



KOMPLEKSUURING MAHE- JA TAVAVILJELUSEST

Töö teostaja: Põllumajandusuuringute Keskuse põllumajandusuuringute büroo

Kompleksuuringuga alustati PMK Kuusiku katsekeskuses 2003. aastal. Uuring on pikaajaline. Selgitatakse mitmete maaviljeluslike võtete (mullaharimine, külviaeg, orgaanilise ja mineraalväetise 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, mullaorganismide tegevus, umbrohtumus, kultuuride saak ja saagikvaliteet ning kultuuride kattetulu jm. Eeltoodud näitajate kohta kogutakse andmeid vastavalt meetodikale erineva pikkusega uurimissammuga.

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

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

Uuringuala põhiosa paikneb keskmise liivsaviilõimisega rähkmullal. Rähkmuld on üks enam levinud mullatüüp Põhja-Eesti ja Saaremaa põllumajandusettevõtetes, ülejäänud piirkondades leidub seda vähem. Künnikihi omastatava fosfori ning kaaliumi sisaldus (Melich-3 järgi) oli katse algusperioodil keskmine ja mikroelementide sisaldus madal, pH on valdavalt neutraalne (ühel külvikorralväljal nõrgalt happeline). Humusesisaldus (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, SAAGINÄITAJAD JA KATTETULU PÖLDHEINAROHKES SÖÖDAKÜLVIKORRAS

Külvikord on planeeritud söödakülvikorrana ja seal on olnud järgnev viljavaheldus: põldhein 1. a – põldhein 2. a – suvinisu – segavili (hernes + kaer) – suvioder allakülviga. 2014. ja 2015. a algas külvikorras uus kultuuride rotatsioon. Maheviljeluses on see 3. järjestikuseks rotatsiooniks ja tavaviljeluses 2. rotatsiooniks.



2016. aastal viidi külvikorda sisse ka uus katsefaktor – maheviljeluses kasutada lubatud kaaliumirikka mineraalväetisega väetamine. Nimelt on eelneva katseperioodi jooksul K-bilanss olnud osal katsealal mitteväetamise tõttu märkimisväärselt negatiivne ja omastatava K sisaldus künnikihis on langenud keskmisest kaaliumitarbe vajadusest suure kaaliumitarbe vajaduseni. PMK mullaseire tulemused (2007-2012) näitavad mahetootjate põllumaal samasugust tendentsi. Viie aasta jooksul tõusis omastatava K poolest vaeste muldade osakaal 51%-lt 57%-ni ja omastatava K-sisaldus vähenes künnikihis 8,4%. Tootjate e-uuringust selgus, et suurt osa mahepõldudest ei väetata ja peamiselt sõnniku puuduse tõttu. Seega on põhjust selgitada, kas K-mineraalväetise andmisega saab K-bilansi maheviljeluses külvikorra põldudel tasakaalustada ja hoida ära jätkuva K-sisalduse languse mullas. Teiselt poolt on seoses maheväetiste turule tulekuga suurenenud ka vajadus hinnata nende tõhusust saagikuse tõstmisel ja analüüsida maheväetiste majanduslikku tasuvust külvikorras.

2. a põldheina katsepõld künti terves ulatuses ümber suvinisu külvi eelselt kevadel, kusjuures poolele osale põllust anti künnieelselt ka tahesõnnikut. Suvinisu ja segavilja põld künti (osa künnile eelneva tüükoorimisega) või hariti pindmiselt peale kultuuri koristamist sügisel. Poolele osale koristatud segavilja põllust anti sügisel järgneva aasta suviadra tarbeks künni või pindmise harimise eelselt tahesõnnikut. Seetõttu käsitletakse edaspidistes alaosades sõnnikuga väetamist suvinisule ja suviadrade otsemõjuna, põldheina ja segavilja puhul järelmõjuna. Terasaagid on arvestatud 13% niiskusega ja need on eelnevalt puhastatud ning sorteeritud.

Põldhein 2016. aastal

Põldheina saak koguti 2016. a kahe niitena. Käesolevas külvikorra rotatsioonis koristatakse igal aastal kaks niidet, kuna eelmises rotatsioonis ilmses, et kui koristada põldheinalt kolm niidet, jääb maheviljeluses põllu P ja K bilanss rotatsioonis viie aasta keskmisena negatiivseks ka sõnnikuga (2 korda 30 t/ha) väetamise korral. Niidete vähendamisel kolmelt kahele on aga võimalus osa toitaineid sügisel koristamata massiga põllule jätta ja nii bilanssi tasakaalustada. Kolmanda niite saak on tavaliselt suhteliselt väike ega mõjuta oluliselt saadavat söödakogust.

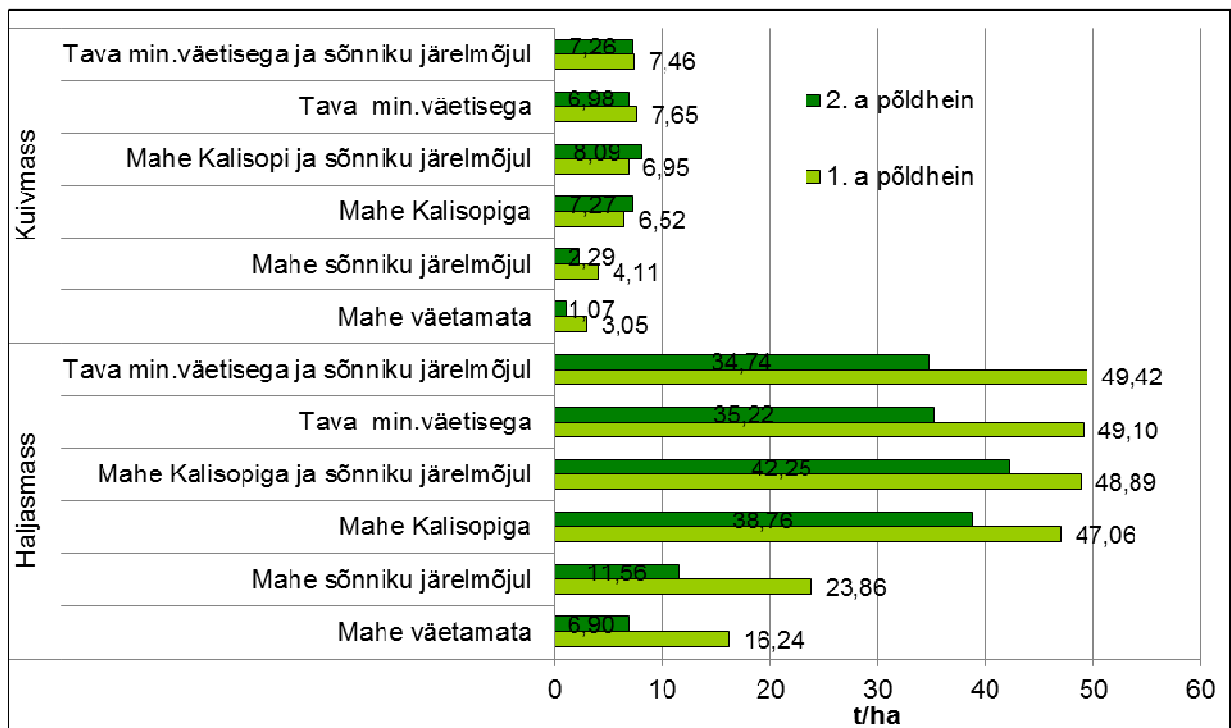
Põldheina saagikus sõltub tugevalt kasvuaasta ilmastikust. Suure saagikuse saamiseks ei tohiks kasvuperioodi jooksul esineda pikemaid põuaperioode ja sademeid peab olema suhteliselt rohkesti. Mai kuus oli pikem põuaperiood, mille tõttu jäi 4. juunil koristatud 1. niite saagikus kogu katseperioodi (2004-2016) madalaimaks. Väetamata maheviljeluse variantides jäi heintaimede kõrgus isegi väiksemaks kui 10 cm. Vegetatsiooni teine periood oli aga sademete rikas ja 2. niite saagikus (27. juulil) oli väetatud katsealal kõrge. Tavapõldheina kahe niite kogusaak oli 2016. a ligikaudu sama suur kui 2015. a ja mahepõldheinal (ilma Kalisopita) väiksem kui 2015. a.

Tahesõnniku järelmõjul suurenes 2016. aastal 1. a põldheina kahe niite haljasmassisaak maheviljeluses võrreldes sõnniku mitteandmisega 47% (7,62 t/ha) ja kuivmassisaak 35% (1,06 t/ha) (joonis 1). 2. aasta mahepõldheina haljasmassisaak tõusis sõnniku järelmõjul 68% (4,66 t/ha) ja kuivmassisaak üle kahe korra (1,22 t/ha). Eeltoodud mahevariantides oli 1. a põldheina saagikus üldiselt kaks korda suurem kui 2. a põldheinal.



Ühele osale mahepõldheinast anti (13. aprillil) ka mahepõllumajanduses kasutada lubatud mineraalväetist Kalisop 145 kg/ha (K-60 ja S-26 kg/ha). Väetise mõjul tõusis 1. a mahepõldheina haljasmassisaak keskmiselt 139% (27,93 t/ha) ja kuivmassisaak 88% (3,16 t/ha) võrreldes mahevariantidega, kus Kalisopi ei antud. 2. a mahepõldheina haljasmassisaak tõusis Kalisopi mõjul keskmiselt koguni 339% (31,28 t/ha) ja kuivmassisaak 357% (6 t/ha). Seega oli Kalisopi mõju mahepõldheina saagikusele kõrge. Kalisopi ja sõnniku järelmõju variandi põldheina saagikus oli samas vaid vähesel määral suurem kui ainult Kalisopiga väetatud variandi põldheina saagikus.

Tavaviljeluses anti mineraalväetisega N-15, P-13 ja K-60 kg/ha. Põldheina saagikus tavaviljeluses sõnniku järelmõju ja mineraalväetise koostoime variandis praktiliselt ei erinenud ainult mineraalväetisi saanud variandist. Seega sõnniku järelmõju põldheina saagile mineraalväetiste foonil praktiliselt ei ilmnunud. Selline olukord on olnud üldiselt ka varasematel aastatel. Samuti polnud olulisi saagierinevusi tavaviljeluse ja Kalisopiga väetatud variantide põldheina saagi vahel. 2. a aasta põldheina haljasmassisaak oli tavaviljeluses isegi mõnevõrra väiksem kui Kalisopiga väetatud mahevariantides.



