Kahel katseaastal (2008. ja 2009. a) 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.

Kuna põldoa-šokolaadilaiksust võib esineda ka vikil, hernel ja aedoal, siis tuleks vältida nende kultuuride kasvatamist vähemalt neli aastat enne põldoa kasvatamist. Kuigi põldoa kasvupind Eestis on väike (vaid 77 hektarit), tuleks selle 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.

6.1.3. Rapsi saagikuse stabiliseerimine ja seemnesaagi kvaliteedi parandamine

6.1.3.1. Rapsi agrotehnoloogia uuringud Sakus aastail 2006–2010

Põhitäitja: *Ene Ilumäe, M.sc.*

Uurimistöö eesmärgiks oli selgitada mõnede agrotehniliste võtete mõju suvirapsi saagikuse stabiliseerimisele ja seemne kvaliteedinäitajatele. Aastail 2006–2008 uuriti erinevate väetiste mõju ning aastail 2009–2010 mõnede fungitsiidide ja herbitsiidide mõju rapsi seemne kvaliteedile. Kõik katsed viidi läbi Sakus Üksnurme katsealal rähksel kamarkarbonaatmullal.



Suvirapsi saagikuse stabiliseerimine

Rapsi kasvupind on pidevalt suurenenud. SA andmetel ulatus see 2010. aastal 98,2 tuhande hektarini. Rapsi külvipinna edasine laiendamine, kui pidada kinni rapsi soovituslikust sagedusest külvikorras, ei ole olulisel määral enam võimalik. Suurenema peab rapsi saagikus. Eesti keskmisena saadi rapsiseemet 2009. aastal 1657 kg/ha, 2010. aastal aga vaid 1322 kg/ha.

Sakus läbiviidud suvirapsi väetuskatsete tulemusena selgus, et stabiilselt kõrgeid rapsiseemne saake (2400–3000 kg/ha olenevalt kasvuaja ilmastikust) oli võimalik saada tasakaalustatud väetamisel, s.o väävlit sisaldavate kompleksväetiste kasutamisel koos seemne külviiga. Ainult lämmastikväetisega väetamisel (N120) jäi saak 600–1000 kg/ha piiridesse. Väetiste kasutamisel vähendatud normidega (väävlipuuduse esinemisel) koos kasvuagekse lehekaudse väetamisega on võimalik saak päästa, kuigi saak jääb 1/3–1/4 võrra väiksemaks, sõltuvalt kasvuaja ilmastikutingimustest. Lehekaudseks väetamiseks sobib magneesiumsulfaat (mõrusool e *Bittersalz*) normiga vähemalt 20 kg/ha. Mõrusoola kasutamisel normiga 40 kg/ha, pritsimislahuse kogus 400 l/ha, ei tekkinud rapsi lehtedele kahjustusi.

Rapsi haiguste esinemise intensiivsusel ja saagikusel oli tihe seos. 2009. ja 2010. aastal oli rapsi varte keskmine nakatumine ristõieliste kuivlaiksusse (*Alternaria brassicae*) pritsimata variandis vastavalt 48% ja 38% ning rapsi seemnesaagid vastavalt 2238 kg/ha ja 1690 kg/ha. Uuriti fungitsiidide Folicur, Amistar ja Juventus kasutusnormide ja -aegade mõju rapsi seemnesaagile. Fungitsiidide kasutamise efektiivsus oleneb kasvuaja ilmastikust ja katsevariandist, mitmel juhul suurenesid seemnesaagid 8–13%. Fungitsiididega pritsimata jätmisel võib seemnesaak jääda keskmiselt kuni 25% võrra väiksemaks, epifütootia aastatel aga ~50% väiksemaks. Tuleks arvestada, et ristõieliste kuivlaiksus kahjustab rapsi taimikut suuremal või vähemal määral igal aastal.

2010. aastal läbi viidud herbitsiidide mõju uurimise katsetes pritsiti suvirapsi 'Clipper' 2–3 lehe faasis preparaate Fox (0,75 l/ha), Galera (0,35 l/ha) ja Butisan (2,8 l/ha). Kuna Foxi ja Galera kasutamisel täheldati rapsi taimedel fütotoksilisi ilminguid (klorootilised laigud Foxi kasutamisel ja Galera puhul mõningane kasvupidurdus), olid saagid kontrollvariandi tasemel ja enamsaaki ei saadud. Butisani kasutamisel fütotoksilisust ei täheldatud ja ilmselt seetõttu saadi ka kuni 6% kõrgem statistiliselt usutav enamsaak kontrollvariandi saagiga (1690 kg/ha) võrreldes.

Suvirapsi seemnete kvaliteet

Rapsiseemne õlisisalduse suurust mõjutab tublisti seemne valmimisaegne ilmastik. Olenevalt aastast oli rapsiseemnete õlisisaldus (91% kuivainesisalduse juures) katsevariantide keskmisena piirides 38,7% (2008. a) kuni 47,7% (2009. a). Rapsi väetuskatsete kokkuvõtteks võib öelda, et rapsiseemne õlisisaldus suurenes statistiliselt usutavalt tasakaalustatud väetamisel kompleksväetistega. Väävlipuuduse tunnustega taimiku lehekaudsel väetamisel magneesiumsulfaadi (normiga 40 kg/ha) lahusega suurenes rapsiseemnete õlisisaldus samuti statistiliselt usutavalt. Ainult lämmastikuga (N120) või PKS väetistega väetamisel seemne õlisisaldus vähenes statistiliselt usutavalt. Erinevate fungitsiidide ja herbitsiidide kasutamisel ei täheldatud kindlat seaduspärasust õlisisalduse suurenemisele või vähenemisele.

Õli- ja proteiinisisalduste vahel on negatiivne korrelatiivne seos, st õlisisalduse suurenemisel väheneb proteiinisisaldus ja õlisisalduse vähenemisel suureneb proteiinisisaldus. Rapsiseemnete proteiinisisaldus (rasvavabas kuivaines) oli katsevariantide keskmisena piirides 16,4% (2009. a) kuni 46,1% (2006. a). Ainult lämmastikväetisega väetatud variandis (N120) oli õli sisaldus madal ja ka proteiinisisaldus jäi katse keskmisele või sellest madalamale tasemele. 2008. aasta katses suurendas magneesiumsulfaadi (40 kg/ha) lahusega pritsimine



rapsiseemne proteiinisisaldust. 2009. aasta katses oli rapsiseemnete proteiinisisaldus madalam kõikides fungitsiidiga pritsitud variantides. 2010. aasta katses aga ei täheldatud kindlaid seaduspärasusi proteiinisisalduse muutumises fungitsiidide ja herbitsiidide toimel.

Glükosinolaatide tase rapsiseemnetes on suuresti sordiomane. Kuid ekstreemsetes tingimustes väävluga ebapiisava varustatuse korral kasutab taim glükosinolaatidesse seotud väävlit ja glükosinolaatide sisaldus väheneb. Glükosinolaatide lubatud norm on 25 mmol/kg. Viie aasta jooksul tehtud katses kõikus glükosinolaatide sisaldus rapsiseemnetes 6,1–14,5 mmol/kg. Tasakaalustatud väetamisel oli glükosinolaatide sisaldus rapsi seemnes 10–12 mmol/kg. Statistiliselt usutavalt madalam glükosinolaatide sisaldus oli ainult lämmastikuga (N120) ja NPKS väetistega puudulikult väetamisel. Vähesel määral võivad mõjutada rapsi seemnete glükosinolaatide sisaldust ka mitmed stressifaktorid erinevates kasvufaasides.

Praktiliselt näitab klorofüllisisaldus rapsiseemne valmimisastet. Soodsa ilmastikuga kasvu- ja valmimisperioodil jääb rapsiseemne klorofüllisisaldus lubatud normi (30 ppm õlis) piirese. Kasvuaegne lehekaudne väetamine võib rapsi kasvuaega mõne päeva võrra pikendada ning seega lükkub koristamine mõne päeva võrra edasi. Vihmasel koristusperioodil (2009. ja 2010. a) jäi rapsiseemne klorofüllisisaldus piiridesse 25–30 ppm õlis.

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

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

Rapsiseemne kvaliteet ja saagikus tootmispõldudel

2006. aastal kogutud andmetest ilmnes, et rapsiseemne kvaliteeti, eelkõige õlisisaldust, mõjutasid kasvukoha mullastik ja ilmastik. Kolmele tootmiskatsel Kesk-Eestis ja Virumaal oli iseloomulik suhteliselt madal õlisisaldus (40–41%) ja kõrge proteiinisisaldus (47,2–48,4%). Teistes tootmiskatses oli õlisisaldus märgatavalt kõrgem (43,2–46,7%). Saagikus ulatus 1350–2400 kg/ha. Glükosinolaatide, FFA ja erukahappe sisaldused olid normi piires.

2007. aastal kogutud andmetest ilmnes, et rapsiseemnete kvaliteet oli parem varasemate koristusaegade puhul, õlisisaldus oli 43–44%. Kahes tootmiskatses Kesk- ja Lääne-Eestis oli hilisemal koristusajal (septembri lõpp) iseloomulik suhteliselt madal õlisisaldus (40–41%) ja proteiinisisaldus (42–43%). Kõrgeim õlisisaldus oli Virumaal talirapsi tootmiskatses, see ulatus 49%-ni. Tootmiskatses olid rapsi seemnetes klorofüll, glükosinolaatide, FFA ja erukahappe sisaldused normi piires ja saagikus kõikus piirides 1900–2600 kg/ha.

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. aasta I kvartalis oli rapsi kokkuostuhind 477 €/t. Kompleksväetisega väetamisel 1 ha väetise maksumus ~307 €/ha (2011. a keskmine väetise hind), ammoniumsalpeetriga väetamisel ~78 €/ha. Enamsaagi ja kõrgema õlisisalduse arvelt saadi tulu 891,2 €/ha. Majanduslik efektiivsus: 662,2 €/ha.

6.1.3.2. Rapsi tootmiskatsed Viljandimaal Auksis

Põhitäitja: Ando Adamson, M.sc.

Tootmiskatsed suvirapsiga viidi läbi 2009. ja 2010. aastal Viljandimaal Saarepeedi vallas Lapi talu põldudel keskmise liivsavi lõimisega hea viljakusega mullal. Kevadel anti rapsi alla 2009. aastal väetist Kemira Power 22:7:12 (sisaldab 2% S), normiga 300 kg/ha;



2010. aastal Yara Mila 18-8-16 (3% S), normiga 250 kg/ha. Katsevariandid paiknesid 24 m laiuste tehnovöönditena.

2009. aastal kasvatati sorti 'Campino'. Kontrollvariant sai ainult külvieelse väetise. Teistele katsevariantidele anti hiljem pealtväetiseks 100 kg/ha ammooniumsulfaati (N21 S24) või ammooniumsalpeetrit (N34). Osa katsevariantide puhul lisati umbrohutõrje lahusesse ka Sulfur F3000 normiga 4 l/ha. Rapsi koristamisel saadi katsevariantide seemnesaagi kogused kombaini pardanäitadena, seemnete niiskus oli 18%. Katsevariantide saagikus 9% niiskusele arvestatuna oli 1,58–2,14 t/ha. Pealtväetist saanud variantidest oli madalaima saagikusega variant, mis peale põhiväetise oli kasvu ajal saanud vaid lämmastikku (N34). Kui pealtväetamisel anti ammooniumsulfaati (N21 S24), siis oli rapsi saagikus 0,28 t/ha võrra ehk 13,8% suurem. Kui umbrohutõrjelahusesse lisati Sulfur F3000, siis suurenes rapsi saagikus ammooniumsalpeetriga pealtväetatud variandis 6,9%; ammooniumsulfaadiga väetamise korral aga osutus Sulfur F3000 kasutamine ülearuseks.

2009. aastal oli rapsiseemnete õlisisaldus kontrollvariandis 44,6% ja proteiinisisaldus 18,3%. Pealtväetatud variantides oli rapsiseemne õlisisaldus vahemikus 46,7–47,3% ja proteiinisisaldus 16,9–17,5%. Suhteliselt kõrgem oli õlisisaldus nende variantide seemnetes, mida kasvuajal oli väetatud Sulfur F3000 või ammooniumsulfaadiga. Glükosinolaatide sisaldus rapsiseemnetes oli kõige kõrgem (16,1 mmol/kg) kontrollvariandis ja madalaim 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. Baasilisest (40%) kõrgem õlisisaldus võimaldas saada hinnalisa. Klorofüllis sisaldus rapsiseemnete õlis oli kõrge, ulatudes peaaegu lubatud piiri (30 ppm) lähedusse. Selle peapõhjuseks oli suhteliselt varajane koristusaeg, mis oli tingitud kehvadest ilmastikuprognosidest.

2010. aastal kasvatati suvirapsi 'Trapper'. Esimesel pealtväetamisel anti rapsipõllule ammooniumsulfaadiga N50 S57, kusjuures osa tehnoradasid sai ammooniumsalpeetrina N50. Õienuppude faasis, hiilamardika tõrjel lisati osal tehnoradadest insektitsiidilahusesse vedelväetist Sulfur F3000 (normiga 5 l/ha) ja osal mitte. Viimast korda väetati rapsi õitsemise algfaasis, andes kogu põllule ammooniumsalpeetrit 100 kg/ha (N34). Seega sai raps lämmastikku 129 kg/ha. Vastavalt katseskeemile oli põllul tehnoradadena maha märgitud neli väetusvarianti. Külvieelne ja viimane pealtväetamine oli kogu põllu ulatuses ühesugune, erinevused seisnesid vaid juuni alguses tehtud pealtväetamises ja Sulfur F3000 kasutamises. Katsevariandid oli järgmised: 1. ammooniumsalpeeter, N50; 2. ammooniumsalpeeter N50 + Sulfur F3000 5 l/ha; 3. ammooniumsulfaat, N50 S57; 4. ammooniumsulfaat N50 S57 + Sulfur F3000 5 l/ha.

2010. aastal oli kasvuperioodi esimene pool suvirapsi arenguks üsna normaalne. Hästi ei mõjunud aga juulikuu ja augusti alguse kõrged õhutemperatuurid ja sademete nappus. Raps läbis hilisemaid arengufaase liiga kiiresti, tõenäoliselt mõjus see negatiivselt ka saagi suurusele. Augusti keskpaigast alanud tugevad sajud – poole kuu jooksul 129(!) mm – tekitasid probleeme saagi koristamisega. Raps koristati 30. augustil, seemne niiskus oli sel ajal 21%. 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%. Rapsiseemnete õlisisaldus oli madalaim (45,0%) selles variandis, kus juuni alguses anti N50 ammooniumsalpeetrina. Väävlit saanud variantide puhul oli õlisisaldus kõrgem. Klorofüllisisaldus rapsiõlis oli madalam kui eelmisel aastal. Rapsiseemnete kvaliteet vastas kõikide näitajate osas tarnitavale rapsile esitatud kvaliteedinõuetele.



Majandusarvestuste tulemusena selgus, et kasutades suvirapsi kasvuaegsel väetamisel N-väetise (ammooniumsalpeeter) asemel NS-väetist (ammooniumsulfaat), oli võimalik saada enamtulu 72 €/ha (2009. a) kuni 202 €/ha (2010. a). Sulfur F3000 lisamine taimekaitsetööldele priitsimislahusesse võimaldas ammooniumsalpeetriga väetatud variantide puhul saada enamtulu rapsi saagikuse ja seemnete õlisisalduse suurenemise arvel 2009. aastal 28,4 €/ha ja 2010. aastal 155 €/ha.

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

6.1.4.1. Kokkuvõte õlilina ja õlitudra uuringutest Sakus ja Olustveres

Täitja: *Arvi Hansson*

Aastatel 2006–2010 korraldati Sakus ja Olustveres õlilina ja õlitudraga kokku 11 põldkatset. Õlina puhul katsetati sorte, et välja selgitada Eesti oludesse sobivaimad; saagikuse suurendamise ja stabiliseerimise eesmärgil selgitati kõrgendatud lämmastikunormide ja kasvuregulaatorite kasutamise otstarbekust. Täpsustati õlilina ja -tudra agrotehnikat, selgitati nende kasvatamise majanduslikkust, uuriti õlilina ja -tudra seemnete ja õlide kvaliteeti ning kasutusalasid.

Õlilina

Sordid. Kõikidel aastatel tehti põldkatseid saksa sordiga 'Livia'. Varajasemate ja seisukindlamate sortide otsingul katsetati veel sorte 'Sunrise' (Kanada), 'Abacus' (Inglismaa) ja 'Eurotor' (Prantsusmaa). Õlilina sortide seemnesaak sõltus oluliselt ilmastikust, enamikul aastatest ei jõudnud seeme Olustvere ja Saku tingimustes korralikult valmida. Sort 'Livia' oli parem kui sordid 'Sunrise' ja 'Abacus', sest oli saagikam (seemnesaak 1,8–2,0 t/ha), väetiste kasutamise efektiivsus oli parem ning seemnete toorrasva sisaldus (35–41%) oli kõrgem. Sorti 'Eurotor' katsetati ainult 2010. aastal. Kuigi selle aasta pikaajaline põud rikkus ära õlilina korraliku saagi saamise võimaluse, osutus see sort märksa saagikamaks kui võrdlussort 'Livia'. Keskarajase sordi 'Eurotor' taimede algareng oli hea, taimik ühtlaselt tihe, madalakasvuline ja tugeva varrega. Kuid tema seemnete toorrasva sisaldus (35%) oli väiksem ja toorproteiini sisaldus (27%) suurem kui sordil 'Livia', ka linoleenhappe sisaldus (53,6%) oli madalam. Toorrasva ja toorproteiini sisaldus õlilina seemnetes oli pöördvõrdelises sõltuvuses. Õlilina sortide seemnete õli rasvhappelise koostise määramisel ilmnis teatud erinevusi, kuid olulisi järeldusi ei saa nendest teha.

Lämmastikunormid. Väetamise variandid olid N0, N84, N104 ja N124. Kompleksväetisega kaeti põhiväetise foon (N84) koos seemne külviga ja lisaks anti kasvuajal pealtväetisena ammooniumnitraati variantides N104 ja N124. Lisaväetamise mõju tuli esile neil aastail, mil suvi ei olnud sademetevaene. Siis saadi kõige suuremad õlilina saagid, 1,8–2,0 t/ha ja rohkemgi. Kuid tuleb märkida, et kuigi seemnete mass oli olemas, jättis saagi kvaliteet suuresti soovida, kuna suve teise poole sajud ja jahedus ei võimaldanud seemnel valmida.

Kasvuregulaatorid. Esialgne idee oli kasvuregulaatorite kasutamisega saavutada õlilina stabiilne seisukindlus, mis võimaldaks tugevamalt väetada ja saada suuremaid seemnesaake. Katseaastate jooksul oli mõistlik sellest mõttest siiski loobuda. Retardant Moddus 250 EC (normiga 1 l/ha) andis aastati väga vastandlikke tulemusi. Retardant Terpaliga priitsimine andis sordiga 'Sunrise' 2007. aastal küll suurima saagi (1,5 t/ha), kuid lamandumist ei esinenud ka priitsimata variantides, seega oli kasvuregulaatori kasutamise efekt küsitav. Õlilina sordiaretuses on mindud madalakasvuliste ja tugevavarreliste sortide, milliseni paistis silma sort 'Eurotor', aretuse teed ja see tegelikult võimaldaski katsetes loobuda kasvuregulaatorite kasutamisest.



Veel õililina kasvunõuetest ja agrotehnikast. Õililina taimik talub üsna hästi kevadist jahedust, külvata tuleb niipea, kui muld seda võimaldab. Niiskusenõudlus on kõige suurem õiepungade moodustumise ja õitsemise ajal. Põud kiirendab õitsemist. Hiljem saabunud vihmad põhjustavad järelõitsemist, mille tulemusena koristuse ajaks on seemned kupardes erineva arenguastmega. Valmimise ajal vajab õililina seemnetes õli moodustamiseks kõrgemat temperatuuri ja päikest. Õililina kasvatamisele seabki kõige suuremad riskid valmimis- ja koristusaegne ebasobiv ilmastik. Katsetes kasutati õililina külvisenormi 800 id.s/m², külvisügavus oli 2 cm. Külvis tuleb puhtida. Puhtimata seemnega külvatud katses haigestus taimik seenhaigustesse (närbumistõbi, kuivlaikus ja lina-antraknoos). Umbrohtude tõrjel osutus efektiivseks Glean 75 DF (5–6 g/ha + kleepaine). Orasheina tõrjeks kasutati herbitsiidi Zellec Super normiga 1,0 l/ha.

Linaseemne toiteväärtus ja kasutusala. Õililina seemnetest pressitud õli väärtus tuleneb selle väga kõrge (üle 70%) polüküllastamata rasvhapete, eriti aga kõrge (~60%) linoleenhappe sisaldusest. Linaõli annab parima võimaluse inimeste toitumisel puudu oleva ω-3 rasvhappe vajaduse katmiseks. Tavatingimustes, valguse ja hapniku koosmõjul, rääsub aga linaõli kergesti. Sellist õli sobib kasutada ainult tehnilisel otstarbel, näiteks värvide valmistamisel. Eestis on linaseemne ja linaõli väärtuslikud omadused kõige rohkem kasutust leidnud looma-, eriti aga linnukasvatases (tervisemunad, broileriliha jms).

Õlituder

Õlituder on suhteliselt vähenõudlik kultuur, seda on võimalik kasvatada maheviljeluse tingimustele vastavalt. Tema peamine väärtus peitub aga tudraõli unikaalses koostises. Õlitudra seeme on väga väike, mis eeldab head külvieelset mullaharimist. Külvata võib samal ajal suviteraviljadega. Tuder tärkab kiiresti ja konkureerib päris hästi üheaastaste seemneumbrohtudega. Umbrohtutõrjeks sobivad rapsi herbitsiidid, näiteks Devrinol normiga 2,5 l/ha. Tuder on küllalt kiirekasvuline. Katsetes kulus külvist kuni koristuseni 100–105 päeva. Õlitudra väetamise katsetes kasutati erinevaid väetisi ja lämmastiku norme (N60... N120). Saagikus olenes ilmastikust ja paljudel juhtudel saadi kõrgeim saak juba tasemel N80. Saagikus oli tavaliselt piirides 700–1200 kg/ha. Tudra koristamisega ei tohi hilineda, sest üleküpsenud seeme võib variseda.

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 õlis oli kahe olulise polüküllastamata rasvhappe (linool- ja linoleenhappe) sisaldus kokku üle 56%, seejuures oli linoleenhapet kaks korda rohkem ehk vahekord 1:2. See annab väga hea võimaluse kasutada tudraõli erinevate dieetide läbiviimisel ja ω-3 rasvhappe sisalduse suurendamiseks meie igapäevases toidus. Külmpressimisel saadud tudraõli analüüsimisel selgus kvaliteediparameetrite hea püsivus pikemaajase säilitamisel, see lubab soovitada kasutada tudraõli just toorsalatite valmistamisel.

Õlitudra levikut on seni piiranud madal saagikus ja väga peen seeme, mistõttu ka õli väljatulek on väike. Külmpressimisel oli see vaid 20% seemne kaalust.

Tasuvus ja kasvatamise perspektiivid. Õigeid aluseid õililina ja -tudra kasvatamise majandusliku tasuvuse arvestamiseks Eestis praegu ei ole, kuna kasvupind on väga väike ja turg pole välja kujunenud. Arvestades, et 1 hektari õililina kasvatamisel tehtavad kulutused on ligikaudu samad kui 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. Hinna kujundamisel tuleb arvestada ka sisendite hinnatõusu. Praegustes tingimustes võiks Eestis ette näha õililina ja -tudra kasvatamise laiendamist väikese ja keskmise tootmismahuga ettevõtetes.



Kuna juba projekti esimestel aastatel ilmnas, et õilina kasvatamiseks ei ole Põhja- ja Kesk-Eesti ilmastikutingimused kuigi soodsad ning et ainult nendes regioonides tehtud uuringute baasil ei ole võimalik anda hinnangut õilina perspektiivikusele Eestis, siis alates 2008. aastast kaasati projekti täitmisele ka kauaaegne Mooste katsejaama juhataja *Ph.D.* Kalju Paalman.

6.1.4.2. Õilina kasvatamise kogemustest Mooste katsejaamas

Täitja: Kalju Paalman, Ph.D.

