



KOMPLEKSUURING MAHE- JA TAVAVILJELUSEST

Töö teostaja: Põllumajandusuuringute Keskus, kontaktisik Karli Sepp, karli.sepp@pmk.agri.ee
Saku 2012

Kompleksuuring ja selle eesmärgid

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

Uuringu eesmärkideks on selgitada eeskätt maheviljeluse ja tavaviljeluse külvikordades mullaviljakuse, mullatervise ja kultuuride saaginäitajate muutusi pikema aja jooksul, kasutades erinevaid agrotehnilisi 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 metoodikale erineva pikkuse uurimissammuga.

Uuritavad külvikorratüübid ja agrotehniloogid on valitud selliselt, et need oleks sageli 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 agrotehniloogiate toimimist ning koolitada põllumajandustootjaid.

Erinevates külvikordades hinnatavaid mullatoiteelementide üldbilansside ja taimedele omastatavate toiteelementide ning orgaanilise aine (huumuse) sisalduse muutuste põhjal tehtud järeldusi saab kasutada hindamise baasindikaatori “Toiteelementide üldbilanss“ analüüsi ühe osana.

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

Uurimistöo metoodika

Uuringuala paikneb raske liivsaviilõimisega keskmise sügavusega rähkmullal (põhiosa) ja küllastunud gleimullal (väiksem osa). Rähkmuld on üks enam levinud mullatüüpe Põhja-Eesti ja Saaremaa põllumajandusettevõtetes. Gleimullad on levinud kogu Eesti ulatuses. Huumuse, fosfori ning kaaliumi sisaldus on keskmine ja mikroelementide sisaldus madal, pH on neutraalne. Selline mullaviljakuse tase peaks olema suhteliselt tavaline suure hulga maheviljelejate põllumaadel Eestis.



EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2007 – 2013 2. TELJE PÜSIHINDAMINE

Kompleksuuringut on praeguseks teostatud PMK Kuusiku Katsekeskuses kahes erinevas külvikorras:

- (1) punase ristiku rohke põldhein 1. aasta – punase ristiku rohke põldhein 2. aasta – nisu – rüps (2003–2006) / hernes (2007–2008) / liblikõieline terakultuur ja kaer (segavili) alates 2009. a – oder allakülviga. Külvikord oli tervenisti maheviljeluslik 2003.–2009. aastal. Alates 2010. aastast alates asendati pool katsealast tavaviljelusega.
- (2) suvinisu – kaer – oder allakülviga – valge mesikas või punane ristik haljasväetiseks. Tava- ja maheviljeluse võrdlus toimub 2005. aastast alates.

Külvikorras (1) on järgmised uurimisfaktorid:

1. Põhimullaharimine
 - pindmine mullaharimine kaks korda 8–10 cm;
 - ainult kündmine;
 - tüükoorimine kaks korda 8–10 cm ja kündmine.
2. Tahesõnnikuga väetamine
 - väetatakse sõnnikuga kaks korda rotatsioonis 30 või 45 t/ha;
 - ei väetata.
3. Viljelusviis alates 2010. aastast (varem külviaeg)
 - maheviljelus (varem külv esimesel mullaharimisvõimalusel kevadel);
 - tavaviljelus (varem külv 2–2,5 nädalat hiljem).

Külvikorras (2) on järgmised uurimisfaktorid:

1. viljelusviis (maheviljelus, tavaviljelus);
2. künniajad (sügisene, kevadine);
3. põhu kasutamine (eemaldamine põllult, mulda viimine).

Kõik variandid on neljas korduses. Katselapi suurus on 75 m².

Terakultuuride külvil kasutatakse Eestis soovitatavaid külvisenorme (näiteks teraviljade puhaskülvid 500–550 idanevat tera hektarile). Külvinorm erinevate külviaegade puhul on võrdne. Terakultuuride äestamist umbrohutõrjeks tehakse üks kuni kaks korda kultuuride tärkamisel (teraviljad) ja kolme või nelja pärislehe või võrsumisfaasis. Sõnnikut antakse 30 t/ha enne põldheina sissekünni kevadel ja 30 t/ha segavilja põllu sissekünnile sügisel. Rüpsi kasvatamisel anti sõnnikut 45 t/ha eelneva aasta sügisel. Sõnniku koguste kalkuleerimisel põllukülvikorrale on püütud arvestada piimakarjaettevõttes reaalset toodetavat sõnnikuhulka Eesti tingimustes, arvestusega, et ka pikaajalised rohumaad vajavad sõnnikut. Seetõttu ei planeeritud põllukülvikorrale suuri sõnnikukoguseid.

Tavaviljeluses väetatakse mineraalväetistega. Valget mesikat külvikorras (2) tavaviljeluses ei väetatud. Mahekülvikorras (külvikord 2) kasutati väetamiseks vaid haljasväetisena mesikat. Mesikas



jäeti tervikuna haljasväetiseks. Enne mesika õitsemist hekseldati mesika maapealne mass kaks korda ja jäeti põllule. Sõnnikut külvikorras (2) ei kasutata.

Tavaviljeluses puhiti külvisseeme keemiliselt, tehti üks keemiline umbrohetõrje, vajadusel üks keemiline haiguste (enamusest aastatest) ja ka kahjurite tõrje aastas. Umbrohu äestamist tavaviljeluses ei tehtud.

Kõigi põhimullaharimiste kordade vahe oli umbes kaks nädalat. Vastavalt metoodikale künti osa katsealast sügisel ja osa kevadel. Mullaharimist kevadel alustati kohe esimesel mullaharimisvõimalusel. Peale libistamiste ja kultiveerimiste teostamist (kaks kuni kolm tööoperatsiooni) külvati.

Umbrohuproovid võeti alates juuni lõpust või juuli algusest kontrollraami (50×50 cm) abil igalt lapilt 1–2 proovivõtuna. Umbrohu liigid sorteeriti eraldi, taimed loendati ja kaaluti maapealne toormass. Iga liigi keskmiste proovide alusel määrati peale laboris kuivatamist nende kuivmass. Umbrohte iseloomustatakse kahe erineva agrobioloogilise rühma – vegetatiivselt hästi levivad umbrohud (VHU) ja lühiealised umbrohud (LEU) alusel. Terasaagid ja põldheina haljasmassisaagid koristati katsekombainiga. Saagi- ja mullanalüüsid tehti PMK laboris Sakus. Terasaagikus on esitatud 13% niiskuse juures.

Kattetulu on arvestatud saakide koguste korrutamisel Eestis konkreetse aasta sügise nisu, kaera, segavilja, odra ning silo (pallisilo) müügihindadega, millest on maha arvatud tehtud masintöö- ja kuivatuskulud ning muutuvkulud. Kulud arvestati Eesti Maaviljeluse Instituudi ja Maamajanduse Infokeskuse masinkulude maksumuste ning mõne ettevõtte teenushindade järgi. Kattetulu arvestamisel võeti toetustena arvesse ühtne pindalatoetus, põllukultuuri kasvatamise täiendavad otsetoetused ja põllumajanduslikud keskkonnatoetused mahe- ja KSM tootjatele. Kattetulu arvestused on üksnes orienteeruvad. Lähtutud on ettevõttest, millel on külvipinda 400–500 ha ja mis kasutab Euroopa päritolu masinaid.

Mulla füüsikaliste, hüdrofüüsikaliste ja aerofüüsikaliste omaduste hindamise tööd viidi läbi koostöös Eesti Maaülikooliga dots Endla Reintami juhendamisel. Mullaproovid analüüsiti Eesti Maaülikooli mullafüüsika laboris.

Vihmaussikoosluse näitajate uuring külvikorra (1) 2. väljal teostati prof Mari Ivaski poolt Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledžist. Vihmaussid koguti Kuusiku katselappide mullast 6.-7. septembril 2011. Igalt katselapil tehti üks kaeve, iga variandi kohta neljas korduses, kokku 48 kaevet. Kilele asetatud muld sorteeriti käsitsi. Kogutud ussid pesti, loendati ja kaaluti vastavalt metoodikale. Määrati vihmausside liigid. Tulemused esitati arvutatuna 1 m² pinna kohta, arvutati ka koosluste eluvormiline struktuur ning dominantliigi osatähtsus.

Mulla põhitoiteelementide (NPK) üldbilanss külvikordade muldades

Käesolevas aruandes antakse ülevaade kõigi väljade viljavahelduse esimese rotatsiooni tulemustest (2003.-2008. a). Mulla põhitoiteelementide (lämmastik, fosfor, kaalium - NPK) üldbilanssi (kõigi



NPK sisendite ja väljundite vahe põllul) 5–väljalise põldheinarohke mahekülvikorra (1) 3. välja mullas (2004.-2008. a) käsitleti põhjalikumalt PMK püsihindamise aruandes 2010. aasta kohta.

Esimese viie aasta jooksul erines kultuuride algne jaotus viljavahelduses ja sõnnikuga väetamine praeguses metoodikas väljakujunenust külvikorra üleminekust jm. teguritest tingituna. Siiski kasvatati kõigil väljadel viie aasta jooksul kahel aastal ristikut või ristikurohket põldheina ja kolmel aastal üheaastaseid terakultuure nagu ka praeguseks väljakujunenud viljavahelduses. Järgnevatel aastatel võrreldakse nende esimese viie aasta NPK üldbilanssi teise viieaastase perioodi ehk külvikorra 2. rotatsiooni tulemustega.

Esimese viie aasta külvikorra väljade viljavaheldusest ja sõnniku andmisest annab ülevaate tabel 1. Sõnnikut anti poolele katsealale, teine pool võrdluseks ei saanud ühelgi aastal sõnnikut. Tabelis 1 esitatud ajaperioodi viljavahelduses mõjutasid NPK üldbilanssi külvikorra väljade mullas kõige enam sõnniku andmissageduste ja koguste erinevused ning punase ristiku või ristikurohke põldheina väljadelt eemaldatud maapealse massi kogus. Nii anti sõnnikut 1. ja 5. väljal vaid üks kord viie aasta jooksul - 30 t/ha (keskmiselt 6 t/ha aastas), 4. väljale üks kord - 45 t/ha (keskmiselt 9 t/ha aastas), 3. väljale kaks korda - 45 ja 30 t/ha (keskmiselt 15 t/ha aastas) ja 2. väljale kolm korda - 30, 45 ja 30 t/ha (keskmiselt 21 t/ha aastas). Seega sai 2. väli 3,5 korda rohkem sõnnikut kui 1. ja 5. väli ning erines ka sõnniku sisendina muldaviidud NPK kogus kordades. Ühe ja sama koguse sõnnikuga viidi mulda ka tegelikult üsna erinev kogus NPK, kuna sõnniku partiides oli aastate lõikes erinev toiteelementide ja kuivaine sisaldus.

Külvikorra sisseviimisel kasvatati algul vaid punast ristikut, mida külvati puhaskülvina. 2. ja 3. väljal kasvatati seda katse algul üheaastase haljasväetiskultuurina, nii et kogu mass tagastati koos kogunenud toiteelementidega mulda. Hiljem hakati kõigil väljadel külvama ristikurohket põldheina allakülvina, mis suurendas külvikorras heintaimede osa (maapealne mass eemaldati põllult loomasöödaks). Puhaskülvi puhul on heintaimede maapealne mass külviaastal üldiselt tunduvalt väiksem kui eelmise aasta allakülviga rajatud põldheina mass esimesel täiskasvuaastal ja see mõjutas samuti NPK üldbilanssi tulemusi. 2007. aasta kevadel tuli 4. ja 5. väljal külvata põldhein uuesti, kuna talvise tugeva külmega lumeta perioodil põldhein hävines. Kuna suveperiood oli põuane, ei kasvanud puhaskülvi põldhein piisavalt ja tol aastal ei saanud niiteid teha ja seega jäi ka rohus olev NPK eemaldamata.