Joonis 1. Põldheina haljas- ja kuivmassi kahe niite kogusaagid 2016. aastal Kuusiku katsepõllul

Kalisopiga väetamata mahepõldheina 1. aasta keskmine haljasmassisaak moodustas tavaviljeluse keskmisest haljasmassisaagist 2016. a 41% ja 2. aasta põldheinal vaid 26%. Kuivmassisaak moodustas vastavalt 47 ja 24%. Mahepõldheina 1. aasta haljasmassisaak eelmise rotatsiooni keskmisena (2010.-2014. a) moodustas tavaviljeluse keskmisest haljasmassi saagist aga 61% ja 2. aasta põldhein vaid 37%. Kuivmassisaak moodustas vastavalt 69 ja 41%.



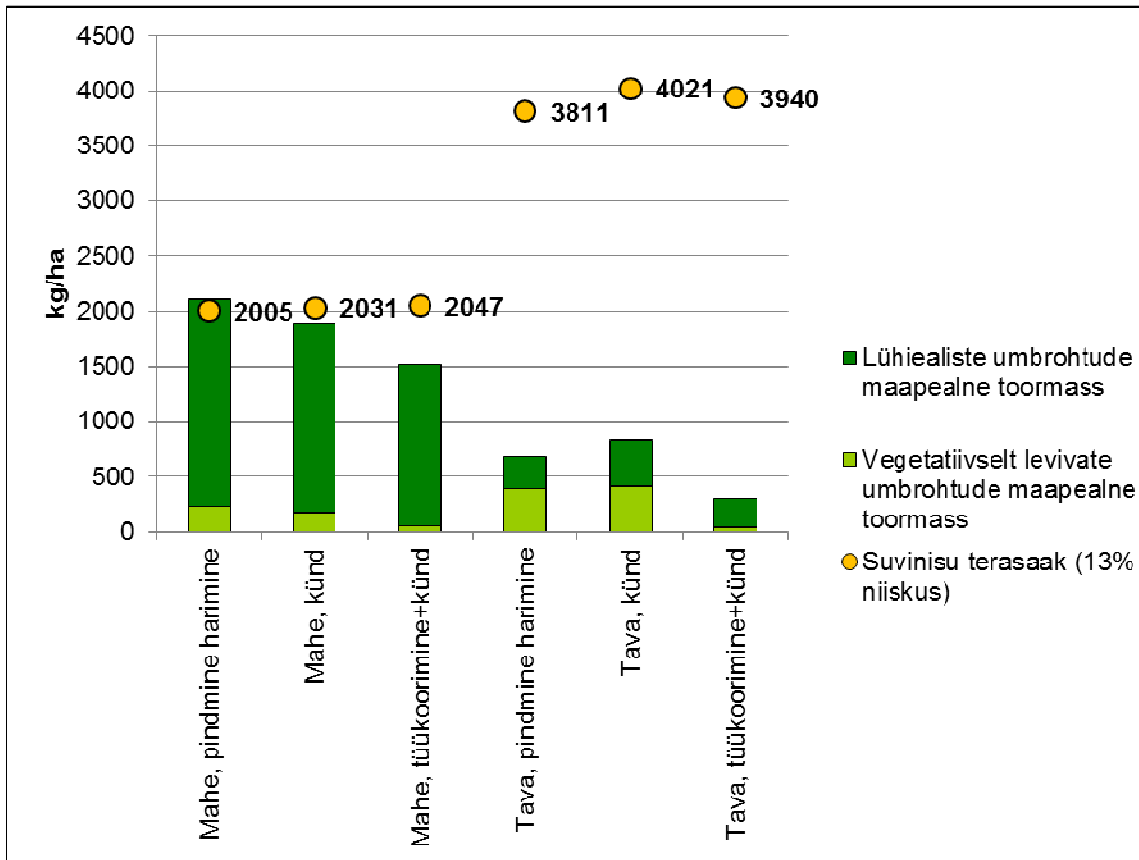
Kalisopiga väetamata mahepõldheina 1. aasta keskmine haljasmassisaak moodustas Kalisopiga väetatud mahepõldheina keskmisest haljasmassisaagist aga 42% ja 2. aasta põldheinal vaid 23%. Kuivmassisaak moodustas vastavalt 53 ja 22%.

Kalisopiga väetatud mahepõldheina toorproteiinisisaldus oli suurem kui tava- ja ilma Kalisopita mahepõldheinal. Nii oli Kalisopiga väetatud 1. a põldheina keskmine toorproteiinisisaldus 18,7%, tavaviljeluses 17,9% ja maheviljeluses ilma Kalisopita vaid 13,2%, 2. a põldheinal vastavalt 17,4%, 14,8% ja 12,6%. Sõnniku järelmõju põldheina proteiinisisaldusele oli aga väike.

Terakultuuride umbrohtumus ja selle mõju terasaagile 2016. aastal

Selles alajaotises on umbrohtumuse ja saagi andmed esitatud sõnniku andmise ja mitteandmise variandi keskmisena, kuna tahesõnnikul puudus märkimisväärne mõju umbrohtumusele. Maheviljeluses uue faktorina katsesse sisse viidud Kalisopiga väetatud variante pole antud analüüsi võetud, kuna umbrohuandmeid nendelt variantidelt ei kogutud.

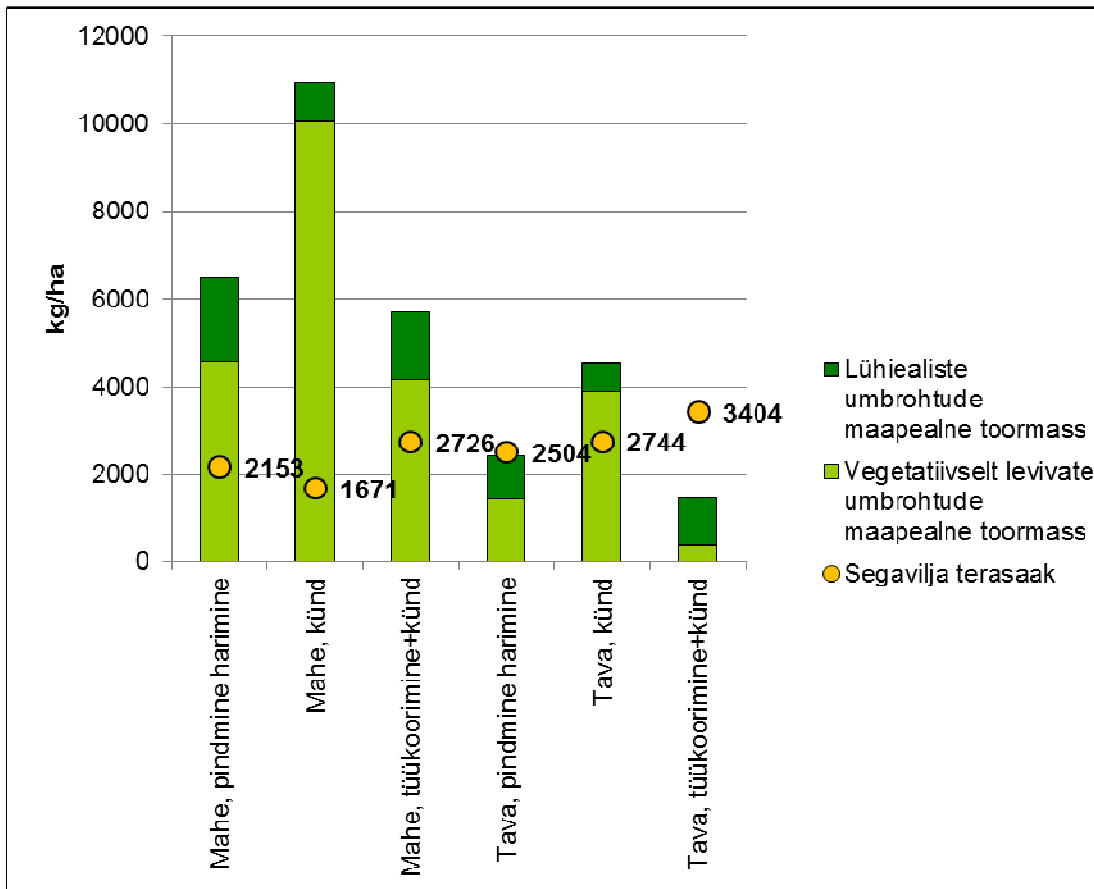
Kaheaastane põldhein suutis, nagu ka varasematel katseaastatel, vegetatiivselt levivaid umbrohte (VLU) põldohakas, põld-piimohakas jt suhteliselt edukalt alla suruda, nii et nende maapealne toormass jäi järgneva aasta suvinisus suhteliselt väikeseks kõigis mahe- ja tavaviljeluse variantides (joonis 1). Lühiealisi umbrohte (LEU) ohjeldas tavaviljeluses suhteliselt tõhusalt herbitsiidiga (Trimmer) pritsimine, seetõttu oli nende mass märgatavalt väiksem võrreldes maheviljeluse variantidega. Siiski oli 2016. a LEU toormass suvinisus mahevariantides mõnevõrra suurem kui LEU mass eelmise rotatsiooni (2010.-2014. a) keskmisena. LEU suuremat arengut soodustas ka mai põuaperioodile järgnenud sademeterikas periood juunis, mis nihutas umbrohtude intensiivsema tärkamis- ja kasvuperioodi tavapärasest hilisemaks, mille tõttu jäi ka äestamise mõju vähemtõhusaks.



