



## KOMPLEKSUURING MAHE- JA TAVAVILJELUSEST

Kompleksuuringuga alustati PMK Kuusiku katsekeskuses 2003. aastal. Uuring on pikaajaline. Selgitatakse mitmete maaviljeluslike võtete (mullaharimine, külviaeg, orgaanilise väetise kasutamine, liblikõieliste heintaimede allakülvid haljasväetiseks jm) ja viljelusviiside (mahe-, tavaviljelus) olulisust PKT seisukohalt. Kompleksuuring viiakse läbi erinevates mahe- ja tavakülvikorra katsetes.

## KOMPLEKSUURING JA SELLE EESMÄRGID

Uuringu eesmärgiks on selgitada mahe- ja tavaviljeluse külvikordades mullaviljakuse, mullatervise ja kultuuride saaginäitajate muutusi pikema aja jooksul, kasutades erinevaid agrotehnoloogilisi lahendusi. Nende mõju hinnatakse järgmiste indikaatorite abil: mulla toitainete ja orgaanilise aine sisaldus, mullatoitainete bilanss, mulla füüsikalised näitajad, vihmausside ja mikroorganismide tegevus, umbrohtumus, kultuuride saak ja saagikvaliteet, taimehaigused, -kahjurid ja -kasurid ning kultuuride kattetulu. Eeltoodud näitajate kohta kogutakse andmeid vastavalt meetodikale erineva pikkusega uurimissammuga.

Uuritavad külvikorratüübid ja agrotehnooloogid on valitud selliselt, et need oleks kasutatavad Eesti põllumajandusettevõtetes. Külvikordade viljavaheldus ja nende majandamine vastavad MAHE toetuse ja KSM toetuse saamise tingimustele.

Uuringu tulemusi saab kasutada põllumajanduslike keskkonnatoetuste hindamise ja seire taustinformatsioonina ning seireindikaatorite valiku täpsustamiseks. Samuti saab täpsustada põllumajandustoetuste abil toetatavate tegevuste valikut ja põhjendatust, selgitada erinevate agrotehnooloogiatega toimimist ning koolitada põllumajandustootjaid.

Uuringu erinevate agrotehnoloogiliste lahenduste alusel arvatud teraviljade kattetuluarvestusi saab kasutada käesoleva aruande sotsiaalmajanduse valdkonnas käsitletava ettevõtjatulu täiendava hindamise allikana.

Uuringuala põhiosa paikneb keskmise liivsaviilõimisega rähkmullal. Väiksem osa katsealast paikneb kerge liivsaviilõimisega leostunud mullal. Rähkmuld on üks enam levinud mullatüüp Põhja-Eesti ja Saaremaa põllumajandusettevõtetes, ülejäänud piirkondades leidub seda vähem. Leostunud mulda loetakse Eesti viljakamate põllumuldade hulka. Omastatava fosfori ning kaaliumi sisaldus (Melich-3 järgi) on keskmine ja mikroelementide sisaldus madal, pH on neutraalne. Huumusesisaldus (Tjurini järgi) on keskmine või üle keskmise. Selline mullaviljakuse tase peaks olema suhteliselt tavaline suure hulga maheviljelejate põllumaadel Eestis. Uuringuid teostatakse mitmes külvikorras, erinevate uurimisfaktorite alusel.

### Kultuuride umbrohtumus ja saaginäitajad külvikorras 1

Külvikord 1 on planeeritud söödakülvikorrana ja seal on järgnev viljavaheldus: põldhein 1. a – põldhein 2. a – suvinisu – segavili (hernes või suvivikk+ kaer) – suviuder allakülviga.

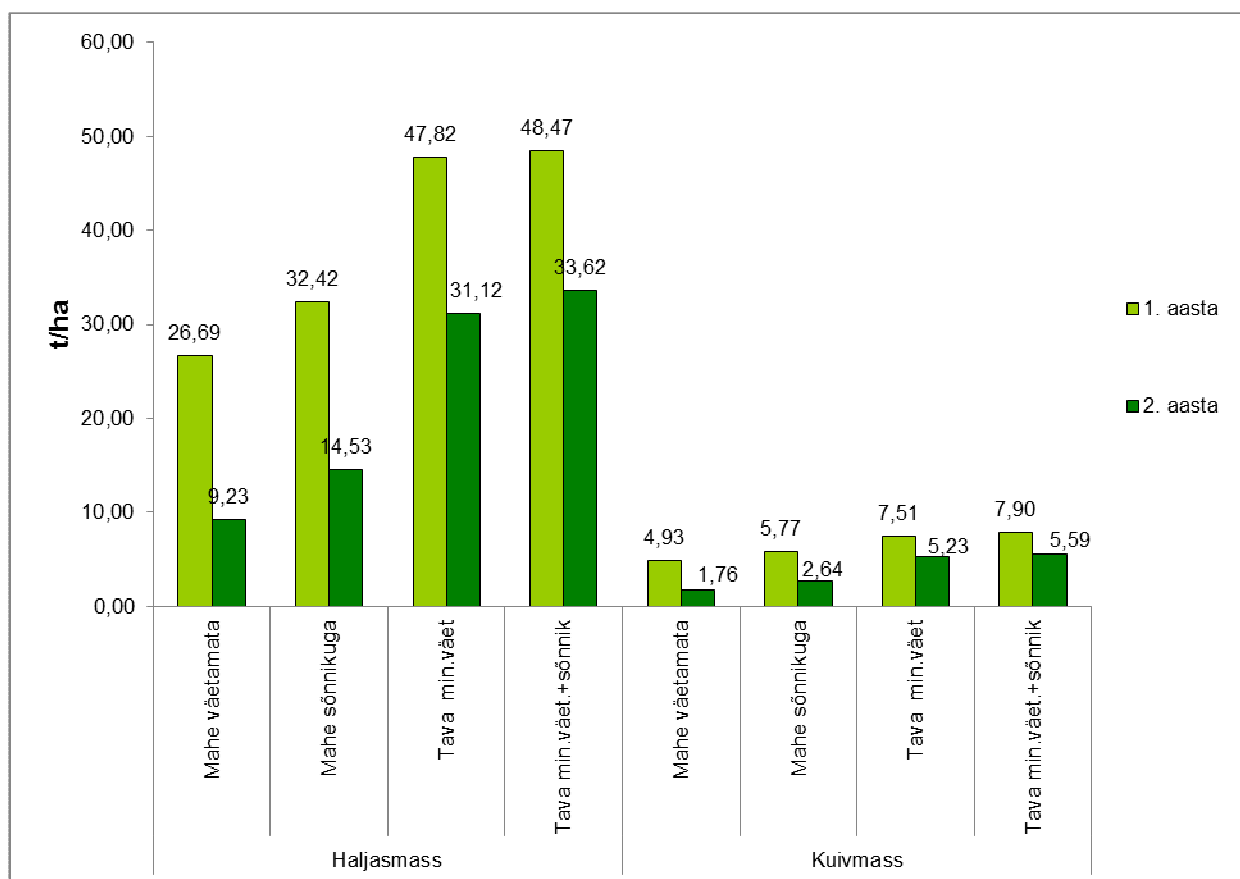
### Kultuuride saagikus ja umbrohtumus mahe- ja tavaviljeluses ühe külvikorrotatsiooni (2010-2014) jooksul

Põldheina arengust ja vanusest sõltuvalt koguti aastas 1-3 niidet. Tahesõnniku järelmõjul tõusis põldheina saak maheviljeluses võrreldes sõnniku mitteandmisega (2010.–2014. a) märgatavalt –



haljasmassisaak 1. aasta põldheinal keskmiselt 21% ja kuivmassisaak 17% (Joonis 1). Kuigi 2. aasta põldheina saak oli oluliselt väiksem kui 1. aasta põldheinal, oli saagitõus sõnniku järelmõjul suurem – haljasmassisaak tõusis 57% ja kuivmassisaak 50%. Teise aasta põldheinas vähenes aga punase ristiku osakaal, mida põhjustasid haiguste ja talve kahjustused ning osaline väljaminek peale ädala õitsemist, samuti kõrrelise heintaimede surve. Tekkinud tühikutes hakkasid levima võilill ja orashein, see vähendas saagikust. Teiselt poolt oli siin tavaliselt üks niide vähem kui 1. aasta põldheinas. Sõnnikuga väetamata mahevariandis oli ristiku kangumine 2. aasta põldheinas eriti silmatorkav. Selle üheks põhjuseks oli kaaliumi ja fosfori puudus. Neid elemente vajavad heintaimed kasvuks palju rohkem kui näiteks teraviljad ja puudusel pidurdub heintaimede areng järsult.

Tavaviljeluses jäi saagitõus sõnniku järelmõju ja mineraalväetise koostoime foonil aga tagasihoidlikuks võrreldes ainult mineraalväetisi saanud variantidega. Siin võis mineraal- ja orgaaniliste väetistega antud toitelementide kogus olla juba nii kõrge, et täiendav saagitõus kahe väetise koostoimes jäi minimaalseks. Mineraalväetise otsemõju oli põldheina saagi tõstmisel oluliselt suurem kui sõnniku järelmõju. Sõnniku järelmõjul tõusis näiteks põldheina kuivmassisaak keskmiselt 26% ja mineraalväetise andmisel 90%.