Mulla NPK üldbilanssis on arvesse võetud kultuuride saagiga (terad, haljasmass, põhk) ja leostumisega eemaldatavad ning sõnnikuga, liblikõieliste õhulämmastikuga, sademetega ja külviseemnega mulda juurde toodavad toiteelementide kogused.



2. välja NPK üldbilanss oli märgatavalt kõrgema positiivse tasemega kui teistel väljadel. Sõnniku mitteandmisel oli P ja K üldbilanss vähem negatiivne kui teistel väljadel (tabel 2). See tuleneb sellest, et see väli sai tunduvalt rohkem sõnnikut kui teised ja põldhein jäi mõlemal aastal koristamata (sisuliselt haljasväetiseks), kuna teisel kasvuaastal eemaldati väljalt vaid ristiku seeme koos õienuti osadega.

Tabel 1. Viljavaheldus ja sõnniku kasutamine esimese viie aasta jooksul põldheinarahke külvikorra väljadel (Kuusiku katsepõld, PMK 2012)

Külvikorra- väli	Kultuurid viljavahelduses ja sõnniku kasutamine				
	2004	2005	2006	2007	2008
1. väli	Punane ristik (puhaskülv); 1-niide	Punane ristik; 1-niide	Suvinisu	Hernes ; <i>tahesõnnik 30 t/ha sügisel</i>	Suviuder põldheina allakülviga
-	2003	2004	2005	2006	2007
2. väli	Punane ristik (puhaskülv); koristamata	Punane ristik; seemneks, niiteks koristamata <i>tahesõnnik 30 t/ha sügisel</i>	Suvinisu; <i>tahesõnnik 45 t/ha sügisel</i>	Suvirüps; <i>tahesõnnik 30 t/ha sügisel</i>	Suviuder põldheina allakülviga
3. väli	Punane ristik (puhaskülv); koristamata; <i>tahesõnnik 30 t/ha sügisel</i>	Talinisu; <i>tahesõnnik 45 t/ha sügisel</i>	Suvirüps	Oder põldheina allakülviga	Ristikurohke põldhein; 2-niidet
4. väli	Suviuder; <i>tahesõnnik 45 t/ha sügisel</i>	Talirüps	Oder allakülviga	Ristikurohke põldhein (korduskülv hävinenud põldheina asemele); koristamata	Ristikurohke põldhein; 1-niide
5. väli	Kaer	Suviuder	Ristikurohke põldhein (puhaskülv); 1-niide	Ristikurohke põldhein (korduskülv hävinenud põldheina asemele); koristamata;	Suvinisu



				<i>tahesõnnik 30 t/ha sügisel</i>	
--	--	--	--	---------------------------------------	--

Sõnniku andmisel jäi NPK üldbilanss väljade keskmisena viie aasta jooksul positiivseks - (N: 102, P: 4, K: 50 kg/ha aastas) ehk külvikorra mulda tagastati tervikuna NPK rohkem kui eemaldati (tabel 2). Vaid 1. väljal oli P-bilanss kergelt negatiivne (-4 kg/ha aastas) ja 3. väljal tasakaalus (0 kg/ha aastas). 1. väli sai ka viie aasta jooksul kõige vähem sõnnikut (üks kord 30 t/ha). Võib öelda, et külvikorra keskmisena NPK sisaldus mullas säilis või paranes sõnniku andmisel. Sõnniku mitteandmisel jäi lämmastiku keskmine bilanss kõigil väljadel samuti positiivseks (38 kg/ha aastas). Kuna ristik liblikõielise heintaimena toob mügarbakterite elutegevuse tagajärjel mulda rohkesti lisalämmastikku, oli see lisandunud kogus ilmselt suurem kui saagiga ja leostumisega terve 5-aastase rotatsiooni kohta külvikorras eemaldati.

Joonis 2. NPK üldbilanss aastate keskmisena viieväljalise põldheinarohke mahekülvikorra mullas viie aasta jooksul alates katse rajamisest Kuusiku katsepõllul) (PMK 2012)

Külvikorra- väli ja periood	N kg/ha/a	N kg/ha/a	P kg/ha/a	P kg/ha/a	K kg/ha/a	K kg/ha/a
	Väetamata	Sõnnikuga	Väetamata	Sõnnikuga	Väetamata	Sõnnikuga
1. väli 2004-2008	42	64	-7	-4	-42	-14
2. väli 2003-2007	80	172	-3	16	-8	113
3. väli 2003-2007	13	74	-7	0	-49	18
4. väli 2003-2007	11	94	-6	6	-29	93
5. väli 2003-2007	45	104	-6	4	-33	39
<i>Keskmine</i>	<i>38</i>	<i>102</i>	<i>-6</i>	<i>4</i>	<i>-32</i>	<i>50</i>

Eeltoodu põhjal ei saa öelda, et mügarbakterite poolt mulda toodud lisalämmastikust piisaks terve külvikorra rotatsiooni lämmastiku üldbilansi positiivseks hoidmiseks igal juhul. Niidetega eemaldatav rohumass sisaldab tegelikult suures koguses lämmastikku. Nii eemaldati näiteks 3. väljal ühel aastal põldheina kahe niitega 168-192 kg/ha N, samas kui suvinisu ja odra terasaagi ning nende põhuga kokku eemaldati N vaid 92-109 kg/ha. Kui söödakülvikorras mahetootmisel eemaldatakse rohumassi igal aastal mitmeniitelisena ja osa liblikõielise rohkest põldheinast või liblikõielise heintaimede puhaskultuurist ei jäeta külvikorra rotatsiooni jooksul haljasväetiseks, võib lämmastiku üldbilanss jääda sõnniku mittekasutamisel siiski negatiivseks. Näiteks jäi lämmastiku üldbilanss keskmisena kergelt negatiivseks (-2 kg/ha aastas) külvikorra 3. väljal sõnniku mitteandmisel ajavahemikus 2004-2008, kus viie aasta jooksul kasvatati küll kahel aastal ristikurohket põldheina,



kuid niidete arv võrreldes 2003.-2007. perioodiga (2 niidet ühel aastal, üks aasta tervikuna haljasväetiseks) oli suurem (2 niidet 1. aastal, 1 niide 2. aastal ja ädal haljasväetiseks).

Fosfori ja kaaliumi keskmine bilanss oli sõnniku mitteandmisel negatiivne (P: -6 ja K: -32 kg/ha aastas) ja seda kõigil väljadel. Seega kasutasid taimed saagi moodustamiseks mulla varude fosforit ja kaaliumi, mille tagajärjel võib mulla P ja K sisaldus pikema aja jooksul väheneda ning mullaviljakus tervikuna langeda. Heintaimed on lisaks lämmastikule ka tugevad fosfori ja kaaliumi tarbijad ja niidetega eemaldatakse neid elemente mullast suhteliselt palju. 3. väljal eemaldatakse näiteks ühel aastal põldheina kaheniitega 200-249 kg/ha K ja 17-19 kg/ha P. Samas suvinisu ja odra terasaagi ning nende põhuga kokku eemaldatakse vaid 72-80 kg/ha K ja 20-23 kg/ha P.

Sõnniku andmisel oli külvikorra keskmine PK bilanss positiivne (P 4 ja K 50kg/ha), ehk nende elementides sisaldus mullas kasvas.

Seega võib öelda, et heintaimede rohkes söödakülvikorras on maheviljeluses mulla NPK sisalduse säilitamiseks või tõstmiseks vajalik söödaga eemaldatakse NPK tagastamine põllule läbi piisava koguse sõnniku. Sõnniku maheettevõttest väljaviimine või muul viisil kasutamine, põldudele tagastamise asemel vähendab ilmselt aja jooksul mullaviljakust. Mahepõllumajandusliku tootmise toetuse saamise tingimustes ja seadusandluses võiks mõelda, kuidas mõjutada maheettevõtteid, kes toodavad sõnnikut, seda täies ulatuses põldudele tagastama.

Teraviljarohkes mahe- ja tavaviljeluse külvikorras (2) oli 2005-2008. a alljärgnev viljavaheldus: suvinisu – kaer – suvioder allakülviga – valge mesikas haljasväetiseks.

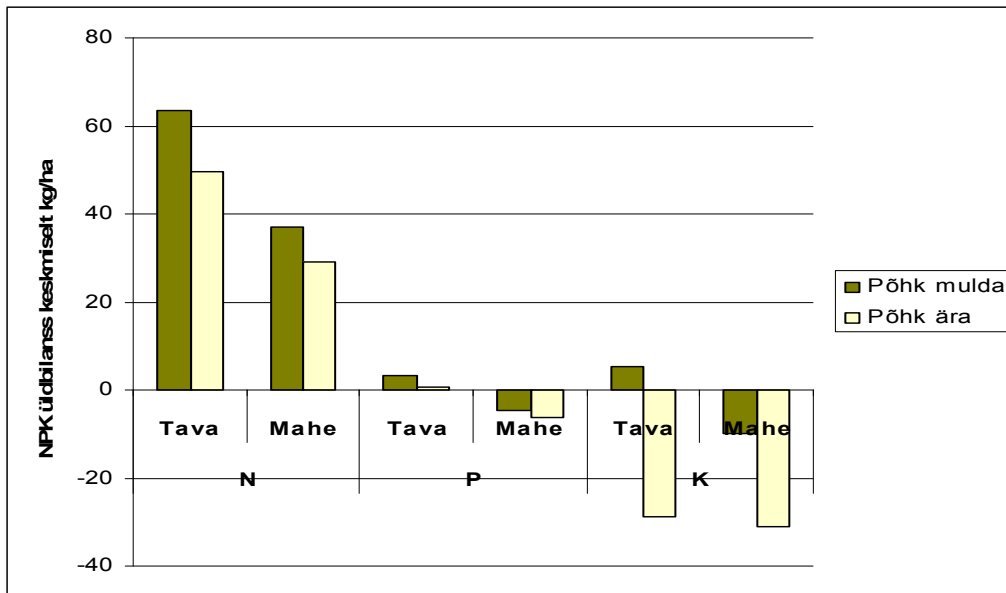
Eeltoodud külvikorratüüp oleks kasutatav teraviljakasvatusele spetsialiseeruva tootmise korral. Antud juhul maheviljeluses sõnnikut ei kasutata, kuna ettevõtjal poleks loomapidamist ja tavaviljeluses kasutatakse väetamiseks lisaks haljasväetisele mineraalväetiseid. Mineraalväetisi anti tavaviljeluses järgmiselt: NPK suvinisule vastavalt 92–19–36 kg/ha, kaerale 70–15–28 kg/ha ja odrale 60–13–24 kg/ha. Valget mesikat tavaviljeluses mineraalväetistega ei väetatud. Selles külvikorras liblikõielist heintaimet valget mesikat niidetena ei eemaldata, vaid purustati kaks korda kasvuajal põllule ja lõpuks künti haljasväetisena mulda.

Mügarbakterite poolt seotud õhulämmastiku kogus oli nii suur, et tasakaalustas maheviljeluses teraviljade terasaagiga eemaldatakse lämmastiku koguse ja jäi veel ülegi, et rotatsiooni mulla lämmastiku üldbilanss positiivseks muuta (joonis 1). Küll aga jäi maheviljeluses negatiivseks mulla P ja K üldbilanss, kuna neid elemente terasaagiga teatavas koguses eemaldatakse, juurde aga väetamise puudumisel ei tulnud. Tavaviljeluses oli tänu antud mineraalväetistele P ja K üldbilanss positiivne, kui põhk mulda tagastati. Kui põhk eemaldatakse, jäi ka tavaviljeluses K bilanss negatiivseks. Teraviljapõhk sisaldab suhteliselt märkimisväärse koguse kaaliumi. Seetõttu tuleks maheviljeluses põhk kindlasti mulda tagastada, et K bilanssi oluliselt parandada. Põhku ei tohiks maheettevõttest välja viia või kasutada muuks otstarbeks põllule jätmise asemel.