Joonis 2. Suvinisu umbrohtumus ja terasaak pärast põldheina sisseküüdi 2016. a Kuusiku katsepõllul

*Pindmine harimine ja tüükoorimine on arvestatud järelmõjuna, kuna kogu katsealal künti põldhein suvinisu eelselt mulda

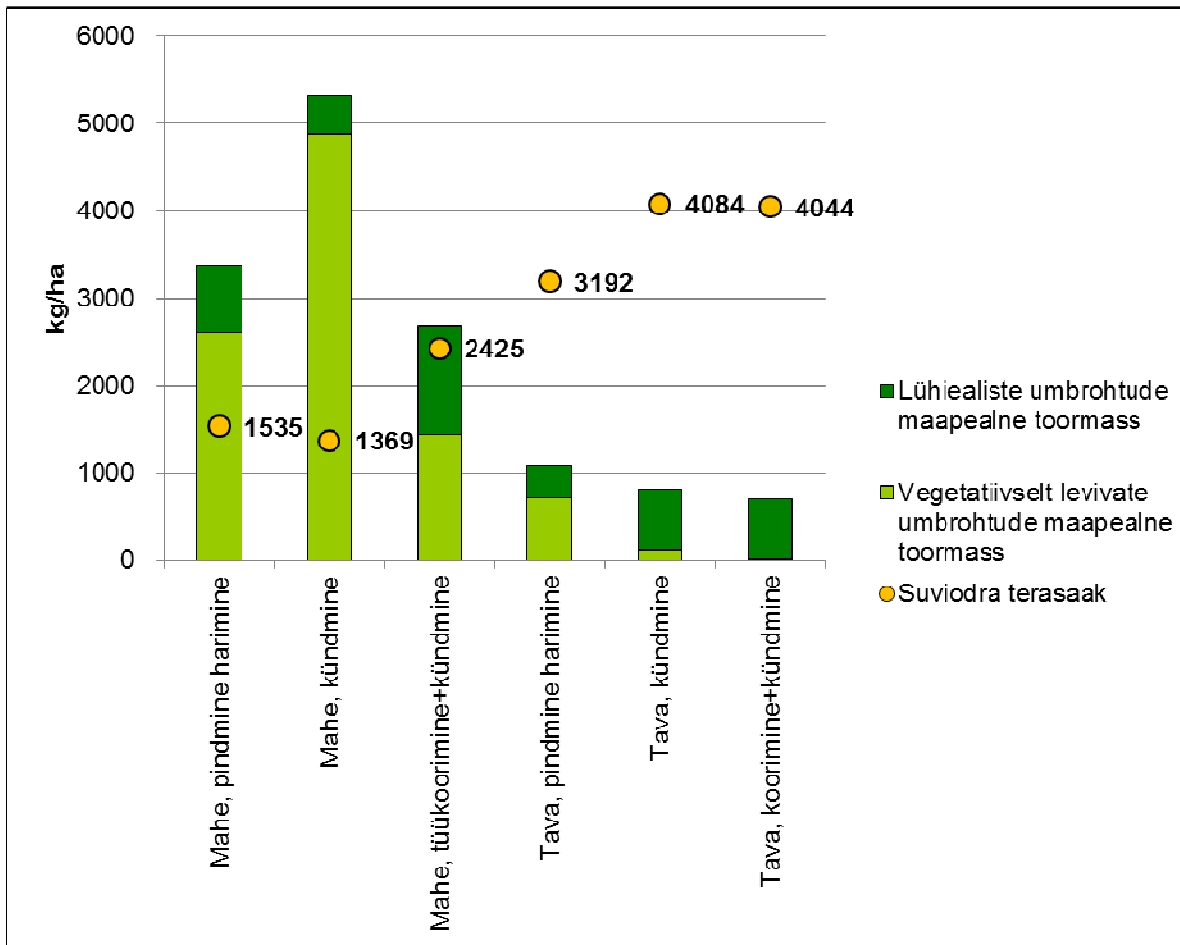
Terakultuuri teisel järjestikusel kasvuaastal suurenes segaviljas (hernes+kaer) VLU toormass kahekordse pindmise mullaharimise ja ainult künniga maheviljeluse variantides kiiresti sarnaselt varasematele katseaastatele (joonis 3). Tavapärasest oluliselt suurem oli VLU toormass ka maheviljeluse tüükoorimise ja künni koosmõju variandis. VLU umbrohtumus oli katseaastate suurimaid ja nende toormass oli eelmise rotatsiooni (2010-2014) keskmisest 4-6 korda suurem. Eriti soositud oli juunikuu rohkete sademete tõttu hariliku orasheina areng. Suurim VLU toormass oli mullaharimisviiside võrdluses ainult küntud variandis nii mahe- kui tavaviljeluses. Maheviljeluses oli ainult kündmisel VLU toormass segaviljas üle kahe korra suurem kui pindmisel mullaharimisel ja kündmisel koos tüükoorimisega. Tavaviljeluses olid erinevused isegi suuremad, kuigi VLU toormass tänu herbitsiidi kasutamisele oli oluliselt väiksem kui maheviljeluses. Kündmine ilma tüükoorimiseta soodustabki tavaliselt vegetatiivselt levivate umbrohtude levikut nende vegetatiivorganite tükeldamise tõttu mullas. Pindmisel mullaharimisel levis segaviljas ja suviodras ka sarnaselt varasematele aastatele võilill, mida künnivariantides polnud.



Joonis 3. Segavilja (hernes+kaer) umbrohtumus ning terasaak teisel aastal pärast põldheina sisseküüdi 2016. a Kuusiku katsepõllul

Kolmanda järjestikuse teraviljana külvikorras kasvanud suviodras (põldheina allakülviga) oli mahevilteluses samuti ainult küündmisel suurim VLU toormass võrreldes pindmise harimise (1,9 korda suurem) ja tüükoorimise ning küüdi koostmõjuga (3,4 korda suurem) (joonis 4). Suurima osakaaluga umbrohuliik oli siin samuti harilik orashein. Põld-piimohaka ja põldohaka osakaal oli väiksem. Samas oli VLU toormass mahesuviodras ligi kaks korda väiksem kui segaviljas. Selline olukord oli kogu katseperioodi arvesse võttes esmakordne. Varem on suviodras olnud VLU toormass kas ligilähedaselst sama suur kui segaviljas või sagedamini isegi suurem.

Tavaviljeluses oli VLU toormass suhteliselt väike. 2015. a sügisel pritsiti tavaviljeluse katseosa peale segavilja koristust glüfosaadiga eeskätt orasheina tõrjumiseks. See oli ilmselt üheks oluliseks põhjuseks, mis 2016. a VLU levikut pidurdas.



Joonis 4. Suviudra umbrohtumus ning terasaak kolmandal aastal pärast põldheina sisseküüdi 2016. a Kuusiku katsepõllul

Kui umbrohtude toormass segaviljas ja suviodras suurenes, siis langes terasaak statistiliselt usutavalt. Samuti avaldus segaviljas nii mahe- kui tavaviljeluses ja suviodras maheviljeluses statistiliselt usutav tendents, et VLU toormassi vähenemisel tõusis LEU toormass. Põhjuseks võib olla, et kui VLU osakaal väheneb (näiteks tüükoorimise ja künni koosmõjul), saavad LEU rohkem vaba kasvuruumi. Eeltoodud tendentsid on teraviljades erineval määral avaldunud ka varem.

Suurim terasaak saadi 2016. a maheviljeluses nii suvinisult, segaviljalt ja suviodralt ning tavaviljeluses segaviljalt tüükoorimise ja künni koosmõju variandis. Samas erinesid suvinisu terasaagid harimisviiside vahel vähe. Suvinisu puhul küntakse kogu katseala põldheina muldaviimiseks ja seal avaldab eelneva rotatsiooni terakultuuride pindmine harimine ja tüükoorimine vaid järelmõju. Mõnel varasemal aastal on suvinisu terasaak tüükoorimise järelmõju ja künni koostoime variandis olnud siiski märgatavalt suurem kui ülejäänud põlluosal.

Segavilja terasaak oli maheviljeluses tüükoorimisel koos künniga võrreldes pindmise mullaharimisega 27% (573 kg/ha) ja ainult künniga võrreldes 63% (1055 kg/ha) suurem, tavaviljeluses vastavalt 36% (900 kg/ha) ja 24% (660 kg/ha) suurem. Sarnaselt eelmise aastaga oli



tüükoorimisel koos künniga maheviljeluses segavilja terasaak isegi suurem kui terasaak tavaviljeluses pindmisel harimisel.

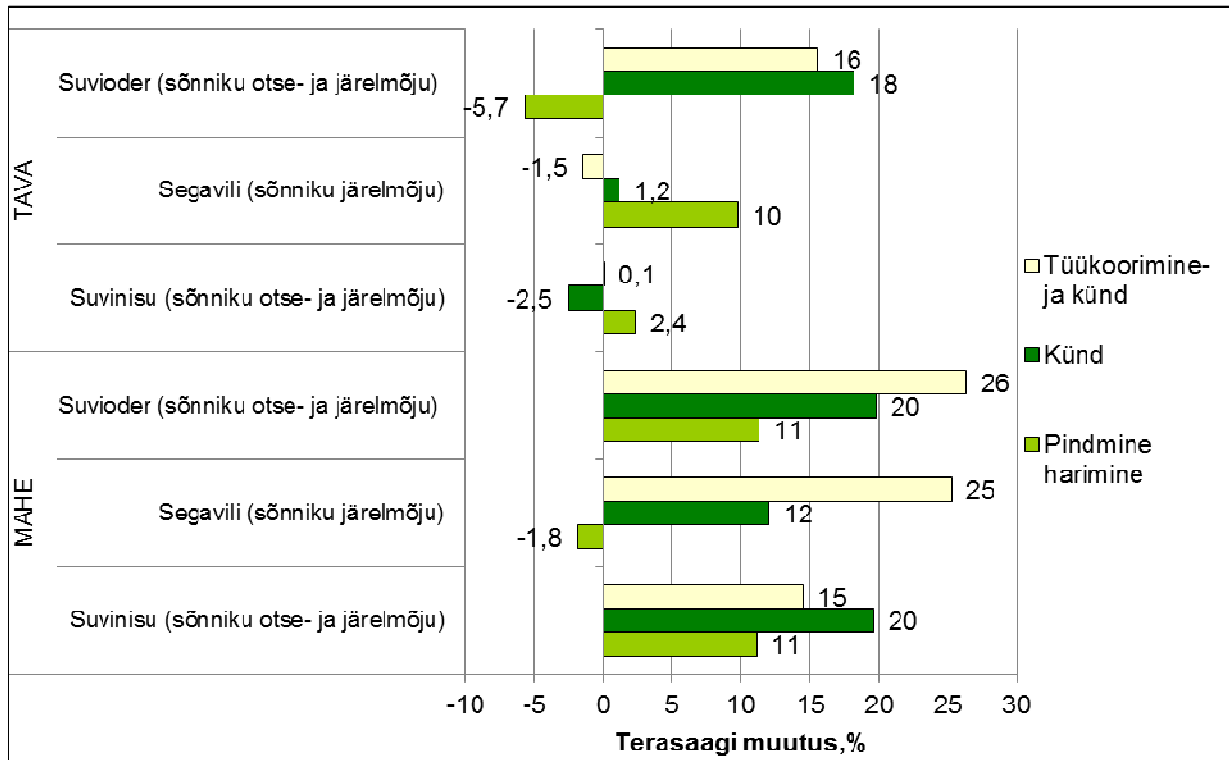
Suviodra terasaak maheviljeluses oli tüükoorimisel koos künniga koguni 58% (890 kg/ha) suurem kui pindmisel mullaharimisel ja koguni 77% (1056 kg/ha) kui ainult kündmisel. Tavaviljeluses oli terasaak tüükoorimisel koos künniga 27% (852 kg/ha) suurem kui ainult kündmisel ja 28% (892 kg/ha) suurem kui pindmisel mullaharimisel.