Joonis 1. Põldheina keskmised haljas- ja kuivmassi saagid sõnnikuga väetamisel ja mitteväetamisel 2010.-2014. aastal Kuusiku katsepõllul

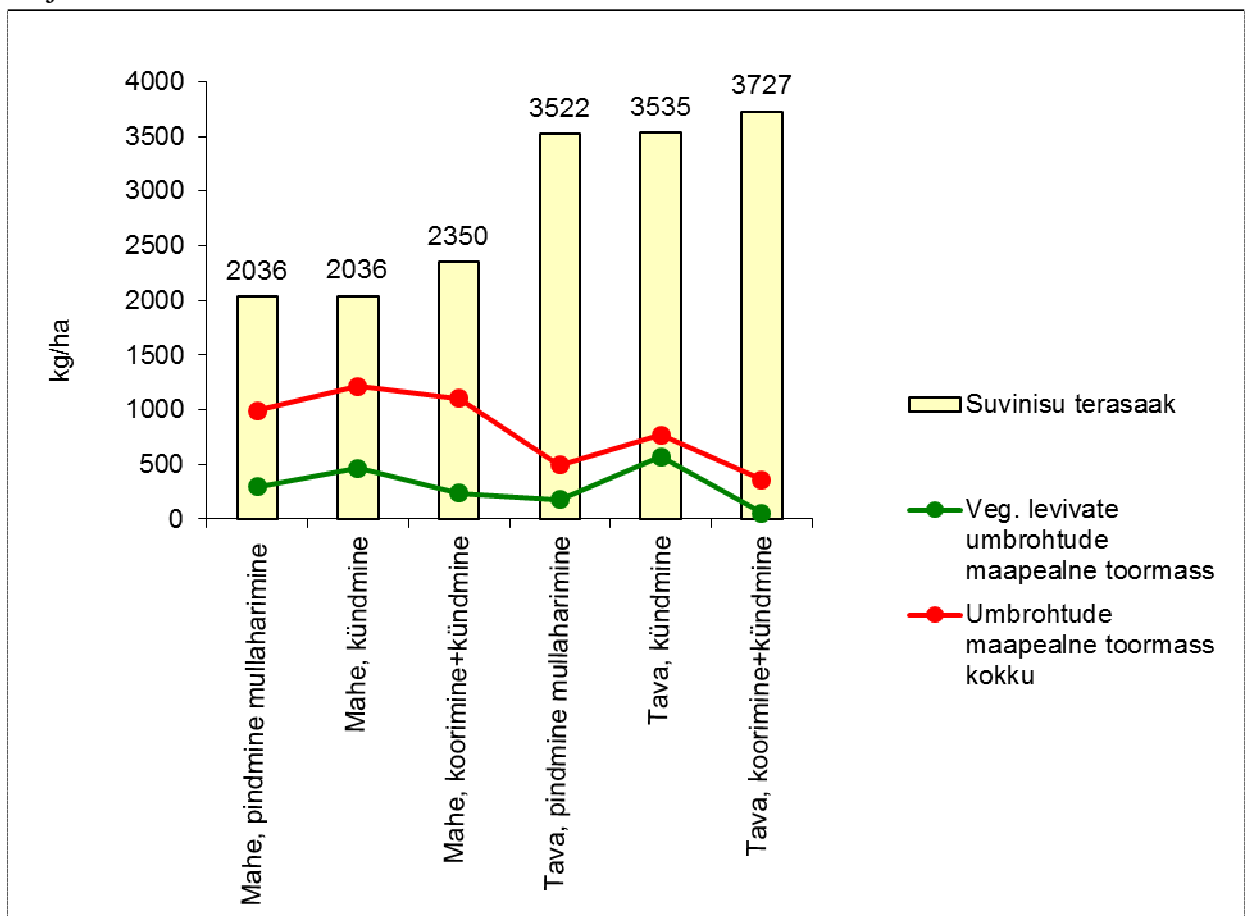


Põldheina saagikus sõltub tugevalt kasvuaasta ilmastikust. Suure saagikuse saamiseks ei tohiks kasvuperioodi jooksul esineda pikemaid põuaperioode ja sademeid peab olema suhteliselt rohkesti.

Mahepõldheina 1. aasta keskmine haljasmassisaak moodustas tavaviljeluse keskmisest haljasmassisaagist 61% ja 2. aastal 37%. Kuivmassisaak moodustas vastavalt 69 ja 41%.

Rotatsiooni jooksul terakultuurides tehtud erinev sügisene mullaharimine (pindmine harimine, ainult kündmine ja tüükoorimine koos künniga) põldheina saagikust järelmõjuna perioodi keskmisena oluliselt ei mõjutanud.

Kaheaastane põldhein suutis katseperioodi jooksul vegetatiivselt levivatest umbrohtudest (VLU) põldohakat, põld-piimohakat, jt suhteliselt edukalt alla suruda, nii et nende maapealne mass jäi järgnevas suvinisus väikeseks kõigis mahe- ja tavaviljeluse variantides (Joonis 2). Lühiealisi umbrohke (LEU) ohjeldas tavaviljeluses suhteliselt tõhusalt herbitsiidiga pritsimine, seetõttu oli nende kuivmass maheviljeluse variantidega võrreldes märgatavalt väiksem. Maheviljeluses ei suudetud suvinisu orase äestamisega LEU osakaalu nii tõhusalt vähendada kui herbitsiidi abil tavaviljeluses. Siiski polnud LEU mass maheviljeluses nii suur, et kultuuride saagikust oluliselt mõjutada.



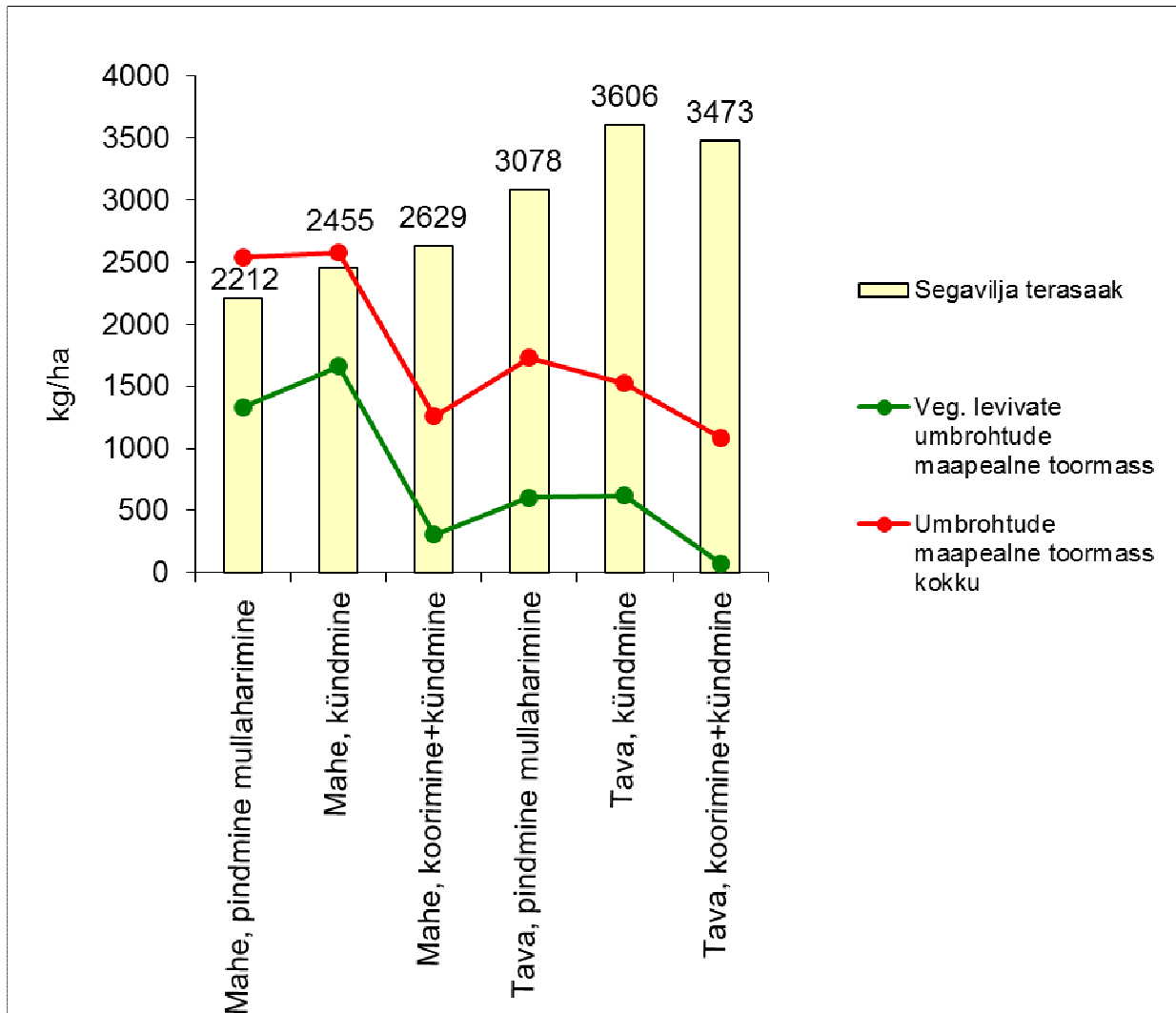
Joonis 2. Suvinisu umbrohtumus ja terasaak pärast põldheina sissekünni 2010.-2014. a keskmisena Kuusiku katsepõllul

Terakultuuri teisel järjestikusel kasvuaastal hakkas segaviljas VLU toormass kahekordse pindmise mullaharimisega ja ainult künniga maheviljeluse variantides üldiselt kiiresti suurenema



(Joonis 3). Pindmisel mullaharimisel hakkas segaviljas ja suviodras levima ka võilill, mida künnivariantides polnud. VLU toormassi kasv jätkus maheviljeluses pindmisel mullaharimisel ja ainult künnil ka segaviljale järgnevas suviodras (Joonis 4), kusjuures eriti oluliselt suurenes VLU mass pindmisel mullaharimisel. Kahekordsel tüükoorimisel koos künniga suudeti aga vegetatiivselt levivad umbrohud kontrolli all hoida nii segaviljas kui ka suviodras kõigil katseaastail nii mahe- kui ka tavaviljeluses. Tavaviljeluses oli tüükoorimise ja künni koosmõjul VLU toormass võrreldes pindmise mullaharimisega keskmiselt 13 korda ja ainult künniga võrreldes 9 korda väiksem ja kogu umbrohtumus vastavalt 4 ja 2,6 korda väiksem. Tüükoorimise ja künni koosmõju tõhusust maheviljeluses näitab ka see, et VLU toormass oli väiksem kui VLU toormass tavaviljeluses pindmisel mullaharimisel ja ainult kündmisel.

Tüükoorimise ja künni koosmõju ülesanne on vegetatiivselt levivate umbrohtude paljunemisorganite väljakurnamine ja LEU seemnete suurem idanemise provotseerimine. Ühekordne künd, samuti pindmine mullaharimine, seda ülesannet ei täida, vaid aitavad hoopis VLU maasiseseid paljunemisorganeid tükeldades paljunemisele kaasa.