Agrotehnikast. Õilina vajab valmimiseks efektiivsete temperatuuride summat üle 1200° C, seepärast tuleb vältida hiliseid sorte. Eelviljaks võib olla teravili. Külveelne mullaharimine on umbes sama kui suvirapsil. Et vähendada sügisesi koristusriske, on mõistlik külvata kevadel varakult, soovitatavalt külvitööde esimesel nädalal. Külvisenorm 400–600 id.s/m², heades tingimustes piisab 400 id.s/m². Koos külviaga 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, on tegemist füsioloogilise stressiga. Selle tagajärjel hakkavad arenema hilisvõrsed, mis takistavad seemnete ühtlast valmimist, seemnete idanevus väheneb oluliselt. Sellisel juhul aitab juureväline väetamine tsinksulfaadiga siis, kui lina kõrgus on 2–4 cm. Kiirkasvuperioodil (taimiku kõrgus 20–40 cm), kui linapõld või selle osad on kahvatu-rohelised, võib anda pealtväetist, näiteks ammooniumsulfaadina N 20–30 kg/ha.

Koristamisest. Koristada on võimalik teraviljakombainiga otse, kuid selleks peab seeme olema täisküps. Kombain töötab kõige täiuslikumalt (koristuskaod olid väikesed), kui lõigati 30–40 cm kõrguselt maapinnast. Kui linavarred on rohelised, tekib koristamisega raskusi. Selle vältimiseks on Moostes testitud desikante Roundup ja Reglon. Nendega töödeldud põldu oli 10 päeva pärast võimalik teraviljakombainiga koristada. Kuid Roundupiga töödeldes jäi seemnetesse glüfosaadi jääke, mistõttu selliseid seemneid ei ole õige tarvitada toidu otstarbeks, neid võib kasutada tehniliseks otstarbeks. Teraviljakombainiga koristades on õilina saagikuseks saadud 1,2–2,0 t/ha seemneid. Arvestada võiks ka sellega, et ülevalmimisega (üle kümne päeva pärast täisküpsust) hakkab vähenema seemnete kvaliteet, seemned tumenevad, väheneb 1000 tera mass ja õlisisaldus seemnetes.

Õilina kasvatamise olukorrast ja perspektiividest. Õilina kasvupind Eestis on viimased kümme aastat olnud alla 200 hektari, seejuures on osa sellestki jäänud vihmastel sügistel koristamata. Hiline ja ilmastikust sõltuv koristusvõimalus teeb õilina kasvatamise riskantseks ja sellepärast ei ole ta ka põllumeeste seas olnud populaarne. Teiselt poolt aga on tänu mitmekülgetele kasutusvõimalustele tekkinud kasvav vajadus õlina seemnete ja õli järele.

Õilina kasvatus Eesti ilmastikutingimustes on agrotehniliselt võimalik. Õilina kasvatamine aitab mitmekesistada tootmist, parandada viljavaheldust, tegelda tootearendusega ja vähendada majanduspoliitilisi ning ka ilmastikust tulenevaid riske. Kuigi ka õilinakasvatuse seostub ilmastikuriskidega, õnnestub see Eesti tingimustes umbes samavõrra kui suviteraviljadega. Kui arvesse võtta toitumisspetsialistide soovitusi, linaseemnete ja -õli kasutusvõimalusi looma- ja linnukasvatases ning linaõli vajadust tehnilistel eesmärkidel, siis on igati reaalne viia õilina külvipind Eestis 20–22 tuhande hektarini.



6.2. Vedelsõnniku kasutamine rohumaade ja põllukultuuride väetisena ning mõju keskkonnale ja saagi kvaliteedile

Rein Viiralt, Mailis Tampere, Karin Kauer, Argaadi Parol, Henn Raave
Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Uuringu lõpparuanne on leitav Eesti põllu- ja maamajanduse nõuandeteenistuse kodulehelt: http://www.pikk.ee/upload/files/Teadusinfo/Rein_Viiralt_Lpparuanne2011.pdf

6.2.1. Uurimistöõ taust

Viimasel kümnel aastal on Eestis lüpsikarjale ehitatud rohkesti vabapidamisega külmlautu, kus loomade väljaheited kogutakse vedelsõnnikuna samas asuvasse spetsiaalsesse lägahoidlasse, mida saab tühendada ainult soojal aastaajal. Aastatel 2008–2009 korraldatud uuringu (Tamm, Vettik, 2011) andmeil moodustas vedelsõnnik (edaspidi kasutatud ka VS) põllumajandusettevõtetes käideldavast sõnnikust veisekasvatuses 61% ja seakasvatuses 92%. Samal ajal muutub järjest teravamaks küsimus, kuidas seda VSi põllumajanduses optimaalselt, ilma mullviljakust, keskkonda ja kasvatatavate kultuuride kvaliteeti oluliselt kahjustamata, kasutada. Veise ja sea VS võib ebaõigel kasutamisel reostada keskkonda, sattudes põhjavette või veekogudesse. Rohumaadel mõjutab vedelsõnniku rohu keemilist koostist, taimede püsivust ja taimiku liigilist koosseisu, aga ka karjamaarohu söödavust. Sileeritavasse massi võivad sattuda roiskbakterid ja rida teisi mikroorganisme, mis rikuvad silo kvaliteeti. Suhteliselt lühikese taimede kasvuperioodi tõttu on meil Eestis raske tugineda Lääne-Euroopa kirjandusandmetele vedelsõnniku sobivate kasutusnormide ja andmisaeegade valikul.

Saakide tootmiseks keskkonnasõbralikul moel on välja pakutud orgaaniline e maheviljelus, mille puhul eeldatakse, et see aitab võrreldes tavaviljelusega paremini säilitada mullas olulisi toitaineid ja vähendab põllumajanduse kõrvalmõju vee kvaliteedile. Orgaanilise viljeluse keskkonnasõbralikkus tuleneb asjaolust, et siin ei ole lubatud kasutada tööstuslikult toodetud vees lahustuvaid anorgaanilisi väetisi. Kasutatavad toidained peavad pärinema kas orgaanilistest allikatest (nt loomasõnnik ja haljasväetis) või looduslikult esinevatest väga madala lahustuvusega mineraalidest (Torstensson *et al.*, 2006). Lubatud on ka liblikõieliste poolt sümbioosselt seotud lämmastik (N). Täna ei ole siiski veel päris selge, kas orgaanilisele viljelusele üleminek tagab puhtama keskkonna või mitte. Maheviljeluse ja tavaviljeluse võrdlus on näidanud, et maheviljeluse korral on lämmastiku leostumise potentsiaal väiksem kui tavaviljeluse korral (Hansen *et al.*, 2000; Haas *et al.*, 2002), kuid teistest uuringutest on selgunud, et lämmastiku leostumise potentsiaalid mahe- ja tavaviljeluse korral ei erine (Kristensen *et al.*, 1994). A. Granstedt (1992) väidab, et orgaanilised väetised on keskkonnasõbralikumad kui mineraalväetised. L. Bergström, K. Goulding (2005), G. Torstensson *et al.* (2006) uurimistöõd seda ei kinnita. Nad märgivad, et taimede vajadus ja toitainete vabanemine orgaanilisest ainest on nõrgalt sünkroniseeritud. Osa toitaineid vabaneb mulda ka ajal, kui taim neid ei vaja ning seetõttu võivad need kergesti leostuda. Et orgaaniliste väetiste kasutamisel võib leostumine olla mineraalväetistega võrreldes suurem, näitavad kaudselt ka mitmed teised uurimistöõd. L. Engström *et al.* (2005) uurimistöõst selgus, et ammoniumlämmastik, mida on orgaanilistes väetistes umbes 50% üldlämmastikust, nitrititseeerub mullas veel ka -0,6° C juures. Teadaolevalt lõpetavad taimed sügisel kasvu temperatuuri langedes +5° C allapoole. Hilissügisel ja varakevadel sõltub leostuv nitraatide kogus peamiselt vabade nitraatide kogusest mullas (Mengel, Kirkby, 2001). Selge ei ole samuti liblikõieliste mõju nitraatide leostumisele. Märgitakse, et maheviljeluse korral, kus õhulämmastik seotakse bioloogiliselt,



on nitraatide leostumine väiksem kui intensiivselt viljeldavalt rohumaalt, kus aastas antav lämmastikunorm on üle 200 kg/ha (Pain, 2000). Inglismaal toimunud katse näitas seevastu, et liblikõieliste taimikust oli leostumine suurem kui kõrreliste omast. Eriti kasvas see ajal, kui liblikõieliste osakaal hakkas taimiku vanuse tõttu langema (Low, Armitage, 1970).

Senistes uurimistöödes on peamine tähelepanu olnud pööratud N leostumisele. Vähem on uuritud teiste taimede oluliste elementide leostumist. Heintaimede kasvuks oluline kaalium (K) on mullas liikuv ioon ja võib seetõttu samuti kergesti leostuda. Seni on selle elemendi leostumisele pööratud vähe tähelepanu, kuna K leostumine ei põhjusta otseselt eutrofeerumist (Alfaro *et al.*, 2004). Vähesed sellekohased uurimistööd on näidanud, et K leostumine rohumaadel on tavaliselt väike, kuid kõrge kättesaadava K tase mullas ja suured väetistega antavad K kogused võivad seda kadu oluliselt suurendada (Kayser, Isselstein, 2010).

Kokkuvõtvalt on vedelsõnniku käitlemise põhiaspektid järgmised:

- agronoomiline
 - vedelsõnnik leevendab kohaliku orgaanilise väetisena mineraalväetiste hinnatõusu,
 - VSi koostis (väetisväärtus) ja efektiivsus võrreldes mineraalväetistega;
- ökoloogiline, keskkonnanakitseline
 - vedelsõnnikuga väetamise mõju keskkonnale: mullale, veele, õhule;
- tehnoloogilis-ökonoomiline
 - vedelsõnniku kasutamise majanduslik väljund, mõju toodangu omahinnale sõltuvalt VSi hoiustamis-, transpordi- ja laotamistehnoloogiast.

Käesolevas töös käsitletakse aastatel 2008–2010 korraldatud nõu- (lüsimeeter-) ja põldkatsete andmete ning kirjanduse põhjal vedelsõnniku kasutamise **agronoomilisi ja keskkonnanakitselisi** aspekte põhiliselt rohumaal võrdlevalt mineraalväetisega, sealhulgas vedelsõnniku koostist, mõju saagile ja toitainete kadusid (väljauhe mullast, lämmastiku lendumine).

6.2.2. Uurimistöö eesmärgid, katsete kirjeldus ja meetodika

Projekti alustamisel püstitati järgmised põhilised eesmärgid:

- tootmis- ning lapp- ja nõukatsetega selgitada välja eeskätt rohumaale antavad optimaalsed vedelsõnniku normid hektarile (aastas ja üksikute annustena) ja andmise ajad, lähtuvalt agronoomilisest, keskkonnanakitselt ja ka ökonoomilisest aspektist;
- uurida erineva suurusega VSi normide toimet mullale ning kasvatatava kultuuri saagile ja kvaliteedile, rohumaataimiku koosseisule, püsivusele, talvekindlusele ja sileeruvusele;
- võrrelda rohumaal VSi ja mineraalväetise efektiivsust ja mõju keskkonnale (eeskätt toitainete leostumisele);
- võrrelda VSi laotamise ja muldaviimise erinevaid tehnoloogiaid (lohisvooliklaotus, muldaviimine) põhiliselt keskkonnanahoiu ja majandusliku efektiivsuse seisukohalt.

6.2.3. Projekti eesmärkide täitmiseks tehtud tööd ja uuringud

Vedelsõnniku optimaalse normi, andmisviisi ja -aja väljaselgitamiseks rohumaal oli Eesti Maaülikooli (EMÜ) Eerika katsejaamas alates 2008. aastast käigus kaheosaline uurimus (katsed 1 ja 2), 2010. aastal lisandus neile tootmiskatse Tartu Agro AS silorohumaal (katse 3).

Katses 1 võrreldi: 1) vedelsõnniku erinevate aastanormide ja korruga antavate annuste mõju rohusaagile ja toiteelementide väljaleostumisele mullast; 2) vedelsõnnikus olevate



toiteelementide mõju saagile võrreldes mineraalväetistega; 3) vedelsõnniku andmisviisi (mulda või mullapinnale) ja andmisaja mõju erinevate rohukamarate saagile ja toitainete väljaleostumisele.

Ülaltoodud küsimuste uurimiseks rajati 2007. aasta juulis EMÜ Eerika katsejaama lüsimeetrikatse 3 erineva seemneseguga, kus määrati plastnõudes (kokku 186 nõud, igaühe pindala 0,0706 m²) olevate taimikute saak ja liigilis-kaaluline koosseis ning mullakihist (30 cm) läbi nõrgunud vee kogus ja keemiline koostis. Nõrgvee kogumise võimaldamiseks oli mullamonoliidiga ämber paigutatud sama suure ämbri sisse nii, et alla jäi ruum vee kogunemiseks. Et vesi saaks välimisse ämbrisse nõrguda, puuriti mullaga ämbri põhja augud. Vesi võeti välja imipumbaga. Lõimisel oli nõukatse muld liivakas saviliiv (liivafraktsiooni osakaal 64%) eripinnaga 31 m²/g, mis sisaldas katse algul orgaanilist ainet 1,7–1,9% ja üld-N 0,11% ning liikuvat fosforit (P) 94–102 ja K 165–180 mg/kg (AL-meetod).

Katsefaktorid olid järgmised:

- kolm rohukamarat
 - kõrreliste segu (timut 'Tika', karjamaa raihein 'Raidi', aasnurmikas 'Esto'),
 - samad kõrrelised ja valge ristik 'Jõgeva 4',
 - samad kõrrelised ja lutsern 'Juurlu' (2008. ja 2009.aastal);
- kaks väetisfooni
 - mineraalväetis (NPK – ammoniumsalpeeter, KCl, superfosfaat),
 - orgaaniline väetis (vedelsõnnik või reoveesete).

Kõigil kolmel rohukamaral testiti järgmisi erineval kujul ja viisil antud toiteelementide koguseid:

- väetamata: N0 P0 K0 (kontrollvariant);
- mineraalväetis: P30 K60 kuni N180 P60 K120 kg/ha (5 eri normi);
- vedelsõnnik: N60, N120, N180 kg/ha vastavalt ühes, kahes või kolmes osas taimiku pinnale või sisse;
- reoveesete (võrdluseks vedelsõnnikule): N60, N120, N180 kg/ha vastavalt ühes, kahes ja kolmes osas taimiku pinnale.

Lutsern 'Juurlu' talvitus 2009/2010. aasta külmal talvel katsenõudes halvasti (enamik taimi hukkus), mistõttu 2010. aastal jätkati katset 1 kahe rohukamaraga: 1) kõrrelised; 2) kõrreliste ja valge ristiku segu). Igal aastal koristati katses 5 rohusaaki, anti väetised vastavalt katseskeemile, mõõdeti mullast läbinõrgunud veekogused ja võeti veeproovid keemilisteks analüüsideks. Katses kasutatud vedelsõnnik toodi AS Tartu Agro Vorbuse farmi lägahoidlast (pärast segamist) ja värske reoveesete AS Tartu veevärk Ropka reoveepuhastist. Läga ja reoveesete sisaldasid kuivainet vastavalt keskmiselt 6,8–8,3% ja 17,1–19,9% ning üldlämmastikku (kuivaines) 4,4–4,9% ja 5,2–6,8%.

Orgaanilise väetiste norm arvutati neis sisaldunud ammoniumlämmastiku alusel. Katses võrreldavad väetised anti jaotatult kuni kolmes osas. Esimene väetamine tehti kevadel 1 nädal pärast rohukasvu algust. Teist korda väetati üks nädal pärast teist niidet ja kolmas kord üks nädal pärast kolmandat niidet. Väetamiste arv sõltus lämmastiku normist. Korruga anti väetist koguses, mis vastas lämmastiku normile N60 kg/ha. Variante, milles väetamiseks ettenähtud norm (kg/ha) oli N60, N120, N180 väetati vastavalt 1, 2 ja 3 korda vegetatsiooniperioodi jooksul. PK väetis anti kõigile nõudele korruga kevadel koos lämmastikväetisega.

Nõukatse määrati rohu ja õhukuiva massi saak eraldi kõrrelistel, liblikõielistel ja rohunditel. Selleks sorteeriti iga nõu rohi eelnimetatud gruppidesse, kaaluti, kuivatati kalorifeerkuivatis õhukuivaks (kuivaine sisaldus 93–94%), kaaluti uuesti ning arvutati õhukuiva massi saak 1 m² kohta.



Vett koguti vegetatsiooniperioodil 1 kord kuus, suuremate sadude korral ka 2 korda kuus. Väljaspool vegetatsiooniperioodi võeti veeproove vastavalt võimalusele. Nii aastate 2007/2008 kui 2008/2009 talv oli väga külm, mistõttu oli võimalik veeproove koguda ainult novembris ja aprillis. Vahepealsel ajal oli muld külmunud. Katses määrati igast nõust läbinõrgunud vee kogus (mõõdeti mensuuriga).

Nõrgvee keemiline koostis (üld-N ja K) määrati EMÜ mullateaduse ja agrokeemia osakonna laboris vastavalt elementanalüsaatoriga VarioMax ja leekfotomeetriga. Vedelsõnnik analüüsiti EMÜ taimebiokeemia laboris.

Katses 2 uuriti põhiküsimusena Eesti ja Hollandi (firma Barenbrug) seemnesegude sobivust ja produktiivsust rohumaade rajamisel, kuid kahel rohukamaral testiti alates 2009. aastast ka vedelsõnniku efektiivsust (pinnale laotamisel). Selles põldkatses (lapid 2,2 x 7 m) külvati heinaseemned 12. mail 2008. aastal. Saak määrati katsekombainiga Haldrup, 2008. aastal saadi 2, 2009. aastal 3 ja 2010. aastal samuti 3 niidet. Vedelsõnniku mõju uuriti 2009. ja 2010. aastal: 1) aru-raiheina e *festulolium*'i (sort 'Barfest', tetraploidne) puhaskülvil; 2) aru-raiheina 'Barfest' ja punase ristiku 'Mars' (tetraploidne) segul. Mõlemal rohukamaral oli 2 väetusvarianti: 1) aru-raiheina taimikul N 180 kg/ha kolmes võrdses osas (korruga N 60 kg/ha) ammoniumnitraadina või VSina; 2) aru-raiheina ja punase ristiku segul vastavalt N-mineraalväetiseta (N0) ja VSina N 85–95 kg/ha varakevadel enne rohukasvu algust. Põldkatses määrati taimiku liigiline koosseis, haljasmassi- ja kuivainesaak vastavalt Eestis üldkasutatavale metoodikale.

Katse 3 (tootmiskatse Tartu Agro AS põldheinapõllul 2010. aastal) variandid olid järgmised:

- väetamata;
- VS lohisvoolikuga (30 + 25 t/ha);
- VS taimikusse (30 + 25 t/ha);
- ammoniumnitraat (45 + 57 kg/ha N).

Katsete andmed töödeldi Statistica 9.0 programmis (ANOVA, Fisher LSD). Statistilised usaldusväärsed erinevused ($p < 0,05$) saakides väetusvariantide vahel on tabelleis märgitud erinevate numbrite või tähtedega (ülaindeksid).

6.2.4. Uurimistöö tulemused

6.2.4.1. Vedelsõnniku mõju rohuma saagile

Katsetes kasutatud vedelsõnnikus oli toiteelementidest kõige rohkem N-i ja K-d, kusjuures suhe üld-N:P:K kõikus piirides 1:0,18–0,22:0,52–0,75 (tabel 8). Kirjanduses soovitatav vastav suhe mineraalväetiste kasutamisel on kõrreliste niidu jaoks 1:0,22:0,62 (Viiralt, 2007). VSi puhul tuleb aga arvesse võtta, et väetamise aastal mõjutab saaki eeskätt sõnnikus sisalduv ammoniumlämmastik, mille osakaal üldlämmastikust oli 39,5–58,2%.

VSi mõju rohukamara saagile nõukatses võrdlevalt teiste väetistega 3 aasta keskmisena on näha tabelites 9–11. Analüüsides neile lisaks ka eri katseaastail saadud saake, saab välja tuua alljärgnevad seosed ja tendentsid.

1. Väetamata mullal oli katses võrreldud rohukamarate saak väga erinev, sest kõrreliste segud valge ristiku või lutserniga said kasutada lisaks mullast omastatud lämmastikule veel mügarbakterite poolt sümbiootiliselt seotud õhulämmastikku. Seetõttu ületas kõrreliste ja valge ristiku segu saak (õhukuiv mass) kõrreliste oma keskmiselt 3,1 ja kõrreliste-lutserni segu saak 2,5 korda.


Tabel 8. Katses kasutatud lüpsikarja vedelsõnniku keemiline koostis, 2008–2010

Faktor	Ühik	Proovivõtu aeg		
		2008	2009	2010 (keskm.)
pH		x	6,6–6,7	6,6–6,7
Kuivaine	%	8,3	7,8–8,5	6,8–9,5 (8,7)
üld-N	kg/t	3,65	3,78–3,95	3,0–4,2 (3,7)
NH ⁴ -N	kg/t	1,6	1,5–2,3	1,25–2,55 (2,0)
NO ³ -N	kg/t	0	0,002	0,001
üld-P	kg/t	0,73	0,81	0,53–1,07 (0,66)
üld-K	kg/t	2,3	2,7–2,9	1,3–2,15 (1,9)
üld-Ca	kg/t	x	1,0–1,3	0,8–1,6 (1,3)
üld-Mg	kg/t	x	0,7–0,8	0,5–0,8 (0,65)
NH ₄ -N osakaal üld-N-st	%	44	40–58	41–63 (54)

2. Kõik testitud rohukamarad andsid suurema kuivainesaagi esimesel katseaastal (2008. aastal), mis oli taimiku teine eluaasta. Saagilangus oli suurim 2009. aastal võrreldes 2008. aastaga. Rohukamarate keskmine saagitase vähenes ka 2010. aastal, kuid seda mitte kõikidel väetisvariantidel ning saagilangus oli seejuures rohukamarate lõikes erinev (tabel 9). Suhteliselt lähedase suurusega olid 2009. ja 2010. aasta saigid väetamata taimikutel.

Nõukatsetes, kus talvitumistingimused on märksa karmimad kui põllul, toimub rohukamarate saagivõime ammendumine ja taimikute hõrenemine aastatega kiiremini kui sarnase mullaga suurematel aladel. Eeskätt väheneb katsenõudes liblikõieliste osakaal.

Tabel 9. Erinevate väetiste mõju rohukamarate saagile 2008.–2010. aasta keskmisena (Eerika nõukatse)

Variant			Taimiku aastasaak (õhukuiv)					
Nr	Väetise liik ja andmisviis	Toiteelement, kg/ha	Kõrrelised		kõrrelised ja valge ristik		Kõrrelised ja lutsern*	
			g/m ²	%	g/m ²	%	g/m ²	%
1.	Väetiseta	0	205 ^{1;2}	100	640 ¹	100	511 ^{1;2}	100
2.	Mineraalväetis (MV)	P30 K60	262 ^{2;3}	128	816 ¹⁻³	128	560 ¹⁻³	109
3.	MV	P60 K120	271 ^{2;3}	132	907 ²⁻⁴	142	606 ¹⁻⁵	118
4.	MV	N60 P30 K60	536 ^{7;8}	262	903 ²⁻⁴	141	741 ¹⁻⁷	145



5.	MV	N120 P60 K120	665 ⁹	325	993 ^{3:4}	155	885 ^{6:7}	173
6.	MV	N180 P60 K120	782 ¹⁰	382	1067 ⁴	167	1002 ⁷	196
7.	Vedel sõnnik (VS) pinnale	N60	338 ^{3:4}	165	847 ^{1:3}	132	607 ^{1:4}	119
8.	VS pinnale	N120	479 ^{6:7}	234	775 ^{1:2}	121	848 ^{4:7}	166
9.	VS pinnale	N180	522 ^{7:8}	255	782 ^{1:2}	122	788 ^{3:7}	154
10.	VS sisse	N60	387 ^{4:6}	189	725 ^{1:2}	113	621 ^{1:5}	122
11.	VS sisse	N120	500 ⁷	244	808 ^{1:3}	126	776 ^{2:7}	152
12.	VS sisse	N180	625 ^{8:9}	305	875 ^{2:4}	137	872 ^{5:7}	171
13.	Reovee- sete pinnale (RVS)	N60	315 ^{2:4}	154	688 ^{1:2}	108	501 ¹	98
14.	RVS pinnale	N120	357 ^{3:5}	174	761 ^{1:2}	119	622 ^{1:5}	122
15.	RVS pinnale	N180	449 ^{5:7}	219	808 ^{1:3}	126	670 ^{1:6}	131
Keskmine var. 2-3		P45 K90	266	130	862	135	583	114
Keskmine var. 4-15		N120 PK	496	242	836	131	744	146

3. Esimesel ja teisel väetamise aastal (2008. ja 2009. aastal) andsid kõrreliste rohukamaral statistiliselt usutava saagitõusu nii väetamata (NO PO KO) taimikuga kui PK-fooniga võrreldes mõlemad testitud orgaanilised väetised (s.o nii VS kui reoveesete) ning kõrreliste- lutserni taimikul VS ja 2009. aastal ka reoveesete suurem norm (N 180 kg/ha). Kõrreliste ja valge ristiku segu korral oli orgaaniliste väetiste mõju kõikuv ning usutav saagitõus saadi ainult osal variantidel võrdluses väetamata taimikuga. Kolmandal saagiaastal (2010; vt tabel 10) saadi kõrreliste rohukamaral oluline saagitõus orgaaniliste väetiste mõjul võrreldes väetamata taimikuga ja PK-fooniga ainult kahe suurema N-normi (N120 ja N180 kg/ha) kasutamisel. Kõrreliste ja valge ristiku segul vedelsõnnik ja reoveesete 2012. aastal usutavat saagitõusu ei andnud, võrreldes nii väetamata kui ka PK-fooniga.