Suvinisu terasaak maheviljeluses (ilma Kalisopita) moodustas tavaviljeluse terasaagist 2016. a keskmiselt 52%, segaviljal 76% ja suviodral 48%. Eelmise külvikorrarotatsiooni (2010.-2014. a) keskmine mahesuviniisu terasaak moodustas tavaviljeluse terasaagist aga 60%, segaviljal 72% ning suviodral 52%.

Sõnniku mõju terasaagile 2016. a

Tahesõnniku mõjul suurenes maheviljeluses (ilma Kalisopita) 2016. a sarnaselt 2010.-2014. a kõige rohkem künnipõhiste variantide suviodra terasaak (joonis 5). Nii tõusis ainult künnil suviodra terasaak sõnniku andmisel 20% (248 kg/ha) ja tüükoorimisel koos künniga 26% (564 kg/ha). Tähelepanuväärne oli 2016. a siiski ka segavilja terasaagitõus sõnniku järelmõjul tüükoorimisel koos künniga – 25% (613 kg/ha). Tavaliselt on segavilja saagitõus sõnniku järelmõjul jäänud märgatavalt tagasihoidlikumaks. Suvinisu puhul vähendasid sõnniku mõju terasaagile ilmselt põldheina sissekünni järgsel lagunemisel vabanevad toiteelemendid. Pindmisel mullaharimisel jäi saagimuutus sõnniku mõjul märgatavalt tagasihoidlikumaks. Segaviljal isegi langes veidi (-1,8%). Kuna sõnnik jääb pindmisel harimisel mullaga korralikult segamata, siis vähendab see loomulikult ka sõnniku tõhusust (osa lämmastikku ka lendub). Varasemal perioodil on pindmisel harimisel olnud sõnniku mõjul saagitõus siiski suurem (2010.-2014. a keskmisena 15%).

Tavaviljeluses jäi sõnniku mõju mineraalväetiste foonil terasaakidele enamusel variantidest tagasihoidlikuks nagu varasematel aastatelgi. Osadel variantidel isegi langes mõnevõrra. Üldiselt saavad tavaviljeluses terakultuurid vajalikud toiteelemendid põhiliselt kätte kiiresti lagunevatest mineraalväetistest, mille foonil jääb sõnniku mõju minimaalseks. Suviodra künnipõhistel variantidel suurendas sõnniku andmine terasaaki varasema kateperioodiga võrreldes aga 2016. a märkimisväärselt (ainult kündmisel 18% ja tüükoorimisel koos künniga 16%). 2015. a sügiskünni alla antud sõnnik oli tavapärasest ka toiteelementiderikkam.



Joonis 5. Mahekülvikorra terakultuuride keskmised saagimuutused tahesõnniku mõjul võrreldes mitteväetamisega 2016. aastal Kuusiku katsepõllul

Kõrgeima ja madalaima terakultuuride saagiga variandid ning Kalisopi mõju terasaagile 2016. aastal

Suvinisule `Mooni´ anti tavaviljeluses 2016. aasta kevadel külvi alla kompleksväetist 335 kg/ha (N-90, P-9, K-17 kg/ha) ja pooltele variantidele lisaks kevadel tahesõnnikut 30 t/ha (N-147, P-19, K-144 kg/ha). Maheviljeluses anti pooltele variantidele kevadel samas koguses (30 t/ha) tahesõnnikut, pooled variandid jäid väetamata. Lisaks väetati maheviljeluses osa variante Kalisopiga 67 kg/ha (K-28, S-12 kg/ha) ja osa nii Kalisopi (K-28, S-12 kg/ha) kui tahesõnnikuga (30 t/ha).

Terakultuuride terasaagid jäid tärkamise-võrsumise aegse tugeva põua tõttu mais oluliselt väiksemaks kui 2014. ja 2015. a.

Maheviljeluses (ilma Kalisopita) saadi suurim suvinisu terasaak sõnniku andmise ja ainult künni variandis - 2213 kg/ha, mis oli 32% (1032 kg/ha) väiksem kui parim mahesaak 2015. a. Tavaviljeluses oli suurim terasaak sõnnikuga väetamata ja ainult küntud variandis – 4072 kg/ha, mis oli 2015. aasta parimast tavaviljeluse variandi terasaagist 19% (925 kg/ha) väiksem. Madalaim terasaak saadi maheviljeluses sõnnikuga mitteväetamise ja ainult künni variandis – 1850 kg/ha ja tavaviljeluses sõnnikuga mitteväetamise ja pindmise mullaharimise variandis – 3766 kg/ha. Suvinisu keskmine terasaak katsealal jäi maheviljeluses (ilma Kalisopita) 20% (504 kg/ha) ja tavaviljeluses 12% (525 kg/ha) väiksemaks kui 2015. a.

Mahesuviniisu väetamisel Kalisopiga oli terasaak 2016. a. sõnnikuga mitteväetamisel ja sõnnikuga väetamisel ainult küntud variantides praktiliselt võrdne – vastavalt 2684 ja 2646 kg/ha. Võrreldes



neid vastavate mahevariantidega, kus Kalisopi ei antud, tõusis väetamisel mahesuviniisu terasaak vastavalt 45% (834 kg/ha) ja 20% (433 kg/ha). Seega oli antud Kalisopi norm (K-28, S-12 kg/ha) mahesuviniisu terasaagi tõstmisel suhteliselt tõhus.

Segavilja (hernes+kaer) väetati tavaviljeluses 2016. aastal kevadel kompleksväetisega 183 kg/ha (N-50, P-5, K-9 kg/ha). Sõnnikut mahe- ja tavaviljeluses segaviljale ei antud. Osa maheviljeluse variante väetati sarnaselt suvinisuga Kalisopiga (K-28, S-12 kg/ha).

Maheviljeluses (ilma Kalisopita) saadi segavilja kõrgeim terasaak sõnniku andmise järelmõju ning tüükoorimise ja künni koosmõju variandis – 3033 kg/ha, mis oli 25% (1033 kg/ha) väiksem kui 2015. a. suurim mahevariandi saak. Tavaviljeluses oli kõrgeim terasaak sõnnikuga mitteväetamise ning tüükoorimise ja künni koosmõju variandis – 3429 kg/ha, mis oli 37% (2014 kg/ha) väiksem kui 2015. a. suurim tavavariandi saak. Madalaim terasaak oli maheviljeluses ainult kündmisel sõnniku mitteandmise korral – 1576 kg/ha ja tavaviljeluses pindmisel mullaharimisel sõnniku mitteandmise korral – 2387 kg/ha. Segavilja keskmine terasaak katsealal jäi maheviljeluses (ilma Kalisopita) 29% (880 kg/ha) ja tavaviljeluses 28% (1140 kg/ha) väiksemaks kui 2015. a.

Mahesegavilja väetamisel Kalisopiga oli terasaak sõnnikuga väetamise järelmõju ja tüükoorimise ning künni koosmõju variandis 3223 ja sõnniku mitteandmisel 2814 kg/ha. Võrreldes neid vastavate mahevariantidega, kus Kalisopi ei antud, tõusis väetamisel mahesegavilja terasaak vastavalt 6,3% (190 kg/ha) ja 16% (394 kg/ha). Seega oli Kalisopi mõju segavilja terasaagi tõusule oluliselt väiksem kui suvinisul.

Suviotra `Maali´ väetati tavaviljeluses 2016. aasta kevadel kompleksväetisega 183 kg/ha (N-50, P-5, K-9 kg/ha) ja pooled variandid said 2015. a sügisel lisaks tahesõnnikut 30 t/ha (N-183, P-45, K-255 kg/ha). Maheviljeluses anti pooltele variantidele 2015. a sügiskünni alla sõnnik (30 t/ha), pooled variandid jäid väetamata. Osa maheviljeluse variante väetati sarnaselt suvinisu ja segaviljaga Kalisopiga (K-28, S-12 kg/ha).

Suurimad suviotra terasaagid saadi maheviljeluses (ilma Kalisopita) sõnniku andmisel ning tüükoorimise ja künni koosmõju variandis 2707 kg/ha, mis oli 14% (459 kg/ha) väiksem kui 2015. a. suurim mahevariandi saak. Tavaviljeluses oli kõrgeim suviotra terasaak sõnnikuga väetamisel ja ainult küntud variandis – 4425 kg/ha, mis oli 8,7% (420 kg/ha) väiksem kui 2015. a. suurim tavavariandi saak. Madalaim terasaak oli maheviljeluses ainult kündmisel sõnniku mitteandmise korral – 1245 kg/ha ja tavaviljeluses pindmisel mullaharimisel sõnniku andmise korral – 3098 kg/ha. Suviotra keskmine terasaak katsealal jäi 2016. a maheviljeluses (ilma Kalisopita) 25% (584 kg/ha) ja tavaviljeluses 22% (827 kg/ha) väiksemaks kui 2015. a.

Kalisopi andmine suviodras võrreldes vastavate Kalisopi mitte saanud mahevariantidega terasaaki praktiliselt ei mõjutanud. Nii oli terasaak tüükoorimisel koos künniga ja sõnnikuga väetamisel + Kalisop – 2677 kg/ha ja tüükoorimisel koos künniga ja ilma sõnnikuta + Kalisop – 2156 kg/ha. Siin võis suviotra eest suure osa Kalisopist pärinevaid toiteelemente endale võtta ka allakülvatud põldhein ja sellega suviotra saagitõusu konkurentsipidurdada.



Terakultuuride kvaliteedinäitajad 2016. a

Suvinisu terasaagil määrati toiduteravilja kvaliteedinäitajaid. Nii tava- kui maheviljeluses ilma Kalisopita oli terade toorproteiini- ja kleepvalgu sisaldus kõrge ja neile mõjus positiivselt ka sõnnikuga väetamine (tabel 1). Kleepvalgu sisaldus oli eeltoodud variantides suvinisul suurem kui 32%, mida loetakse juba nii kõrgeks, et taigna kerkimine võib olla takistatud. Samas Kalisopiga väetatud variantides jäi toorproteiini- ja kleepvalgusisaldus terades oluliselt madalamaks. Ainult Kalisopiga väetatud variandis oli toorproteiinisaldus terades 11,8%, mida peetakse toidunisukvaliteedi nõuetele vastamiseks liiga madalaks (miinimum 12%). Samas oli Kalisopiga väetatud variantide terade kleepvalgusisaldus optimaalne. Gluteeniindeks, langemisarv ja mahukaal olid tavaviljeluse suvinisul madalamad kui mahevariantides. Kalisopiga väetatud mahevariantides oli terade gluteenisaldus ja langemisarv ka Kalisopiga väetamata mahevariantidest mõnevõrra suurem. Tavaviljeluses jäi nisu mahukaal toidunisu nõuete miinimumist (730 g/l) väiksemaks. Gluteenisaldus, mis iseloomustab kleepvalgu kvaliteeti, oli ainult Kalisopiga väetatud mahevariandi nisu terades optimaalne, ülejäänud variantides rahuldav. Langemisarv oli kõigi variantide suvinisul kõrge.