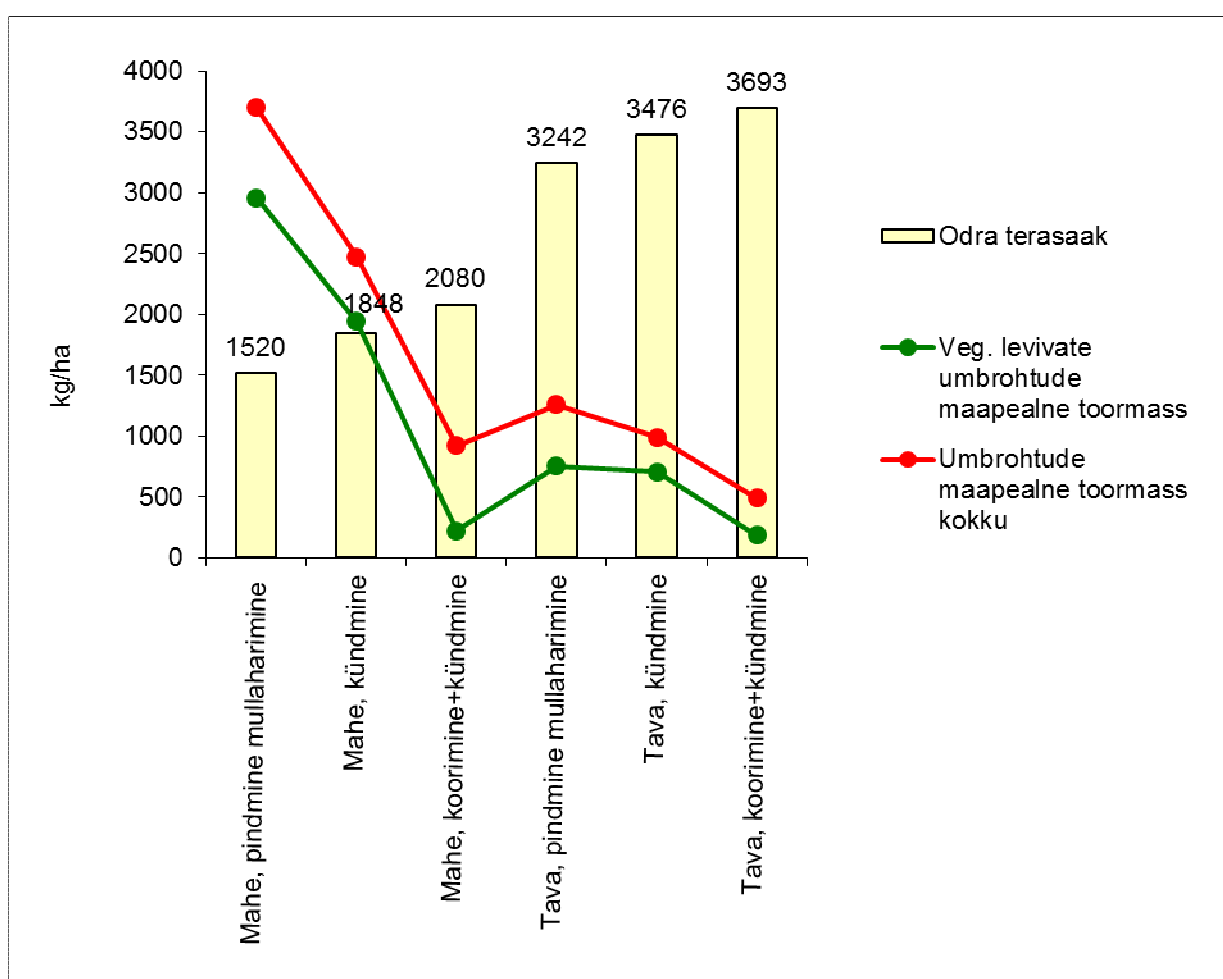


Joonis 3. Segavilja (hernes või suvivikk+kaer) umbrohtumus ning terasaak teisel aastal pärast põldheina sisseküüdi 2010.-2014. a keskmisena Kuusiku katsepõllul



Tüükoorimisel koos künniga variandis ilmselt tendents (statistiliselt usutav PD<sub>05</sub> juures), et VLU allasurumisel kasvab LEU osakaal võrreldes pindmise mullaharimise ja ainult künniga variantidega. Põhjuseks võib olla, et kui VLU alla surutakse, saab LEU rohkem vaba kasvuruumi. Kuid kogu umbrohtumus jäi tänu VLU allasurumisele oluliselt väiksemaks kui teistel mullaharimisviisidel. Suvirodrale allakülvatud põldhein vähendas märgatavalt LEU osakaalu võrreldes teiste terakultuuridega, kus allakülv puudus. Agressiivse kasvuga VLU arengut aga ei suutnud madalakasvuline allakülv allakülv pidurdada.

Tahesõnnikuga väetamise ja mitteväetamise variantide vahel umbrohtude massis olulisi erinevusi ei ilmnunud. Käärinud tahesõnniku hea omadus on see, et enamus umbrohuseemneid kaotavad käärimisprotsessis idanevuse.



Joonis 4. Suvirodra umbrohtumus ning terasaak kolmandal aastal pärast põldheina sissekündi 2010.-2014. a keskmisena Kuusiku katsepõllul

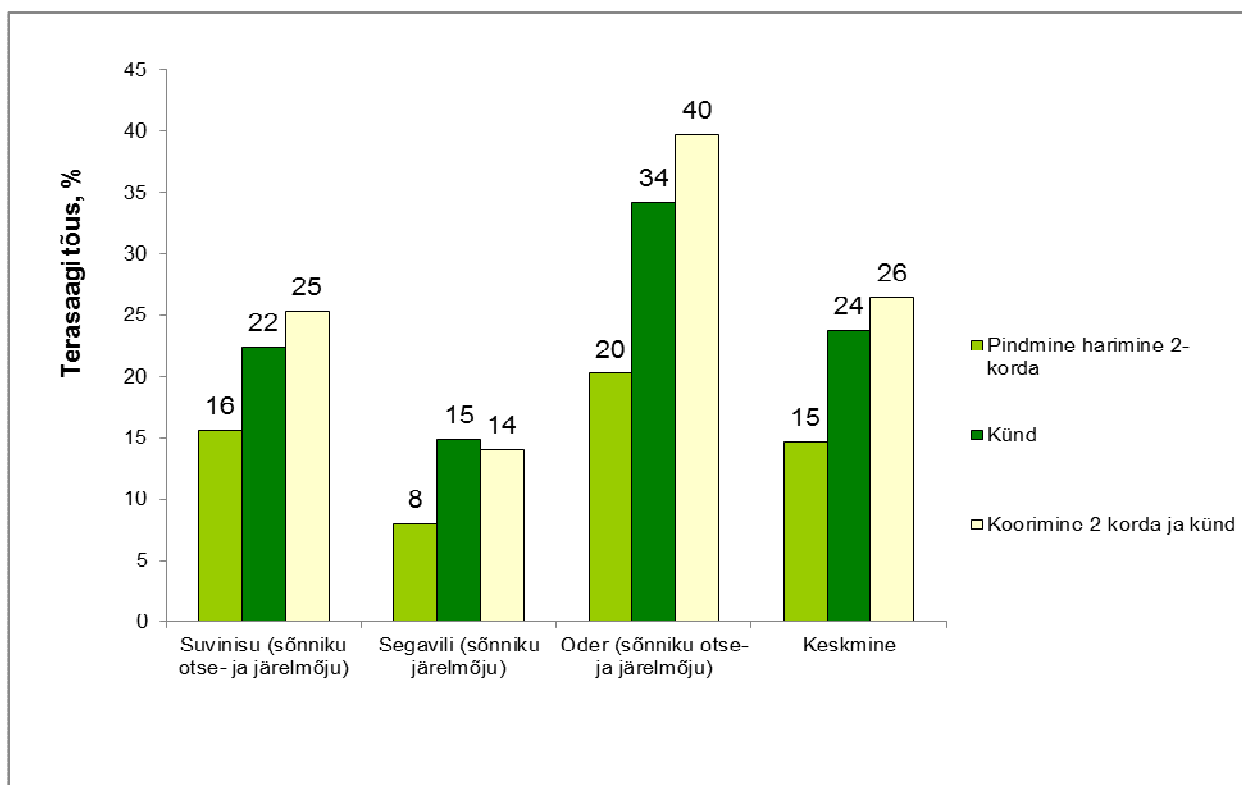
Tüükoorimise ja künni koosmõju variandis oli maheviljeluses ka suurim terasaak. Suvinisul oli terasaak tüükoorimisel koos künniga 15% suurem võrreldes pindmise mullaharimise ja ainult künniga, segaviljas pindmise mullaharimisega võrreldes 20% ja ainult künniga võrreldes 7% suurem, suvirodra aga vastavalt 37% ning 13% suurem. Selle üheks põhjuseks oli oluliselt väiksem umbrohtumus tänu vegetatiivselt levivate umbrohtude allasurumisele. Teiseks põhjuseks tuleb lugeda mulla orgaanilise aine ja mulda viidud taimeosade kiiremat lagunemist tänu intensiivsemale mullaharimisele, mille tõttu vabaneb suurem hulk taimetoitaineid.



Maheviniisu keskmine terasaak moodustas 2010.-2014. perioodil tavaviljeluse terasaagist 60%, segaviljal 72% ning suviodral 52%.

Masinkulud olid 2-kordsel tüükoorimisel koos künniga suuremad kui pindmisel mullaharimisel ja ainult künnil. Need kulud kompenseeris aga saadud suurem terasaak. Pealegi ei tehtud tüükoorimist suviniisu kasvatamise eelselt. Ehk kolme terakultuuri kasvatamisel kooriti vaid kahe aasta sügisel. Nii oli terakultuuride keskmisena kattetulu saadud suurema terasaagi tõttu tüükoorimisel koos künniga ikkagi suurem.

Tahesõnniku mõjul suurenes mullaharimisviiside keskmisena maheviljeluses kõige rohkem suviodra terasaak (Joonis 5). Suviniisu puhul vähendasid sõnniku mõju terasaagile ilmselt põldheina sissekünni järgsel lagunemisel vabanevad toiteelemendid. Segavilja saagitõus oli väiksem, kuna see ei saanud sõnnikut otse, vaid kasutas järelmõju. Mullaharimisviiside võrdluses saadi sõnniku andmisel suurim keskmine terakultuuride saagitõus tüükoorimise ja künni koosmõju foonil (26%). Pindmisel mullaharimisel oli keskmine saagitõus vaid 15%. Kuna sõnnik jääb siin mullaga korralikult segamata, siis vähendab see loomulikult ka sõnniku tõhusust (osa lämmastikku ka lendub). Suurim terasaagi tõus sõnniku mõjul oli suviodral tüükoorimisel koos künniga (40% ehk 690 kg/ha). Väiksem terasaagi tõus oli aga segaviljas pindmisel mullaharimisel (8% ehk 170 kg/ha).