Tabel 10. Väetiselikide võrdlev toime eri rohukamaratel testitud väetisnormide keskmisena, 2008–2010 (Eerika nõukatse)

Väetise liik	Väetus-variantide (vt tabel 9) grupid	Aastasaak (õhukuiv)					
		Kõrreliste segu		Kõrrelised ja valge ristik		Kõrrelised ja lutsern	
		g/m ²	%*	g/m ²	%*	g/m ²	%*
2008							
Väetiseta	1	253	100	941	100	670	100
Mineraalväetis PK	2–3	341	135	1119	119	824	123
Mineraalväetis NPK	4–6	845	334	1279	136	1106	165
VS pinnale	7–9	595	235	1119	119	993	148
VS sisse	10–12	687	272	1129	120	934	139
Reoveesete pinnale	13–15	488	193	1089	116	848	127
2009							
Väetiseta	1	168	100	496	100	352	100
Mineraalväetis PK	2–3	208	124	738	149	341	97
Mineraalväetis NPK	4–6	603	359	832	168	646	184
VS pinnale	7–9	405	241	712	144	502	143
VS sisse	10–12	492	293	675	136	579	164
Reoveesete pinnale	13–15	348	207	621	125	347	99
2010							
Väetiseta	1	194	100	481	100	-	-
Mineraalväetis PK	2–3	251	129	546	114	-	-
Mineraalväetis NPK	4–6	535	276	853	177	-	-
VS pinnale	7–9	339	175	573	119	-	-
VS sisse	10–12	334	172	604	126	-	-
Reoveesete pinnale	13–15	284	146	547	114	-	-

* Suhteline saak võrrelduna väetiseta variandi vastu



4. VSi muldaviimine oli võrreldes selle mullapinnale andmisega 2009. aastal märkimisväärselt efektiivsem kui 2008. aastal. Seejuures ilmnes 2009. aastal kõigil kolmel rohukamaral loogiline seos: VSi muldaviimise aastasaaki tõstev mõju (%) suurenes vastavuses lágaga antud N-normile. Koos N-normiga tõusis taimikutes ka kõrreliste osakaal. Lämmastikunormide keskmisena suurendas VSi muldaviimine (võrreldes selle pinnale andmisega) aasta kuivainesaaki 2009. aasta kõrreliste rohukamaral 21% ning kõrreliste- lutserni segul 15%. Seevastu 2010. aastal VSi muldaviimine nõukatses ei õigustanud end kummalgi rohukamaral.

Tabel 11. Erinevate väetistega saadud enamsaak toimeaine ühiku kohta 2008.–2010. aasta keskmisena (Eerika nõukatse)

Väetamine		Enamsaak toimeaine(te) 1 kg kohta kg/ha õhukuiva massi			
väetise liik	toimeainete (TA) norm, kg/ha	võrdlusfoon, TA kg/ha	kõrreliste segu	kõrreliised ja valge ristik	kõrreliised ja lutsern*
Mineraalväetis	P30 K60	0	6,3	19,6	5,4
Mineraalväetis	P60 K120	0	3,7	14,8	5,3
Mineraalväetis	N60 P30 K60	P30 K60	45,7	14,5	30,2
Mineraalväetis	N120 P60 K120	P60 K120	32,8	7,2	23,2
Mineraalväetis	N180 P60 K120	P60 K120	28,4	8,9	22,0
VS pinnale	N60	P30 K60	12,7	5,2	1,8
VS pinnale	N120	P60 K120	17,3	-11	20,2
VS pinnale	N180	P60 K120	13,9	-6,9	10,1
VS sisse	N60	P30 K60	20,8	-15,2	10,2
VS sisse	N120	P60 K120	19,1	-8,2	14,2
VS sisse	N180	P60 K120	19,7	-1,8	14,8
Reoveesete (RS) pinnale	N60	P30 K60	8,8	-21,3	-9,8
RS pinnale	N120	P60 K120	7,2	-12,2	1,3
RS pinnale	N180	P60 K120	9,9	-5,5	3,6

5. Saagiandmed võimaldavad võrrelda eri väetistega antud sama suurte omastatavate lämmastikukoguste mõju erinevatel rohukamaratel. Suhtelise enamsaagi põhjal oli 3 aasta keskmisena kõige efektiivsem NPK-mineraalväetisega antud lämmastik (keskmine norm N120 kg/ha), mis suurendas kõrreliste rohukamara saaki (võrreldes PK-fooniga) 147%, lutserni ja kõrreliste segukülvil 50% ning kõrreliste ja valge ristiku segul 15%. Ühe kg mineraal-N kohta oli õhukuiva massi keskmine enamsaak neil rohukamaratel vastavalt 32,8, 24,4 ja



10,5 kg/ha. Mineraalväetise lämmastiku suhteliselt hea efektiivsus kõrreliste ja liblikõieliste segude puhul on seletatav valge ristiku ja lutserni osakaalu ja õhu-N sidumise vähenemisega taimikus, mistõttu kõrrelised vajasid rohkem mineraalset lämmastikku. VSi ja reoveesetega antud N efektiivsus osutus seevastu eeltoodust tunduvalt väiksemaks (tabel 12).

Tabel 12. Enamsaak 1 kg N kohta 2008.–2010. aasta keskmisena, kg/ha

Väetise liik	Kõrrelised	Kõrrelised ja lutsern	Kõrrelised ja valge ristik
VS taimiku pinnale	14,9	13,7	-5,0
VS mulda sisse	19,8	14,4	-4,9
Reoveesete pinnale	8,9	1,2	-9,1

Võrreldes väetamata taimikuga oli saagitõus orgaaniliste väetistega antud NPK-toiteelementide mõjul 17–18% (reoveesete pinnale kõrreliste ja liblikõieliste segudel) kuni 146% (VS taimikusse kõrrelistel). Kolme aasta kokkuvõttes andis VSi taimikusse viimine võrreldes pinnale andmisega märkimisväärset enamsaaki (13%) ainult kõrreliste rohukamaral. Tulemus on arvatud N- normide 60; 120 ja 180 kg/ha keskmisena.

VSi ja reoveesete madala efektiivsuse põhjus kõrreliste ja valge ristiku rohukamaral on selles, et väetiste N ja liblikõieliste poolt seotav nn bioloogiline N toimivad teatud määral antagonistidena. Nimelt õhu-N sidumise intensiivsus mügarbakterite poolt väheneb, kui mineraalse N-i kontsentratsioon (s.o NH_4 ja NO_3 ioonid) mullalahuses tõuseb N-mineraalväetise või orgaanilise väetise mõjul. Tulemusena aeglustus valge ristiku kasv ja taimiku saak kokkuvõttes vähenes. Lutsern osutus eeltoodu suhtes vähem tundlikuks.

Põldkatse 2 saagiandmetest (tabel 13) selgub, et seal jäi VSi mõju 2009. ja 2010. aastal mõlemal rohukamaral väikeseks. Üllatav oli VSi tagasihoidlik mõju 1. ja 2. kasutusaasta aru-raiheina (festulolium) puhaskülvil, kuhu anti kolme võrdse annusena neil aastail (vastavalt 8.05. ja 23.04.; 8.06 ning 30.07 ja 20.07) kokku ca 285 kg/ha üld-N, millest ammooniumlämmastikku (N-NH_4) oli 156 kg (55%). Võrdlustaimik sai N 180 kg/ha aastas ammooniumsalpeetrina.

Kuna VSiga väetamisel tõstabki väetusaasta saaki põhiliselt sõnnikus olev N-NH_4 , pidanuks aru-raiheina kuivsaak ulatuma ca 9 t/ha, kuid jäi sellest ca 20% väiksemaks, sest osa sõnnikus olnud lämmastikust lendus ammoniaagina mulda jõudmata. Arvestades teiste Eerikal korraldatud rohumaakatsete põhjal mineraal-lämmastikuta noore kõrreliste taimiku (NO foon) aastasaagiks ca 3,5 t/ha kuivainet, selgus enamsaagi arvutustest, et VSi laotamisel rohumaal pinnale lendus ammoniaagina (NH_3) tõenäoliselt 30–35% sõnnikus olnud ammooniumlämmastikust (N-NH_4).

Sarnase tulemuse andsid ka P. Mattila (2006) poolt Soomes eriseadmega tehtud mõõtmised, kus vedelsõnniku pindlaotamisel rohumaale lendus keskmiselt 40% ammooniumlämmastikust. Aru-raiheina ja punase ristiku segule kevadel kasvu algul antud vedelsõnnik 28 t/ha (sisaldas 44 kg N-NH_4) selle rohukamara kuivsaaki usutavalt ei mõjutanud, kuna lämmastikuvajaduse kattis punase ristiku poolt sümbiootiliselt seotud õhu-N.

Tabel 13. Piimakarja vedelsõnniku mõju rohumaa saagile 2009.–2010. aasta keskmisena (Eerika põldkatse)

Väetisnormid ja saak	Ühik	Aru-raiheina puhaskülv		Aru-raiheina ja punase ristiku segu	
		NPK mineraalväetis	vedelsõnnik pinnale	PK mineraalväetis	vedelsõnnik pinnale
Väetisi kokku	t/ha	1,14	84	0,61	28
Toiteelemente (üld-N, P, K) kokku	kg/ha	315	539	135	176
sealhulgas:					
üld-N	kg/ha	180	285	0	92
sellest:					
N-NH ₄	kg/ha	90	156	0	44
N-NO ₃	kg/ha	90	<1	0	<1
üld-P	kg/ha	35	62	35	20
üld-K	kg/ha	100	192	100	63
Kuivaine saak kokku	t/ha	10,3 ^a	7,2 ^b	10,6 ^a	10,9 ^a
sealhulgas:					
1. niide	kg/ha	2720	2100	2915	2805
2. niide	kg/ha	5265	3210	4220	4260
3. niide	kg/ha	2320	1825	3415	3860

Tootmiskatse 3 (tabel 14) korraldati 2010. aastal Tartu Agro AS siloks niidetud rohumaa eesmärgiga võrrelda veise VSi andmisviisi (lohisvoolikuga taimiku pinnale, spetsiaallaoturiga mulda) mõju punase ristiku rohkel põldheina rohukamaral (2. kasutusaasta) kõrvutatuna sama taimiku väetamata (N0 P0 K0) ning ainult ammooniumnitraati saanud alaga. Mineraalväetise N norm oli võrdne VSis sisaldunud ammooniumlämmastiku (NH₄NO₃) kogusega. Taimik oli rajatud odra allakülvina 24. aprillil 2008. aastal, seemnesegus oli punane ristik 'Varte', timut 'Tika', harilik aruhein 'Arni' ja karjamaa raihein 'Raite'. Punase ristiku osakaal saagis oli 2010. aastal 50–55%. Saagiandmeist on näha, et mõlemad VSiga väetusviisid andsid lähedase tulemuse, kusjuures saagitõus võrreldes väetamata alaga oli 22–29%. Pärast 2. niidet künti kõnealusel taimikud üles ja läksid taliteravilja alla.

Katses selgitati ka, kas rohumaa veiste VSi laotamine (lohisvoolikseadmega või rohukamarasse viimine) põhjustab sileeritava rohu saastumist kahjulike mikroobidega (eeskätt *Clostridium*, *Coli*-laadsed) ja halvendab silo kvaliteeti. Selle ühisuuringu (osalesid EMÜ, OÜ Tervislüki Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskus ja Baltic Agro AS) tulemused on avaldatud kogumikus „Agronoomia 2012“ lk 109–116 (Viiralt *et al.*, 2012). Siinkohal märgime kokkuvõtlikult, et erandlikult kuival ja kuumal 2010. aasta suvel närvutamise saavutatud kergesti sileeritavale



taimsele materjalile ja sellest valmistatud silo kvaliteedile ei avaldanud põllule lohisvoolikuga VSi laotamine negatiivset mõju. Samas rõhutame, et raskemates ilmastikutingimustes võivad tulemused olla sootuks teistsugused. Seega on vaja jätkata VSi laotamisviisi mõju selgitamist rohu mikroobikooslusele ja silo kvaliteedile mitmesugustes ilmastikuoludes (sh vihmasel suvel).

Tabel 14. Vedelsõnniku mõju põldheinapõllul, 2010 (Tartu Agro AS)

Põld, väetamine	Antud toiteelemente 1. ja 2. niite kasvuks kokku, kg/ha				Kuivaine saak, t/ha		
	Üld-N	sh: NH ₄ -N NO ₃ -N	Üld-P	Üld-K	1. niide 3.06. 2010	2. niide 12.07. 2010	Kokku
Soomeküla							
1. VS lohisvoolikuga 30+25 t/ha	193	$\frac{102}{<1}$	38	109	3,40	2,40	5,8
2. Väetamata	0	0	0	0	2,80	1,70	4,5
3. NH ₄ NO ₃ 45+57 kg/ha N	102	$\frac{51}{51}$	0	0	3,85	2,45	6,3
Joosepi							
4. VS taimikusse 30+23 t/ha	223	$\frac{128}{<1}$	46	89	3,40	2,10	5,5

6.2.5. Väetamise mõju toitainete leostumisele rohumaal nullast

6.2.5.1. Rohukamara liigilise koosseisu mõju N ja K leostumisel

N ja K leostumine oli katses võrreldud taimikute puhul erinev ($P < 0,05$). Vegetatsiooniperioodil (tabel 15) leostus kõige vähem kõrreliste ja valge ristiku taimikust. Teiste taimikute puhul see ei erinenud. Väljaspool vegetatsiooniperioodi (tabel 16) oli liigilise koosseisu mõju N leostumisele väiksem.

Leostunud N kogused võrreldavates taimikutes omavahel ei erinenud ($P > 0,05$), välja arvatud orgaaniliste väetiste kasutamisel, kus usutavalt rohkem N leostus kõrreliste ja valge ristiku taimikust võrreldes kõrreliste ja lutserni taimikuga. K leostus kõige vähem ($P < 0,05$) kõrreliste ja valge ristiku taimikust. Kõrreliste ning kõrreliste ja lutserni taimikust K leostumine ei erinenud ($P > 0,05$), välja arvatud PK ja VS variandis, kus K leostumine oli väiksem ($P < 0,05$) kõrreliste ja lutserni taimikust võrreldes kõrreliste ja valge ristiku taimikuga.

Katseaastal tervikuna (s.o 2008., 2009. ja 2010. aasta keskmisena) oli N ja K leostumine kõige väiksem ($P < 0,05$) kõrreliste ja valge ristiku ($N 2,75 \text{ g/m}^2$ ja $K 0,57 \text{ g/m}^2$) taimikust. K leostumine kõrreliste ($K 2,66 \text{ g/m}^2$) ja kõrreliste ja lutserni ($K 2,46 \text{ g/m}^2$) taimikute vahel ei erinenud ($P > 0,05$). N leostumine oli suurim kõrreliste taimikust ($N 3,25 \text{ g/m}^2$) võrreldes kõrreliste ja lutserni taimikuga ($N 3,01 \text{ g/m}^2$).

Nii meie (Viiralt *et al.*, 2009) kui ka varasemad uurimistööd (Saarman, Viiralt, 1982; Kalmet *et al.*, 1996; Decau *et al.*, 2004) näitavad, et vegetatsiooniperioodil sõltub toitainete leostumine



peamiselt taimikust läbinõrgunud veekogustest, mis on seda väiksem, mida suurem on taimiku saak. Kõrreliste ja valge ristiku saak oli teiste katses olnud taimikutega võrreldes usutavalt suurem, mis selgitab, miks just sellest taimikust leostus N ja K välja kõige vähem. Valge ristiku puhul avaldas ilmselt mõju ka tema kõrreliste ja lutserniga võrreldes suurem veetarve. Visuaalselt võis seda märgata kuumadel suvepäevadel, millal valge ristiku taimed kippusid närbuma, kõrreliste ja lutserni puhul aga selliseid märke ei olnud.

Tabel 15. Lämmastiku ja kaaliumi leostumine rohumaa taimikutest vegetatsiooniperioodil, 2008–2010 (g/m², keskmine ± SE)

Taimik	Kontroll	Väetis				Keskmine leostumine ⁵
		Mineraalväetis		Orgaaniline väetis		
		P K ¹	NPK ²	VS ³	Reovee- sete ³	
Lämmastik, g/m²						
Kõrreliised	2,39 ^{abA4}	2,42 ^{bA}	1,97 ^{aA}	2,27 ^{abA}	2,21 ^{abA}	2,23 ^A
Kõrreliised ja valge ristik	1,75 ^{acB}	1,32 ^{bB}	1,46 ^{bcB}	1,76 ^{aB}	1,76 ^{aB}	1,64 ^B
Kõrreliised ja lutsern	2,34 ^{abA}	2,47 ^{aA}	1,98 ^{bA}	2,30 ^{aA}	2,14 ^{abA}	2,23 ^A
Kaalium, g/m²						
Kõrreliised	2,32 ^{abA}	3,18 ^{bA}	1,71 ^{aA}	2,05 ^{aA}	1,93 ^{aA}	2,13 ^A
Kõrreliised ja valge ristik	0,50 ^{abB}	0,44 ^{abB}	0,37 ^{abB}	0,56 ^{bbB}	0,32 ^{abB}	0,45 ^B
Kõrreliised ja lutsern	2,35 ^{abA}	3,00 ^{bA}	1,92 ^{aA}	1,89 ^{aA}	1,81 ^{aA}	2,06 ^A

¹ väetiskoguste NOP30K60; NOP60K120 kg/ha keskmine

² väetiskoguste N60 P30K60, N120P60K120, N180P60K120 kg/ha keskmine

³ väetiskoguste N60–180 kg/ha keskmine

⁴ Erinevad väiketähed samas reas ja suured tähed samas veerus näitavad usutavat erinevust ($P < 0.05$)

⁵ Ühelt taimikult keskmiselt leostunud N ja K kogus leiti kõigi katses olnud väetusvariantide keskmisena

K leostumist mõjutava tegurina on märgitud ka mulla N varu, mille kasvades suureneb taimede vajadus K järele, mistõttu seda leostub vähem (Taube *et al.*, 1995). Selle teooria kohaselt peaks kõrreliste ja liblikõieliste taimikust, kus N varu tänu sümbioosile lämmastikule on mullas suurem, olema K leostumine kõrreliste taimikuga võrreldes väiksem. Meie katses leidis see kinnitust ainult kõrreliste ja valge ristiku taimiku puhul, kus K leostumine oli kõrreliste taimikuga võrreldes väiksem. Kõrreliste ning kõrreliste ja lutserni taimiku vahel usutavat erinevust ei olnud.

N leostumine liblikõieliste taimikust kasvab, kui liblikõieliste osakaal hakkab taimikus langema (Low, Armitage, 1970). Lutsernile ei sobinud meie katses kasvutingimused ja



Tabel 16. Lämmastiku ja kaaliumi leostumine rohumaa taimikutest väljaspool vegetatsiooniperioodi, 2008–2010 (g/m²)

Taimik	Kontroll	Väetis				Keskmine leostumine ⁵
		mineraalväetis		orgaaniline väetis		
		P K ¹	NPK ²	VS ³	reoveesete ³	
Lämmastik, g/m²						
Kõrrelised	0,94 ^{aA4}	0,99 ^{aA}	0,94 ^{aA}	1,04 ^{aAB}	1,09 ^{aAB}	1,02 ^A
Kõrrelised + valge ristik	0,90 ^{aA}	0,91 ^{aA}	1,09 ^{aA}	1,22 ^{aA}	1,13 ^{aA}	1,11 ^A
Kõrrelised + lutsern	0,73 ^{aA}	0,80 ^{aA}	0,76 ^{aA}	0,83 ^{aB}	0,73 ^{aB}	0,78 ^B
Kaalium, g/m²						
Kõrrelised	0,45 ^{abA}	0,81 ^{cA}	0,34 ^{aA}	0,58 ^{bA}	0,40 ^{aA}	0,52 ^A
Kõrrelised + valge ristik	0,09 ^{abB}	0,09 ^{abB}	0,11 ^{bB}	0,16 ^{cB}	0,06 ^{abB}	0,11 ^B
Kõrrelised + lutsern	0,32 ^{abA}	0,54 ^{cC}	0,30 ^{aA}	0,43 ^{bC}	0,38 ^{abA}	0,40 ^C

¹⁻⁵ Selgitus vt tabel 15.

selle osakaal hakkas juba pärast esimest aastat märgatavalt vähenema. Me arvame, et suurem leostumine oli selle taimiku puhul põhjustatud lutserni surnud juurtes ja neil resideerunud mügarbakterites sisaldunud lämmastiku mineraliseerumisest. Tänapäeval on laialt levinud arvamus, et libliköieliste võtmine seemnesegusse vähendab N leostumist (Jensen, Hauggaard-Nielsen, 2003; Drinkwater *et al.*, 1998; Askegaard, Eriksen, 2008). Meie katse tulemused üldjoontes kinnitavad seda. Samas näitavad meie andmed, et libliköieliste mõju avaldub peamiselt vegetatsiooniperioodil ning see on seotud mullast läbinõrguva veekoguse vähenemisega. Väljaspool vegetatsiooniperioodi võib libliköielist sisaldavast taimikust leostuda N välja kõrrelistega võrreldes ka rohkem. Taimiku koosseisu mõju N ja K leostumisele väetusvariantide keskmisena selgub kokkuvõtlikult tabelist 17.

Keskmine N leostumine vegetatsiooniperioodil esimesel, teisel ja kolmandal aastal oli vastavalt 2,5; 1,8 ja 1,6 g/m², aastate keskmisena 2,0 g/m². N leostumine oli positiivses korrelatsioonis taimikust läbivoolanud veekogusega $R^2=0,86$ ($P < 0,05$).

K leostumine vegetatsiooniperioodil oli 2,4 g/m², 1,2 g/m², 0,5 g/m² vastavalt esimesel, teisel ja kolmandal aastal. Kolme aasta keskmine K leostumine oli 1,5 g/m². K leostumist vegetatsiooniperioodil mõjutas põhiliselt selle kontsentratsioon leovees. K leostumine suurenes, kui tõusis K kontsentratsioon leovees. Korrelatsioon K leostumise ja K kontsentratsiooni vahel muutus iga aastaga tugevamaks: esimene aasta $R^2=0,88$ ($P < 0,05$), teine aasta $R^2=0,94$ ($P < 0,05$) ja kolmas aasta $R^2=0,96$ ($P < 0,05$). Korrelatsioon K leostumise ja taimikust läbivoolanud veekoguse vahel oli küll usutav aga nõrgem $R^2=0,76$ ($P < 0,05$).

Keskmine N leostumine vegetatsiooniperioodi väliselt oli 0,3 g/m², 1,1 g/m² ja 1,7 g/m² vastavalt esimesel, teisel ja kolmandal aastal (kolme aasta keskmine N leostumine oli 1,0 g/m²). Väljaspool vegetatsiooniperioodi sõltus N leostumine sarnaselt vegetatsiooniperioodile



vee läbinõrgumisest taimikus. Veekoguse suurenedes kasvas ka N leostumine. Korrelatsioon N leostumise ja selle kontsentratsiooni vahel leovees oli statistiliselt usutav, kuid nõrgem. Korrelatsioon N leostumine ja taimikust läbinõrgunud veekogusse vahel oli järgmine: esimesel aastal $R^2=0,48$ ($P < 0,05$), teisel aastal $R^2=0,56$ ($P < 0,05$) ja kolmandal aastal $R^2=0,84$ ($P < 0,05$). N leostumine vegetatsiooniperioodi väliselt oli kõrgeim kõrreliste ja valge ristiku ja kõrreliste taimikutest, madalaim kõrreliste ja lutserni segust (tabel 17).