Tabel 1. Suvinisu 'Mooni' terasaagi kvaliteedinäitajad mahe- ja tavaviljeluses 2016. a Kuusiku katsepõllul

Viljelusviis	Toorproteiin kuivaines, %	Kleepvalk, %	Gluteeniindeks, %	Langemisarv sek	Mahukaal g/l
Tava min väetise ja sõnnikuga	15,5	39	49	362	725
Tava min väetisega	15,0	38	48	370	724
Mahe sõnnikuga	14,4	34	53	385	742
Mahe väetamata	14,2	33	52	376	743
Mahe Kalisopi ja sõnnikuga	12,3	27	56	396	744
Mahe Kalisopiga	11,8	25	60	403	744

Segavilja terasaagist määrati 2016. a vaid toorproteiinisaldus, mis oli tavaviljeluses keskmiselt 17,0%, Kalisopiga väetatud mahevariantides 16,8% ja ilma Kalisopita mahevariantides 15,8%. Sõnniku andmise järelmõjul tõusis terade toorproteiinisaldus mahevariantides.

Suviudra teradest määrati toorproteiinisaldus ja mahukaal. Siingi oli toorproteiinisaldus tava- ja Kalisopiga väetatud mahevariantides mõnevõrra suurem kui ilma Kalisopita mahevariantides



(vastavalt 9,7%, 9,9% ja 9,5%). Sõnnikuga väetamine suurendas nii proetiinisisaldust kui mahukaalu.

Kattetulu külvikorras 2016. aastal

Kultuuride kattetulude arvestamisel korrutati nende saak (väljaarvatud oma tarbeks jäetud seeme) müügihindadega ja liideti võimalikud toetussummad (ÜPT, rohestamise, MAHE ja KSM toetus), millest lahutati muutuv- ning masintöökulud. Masintöökulude leidmisel võeti 2016. a aluseks mahe- ja tavaviljeluse kuluarvutused 400 ha suurusele loomakasvatustevõttele. Arvutustes lähtuti Lääne-Euroopa päritolu masinatest. Suvinisu müügihinnaks toidunisuna oli mahe- ja tavaviljeluses 150 euro/t, segaviljal ja suviodral söödaviljana vastavalt 130 ja 121 euro/t ning närbsilol 35 euro/t. Teraviljapõhk koguti põllult ruloonidesse ning sellele arvestati 2016. a müügihinnaks 15 euro/t. Kultuuride kattetulu arvestati tava- ja maheviljeluses Tüükoorimisega künnipõhiste sõnnikuga ning ilma sõnnikuta variantide kohta.

Sarnaselt eelmistele aastatele põhjustasid tahesõnniku andmisel tehtud kulutused ka 2016. a suvinisu ja -odra kattetulu järsu languse ja kahjumi nii mahe- kui tavaviljeluses, võrreldes sõnniku mitteandmisega (tabel 2). Maheviljeluses ilma Kalisopita oli sõnniku andmisel suvinisu ja -odra keskmine kahjum (toetuste maksmisel) -48, Kalisopi andmisel -95 ja tavaviljeluses -118 euro/ha. Kalkulatsioonides maksis suviodrale antud 30 t/ha allapanuga tahesõnniku laadimine, põllule viimine ja laotamine kokku 241 eurot/ha. Samas pole tahesõnnik suviteraviljade terasaagi tõstmisel otsemõjuna piisavalt efektiivne, kuna selle mineraliseerumine ja toitainete vabanemine suure kuivainesisalduse tõttu oli liivsavimullas suhteliselt aeglane ega taganud kulutustele vastavat saagitõusu.

Maheviljeluses ilma Kalisopita oli suvinisu ja suviodra väetamisel sõnnikuga 2016. a kattetulu külvikorra välja hektari kohta vastavalt 208 ja 188 euro võrra väiksem ja Kalisopiga mahevariandis vastavalt 243 ja 192 euro võrra väiksem kui sõnnikuta variandis. Tavaviljeluses oli sõnniku andmisel suvinisu ja -odra kattetulu külvikorra välja hektari kohta vastavalt 236 ja 189 euro võrra väiksem võrreldes sõnniku mitteandmisega. Sarnane olukord on olnud ka varasematel aastatel ja näib, just nagu poleks tahesõnniku põldudele laotamine ökonoomne. Tegelikult on uuritav külvikord planeeritud söödakülvikorrana, kus loomakasvatuses toodetav sõnnik tuleb põldudele laotada. Sel juhul moodustavad söödakülvikorras sõnniku andmise kulud osa piima või liha tootmiskuludest. Söodakultuuride 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 toodetud sõnnikut põldudele ei antaks, tuleks seda käsitleda jäätmena ja selle eest tuleks maksta jäätmemaksu.

Tahesõnniku andmine oleks võrreldes mitteandmisega maheviljeluses (ilma Kalisopita) 2016. a saagitasemete juures ära tasunud suvinisu müügihinnal alates 930 euro/t ja suviodral 470 euro/t.

EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2014-2020 4. JA 5. PRIORITEEDI PÜSIHINDAMINE



Nii toetuste mitteamistamisel kui arvestamisel ületas terakultuuride keskmine kattetulu maheviljeluses (ilma Kalisopita) oluliselt tavaviljeluse keskmist kattetulu. Toetuste juurdearvestamisel oli terakultuuride keskmine kattetulu maheviljeluses (ilma Kalisopita) 103 euro/ha suurem kui tavaviljeluses. Suvinisus oli aga Kalisopiga väetatud mahevariantide kattetulu kõige suurem (toetustega 171 euro/ha). See oli ka ainuke Kalisopiga väetatud terakultuuride mahevariant, kus kattetulu ületas väetamata mahevariantide terakultuuride kattetulu ehk kus Kalisopiga väetamine antud hinnatasemel ära tasus. Kalisopi müügihind 2016. a (710 euro/kg) oli oluliselt kõrgem kui tavaviljeluses kasutatavatel väetistel. Müügiks kasvatava teravilja puhul peaks väetise tõhusus kõrge olema, et väetamine ära tasuks. Kuigi Kalisopiga väetatud variantide keskmine terakultuuride kattetulu ületas toetuste juurdearvestamisel ka tavaviljeluse variantide keskmist kattetulu, oli ta väiksem kui ilma Kalisopita mahevariantide keskmine kattetulu. Kuna Kalisopiga väetamine suurendas põldheina saagikust aga mitu korda, võrreldes mitteväetamisega, tõstis see oluliselt ka külvikorras kasvatatavate kultuuride kogu müügiäärtust. Kalisopiga väetamisel oli maheviljeluses seetõttu külvikorra keskmine arvestuslik kattetulu 137 euro/ha suurem kui maheviljeluses ilma Kalisopita ja 102 euro/ha suurem kui tavaviljeluses.

Tervikuna oli kattetulu 2016. a külvikorra välja kohta nii tava- kui maheviljeluses (ilma Kalisopita) oluliselt väiksem kui 2015. aastal. Selle põhjuseks olid peamiselt märkimisväärselt madalamad terakultuuride terasaagid. Toetuste osakaal kogutulust oli maheviljeluses 2015. aastal nagu varemgi tunduvalt suurem kui tavaviljeluses, kuna MAHE toetused olid tunduvalt suuremad kui KSM toetused tavaviljeluses. Lisaks olid maheviljeluses enamusest variantidest ka madalamad saagid. Keskmiselt moodustasid toetused terakultuuride kogutulust 2016. a ühe külvikorravälja hektari kohta maheviljeluses (ilma Kalisopita) 43% ja tavaviljeluses 24% ning Kalisopiga väetamisel 40%.



EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2014-2020 4. JA 5. PRIORITEEDI PÜSIHINDAMINE

Tabel 2. Külvikorra kultuuride kattetulu, toodangu omahind ja põllumajandustoetuste osakaal kogutulust 2016. aastal

Näitaja	Põldhein 1. a 2-niidet närbsiloks	Põldhein 2. a 2-niidet närbsiloks	Suvinisu	Segavili	Suvioder	Põldheina allakülv	Kultuurid kokku	Keskmiselt külvikorra välja kohta	Teravili keskmiselt
TAVA sõnniku ja mineraalväetisega									
Kattetulu toetusteta €/ha	668	424	-249	-90	-322	-105	325	65	-220
Kattetulu toetustega €/ha	835	591	-81	78	-155	-105	1164	233	-53
Omahind €/kg	0,02	0,02	0,24	0,18	0,21	-	-	0,13	0,21
Toetuste osakaal kogutulust %	11	15	21	24	24	-	-	19	23
TAVA mineraalväetisega									
Kattetulu toetusteta €/ha	676	430	-13	-97	-133	-105	756	151	-81
Kattetulu toetustega €/ha	843	597	155	71	34	-105	1596	319	87
Omahind €/kg	0,02	0,02	0,17	0,16	0,16	-	-	0,11	0,17
Toetuste osakaal kogutulust %	11	15	21	25	27	-	-	20	25
MAHE sõnnikuga									
Kattetulu toetusteta €/ha	371	179	-295	44	-283	-81	-65	13	-178
Kattetulu toetustega €/ha	612	420	-54	285	-42	-81	1139	228	63
Omahind €/kg	0,02	0,02	0,32	0,13	0,24	-	-	0,15	0,23
Toetuste osakaal kogutulust %	24	37	42	35	43	-	-	36	40
MAHE väetamata									
Kattetulu toetusteta €/ha	253	84	-87	-13	-95	-81	61	12	-65
Kattetulu toetustega €/ha	494	325	154	228	146	-81	1265	253	176
Omahind €/kg	0,02	0,02	0,22	0,15	0,18	-	-	0,12	0,18
Toetuste osakaal kogutulust %	31	49	46	41	50	-	-	43	45
MAHE sõnniku ja Kalisopiga									
Kattetulu toetusteta €/ha	605	609	-313	-9	-359	-81	452	90	-227
Kattetulu toetustega €/ha	846	850	-72	231	-118	-81	1657	331	14
Omahind €/kg	0,02	0,02	0,29	0,15	0,28	-	-	0,15	0,24
Toetuste osakaal kogutulust %	15	15	37	34	44	-	-	29	38
MAHE Kalisopiga									
Kattetulu toetusteta €/ha	639	649	-70	-50	-167	-81	920	184	-95
Kattetulu toetustega €/ha	880	890	171	191	74	-81	2125	425	145
Omahind €/kg	0,02	0,02	0,19	0,16	0,21	-	-	0,12	0,19
Toetuste osakaal kogutulust %	16	16	37	37	50	-	-	31	41



LIBLIKÕIELISTE HALJASVÄETISTE TÕHUSUSE UURING MAHEVILJELUSES

Uuringuks oli rajatud kaks maheviljeluse katset: 1) terakultuuridele alla külvatava punase ja valge ristiku haljasväetise katse; 2) haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku väetamise katse Kalisopiga.