Siin tekibki nüüd küsimus, kuidas peaks näiteks taimekasvatustootjad, kes sõnnikut ei tooda ja põldudele sõnnikut ei anna, mulla P ja K sisaldust säilitama. Võimalik, et nad peaks väetama



hakkama maheviljeluses kasutada lubatud (tööstuslikult töötlemata) mineraalseid P ja K väetisi. Samas rõhutatakse aga Euroopa Liidu mahetaimekasvatust reguleerivas seadusandluses (EÜ 834/2007) soovitusena, et mullaviljakust tuleks hoida kõigepealt oma ettevõtte aineringluse baasil orgaaniliste väetistega.



Joonis 1. Esimese rotatsiooni (2005.–2008. a) aastate keskmine NPK üldbilanss neljaväljalises teraviljarohke külvikorra mullas tava- ja maheviljelusel Kuusiku katsepõllul (PMK 2010)

Kokkuvõtte külvikordade NPK üldbilansi tulemustest

- Liblikõieliste rikkas loomasöödatootmisele suunatud mahekülvikorras (1) tahesõnniku andmisel keskmiselt 9-21 t/ha aastas esimese rotatsiooni (viie aasta) jooksul ja põldheina niidete eemaldamisel 1-2 korda jäi NPK üldbilanss tasakaalu või positiivseks.
- Liblikõieliste rikkas loomasöödatootmisele suunatud mahekülvikorras (1) sõnnikuga mitteväetamisel ja niidete eemaldamisel põllult jäi fosfori ja kaaliumi üldbilanss negatiivseks ja lämmastiku üldbilanss positiivseks, mis tähendab seda, et mullavarude arvelt eemaldati mullast märkimisväärne kogus fosforit ja kaaliumi. Sellisel viisil majandades võib mullaviljakus hakata vähenema.
- Ristikurohke põldheina saagiga eemaldati lämmastikku ja kaaliumi mitu korda rohkem kui näiteks nisu ja odra terasaagi ja põhuga kokku.
- Kui põllult eemaldatakse rohkem niiteid (2-3 korda aastas), ei pruugi lämmastiku üldbilansi tasakaalustamiseks piisata vaid liblikõieliste mügarbakterite poolt seotud õhulämmastikust.
- Eestis toodeti 2004.–2011. aastal maheviljeluses (taime- ja loomakasvatuse segaettevõtted ja taimekasvatuse ettevõtted) sõnnikut haritava maa kohta umbes 3 t/ha aastas, mis võib olla



ebapiisav mullaviljakuse pikemaks säilitamiseks endisel tasemel. Läbimõeldud majandamise korral saaks näiteks veiste arvu oluliselt ettevõttes tõsta ja sõnniku kogust suurendada. Selleks tuleks õigel ajal uuendada rohumaid, koristada sööta õiges faasis, kasutada paremat agrotehнологiat, optimaalsemaid karjatamisskeeme, toota söödateravilja loomade söödavajadusest lähtuvalt jne.

- Teraviljatootmisele orienteeritud mahekülvikorras (2), kus sõnnikut ei antud ja ühel aastal kasvatati haljasväetiseks valget mesikat, oli lämmastiku üldbilanss selgelt positiivne tänu piisavale hulgale valge mesika mügarbakterite poolt seotud õhulämmastikule ja fosfori-kaaliumi bilanss negatiivne, kuna fosforit ja kaaliumi juurde ei toodud, küll aga eemaldati teraviljasaakidega.
- Teraviljatootmisele orienteeritud tavakülvikorras (2), kus sõnnikut ei antud ja ühel väljal kasvatati haljasväetiseks valget mesikat ning anti mineraalväetisi, oli lämmastiku üldbilanss tugevalt positiivne. Põhu muldaviimisel oli fosfori-kaaliumi üldbilanss kergelt positiivne, põhu eemaldamisel selgelt negatiivne.
- Teraviljapõhk sisaldab märgatavalt rohkem kaaliumit kui terad, seetõttu on põhu tagastamine mulda maheviljelusel eriti oluline.
- Väiksema positiivse või negatiivse lämmastiku bilansi korral on risk lämmastiku leostumisele ja vette sattumisele küll väiksem, kuid samas võib mullaviljakus väheneda.

Taimedele omastatavate toiteelementide ning huumuse sisalduse muutus külvikordade künnikihis

Taimedele omastatavate toiteelementide ja huumuse sisalduse muutused sõltuvalt toiteelementide üldbilansist, väetamisest, muldade majandamisest, kasvatatavatest kultuuridest, sademetest, lõimisest jm.

Mullaanalüüsid võeti künnikihist katse alguses kevadel ja kordusena teatud vahemiku järel kui külvikorra väljad olid üldiselt läbinud 1. rotatsiooni koos üleminekuaastatega ja alati 2. aasta põldheina järel kevadel. Üleminekuaastate sissetuleku tõttu on proovide võtmise ajavahe väljade vahel mõnevõrra erinev (tabel 3). Viieandal väljal on vahe kõigest 4 aastat, kus tinglikult loeti 1. rotatsiooni kestuseks 4 aastat, kuid 2. rotatsioon lõpeb 2012. aasta kevadel. Ülejäänud väljadel on see vahemik 5-7 aastat.

Taimedele omastatava fosfori sisaldus vähenes maheviljeluses mitteväetamisel statistiliselt usutavalt (vähemalt PD₀₅ juures) kõigil viiel külvikorraväljal katse algusaastaga võrreldes (tabel 3). Seega vähenes omastatav P mitteväetamisel statistiliselt usutavalt (vähemalt PD₀₅ juures) ka külvikorraväljade keskmiselt ehk 13,6% võrra katse alguse omastatava P sisaldusega võrreldes.

Sõnniku kasutamisel suurenes omastatava P sisaldus statistiliselt usutavalt (vähemalt PD₀₅ juures) vaid 3. väljal, mis sai sõnnikut kaks korda (30 ja 45 t/ha). Omastatava P usutav vähenemine vähesel määral toimus aga 1. väljal, mis sai sõnnikut vaid üks kord 30 t/ha. Ülejäänud väljade omastatava P muutus künnikihis polnud statistiliselt usutav ja seda isegi 2. väljal, mis oli saanud kolm korda



sõnnikut. Kõikide väljade keskmisena polnud 1. rotatsioonis sõnniku andmisel omastatava P sisaldus mullas statistiliselt oluliselt muutunud.

Taimedele omastatava kaaliumi sisaldus langes mitteväetamisel (tabel 3) 1., 2. ja 3. väljal märgatavalt (statistiliselt oluliselt vähemalt PD₀₅ juures). Kuid 4. ja 5 väljal oli isegi üllataval kombel pisut kasvanud, aga samas polnud muutus statistiliselt usutav. Kõigi väljade keskmisena sõnniku mitteandmisel omastatava kaaliumi sisaldus siiski langes ja seda statistiliselt usutavalt (vähemalt PD₀₅ juures) ehk 6,8% võrra katse algusest.

Tabel 3. Taimedele omastatava PK sisalduse muutused viieväljalise liblikõieliste heintaimede rikka külvikorra künnikihis maheväljeluses Kuusiku katsepõllul (PMK 2012)

Väetamine	P mg/kg		K mg/kg	
	2004 1. väli	2011 1.väli	2004 1. väli	2011 1. väli
Väetamata	39*	34*	127*	120*
Sõnnikuga	40*	37*	136	136
-	2004 2. väli	2010 2.väli	2004 2. väli	2010 2. väli
Väetamata	51*	46*	159*	125*
Sõnnikuga	49	50	155	153
-	2003 3. väli	2009 3. väli	2003 3. väli	2009 3. väli
Väetamata	56*	50*	135*	118*
Sõnnikuga	51*	56*	133*	150*
-	2003 4. väli	2008 4. väli	2003 4. väli	2008 4. väli
Väetamata	50*	42*	129	134
Sõnnikuga	55	52	147*	168*
-	2003 5. väli	2007 5. väli	2003 5. väli	2007 5. väli
Väetamata	52*	46*	156	161
Sõnnikuga	53	53	161*	183*
	<i>Keskmine katse algus</i>	<i>Keskmine perioodi lõpp</i>	<i>Keskmine katse algus</i>	<i>Keskmine perioodi lõpp</i>
Väetamata	50*	44*	141*	132*
Sõnnikuga	50	49	146*	158*

* Tärniga tähistatud erinevused on aastate vahel statistiliselt usutavad vähemalt PD₀₅ juures

Sõnniku andmisel tõusis omastatava K sisaldus märgatavalt 3., 4. ja 5. välja künnikihis (statistiliselt oluliselt vähemalt PD₀₅ juures), kuid muutus polnud statistiliselt usutav 1. ja 2. väljal. Siin on huvitav võrrelda omavahel 1. ja 5. välja K sisalduse muutust. Mõlemad väljad said rotatsiooni jooksul üks kord (30 t/ha sõnnikut) ehk teistest väljadest märgatavalt vähem. 5. välja künnikihis tõusis K sisaldus oluliselt (161-lt 183 mg/kg), kuid 1. väljal ei muutunud K sisaldus üldse. Põhjus



võib olla selles, et 5. väljal künti sõnnik mulda mullaproovide võtmise aasta kevadele eelneval sügisel. Seega polnud taimed veel sõnnikust kättesaadavaks muudetud K ära tarvitanud. 1. väljal anti sõnnik aga 2007. aasta sügisel ja mullaproovid võeti 2011. aasta kevadel. Seega võisid selles vahemikus sõnnikust vabanenud toitained enamuses ära kasutada väljal kasvatatud oder ja põldhein ning K sisaldus künnikihis ei muutunud. Kõigi väljade keskmisena sõnniku andmisel omastatava K sisaldus siiski tõusis. Tõus oli statistiliselt usutav (vähemalt PD₀₅ juures) ehk 8,2% võrra katse algusest.

Mulla P hulga vähenemist maheviljelusel, hoolimata sõnniku kasutamisest, on täheldatud pikaajalistel maheuringutel Šveitsis (Mäder *at al*, 2006). Taanis tehtud uuringutes täheldati nii taimedele omastatava fosfori kui ka kaaliumi hulga vähenemist (Rasmussen *et al*, 2006). Mulla omastatava PK ning P_{üld} ja K_{üld} muutused ei ole omavahel alati korrelatsioonis. Erineva muldade harimisintensiivsuse, sademeterohkuse, kultuuride juureeritiste jm tegurite mõjul võib omastatavate toiteelementide hulk samas mullas muutuda ka osaliselt sõltumata nende üldsisaldusest.