Tabel 17. Keskmised kuivaine saagid, läbivoolanud veekogused, N ja K kontsentratsioonid leovees ning leostunud N ja K kogused erinevates taimikutes vegetatsiooniperioodil (kolme aasta keskmised tulemused)

Taimik	Saak, kg/m ²	Taimikust läbivoolanud vesi, l/m ²	N kontsentr. leovees, mg/l	K kontsentr. leovees, mg/l	Leostunud N kogus, g/m ²	Leostunud K kogus, g/m ²
1. Vegetatsiooniperioodil						
Kõrrelisted + valge ristik	0,8 ^{A1}	79,8 ^A	20,9 ^A	5,0 ^A	1,6 ^A	0,4 ^A
Kõrrelisted + lutsern	0,7 ^B	127,4 ^B	17,4 ^B	15,7 ^B	2,2 ^B	2,1 ^B
Kõrrelisted	0,4 ^C	117,3 ^C	19,6 ^C	17,0 ^B	2,2 ^B	2,1 ^B
2. Väljaspool vegetatsiooniperioodi						
Kõrrelisted + valge ristik	-	55,4 ^A	39,9 ^A	4,8 ^A	1,1 ^A	0,1 ^A
Kõrrelisted + lutsern	-	42,3 ^B	27,6 ^B	15,3 ^B	0,8 ^B	0,4 ^B
Kõrrelisted	-	55,3 ^A	36,1 ^A	18,8 ^C	1,0 ^A	0,5 ^C

¹Erinevad suured tähed samas veerus näitavad usutavat erinevust ($P < 0,05$)

Keskmine K leostumine vegetatsiooniperioodi väliselt oli 0,2 g/m², 0,4 g/m² ja 0,3 g/m² vastavalt esimesel, teisel ja kolmandal aastal (kolme aasta keskmine K leostumine oli 0,3 g/m²). K leostumine oli enim mõjutatud tema kontsentratsioonist leovees nagu see oli ka vegetatsiooniperioodil. K leostumine ei olnud usutavalt mõjutatud taimikust läbivoolanud veekogusest $R^2=0,07$ ($P > 0,05$) (kolme aasta keskmine tulemus). Korrelatsioon K leostumise ja selle kontsentratsiooni vahel leovees oli esimesel aastal $R^2=0,81$ ($P < 0,05$), teisel aastal $R^2=0,90$ ($P < 0,05$) ja kolmandal aastal $R^2=0,95$ ($P < 0,05$). Väljaspool vegetatsiooniperioodi oli K leostumine usutavalt madalam kõrreliste ja valge ristiku taimikus ning kõrgeim kõrreliste taimikus. Leostumise kasvades suurenes ka K kontsentratsioon leovees; kõrreliste ja valge ristiku segust oli see enam kui kolm korda väiksem võrreldes kõrreliste taimikuga (tabel 17).



6.2.5.2. Väetamise taseme ja väetise liigi mõju N ja K leostumisele

Vegetatsiooniperioodil N leostumine kõrreliste taimikust ei sõltunud väetamisest ja kasutatud väetisest ($P > 0,05$), erinevus oli usutav ($P < 0,05$) vaid mineraalväetiste korral, kui N leostumine oli suurem PK väetist saanud variandist võrreldes NPK väetisega. Kõrreliste ja valge ristiku taimikust leostus N usutavalt vähem ($P < 0,05$) välja mineraalväetise (PK ja NPK) kasutamisel. Nendega võrreldes oli N leostumine suurem ($P < 0,05$) orgaanilise väetisega (VS ja reoveesete) väetatud taimikust ja kontrollvariandist. Kõrreliste ja lutserni taimikust oli N leostumine kõige väiksem ($P < 0,05$) mineraalväetise (NPK) ja suurem ($P < 0,05$) vedelsõnniku ja mineraalse PK väetisega väetatud variandis. Kontrollvariandi ja väetist saanud variantide vahel N leostumises erinevust ($P > 0,05$) ei olnud.

K leostumine kõrreliste ning kõrreliste ja lutserni taimikust oli usutavalt suurem PK väetise kasutamisel ($P < 0,05$). Kõrreliste ja valge ristiku taimikus oli see veidi suurem vedelsõnnikuga väetatud variandis. Kontrollvariandi ja väetist saanud taimikute vahel K leostumises erinevust ($P > 0,05$) ei olnud. Väljaspool vegetatsiooniperioodi N leostumine ei olenenud kasutatud väetisest ($P > 0,05$).

N-iga võrreldes mõjutas kasutatud väetise liik K leostumist rohkem. Kõrreliste ning kõrreliste ja lutserni taimikust leostus K teistega võrreldes rohkem välja PK-väetise ja VSi ning kõrreliste ja valge ristiku taimikust VSi variandist. Kõigi kolme taimiku puhul oli sarnane, et K leostus kontrollvariandist välja ligikaudu sama palju kui väetist saanud variantidest. Erandiks olid kõrreliste ning kõrreliste ja lutserni taimiku PK-väetise variandid ning kõrreliste ja valge ristiku segul VSi variant, kust K leostus kontrollvariandiga võrreldes rohkem ($P < 0,05$).

Katseperioodil tervikuna (s.o aastas kokku) oli N leostumine kõige väiksem mineraalväetise kasutamisel. Kõrreliste ning kõrreliste ja lutserni taimikust leostus N kõige vähem välja NPK ning kõrreliste ja valge ristiku taimikust PK-väetise variandist. Kõigi kolme taimiku korral leostus kontrollvariandist N ligikaudu sama palju, kui väetist saanud variantidest.

K leostus katseaastal kõrreliste ning kõrreliste ja lutserni taimikust kõige vähem välja mineraalse NPK väetise puhul. Kõige suurem K leostumine esines PK-väetise variandis. Kõrreliste ja valge ristiku segust leostus K teistega võrreldes rohkem välja VSiga väetatud variandis. Teistes variantides, sh kontrollvariandis leostunud K kogus ei erinenud usutavalt ($P > 0,05$).

Kõigi taimikute kokkuvõttes oli N leostumine *keskmiselt aastas* suurim orgaaniliste väetiste kasutamisel: VSi puhul $3,14 \text{ g/m}^2$ ja reoveesete korral $3,04 \text{ g/m}^2$. Väikseim leostumine esines mineraalse NPK ($2,73 \text{ g/m}^2$) väetise kasutamisel. Kontrollvariandis ($3,01 \text{ g/m}^2$) oli leostumine sarnane väetatud taimikutega. K leostumine oli teiste variantidega võrreldes suurem ($2,58 \text{ g/m}^2$) PK-väetisega väetatud variandi korral ($P < 0,05$). Nii N kui K leostumisele kontrollvariandist oli iseloomulik, et tulemuse varieeruvus oli seal võrreldes väetist saanud variantidega oluliselt suurem. Tulemused kõikusid mitte üksnes sõltuvalt taimikust, vaid erinevus oli suur ka ühe variandi eri korduste vahel. On võimalik, et väetamata mullas toimub huumuse lagunemine ning huumuse osakesed koos neis sisalduva lämmastikuga liiguvad veega kaasa sügavamatesse mulla kihtidesse. Antud küsimus vajab edaspidi põhjalikumat uurimist.



6.2.6. Vedelsõnniku andmisviisi mõju N ja K leostumisele

6.2.6.1. N leostumine sõltuvalt vedelsõnniku andmisviisist

Keskmine N leostumine oli 2,23 g/m² ja 1,95 g/m² vastavalt VSi pinnale andes ning mulda viies. Need tulemused olid statistiliselt erinevad ($P < 0,05$). Keskmine leostumine VSi laotades ja mulda viies oli vastavalt kõrreliste ja valge ristiku taimikust 1,94 g/m² ja 1,57 g/m², kõrreliste taimikust 2,39 g/m² ja 2,16 g/m² ja kõrreliste ja lutserni taimikust 2,13 g/m² ja 1,82 g/m². N leostumine oli usutavalt madalam VSi mulda viies kõrreliste ja valge ristiku taimikus ning kõrreliste ja lutserni taimikus (kasutatud N normide keskmisena). Kõrreliste taimikus N leostumine ei erinenud VSi andmisviiside vahel. Erinevused N leostumises ühe taimiku piires võrreldes kahte VSi andmise meetodit erinevate N normide kasutamisel ei olnud statistiliselt usutavad, välja arvatud kõrreliste taimikud, kus N leostumine oli usutavalt madalam VSi mulda viimise korral, kasutades N normi 180 kg/ha ($P < 0,05$). Varasemate tulemuste põhjal võib öelda, et VSi laotamine pinnale vähendab N leostumist, kuna see soodustab N lendumist (Mengel, Kirkby, 2001). Sellisel juhul oli mulda jõudev N kogus väiksem võrreldes VS-i muldaviimisega. Meie katses see teooria kinnitust ei leidnud. N leostumine oli pisut ($P > 0,05$) kõrgem VSi pinnale laotamisel, ilmselt seetõttu, et VSis olev N oli VSi otse mulda viies taimedele paremini kättesaadav.

Võrreldes N leostumist erinevates taimikutes ilmnes, et leostumine ei sõltunud kasutatud N normist kui VSi laotati pinnale. Mulda viimise korral vähenes leostumine kõrreliste taimikust N normi kasvades, kõrreliste ja lutserni taimikus vähenes leostumine kuni N normini 120 kg/ha, kuid kõrreliste ja valge ristiku segus leostumine N normist ei sõltunud. Põhjus, miks N leostumine kõrreliste ja lutserni taimikus N120 ja N180 kasutamisel ei erinenud, on praegu ebaselge ning vajab edasist uurimist.

6.2.6.2. K leostumine sõltuvalt vedelsõnniku andmise viisist

Keskmine K leostumine VSi pinnale laotamisel oli 1,57 g/m² ja 1,36 g/m² mulda viimise korral. Leostumine kõrreliste ja valge ristiku taimikust oli vastavalt 0,56 g/m² ja 0,55 g/m², kõrreliste taimikust 2,20 g/m² ja 1,90 g/m² ning kõrreliste ja lutserni taimikust 2,06 g/m² ja 1,72 g/m² vastavalt VSi pinnale laotades ja mulda andes.

Katse näitas, et K leostumine polnud usutavalt mõjutatud VSi andmise viisist. Siiski oli K leostumine 14.6% ($P > 0,05$) kõrgem kõigis taimikutes VSi pinnale laotamisel, välja arvatud kõrreliste ja valge ristiku taimikus N normi 60 kg/ha kasutamisel. K leostumine sõltus rohkem taimiku botaanilisest koostisest (eriti liblikõieliste osasaagist) ning N normist kui VSi andmise viisist. K leostumine oli usutavalt madalam kõrreliste ja valge ristiku taimikus ($P < 0,05$). K leostumine vähenes kõrreliste taimikus N normi kasvades vaid VSi mulda viimisel. Varasemates katsetes on leitud, et N varu suurendamine kiirendab taimede kasvu ja seetõttu suureneb ka vajadus K järele ning sel põhjusel K leostumine väheneb (Taube *et al.*, 1995, Alfaro *et al.*, 2003). N normil oli suurim mõju K leostumisele kõrreliste taimikus, mõju oli väiksem kõrreliste ja lutserni taimikus ning mõju puudus kõrreliste ja valge ristiku taimikus. Kui N norm on kõrge, siis liblikõieliste osatähtsus taimikus väheneb märkimisväärselt.

Põhjus, miks K leostumine kõrreliste ja valge ristiku taimikus jäi N normi kasvades konstantseks, võib tuleneda sellest, et K leostumine oli väga madal juba N60 kasutamisel. Suurenev N norm vähendas valge ristiku osatähtsust taimikus ja taimiku N varu. N kogus, mis tuli mulda VSiga ei olnud suurem kui N kogus, mis tuli mulda valge ristiku kaudu.



K leostumine võib olla mõjutatud ka VSi toitainesisaldusest, kui see ei vasta taimede vajadusele. Meie katses oli toitainete NPK vahekord 1:0,20-0,22:0,62-0,75, samas kui soovitatav vahekord kirjanduse põhjal on 1:0,22:0,62 (Viiralt, 2007). Tuleb arvestada ka asjaoluga, et VSi laotamise aastal on taimiku saak mõjutatud põhiliselt VSi ammooniumlämmastikust. Meie katses oli ammooniumlämmastiku osakaal VSis 39,5–58,2%. Seetõttu andes N-i ammooniumlämmastiku alusel võivad taimed saada rohkem K-d, kui nad on võimelised omastama.

6.2.6.3. Järeldused N ja K leostumise kohta

Uurimistöö näitas, et rohumaade väetamine ei suurenda leostumist, kui kasutatavad väetisnormid on kooskõlas taimede toitainete vajadusega. Toitainete leostumine kergest mullast oli väetamata rohumaalt sama suur kui väetatud rohumaalt või sellest isegi suurem. Vegetatsiooniperioodil sõltus leostumine peamiselt taimikust läbinõrgunud vee kogusest, mis oli negatiivses korrelatsioonis saagi suurusega. Väetamine suurendas saaki, mille tulemusena nõrgvee kogus vähenes. Orgaaniliste väetiste kasutamine rohumaal ei vähendanud N ja K leostumist vaid võrreldes mineraalväetisega pigem suurendas seda. Leostumise vähendamiseks rohumaadelt peavad seal olema hea saagivõimega rohukamarad, mida tuleb tasakaalustatult väetada. Seejuures sõltub saagitase eeskätt taimiku varustatusest lämmastikuga.

6.2.7. Põhilised järeldused uurimistööst ja ettepanekud projekti tulemuste kasutamiseks praktikas

VSiga on otstarbekas väetada eelkõige kõrreliste rohumaad, et vähendada kulutusi kallitele NPK-mineraalväetistele. VSi andmine on siiski kasulik ka ristikurohketele taimikutele, sest sel juhul kaetakse sõnnikuga vähemalt P ja K vajadus ning PK-mineraalväetist pole vaja anda, tõuseb ka üldine saagitase.

Sõltuvalt VSi kuivaine ja toitainete sisaldusest (eeskätt N) ning arvestades mõju saagile ja mullale on enamasti otstarbekas anda VSi rohumaale korruga 25–30 t/ha.

VSi hektarinormi arvutamisel tuleks lähtuda eeskätt ammooniumlämmastiku ($\text{NH}_4\text{-N}$) sisaldusest sõnnikus, mida taimed kiiresti omastavad. Ülejäänud N (orgaaniline N) mineraliseerub aeglaselt ning väetamise aastal mõjutab rohumaad saaki vähe. VSi hektarinormide määramisel tuleb arvesse võtta väetisainete kasutamist reguleerivates õigusaktides (eeskätt veeseadus, väetiseseadus, põllumajandustoetuste rakendusmäärused) esitatud toitelementide ökoloogiliselt lubatavaid piirnorme aastas.

VSi muldaviimine oli kahel aastal kolmest võrreldes selle maapinnale andmisega märkimisväärselt efektiivsem ainult kõrreliste rohukamaral (3 aasta keskmine enamsaak 13%), kuid see küsimus vajab edaspidi põhjalikumalt uurimist.

Tootmiskatses 2010. aastal põldheinapõllul (punast ristikut 50–55% saagist) selgus, et mõlemad VSi andmisviisid (lohisvoolikuga taimiku pinnale, spetsiaallaoturiga mulda) andsid lähedase tulemuse, kusjuures saagitõus võrreldes väetamata alaga oli 22–29%.

Üld-N ja K leostumine sademetega 30 cm mullakihist olenes rohkem rohukamarast kui väetamisest, olles suurim kõrreliste taimiku ja väikseim valge ristiku ja kõrreliste segu korral. N ja K leostumine orgaaniliste väetiste kasutamisel ei olnud võrreldes mineraalväetistega usutavalt väiksem.



6.3. Mullaharimise intensiivsuse mõju vedelsõnnikuga väetatud põllukultuuride saagile ja kvaliteedile ning mulla seisundile

Projekti juht: **Peeter Viil**

Projekti täitjad: **Jüri Kadaja, Jaanus Siim, Gennadi Bogun, Ilmar Karjane, Väino Jõgeva, Kalvi Tamm, Raivo Vettik, Enno Koik, Triin Saue, Taavi Võsa, Ene Ilumäe**

Uuringu lõpparuanne on leitav EMVI kodulehelt:

http://www.eria.ee/www/wp-content/uploads/2012/03/Vedels_PV.pdf

Uurimistöö baasiks oli kaks pikaajalist statsionaarkatset rähksel liivsavimullal (*Calcic Luvisol by WRB*) Kuusikul. Viljavahelduslikus külvikorrakatses (rajatud 1989. aastal) kasvatati talinisu, suvirapsi, varajast ja keskvalmivat otra ning kahel aastal põldheina (külvikord nii ajas kui ruumis) kolmel erineva intensiivsusega mullaharimise foonil: künd 22–25 cm, künd 33–35 cm ja diferentseeritud mullaharimine (talinisu otsekülv, odrad pindmisel 8–10 cm sügavusel mullaharimisel ja suviraps 15–18 cm sügavusel kobestamisel). Väetamine NPK ja NPK + vedelsõnnikuga. 2004. aasta vabariiklikul põldkatsete ülevaatusel hinnati see katse katseasjanduse Nõukogu poolt parimaks. Katse olulisust on tunnustatud ka rahvusvaheliselt ja see on võetud Põhjamaade pikaajaliste katsete registrisse (*Long Continued Agricultural Soil Experiments: A Nordic Research Platform. Catalogue: EE-2 „The impact of differentiated autumn soil tillage effect on six-field crop rotation productivity, yield quality and soil state“*).

Monokultuurse odra katses (rajatud 1991. aastal) uuriti nelja erineva põhimullaharimise võtte mõju (sügiskünd 22–25 cm, kevadküund 22–25 cm, mulla kobestamine 15–18 cm ja mulla kobestamine 8–10 cm) odra saagile. Väetisfoone oli kaks: NPK ja NPK + vedelsõnnik. Taimekaitse kõikidel mullaharimise foonidel oli järgmine: ilma taimekaitseta, herbitsiidid umbrohtude tõrjeks ja herbitsiidid umbrohtude tõrjeks + fungitsiidid taimehaiguste tõrjeks. Teadustulemuste kontrollimiseks viidi Eesti erinevates regioonides (saviliiv- ja liivsavimuldadel) läbi 116 tootmistehnoloogilist katset.

6.3.1. Uurimistöö eesmärgid:

1. uurida erineva intensiivsusega mullaharimise mõju mulla seisundile, põllukultuuride saagile ja mootorikütuse kulule mineraalväetiste ja mineraalväetiste + vedelsõnnikuga väetamise foonil;
2. võrrelda vedelsõnniku laotamise ja muldaviimise erinevaid tehnoloogiaid keskkonnahoiu seisukohalt;
3. lähtuvalt agronoomilistest, keskkonnakaitselistest ja ökonoomilistest aspektidest uurida vedelsõnniku toimet mullale ja põllukultuuride saagile;
4. uurida fotosünteesiliselt aktiivse kiirguse mõju põllukultuuride saagi kujunemisele erineva intensiivsusega mullaharimise foonil;
5. uurida mulla elektriliste omaduste, mahulise niiskuse ja toitainete vahelisi seoseid.

6.3.2. Uurimistöö katsefaktorid

Viljavaheldusliku katse puhul on kasutatud järgmisi tähistusi:
mullaharimise foon



M1 – diferentseeritud mullaharimine (talnisu otsekülv, suviraps mulla kobestamine 15–18 cm ja odrad mulla kobestamine 0–10 cm sügavuselt;

M2 – sügiskünd 22–25 cm sügavuselt;

M3 – sügiskünd 33–35 cm sügavuselt.;

väetusfoon

NPK – vaid mineraalväetis (N79 P23 K39 keskmisena välja kohta);

NPK + vedelsõnnik – mineraalväetis (N74 P23 K39), millele lisandus veise vedelsõnnik 33 t/ha.

Odra monokultuuri katse (sort 'Anni') puhul on kasutatud järgmisi mullaharimisvõtete tähistusi:

SK – sügiskünd 22–25 cm sügavuselt;

KK – kevadkülv 22–25 cm sügavuselt;

TK – mulla kobestamine sügisel 15–18 cm sügavuselt;

BA – mulla kobestamine sügisel 0–10 cm sügavuselt.

Otra kasvatati samuti kahel väetusfoonil: mineraalväetised (N₇₀ P₃₉ K₇₄) ja mineraalväetised (N70 P39 K74) + veiste vedelsõnnik (33 t/ha).

Taimekaitsevariante oli kõikidel mullaharimise foonidel kolm:

0 – ilma pestitsiidideta;

H – ainult herbitsiidid;

H + F – vajalikud herbitsiidid + fungitsiidid.

6.3.3. Uurimistöö tulemused

6.3.3.1. Põllukultuuride saagikus

Kuueväljalise külvikorra saagikus kujunes ekstensiivsel väetamisel (välja kohta väetist N79 P23 K39) 3,0–8,4% väiksemaks kui intensiivsel (N79 P23 K39 + vedelsõnnik 33 t/ha järelmõju) väetamisel.

Tabel 18. Mullaharimise mõju põllukultuuri saagile mineraalväetiste foonil, 2007–2011 (t/ha)

Kultuur	M1	M2	M3	PD0,05
Talnisu	5,88	5,67	5,84	0,36
Suviraps	2,04	2,14	2,16	0,29
Oder	4,72	4,74	4,99	0,28
Oder	3,66	3,74	4,14	0,47
Põldhein	9,31	10,02	9,97	0,51
Põldhein	6,71	6,63	6,88	0,59
Kokku, GJ/ha	320,61	326,51	337,05	

Tabel 19. Mullaharimise mõju põllukultuuri saagile mineraalväetiste + vedelsõnniku foonil, 2007–2011 (t/ha)

Kultuur	M1	M2	M3	PD 0,05
Talinisu	6,27	6,35	6,24	0,37
Suviraps	2,29	2,34	2,38	0,22
Oder	5,08	5,26	5,34	0,41
Oder	4,50	4,52	4,57	0,30
Põldhein	9,91	10,22	9,94	0,81
Põldhein	6,92	7,44	7,96	0,39
Kokku, GJ/ha	348,60	359,43	362,39	

Erineva mullaharimise mõju ei olnud usutav. Ainult 2011. aastal (tugev põud) võis täheldada sügavkünni positiivset mõju. Enamsaak võrreldes tavakünniga oli 4,3%. Ka monokultuurse odra saaki mõjutas erinev mullaharimine vähe (tabel 20). Kündmisest loobumine viis monokultuurse odra terasaagi usutavale vähenemisele vaid taimekaitseta foonil.

Tabel 20. Mullaharimise mõju monokultuurse odra saagile, 2007–2011 (t/ha)

Mullaharimine	NPK				NPK + vedelsõnnik			
	0	H	H + F	Keskm.	0	H	H + F	Keskm.
Sügisküünd (22...25 cm)	3,61	3,50	3,91	3,67	4,76	4,86	5,15	4,92
Kevadküünd (22...25 cm)	3,35	3,59	4,03	3,66	4,19	4,37	5,14	4,57
Sügisel mulla kobestamine (15...18 cm)	3,22	3,37	3,69	3,43	4,23	4,24	4,93	4,47
Sügisel mulla kobestamine (8...10 cm)	3,31	3,62	3,99	3,64	4,26	4,43	5,28	4,66

0 – ilma taimekaitseta, H – umbrohtude tõrje, H + F – umbrohtude ja haiguste tõrje

Herbitsiidide mõju odrasaagi kujunemisele jäi kõikidel mullaharimise foonidel nõrgaks. Kompleksne taimekaitse (herbitsiidide ja fungitsiidide kasutamine) avaldas aga väga tugevat mõju monokultuurse odra saagi kujunemisele. Mineraalväetiste foonil suurendasid need preparaadid odra terasaaki 0,54 t/ha e 16% ja mineraalväetiste + vedelsõnniku foonil 0,51 t/ha e 11,7%.


Tabel 21. Vedelsõnniku laotusviisi mõju põllukultuuride saagile.