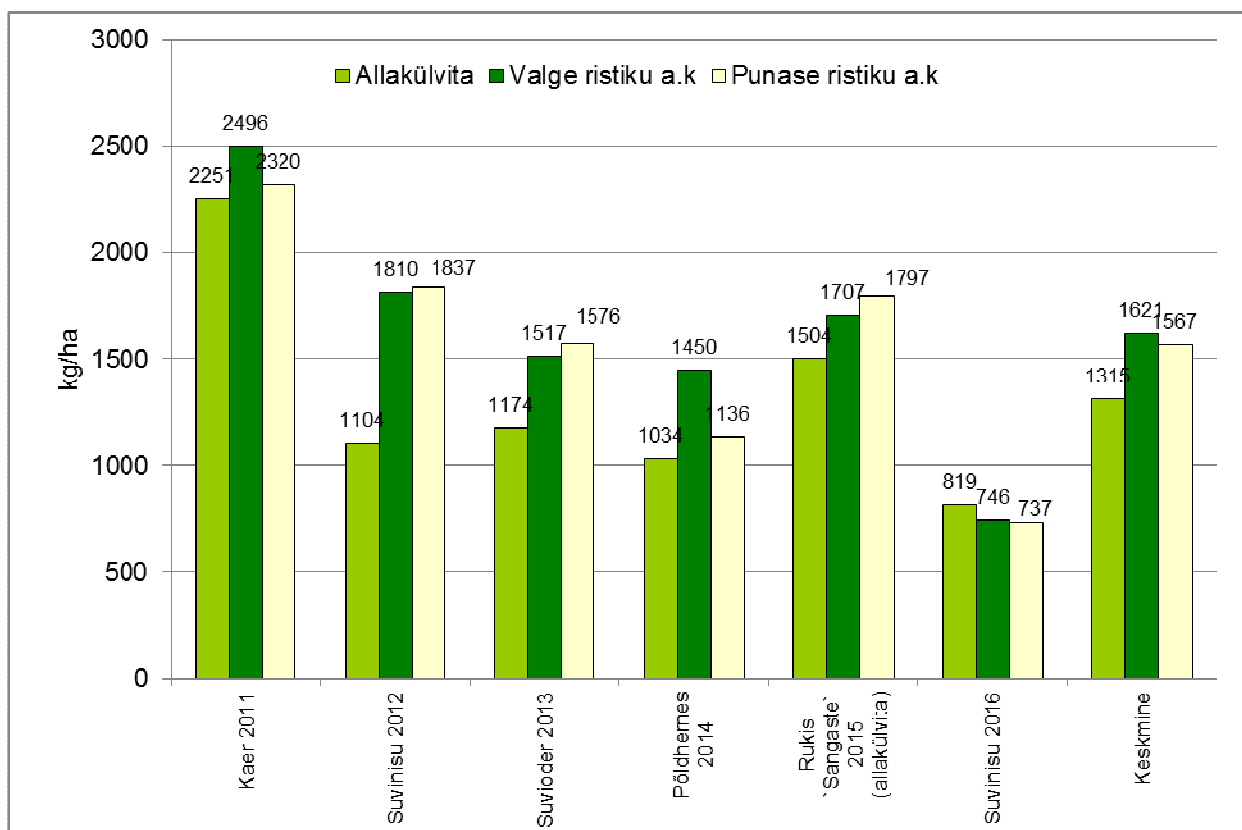
Terakultuuridele alla külvatava punase ja valge ristiku haljasväetise katse

Katses uuritakse terakultuuridele allakülvatud punase (8 kg/ha) ja valge ristiku (5 kg/ha) mõju haljasväetisena terakultuuride saagikusele ja mullaviljakusele maheviljeluses. Katset viiakse läbi keskmise sügavusega rähkmullal (keskmine liivsavi). Katsega alustati 2010. a, mil pool katsealast künti sügisel. Järgmine pool katsealast künti 2011. a kevadel. Nii sai sisse viia kevadise ja sügise künni võrdlusvariandid. Talveks sissekündmata haljasväetistaimede eesmärk on taimetoiteelementide sidumine ja säilitamine kevadel külvatavatele teraviljadele. Igal kevadel (alates 2011. a) tehti kasvatatava teraviljaliigi alla punase või valge ristiku puhaskülvi haljasväetise saamise eesmärgil. Teraviljapõhk purustati kombainiga põllule.

2012. ja 2013. aastal (joonis 6), kui katses kasvasid vastavalt suvinisu ja -oder, olid allakülviga variantide terasaagid võrreldes allakülvita variandi terasaagiga oluliselt suuremad (vastavalt 65% ja 32%). Ilmselt oli liblikõieliste heinataimede lämmastiku mulda sidumise kumuleeruv mõju terasaagile teisel ja kolmandal aastal olnud suurem kui esimesel teravilja võrdlusaastal. Pealegi laguneb osa sisseküntud haljasväetisest esimesel aastal, osa järgneval aastal. Nii et ka selles osas avaldub haljasväetise kumuleeruv mõju. Ilma allakülvita teraviljal ilmneb lisaks lämmastiku puudusele tugevamalt ka teravilja üksteisele järgnevuse kahjulik mõju, mis terasaaki samuti vähendab.

2012. a alates suurenes kogu katseala umbrohtumus järsult, eriti märkimisväärselt kasvas ohakate osakaal ja viimasel kolmel aastal ka paiselehe osakaal. Umbrohtumuse suurenemisel oli kindlasti mõju terasaakide langusele. See näitab, et allakülvid pole vegetatiivselt levivate umbrohtude tõhusad allasurujad ja suviteraviljad ei suuda sellise viljavahelduse korral nendega pikemat aega konkureerida. Vegetatiivselt levivate umbrohtude väljakurnamiseks tehtava tüükoorimise ja künniga hävitatakse ka sügisel varakult allakülvid või põhikultuuri järgselt külvatavad vahekultuurid, pärssides nii nende tõhusust. Umbrohtumuse allasurumiseks alustatigi 2013. a sügisel tüükoorimise ja künniga. Selle tõttu loobuti katsealal aga kevadkünni variandist. Esimestel aastatel, kui katses tehti nii 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 ka 2014. a sügisel tüükoorimine koos künniga ja külvati rukis 'Sangaste', mille umbrohtude allasurumise võime on tõhusam. 2015. a kevadel aga rukkisse ristikut ei allakülvi ei tehtud. Ilmneski, et 2015. a vähenes umbrohtumuse rukkis põldhernega võrreldes oluliselt. Samas oli terasaak kõrgem kui 2013. ja 2014. aasta suviviljadel. Ristikute allakülvide järelmõjul oli rukki terasaagikus suurem kui kontrollvariandis – valge ristiku järelmõjul 13% (203 kg/ha) ja punase ristiku järelmõjul 19% (293 kg/ha).



Joonis 6. Suviteraviljadele allakülvatud liblikõieliste heintaimede mõju terakultuuride terasaagile maheviljeluses 2011.-2016. a Kuusiku katsepõllul

2016. aastal külvati katsesse suvinisu, millele tehti taas ristikute allakülvid. Peaaegu pooltel katsealadel domineeris aga väga tugevalt paiseleht, mille tõttu suvinisu seal praktiliselt ikaldus. Levisid ka ohakad ja orashein. Mai kuu põud pidurdas oluliselt suvinisu arengut. Hõredas nisus hakkas suve rohkete sademete tõttu jõudsalt kasvama aga allakülv (eriti punane ristik), mis surus isegi nisu arengut alla. Peamiselt umbrohtumuse ja põua tagajärjel jäi terasaak väikeseks. Esimest korda katse ajaloo jäi allakülvi variantides teravilja saak väiksemaks kui allakülvita kontrollvariandis. Suure umbrohtumuse tõttu viidi katseala peale saagi koristamist mustkesa alla.

Kultuuride keskmisena ei olnud valge ja punase ristiku allakülvi mõjude vahel saagikusele 2011.-2016. a olulisi erinevusi. Siiski kasvas punane ristik kahel aastal (2014 ja 2016) terakultuuri ülarindesse, survestades põhikultuuri arengut ja takistades koristamist. Võrreldes allakülvita kontrollvariandiga, suurendasid punase ristiku allakülvid haljasväetisena terakultuuride saagikust perioodi jooksul keskmiselt 19% (252 kg/ha) ja valge ristiku allakülvid 23% (306 kg/ha). Seega oli ristikute allakülvide mõju haljasväetisena terakultuuride terasaagi tõusule maheviljeluses märkimisväärne. Terakultuuride saagikus näitas aastate jooksul siiski langustrendi. Lisaks suureneva umbrohtumuse mõjule, võis saagikus väheneda ka teravilja liikide üksteisele järgnemisel kumuleeruvate allelopaatiliste mõjude tõttu.

Mullaanalüüsid võeti katses aastatel 2012-2015 kevadel. Võrreldes 2012. aastat 2015. a-ga (tabel 3), oli künnikihi pH ja omastatava P sisalduse muutus väheoluline (statistiliselt mitteusutav). Selles vahemikus langes aga märgatavalt omastatava K-sisaldus, mis mitteväetamise tõttu oli ootuspärane, kuna K eemaldamine terasaagiga on oluliselt suurem kui P eemaldamine. Nii

langes künnikihi omastatava K sisaldus allakülvita variandis 14% ja punase ning valge ristiku allakülvi variandis 11%.

Tabel 3. Mullaanalüüsi tulemused terakultuuridele alla külvatava punase ja valge ristiku haljasväetise katses Kuusiku katsepõllul

Näitaja	Allakülvita		Punase ristiku allakülv		Valge ristiku allakülv	
	2012	2015	2012	2015	2012	2015
pH _{KCl}	6,5	6,7	6,6	6,8	6,4	6,6
Omastatav P, mg/kg	67	65	66	67	62	60
Omastatav K, mg/kg	203	174	190	170	185	165

Kattetulu arvestused näitasid, et allakülvide igaaastane tegemine tasunuks perioodi keskmisena madalpoolsete kokkuostuhindade puhul (150 euro/t) ära juhul, kui heintaimede seeme külvataks koos teraviljaseemnega (näiteks sellele monteeritud peenseemnekülvikuga) ja ristikute seeme oleks tunduvalt odavam sertifitseeritud seemnest või kasutataks vaid oma toodetud seemet.