Joonis 5. Külvikorra 1 terakultuuride aastate keskmised saagitõusud tahesõnniku mõjul võrreldes mitteväetamisega maheviljeluses 2010.-2014. aastal Kuusiku katsepõllul

Tavaviljeluses jäi sõnniku mõju mineraalväetiste foonil terasaakidele suhteliselt tagasihoidlikuks.



Terakultuuridest saadi 2010.-2014. a suurim keskmine terasaak (ja proteiinisaldus maheviljeluses segaviljalt – 2432 kg/ha. Suvinisu andis keskmiselt 2141 kg/ha ja suvioder 1816 kg/ha. See näitab, et segavilja kasvatamine maheviljeluses on külvikorras otstarbekas.

### **Kultuuride saagid 2014. aastal**

Punase ristiku rohke põldheina väetamisel anti tavaviljeluse variantides kompleksväetist (N-25, P-15 ja K-60 kg/ha). Norm on arvestatud põldheina keskmise kaaliumitarbe järgi, sest heintaimed on suured kaaliumi tarbijad. Lämmastikuga suudab põldhein end punase ristiku juurtel elutsevate mügarbakterite abil üldiselt ise varustada.

2014. a koristati 1. a põldheinalt 3 niidet ja 2. a põldheinalt 2 niidet. Aasta oli põldheina kasvuks võrrelduna eelnenud aastatega üks soodsaimad. Sademeid ja soojust jagus vegetatsiooniperioodil suhteliselt ühtlaselt ja ka heintaimede talvitumine oli korralik. Pikka põuaperioodi ei esinenud. 1. aasta põldheinalt saadi katseajaloo suurim haljas- ja kuivmassisaak. Nii oli maheviljeluses 1. a põldheina haljasmassisaak keskmiselt 52,39 t/ha ja kuivmassisaak 9,37 t/ha. Tavaviljeluses sai haljasmassi 61,86 ja kuivmassi 10,09 t/ha. 2013. aastal, mis oli heintaimede saagikuselt kehvim katseaasta, jäi maheviljeluses kolme niite kuivmassisaak 1. aasta põldheinale 2,4 korda ja tavaviljeluses 1,6 korda väiksemaks kui 2014. a. Soodne heintaimede kasvuaasta vähendas aga väetamise mõju põldheina saagile. Märkimisväärseid saagivahesid sõnnikuga väetamise järelmõju ja mitteväetamise variantide vahel ei olnud.

2. aasta põldhein oli 2014. aastal punasest ristikust tugevasti hõrenenud ja seda põhjustasid peamiselt punase ristiku kehv talvitumine 2012./2013. aasta talvel ning ühe võrra väiksem niidete arv ädala kehva kasvu tõttu. Kuivmassisaak oli maheviljeluses 5,4 korda ja tavaviljeluses 2,8 korda väiksem võrreldes 1. aasta põldheinaga.

Terakultuuridele kasvuks oli 2014. a soodne sarnaselt 1. a põldheinale. Maheviljeluses saadi suvinisult ja segaviljalt katseajaloo suurim terasaak. Suviodralt saadi maheviljeluses peaaegu sama suur terasaak kui parimal katseajaloo saagiaastal.

Suvinisule 'Mooni' anti tavaviljeluses 2014. aasta kevadel külvi alla kompleksväetist (N-91, P-9, K-54 kg/ha) ja pooltele variantidele lisaks kompleksväetisele tahesõnnikut 30 t/ha (N-156, P-26, K-177 kg/ha.). Maheviljeluses anti pooltele variantidele kevadel samas koguses tahesõnnikut 30 t/ha, pooled variandid jäid väetamata. Suurim suvinisu terasaak saadi nii mahe- kui tavaviljeluses 2014. aastal sõnniku andmise ning tüükoorimise ja künni koosmõju variandis – vastavalt 3195 ja 4614 kg/ha (13% niiskus). Madalaim terasaak saadi maheviljeluses mitteväetamise ja ainult künni koosmõju variandis – 1933 kg/ha. Tavaviljeluses oli madalaim terasaak pindmisel mullaharimisel – keskmiselt 3315 kg/ha, kusjuures sõnniku andmise ja mitteandmise vahel olulist erinevust polnud.

Segavilja (hernes+kaer) väetati tavaviljeluses 2014. aastal kompleksväetisega (N-50, P-5, K-30 kg/ha). Sõnnikut segaviljale ei antud. Suurim segavilja terasaak saadi maheviljeluses 2014. aastal sõnniku andmise järelmõju ning tüükoorimise ja künni koosmõju variandis 3575 kg/ha (13% niiskus). Tavaviljeluses oli saagikaim sõnnikut mittesaanud, kuid kompleksväetisega väetatud tüükoorimise ja künni koosmõju variant – 4388 kg/ha. Madalaimad terasaagid olid nii mahe- kui



ka tavaviljeluses mitteväetamise ja pindmise mullaharimise koosmõju variandis – vastavalt 1992 ja 3227 kg/ha.

Suviotra `Maali´ väetati tavaviljeluses 2014. aastal kompleksväetisega (N-50, P-5, K-30 kg/ha) ja pooli variante lisaks kompleksväetisele tahesõnnikuga 30 t/ha (N-156, P-26, K-177 kg/ha.). Maheviljeluses väetati pooli variante sama sõnnikukogusega, pooled variandid jäid väetamata. Suurim suviotra terasaak saadi maheviljeluses 2014. aastal sõnniku andmise ning tüükoorimise ja künni koosmõju variandis 3160 kg/ha (13% niiskus). Tavaviljeluses oli saagikaim sõnnikuga ja kompleksväetisega väetatud ning ainult küntud variant – 4371 kg/ha. Madalaim terasaak oli nii mahe- kui ka tavaviljeluses sõnnikuga mitteväetamise ja pindmise mullaharimise koosmõjul vari – vastavalt 1370 ja 3591 kg/ha.

### Kattetulu kultuuride külvikorras 1

Kultuuride kattetulude arvestamisel korrutati nende saak müügihindadega ja liideti võimalikud toetussummad (ÜPT, MAHE ja KSM toetus), millest lahutati muutuv- ning masintöökulud. 2014. a põllumajanduskultuuri täiendavat otsetoetust ei makstud ja seda ka ei arvestatud. Masintöökulude leidmisel võeti 2014. a aluseks Eesti Taimekasvatuse Instituudis tehtud vastavad mahe- ja tavaviljeluse kuluarvutused 400 ha suurusele piimatootmisettevõttele (Tamm, 2014). Arvutustes lähtuti Lääne-Euroopa päritolu masinatest. Müügihindadena arvestati 2014. a nii mahe- kui ka tavatootmise puhul tavatootmise novembri keskmisi müügihindu. Suviniisu müügihinnaks oli 167 euro/t, segaviljal ja suviotal 148 euro/t ja närbsilol 27 euro/t. Teraviljapõhk koguti põllult ruloonidesse ning sellele arvestati 2014. a müügihinnaks 15 euro/t. Teraviljade müügihind oli 2014. aastal oluliselt madalam kui mitmel eelneval aastal. Kultuuride kattetulu on arvestatud tava- ja maheviljeluses künnipõhiste variantide kohta, kus tehakse tüükoorimist ja antakse tahesõnnikut või ei anta (Tabel 1).

Tahesõnniku andmisel tehtud kulutused põhjustasid kõigil aastatel suvinisu ja odra kattetulu järsu languse mahe- ja tavaviljeluses, kui võrrelda seda sõnniku mitteandmisega.

2014. a tehtud kalkulatsioonides maksis 30 t/ha allapanuga tahesõnniku laadimine, põllule viimine ja laotamine kokku 241 euro/ha. Samas pole tahesõnnik, võrreldes vedelsõnnikuga, suviteraviljade terasaagi tõstmisel otsemõjuna nii efektiivne, kuna selle mineraliseerumine ja toitainete vabanemine suure kuivainesisalduse tõttu on liivsavimullas suhteliselt aeglane.

Suvinisu ja suviotra väetamise tõttu sõnnikuga jäi 2014. aastal maheviljeluses sõnniku andmisel kattetulu külvikorra välja hektari kohta 32 euro võrra väiksemaks kui sõnnikuta variandis. Terakultuuride keskmine kattetulu hektari kohta jäi maheviljeluses sõnniku andmisel 71 euro võrra väiksemaks kui mitteandmisel.

Tavaviljeluses jäi sõnniku andmisel 2014. a kattetulu külvikorra välja hektari kohta keskmisena 84 euro/ha väiksemaks võrreldes mitteandmisega ja terakultuuridel keskmisena 138 euro/ha väiksemaks.

Tavaviljeluse kattetulu jäi külvikorra välja hektari kohta toetuste maksimise keskmisena 101 euro/ha väiksemaks kui maheviljeluses. Toetuste mitteamistamisel oleks vaid sõnnikuga mitteväetamisel tavaviljeluses kattetulu olnud mõnevõrra suurem kui maheviljeluse Sõnniku





## EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2007 – 2013 2. TELJE PÜSIHINDAMINE

andmisest loobumist ei saa soovitada, kuna sel juhul toimub pikema aja jooksul mulla toiteelementide sisalduse ja üldise viljakuse vähenemine. Tegelikult on uuritav külvikord planeeritud söödakülvikorrana. Sellisel juhul ei realiseerita põllukultuuride saake otse, vaid loomasöödana läbi piima ja liha müügi. Seega moodustavad söödakülvikorras sõnniku andmise kulud osa piima või liha tootmiskuludest. Söödakultuuride suurema saagikuse korral tänu sõnnikule toodetakse hektari kohta ka rohkem liha ja piima. Seega võib sel juhul müüdava piima või lihakoguse tulukus hektari kohta tervikuna suurem olla, võrreldes sõnniku mitteandmisega, mis teeb sõnniku andmise ikkagi põhjendatuks ka ökonoomika poolelt. Lisaks sellele, kui ettevõttes sõnnikut põllule ei antaks, oleks see käsitletav jäätmena ja selle eest tuleks maksta jäätmemaksu.

Tahasõnniku andmine oleks võrreldes mitteandmisega maheviljeluses 2014. a ära tasunud suvinisu müügihinna tasemel alates 350 euro/t ja suviadra puhul alates 300 euro/t.. Tervikuna oli võrreldud variantide kattetulu 2014. a külvikorra välja kohta keskmiselt mõnevõrra suurem kui 2013. a. Selle põhjuseks oli kõrgem kultuuride saagikus 2014. a.



EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2007 – 2013 2. TELJE PÜSIHINDAMINE

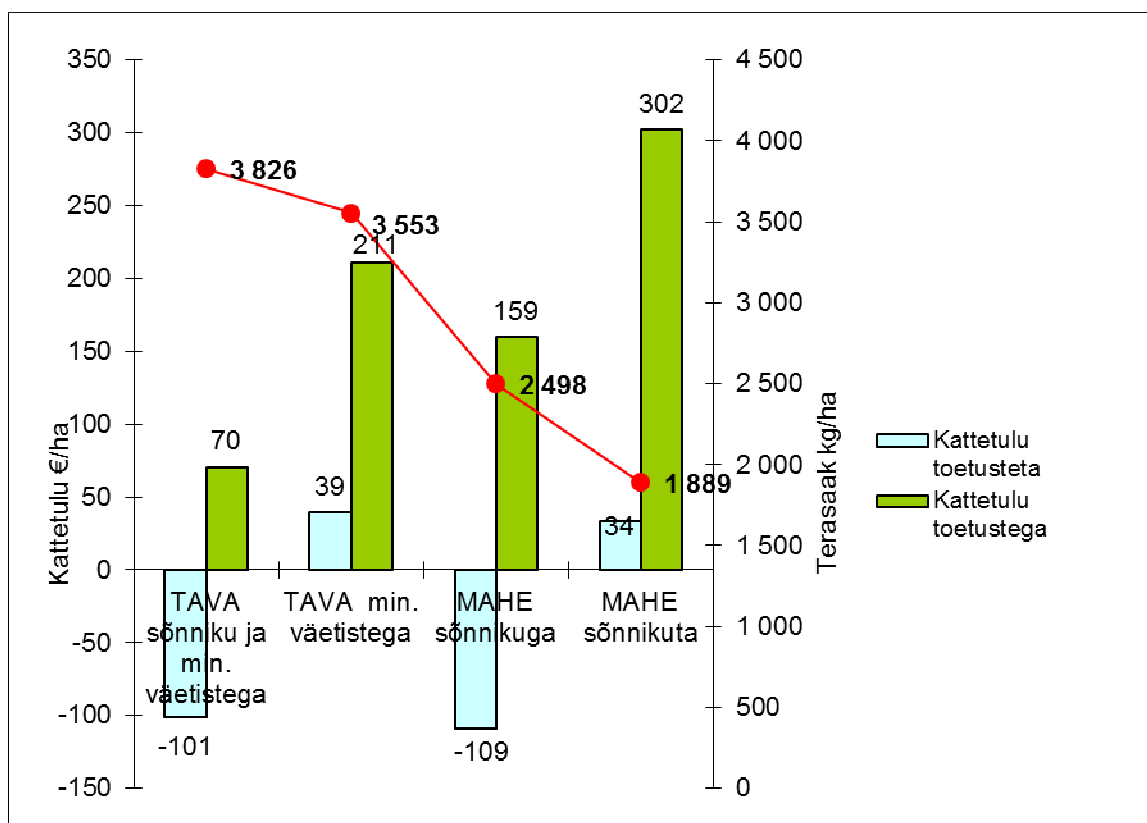
Tabel 1. Külvikorra 1 kultuuride kattetulu, toodangu omahind ja põllumajandustoetuste osakaal kogutulust 2014. aastal

Näitaja	Põldhein 1. a 3-niidet närbsiloks	Põldhein 2. a 2-niidet närbsiloks	Suvinisu	Segavili	Suvioder	Põldheina allakülv	Kultuurid kokku	Keskmiselt külvikorra välja kohta	Teravili keskmiselt
<b>TAVA sõnniku ja mineraalväetisega</b>									
<i>Müüdav silo ja terasaak kg/ha</i>	46 512	17 553	4 404	3 961	4 211	-	-	-	4 192
Kattetulu toetusteta €/ha	644	143	-162	62	-149	-139	399	80	-83
Kattetulu toetustega €/ha	816	315	9	234	22	-139	1 257	251	88
Omahind €/kg	0,01	0,02	0,21	0,15	0,19	-	-	0,12	0,18
Toetuste osakaal kogutulust %	12	27	18	21	21	-	-	20	20
<b>TAVA mineraalväetisega</b>									
<i>Müüdav silo ja terasaak kg/ha</i>	49 363	15 158	4 102	4 118	3 857	-	-	-	4 026
Kattetulu toetusteta €/ha	697	99	34	82	48	-139	821	164	55
Kattetulu toetustega €/ha	868	271	206	254	219	-139	1 679	336	226
Omahind €/kg	0,01	0,02	0,17	0,14	0,14	-	-	0,10	0,15
Toetuste osakaal kogutulust %	11	30	19	20	22	-	-	21	21
<b>MAHE sõnnikuga</b>									
<i>Müüdav silo ja terasaak kg/ha</i>	38 731	11 502	2 985	3 305	3 160	-	-	-	3 150
Kattetulu toetusteta €/ha	601	145	-103	137	-118	-115	546	109	-28
Kattetulu toetustega €/ha	869	413	165	405	150	-115	1 888	378	240
Omahind €/kg	0,01	0,01	0,21	0,12	0,19	-	-	0,11	0,17
Toetuste osakaal kogutulust %	20	46	34	33	35	-	-	34	34
<b>MAHE sõnnikuta</b>									
<i>Müüdav silo ja terasaak kg/ha</i>	39 902	7 302	2 214	2 957	2 270	-	-	-	2 480
Kattetulu toetusteta €/ha	622	70	25	96	8	-115	706	141	43
Kattetulu toetustega €/ha	890	338	293	365	276	-115	2 048	410	311
Omahind €/kg	0,01	0,02	0,16	0,13	0,15	-	-	0,09	0,15
Toetuste osakaal kogutulust %	20	58	41	36	44	-	-	40	40



Toetuste osakaal kogutulust oli maheviljeluses 2014. aastal nagu varemgi tunduvalt suurem kui tavaviljeluses, kuna MAHE toetused olid tunduvalt suuremad kui KSM toetused tavaviljeluses, lisaks olid maheviljeluses ka madalamad saagid (Tabel 1). Keskmiselt moodustasid toetused kogutulust 2014. a ühe külvikorravälja hektari kohta maheviljeluses 37% (2013. a 44%) ja tavaviljeluses 21% (2013. a 25%).

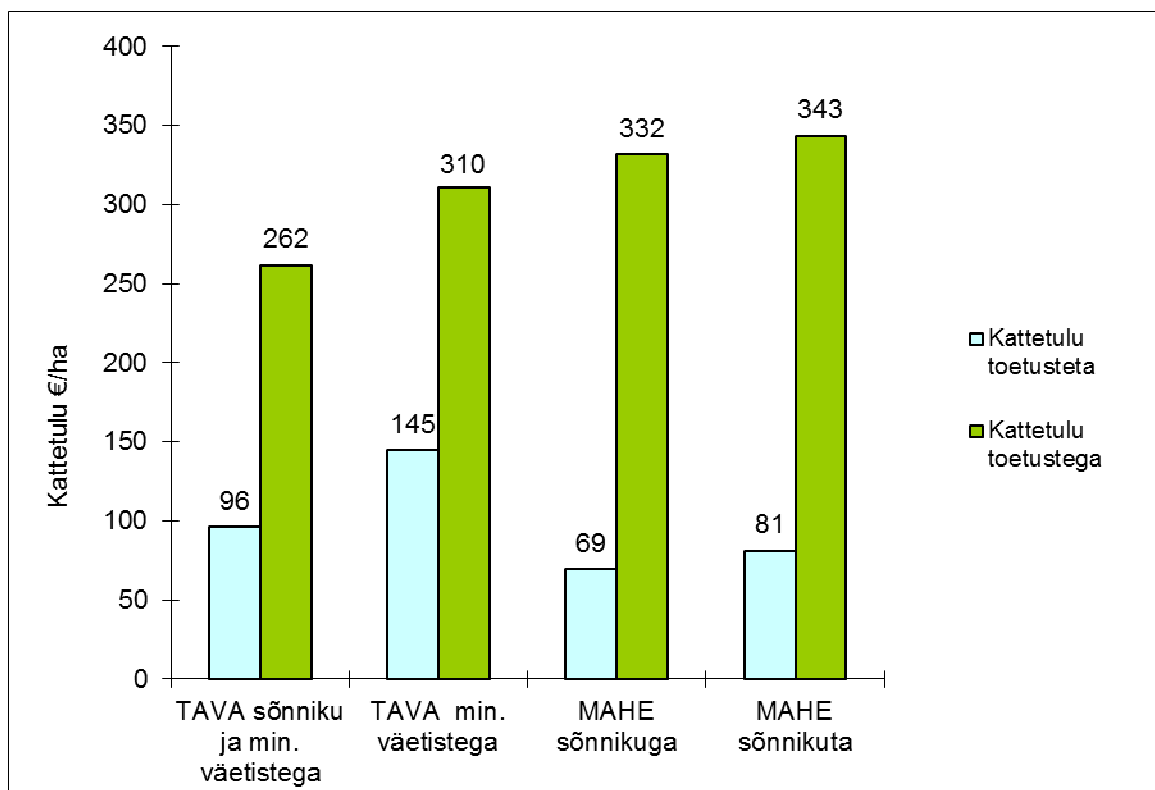
Kuna kultuuride saagid ja kokkuostuhinnad aastate jooksul märkimisväärselt kõiguvad, on sobilik jälgida keskmist kattetulu pikema perioodi kohta. Sõnniku andmisel oli suvinisu ja -odra keskmine kattetulu ilma toetusteta nii mahe- kui ka tavaviljeluses 2010.-2014. a selgelt negatiivne, kusjuures maheviljeluse kahjum oli natuke suurem (Joonis 6). Sõnniku mitteandmisel oli keskmine kattetulu tavaviljeluses selgelt positiivne, maheviljeluses jäi vähesel määral negatiivseks. Kuna mahetootmisel võib saada oluliselt rohkem toetusi, oli suurema toetussumma tõttu tema tegelik kattetulu (toetuste juurdearvestamisel) teraviljade keskmisena tavatootmisest siiski märgatavalt suurem. See näitab, et künnipõhisel harimisel kompenseerib mahetootjale makstav toetuste hulk antud saagitasemetel edukalt teraviljakasvatuse väiksema saagikuse tõttu saadava väiksema tulu võrreldes tavatootjaga.