Kultuur	Laotusviis	Enamsaak	
		t/ha	%
Talinisu	Lohisvoolikuga	0,54	9,3
Suviraps	Mulda viimisega	0,23	10,9
Oder I	Mulda viimisega	0,42	8,7
Oder II	Mulda viimisega	0,69	18,0
Põldhein I	Lohisvoolikuga	0,06	0,6
Põldhein II	Lohisvoolikuga	0,70	10,4

6.3.3.2. Saagi kvaliteet

Odraterade toorproteiinisaldus sõltus mullaharimise sügavusest ja väetamise intensiivsusest. Pindmisel mullaharimisel oli odraterade toorproteiini sisaldus 0,9% võrra kõrgem kui tavakünnil. Intensiivsel väetamisel (NPK + vedelsõnnik) oli terades toorproteiini 0,6–1,6% enam kui ainult mineraalväetistega väetamisel. Umbrohtude tõrje avaldas väga tugevat mõju odraterade toorproteiini sisaldusele. Herbitsiidide kasutamine pindmise mullaharimise foonil suurendas odraterade toorproteiinisaldust 12,8%-lt 14,2%-le. Künni foonil usutatav mõju ei olnud. Mineraalväetistele lisaks antud vedelsõnnik (30 t/ha) suurendas odraterade toorproteiinisaldust keskmiselt 1,28% võrra.

Erineva mullaharimise mõju suvirapsi kvaliteedile oli väheoluline.

Tabel 22. Mullaharimise mõju suvirapsi „Proximo” seemnete kvaliteedile

Mullaharimine	Õli, %	Proteiin, %	GSL, mmol/kg	FFA, %
M1 (mulla kobestamine 15...18 cm)	44,7	47,7	10,7	0,6
M2 (kündmine 22...25 cm)	45,1	48,0	10,5	0,6
M3 (kündmine 33...35 cm)	45,9	48,1	10,8	0,6

6.3.3.3. Tootmistehnoloogiliste katsete teraviljasaagid

Tootmistehnoloogilistes katsetes võrreldi kündmise ja pindmise mullaharimise mõju taliteraviljade saagile. Talirukki saagiks kujunes adraga harimisel (klassikaline mullaharimine) 6,2 t/ha ja pindmise mullaharimise foonil 6,4 t/ha. Talinisu saak oli adraga harimise foonil 6,7 t/ha ja pindmise mullaharimise foonil 6,5 t/ha.

Integreeritud väetamisel (NPK + vedelsõnnik) kujunes talinisu tootmistehnoloogiliste katsete (41 katset) keskmiseks saagiks 7,01 t/ha. Talirukki tootmistehnoloogilisi katseid oli uurimisperiodil 15. Nende keskmiseks saagiks kujunes 5,84 t/ha. Kolme keskvalmiva odra tootmistehnoloogilise katse saagiks kujunes 5,13 t/ha. Suvirapsi tootmistehnoloogilisi katseid oli uurimisperiodil 19. Nende keskmiseks saagiks kujunes 2,66 t/ha. Talirapsi tootmistehnoloogilisi katseid oli 19. Nende keskmiseks saagiks kujunes 3,80 t/ha.



6.3.3.4. Vedelsõnnik kui kohalik väetis

Hinnanguliselt tekib Eestis aastas üle 1,3 miljoni tonni vedelsõnnikut. Sellest moodustab 32% sea- ja 68% veisevedelsõnnik. Kui varem oli vedelsõnnik probleem, siis praeguses majanduslikus situatsioonis nähakse selles kasu, sest sellest on saanud paljude tootmisüksuste arvestatav kohalik väetiste katteallikas. Toitainete sisaldus erinevates vedelsõnnikutes on erinev. Proovid näitasid, et sigade vedelsõnnik oli toitainete rikkam (makroelementdid) kui veiste vedelsõnnik.

Tabel 23. Toitainete sisaldus vedelsõnnikus

Kuiv- aine, %	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	B	Zn
	kg/m ³					g/m ³				
Veiste vedelsõnnik										
7,16	3,62	0,68	2,10	1,12	0,51	300	1,22	5,52	0,70	5,4
Sigade vedelsõnnik										
7,45	3,68	0,86	2,92	1,65	0,57					

Kui võrrelda Eestis tekkivat vedelsõnnikut teiste riikide vedelsõnnikuga, siis võib siin täheldada mõningaid erisusi.

Tabel 24. Toitainete sisaldus erinevate riikide veiste vedelsõnnikus

Riik	Kuiv- aine, %	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	B
		kg/m ³					g/m ³		
Eesti	7,16	3,62	0,68	2,10	1,12	0,51	1,22	5,52	0,70
Soome	5,5	3,0	0,5	3,3	0,8	0,4	2,7	12,4	1,3
Saksamaa	7,3	3,5	0,65	4,13		0,45			

Kuivainet on Eestis rohkem kui Soomes kogutud vedelsõnnikus. Samuti on enam lämmastikku, kaltsiumi ja magneesiumi. Mikroelemente on aga kaks korda vähem. Võrreldes Saksamaal kogutava vedelsõnnikuga on toitaineid peaaegu samapalju. Vähem on vaid kaaliumi.

Tabel 25. Toitainete üldkogus vedelsõnnikus

Toitaine	Kogus, t
Lämmastik (N)	4500–4700
Fosfor (P)	940–960
Kaalium (K)	3000–3200
Kaltsium (Ca)	1600–1700



Nagneesium (Mg)	670–690
Mangaan (Mn)	2–2,2
Boor (B)	1,5–1,7
Tsink (Zn)	7–7,5
Vask (Cu)	1,3–1,4
Väävel (S)	39–40

Arvestuslikult kogutakse Eesti vedelsõnnikuga kõige enam lämmastikku (4500–4700 tonni) ja kaaliumi (3000–3200 tonni). Küllalt palju ka kaltsiumi (1600–1700 tonni) ja mikroelementidest väävlit (39–40 tonni). Teiste mikroelementide üldkogused on väiksemad. Vedelsõnniku toitaine sisalduse ja koguse teadmine võimaldab igal tootmisüksusel kindlaks määrata kohalike väetiste koguse ja selle põhjal ka planeerida nende kasutamise.

Lisaks eeltoodule leidub vedelsõnnikus ka raskemetalle, sh niklit (Ni), pliid (Pb), arseeni (As), kaadmiumi (Cd) ning desoaineid ja ravimeid. Eestis on nende sisaldust ja toimet vähe uuritud. Vajadus aga on.

6.3.4. Vedelsõnniku laotamise tehnoloogiad

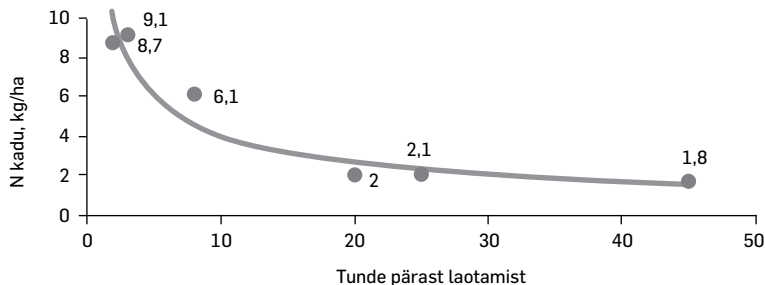
Vedelsõnniku laotamisel mullale on levinud järgmised tehnoloogilised ketid:

- paisklaotamine ja sellele järgnev mullaharimine;
- laotamine vahetult põllu pinnale ja sellele järgnev võimalik mullaga segamine;
- laotamine vedelsõnniku muldaviimisega;
- laotamine vahetult mulda segava seadisega.

Vedelsõnniku laotamisel taimikule (oras või rohumaa) on levinud järgmised tehnoloogilised ketid:

- paisklaotamine;
- laotamine vahetult põllu pinnale;
- laotamine vedelsõnniku muldaviimisega.

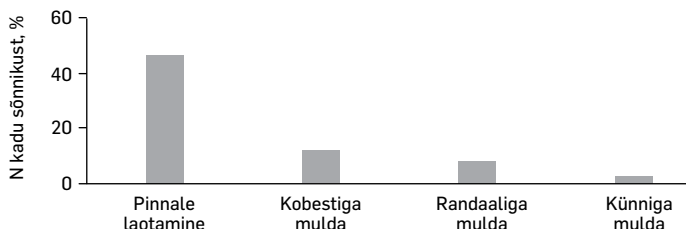
Paisklaotamine põhjustab olulisi keskkonnaprobleeme ning selle korral ei ole tagatud laotuskoguse ristsuunaline ühtlus. Kuigi meetodi eelisteks on suur tootlikkus ja masina lihtsusest tingitud väike soetusmaksumus, võib vääral toimides kaotada nii kuni 70% lämmastikust aurustumisena ja tekitatakse oluliselt ebameeldivat haisu. Samuti saab võimalikuks oluline vedelsõnniku äraanne põllult, kui pinnaveel on võimalik reljeefi ja mullapinna omaduste koosmõju tõttu voolata põllult ära mulda imbumata. Kuna paisklaotamisel läbib vedelsõnnik märkimisväärse teekonna õhus, siis mõjutab nii töölaiust kui ristsuunalist laotusühtlikkust ilmastik. Tugev ja puhanguiline tuul tekitab tuulekannet, tugev vihm vähendab tahkete osiste lennukaugust. Eeltoodud põhjustel on paisklaotus reeglina ebasoovitav ja tuleb kõne alla vaid tasastel, ühtlase pinnaga põldudel, kui laotusele järgneb vahetult mullaharimine ja ilmastikuolud on soodsad (kõrge õhuniiskus, tuuletu, sademeteta). Kuigi kasvavatele taimedele on võimalik anda vedelsõnnikut ka pealtväetamisena, ei saa paisklaotamise tehnoloogiat keskkonnamõju ja toitaine kao tõttu soovitada (joonis 11).

Joonis 11. Lämmastikukadu paisklaotusel

Laotamine vahetult põllu pinnale on võimalik mitme tööseadisega (lohisvoolikud, lohisjalased). Neile kõigile ühiseks tunnuseks on põllu pinnale jääv vedelsõnniku riba. Sõltuvalt vooliku omadustest ja kasutatavast hajutist võib materjaliriba laiuks olla mõnest sentimeetrist kuni paarikümneni. Kuna laotuskohani viivad jaoturist algavad voolikud, on vedelsõnniku laotusnorm ristsuunas ühtlane ja töölaius piiritletakse selgelt töökäigu servaga. Nii lihtsustub masinajuhi töö ja väheneb ülekatte või vahelejätu tekkimise oht. Samuti on välditud tuulekanne. Selliselt laotatud sõnniku korral väheneb oluliselt keskkonna kahjustumine ja toitainete kadu, kuna erinevalt paisklaotusest ei pea vedelik läbima pikka vahemaad õhus.

Kui laotamine toimub taimkatteta mullale, on soovitatav laotatud vedelsõnnik segada mullaga võimalikult kiiresti, tagamaks toitainete kättesaadavust mullaelustikule.

Kui laotatakse taimikule, siis tuleb töötamisel jälgida taimiku vigastamise (rehvidega tallamine, laotusseadise lohisemine taimikus) ulatust. Liikumissuuna valikul on taimedele ohutuimaks osutunud töötamine 30-kraadise nurga all taimeridadega. Tuleb vältida korduvat sõitmist samas jäljes ja töötada võimalikult madala rehvirõhuga. Soovitatav on kasutada rehvide eri jäljes liikumise võimalust (liikurmasinatel, mitmeteljeliste telikute või haagise liigendtiisli korral). Taimi vedelsõnnikuga pealt väetades tuleb arvestada taimede kasutusviisiga. Kui teraviljade või õlikultuuride puhul ei ole taimelehtedele sattunud vedelsõnnik probleemiks, siis silokultuuride korral tuleb jälgida, et vedelsõnnik satuks taimede alla mulla pinnale ja mitte lehtedele. Probleem on tõsine laotamisele järgneva kuiva perioodi korral, kui laotamise ja saagikoristuse vahel ei esine piisavalt sademeid, et taimed puhtaks uhada.

Joonis 12. Vedelsõnniku muldaviimise viisid



Laotamine vedelsõnniku muldaviimisega on oluliselt keskkonnasõbralikum sõnnikukäitlemise viis (joonis 12). Selleks kasutavad seadised (kiiljalased, vedrupiid, käpad, ketasseadised, vaoavardid) küll tõstavad seadme maksumust, vähendavad tootlikkust ja suurendavad veojõu vajadust, kuid vedelsõnniku paigutamine taimejuurte ja mullaelustiku vahetusse lähedusse võimaldab toitaineid hästi ära kasutada. Peamiseks puuduseks on vedelsõnniku ristsuunalise paiknemise perioodilisus – vedelsõnnikut sisaldavad tsoonid paiknevad vaheldumisi seda mittesisaldavatega. Sõltuvalt kasutatavast seadisest saab vedelsõnniku paigutada 5–15 cm sügavusse (eriseadistega ka sügavamale).

Laotamine mulda segava seadisega on vedelsõnniku kõige keskkonnasõbralikum laotamise viis – selliselt on minimeeritud nii toitainete kadu lendumise teel kui vedelsõnniku äraanne põllult pinnaveega. Viisi puuduseks on kasutatava tehnika kõrge maksumus ja märgatav veojõu vajadus. Olulise eelse annab kahe operatsiooni – mullaharimise ja vedelsõnniku laotamise – ühitamisest tekkiv ajaline kokkuvõide. Eriti hästi sobib selline meetod sügiseks (ja teatud tingimustel ka kevadiseks külvielseks) mullaharimiseks, mille käigus antakse mullale ja taimedele vajalik baastoitainete kogus vedelsõnnikuga.

Meetodi puuduseks võib lugeda sobimatust taimede kasvuaegseks väetamiseks, sest mullaharimise seade hävitab taimiku. Eelnevast tulenevalt on sellised masinad varustatud mitme laotusseadisega, mida kasutatakse vastavalt olukorrale.

6.3.4.1. Vedelsõnniku laotuskulud erineva laotustehnoloogia kasutamisel

Tootjail on võimalik soetada erineva paagimahuga (3–24 m³) ja konstruktsioonilt erineva laotusseadmega haagislaotureid. Lisatud tabelis 27 on esitatud erinevate laotusseadmetega varustatud 15 m³ paagimahuga haagislaoturite tootlikkuse ja nende kasutuskulude võrdlus.

Tabel 26. Vedelsõnniku laotuskulud erinevate seadmete korral

Näitaja	Mõõtühik	Laotusseadme tüüp				
		Paise-seade	Lohis-voolik-seade	Keta-stega sisestus-laotur	Vedru-pii-laotur	Ran-daaliga laotur
Laoturi soetusmaksumus (laotusseadmega)	tuh €	32,5	43,5	44	40,9	46
Paaklaoturi tööressurss	tuh m ³	150	150	150	150	150
Laotusseadme tööressurss	tuh m ³	150	50	25	120	120
Vajalik traktori võimsus	kW	100	120	140	160	200
Traktori soetusmaksumus	tuh €	77	92	99	121	129
Laotuseadme töölaius	m	6	12	6	4	4
Agregaadi tehnoloogiline tootlikkus põllul	ha/h	1,5	1,9	2	2,1	2,1



Agregaadi ekspluat. tootlikkus tööpäeval	ha/h	1,4	1,6	1,6	1,8	1,8
Agregaadi kulud laotamisel	€/ha	54,2	59,2	73,1	60,7	63,9
	€/t	1,8	2	2,4	2	2,1
Põllu randaalimine	€/ha	15,6	15,6	0	0	0
Kulud kokku	€/ha	65,9	74,8	73,1	60,7	63,9
Ammoniaagi kadu	%	70	24	5	5	5
	kg/ha	35,7	12,2	2,6	2,6	2,6
Ammoniaagi kadu (kui N = 098 €/kg)	€/ha	35	12	2,5	2,5	2,5
Tootja kulud kokku (koos ammoniaagi kaoga)	€/ha	100,9	86,8	75,6	63,2	66,4

Kui laotamise kuludele lisada ka ammoniaagi kadu, siis summaarsete kulude alusel on säästlikum vedrupii- ja randaaliga laotusseadmete kasutamine, suurima kuluga on aga paiskeseadme kasutamine. Viimase kasutuskulud teeb suureks just suur ammoniaagi kadu. Amooniaagi 1 kg hind arvutati siin mineraalväetise AN34 hulgihinna (330 €/t, sept. 2011) alusel.

6.3.5. Kokkuvõte

Pindmine mullaharimine osutus keskkonnasõbralikumaks kui traditsiooniline mullaharimine (küünd). Mullas suurenes vihmausside ja entomofaagide arvukus, aeglustus orgaanilise aine mineralisatsioon, paranes filtratsioon.

Kuueväljalises külvikorras kulus nelja kultuuri (talvili, raps ja odrad) diferentseeritud mullaharimisele hektari kohta vaid 38 liitrit mootorikütust hektarile, mis on 30 liitrit ehk 44% vähem kui tavapärasel kündmisel. Sügavkännil kulus mootorikütust 105,2 l hektarile, mis on 67,2 l/ha ehk 177% rohkem kui diferentseeritud mullaharimisel.

Viljavaheldusliku külvikorra saagid kujunesid nii diferentseeritud kui ka tavapärasel mullaharimisel praktiliselt võrdseks. Sügavarimise positiivne mõju saagikusele hakkas ilmnema alles 14.–15. aastal.

Mullaharimise intensiivsuse mõju monokultuurse odra saagile sõltus taimekaitsest. Pestitsiidideta foonil viis künnist loobumine saagikuse vähenemisele. Intensiivse taimekaitse foonil (umbrohtude ja haiguste tõrje) ei mõjutanud erinev mullaharimine saagikust.

Vedelsõnnik avaldas positiivset mõju põllukultuuride saagile kõikidel mullaharimise foonidel. Väga tugev oli vedelsõnniku mõju monokultuurse odra külvikorras.

Projekti raames läbiviidud uuringud andsid uusi teadmisi keskkonnasõbralike ja ressursisäästlike tehnoloogiate evitamiseks taimekasvatuses. Uurimistöö viie aasta jooksul viidi läbi neli üleriigilist tehnoloogiapäeva järgmistel teemadel:

1. „Otsekülv ja otsekülvikud Eestimaa põldudel“ (2007. a);
2. „Vedelsõnnik – miks ja kuidas“ (2008. a);
3. „Väetamisest majandusliku surutise tingimustes“ (2009. a);
4. „Raps teaduses ja päevaprobleemides“ (2010. a).



Tihedad ja konstruktiivsed olid uurimisperioodil sidemed tootjatega ja vedelsõnniku laotusteenuse pakkujatega. Eriti tulemuslik oli koostöö vedelsõnniku laotusteenust osutuva Baltic Agro AS, kellele Keskkonnaministeerium omistas 2011. aasta keskkonnategija auhinna keskkonnasõbraliku lágalaotamise teenuse juurutamise eest.

Uurimistulemused on rakendatavad enamikus Eestimaa regioonides. Eksperthinnangul kasvatatakse ligi 70% taliteraviljadest diferentseeritud mullaharimise foonil (pindmine mullaharimine ja otsekülv). Diferentseeritud mullaharimisel põllukultuuride viljelemise on omaks võtnud ka suurte saakide kasvatajad. Alates 2006. aastast on Eestis korraldatud suurte saakide kasvatamise konkursi-viljelusvõistlust. Konkursil on osalenud 56 taliteraviljapõldu. Nendest 16 põllul (29%) kasvatati taliteravilja tavapärase mullaharimise (küünd) foonil, 35 põllul (62%) minimeeritud mullaharimise foonil ja 5 põllul (9%) otsekülvil.

6.4. Kas viljelusvõistluse saagikus on saavutatav kogu Eestis?

Priit Penu

Põllumajandusuuringute Keskus

Tänapäeva majanduse, sh põllumajanduse üheks olulisemaks märksõnaks on efektiivsus – toota rohkem väiksemate vahenditega, ehk tootmise sisendid peavad olema võimalikud madalad ja väljund võimalikult kõrge. Siinjuures on kirjeldatud olukorda, kus näiteks piimakarjakasvatuse saagikust ehk piimaandi peetakse juba küllalt kõrge tasemel olevaks, kuid taimekasvatuse väljund ehk põllumajanduskultuuride saagikus on suhteliselt väiksem võrreldes teiste EL riikidega.

Sellistel diskussioonidel jääb sageli ebaõiglaselt tähelepanuta taimekasvatuse ja loomakasvatuse erinev taustsüsteem, kus põhilise tootmisvahendi iseloom on sootuks teine. Lihtsustatult öeldes, halva piimaanniga lehma on suhteliselt lihtsam karjast välja praakida ja uus juurde soetada, kuid madalaboniteedilise maa asendamine kõrge viljakusega mulla vastu on ülimalt keeruline ja paljudel juhtudel võimatu.

Käesoleva artikli eesmärgiks on selgitada erinevaid mullaomadusi ja kvaliteeti neljal erineval maakasutustasandil ja hinnata nende sobivust põllumajandustegevuseks ning kirjeldada mõningaid kõrgemat saagikust limiteerivaid tegureid. Siiani omasime suhteliselt vähe informatsiooni sellest, millise kvaliteedi ja omadustega muldadel milliseid põllumajanduskultuure kasvatatakse ja kas lähtuvalt sellest on võimalik meie põllumajandusliku maa kasutust paremini planeerida. Samuti on artiklis selgitatud ka mullastikust tulenevaid suhteliselt madala põllumajanduskultuuride saagikuse põhjuseid. Analüüsitud nn maakasutusgrupid olid järgmised:

1. 2010. aastal Eestis taotletud ühtse pindalatoetuse (edaspidi ÜPT) alune pind. PRIA andmetel oli ÜPT alune pind 876 501 hektarit. Ülepinnalise maakasutuse analüüsil lisati sellele maale aga ka need massiivid, kus üle 50% massiivi pinnale oli taotletud ÜPTd (massiivi tasandil ei saa hetkel veel eristada toetust saanud ja mittesaanud osa), mistõttu on ka antud geomeetriselises analüüsis kasutatud pind suurem kui tegelik ÜPT pind. Seetõttu oli selle taseme lõplik pind 950 743 hektarit.
2. Püsirohumaade (edaspidi PR) alune pind. PRIA põllumassiivide registri alusel oli see 2010. aastal 268 435 hektarit. Vastavalt eelnevas punktis selgitatud ülepinnalise geomeetriselise analüüsi metoodikale on käesolevas analüüsis käsitletud püsirohumaade pinnaks arvestatud 423 965 hektarit.
3. Teraviljade ja teiste põllukultuuride (edaspidi teraviljad) alune pind. PRIA andmetel kasvatati 2010. aastal teravilju (sh allakülvid) 274 897 hektaril. Geomeetriselises analüüsis



on kaasatud aga ka põllumassiivide need osad, kus teravilju ei kasvanud, kuid kus kogu massiivi pinnast oli teraviljade all vähemalt 50%. Kogu arvestuslik pind analüüsiks oli 440 217 hektarit.

4. 2011. aasta viljelusvõistlusel osalenud põllumassiivid (edaspidi viljeluspõllud). Neid oli kokku 1187 hektaril. Viljeluspõldude massiivide mullastiku analüüs lisati käesolevasse uuringusse eesmärgiga näidata, et viljelusvõistluses saavutatud suhteliselt kõrged saagid ei ole mitte ainult valitud agrotehnoloogia tulemus, vaid ka muldade potentsiaal ja viljakus on neil maadel tunduvalt erinev kui näiteks teraviljapõldudel. Teine eesmärk oli näidata, et viljeluspõldudelt saadavaid saake ei ole sobivate muldade limiteerituse tõttu võimalik praeguse maakasutuse juures Eestis tervikuna saavutada.

Peamiselt keskendume gruppide 3 ja 4 omavahelisele võrdlusele, sest tuuakse ju viljelusvõistluse saagikust sageli eeskujuks ka teistele põllumajandustootjatele. Taustainfo ja samuti võrdlusmaterjalina esitame ka esimese kahe grupi vastavad andmed.

Esimese kriteeriumina vaadeldi eri gruppide maafondi sobivust põllumajandustegevuseks mullaliikide alusel ja jagati mullad vastavalt nende sobivusele põllumajandusmaaks järgmiselt:

- põllumajandusmaaks hästi sobivad mullad – rähksed, leostunud, leetjad, kähkjad ja leetunud muldade parasniisked ja gleistunud erimid (kõik lõimised);
- põllumajandusmaaks rahuldavalt sobivad mullad – paepealsete muldade parasniisked ja gleistunud erimid, gleimullad, erosioonihuga parasniisked mullad, nõrgalt erodeeritud mullad ja madalloomullad;
- põllumajandusmaaks halvasti või mitesobivad mullad – rannikumullad, lammimullad, tugevasti erodeeritud mullad, siirdesoomullad, rabamullad, tehismullad ja -pinnased, leedemullad, paepealsed gleimullad.

Oodatult leidis kõige paremaid muldi viljelusvõistluse ja teraviljapõldude põllumassiividel, neist vastavalt ligi 90% ja 70% sobivad hästi põllumajandusmaana kasutamiseks (joonis 13). ÜPT alusest pinnast moodustavad sellised mullad 57%, PR maadest oodatult kõige vähem, vaid 1/3 nende kogupinnast.