Uuring näitas, et kuigi viljavaheldus külvikorras vastas MAHE toetuse nõuetele ja põld oli valdavalt aastaringsest taimikuga kaetud, pole selline viljavaheldus ja majandamine pikemat aega siiski majanduslikult jätkusuutlik. Umbrohtumuse kontrolli all hoidmiseks ja kasumliku tootmise tagamiseks tuleks mahevilteluses külvikorras kasvatada ilmselt ka niidetavaid heintaimi. Allakülvatavate haljasväetistaimede ja vahekultuuride kasvatamise vahel tuleks kasutada ka sügisest tüükoorimist koos künniga.

Haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku Kalisopiga väetamise katse

Haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku väetamisel Kalisopiga selgitatakse, kas sellisel juhul oleks võimalik tõsta kõrge müügihinnaga mahevätise tõhusust, suurendades kõigepealt väetamisega haljasväetise saaki ja koos sellega ka peale haljasväetise sisseküüdi järgneva maheteravilja saaki. Heintaimede saagikus tõuseb kaaliumväetise mõjul tavaliselt oluliselt. Suuremas koguses taimses massis suureneb ka seotud õhulämmastiku ja mullast saadav fosfori, kaaliumi jm elementide hulk. Nii muudetakse läbi haljasväetise oluliselt suurem hulk toiteelemente järgnevale kultuurile kergemini kättesaadavaks ja kasutatud väetise tõhusus võib paraneda. Samas on vaja selgitada, kas mullaviljakus sellisel juhul samuti paraneb ning kas majanduslikult on selline viljelusviis tasuv.

Katsega alustati 2011. a keskmise omastatava P ja K sisalduse ning keskmise liivsaviilõimisega rähkmullal Kuusiku katsekeskuses, mil kaera alla külvati punane ristik (8 kg/ha). 2012. a kevadel (aprill) külvati ühele osale punasest ristikust Kalisopi 120 kg/ha (K-50 ja S-22 kg/ha), teist osa ei väetatud. Ristiku mass purustati suve jooksul põllule kaks korda, määrates eelnevalt ka maapealse massi koguse. 2013. a kevadel künti haljasväetis sisse ja põllule külvati suviuder. 2014. a külvati taas kaera alla punane ristik, mis 2015. a kasvatati sarnaselt eelmisele väetades ja kaks korda purustades haljasväetiseks. 2016. a kevadel peale küüdi külvati katsealale suvinisu.

Kalisopi pealekülv punasele ristikule 2012. a aprillis suurendas selle maapealse kuivmassi kogusaaki kaks korda võrreldes väetamata variandiga (tabel 4). Väetatud punasele ristikule järgneva suviudra terasaak suurenes aga koguni 2,4 korda (1846 kg võrra hektarile). Odra terade toorproteiinisaldus (11,2%) oli aga väetatud haljasväetise variandis väiksem kui väetamata

variandis (13,2%). Kattetulu arvestus näitas, et haljasväetisele tehtud kulutused koos väetamisega tasusid selgelt ära juba tolle aasta odra madalama müügihinna (160 euro/t) juures.

2015. a olid haljasväetiseks kasvatatud punase ristiku saagikus isegi kõrgem kui 2012. a. Kalisopiga väetamine suurendas saagikust üle kahe korra võrreldes mitteväetamisega. Punase ristiku järgse suvinisu 'Mooni' terasaak 2016. a suurenes väetud haljasväetise variandis 46% (682 kg/ha). Seega oli suvinisu terasaak ja –saagi suurenemine väetud haljasväetise järgses variandis oluliselt väiksem kui suviödral. Seda võis ühelt poolt põhjustada mai kuu pikk põuperiood nisu tärkamise ja võrsumise faasis, mis pidurdas taimede arengut ja tootelementide omastamist. Teiselt poolt aeglustus kuivas mullas ilmselt ka ristiku lagunemine ja tootelementide vabanemine. Kattetulu arvestused näitasid, et nisu 2016. a. madala toidunisu müügihinna (150 euro/t) juures poleks haljasväetisele Kalisopiga väetamisega tehtud kulutused ära tasunud. Väetamisega tehtud kulutused oleks ära tasunud alates müügihinnast (190 euro/t).

Tabel 4. Haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku maapealse kuivmassi saagikus ja sellele järgneva teravilja terasaak Kuusiku katsepõllul

Variant	Saagikus kg/ha	Variant	Saagikus kg/ha
Väetamata punane ristik haljasväetiseks (kuivmass) 2012. a	3930	Kalisopiga väetatud punane ristik haljasväetiseks (kuivmass) 2012. a	8020
Suviödrer väetamata haljasväetise järel 2013. a	1367	Suviödrer Kalisopiga väetatud haljasväetise järel 2013. a	3213
Väetamata punane ristik haljasväetiseks (kuivmass) 2015. a	5805	Kalisopiga väetatud punane ristik haljasväetiseks (kuivmass) 2015. a	12 257
Suvinisu väetamata haljasväetise järel 2016. a	1469	Suvinisu Kalisopiga väetatud haljasväetise järel 2016. a	2151

Suvinisu terasaagist määrati ka toidunisu kvaliteedinäitajad. Toorproteiini ja kleepvalgusisaldus ning langemisarv olid suvinisul kõrged, gluteeniindeks rahuldav. Mahukaal jäi aga optimaalsest madalamaks. Toorproteiinisaldus oli Kalisopiga väetatud haljasväetise järel (14,4%) sarnaselt suviödraga (2013 a) mõnevõrra madalam kui väetamata haljasväetise järel (15,1%). Teiste kahe variandi kvaliteedinäitajate vahel statistiliselt usutavad erinevused puudusid.

Haljasväetise väetamise katsed 2016. a ka laiendati uute katsevariantide lisamisega, et selgitada haljasväetise väetamise tõhusust põhjalikumalt.

KOKKUVÕTE KOMPLEKSUURINGUST

Saaginäitajad ja umbrohtumus põldheinarahkes söödakülvikorras

- Kalisopi (K-60 ja S-26 kg/ha) andmisel maheviljeluses tõusis kahe niite haljasmassisaak 1. a põldheinal 2016. a keskmiselt 139% (27,93 t/ha) ja kuivmassisaak 88% (3,16 t/ha) võrreldes maheviljelusega, kus Kalisopi ei antud. 2. a mahepõldheina haljasmassisaak tõusis Kalisopi mõjul keskmiselt koguni 339% (31,28 t/ha) ja kuivamassisaak 357%. Maheviljeluses (ilma Kalisopita) tõusis haljasmassisaak tahesõnniku järelmõjul võrreldes mitteväetamisega 1. a



põldheinal 47% (7,62 t/ha) ja kuivmassisaak 35% (1,06 t/ha). 2. a mahepõldheinal tõusis haljasmassisaak sõnniku järelmõjul 68% (4,66 t/ha) ja kuivmassisaak 114% (1,22 t/ha). 1. aasta põldheina saagikus oli maheviljeluses üldiselt kaks korda suurem kui 2. aasta põldheinal. Tavaviljeluses jäi sõnniku mõju mineraalväetiste foonil praktiliselt olematuks nagu varasematel aastatelgi. Kalisopiga väetamisel oli põldheina saak ligikaudu sama suur kui tavaviljeluse põldheinal. 2. a Kalisopiga väetatud põldheinal saak oli isegi mõnevõrra suurem kui tavaviljeluses. Kalisopiga väetatud 1. a põldheina keskmine toorproteiinisaldus oli 18,7%, tavaviljeluses 17,9% ja maheviljeluses ilma Kalisopita vaid 13,2%, 2. a põldheinal vastavalt 17,4%, 14,8% ja 12,6%.

- Kaheaastane põldhein suutis külvikorras vegetatiivselt levivatest umbrohtudest ohakad suhteliselt edukalt alla suruda, nii et tervikuna oli vegetatiivselt levivate umbrohtude maapealne mass järgnevas suvinisus suhteliselt väike sarnaselt varasematele aastatele. Maheviljeluses suvinisule järgnevas segaviljas ja suviodras (allakülviga), kus tehti pindmist mullaharimist või ainult künti ega tehtud enne kündi tüükoorimist, suurenes vegetatiivselt levivate umbrohtude osakaal juba teisel aastal peale põldheina sissekündi järsult nagu varasematel aastatelgi. Tavapäratult kõrge oli vegetatiivselt levivate umbrohtude toormass 2016. a segaviljas maheviljeluses ka tüükoorimisel koos künniga. Varasematel aastatel on tüükoorimisel koos künniga vegetatiivselt levivaid umbrohte suudetud kontrolli all hoida. Tavaviljeluses oli tänu herbitsiidide kasutamisele umbrohtumus oluliselt väiksem kui maheviljeluses. Ainult kündmisel oli vegetatiivselt levivate umbrohtude toormass suurim segaviljas nii mahe- kui tavaviljeluses ja suviodras maheviljeluses võrreldes pindmise mullaharimise ja tüükoorimise ning künni koosmõju variantidega. Umbrohtude toormassi suurenemisel segaviljas ja suviodras langes terasaak. Vegetatiivselt levivate umbrohtude toormassi vähenemisel tõusis lühiealiste umbrohtude toormass segaviljas mahe- ja tavaviljeluses ning suviodras maheviljeluses.
- Kalisopiga väetatud maheviljeluse variantides olid tahesõnnikuga (30 t/ha) väetamisel ja mitteväetamisel suvinisu, segavilja ja suviodra terasaakide erinevused väikesed. Maheviljeluses (ilma Kalisopita) suurenes suvinisu terasaak sõnniku mõjul ainult kündmisel 20% (363 kg/ha) ja tüükoorimisel koos künniga 15% (277 kg/ha). Segavilja terasaak suurenes sõnniku järelmõjul maheviljeluses (ilma Kalisopita) ainult künnil 12% (190 kg/ha) ja tüükoorimisel koos künniga 25% (613 kg/ha). Suviodra terasaak suurenes maheviljeluses (ilma Kalisopita) sõnniku mõjul ainult kündmisel 20% (248 kg/ha) ja tüükoorimisel koos künniga 26% (564 kg/ha). Pindmisel mullaharimisel oli maheviljeluses (ilma Kalisopita) terasaagi tõus sõnniku mõjul suvinisul ja suviodral tagasihoidlikum (11%) ning segaviljal praktiliselt ei muutunud. Pindmisel mullaharimisel jääb osa sõnnikut mullaga segamata, mis vähendab ka sõnniku mõju saagikusele. Tavaviljeluses suurendas 2016. a sõnniku andmine künnipõhistel variantidel suviodra terasaaki varasema perioodiga võrreldes märkimisväärselt (ainult kündmisel 18% ja tüükoorimisel koos künniga 16%). Suvinisu ja segavilja terasaagimuutus sõnniku mõjul oli sarnaselt varasemale perioodile tagasihoidlik ehk toiteelemendid saadi põhiliselt kätte mineraalväetisest.
- Suvinisu väetamisel maheviljeluses Kalisopiga (K-28, S-12 kg/ha) oli terasaak sõnnikuga väetamise ja mitteväetamise foonil praktiliselt võrdne – vastavalt 2646 ja 2684 kg/ha. Võrreldes neid vastavate mahevariantidega, kus Kalisopi ei antud, tõusis väetamisel