Joonis 6. Külvikorra 1 suvinisu ja -odra keskmine kattetulu ja terasaak 2010.-2014. aastal Kuusiku katsepõllul

Külvikorras tervikuna antakse sõnnikut kahele kultuurile (suvinisu ja -oder), kolm kultuuri (1. a ja 2. a põldhein ja segavili allakülviga) sõnnikut ei saa. Seega nende puhul sõnniku andmise kulusid ei arvestata. Sõnniku järelmõjuna saadud kultuuride enamsaagid hajutavad aga terve külvikorra kohta sõnniku andmise otsekulusid. Vaadeldes 2010.-2014. a kõigi

külvikorrakultuuride keskmist kattetulu (Joonis 7), on näha, et maheviljeluses on sõnniku andmisel külvikorras tervikuna kattetulu siiski natuke kõrgem kui mitteandmisel ja seda nii toetusteta kui toetustega. Seega sõnniku andmise järelmõjul saadud põldheina ja segavilja enamsaakide arvelt kompenseeriti kokkuvõttes sõnniku andmise kulud. Tavaviljeluses jäi aga külvikorra tervikkattetulu sõnniku andmisel väiksemaks võrreldes mitteandmisega. Siin jäi mineraalväetiste foonil sõnniku tõhusus saakide tõstmisel madalaks ega kompenseerinud kahekordset sõnniku andmist külvikorras. Ilma toetusteta oli külvikorra keskmine kattetulu tavaviljeluses oluliselt kõrgem kui maheviljeluses. Toetuste juurdearvestamisel oli olukord vastupidine.



Joonis 7. Külvikorra 1 keskmine kattetulu ja saak 2010.-2014. a Kuusiku katsepõllul

### Terakultuuridele allakülvatud liblikõieliste haljasväetiste uuring külvikorras 3

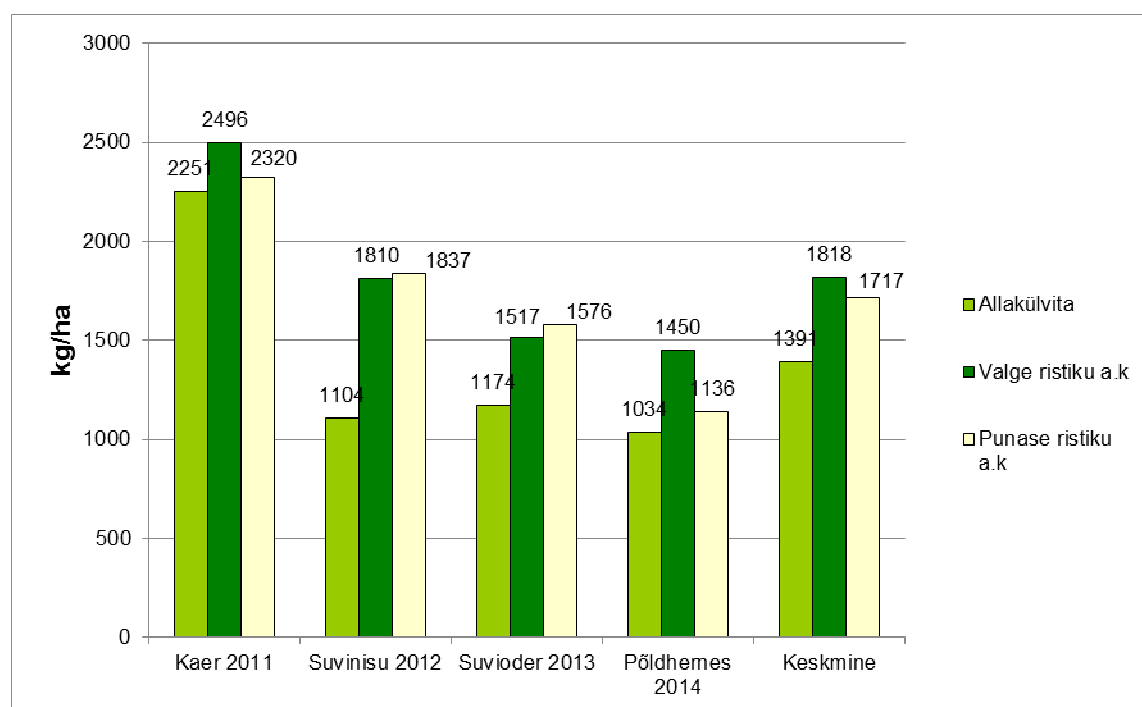
Katses uuritakse terakultuuridele allakülvatud punase ja valge ristiku haljasväetistaimede mõju saagikusele ja mullaviljakusele terakultuuride viljavahelduses. Katset viiakse läbi keskmise sügavusega rähkmullal (keskmine liivsavi). Katsega alustati 2010. a. Igal kevadel tehti kasvatatava teraviljaliigi alla punase ja valge ristiku puhaskülv haljasväetise saamise eesmärgil. Üks variant tehti võrdluseks allakülvita. 2010. ja 2011. a künti pool katsest sügisel (oktoobris-novembris) ja pool järgneva aasta kevadel enne külvi. Talveks sissekündmata haljasväetistaimede eesmärk on taimetoiteelementide sidumine ja säilitamine kevadel külvatavatele teraviljadele.



2011. a olid katsealal kasvanud kaera terasaagid allakülviga variantides vaid vähesel määral kõrgemad võrreldes allakülvita variantiga (Joonis 8). Kaera terasaak oli aga tervikuna oluliselt kõrgem kui järgnevatel teraviljadel. 2012. ja 2013. aastal, kui katses kasvasid vastavalt suvinisu ja -oder, olid allakülviga variantide terasaagid võrreldes allakülvita varianditerasaagiga oluliselt suuremad (vastavalt 65% ja 32%). Ilmselt on liblikõieliste heinataimede lämmastiku mulda sidumise kumuleeruv mõju teisel ja kolmandal aastal olnud suurem kui esimesel teravilja võrdlusaastal. Ilma allakülvita teraviljal ilmneb lisaks lämmastiku puudusele tugevamalt ka teravilja üksteisele järgnevuse kahjulik mõju, mis terasaaki samuti vähendab.

2014. a külvati katsesse põldhernes, kuna mahetaimekasvatuse nõuete järgi peab viljavahelduses olema kindlasti liblikõieline puhaskultuur, juhul kui heintaimede segu ei kasvatata. Ka hernele tehti allakülvid. Siin oli, võrreldes allakülvita variandiga, herne saagikus märgatavalt suurem vaid valge ristiku allakülvi puhul (40%). Punase ristiku allakülvis oli saagitõus vaid 9,9%. Punase ristiku suurem mass võis pidurada herne arengut.

Kultuuride keskmisena ei olnud valge ja punase ristiku allakülvi mõjude vahel saagikusele olulisi erinevusi. Võrreldes allakülvita variandiga, suurendasid ristiku allakülvid haljasväetisena terakultuuride saagikust keskmiselt 27% ehk 377 kg/ha. Kui välistada arvestusest 2011. a, kui ristikute eelnevate aastate kumuleeruvat mõju terakultuuride saagile veel polnud, siis oli terasaagi tõus keskmiselt 41% ehk 451 kg/ha. Seega oli ristikute allakülvide mõju haljasväetisena terakultuuride terasaagikuse tõusule maheviljeluses märkimisväärne.





Joonis 8. Suviteraviljadele allakülvatud liblikoeliste mõju terakultuuride terasaagile 2011.- 2014. a Kuusiku katsepõllul

2012. aastast alates on kogu katseala umbrohtumus aga järsult suurenenud. Eriti märkimisväärselt on kasvanud ohakate osakaal. Umbrohtumuse suurenemisel on olnud kindlasti mõju terasaakide langusele. Kahel viimasel katseaastal on olnud umbrohtumus tugev. See näitab, et allakülvid pole vegetatiivselt levivate umbrohtude tõhusad allasurujad ja suviteraviljad ei suuda sellise viljavahelduse korral nendega pikemat aega konkureerida. Allakülvide või ka põhikultuuri järgselt külvatavate vahekultuuride puhul ei saa sügisel vegetatiivselt levivate umbrohtude väljakurnamiseks teha tüükoorimist koos künniga. Hilisemal tüükoorimisel oleks see võte ebatõhus. See on kindlasti üheks oluliseks põhjuseks, miks katseala viimastel aastatel tugevasti umbrohtus.

Umbrohtumuse suurenemise tõttu loobuti katsealal lõpuks ka kevadkünnist. Esimestel aastatel, kui katses tehti sügis- ja kevadkünni, olid kevadkünnil kõigi variantide terasaagid märgatavalt suuremad – 2011.-2012. a keskmisena 19% võrra ehk 223 kg/ha. Sügiskünni järgsete madalamate terasaakide põhjuseks võib olla toiteelementide suurem väljaleostumine sügisel küntud põlluosalt, kus sisseküntud haljasmass juba sügisel lagunema hakkab.

Umbrohtumuse allasurumiseks tehti katses 2014. a sügisel tüükoorimine koos künniga ja külvati rukis 'Sangaste', mille umbrohtude allasurumise võime on tõhusam.

#### **Maheviljeluses kasutada lubatud väetiste tõhususe uuring külvikorras 4**

Mahetootmise sagedaseks probleemiks on väikesed saagid, kuna pole piisavalt kasutada tõhusatoimelisi väetisi. Tahesõnnikust vabaneb toiteelemente suhteliselt aeglaselt ja nende arvelt saadav saagitõus ei kompenseeri sageli sõnniku laadimis-, veo- ja laotamiskulusid. Taimekasvatustootjatel pole aga sageli võimalik üldse sõnnikut anda. Väetiste puudusel kasutatakse toiteelemente suures osas mullavarude arvelt. Seega on põhjendatud huvi ka maheviljeluses kasutada lubatud mineraalsete väetiste ja orgaaniliste lämmastikväetiste kasutamise vastu, mis oleksid tõhusa toimega ja ühtlasi tasakaalustaksid toiteelementide eemaldamist mullavarudest. Kuna nimetatud väetised on Eesti turule alles jõudnud, otsustati PMK Kuusiku Katsekeskuses rajada maheterakultuuride ja põldheina väetamise katse, et nende tõhusust selgitada toiteelementide bilansi tasakaalustamisel ja saagikuse tõstmisel. Need väetised on tavaviljeluses kasutatavatest mineraalväetistest märgatavalt kallimad, seetõttu pakub huvi ka kultuuride kattetulu.