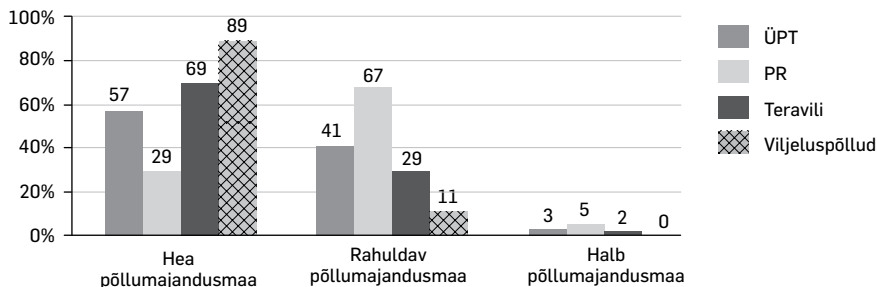
Optimaalse maakasutuse seisukohast oleks võimalik põllukultuuride alust pinda suurendada PR all oleva hea põllumajandusmaa arvel, mida on ca 60 000 ha. Põllumajandusmaaks vähesobivad või üldse sobimatuid muldi on enam PR maade hulgas, ulatudes 5%-ni nende pinnast. ÜPT pinnast kokku on selliseid muldi ca 24 000 ha. Loomulikult ei tähenda see, et neil aladel ei saaks põllumajanduskultuure kasvatada, kuid üldjuhul ei võimalda sellised mullad piisava suuruse ja stabiilsusega saagikust.

Mullaviljakuse oluliseks teguriks on muldade lõimised, millest sõltuvad paljuski muldade õhu- ja veerežiim ning taimede toitumistingimused. Parimad mullalõimised põllumajanduskultuuride kasvatamiseks on liivsavi ja saviliiv ning viljeluspõldude mullad on peamiselt just nende lõimistega (joonis 16). Halvad lõimised, mille korral on mullaviljakus limiteeritud ning agrotehnoloogia rakendamine raskendatud, on liiv, savi ja turvas (joonisel summeerituna). Liivade puhul väheneb oluliselt muldade veehoiuvõime ja toitainete neelamise võime, savimullad on halva veeläbilaskvusega, aeglaselt soojenevad ja raskesti haritavad ning turvasmullad on madala toitainete sisaldusega, amortiseerunud kuivendussüsteemidega ja ebasoodsa mikrokliimaga. Selliste lõimistega muldi leidub enim PR maadel, viljeluspõldudel oli neid vaid 7% kogu viljeluspõldude massiivide pinnast. PR muldadel on äärmuslike ja põllumajandustegevust limiteerivate mullalõimiste osatähtsus koguni 44%, kuid neil muldadel on võimalik kasutada ka rohumaadele omast agrotehnikat, kus ei toimu mullaharimist ning seetõttu lõimise negatiivne mõju eeskätt muldade haritavusele väheneb.

Käesolevas artiklis ei käsitleta korese (kivid, kruus) sisaldust muldades, kuid kahtlemata

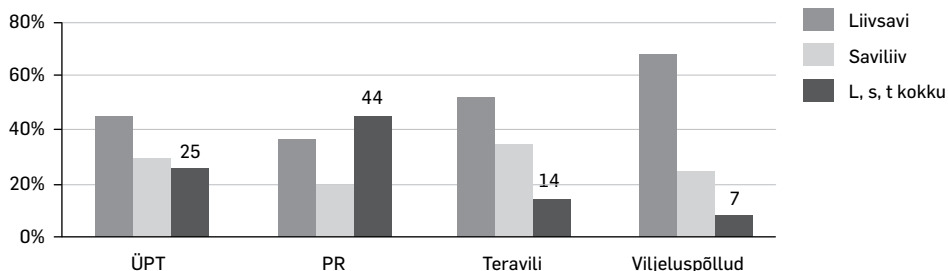


Joonis 13. Erineva maakasutustaseme maafondi sobivus põllumajandusmaaks mullaliikide alusel (maakasutus PRIA 2010. a andmetel)



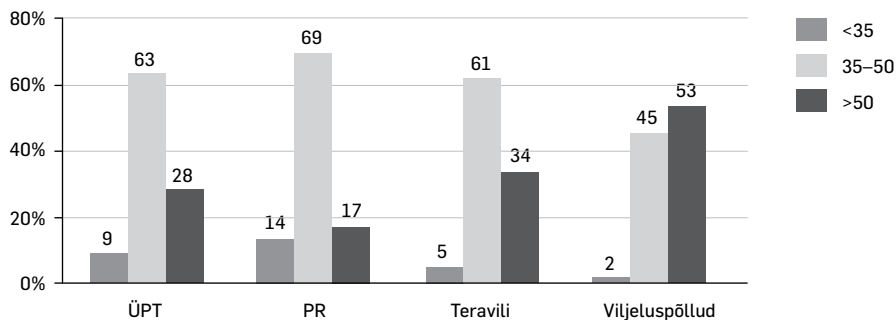
mõjutab ka korese osakaal nii muldade omadusi kui ka haritavust. Isegi optimaalse mehhaanilise koostise korral võib suur korese sisaldus vähendada oluliselt mullaviljakust eeskätt veehoiuvõime ja haritavuse halvenemise tõttu.

Joonis 14. Erinevate maakasutustasemetega maafondi sobivus põllumajandusmaaks mullalõimise alusel (l, s, t – liiv, savi, turvas)



Mullaviljakust üldistavaks näitajaks peetakse mulla boniteeti, mis kajastab erinevaid mulla omadusi – huumusesisaldust, huumushorisoni tusedust, mullaliiki, mullalõimist jne. Mullakaardi alusel leitud perspektiivboniteet on jagatud kolme klassi – madala (alla 35 hindepunkti), keskmise (35–50 punkti) ja kõrge (üle 50 hindepunkti) viljakusega mullad. Umbes 18%-il kogu ÜPT pinnast ei ole mullakaardil perspektiivboniteeti määratud. Perspektiivboniteedi hindamisel peame kindlasti teadma, et teatud muldadele (nt märjad kuivendamata mullad) antud hinnang on kõrgem kui olemasolev mullaseisund. Madala viljakusega muldi on ÜPT pinnast 9% ja kõrge viljakusega muldi ca 30%. Viljeluspõldudel on kõrge viljakusega maade osatähtsus üle 50%, teraviljapõldudel on aga nende muldade osatähtsus juba tunduvalt väiksem – 34% (joonis 15). PR maadel on kõrge viljakusega muldi 17% ehk ca 29 000 ha ja seega on viljakate muldade osatähtsus 2 korda väiksem kui näiteks teraviljapõldudel. Kindlasti oleks viljakatel muldadel soodsam kasvatada põllukultuure, sest eeldatavalt on neil muldadel kõrgem saagikus, kuid maakasutuse planeerimist reaalses situatsioonis takistab regionaalse planeerimise aspekt – viljakad mullad on geograafiliselt piiritletud ning paratamatult tuleb ka viljakamaid muldi teatud piirkondades kasutada PR maadena.

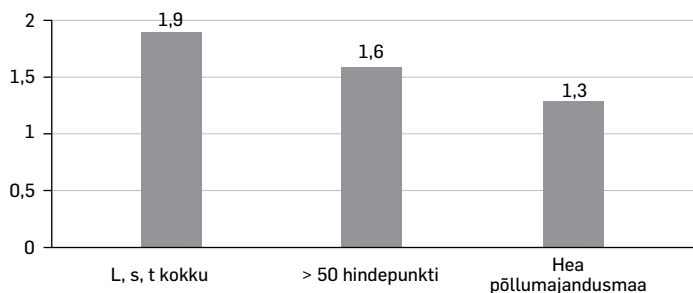
Joonis 15. Erinevate maakasutusgruppide maafondi viljakus perspektiivboniteedi gruppide alusel mullakaardi järgi



Eespool käsitletud mullakarakteristike võrdlev analüüs viljeluspõldude ja teraviljapõldude muldade vahel näitab, et suurim erinevus on nende kahe maakasutusgrupi muldadel ebasoodsamate lõimiste osas, kus selliste lõimiste osatähtsus teraviljapõldudel on ligi 2 korda suurem kui vastav osatähtsus viljeluspõldudel (joonis 16). Uuritavate parameetrite osas on teisel kohal kõrgema boniteediga muldade osatähtsus, mis viljeluspõldudel on 1,6 korda kõrgem kui teraviljapõldudel. Järelikult sama palju on teraviljapõldudel rohkem keskmise ja madala boniteediga muldi ning seega on potentsiaalne saagikus madalam. Mullaboniteedi ja saagikuse vahel valitseb üldiselt lineaarne positiivne seos, näiteks on selgitatud, et väetamata mullal suureneb odra terasaak ühe hindepunkti kohta 36 kg/ha (Roostalu, 2008). Käsitletud parameetritest osutus viljeluspõldude ja teraviljapõldude võrdluses osatähtsuse poolest kõige vähem erinevaks põllumajandusmaaks sobivuse jaotamine mullaliigi alusel. Heaks põllumaaks sobivaid mullaliike on viljeluspõldudel 1,3 korda rohkem kui teraviljapõldudel.

Põllumajanduskultuuride saagikust mõjutavad väga paljud erinevad tegurid – mullastik, ilmastik ja agrotehnoloogia ning samuti nende koosmõju. Viljelusvõistlused on näidanud, et teatud agrotehnika rakendamisel on ka Eesti tingimustes võimalik tagada suhteliselt kõrge põllukultuuride saagikus. Agrotehnoloogia kõrval mängivad siinjuures olulist rolli ka mullastikutingimused – viljelusvõistluste põldudel olevad mullad on uuritud parameetrite lõikes tunduvalt paremate omadustega ja seega ka viljakamad kui teraviljapõllud Eesti keskmisena. Suurim erinevus oli nende kahe grupi muldadel ebasoodsate lõimiste osatähtsuses.

Joonis 16. Viljeluspõldude ja teraviljapõldude erinevate mullaparameetrite osakaalude suhted





6.5. Mineraal- ja orgaaniliste väetiste lühi- ja pikaajalised mõjud suviteraviljadele ning mullale

Alar Astover, Enn Leedu, Triin Teesalu, Avo Toomsoo, Helis Rossner
Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Jätkusuutlik põllumajandus peab tagama põllukultuuride saagipotentsiaali võimalikult suure realiseerumise. Selle eelduseks on taime vajadusi ja mulla omadusi arvestav tasakaalustatud väetamine. Mineraal- ja orgaaniliste väetiste kasutamine omab põllukultuuridele ja mulla kvaliteedile mitmeid mõjusid, mille kohta pakuvad väärtuslikku teavet pikaajalised põldkatsed. Käesoleva artikli eesmärk on Eesti Maaülikooli IOSDV (Internationale Organische Stickstoff Dauerdüngungs Versuche) pikaajalise põldkatse tulemuste põhjal selgitada mineraalse lämmastikväetise ja erinevate orgaaniliste väetiste mõju suvinisu ja odra saagile ning mõningatele mulla omadustele. Lisaks analüüsitakse väetamise tasuvust.

6.5.1. Materjal ja meetodika

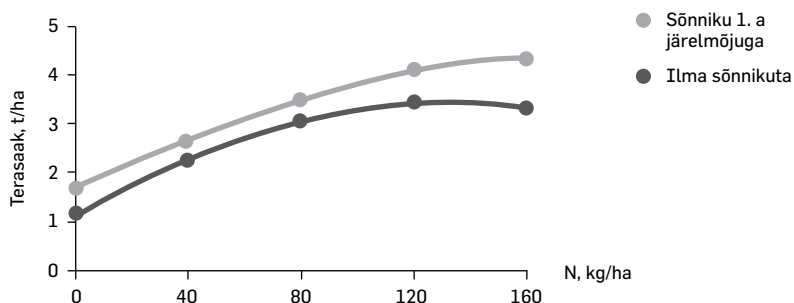
Käesolev töö põhineb Tartus Eerikal asuva 1989. aastal rajatud IOSDV pikaajalise põldkatse andmetel. Kolmeväljaline (kartul – suvinisu – oder) külvikorrakatse on näivleeturund (LP) saviliiv/liivsavimullal, millel on madal huumusesisaldus (1,5–2,0%) ning valdavalt keskmine fosfori- ja kaaliumisisaldus. Odra sort on 'Anni' ja suvinisu sort 'Vinjett'. Esimeses katsevariandis on kasutatud mineraalväetisena ammooniumsalpeetrit, lämmastiku normidega 0, 40, 80, 120 ja 160 kg/ha, millest kaks suurimat normi on antud jaotatult. Teises variandis on kasutatud mineraalväetist analoogsete normidega taheda veisesõnniku (40 t/ha kartulile) järelmõju foonil. Kolmandas ehk alternatiivväetiste variandis on läbi aastate kasutatud mitmeid orgaanilisi väetisi – peedilehed, põhk, rekultiveerimisaine ja selle kompostid, lihakondijahu, sealäga anaeroobse käärimise tahe digestaat. Aastatel 2008–2011 oli alternatiivne orgaaniline väetis AS Estonian Cell haava puitmassi tootmise jääkmuda ja selle klinkritolmuga segu (edaspidi EC segu). EC segu koostise, katseaastate ilmastiku jm meetodiliste detailide kohta leiab täiendavat infot meie varasematest artiklitest (Astover jt 2009; Teesalu jt 2009, 2012).

Mulla huumusesisaldus on määratud Tjurini meetodil, taimedele omastatava fosfori ja kaaliumi sisaldus DL- või AL-meetodil. Teravilja mahukaalu määramiseks kasutati meetodit ISO 7971. Langemisarv määrati meetodil ICC 107/1. Kleepvalgu ja gluteeni indeks määrati Perteni aparaadiga ICC standardmeetodite 155 ja 158 järgi. Agronoomiliselt ja majanduslikult efektiivsed väetiskogused, mis tagavad vastavalt suurima saagikuse ja tasuvuse, on leitud katseandmete põhjal koostatud ruutvõrrandite alusel.

6.5.2. Tulemused ja arutelu

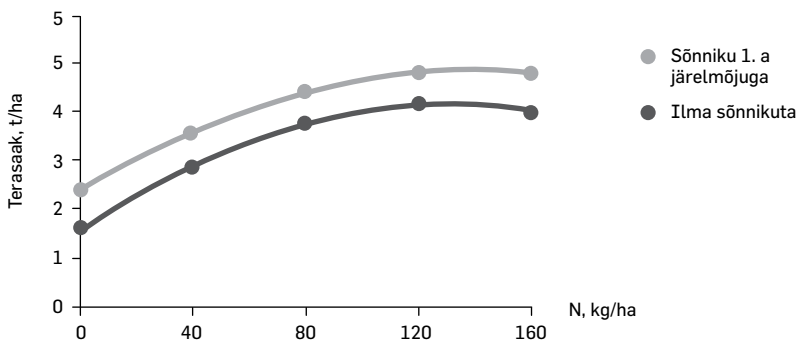
Odra ja suvinisu saagikus

Odra terasaak oli nelja katseaasta keskmisena väetamata kontrollvariandis 1,2 t/ha (joonis 17). Sõnniku teise aasta järelmõjul suurenes odra terasaak ilma mineraalväetisteta 1,68 tonnini, kusjuures suurim saak saadi sõnniku teise aasta järelmõju foonil 160 kg mineraalse lämmastiku kasutamisel. Arvutuslikult kujunes agronoomiliselt maksimaalseks lämmastikväetise normiks orgaaniliste väetisteta foonil 134 kg N/ha ja sõnniku foonil 160 kg N/ha.

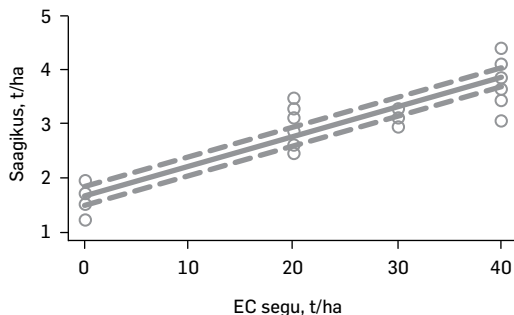
Joonis 17. Oder 'Anni' terasaak sõltuvalt väetamisest, 2008–2011

Suvinisu 'Vinjett' terasaak oli nelja aasta keskmisena kontrollvariandis 1,63 t/ha (joonis 18). Sõnniku esimese aasta järelmõjul suurenes terasaak 2,44 tonnini ja suurim terasaak, 4,91 t/ha, saadi 120 kg N/ha kasutamisel.

Agronoomiliselt maksimaalne lämmastikväetise norm suvinisule oli orgaaniliste väetisteta külvikorras 130 kg/ha ja sõnniku esimese aasta järelmõju foonil 137 kg/ha. Sõnnikuga külvikorras on lisaks mineraalväetistega antud lämmastikule paremini tagatud ka teiste toiteelementide varu mullas ja optimaalne lämmastiku norm kujunes kõrgemaks.

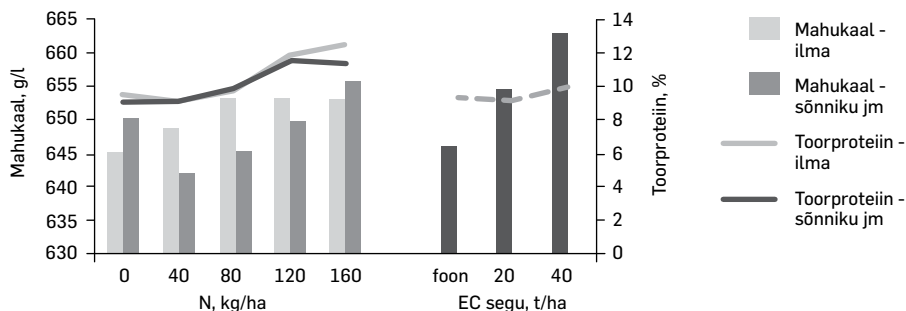
Joonis 18. Suvinisu 'Vinjett' terasaak sõltuvalt väetamisest, 2008–2011

Haava puitmassi jääkmuda ja klinkritolmu segu (EC segu) suurendas usutavalt kõigil katseaastatel odra saagikust. Suurema 40 t/ha segu normi kasutamine tõstis odra saagikust 3,8 tonnini hektarilt. Kasutatud EC segu normi ja odra saagikuse vahel oli positiivne lineaarne seos – ühe tonni segu arvel saadi keskmiselt 53 kg saagilisa (joonis 19).


Joonis 19. EC segu ja odra saagikuse vaheline seos, 2009–2011


Saagi kvaliteet

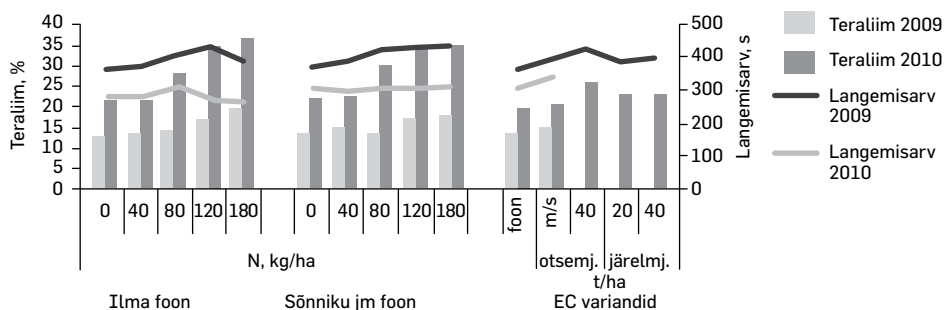
2009.–2011. aasta keskmisena suurenes odra 1000 tera mass mineraalse lämmastikväetise kasutamisel kontrollvariandi 40-lt 42,9 grammini. EC seguga väetamine tõstis 1000 tera massi isegi 43,4– 4,6 grammini. Väetamisest suuremat mõju avaldas odra 1000 tera massile aasta ilmastik. Kõige kõlujamaks jäi tera 2009. aastal ja kõige tuumakam oli see 2011. aastal, olles vastavalt 39 g ja 45,8 g. Odra mahukaal peaks olema 640 g/l ja selle väärtuse ületas oder kolme aasta keskmisena kõikides väetusvariantides (joonis 20). EC seguga väetamine tõstis nii 1000 tera massi kui ka mahukaalu. Toorproteiini sisaldust suurendas mineraalse lämmastiku 120 ja 160 kg/ha jaotatud andmine. Kui väetamata mullal jäi odra toorproteiini sisaldus alla 10%, siis suurte lämmastikunormide kasutamisel tõusis see 12,5%-ni. EC seguga väetamine toorproteiini sisaldust usutavalt ei suurendanud.

Joonis 20. Odra mahukaal ja toorproteiini sisaldus, 2009–2011


2009. aasta suvinisu ei kvalifitseerunud toidunisuks. 2010. aasta kuiv ja soe suvi vähendas 1000 tera massi, kuid mõjus teistele kvaliteedinäitajatele soodsalt. Suvinisu 1000 tera mass sõltus rohkem kasvuastast ja vähem väetamisest, kuid EC segu katsevariantides saadi siiski alati raskem tera võrreldes teiste väetusvariantidega. 2010. aastal ületas mahukaal kõigis väetusvariantides III kategooria toidunisule ettenähtud 750 g/l ja 2009. aastal I kategooria nõuded 775 g/l. Toorproteiini sisaldust kasvatas hüppeliselt 120 ja 160 kg N/ha jaotatud kasutamine. EC segu 40 t/ha kasutamine andis võrdse toorproteiini sisalduse nisuterades 80 kg mineraalse lämmastikuga. Teistes alternatiivsetes väetusvariantides jäi toorproteiini sisaldus väetamata variandi tasemele.

Kuna teraliim on seotud toorproteiini sisaldusega, siis ilmnesid eeltooduga sarnased seosed. 2009. aastal jäi teraliimi sisaldus alla toidulisule kehtestatud nõudele (35%) ning 2010. aastal suurenes see toiduviljale sobivaks suuremate lämmastiku normide jaotatud andmisel. Teraliimi kvaliteeti näitav gluteeni indeks ei sõltunud väetamisest. 2010. aastal oli gluteeni indeks kõigis variantides optimaalses vahemikus (60–90%), kuid 2009. aastal jäi see liiga madalaks. Teraliimi sisaldus ja gluteeni indeks on otseses seoses nisu küpsetusomadustega. Langemisarv suurenes väetamisel (joonis 21). Alternatiivsetest variantidest suurendas langemisarvu märgatavalt EC segu norm 40 t/ha. Mõlemal aastal ületas langemisarv toidulisule nõutava 250 sekundit kõigis katsevariantides.

Joonis 21. Suviniisu 'Vinjett' teraliimi sisaldus ja langemisarv sõltuvalt väetamisest. m/s – EC muda 30 t/ha 2009. aastal ja EC segu 20 t/ha 2010. aastal



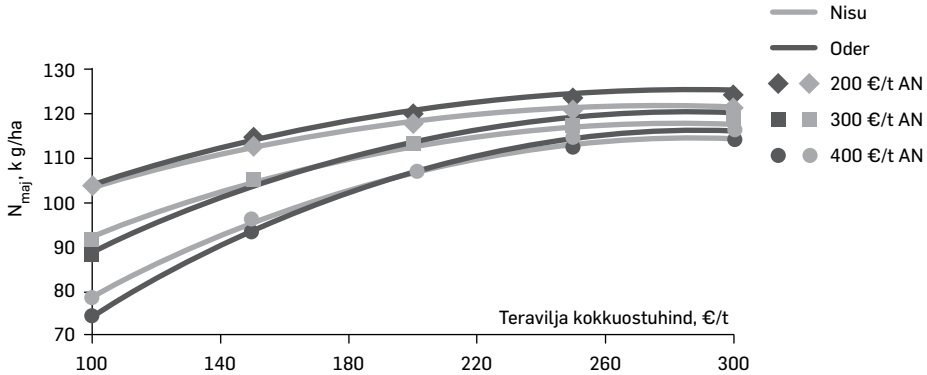
Väetamise tasuvus

Väetamise tasuvus sõltub peamiselt väetise maksumusest, käitlemiskuludest, saagi realiseerimishinnast ja enamsaagi käitlemise kuludest. Sõltuvalt majandussituatsioonist ei pruugi agronoomiliselt efektiivsed (N_{agr}) väetise kogused tagada kasumlikku tootmist. Nelja katseaasta orgaaniliste väetiseta külvikorra keskmiste saagiandmete põhjal kujunes antud turuhindade juures (ammooniumnitraadi maksumus 318 €/t; teravilja kokkuostu hind 175 €/t odral ja 180 €/t nisul) majanduslikult efektiivseks väetiskoguseks (N_{maj}), mis annab maksimaalse kasumi, mõlemal teraviljal umbes 110 kg/ha (joonis 22). See oli u 20–25 kg võrra väiksem maksimaalse saagi saavutamiseks vajaminevast. Väetamisega kaasnev majanduslik risk on seda madalam, mida kõrgem on toodangu kokkuostuhind ja madalam mineraalväetise maksumus.