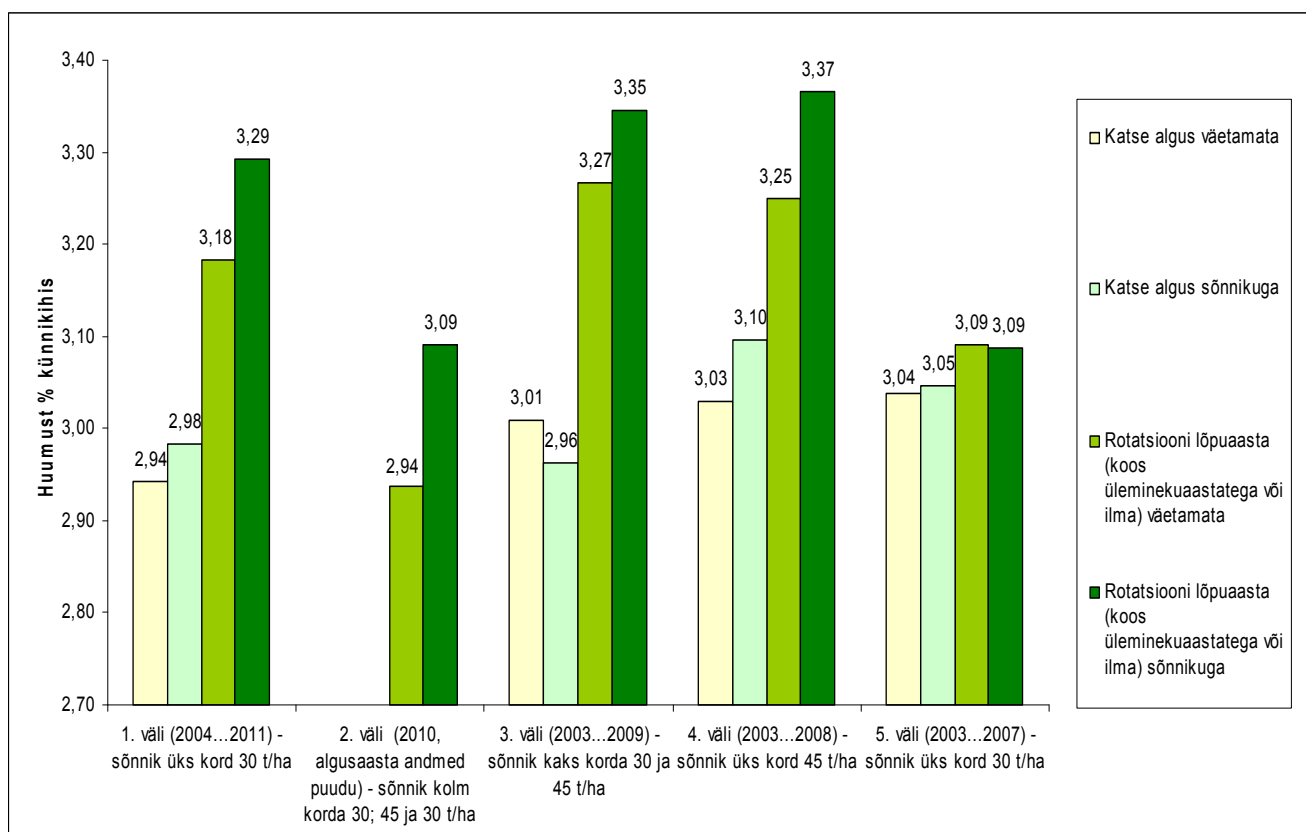
Samas on siiski näha, et kui PK üldbilanss oli negatiivne, vähenes külvikorra mullas üldiselt ka omastatava P ja K sisaldus. Sellise tendentsi püsimisel võivad mahekultuuride saagid ja üldine mullaviljakus vähenema hakata. Seega vajaks mahetaimekasvatust ikkagi väetamist. Tuleks kaaluda, kas mitteväetamine või puudulik väetamine on ikkagi keskkonnasõbralik tegevus. Samuti võiks arutleda kas väetisi mittekasutavatele mahetootjatele peaks toetust maksma sama palju, kui neile, kes väetavad orgaaniliste või kasutada lubatud mineraalsete väetistega.

Künnikihi huumuse sisaldus kasvas põldheinarohkes külvikorras (1) katse algusaastaga võrreldes rotatsiooni jooksul nii sõnniku andmisel, kui ka mitteandmisel (joonis 2) 1., 3., ja 4. väljal statistiliselt usutavalt (vähemalt PD₀₅ juures). Võrreldes teiste väljadega määrati 2. väljal katse alguses künnikihi orgaanilise süsiniku sisaldus teise meetodiga (NIRS), seetõttu pole tulemused võrreldavad ning joonisel 2 on toodud vaid rotatsiooni kontrollaasta (rotatsiooni lõpu aasta) huumuse sisaldused. 5. väljal huumusesisaldus usutavalt ei tõusnud. Sellel anti sõnnikut (30 t/ha üks kord) vähem ja vahetult mullaproovide võtmise aasta kevadele eelnenud sügiskünni alla ning vaatlusperiood oli kõige lühem. Jooniselt on näha, et sõnniku mõju huumusesisalduse tõusule oli tunduvalt väiksem kui huumusesisalduse üldine tõus võrdlusperioodil. Kuna huumusesisaldus kerkis märgatavalt ka sõnniku mitteandmisel, võib öelda, et künnikihi huumusesisaldus tõusis peamiselt tänu põldheina sissetoomisele viljavaheldusse. Mujal tehtud uuringutes on märgitud, et põldheina mõjul võib mulla huumust juurde tulla 1,5-2 t/ha aastas, teraviljad aga vähendavad huumusesisaldust 1 t/ha aastas. 1., 3., 4. ja 5. välja keskmisena tõusis huumusesisaldus võrreldes katse algusega 3,0%-lt 3,2% sõnnikuga mitteväetamisel ja 3,3% sõnnikuga väetamisel. Sellised muutused on ka statistiliselt usutavad (vähemalt PD₀₅ juures).

Eeltoodu ühtib ka Šveitsis, Taanis ja USA-s tehtud uuringute tulemustega, kus sõnniku ja haljasväetiste kasutamisel maheviljelusel orgaanilise aine sisaldus tõusis (Mäder *at al*, 2006; Rasmussen *et al*, 2006, Hepperly *et al*, 2006).



Huumusesisalduse säilitamine ja tõstmine on maheviljeluses mullaviljakuse säilitamisel eriti oluline. Huumusosakestel on võime siduda endaga tugevalt taimetoiteelemente, vähendades nende leostumist. Huumuse aeglase mineraliseerumise tõttu vabanevad toitained aastas vähesel määral taimedele kättesaadavasse vormi. Selline aeglane vabanemine ei lase mulla toiteelementide sisaldusel kiiresti langeda ka juhul kui nende üldbilanss püsib pikemat aega negatiivne. Samas paranevad huumusesisalduse tõusul mulla struktuursus, õhustatus, veerežiim, haritavus, mullaelustiku tegevus jm näitajad, mis tõstavad samuti mullaviljakust. Seega on mulla huumusesisalduse säilitamist ja tõstmist soodustav liblikõieliste rohke põldheina või liblikõieliste puhaskülvi kasvatamise nõue praegustes MAHE ja KSM toetuse saamise tingimustes arvatavasti peamise tähtsuga tegevus mullaviljakuse säilitamiseks. Kuid söodatootmisel, kus niidetega eemaldatakse mullast igal aastal suur kogus taimetoiteelemente, tuleks need mulda kindlasti tagastada piisava koguse sõnnikuga.



Joonis 2. Künnikihi huumusesisalduse muutus katse algusest külvikorra rotatsiooni perioodi lõpuni mitteväetamisel ja sõnnikuga väetamisel (PMK, 2012)

Alljärgnevalt on esitatud ülevaade teraviljatootmisele sobiva mahe- ja tavakülvikorra (2) taimedele omastatava fosfori ja kaaliumi sisalduse muutusest künnikihis 1. rotatsiooni jooksul.



Teraviljarohke tavakülvikorra (2) mulla künnikihis, kus teravilja põhk mulda tagastati, suurenes omastatava P hulk mullas uuringu algusest 2003. aastal 2009. aastani 11,3%, kuid omastatava K sisaldus püsis samal tasemel (tabel 4).

Teraviljarohke mahekülvikorra künnikihi mullas, kus põhk samuti mulda tagastati, püsis omastatava P hulk muutumatuna ja omastatava K hulk vähenes 8,5%.

Tabel 4. Taimedele omastatava PK sisalduse muutused künnikihis tava- ja maheviljeluses teraviljarohkes külvikorras, Kuusiku katsepõllul (PMK 2010)

Viljelusviis	P mg/kg		K mg/kg	
	2005	2009	2005	2009
Tava	71*	79*	187	185
Mahe	77	77	211*	193*

* Tärniga tähistatud erinevused on statistiliselt usutavad PD₀₅ juures

Kokkuvõte

- Sõnniku mittekasutamisel vähenesid taimedele omastatava fosfori ja kaaliumi sisaldus põldheina rohke külvikorra (1) künnikihi mullas kõigi viie välja keskmisena esimese rotatsiooni jooksul (koos üleminekuaastatega) vastavalt 13,6 ja 6,8%.
- Sõnnikuga väetamisel taimedele omastatava fosfori sisaldus külvikorra (1) väljade keskmisena praktiliselt ei muutunud. Omastatava kaaliumi sisaldus aga tõusis 8,2%.
- Teraviljatootmisele suunatud külvikorras (2), kus kasvatati haljasväetiseks valget mesikat, aga sõnnikuga ei väetatud, suurenes tavaviljeluses taimedele omastatava fosfori sisaldus (2005–2009) 11,3%, kuid omastatava kaaliumi sisaldus jäi praktiliselt samaks. Maheviljeluses püsis omastatava fosfori sisaldus külvikorra (2) mullas muutumatuna, kuid omastatava kaaliumi sisaldus vähenes 8,5%.
- Künnikihi huumuse sisaldus tõusis nii sõnniku andmisel kui mitteandmisel külvikorra (1) nelja välja keskmisena 3,0% , mitteväetamisel 3,2% ja sõnnikuga väetamisel 3,3%. Suurim mõju huumusesisalduse tõusule oli ristikurohke põldheina sissetoomisel viljavaheldusse. Sõnniku mõju oli väiksem.
- Künnikihi huumusesisalduse tõus maheviljeluses on oluline, kuna huumus ei lase mullast kiiresti ära kasutada või välja leostuda taime toiteelementidel ka juhul, kui toiteelementide üldbilanss püsib negatiivsesena. Huumusesisalduse tõus parandab ka mulla füüsikalisi, hüdro- ja aerofüüsikalisi omadusi. Nii võib tootmine vähenevate saakide tingimustes jätkuda siiski pikk aega. Seega on liblikõieliste põldheina sissetoomine MAHE ja KSM meetme tingimustesse tõenäoliselt kõige olulisema tähtsusega tegevus mullaviljakuse säilitamiseks praeguses määruuses olevatest tegevusnõuetest.
- Määruse nõuded ei hoia aga ära taimetoiteelementide sisalduse vähenemist mullas, kuna ei sea tingimuseks saagiga väljaviidud mulla toiteelementide hulga tasakaalustamist väetamise abil.



Järeldused ja ettepanekud mullaviljakuse säilitamiseks maheviljeluses

Eeltoodud uuringute tulemustele tuginedes saab teha järgmised ettepanekud mullaviljakuse paremaks säilitamiseks Eesti mahepõllumajandusettevõtetes läbi toetusmeetmete:

- maheloomakasvatuseettevõttes tuleb põllukülvikorras kasutada sõnnikut või komposti vähemalt üks (kaks) kord viie aasta jooksul iga põllu kohta keskmiselt 6-12 t/ha aastas;
- soovitatavalt üks niide või ädal põldheina kasvatamise perioodi jooksul tuleks jätta põllult eemaldamata;
- sõnniku või kompostide puudumisel tuleb kasvatada vähemalt ühel aastal viiest liblikõielise heintaimede puhaskultuuri haljasväetiseks ilma maapealset massi kordagi eemaldamata;
- tagastada kogu põllult saadav terakultuuride põhk puhtalt või läbi sõnniku ja komposti tagasi põllukülvikorras olevatele põldudele.

Mulla füüsikalised, hüdrofüüsikalised ja aerofüüsikalised omadused külvikorras

Mulla füüsikaliste, hüdrofüüsikaliste ja aerofüüsikaliste omaduste hindamine annab olulist teavet mullaharimiste, viljelusviiside, külvikordade ja selle viljavahelduse mõjust mulla struktuuri paranemisele või halvenemisele, haritavusele, vee- ja õhurežiimile, mullatervisele ja mullaviljakusele. Neid näitajaid hinnati valikuliselt külvikorras (1) 2010. ja 2011. aastal vastavalt 3. ja 2. väljal. Seal kasvatati kaera ja herne (2010) või kaera ja viki (2011) segavilja. Tööd viidi läbi koostöös Eesti Maaülikooliga dotsent Endla Reintami juhendamisel. Statistiliselt on tulemused analüüsitud 95% tõenäosuse juures.