PMK Kuusiku Katsekeskuses rajati 2012. aastal teraviljade ja põldheina väetamiskatse maheviljeluses kasutada lubatud orgaanilise lämmastikväetisega Monterra Basic 13-0-0 (N 13%) ja mineraalse granuleeritud väetisega Kalisop (kaaliumsulfaat: K 42%, S 18%), mida turustab Eestis Baltic Agro AS. Monterra väetised koosnevad peenestatud taimsest materjalist kokkupressitud 4-5 mm pelletitest. Pelletites kasutatakse melassi, vinassi, kakaod, viinamarjapulpi ja linnaseidusid, luu- ning sulejahu. Monterra väetisi ja Kalisopi peaks saama põllule laotada näiteks tsentrifugaalkülvikuga ja siis kultivaatori või randaaliga mulda viia. Mõlemad väetised on kirjelduste järgi kiiresti lagunevad ja seetõttu sarnased tavaviljeluses kasutatavate mineraalväetistega. 2013. a prooviti Kalisopi Kuusikul külvata ka



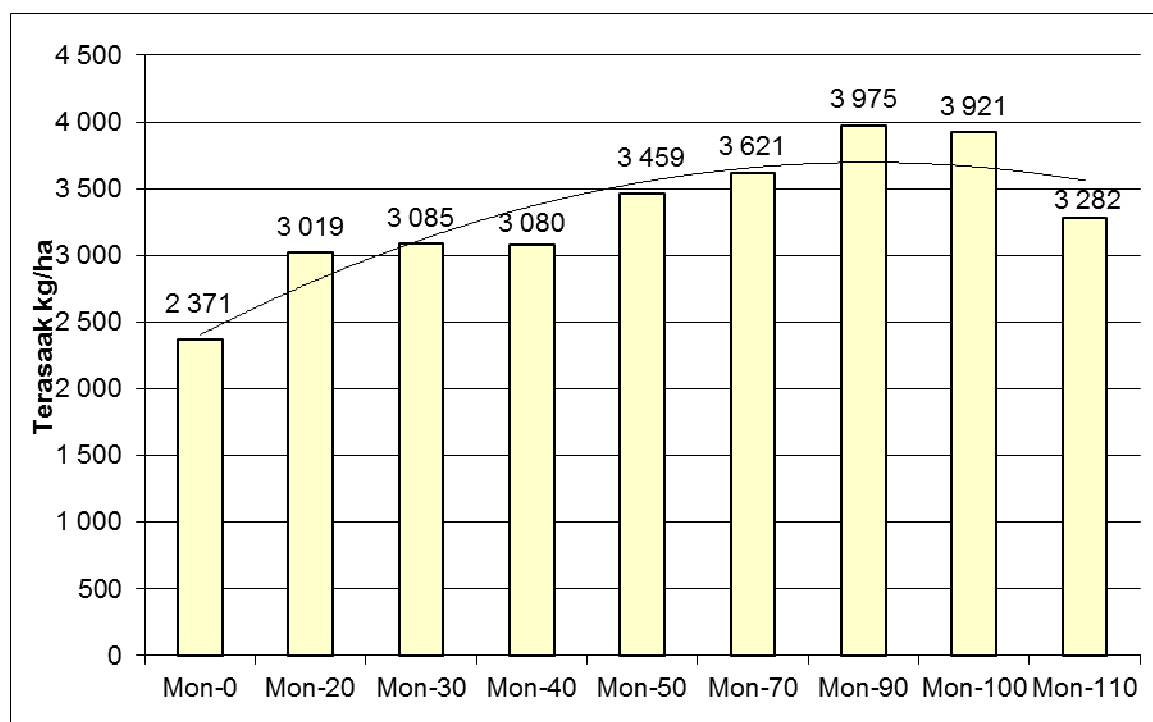
kombikülvikuga ning saavutatud külvikvaliteet oli täiesti rahuldav. Kombikülvikuga ja koos seemnega külvamine peaks tõstma selle väetise tõhusust.

Katses väetati teraviljadest 2012. aastal suvinisu põldheina allakülviga ja 2013. a kaera Monterra ja Kalisopi erinevate normidega (0-110 kg N või K hektarile). Katsepõllu omastatava kaaliumi sisaldus on madal, seega oli kaaliumväetise andmine põhjendatud.

Saagitulemustest selgus, et suvinisu ja kaera terasaagid tõusid (väljaarvatud üksikud erandid) Monterra väetise normi suurenedes, mida kasutatud normide puhul ka eeldati (**\*Number horisontaalteljel näitab N normi kg/ha ja joon saagikuse muutumise trendi**

**Joonis 9).** Üldiselt tõusis teraviljade terasaak mõlemal aastal N-normini 90 kg/ha. Sellest suurema normiga väetades hakkas aga saagitase langema.

Kuna Monterra Basic 13-0-0 müügihind on kõrge (2012. a 690 euro/t, 2013. a juba 810 euro/t), ei tasunuks kattetulude arvestuses väetisenormiga N 90 kg/ha (Monterrat tuleks külvata 692 kg/ha) kasutamine ära ka suvinisu (terasaak 2742 kg/ha) ja kaera (5209 kg/ha) kõrgema hinnaga müümisel (tasuvus alates 450 euro/t)



*\*Number horisontaalteljel näitab N normi kg/ha ja joon saagikuse muutumise trendi*

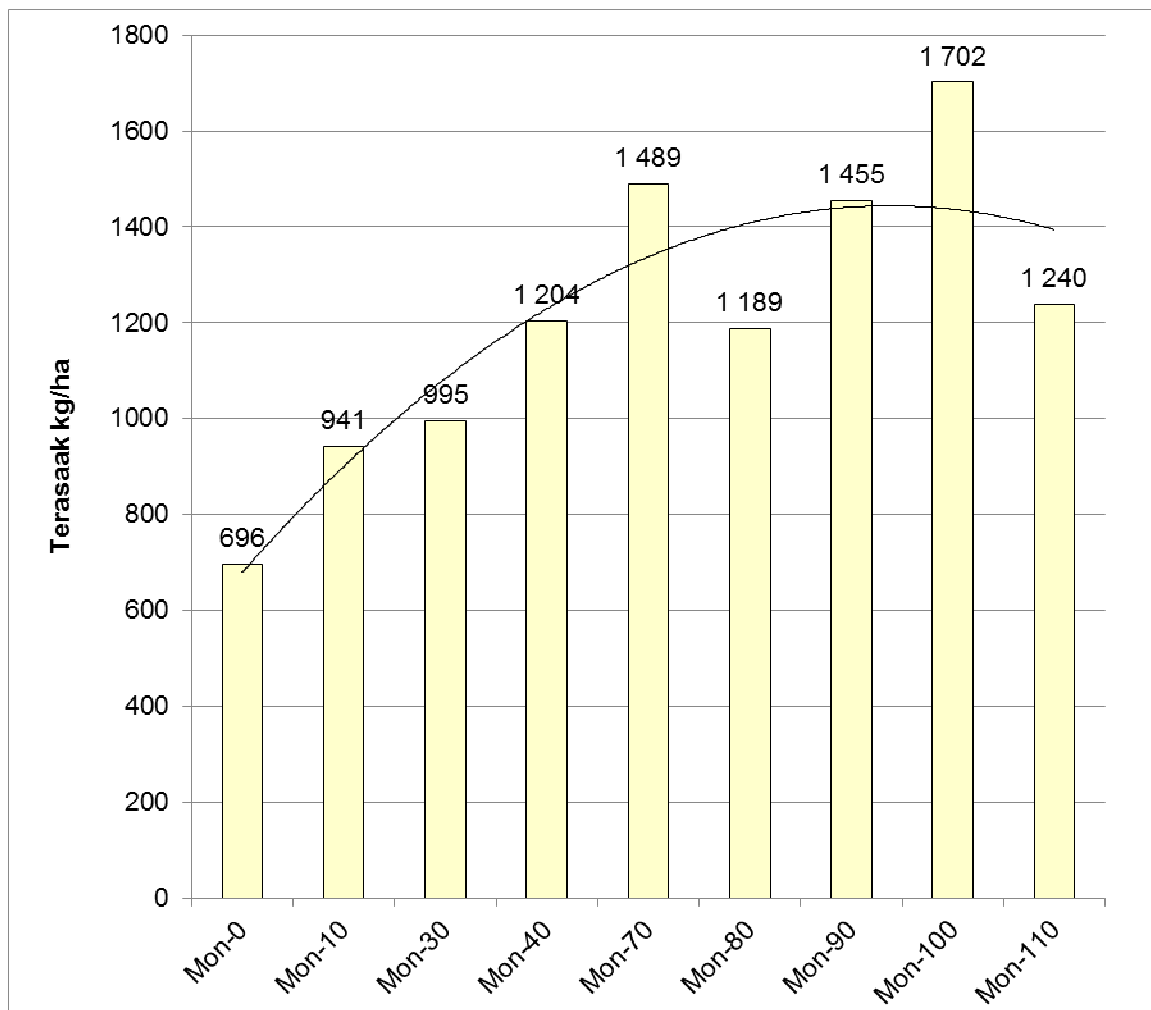
Joonis 9. Monterra Basic 13-0-0 väetisekoguste mõju teraviljade (suvinisu ja kaera) keskmisele terasaagile mahevilljeluses 2012.-2013. a Kuusiku katsepõllul

2013. aasta augustis külvati katsepõllule taliraps ja kevadise kasvu alguses (10. aprill) anti Monterrat ja Kalisopi pealtväetisena. Taliraps talvitus suhteliselt ühtlaselt kogu katse alal ja see eeldas, et väetiste mõju võiks saagikusele tulla ka ühtlasem. Siiski ilmses, et pealtväetamisel on Monterra väetisenormi suurendamisel saagi muutus ebahütlasem kui teraviljadel, kus väetis sai mulda segatud. Rohkem oli selliseid väetisenorme, mille kasutamisel



oli saagikus suurema normiga väetades väiksem kui väiksema normiga väetades. Neid erandeid mitte arvestades avaldus siiski ka siin trend, et väetisnormi suurenemisel saagikus tõuseb. Kõrgeim talirapsi terasaak saadi lämmastiku andmisel 100 kg/ha – 1702 kg/ha (\*Number **horisontaalteljel näitab N normi kg/ha ja joon saagikuse muutumise trendi**

**Joonis 10).** Saagitõus väetamata variandiga võrreldes oli 2,4 kordne. Kattetulu arvestus aga näitas, et väetamine tasunuks ära alates müügihinnast 620-630 euro/t.