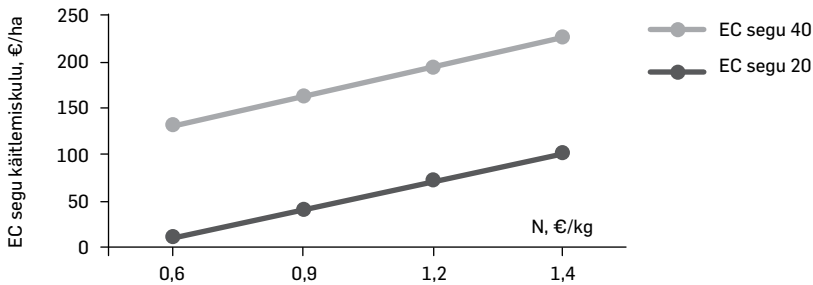
Väetusplaani koostamisel on oluline arvestada majandussituatsiooni, kuid vähem tähtis ei ole toiteelementide bilanss, sest pidev mullavarude arvel tootmine ei taga jätkusuutlikku taimekasvatust. Kui mineraalväetistega seotud kuludest moodustab suurima osa nende ostuhind, siis orgaaniliste väetiste kasutamisel on olulisem transpordi kaugus nende tekke- ja laotamiskoha vahel ning laotamise kulu. EC segu kasutamine muutub teraviljatootja jaoks atraktiivseks siis, kui see omab majanduslikku eelist mineraalväetiste kasutamise ees. Aastate 2009–2011 EC segu keskmise saagikuse põhjal selgub, et odra kasvatamisel hetke realiseerimishindade juures saavutatakse mineraalväetiste ees alati kulueelis (joonis 23). EC segu normi 20 t/ha ja suurima mineraalse lämmastiku hinna juures kujuneb käitlemise lisakulu tasuvuse piirmäär 100 €, mis Koik jt (2009) andmete põhjal tagab orgaanilise väetise laotamise ja transpordi kuni 2,5 km kaugusele tekkekohast.



Joonis 22. Majanduslikult efektiivsed lämmastikunormid (N_{maj}) sõltuvalt erinevate ammoniumnitraadi (AN) ja teravilja hinnas (arvutused 2008.–2011. aasta katsetulemuste põhjal)



Joonis 23. Orgaanilise väetise käitlemise lisakulu tasuvuse piirmäär (€/ha) sõltuvalt mineraalse lämmastiku maksumusest*



* Orgaanilise väetise käitlemise kulutase, mille juures 2009.–2011. aasta saakide keskmise alusel leitud EC segu katsevariantide arvutuslik kasum on võrdne N120 katsevariandi kasumiga.

Mineraalväetise hinna tõustes tasemeni 1,4 €/kg jääb suurema EC segu normi korral täiendavate kulude katteks 230 €, mis kataks transpordikulud võimaliku tekke ja laotuskoha vahel kuni 20 km ulatuses.

Muutused mulla omadustes

Katse rajamisel 1989. aastal oli mulla huumusesisaldus madal, 135 määramise keskmisena 1,71% (tabel 27). Süsiniku (C) : lämmastiku (N) suhe huumushorisondis oli 11:1, mis viitab kvaliteetsele huumusele. Mulla huumushorisondi tusedus on valdavalt 27–32 cm. Muutustest mulla omadustes 20 aasta jooksul saame ülevaate võrreldes katse rajamisega seisu viimase kolme aasta (2009–2011) keskmiste tulemustega. Mineraalväetiste kasutamine ilma orgaaniliste väetisteta ei ole oluliselt vähendanud mulla huumusesisaldust, algselt madal sisaldus on kahanenud 0,02% võrra. Perioodiline sõnniku kasutamine on huumusesisaldust tõstnud 0,25% võrra. Alternatiivsete orgaaniliste väetiste kasutamine on tõstnud mulla huumusesisaldust keskmiselt 0,1%.



Katse rajamisel oli mulla pH_{KCl} 6,0–6,5 (nõrgalt happeline), see on vastuvõetav kõigile põllukultuuridele. Ilmselt oli põldu suurmajandite ajal enne katse rajamist korduvalt lubjatud. Edaspidi hakkas muld vähehaaval hapestuma ja 2000. aastaks oli osade katselappide pH_{KCl} langenud 5,5-ni (mõõdukalt happeline) ning 2000. aasta sügisel viidi läbi lupjamine dolomiidijahu normiga 5 t/ha, mille tulemusena järgmiseks kevadeks tõusis mulla pH_{KCl} taas 5,9–6,1-ni. Praeguseks on ainult mineraalväetiste variandi mulla pH langenud 0,2 ühiku võrra (tabel 27). Perioodiliselt sõnnikut saanud foonil on pH langus väiksem olnud. Erinevate alternatiivsete orgaaniliste väetiste kasutamine, mis sisaldasid leelisest põlevkivi poolkoksi ja klinkritolmu, on muutnud mulla pH neutraalseks.

Tabel 27. IOSDV põldkatse mulla agrokeemilised näitajad erinevatel orgaanilise väetise foonidel 1989. aastal ja aastate 2009–2011 keskmisena

	Orgaaniliste väetiste foon		
	Ilma	Sõnnik	Alternatiiv
Hu, %			
1989	1,73	1,69	1,72
2009–2011	1,71	1,94	1,82
pH_{KCl}			
1989	6,2	6,4	6,2
2009–2011	6,0	6,3	6,8
P, mg/kg			
1989	43 ke*	46 ke	53 kō
2009–2011	56 ke	88 kō	100 kō
K, mg/kg			
1989	142 ke	136 ke	128 ke
2009–2011	117 ke	184 ke	153 ke

* sisalduse astmed: kō – kõrge; ke – keskmine. Fosfori (P) ja kaaliumi (K) sisaldus on 1989. aastal määratud DL-meetodil ja 2009.–2011. aastal AL-meetodil.

Mulla liikuvatest taimetoiteelementidest oli 1989. aastal DL-fosfori sisaldus 43–53 mg/kg, mis tähendab keskmist kuni kõrget fosfori sisalduse taset. Kuna vahepealsel perioodil on üle mindud AL-meetodile, siis ei ole viimaste aastate numbrilised näitajad otseselt võrreldavad, küll aga saab seda teha sisalduste tasemetel osas. Ainult mineraalväetisi kasutades on fosforisisalduse tase jäänud muutumatuks. Sõnniku kasutamine on mulla fosforisisalduse taset tõstnud ühe astme võrra. DL-meetodil määratud mulla kaaliumisisaldus oli 1989. aastal 128–142 mg/kg, mis vastab keskmisele sisalduse tasemele. Viimase kolme aasta keskmisena on kaaliumisisalduse tase jätkuvalt keskmine. Kui algselt oli suurim kaaliumisisaldus ilma orgaaniliste väetisteta katsevariandi mullas, siis nüüd on see võrreldes sõnnikut ja alternatiivseid orgaanilisi väetisi saanud mullaga kõige kaaliumivaesem.



6.5.3. Kokkuvõte

Huumusvaesel mullal suurendab lämmastikväetise kasutamine märkimisväärselt odra ja suvinisu saaki. Orgaaniliste väetistega külvikorras on taimede toiterežiim tasakaalustatum ja nii paraneb lämmastikväetise efektiivsus. Majanduslikult efektiivsed lämmastikväetise normid on agronoomilistest 20–25 kg N/ha võrra väiksemad. EC segu omab positiivset mõju nii teraviljade saagikusele kui ka saagi kvaliteedile. Kui väetamise mõju põllukultuuridele ilmneb koheselt, siis muutused mulla omadustes on pikaldased.

6.6. Tera- ja kaunviljade ning õlikultuuride sordi- ja säilitusaretus ning nendega seonduvad sordiagrotehnika ja seemnekasvatuse alased rakendusuuringud (2003–2008)

Ilmar Tamm, Ülle Tamm, Anne Ingver, Ilme Tupits, Reine Koppel, Lea Narits, Tiia Kangor, Merlin Haljak
Jõgeva Sordiaretuse Instituut

Teema raames toimus odra, suvi- ja talinisu, talirukki, kaera ja talirüpsi uute sortide aretamine ja sordilehele kantud sortide säilitusaretus. Eesmärgiks oli parema terasaagi, seisu- ja haiguskindluse ning tera kvaliteediga Eesti kasvutingimustes hästi kohastunud sortide aretamine. Eeltoodud kultuuridega viidi läbi katseid erinevatel aretusetappidel. Ristamisvanemate geneetilise mitmekesisuse suurendamiseks uuriti arvukate kollektisioonisortide omadusi ja nende sobivust meie kasvutingimustesse. Uue aretusmaterjali loomiseks viidi läbi ristamisi ja tehti valikuid. Paremate omadustega aretised anti riiklikku sordikatsetusse, mitmed sordid võeti aruandeperioodil sordilehte. Viidi läbi rida erinevaid katseid teraviljade ja talirüpsi agrotehnika täiustamiseks.

6.6.1. Oder

Eesmärgiks on saagikamate, seisu- ja haiguskindlamate ning parema terakvaliteediga sööda-, toidu- ja õlleodra sortide aretamine. Odra aretid 2985.11.9.5 (1338.3.4 x 'Elo') ja 3033.13.1.7 (546.11.27 x 'Decor') anti 2005. aastal riiklikku sordikatsetusse ning võeti Eesti sordilehte 2007. aastal. Aretis 2985.11.9.5 sai nimeks '**Viire**' ja 3033.13.1.7 '**Leeni**'. Uus odrasort 'Viire' on hilisepoolne, seisukindel, kõrge terasaagi, suure mahumassi ja keskmise tera suurusega. Taimed on veidi pikemad kui standardsordil 'Anni'. Taimehaigustesse nakatub vähe. Odrasort 'Leeni' kuulub hilisepoolsete otrade hulka. Ta on suuresaagiline, suure mahumassi ja suure teraga. Sort on 3-5 cm 'Annist' pikemate taimedega. Taimehaigustesse nakatub vähesel määral.

Rahvusvahelise koostööna Põhjamaade Geenipangaga viidi 196 sordiga läbi katse, mille eesmärgiks oli uurida Põhjamaade ja Baltimaade odrasortide bioloogilist mitmekesisust.

Koostöös Soome Põllumajanduse Teadusuuringute Keskusega (MTT Agrifood Research Finland) korraldati katse õlleodra sortide genotüübi ja kasvukeskkonna vahelist interaktsiooni ja füsioloogilisi erinevuste väljaselgitamiseks viljastumisest kuni terade küpsuseni.

EBC õlleodrasortide rahvusvahelises võrdluskatses katsetati uemaid Euroopa õlleodra sorte. Hinnati sortide agronoomilisi omadusi ja määrati õlleodra ja linnase kvaliteedi näitajad (β -glükaan, ekstraktiivsus, viskoossus, friabiilsus jt). Eesti kasvutingimustes näitasid paremaid tulemusi Taani sordid 'Afronite' ja 'Iron', Suurbritannia sordid 'Publican' ja 'Quench', Saksamaa sordid 'Bolina' ja 'Tocada'.



Ühisprojekt „Põhjamaade ja Balti riikide päritoluga suviadra genotüüpide kaardistamine QTL meetodil“ koostöös Läti ja Leedu sordiaretuskeskustega. Projekti eesmärk on luua Põhjamaade ja Balti riikide päritoluga sortidest topelthaploidide meetodil ühtlikud aretusliinid ning kaardistada saadud liinide genotüübid QTL meetodil. Projekti raames valiti 196 Balti riikide ja Põhjamaade päritoluga genotüübist katsetulemuste alusel välja ristamisvanemateks sobivad genotüübid, viidi nende vahel läbi retsiprookseid ristamisi ja loodi saadud materjalist topelthaploidised taimed. Rajati põldkatsed saadud topelthaploidsete aretusliinide hindamiseks ja nende geneetilise varieeruvuse väljaselgitamiseks.

Paljasteralise odra omaduste hindamiseks viidi läbi katsed Kanadast, Rootsist, Taanist, Tšehhist, Saksamaalt, Prantsusmaalt, Lätist jm päritoluga paljasteraliste odrasortidega. Terasaak varieerus paljasteralistel sortidel suures ulatuses, jäädes enamasti väiksemaks sõkalteraliste sortide saagikusest. Terade proteiinisisaldus oli aga enamikel paljasteralistel odrasortidel suurem kui sõkalteralistel. Paljasteraliste sortide mahumass oli sõkalteralistest suurem. Lehelaikestes nakatusid paljasteralised sordid vähe, kuid enamus neist olid vastuvõtlikud lendnõele.

6.6.2. Kaer

Aretuse eesmärk on kultuuri saagipotentsiaali tõstmine, seis- ja haiguskindluse ning tera kvaliteedi parandamine. Jõgeva SAI esitas oma katseandmete põhjal 2006. aasta riiklikku sordikatsetusse Austria sordi **'Eugen'**, mis võeti 2007. aastal Eesti sordilehte. Austria kaerasort **'Eugen'** oli katsetes väga hea ja stabiilse saagiga, näidates ühtlasi head põuakindlust. Sort oli ka keskmisest suurema 1000 tera massi ja mahumassiga. **'Eugen'** on keskvalmiv, seniste katsetulemuste põhjal hea vastupidavusega roostehaigustele.

AVEQ katse. Jõgeva SAI osales EL programmi „Põllumajanduse geneetiliste ressursside säilitamise, kirjeldamise, kogumise ja kasutamise kohta“ (AGRI GEN RES 870/2004) raames läbi viidava projektis „Kaera geneetiliste ressursside kvaliteet toiduks kasutamisel“ (AVEQ). Katsetati 350 erinevatest Euroopa riikidest pärinevat kaera sorti ja vormi. Hariliku sõkalteralise kaera kõrval oli katsematerjali hulgas ka paljasteralise ja lühikõrrelise kaera sorte. Lisaks kultuurkaerale katsetati ka metsikuid kaera liike. Hinnati katsematerjali saagikust, seisukindlust, taime pikkust, kasvuaega, haiguskindlust ja tera kvaliteediomadusi. Katsematerjali hulgas leidis arvukalt perspektiivset lähtematerjali kaera sordiaretuseks.

Lühikõrreliste sortide katse. Lühikõrreliste, kaera kääbuskasvu põhjustavaid geene sisaldavate sortide eeliseks on nende väga hea seisukindlus. Seetõttu pakuvad nad huvi kaera sordiaretuse lähtematerjalina kultuuri seisukindluse parandamisel. Hinnati 9 lühikõrrelist kaerasorti ja aretist Hollandist, Ameerikast, Kanadast ja Austraaliast, mida võrreldi standardsortidega **'Jaak'** ja **'Villu'**. Katsetulemustest selgus, et lühikõrreliste kaerte taime pikkus oli kuni 30 cm lühem kui standardsordil **'Jaak'**. Samas jäid lühikõrrelised sordid saagikusest standardsortidele alla. Suurema terasaagiga lühikõrrelised olid Kanada aretis OT-207 ja Ameerika sort **'Pennline'**. Lühikõrrelised sordid ja aretised katses ei lamandunud. Nendega on plaanis katseid jätkata ja kollektiooni laiendada. Viidi läbi ka esimesed ristamised kaera lühikõrreliste seisukindlate sortide saamiseks.

Paljasteraliste kaerte katses oli hindamisel 13 Tšehhi, Itaalia, Ameerika, Kanada, Valgevene ja Sloveenia sorti ning aretist. Standardsortideks olid **'Jaak'** ja **'Villu'**. Paljasteralised kaeral eralduvad väheväärtuslikud ja raskesti seeduvad sõklad kombainiga peksmisel teradest, mistõttu on ta suure proteiinisisaldusega väärtuslik söödavili. Selle kaera vormi laiemat levikut on siiani takistanud peamiselt väiksem saagikus võrreldes sõkalteralise kaeraga. Ka



Jõgeva SAI katsetes jäid kõigi paljasteraliste kaerasortide ja aretiste terasaagid väiksemaks kui standardsortidel. Paljasteraliste kaerte terasaak moodustas kuni 70% standardsordi 'Villu' terasaagist. Paljasteralised kaerad osutusid vastuvõtlikuks kaera lendnõele. Sõkalteraline kaer nakatub Eesti kasvutingimustes lendnõkke harva.

6.6.3. Suvinisu

Sordiaretuse eesmärgiks on lühema kasvuajaga, kõrge proteiinisaldusega, heade küpsetusomadustega, saagikad ning haigus- ja seisukindlad sordid. Aretuses pööratakse tähelepanu ka ilmastiku ja kasvuolude suhtes stabiilsete omadustega sortide aretamisele. Riiklikku sordikatsetusse esitati 2004. aastal koostöös Soome aretuskeskusega Boreal valminud aretis BOJ 10102 (Hja 23471/'Kadett' x 'Luja'). Katsetulemuste põhjal võeti aretis BOJ 10102 nimega '**Mooni**' alates 2007. aastast Eesti sordilehte. 'Mooni' kuulub lühema kasvuajaga sortide hulka. Sort on Jõgeva SAI katsetes olnud teistest varajastest sortidest suurema terasaagiga. 'Mooni' on suure teraga, kõrge proteiini ja kleepevalgu sisaldusega ning keskmise kleepevalgu kvaliteediga. Ebasoodsatel aastatel moodustub nõrgem kleepvalk. Sordil 'Mooni' on kõrge langemisarv, suurem kui teistel varajastel sortidel. Langemisarv on hea stabiilsusega, mis tähendab, et sort ei lähe niisketes koristusoludes kergesti peas kasvama. Jahukaste levikuks soodsatel aastatel nakatub 'Mooni' keskmisest enam jahukastesse.

Koostöö Tallinna Tehnikaülikooli Geenitehnoloogia Instituudi teaduritega haiguskindlate suvinisu liinide leidmiseks. 2004. aastal lõppes ühine grandiprojekt „Suvinisu haiguskindluse geneetiline kontroll ontogeneesi erinevates faasides”. Jätkeb koostöö nisu resistentsusgeneetika uuringuteks, kvaliteedinäitajate parandamiseks ja uute aretiste geneetilise mitmekesisuse suurendamiseks, markeraretuse arendamiseks ja sortide ning aretiste identifitseerimiseks geneetilise ja morfoloogilise analüüsi võrdlemise kaudu. Sordiaretusprotsessi muutmiseks täpsemaks, kontrollitavamaks ja suunatavamaks püütakse leida uusi molekulaarbioloogilisi meetodeid. Koostöö üheks tulemuseks on Jõgeva SAI-s rajatud biotehnoloogia labor topelthaploidide meetodi rakendamiseks teraviljade, sealhulgas suvinisu aretustöö kiirendamiseks. Koostöö tulemusena on valminud ka mitu teadusartiklit rahvusvaheliselt tunnustatud ajakirjades.

Koostöö Tallinna Tehnikaülikooli Keemiainstituudi analüütilise keemia õppetooli teaduritega algas 2008. aastal, et uurida fenoolseid ühendeid erinevates nesusortides ja erinevat kasvatusrežiimi kasutades. Eelkõige sünteesitakse fenoolid taimes kaitsmaks neid erinevate stresside – haiguste ja negatiivsete keskkonnamõjude eest. Teraviljade antioksidatiivsed omadused korreleeruvad fenoolsete ühendite sisaldusega. Põhilised nesus esinevad fenoolsed ühendid on fenoolsed happed.

6.6.4. Talinisu ja -tritikale

Aretuse eesmärkideks on talve-, haigus- ja lamandumiskindlate, paremate jahvatus- ja küpsetusomadustega toidunisu ja saagikamate söödaniisu sortide aretamine. Talinisu aretuses pööratakse tähelepanu ka mahepõllumajanduse tingimustesse sobivate ja aastate lõikes stabiilsemate omadustega sortide ja aretiste väljaselgitamisele. Talinisu aretusmaterjali mitmekesistamiseks tehti koostööd Leedu Maaviljeluse Instituudiga ja Saksamaa firmaga Limagrain-Nickerson GmbH. Lisaks uuriti aastatel 2003–2008 ka mõnede tritikale genotüüpide omadusi.

Jõgeva SAI poolt riiklikusse sordikatsetusse esitatud Leedu talinisu sort '**Ada**' võeti 2004. aastal Eesti sordilehte. Sort on heade küpsetusomaduste ja terasaagiga, hea talve- ja



haiguskindlusega, suhteliselt varajane. 'Ada' kuulub kõrge proteiini ja kleepvalgu sisaldusega sortide hulka. Mahumass on suur, 1000 tera mass keskmisest väiksem. 'Ada' on keskmiselt vastuvõtlik helelaiksusele, suhteliselt jahukastekindel. Talvekindlus on sordil hea kuni väga hea.

Limagrain-Nickerson GmbH sort **'Ebi'** anti Jõgeva SAI katsetulemuste põhjal riiklikusse katsetusse 2005. aastal ja võeti 2007. aastal Eesti sordilehte. 'Ebi' on Jõgeva katsetes olnud väga hea ja stabiilse terasaagiga. Kasvuaeg on 2–5 päeva hilisem kui varasemate sortide hulka kuuluval 'Adal'. 'Ebil' on olnud ka hea proteiini ja kleepvalgu sisaldus, mistõttu teda saab edukalt ka toiduviljaks kasvatada. Mahumass on sordil keskmisel tasemel, 1000 tera mass on aga sordilehe sortide hulgas üks suuremaid. 'Ebi' on keskmiselt vastuvõtlik jahukastele ja helelaiksusele. Talvekindlus on sordil hea.

Talinisu agrotehnika katses (aastatel 2003–2008) uuriti agrotehnika intensiivsuse mõju saagikusele ja kvaliteedi omadustele. Kõikides agrotehnika katsetes kasutati mitmeid erinevaid sorte, et leida agrotehnika intensiivsuse mõju ka genotüübile, mitte ainult nisule kui liigile. Erinevatel aastatel kasutati sorte 'Ada', 'Sani', 'Portal', 'Certo', 'Lars', 'Ebi' 'Olivin' ja erinevaid perspektiivseid aretisi. Kontrollvariandiks oli ilma puhtimata ning ilma kevadise pealtväetamiseta variant (N0). Ühele variandile anti vegetatsiooniperioodi alguses ühel korral pealtväetisena ammonium salpeetrit (N 80 kg/ha), teistele lisaks võrsumisfaasi lõpus ning kõrsumisfaasis (N80+70 ja N 80+35+35 kg/ha) ning kasutati ka erinevaid taimekaitse preparaate.

Katsetulemused

- 1) Saagi tasemele avaldasid usutavat mõju nii variant kui ka sort. Saagi suurenemisel oli väga suur roll esimesel lämmastikväetisega pealtväetamisel vegetatsiooniperioodi algul. Kõikide sortide saak oli N85 variandis usutavalt suurem kui N0 variandis. Mõningal määral suurenes saak ka N 80+70 ja N80+35+35 variandis võrreldes N80 variandiga. N80+70 ja N80+35+35 variantide puhul usutavat saagierinevust ei olnud.
- 2) Paljudel sortidel oli 1000 tera mass suuremal osal aastatest N0 fooni puhul suurem kui N80 foonil, kuid teistkordne lämmastikväetise andmine suurendas 1000 tera massi.
- 3) Küpsetuskvaliteet sõltus nii sordist kui ka variandist ja ka nende kahe faktori koosmõjust. Eriti hästi mõjus küpsetusomaduste parandamisele teistkordne pealtväetamine ammoniumsalpeetriga. Kõikide sortide proteiinisaldus oli N80 variandis suurem kui N0 variandis ja N80+70 ja N80+35+35 variandis suurem kui N80 variandis. Kahekordsel lämmastikväetisega pealtväetamisel paranesid ka taigna segamisomadused märgatavalt. Tehti ka küpsetuskatsed.

Talinisu agrotehnika 2007. aasta katse (karbamiidi mõju) meetodika oli sarnane eespool nimetatud agrotehnika katse meetodikale, kuid lisälämmastiku allikaks hilisemas kasvufaasis oli kasutatud ka karbamiidilahust (N85+35+karbamiid 10 kg/ha). Karbamiidi kasutamine lehevätisena 2007. aasta saagikust ja proteiini ning kleepvalgu sisaldust usutavalt ei tõstnud.