Maheviljeluses oli mulla lasuvustihedus 2010. a natuke väiksem kui tavaviljeluses. Sama olukord oli sõnniku andmisel võrreldes mitteandmisega. 2011. a oli lasuvustihedus aga maheviljeluses 5-10 cm ülemises mullakihi natuke suurem, (statistiliselt usutavalt) nii pindmisel harimisel kui ka koorimisel koos künniga, kui tavaviljeluse samades variantides. Koorimisel koos künniga oli 20–25 cm sügavusel lasuvustihedus väiksem maheviljeluses. Pindmisel harimisel oli kõikide variantide keskmisena lasuvustihedus suurem kui künnil. Sõnniku kasutamine vähendas lasuvustihedust usutavalt 20–25 cm sügavusel, kuid suurendas mõnevõrra pindmises 5–10 cm kihis.

Uuritud ala mulla künnikihi lasuvustihedus oli suhteliselt rahuldav mõlemal uuringuaastal (vahemikus 1,3–1,4 g/cm³). Ka vahetult künnikihi aluse kihi lasuvustihedus (sügavam kui 20 cm) jäi alla 1,5 g/cm³. Kui lasuvustihedus jääb alla 1,5 g/cm³ on muld kobedam ja vähem tihe, sellest suuremat lasuvustihedust peetakse taimede kasvutingimusi halvendavaks.

Mulla kaaluline ja mahuline niiskus proovide võtmisel oli suurem pindmise harimise tingimustes võrreldes koorimise ja künniga. Tavaviljeluses olid need näitajad üldiselt suuremad kui maheviljeluses nii 2010. kui ka 2011. aastal. Sõnniku kasutamine suurendas mulla veesisaldust nii maheviljeluse kui ka tavaviljeluse tingimustes.



Üldine poorsus oli 2011. a ülemises 5-10 cm mullakihis maheviljeluses statistiliselt usutavalt väiksem kui tavaviljeluses nii pindmise harimise kui ka künni korral, kuid 20 cm sügavusel ainult pindmise harimise korral. Koorimisel koos künniga aga oli 20–25 cm sügavusel poorsus suurem maheviljeluses. Pindmisel harimisel oli kõikide variantide keskmisena üldine poorsus väiksem kui künnil. Sõnniku kasutamine suurendas poorsust usutavalt 20–25 cm sügavusel (sama tendents oli 2010. a), kuid vähendas mõnevõrra pindmises 5–10 cm kihis.

Õhuga täidetud mullapooride hulk oli 2011. a koorimisel koos künniga usutavalt suurem kui pindmise harimise korral ja seda mõlemas uuritud sügavuses. Samas õhuga täidetud poore oli rohkem 20-25 cm sügavusel kui 5-10 cm sügavusel. Õhuga täidetud poore oli kuni kaks korda rohkem tavaviljeluse kui maheviljeluse tingimustes koorimisel koos künniga 5–10 cm sügavusel, kuid 20–25 cm sügavusel oli maheviljeluse tingimustes aeratsioonipoorsus suurem. Sõnniku kasutamine suurendas õhuga täidetud pooride hulka koorimisel koos künniga, kuid ei omanud usutavat mõju pindmisel harimisel.

Sõnniku kasutamisel tõusis oluliselt taimedele omastatava vee osa künnikihis, võrreldes mittekasutamisega. Kusjuures tavaviljeluses oli omastatava vee sisaldus suurem kui maheviljeluses. Taimede poolt omastatava vee hulk mullas vähenes usutavalt 2011. a maheviljeluses mõlema harimisviisi ja sügavuse juures võrreldes tavaviljelusega. Samasugused tendentsid esinesid ka 2010. aastal. Pindmine harimine suurendas omastatava vee hulka sõnniku mittekasutamisel tavakülvikorras 5-10 cm sügavusel ja mahekülvikorras 20-25 cm sügavusel võrreldes koorimise ja künniga.

Taimedele omastamatu vee hulgale mullas puudus viljelusviisil 2011. a mõju pindmise harimise tingimustes nii sõnniku kasutamisel kui ka mittekasutamisel 5–10 cm sügavusel. Koorimisel koos künniga oli mõlemas sügavuses omastamatu vee hulk suurem maheviljeluse kui tavaviljeluse tingimustes, kuid 2010. aastal oli tendents vastupidine. Pindmisel harimisel oli mulla omastamatu vee hulk suurem kui künnil ja sõnniku kasutamisel suurem kui mittekasutamisel. Samas, koorimisel koos künniga ja tavaviljeluse tingimustes sõnnik vähendas taimede poolt omastamatu vee hulka mullas. Taimedele omastamatu vee hulk oli 20–25 cm sügavusel väiksem kui 5–10 cm sügavusel.

Mulla veeläbilaskvust vähendas 2011. a pindmine mullaharimine, kuid koorimine koos künniga suurendas seda mõlemas uuritud sügavuses. Viljelusviis mulla veeläbilaskvust 2011. a üldiselt ei mõjutanud, kuigi veeläbilaskvus oli 20–25 cm sügavusel sõnniku mittekasutamisel maheviljeluse tingimustes pindmisel harimisel väiksem kui tavaviljeluses. Kuid see võis olla põhjustatud ka mullastikulistest eripäradest sellel sügavusel. 2010. a oli mulla veeläbilaskvus mõnevõrra suurem tavaviljelusel võrreldes maheviljelusega. Sõnniku kasutamine suurendas 2011. a mulla veeläbilaskvust mõnevõrra pindmise harimise korral. 2010. a tõusis sõnniku kasutamisel märgatavalt tavaviljeluses mulla veeläbilaskvus võrreldes sõnniku mitteandmisega.

Vees stabiilsete mullaagregaatide hulk oli 2010. ja 2011 a maheviljeluses mõnevõrra suurem kui tavaviljeluses. Sõnniku kasutamisel tõusis nende mullaagregaatide hulk oluliselt võrreldes mittekasutamisega. Vee mõjule stabiilsete mullaagregaatide hulga tõus mõjutab mullastruktuuri



paranemist ja tõstab harimiskindlust. Välismaistes viljelusviiside võrdlusuuringutes peetakse seda üheks olulisemaks mulla kvaliteedi ja kaudseks viljakuse näitajaks.

Kokkuvõte

Välismaistes teadusuuringutes rõhutatakse tihti, et maheviljeluses paraneb mullastruktuursus ja suureneb veele vastupidavate mullagregaatide arv võrreldes tavaviljelusega, mis on indikaatoriks, et mulla füüsikalised näitajad on maheviljeluses paremad. Nende uuringute puuduseks on mõnikord see, et võrreldakse omavahel sisuliselt erinevaid viljavaheldusi mahe- ja tavaviljelusel, või sõnnikuta tavaviljelust ja sõnnikuga maheviljelust, või siis üsna intensiivselt mineraalväetisi ja keemilisi taimekaitsevahendeid kasutavat tavaviljelust maheviljelusega. Selline lähenemine võib võrreldavaid algtasemeid liialt moonutada.

PMK Kuusiku katsekeskuses 2010. ja 2011. aastal tehtud uuringud näitavad, et kui määrata laialdasem hulk mulla füüsikalisi, hüdrofüüsikalisi ja aerofüüsikalisi parameetreid, ilmneb, et olukord on keerulisem ja KSM tingimustele vastavas tavaviljeluses võivad osa parameetritest isegi paremad olla kui maheviljeluse põldudel. Kuusikul tavaviljeluse variantides ei kasutata suuri mineraalväetiste koguseid (näiteks lämmastikku) ja keemiline taimekaitse on mõõdukas. Sellised mõõdukad kogused mineraalseid ja keemilisi sisendeid ei pruugi veel mõjutada negatiivselt mulla füüsikalisi, hüdrofüüsikalisi ja aerofüüsikalisi näitajaid.

Uuringu tulemusel ilmnes, et ka pindmisel mullaharimisel võib osa eeltoodud mulla füüsikalistest, hüdrofüüsikalistest ja aerofüüsikalistest parameetritest mullas kehvemad olla, kui tüükoorimisel koos künniga, mis on samuti mõningases vastuolus varem kujunenud üldise arvamusega, et künnita viljeluses on mulla füüsikalised ja struktuursed näitajad paremad kui künnil.

Neid katsetulemusi tuleb lugeda siiski veel esialgseteks. Nende põhjal ei saa teha põhjalikemaid järeldusi, et ilmnenuid tendentsid ka edaspidi samasuguseks jääksid. Põhjalikemate järelduste tegemiseks on vajalik selle uuringuga jätkata.

Vihmaussikoosluse näitajad mahe- ja tavakülvikorra mullas

Uurimistöö teostati külvikorra (1) 2. väljal prof Mari Ivaski poolt Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledžist 2011. aastal. Katsealalt koguti vihmausside andmed 6.-7. septembril.

Eestis leitud kolmeteistkümnest vihmaussiliigist võib põllumullas kohata kuni 8 liiki. Ühes põllukoosluses leidub tavaliselt 3-5 erinevat liiki, kuna kõik liigid ei suuda mullaharimisega (eriti künniga) kohaneda. Kokku leiti külvikorra (1) mullast kuue liigi isendeid. Seega on liike PMK Kuusiku katsealal keskmisest rohkem. Erinevatel katselappidel oli neid 2-5 liiki ja keskmine liikide arv katselapil oli 4. Kõige arvukam liik oli harilik mullauss *Aporrectodea caliginosa*, sage oli ka roosa mullauss *A. rosea*, vähem esines suurt mullaussi *A. longa*, punast vihmaussi *Lumbricus rubellus* ja sinakat sooussi *Octolasion cyaneum*. Kõige väiksem oli hariliku vihmaussi *L. terrestris* arvukus. Sinakas soouss on Eesti põllutingimustes haruldane. Siiani on seda leitud vaid kuni viies kohas.



Põllumulla vihmaussikoosluse arvukus Eestis on keskmiselt 50-150 isendit/m², varieerudes teadaolevalt piirides 0 kuni 610 isendit/m². Katselappide vihmaussikoosluste keskmine arvukus oli 130 isendit/m². Arvukus varieerus vahemikus 28-304 isendit/m². Seega oli vihmausside arvukus külvikorra mullas sarnane Eesti keskmisele. Vihmaussid on väga tundlikud mullaniiskuse muutustele. Määramise ajal oli mullas niiskust vihmausside tegevuseks piisavalt, seega polnud see limiteerivaks faktoriks nende arvukusele ja aktiivsusele.

Elupaiga ja -viisi põhjal jagunevad vihmaussid kolme ökoloogilisse gruppi (Bouche 1977). Aneetsilised liigid elavad ebasoodsa perioodi üle peitudes sügavatesse urgudesse, siia kuuluvad suurimad vihmaussid, kes suudavad kaevata vertikaalkäike mõne meetri sügavuseni, kuid toituvad maapinnal (harilik vihmauss ja suur mullauss). Endogeilised liigid elavad peamiselt ülemises, suurema orgaanilise aine sisaldusega mullakihis, ebasoodsa perioodi elavad üle inaktiivses olekus (harilik mullauss, kes on meie haritavate ja looduslike muldade kõige tavalisem liik). Epigeilised liigid asustavad vaid mulla kõige ülemist, orgaanilise aine poolest rikast kihti ja sõltuvad elupaiga valikul kõige enam niiskustingimustest. Neid leidub peaaegu kõigis looduslikes muldades, kusjuures väga sageli metsade ja rohumaa kōdukihis. Nende isendid on väikesed ja ei uurista käike mineraalmulda. Põllumuldades elavad valdavalt endogeilised isendid, kes on põllumajandusliku tegevuse suhtes kõige tolerantsemad. Epigeiliste ja aneetsiliste isendite olemasolu koosluses viitab mõnevõrra looduslikumale elupaigale ja põllumajandustegevuse madalamale intensiivsusele. Eluvormide esinemine koosluses sõltub otseselt mullaharimisviisist ja selle intensiivsusest ning taimekaitsevahendite kasutamisest. Kõige tundlikum põllumajandustegevuse suhtes on epigeiline eluvorm. Aneetsilised liigid elavad varjatult sügavates urgudes, kuid mullaharimisega need lõhutakse; toitumas käivad need ussid maapinnal ja on ka seeläbi põllumajandustegevusest ja taimekaitsevahenditest mõjutatud.