\*Number horisontaalteljel näitab N normi kg/ha ja joon saagikuse muutumise trendi

Joonis 10. Monterra Basic 13-0-0 väetisekoguste mõju talirapsi keskmisele terasaagile mahevilljeluses 2014. a Kuusiku katsepõllul

Suvinisu, kaera ja talirapsi väetamisel Kalisopi erinevate normidega (K 0-110 kg/ha) ei ilmnenu olulisi erinevusi ega selget terasaagitõusu väetisnormi suurenemisel ühelgi aastal. Samas mõjus Kalisop 2012. a tõhusamalt suvinisule allakülvatud ristikurohkele põldheinale. Põldhein kasvas väetamisel suvinisust üle ka mõõdukate väetise normide andmisel. Heintaimedel tegelikult ongi teatavasti suur kaaliumi tarbimise võime.





## Kokkuvõte kompleksuuringust

### Umbrohtumus ja saaginäitajad külvikorras 1

- Kaheaastane põldhein suutis külvikorras vegetatiivselt levivatest umbrohtudest ohakad suhteliselt edukalt alla suruda, nii et tervikuna oli vegetatiivselt levivate umbrohtude maapealne mass järgnevas suvinisus kõigil aastatel suhteliselt väike.
- Kui terakultuuride põldudel tehti maheviljeluses pindmist mullaharimist või ainult künti ega tehtud enne künti tüükoorimist, suurenes vegetatiivselt levivate umbrohtude osakaal üldiselt juba teisel aastal peale põldheina sissekünti märkimisväärselt. Kahekordsel tüükoorimisel koos künniga suudeti maheviljeluses vegetatiivselt levivad umbrohud kontrolli all hoida. Terasaagid olid siin märgatavalt suuremad kui teiste mullaharimiste puhul – maheviljeluses 2010.-2014. a keskmiselt 17% (335 kg/ha) ja tavaviljeluses 6,5% (221 kg/ha). Tahesõnniku andmine umbrohtumust oluliselt ei mõjutanud.
- Tahesõnniku järelmõjul tõusis põldheina saak katseperioodi jooksul (2010-2014) maheviljeluses märgatavalt võrreldes sõnniku mitteandmisega – kuivmassisaak 1. a põldheinal 21% ja 2. a põldheinal 50%. Mineraalväetise otsemõju põldheina saagikusele oli oluliselt suurem sõnniku järelmõjust – sõnniku järelmõjul tõusis põldheina kuivmassisaak keskmiselt 26% ja mineraalväetise andmisel 90% 2. aasta põldheina saagikus oli oluliselt väiksem kui 1. aasta põldheinal, eelkõige punase ristiku märkimisväärse väljamineku tõttu. Tugevasti kiratses punane ristik mitteväetamisel maheviljeluses. Seega ei piisa ristiku korralikuks kasvuks vaid õhulämmastikust, vaid on vaja ka piisavalt fosforit ja kaaliumi.
- Tahesõnniku otse- ja järelmõjul tõusid 2010.-2014. a terakultuuride terasaagid maheviljeluses keskmisena pindmisel mullaharimisel 15%, ainult kündmisel 25% ja tüükoorimisel koos künniga 26%. Pindmisel mullaharimisel jäi osa sõnnikut mullaga segamata, mis vähendas sõnniku mõju saagikusele. Tavaviljeluses jäi sõnniku mõju mineraalväetiste foonil terasaakidele suhteliselt tagasihoidlikuks. Terakultuuridest sai 2010.-2014. a keskmisena suurima terasaagi maheviljeluses segavili (hernes või vikk ja kaer), mis oli 12% suurem kui suvinisul ja 25% suurem kui suviodral. Ka proteiinisaldus oli segavilja terades kõrgem. Seega sobib segavili maheviljelusse hästi. Mahesuviniisu keskmine terasaak moodustas tavaviljeluse terasaagist 2010.-2014. a 60%, segaviljal 72% ning suviodral 52%. 1. a mahepõldheina kuivmassisaak moodustas tavaviljeluse 1. a põldheinasaagist keskmiselt 69% ja 2. a põldhein 41%.



- Maheviljeluses saadi 1. a põldheinalt, suvinisult ja segaviljalt 2014. a katseajaloo suurim terasaak. Suviodralt saadi maheviljeluses peaaegu sama suur terasaak kui primal katseajaloo saagiaastal. Suurim suvinisu, segavilja ja suviodra terasaak maheviljeluses saadi 2014. a sõnniku andmisel tüükoorimise ja künni koosmõju variandis – vastavalt 3195, 3575 ja 3160 kg/ha (13% niiskus). Väikseim terasaak oli suvinisul mitteväetamisel ainult küntud variandis – 1933 kg/ha, segaviljal ja suviodralt mitteväetamisel pindmise mullaharimise variandis – vastavalt 1992 ja 1370 kg/ha. 1. a põldheina kuivmassisaak oli 9,37 t/ha.

### **Kattetulu külvikorras 1**

- 2014. aastal oli kultuuride kattetulu (külvikorras 1) peamiselt suurema saagikuse tõttu kõrgem kui 2013. aastal, kuigi terakultuuride müügihind oli madalam – keskmiselt 140 euro võrra hektari kohta toetuste maksmise korral. Maheviljeluse kattetulu ületas tavaviljeluse kattetulu samuti 140 euro võrra.
- Toetused moodustasid 2014. aastal külvikorra teraviljade kattetulust olulise osa – maheviljeluses (sõnniku andmise ja mitteandmise keskmisena) 37% ja tavaviljeluses 21%.
- Tahesõnniku andmisel jäi suvinisu ja odra kattetulu 2014. aastal sarnaselt varasematele aastatele väiksemaks kui mitteandmisel, seda nii mahe- kui ka tavaviljeluses. Tahesõnniku laadimine, vedu ja laotamine on suhteliselt kulukas (uuringus keskmiselt 241 euro/ha). Terasaagitõus ja selle eest saadav müügitulu ei olnud piisavalt suur kompenseerimaks kulutusi sellises mahus, et kattetulu oleks sõnniku andmisel ületanud kattetulu sõnniku mitteandmisega võrreldes. Mullaviljakuse languse tõttu ei saa sõnniku andmisest põllule aga loobuda. Kuna külvikord on tegelikkuses sobivam söödatootmisele, kanduvad sõnniku andmisega tekkivad lisakulud üle piima ja liha tootmiskuludesse. Sõnniku arvelt saadud suurema saagiga toodetakse suurem kogus piima ja liha. See aga võib kokkuvõttes sõnniku andmise kulud kompenseerida. Pealegi tuleb sõnniku põldudele mitteviiamise korral maksta selle eest jäätmetasu, kuna ta on siis käsitletav jäätmena.
- Viie aasta keskmisena (2010-2014) oli kogu külvikorra keskmine kattetulu sõnniku andmise korral maheviljeluses aga natuke suurem kui mitteandmisel (vastavalt 332 ja 327 euro/ha). Seega said tahesõnniku andmise otsekulud (suvinisule ja -odrale) siiski kompenseeritud teiste kultuuride (põldhein ja segavili) sõnniku järelmõjul saadud suuremate enamsaakide arvelt.
- Allapanuga tahesõnniku andmine tasunuks otsekuluna maheviljeluses ära alates suvinisu müügihinnast 350 euro/t ja suviodra müügihinnast 300 euro/t.

### **Terakultuuridele allakülvatud liblikõieliste haljasväetiste tõhusus**

- Kaerale, suvinisule, suviodralt ja põldhernele allakülvatud punase ja valge ristiku haljasväetiste mõjul suurenes (2011-2014 perioodil) kultuuride terasaak oluliselt haljasväetisteta variantide suhtes – 27% ehk 377 kg/ha. Välistades arvestusest 2011. a, kui ristikute eelnevate aastate kumuleeruvat mõju terakultuuride saagile veel polnud, oli terasaagi tõus keskmiselt 41% ehk 451 kg/ha. 2012. a alates tõusis aga katsealal järsult ohakate jm umbrohtude osakaal, mis põhjustas ka saagilangust. Allakülvid pole vegetatiivselt levivate umbrohtude tõhusad allasurujad.



## EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2007 – 2013 2. TELJE PÜSIHINDAMINE

- Kevadkünni järel olid teraviljade terasaagid märgatavalt suuremad kui sügiskünni järel – keskmiselt (2011. ja 2012. a) 19%. Umbrohtumuse kasvu tõttu loobuti 2012. a alates kevadkünnist. Sügiskünni järgsete madalamate terasaakide põhjuseks võib olla toiteelementide suurem väljaleostumine sügisel küntud põlluosalt, kus sisseküntud haljasmass juba sügisel lagunema hakkab.

### Maheviljeluses kasutada lubatud väetiste tõhusus

- Suvinisu ja kaera terasaak tõusis 2012.-2013. a maheviljeluses kasutada lubatud orgaanilise väetise Monterra Basic 13-0-0 põllule laotamisel ja mullaga segamisel väetisnormini N-90 kg/ha, mille järel hakkas langema. Keskmisena saadi väetisnormiga N-90 kg/ha võrreldes mitteväetamisega suviteraviljade enamsaaki 68% (1604 kg/ha). Terasaak oli siis keskmiselt 1702 kg/ha. Väetise kõrge müügihinna tõttu oleks väetamine tasunud alates müügihinnast 450 eurot/t.
- 2014. a väetati Monterra ja Kalisopiga talirapsi pealtväetisena kevadise kasvu alguses. Kõrgeim talirapsi terasaak saadi lämmastiku normil 100 kg/ha (1702 kg/ha). Saagitõus väetamata variandiga võrreldes oli 2,4 kordne. Kattetulu arvestus aga näitas, et kõrge väetise hinna tõttu (810 euro/t), tasunuks väetamine ära alles alates rapsi müügihinnast 620-630 euro/t.
- Maheviljeluses kasutada lubatud kaaliumi ja väevli mineraalväetisega Kalisop väetamisel oli terasaagitõus tagasihoidlik kõigi kultuuride puhul. Väetise tõhusust nisule vähendas ka allakülvatud põldheina ülekasv nisust, mis näitas, et kaaliumväetiste andmisel heintaimede allkülvidele tuleb olla ettevaatlik.