Erinevate lämmastikväetiste liikide ja andmisaegade mõju talinisu kvaliteedile uuriti 2006. aastal sordil 'Ada'. Väetistena kasutati Folicare 22, Folicare 10, karbamiidi, Sulfurit ja ammoniumsalpeetrit. Kõik variandid olid eelnevalt saanud kahes jaos ammoniumsalpeetrit (N80 + N30 kg/ha), kolmandat pealtväetamist tehti enne loomist või terade täitumise ajal. Toidunisuks vajaliku proteiini ja kleepvalgu sisaldusega saak saadi 2006. aastal heade ilmade tõttu kätte ka lehevätisi kasutamata. Lehevätised proteiini ja kleepvalgu sisaldust usutavalt ei suurendanud, kuid loomiseelselt antud 22% N sisaldusega Folicare ja terade täitumise ajal antud 10% N sisaldusega Folicare ning karbamiid andsid kontrollvariandiga võrreldes usutava saagitõusu ja sellega seoses ka kuni 941 kr/ha suuruse lisatulu. Eriti efektiivne oli karbamiidi kasutamine. Sulfuri loomisjärgselt ja ammoniumnitraadi loomiseelselt kasutamine olid



kahjulikud. Kuigi ammooniumnitraadi kasutamine hilistes kasvufaasides suurendas proteiini ja kleepvalgu sisaldust, ei olnud erinevused kontrollvariandist usutavad. Lehevätised, eriti loomisjärgselt antuna, mõjutasid tera suurust positiivselt.

Talinisu külvisenormi katsesse (aastatel 2004–2007) külvati sordid 'Ada', 'Sani', 'Lars', 'Portal', 'Prego', 'Olivin' ja 'Ebi' külvisenormidega 350, 400, 450, 500, 550 id.s/m². Külvisenorm terasaaki, 1000 tera massi ja mahumassi usutavalt ei mõjutanud. Saagikus ja tera kvaliteedinäitajad sõltusid sordist ja kasvuaasta ilmastikutingimustest. Sellest järelduvalt võib talinisu külvata ka väiksemate külvisenormidega kui seni tavaks on olnud.

Talinisu mikroväetiste katse (2004. aastal) tehti sordiga 'Bjorke'. Erinevate variantide saak jäi vahemikku 6,6–7,3 t/ha. Märkimisväärne oli usutav saagilangus HydroPlus™ Mikro Cereale New (2,0 l/ha) kasutamisel. Teisi erinevusi variantide vahel ei tuvastatud.

Ökoloogiline katse (Olustveres 2002/03–2007/08 ja Kuusikul 2003/04–2007/08). Uuriti erinevate genotüüpide omaduste stabiilsust erinevate kasvukohtade ja aastate tingimustes.

Talitrustikale katsetes hinnati selle kultuuri saagikust, kvaliteeti, talvekindlust jt omadusi. Saagikamad talitrustikale sordid ületasid katses võrdluseks külvatud talinisu sorte 'Kosack' ja 'Portal'. Suurema terasaagiga sortide saagitase oli soodsal kasvuaastal (2007) üle 11 t/ha. Need olid sordid 'Vision', 'Kansas', 'Nargess', 'Lamberto' ja 'Fidelio'. Tritikalede talvekindlus ja lamandumiskindlus olid head, langemisarvud jäid enamasti madalateks. Niisketes ilmastikutingimustes läksid kõikide katsetatud sortide terad peas kergesti idanema. Tritikalede mahumass oli katses väiksem kui nisudel. 1000 tera massi poolest ületas enamik tritikale sorte talinisu võrdlussorte. Suurema teraga olid sordid 'Talentro' ja 'Kansas'. Taimehaigustest esines tritikale sortidel vähesel määral või mõõdukalt lumiseent, helelaiksust ja jahukastet.

6.6.5. Talirukis

Talirukki sordiaretuse eesmärk on stabiilse ja kõrge saagikusega talve-, seisu- ning haiguskindlate ja kõrge ning stabiilse bioloogilise väärtusega sortide aretamine. Talirukki säilitusaretuse eesmärk on olemasolevate Eesti sortide majanduslike ja bioloogiliste omaduste säilitamine ja parandamine.

Aruandlusperioodil loodi ja hinnati uut aretusmaterjali ning võrreldi Eesti ja teiste riikide rukkisortide majanduslike ja bioloogiliste omadustega. Sordiaretuses jätkati tööd lühikõrreliste, talvekindlate ja saagikate aretistega. Eesti talirukki sort **'Elvi'** võeti Soome sordilehte (2002) ja ta on Soomes üks laiemalt levinud rukkisorte.

Talirukki agrotehnilise katse (2002/03–2004/05) eesmärk oli lühikõrrelistele aretistele optimaalse külvisenormi ja sobiva pealtväetisnormi leidmine ning puhtimisvahendi mõju uurimine. Standardsort oli 'Elvi' (500 id.s/m²), mille seemet enne külvi ei puhitud ja kevadel ei väetatud.

Puhtimiseks kasutati preparaati Maksim Star 025 FS, kulunormiga 200 ml 100 kg terade kohta. Kevadise kasvu algul väetati katselappe ammooniumväetisega kogustes N34, N68, N102 ja N102 koos kasvuregulaatoriga Kemira CCC (2 l/ha). Külvisenormid olid 300, 400 ja 500 id.s/m².

Kolme katseaasta tulemuste põhjal saadi usutavalt suurim saak 'Elvi' puhitud variandist, aretiste puhtimine usutavat saagilisa ei andnud. Külvisenormi katses saadi 'Elvi' puhul suurim saak variandis 500 id.s/m². Lühikõrreliste aretiste erinevate külvisenormide variantidel usutavaid saagivahesid ei olnud. Külvisenormi vähenedes suurenes kõrvalvõrsete arvukus taime kohta, mille tulemusena langes saagi kvaliteet – mahumass ja langemisarv. Erinevate



lämmastikunormide variandis saadi standardsordi 'Elvi' puhul suurim saak nii kõrge lämmastikunormi kui ka lämmastiku ja kõrretugevdaja kooskasutamisel, kuid lühikõrrelistel aretistel andsid suuremaid saake väiksemad lämmastikunormid. Rohke lämmastiku ja kõrretugevdaja kasutamisel kasvas aretistel palju kõrvalvõrseid ja taimede areng oli aeglasem kui väetamata variandis. Terade kvaliteeti erinevad lämmastikunormid usutavalt ei mõjutanud.

Agrotehnilise katse (2005/06–2007/08) eesmärk oli lühikõrrelistele aretistele ja Eesti sortidele optimaalse külvisenormi ja sobiva külviaja leidmine. Külvisenormid olid katses 400 ja 500 id.s/m². Optimaalne külv tehti 2005. aastal 2. ja hiline 23. septembril. 2006. aastal külvati katse 7. ja 23. septembril ning 2007. aastal 6. ja 26. septembril. Võrdlusest selgus, et nii optimaalsel ajal kui ka hilja külvatud rukis andis valdavalt suurema saagi suurema külvisenormi puhul. Optimaalsel ajal külvatud rukis andis kõigil katseaastatel suurema saagi kui hiline külv. Saagi tõus tulenes peamiselt suuremast produktiivvõrsete arvust. Jõgeva talirukkisortide 'Elvi' ja 'Tulvi' terasaagid olid kahel esimesel aastal suuremad kui lühikõrrelistel aretistel, kolmandal katseaastal olid saagikamad lühikõrrelised aretised. Mahumassile ja 1000 tera massile külvisenorm ega külviaeg esimesel katseaastal mõju ei avaldanud, teisel ja kolmandal aastal oli mahumass suurem optimaalsel külviajal, 1000 tera mass aga hilise külvi korral. Optimaalsel ajal külvatud rukis oli hea talvekindlusega ka kiiresti vahelduvates ilmaoludes. Talvekindlus külvisenormist ei sõltunud. Hilja külvatud rukkile jagus sügisel kasvaks ja arenguks külvist vegetatsiooni lakkamiseni vähem soojust ja valgust, taimede vastupanuvõime ekstreemsetele ilmastikutingimustele oli väiksem, eriti 'Elvil' ja 'Sangastel'. Lumiseen kahjustas optimaalse külvi taimede lehti rohkem kui hilisel külvil. Terade proteiinisisaldus oli hilise külvi korral mõnevõrra kõrgem. Langemisarvule külviaeg mõju ei avaldanud. Optimaalsel külviajal külvatud variandis kasvasid taimed mõnevõrra pikemaks kui hilise külvi korral. Kahel esimesel aastal katses lamandumist ei olnud, viimasel aastal lamandusid pika ja keskmise kõrrepikkusega sordid terade moodustumise algul sadanud vihma ja tugeva tuule tõttu.

Ökoloogilises katses (Olustveres 2002/03–2007/08 ja Kuusikul 2003/04–2007/08) võrreldi Eesti ja Soome talirukki aretiste saagikust, talve-, seisu- ja haiguskindlust ning saagi kvaliteeti omavahel ja Eesti ning Soome sortide omadustega. Katsed külvati mõlemas katsekohas puhtimata seemnega, külvisenormiga 500 id.s/m², rukkile sobival külviajal. Talirukis andis erinevates mulla- ja kliimatingimustes rahuldavat kuni head saaki.

Lumiseene kahjustuste vältimiseks peaks külviseemne puhtima või orast pitsima taimekaitsevahenditega. Lumevaeste talvede järel peaks rukist esimest korda pealtväetama väiksema kogusega ja teist korda paar-kolm nädalat hiljem. Hilisem teistkordne väetiseannus suurendas tuhande tera massi. Pikakõrreliste rukkisortide seisukindlus oli mõõduka väetamise korral hea kuni rahuldav ka suure saagi puhul. Rukki lamandumine enne terade moodustumist mõjutas saagi ja tuhande tera massi suurust.

Eesti rukkisortide 'Vambo', 'Tulvi', 'Elvi' ja 'Sangaste' säilitusaretuses valiti valikaedadest sorditunnustele vastavaid eliittaimi. Valitud taimedel mõõdeti kõrre pikkus, pea pikkus, loendati pähikute ja terade arv peas ja kogu taime terade arv ning terad kaaluti. Tunnustele mittevastavate taimede seemned praagiti, ülejäänud pakendati taime kaupa uute valikaedade külviks. Valikperede seemne koristati lapi kaupa, kuivatati, sorteeriti, kaaluti ning määrati mahu- ja tuhande tera mass. Sarnaste näitajatega perede seemned valati kokku seemnekasvatuse algusemneks.



6.6.6. Talirüps

Eesmärgiks on aretada kohalikes mullastik-kliimaatilistes tingimustes kasvatamiseks sobivaid suuresaagilisi talirüpsi sorte, mille seeme oleks kõrge õlisisaldusega, madala eruukahapete- ja glükosinolaatidesisaldusega (00-sort), mis oleks kõrgekvaliteediliseks tooraineks tööstusele erinevate õlide tootmiseks.

Aretustöö peamise tulemusena võeti 2005. aastal sordilehte koostöös Rootsi firmaga Svalöf Weibull AB aretatud saagikas talirüpsi sort '**Largo**' (Sv 01209 x (00 x Sv 01182)). Sordi kasvuaeg on Jõgeva SAI katsetulemuste põhjal 323–342 päeva. Varisemiskindlus on hea. Toorrasva sisaldus on normaalsetes kasvutingimustes 46–47%, proteiinisisaldus 30–33% kuivaines, tuhande tera mass 2,5–3,5 g. Saak sõltub suurel määral talvitumisest. Soodsates kasvutingimustes oli see katsetes ligi 5 t/ha. 'Largo' talvekindlus on hea. Kuna talirüpsi kasvukuhik on erinevalt talirapsist allpool mullapinda, siis tema vastupidavus madalatele temperatuuridele on hea. Ohtlik on aga talvine sula, sest vesi ja jääkoorik hävitavad taimed. Sort on väga hea haiguskindlusega. Kahjurite rüüstet esineb vähesel määral (peitkärsakad). 'Largo' on kiire algarenguga, suudab edukalt konkureerida umbrohtudega. Optimaalne külvisenorm on katsetulemuste põhjal 5–6 kg/ha, optimaalne külviaeg 10.–20. august ja külvisügavus 2–4 cm. Talirüps 'Largo' on heaks vahekultuuriks teraviljade külvikorras, varajase valmimise tõttu sobib hästi koristuskonveierisse.

Talirüpsi agrotehnika katse rajati 10 m² lappidele neljas korduses. Katses oli kaks talirüpsisorti: 'Prisma' ja 'Largo' ning võrdluseks talirapsi sort 'Silvia'. Katses uuriti nelja varianti:

- 1) külvisenormi (3, 4, 6 ja 8 kg/ha);
- 2) puhtimispreparaatide (Rapcol, Cruiser ja Maxim);
- 3) kasvuregulaatori (Folicur);
- 4) kevadel antava lämmastikväetise erinevate koguste (60, 80, 100, 120 ja 160 kg/ha) mõju saagile ja saagi kvaliteedile.

Suurima efekti saagi tõusuna andis kevadine lämmastiku norm 60 kg/ha (toimeaines). Lämmastikunormi suurendamine ei toonud saagi suurenemist, väike tõus oli normi 120 kg/ha juures. Lämmastiku koguse suurendamine üle 120 kg/ha tõi kaasa saagi languse. Õlisisaldus seemnetes langes lämmastiku annuste suurenemisel.

Taimehaigustest hinnati katses kuivlaiksust (*Alternaria sp.*), valgemaädaniku (*Sclerotinia sp.*) ja tõusmepõletiku (*Pythium sp.*) esinemist. Nimetatud haigusi esines talirüpsil vähesel määral. Puhtimispreparaatidest andis taimehaiguste tõrjel parima tulemuse Maxim, suuremad seemnesaagid andsid aga sõltuvalt katseaastast kas preparaadiga Cruiser või Rapcol puhitud katselapid. Kuna talirüpsil oli taimehaigusi suhteliselt vähe, siis puhtimine erilist efekti ei andnud, ainult kuivlaiksuse nakkuse tõrje osas oli näha vähest preparaadi mõju. Väikese efekti andis pritsimine kuivlaiksuse nakkuse tõrjel, kuid pritsitud katselappidel jäi saak madalamaks kui pritsimata katselappidel. Folicuriga pritsimine ei andnud talvekindluse osas loodetud efekti, küll aga tõstis selle preparaadi kasutamine glükosinolaatide sisaldust seemnetes.

Agrotehnika katse tulemustest võib järeldada järgmist:

- 1) taimekaitsele tehtavad kulutused (puhtimine, fungitsiidid) ei ole talirüpsi puhul otstarbekad;
- 2) ühe korraga antav kevadise lämmastikväetise optimaalne norm oli 60 kg/ha (toimeaines). Suuremad lämmastikuannused on otstarbekas anda jaotatult;
- 3) optimaalne külvisenorm talirüpsil on 5–6 kg/ha. Väiksema külvisenormi puhul jääb taimede seis hõredaks, suurema puhul liiga tihedaks ja saagipotentsiaal ei realiseeru;
- 4) kasvuregulaatori kasutamine võib talirüpsil anda mõnel aastal mõõdukat saagilisa, üldjuhul ei ole selle kasutamine majanduslikult otstarbekas ega vajalik.



6.6.7. Põldkaunviljad

Põldkaunviljade säilitusaretuse ülesandeks on sordilehel olevate sortide omaduste (saagikus, varavalmivus, sordipuhtus, haiguskindlus) säilitamine. Valikaedades toimus töö järgmiste sortidega: põldherned 'Mehis', 'Kirke', 'Seko', ning põlduba 'Jõgeva'.

Euroopa Liidu 5 RP (QLK 5-CT- 2002- 02307) põldoa uurimisprogrammi „Faba Bean Breeding for Sustainable Argiculture”, ehk EUFABA raames rajati põldkatse (2005–2006. aastal) kahekümne EL põldoasordiga. Katse eesmärkideks oli:

- 1) uurida erinevates mullastik-kliimaatilistes tingimustes kasvavate põldubade vastupanuvõimet biootilistele ja abiootilistele surutistele;
- 2) põldkatsetes läbiuuritud materjali põhjal koostada Euroopa ühine põldoa geenikaart;
- 3) kasutada läbiuuritud materjali molekulaarmarkerite loomiseks.

Rajati põldoa rooste (*Uromyces sp.*) resistentsuse uurimise katse 48 EL põldoa aretusliiniga ja põldoa laikpõletiku (*Ascochyta sp.*) resistentsuse uurimise katse 20 EL põldoa aretusliiniga. Resistentsuskatsete tulemuste põhjal olid kõik uuritud 48 EL põldoa liini Eesti tingimustes rooste vastu vastupidavad ja kahekümnest liinist seitse resistentsed laikpõletikule.

Põldoa sordivõrdluskatse põhjal võib teha järgmised järeldused:

- 1) erinevast piirkonnast pärit sortide vastupanuvõime haigustekitajatele on erinev;
- 2) Eesti kliimaatilistes tingimustes on EL sordid liiga pika kasvuajaga;
- 3) Vahemere piirkonda kuuluvad sordid ei sobi Eesti tingimustesse.

6.6.8. Suviteraviljade väetiskatse

Eesmärgiks oli võrrelda intensiivse keemilise pritsimise mõju suviteravilja sortide terasaagile, kasvuaja pikkusele, seis- ja haiguskindlusele, tera kvaliteediomadustele (nisul ka jahu kvaliteedile) erinevatel väetisfoonidel.

Katse rajati 9 m² lappidele kolmes korduses neljal väetisfoonil kahes erinevas variandis. Kasutati kompleksväetist Kemira Power 18 normidega: N0 P0 K0; N60 P13 K23; N100 P22 K39; N140 P31 K54. Ühel variandil tehti ainult umbrohu- ja kahjuritõrje (MCPA 0,5 l/ha + Lintur 120 g/ha + Proteus 0,6 l/ha), teisel variandil intensiivne kemikaalide kasutamine (kolmekordne leheväetisega pritsimine: FoliCare 12-46-8 võrsumisel, FoliCare 18-18-18 lipulehe faasis, FoliCare 10-5-40 piimküpsuses; kõrretugevdajaga Kemira CCC 1 l/ha ja fungitsiididega töötlemine – odral ja kaeral Folicur EW250 1,0 l/ha; nisul esimene kord Falcon 0,8 l/ha, teine kord Folicur EW250 0,6 l/ha). Katses olid suvinisu sordid 'Vinjett' ja 'Monsun', odra sordid 'Anni' ja 'Class', kaera sordid 'Villu' ja 'Flämingsprofi'.

Katsetulemustest selgus:

- 1) Intensiivne keemiline pritsimine alandas põua tingimustes suviteraviljade saagikust ja vähendas väetamisest tulenevat efekti;
- 2) niisketes ilmastikutingimustes ja lamandumise korral tõusis intensiivsel keemilisel pritsimisel suviteraviljade saagikus ja suurenes 1000 tera mass;
- 3) kasvuregulaatoriga töötlemine vähendas oluliselt nisu- ja kaerasortide taime pikkust ning parandas nende seisukindlust. Odrasortide taime pikkust CCC-ga töötlemine oluliselt lühemaks ei muutnud.;
- 4) väetise normide suurendamine tõstis teraviljade saagikust ja proteiinisisaldust, suurenes lamandumine, eriti kaeral;



- 5) leheväetistega väetamisel jäi terade proteiinisisaldus samaks või tõusis mõõdukalt;
- 6) intensiivsel keemilisel töötlemisel pikenes enamikul sortidest kasvuaeg (keskmiselt 2 päeva);
- 7) suviteraviljade saagikus sõltus peamiselt väetusfoonist. Viljelusviisi ja sordi mõju terasaagile oli väiksem.

6.6.9. Kasvuregulaator CCC mõju uurimise katse

Eesmärgiks oli välja selgitada kasvuregulaatori CCC mõju odra- ja kaerasortide terasaagile, seisu- ja haiguskindlusele ning teistele agronoomilistele omadustele erinevatel N-foonidel.

Katse rajati aastatel 2006–2008 kahe kultuuriga (oder, kaer), millel mõlemal oli 6 erinevat sorti. Odrasordid olid 'Anni', 'Annabell', 'Barke', 'Inari', 'Justina' ja 'Viire' ning kaerasordid 'Jumbo', 'Belinda', 'Vendela', 'Flämingsprofi', 'Villu' ja 'Eugen'. Katselapid olid 5 m² ja asetsesid neljas korduses kahes erinevas variandis (kasvuregulaatoriga Kemira CCC töödeldud ja töötlemata) kahel erineval N foonil (kaeral N70 ja N90, odral N90 ja N70+40). Väetiseks kasutati Kemira Power 18 ning odral foonil N70+40 hilisemaks pealtväetiseks ammooniumnitraati (N34). Kasvuregulaatoriga töödeldi mõlemaid kultuure tootjale soovitatud normiga (oder 0,6 l/ha, kaer 1,0 l/ha) soovitatud ajal (oder kasvufaasis 26–28, kaer faasis 32–33).

Katsetulemustest selgus:

- 1) kasvuregulaatoriga töötlemine parandas odra ja kaera seisukindlust;
- 2) kasvuregulaatoriga CCC töötlemine alandas lamandumise puudumisel odra ja kaera saagikust ning vähendas suurematest väetisekogustest saadavat enamsaaki;
- 3) olulisi erinevusi töödeldud ja töötlemata variantide vahel kultuuride kasvuaja pikkuses, haiguskindluses ja tera kvaliteediomadustes ei olnud;
- 4) odra ja kaera taime pikkused olid CCCga töödeldud variandis mõnevõrra lühemad või sama pikad kui töötlemata variandis.

6.6.10. Suviteraviljade ökoloogiline katse

Ökoloogilises katses (Olustveres aastatel 2003–2007 ja Kuusikul 2004 – 2007) oli võimalus katsetada suviteraviljade sorte ja aretisi erinevates mullastiku- ja ilmastikutingimustes intensiivfoonil (N80+40, herbitsiid, fungitsiid, insektitsiid) paremaid põhivõrdluskatse aretisi võrdluses standardsortidega. Mitmeaastaste katsete tulemused aitasid kaasa hea adaptatsioonivõimega suvinisu sordi 'Mooni' ning odrasortide 'Leeni' ja 'Viire' aretamisel.

6.6.11. Viljelusviisi mõju suviteraviljadele

Kasvatusrežiimi mõju uurimine suviteraviljade saagi komponentidele, kõrre omadustele ja nendevahelistele seostele alustati 2006. aastal. Esialgsetel andmetel (aastatel 2006–2008) enamus saagikust mõjutavaid taime struktuurielemente vähenes mõõdukalt maheviljeluse tingimustes kasvatades võrreldes tavaviljelusega. Kaer ületas nisu ja otra ka terade arvult ja kaalult taime kohta. Odra parem vastupanuvõime mullaviljakuse langusele oli seotud suurema võrsumisvõimega. Suvinisu sordid olid mahetingimustes kasvatamisele kõige tundlikumad ja kõik uuritud näitajad vähenesid madalamal toitainete foonil.



6.6.12. Teraviljade ühtlikkusaretus

Teraviljade ühtlikkusaretuse eesmärgiks on perspektiivse aretusmaterjali ühtlikkuse saavutamine morfoloogiliste tunnuste hindamise kaudu ja algseemne kasvatamine. Uus sort peab olema väliselt vaadatuna ühtlik, temal olevad tunnused peavad olema püsivad ja samuti peab ta olema teistest sortidest piisavalt eristatav, et lugeda teda uueks sordiks. Morfoloogiliste tunnuste hindamise aluseks on UPOV-i metoodiline juhend.

Ühe sordi ühtlikkusaretus kestab vähemalt kolm aastat. Esimesel aastal külvatakse aretis üksikpearidadena. Ühe aretise kohta külvatakse maha *ca* 25 üksikpearida. Teisel aastal külvatakse kõige ühtlasemad üksikpearead kahe kuni viie ruutmeetri suurustele katselappidele. Külvatud katselappidest koristatakse kõige paremad ja kolmandal aastal külvatakse need kordustega katselappidele. Sellega ühtlikkusaretus lõpeb, valikuid enam ei toimu ja aretis antakse üle riiklikku katsetusse.

Suvi- ja talinisu ühtlikkusaretusega tegeldi kogu aruandeperioodil. Odra ja kaera sortide ühtlikkusearetusega alustati 2007. aastal. Kõigil nimetatud kultuuridel on tehtud üksikpearidade valikuid, hinnatud aretusmaterjali ühtlikkust ja paremate aretusliinide omadusi.

Põllumajandus  ministeerium

www.agri.ee

ISBN 978-9949-462-55-1