Keskmine külvikorra katselappide vihmaussikooslus koosnes 84% ulatuses endogeilistest isenditest. Aneetsilisse eluvormi kuulus 12% ja epigeilisse eluvormi 4% kõigist isenditest. Epigeilise eluvormi osa oli suurem tavavariantide muldades ja aneetsilise eluvormi osa mahevariantide muldades. 21 katselapil puudus epigeiline eluvorm hoopiski, aneetsiline eluvorm puudus 4 katselapi mullas. See epigeilise vormi isendite väikseim osakaal võibki viidata selle eluvormi vihmaussiliikide suuremale tundlikkusele põllumajandustegevuse suhtes ka katsealal.

Vihmausside keskmised näitajad ei erinenud omavahel viljelusviiside (mahe ja tavaviljelus ja sügise mullaharimise variantide (pindmine mullaharimine, ainult kündmine, koorimine kaks korda + kündmine) vahel. Erinevate katsevariantide keskmised näitajad erinesid statistiliselt oluliselt mõnede parameetrite korral erineva väetamisega (ei väetata, väetatakse sõnnikuga) katsevariantide puhul. Sõnnikuga väetamisel olid usaldusväärselt kõrgemad ($p < 0,05$) hariliku mullaussi, suure mullaussi ja koosluse arvukused ning koosluse biomass 1 m² kohta. Tulemused on igati loogilised, sest sõnniku lagundamisest võtavad muu mullaelustiku kõrval aktiivselt osa ka vihmaussid, mis viibki nende populatsiooni kasvuni.



Kokkuvõte

- Külvikorra (1) mullas esines 2011. a kuus vihmaussiliiki (Eestis põllumullas keskmiselt 3-5 liiki).
- Vihmaussiliikide isendite keskmine arvukus oli 130 isendit/m². Eesti põllumuldades on keskmiselt 50-150 isendit/m². Seega oli katseala mullas isendeid Eesti keskmisel tasemel.
- Endogeilise eluvormi, mis on paremini kohandunud põllumajandustegevusega, kuulus 84% isenditest. Vähem kohandunud on aneetsiline vorm, kuhu kuulus 12% ja epigeiline vorm, kuhu kuulus 4% isenditest.
- Statistiliselt oluliselt suurenesid sõnniku mõjul hariliku mullaussi, suure mullaussi ja kogu koosluse arvukused ning koosluse biomass 1 m² kohta, võrreldes sõnniku mitteandmisega.
- Mahe- ja tavaviljeluse ning mullaharimisviiside (pindmine harimine, ainult kündmine ja koorimine + kündmine) vahel olulisi erinevusi vihmausside näitajatele polnud.

Kultuuride umbrohtumus ja saaginäitajad

Põldhein külvikorras 1

2010. aastast alates lisati katsesse maheviljeluse kõrvale tavaviljeluse variandid, mida väetatakse lisaks mineraalväetistega. Põldheina väetamisel kasutati suurema kaaliumi ja fosforisisaldusega ning vähese lämmastiku sisaldusega kompleksväetist (N:14, P:13 ja K:60 kg/ha). Norm kalkuleeritigi põldheina keskmise kaaliumitarbe järgi, sest heintaimed on suured kaaliumi (ka fosfori) tarbijad ja suurendavad selle mõjul oluliselt saaki. Lämmastikku pole aga ristiku ülekaalu tõttu üldiselt vaja anda. Jooniselt 3 on näha, et põldhein reageeris mineraalse kaaliumi ja fosfori andmisele märkimisväärse saagitõusuga võrreldes maheviljeluse variantidega. 2011. aastal oli ilma sõnnikuta, kuid mineraalväetisi saanud tavaviljeluses põldheina haljasmassisaak kokku 2,6 korda ja kuivmassi saak 2,3 korda suurem võrreldes väetamata maheviljelusega. Sõnnikut (järelmõjuna) ja mineraalväetisi saanud haljasmassisaak tavaviljeluses oli 2 korda ja kuivmassisaak 1,7 korda suurem kui sõnnikut järelmõjul maheviljeluses.

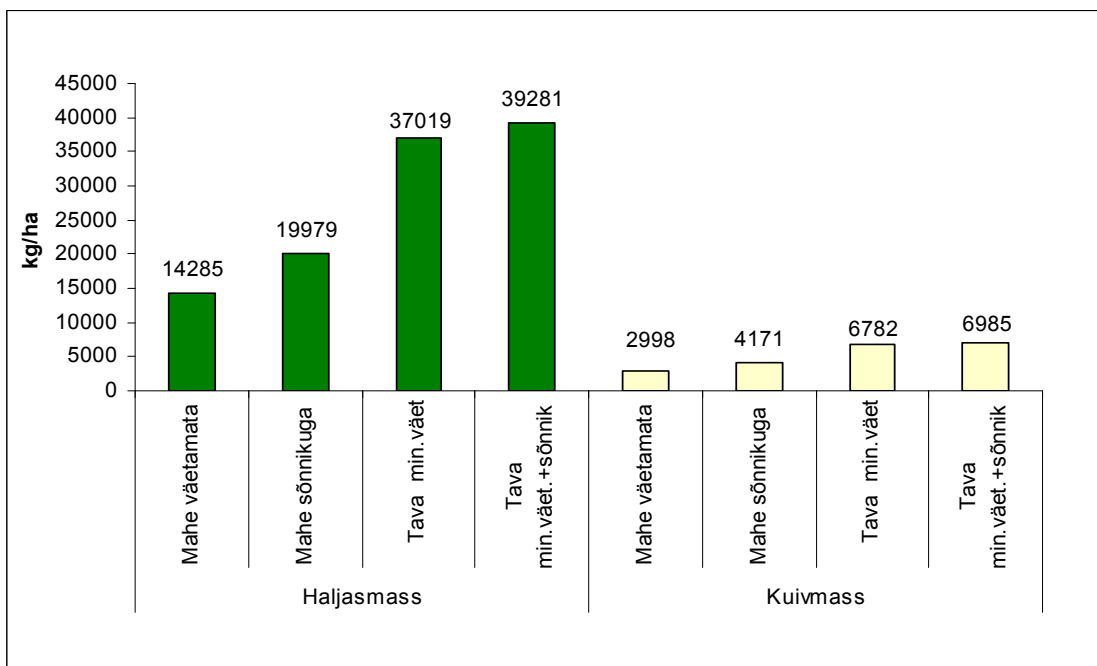
Maheviljeluses oli sõnniku mõjul saagitõus oluliselt suurem kui tavaviljeluses. Ilmselt said põldheina taimed põhilise osa toiteelementidest mineraalväetistest ja seetõttu vähenes sõnnikust pärinevate elementide osa saagitõusus. Haljasmassi saak suurenes sõnniku järelmõjul võrreldes mitteväetamisega maheviljeluses 40% ja kuivmassi saak 31%. Tavaviljeluses tõusis haljasmassisaak sõnniku mõjul vaid 6,1% ja kuivmassisaak vaid 3,0% võrreldes sõnnikut mittesaanud katse osaga. Sarnased tendentsid põldheina saagikuses esinesid ka 2010. aastal.

Heintaimed tarbiks kaaliumi (ka fosforit) suhteliselt rahuldavalt ka otsemõjuna antud sõnnikust, kuid tahesõnniku pealelaotamine pole suurte lämmastikukadude tõttu kevadel otstarbekas tegevus. Sõnniku järelmõju jääb mulda viidud sõnniku otsemõjust üldiselt väiksemaks. Seal, kus sõnnikut polnud üldse antud, oli teise aasta põldheinas ristiku osakaal ja mass märkimisväärselt vähenenud ja domineerisid kõrrelised. Sõnniku järelmõju variantides oli aga ristikut ka maheviljelusel



küllaldaselt. See näitab, et ristik vajab heaks kasvuks kaaliumi ja fosforit ega suuda üksnes mügarbakterite abil seotud õhulämmastikuga piisavalt areneda ja taimikus pikemalt püsida. Kaaliumi ja fosforiga varustatud ristikul areneb suurem juurekava ja selle abil suudab ta ka rohkem õhulämmastiku siduda, mis omakorda parandab taimede kasvu. Kaaliumi ja fosfori puudus võib enamikel juhtudel olla põhjuseks, miks maheootjate põldheina saagikus on sageli madal ja põllult saadakse vaid üks korralik niide.

Sõnniku puudusel saaks maheviljeluses põldheina saagikust tõsta ja toitelementide üldbilanssi tasakaalustada ka maheviljeluses kasutada lubatavate suure kaaliumi- ja väävlisisaldusega mineraalse kaaliumsulfaatväetisega ja fosforit sisaldava bioapatiidiga. Nende kasutamisetstarbekuse määrab ilmselt müügihind ja efektiivsust tuleks ka katsetega uurida. Vähemtähtis pole ka tootjate endi suhtumine, kas mineraalsete väetiste kasutamine on kooskõlas nende tõekspidamistega maheviljeluse põhimõtetest.



Joonis 3. Põldheina 3–niite haljas- ja kuivmassisaagid kahe välja keskmisena mahe- ja tavaviljeluses 2011. a. (PMK 2012)

Suvinisu külvikorras 1

Kaheaastane põldhein surus kõigil uuringu aastatel vegetatiivselt hästi levivaid umbrohte (VHU) suhteliselt hästi alla. VHU mass ja arvukus on olnud peale põldheina nisus kõigil aastatel madalad või ei esinenud neid osadel katselappidel üldse. Kuigi lühiealisi umbrohte oli arvuliselt rohkem, jäi nende mass suhteliselt väikseks ja nisu terasaagikust ei mõjutanud. Lühiealised umbrohud (LEU)



paljunevad üldiselt seemnetega ja põldheina sissekünni järel tuuakse uus kogus seemneid mulla pindmisse kihti, kus suur osa neist idaneb.