mahesuviniisu terasaak vastavalt 20% (433 kg/ha) ja 45% (834 kg/ha). Kalisopi (K-28, S-12 kg/ha) andmisel segaviljale oli terasaak sõnnikuga väetamise ja mitteväetamise foonil vastavalt 3223 ja 2814 kg/ha, mis ületas Kalisopiga mitteväetatud mahevariantide terasaake vastavalt 6,3% (190 kg/ha) ja 16% (394 kg/ha). Suviodras (allakülviga) Kalisopi andmine võrreldes mitteandmisega terasaaki ei suurendanud. Seal võis väetise tootelemente odrast paremini omandada allakülvatud põldhein.

- Suviniisul saadi 2016. a suurim saak tavaviljeluses sõnnikuga väetamata ja ainult küntud variandis – 4072 kg/ha. Madalaim suviniisu terasaak oli maheviljeluses (ilma Kalisopita) sõnnikuga mitteväetamise ja ainult künni variandis – 1850 kg/ha. Segaviljal oli kõrgeim terasaak tavaviljeluses sõnnikuga mitteväetamise ning tüükoorimise ja künni koosmõju variandis – 3429 kg/ha. Madalaim segavilja terasaak saadi maheviljeluses (ilma Kalisopita) ainult kündmisel sõnniku mitteandmise korral – 1576 kg/ha. Kõrgeim suviodra terasaak saadi tavaviljeluses sõnnikuga väetamisel ja ainult küntud variandis – 4425 kg/ha. Madalaim suviodra terasaak oli maheviljeluses (ilma Kalisopita) ainult kündmisel sõnniku mitteandmise korral – 1245 kg/ha.
- Suviniisu terasaak maheviljeluses (ilma Kalisopita) moodustas tavaviljeluse terasaagist 2016. a keskmiselt 52%, segaviljal 76% ja suviodral 48%. Eelmise külvikorrarotatsiooni (2010.-2014. a) keskmine mahesuviniisu terasaak moodustas tavaviljeluse terasaagist 60%, segaviljal 72% ning suviodral 52%. Terakultuuride saak jäi 2016. a märgatavalt väiksemaks kui 2015. a – suviniisul katseala keskmisena maheviljeluses (ilma Kalisopita) 20% (504 kg/ha) ja tavaviljeluses 12% (525 kg/ha), segaviljal vastavalt 29% (880 kg/ha) ja 28% (1140 kg/ha), suviodral vastavalt 25% (584 kg/ha) ja 22% (827 kg/ha). Saagi vähendamisel oli oluline osa tärkamise ja võrsumise aegsel põual mais.
- Suviniisul oli nii tava- kui maheviljelusel (ilma Kalisopita) terade toorproteiini- ja kleepvalgu sisaldus kõrge ja neile mõjus positiivselt ka sõnnikuga väetamine. Kalisopiga väetamisel maheviljeluses langes terade toorproteiini- ja kleepvalgu sisaldus märgatavalt. Kleepvalgu sisaldus oli Kalisopiga väetamisel optimaalne, maheviljeluses ilma Kalisopita ja tavaviljeluses liiga kõrge. Gluteenisaldus ja langemisarv olid Kalisopiga väetamisel mõnevõrra suuremad kui tava- ja maheviljeluses. Segavilja ja suviodra terade toorproteiinisaldus tavaviljeluses ja Kalisopiga väetamisel oli mõnevõrra kõrgem kui maheviljeluses (ilma Kalisopita).

Kattetulu põldheinarahkes söödakülvikorras

- Tahesõnniku andmisel jäi suviniisu ja odra kattetulu 2016. aastal sarnaselt varasematele aastatele oluliselt väiksemaks kui mitteandmisel, seda nii mahe- kui ka tavaviljeluses (maheviljeluses ilma Kalisopita keskmiselt 198, Kalisopiga väetamisel 218 ja tavaviljeluses 213 euro võrra hektarile). Tahesõnniku laadimine, vedu ja laotamine on suhteliselt kulukas (uuritus 30 t sõnniku hektarile andmisel 241 euro/ha). Terasaagitõus ja selle eest saadav müügitulu (madala müügihinna tõttu) ei olnud piisavalt suur kompenseerimaks kulutusi, mis tekkisid seoses sõnniku laotamisega. Terakultuuride (suviniisu, segavilja, suvioder) keskmine kattetulu oli toetuste maksmisel maheviljeluses (ilma Kalisopita) sõnnikuga väetamisel ja mitteväetamisel vastavalt 63 ja 176 euro/ha ning tavaviljeluses -53 (kahjumis) ja 87 euro/ha ning Kalisopiga väetamisel vastavalt 14 ja 145 euro/ha. Suviniisus oli Kalisopiga väetatud mahevariandi kattetulu kõige suurem (toetustega 171 euro/ha). See oli ainuke Kalisopiga



väetatud terakultuuride mahevariant, kus kattetulu ületas väetamata mahevariantide terakultuuride kattetulu. Kuna Kalisopiga väetamine suurendas põldheina saagikust aga mitu korda, võrreldes mitteväetamisega, tõstis see oluliselt ka külvikorras kasvatatavate kultuuride kogu müügiäärtust. Kalisopiga väetamisel oli maheviljeluses seetõttu külvikorra keskmine arvestuslik kattetulu 137 euro/ha suurem kui maheviljeluses ilma Kalisopita ja 102 euro/ha suurem kui tavaviljeluses.

- Keskmisena oli kattetulu 2016. a külvikorras hektari kohta nii tava- kui maheviljeluses (ilma Kalisopita) oluliselt väiksem kui 2015. aastal. Selle põhjuseks olid peamiselt märkimisväärselt madalamad terakultuuride terasaagid. Toetused moodustasid 2016. aastal külvikorra hektari keskmisest kattetulust olulise osa – maheviljeluses ilma Kalisopita 40%, Kalisopiga väetamisel maheviljeluses 30% ja tavaviljeluses 20%.

Terakultuuridele allakülvatud liblikõieliste haljasväetiste tõhusus maheviljeluses

- Terakultuuridele allakülvatud punase ristiku haljasväetiste mõjul suurenes (perioodil 2011-2016) maheviljeluses kultuuride terasaak punase ristiku haljasväetise mõjul keskmiselt 19% (252 kg/ha) ja allakülvatud valge ristiku haljasväetise mõjul 23% (306 kg/ha). Kaks aastat pärast viljavahelduse sisseviimisest tõusis põllul järsult ohakate, paiselehe jm umbrohtude osakaal, mis põhjustas ka saagilanguse. Umbrohtumuse ja põua tagajärjel jäi punase ristiku terasaak 2016. a väikeseks (alla 1 t/ha). Allakülvide puhul olid terasaagid isegi natuke väiksemad kui ilma allakülvita.
- Künnikihi omastatava K sisaldus langes perioodi 2012-2015 jooksul allakülvita variandis 14% ja allakülvidega variantides 11%.
- Kattelu arvestused näitasid, et allakülvide igaaastane tegemine tasunuks perioodi keskmisena madalapoolsete kokkuostuhindade puhul (150 euro/t) ära juhul, kui heintaimede seeme külvataks koos teraviljaseemnega (näiteks sellele monteeritud peenseemnekülvikuga) ja ristikute seeme oleks tunduvalt odavam sertifitseeritud seemnest või kasutataks vaid oma toodetud seemet.
- Saagilanguse ja umbrohtumuse tõttu pole uuritud viljavaheldusviis ja majandamine maheviljeluses ilmselt pikemat aega jätkusuutlik. Umbrohtumuse kontrolli all hoidmiseks ja kasumliku tootmise tagamiseks tuleks maheviljeluses külvikorras kasvatada ka niidetavaid heintaimi. Allakülvatavate haljasväetistaimede ja vahekultuuride kasvatamise vahel tuleks umbrohtõrjeks täiendavalt teha ka sügisest tüükoorimist koos künniga.

Haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku Kalisopiga väetamine ja mõju teraviljale

- Kalisopiga (K-50 ja S-22 kg/ha) kevadel väetatud haljasväetiseks kasvatatava punase ristiku maapealse kuivmassi kogusaak suurenes 2012. a kaks korda võrreldes väetamata punase ristikuga. Selle sissekünnile järgneva suviadra terasaak suurenes 2013. a 2,4 korda (1846 kg võrra hektarile). Odra terade toorproteiinisaldus oli Kalisopiga väetatud haljasväetise variandis väiksem (11,2%) kui väetamata variandis (13,2%). 2015. a sama koguse Kalisopiga väetud punase ristiku maapealne mass suurenes üle kahe korra. Järgneva suvinisu terasaak (2016. a) suurenes Kalisopiga väetatud haljasväetise järel aga oluliselt vähem kui suviadra terasaak – 46% (682 kg/ha). Väiksem saagitõus tulenes arvatavasti ühelt poolt mai kuu põuperioodist nisu tärkamise ja võrsumise faasis, mis pidurdas taimede arengut ja toitelementide omastamist. Teiselt poolt aeglustus kuivas mullas ilmselt ka ristiku



lagunemine ja toiteelementide vabanemine. Suviniisu terade toorproteiinisisaldus oli sarnaselt suviodable väetatud haljasväetise järel (14,4%) väiksem kui väetamata haljasväetise järel (15,1%). Kleepvalgu- ja gluteenisisaldus, langemisarv ja mahukaal oluliselt ei erinenud.

- Haljasväetise väetamiseks tehtud kulutused tasunuks suviodable puhul ära juba tollase madalama terasaagi müügihinna 160 euro/t juures. Suviniisul suurenes haljasväetise väetamisel terasaak vähem ja siin tasunuks väetamiseks tehtud kulutused ära alates müügihinnast 190 euro/t.