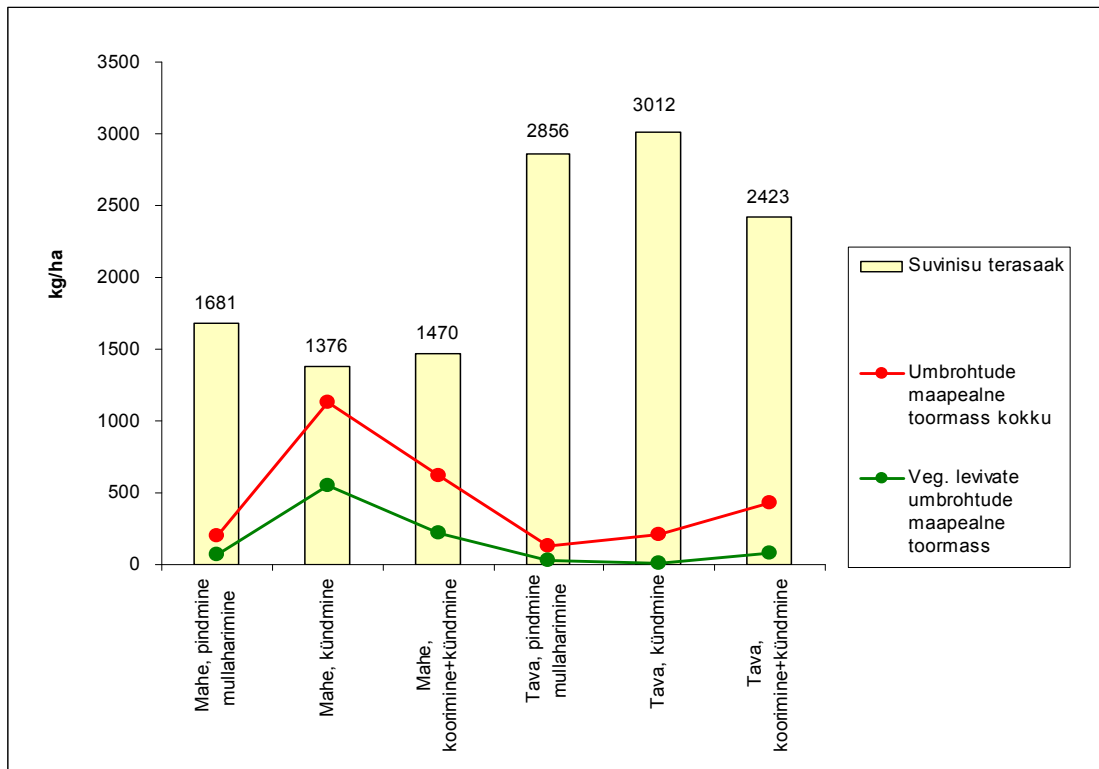
2011. aastal mahe- ja tavaviljeluse võrdluses VHU maapeelses toormassis pindmise mullaharimise järelmõjul ja koorimisel koos künniga (järelmõjul) suuremaid erinevusi ei esinenud (joonis 4) ja seda ka viljelusviiside vahel. Vaid ainult küntud maheviljeluse variantides oli VHU mass oluliselt suurem kui üks kord herbitsiidiga MCPA (1,5 l/ha) pritsitud tavaviljeluses. 2010. aastal ei olnud VHU maapeelses toormassis ei mahe- ega tavaviljeluses olulisi erinevusi. See näitab, et kui kaheaastane põldhein surub vegetatiivselt levivad umbrohud (peamiselt ohakad) hästi alla, pole nende väikese leviku korral herbitsiidiga täiendaval pritsimisel olulist mõju.

LEU umbrohtude maapealne toormass oli suvinisus samuti suhteliselt väike (VHU ja kõigi umbrohtude toormassi vahe joonistel 4), kuid mõnevõrra suurem kui VHU mass. Tavaviljeluses, kus pritsiti herbitsiidiga, oli LEU maapealne toormass üldiselt märgatavalt väiksem kui maheviljeluses nii 2010. kui ka 2011. aastal. Sõnniku kasutamine umbrohtumust oluliselt võrreldes sõnniku mittekasutamisega ei mõjutanud. See on olnud nii rohkem kui pooltel uuritavatest aastatest. Kui palju siin mõjutab umbrohtude kasvu sõnniku kvaliteet ja kui palju aasta enda eripära, ei oska öelda.

Sellise suhteliselt madala umbrohtumuse taseme juures võiks kaaluda herbitsiidiga pritsimise vahele jätmist, sest kultuuride saagikust madal umbrohtumus eriti ei mõjuta. Sellega saaks vähendada herbitsiidide kasutuskooormust külvikorra rotatsiooni jooksul.

Kui eelmistel aastatel ei ilmnunud märkimisväärseid erinevusi põldheinale järgneva suvinisu terasaakide vahel erineva sügisese mullaharimise järelmõju foonil, siis 2011. aastal oli tavaviljelusel koorimisel koos künniga terasaak märgatavalt madalam kui ülejäänud mullaharimistel. See omapära võis tuleneda külvikorra 5. välja kooritud ja küntud variantide paiknemisest mõnevõrra madalama viljakusega ja rähksemal katseosal võrreldes teiste harimisvariantidega. Sellel katseosal esines rohkem tühikuid, kus seeme jäi räha tõttu mulla pinnale ega idanenud. Selline anomaalia on esinenud just sellel väljal ka varem, kuid mitte ülejäänud külvikorraväljadel.

Tavaviljeluses väetati 2010. aastal nisu mineraalväetistega (N–82, P–11, K–37) ja pooli variante lisaks tahesõnnikuga 30 t/ha (N–168, P–18, K–141 kg/ha, kuivaine 22%). 2011. aastal anti tavaviljeluses nisule mineraalväetistega N–90, P–13, K–41 kg/ha ja pooltele variantidele lisaks tahesõnnikut 30 t/ha (N–126, P–29, K–139, kuivaine 18%). Ometi jäi nisu terasaakide tõus tavaviljeluses kasutatud väetiskoguseid arvestades suhteliselt tagasihoidlikuks mõlemal aastal. Keskmise mahenisu terasaak 2010. a oli 1740 kg/ha ja tavaviljeluses 2857 kg/ha ning 2011. a vastavalt 1509 ja 2764 kg/ha. Teada on, et põhurikkast tahesõnnikust vabaneb taimedele omastatavat lämmastik suhteliselt aeglaselt ja suur osa sellest jääb esimesel aastal taimedele kättesaamatuks. Seetõttu pole sõnnik terasaake üldiselt tõstnud rohkem kui umbes 100-400 kg/ha ühelgi aastal. 2010. aastal tõusid maheviljeluses kevadel sisseküntud sõnniku mõjul suvinisu terasaagid keskmiselt 283 kg/ha ja 2011. aastal ainult 84 kg/ha.



Joonis 4. Suvinisu umbrohtumus ja terasaagid peale põldheina sissekündi mahe- ja tavaviljeluses erineva sügise mullaharimise korral 2011. aastal Kuusiku katsepõllul (PMK 2012)

Sõnnikuta tavaviljeluses oli suvinisu terasaak 2010. aastal keskmiselt 1138 kg/ha ja 2011. aastal 1329 kg/ha suurem kui sõnnikuta maheviljeluses. Sõnniku kasutamisel oli tavaviljeluses terasaak keskmiselt 2010. aastal 821 kg/ha ja 2011. aastal 1180 kg/ha suurem kui sõnnikuga maheviljeluses.

Kuusikul on katseala fosfori ja kaaliumi sisaldus keskmine. Rähesus ja raske liivsaviõimis vähendavad mullaharimistöde kvaliteeti. Suvel muutub rähkmuld kergesti põuakartlikuks. Seetõttu ei saa katseala mulda lugeda Eesti viljakamate muldade hulka. Võib arvata, et madalama mullaviljakuse ja halvema mullaharimis- ning külvitööde kvaliteedi tõttu pole katsealal võimalik ka suuremate mineraalväetise kogustega sageli suuri teraviljasaake saada. Selline olukord on ilmselt omane suurele osale Eesti samalaadsetest muldadest ja siin õigustabki rohkem väiksema koguse mineraalväetiste andmine teraviljadele.

Hernes/vikk ja kaer (segavili) külvikorras 1

Suvinisule järgnenud herne ja kaera segavilja (2009) ja hernes/vikk + kaer maheviljeluses ning kaer tavaviljeluses (2011) puhul on selgesti näha kui kiiresti hakkavad maheviljelusel vegetatiivselt paljunevad umbrohud levima ainult kündmisel juba teisel aastal peale põldheina sissekündi terakultuuride kasvatamisel üksteise järel (joonised 5). 2009. aasta vegetatsiooniperiood oli rohkete sademete tõttu umbrohukasvaks soodne. Seetõttu oli VHU maapealne toormass ainult kündmisel



eriti kõrge. VHU maapealse toormassi kogus 8,5-11,5 t/ha on juba lähedane põldheina ühe niite toormassi kogusele. Segavilja terasaak oli seal ligikaudu 1500-1800 kg/ha. Samas kaks korda kooritud ja küntud variantides oli VHU maapealne toormass vaid 1,4-3,3 t/ha ja terasaak ligikaudu 2700-3200 kg/ha. 2010. ja 2011. aasta põuaperiood umbrohtude arengut ei soodustanud ja nende maapealne toormass jäi maheviljeluses 4-9 korda madalamaks kui 2009. aastal.

Peamiseks umbrohuliigiks maheviljeluses oli põld-piimohakas (vähem põldohakas ja harilik orashein, pindmisel mullaharimisel võilill) ja selle isendid kasvasid kultuurist kõrgemaks ning katsid 2009. aastal ühtlaselt kogu põlluosa, kus põhiharimisena oli ainult küntud (joonis 5). Sellist tugevat umbrohtumust võib sageli kohata ka Eesti mahetootjate põldudel, kus künnile eelnevat tüükoorimist ei tehta. PMK põllumajandustootjate seas läbi viidud e-küsitluse (2010. a) tulemusel ei kooritud enam kui pooled vastanud mahetootjatest oma põlde või tegid seda vähe (25% põldudest).

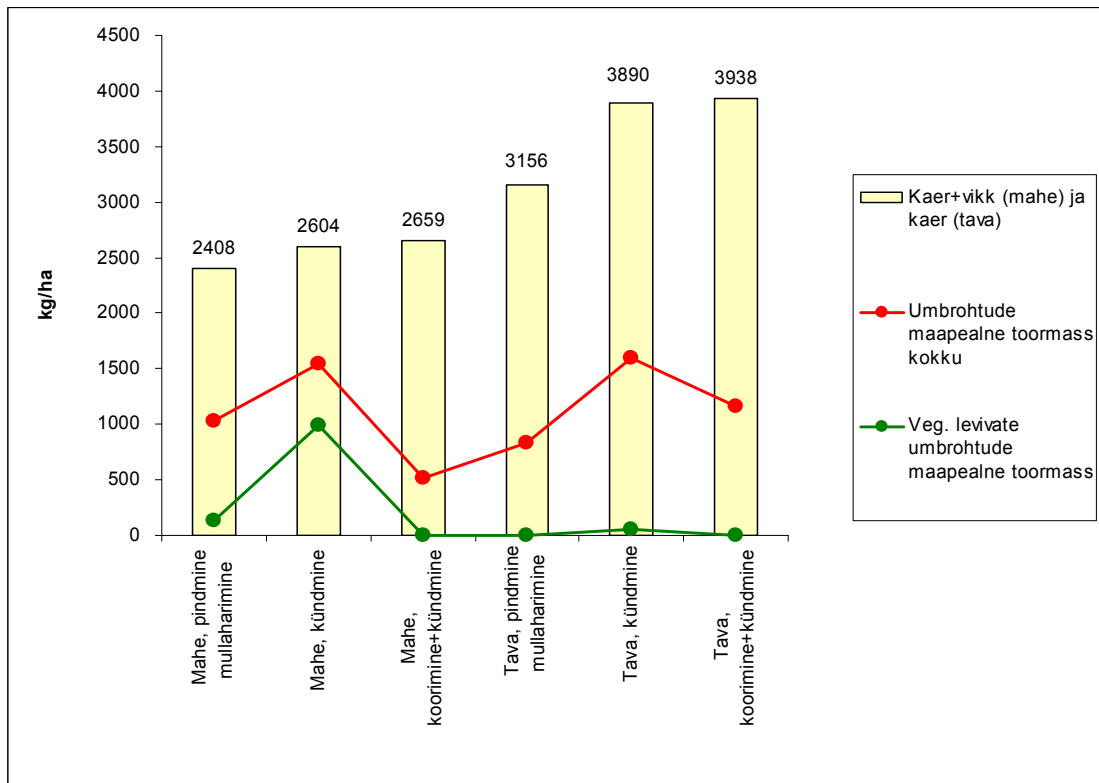
Tavaviljeluses vähendas ühekordne herbitsiidiga (MCPA - 0,8 l/ha) pritsimine 2011. aastal VHU maapealset massi kaks kuni kaheksa korda võrreldes maheviljelusega, kus tehti üks umbrohu äestamine. Jooniselt 6 on hästi näha, et kahekordse tüükoorimise ja sellele järgneva künni puhul oli VHU maapealne toormass maheviljeluses praktiliselt sama väike nagu tavaviljeluseski sama harimisviisi (kooritud üks kord) korral, kuid kus lisaks oli herbitsiidiga pritsitud. Sarnaselt eelmistele katseaastatele näitab see, kui oluline on maheviljeluses VHU tõrjumisel süstemaatiline tüükoorimine. Samas kasvas VHU allasurumisel tavaviljeluses maheviljelusest rohkem LEU (lühiealiste umbrohtude) toormass (VHU ja kõigi umbrohtude toormassi vahe joonisel 6). Nii et tervikuna oli kogu umbrohtude toormass tavaviljeluses umbes sama suur kui maheviljeluses. Peamine LEU oli siin harilik punand, millele herbitsiidi MCPA mõju jäi nõrgaks. Mineraalväetistega väetamise tõttu kasvasid LEU ka suuremaks kui maheviljeluses. Varasemate aastate põhjal võib öelda, tüükoorimine koos künniga soodustab LEU levikut mõnevõrra ja nende osakaal on selle harimise puhul sageli suurem kui teistel harimistel. 2011. aastal oli see nii tavaviljeluses kuid mitte maheviljeluses. Arvatavasti põhjustab intensiivsem mullaharimine mullas olevate umbrohuseemnete suuremat segamist ja pindmises kihis idanemist. Kuna VHU umbrohud on samas tüükoorimise ja künni koosmõjul allasurutud, on lühiealistel umbrohtudel ka rohkem ruumi areneda. Siiski pole lühiealiste umbrohtude osakaal kogu umbrohtumusest olnud kunagi nii suur, et see oleks põhjustanud kultuuri täheldatavat saagilangust. Saagilangus on toimunud VHU (peamiselt ohakad, vähem orashein) osakaalu järsu tõusu juures.

Sõnniku järelmõju variantides ei erinenud umbrohtude maapealne mass 2011. aastal oluliselt sõnnikut mitte saanud variantidest, olles vaid mõnevõrra suurem (statistiliselt mitteusutav). Vaid osadel aastatel on katses sõnniku mõjul umbrohtumus statistiliselt usutavalt tõusnud.

Tugev umbrohtumus põhjustas 2009. aastal herne ja kaera terasaagi selge languse võrreldes variantidega, kus oli tehtud kahekordne tüükoorimine koos künniga või kahekordne pindmine mullaharimine ilma künnita. Keskmiselt oli ainult kündmisel terasaagikus 1 341 kg/ha väiksem kui tüükoorimisel koos künniga, pindmisel mullaharimisel 790 kg/ha väiksem. 2011. aastal oli umbrohtumus nii mahe- kui tavaviljeluses kõigi harimiste juures siiski nii madal, et terasaagi langust



arvatavasti põhjustanud. Mõnevõrra väiksem terasaak oli pindmisel mullaharimisel, võrreldes teiste mullaharimistega.



Joonis 5. Viki ja kaera (segavili) maheviljeluses ja kaera tavaviljeluses umbrohtumus ning terasaagid teisel aastal peale põldheina sisseküüdi erineva sügise mullaharimise korral 2011. aastal Kuusiku katsepõllul (PMK 2012)

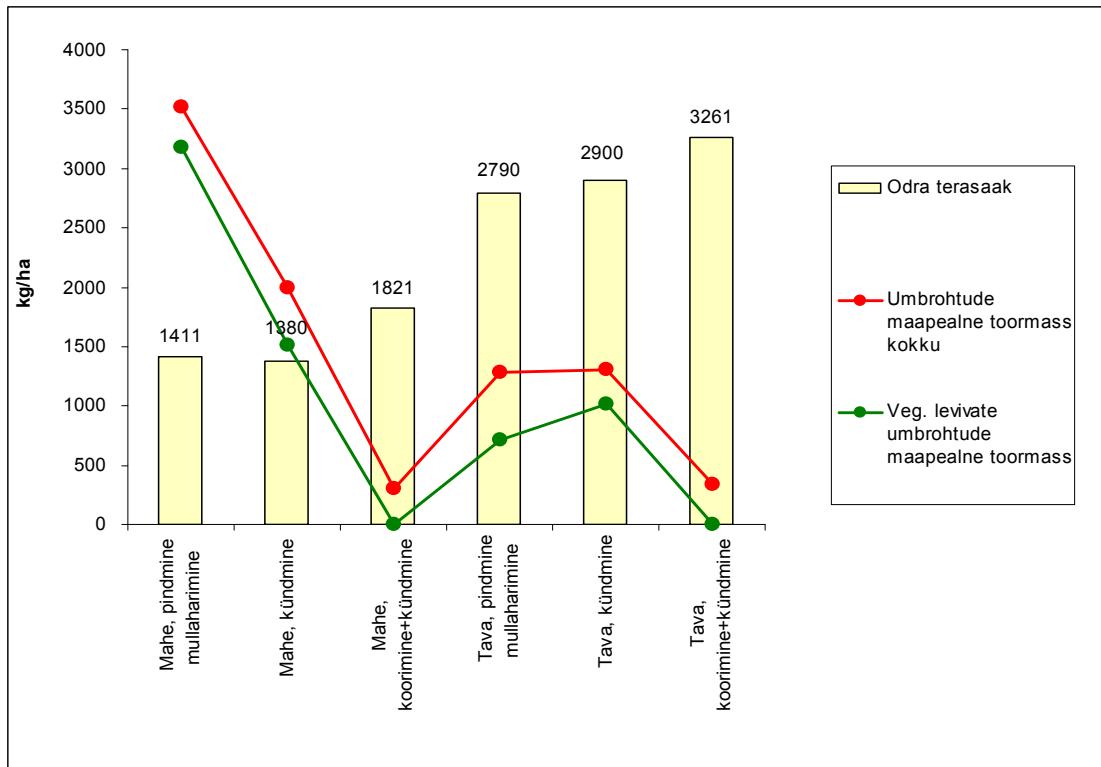
Tavaviljeluses väetati 2011. aastal kaera NPK seguväetisega (N–50, P–8, K–27 kg/ha) Mineraalväetistega väetatud tavaviljeluse terasaagid olid võrreldes maheviljelusega ja olenevalt harimisviisist 74-1286 kg/ha kõrgemad. Sõnniku järelmõjul oli maheviljeluses terasaak 2010. aastal keskmiselt 258 ja 2011. a 358 kg/ha ning tavaviljelusel 2010. a 139 ja 2011. a 109 kg/ha suurem kui sõnnikut mittesaanud variantides.

Oder allakülviga külvikorras 1

Suviudra umbrohtumus ja terasaagid olid 2011. aastal (joonis 6) suhteliselt sarnaste tasemetega nagu 2010. aastalgi. Kui enne 2010. aastat oli suurim VHU umbrohtumus ainult kündmisel, siis 2010. ja 2011. a oli suurim VHU umbrohtumus pindmisel mullaharimisel. Katses on pindmisel mullaharimisel VHU osakaal maheviljeluses viimastel aastatel järsult kasvanud just kolmandal teravilja järjestikku kasvatamise aastal. Samas ainult kündmisel kujunes tugevam VHU



umbrohtumus külvikorras välja teisel teravilja kasvatamise aastal. Põld-piimohaka kõrval on pindmisel mullaharimisel domineerima hakanud ka põldohakas. Künni variantidel on jäänud domineerima peamiselt põld-piimohakas. Just põldohaka leviku olulist tõusu künnita mullaharimisel maheviljeluses täheldati ka Saksamaal tehtud uuringutes (Schmidt *at al*, 2006).



Joonis 6. Allakülviga suviroda umbrohtumus ja terasaagid kolmandal aastal peale põldheina sissekünni erineva sügise mullaharimise korral 2011. aastal Kuusiku katsepõllul (PMK 2012)

Pindmisel mullaharimisel esines suuremal määral ka võilille, mis mullaharimise korral omab mõningast vegetatiivse leviku võimet.

Sarnaselt segaviljale vähenes kahekordsel tüükoorimisel koos künniga võrreldes teiste mullaharimistega VHU toomass miinumini ja oli praktiliselt võrdne VHU umbrohtumusega üks kord kooritud ja küntud tavaviljeluse variandis, kus umbrohtõrjeks pritsiti veel ühekordselt herbitsiidiga MCPA (1 l/ha). Jällegi näeme, kui oluline on maheviljeluses teha tüükoorimist, et VHU kontrolli all hoida. Järelikult poleks tavaviljeluses tüükoorimisel koos künniga alati vaja herbitsiidiga pritsida, mis vähendaks keskkonnamoormust. Herbitsiid MCPA maksumus koos pritsimisega on umbes sama, mis ühekordne tüükoorimine.

Sõnniku andmine võrreldes mitteandmisega tõstis 2011. aastal statistiliselt usutavalt (PD₀₅ juures) odra LEU massi. VHU osakaalu tõus sõnniku andmisel polnud statistiliselt usutav.



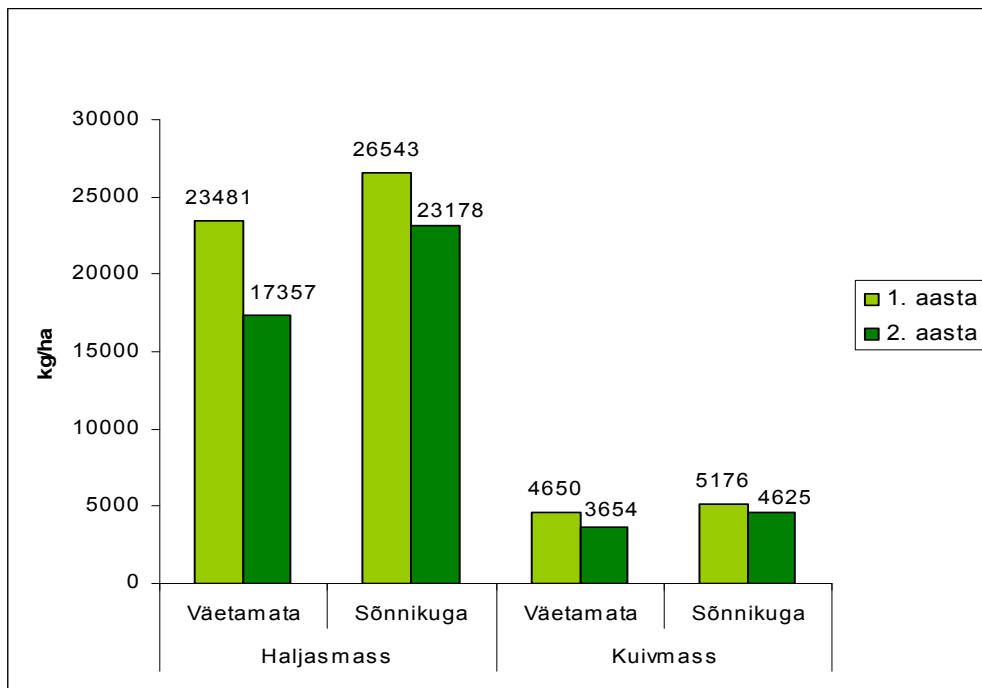
Tavaviljeluses väetati nii 2010. kui 2011. a otra mineraalväetisega (N-50, P-7, K-23 kg/ha). Sarnaselt varasemate aastatega oli odra terasaak 2011. a nii pindmisel harimisel kui ainult künnil oluliselt väiksem võrreldes kahekordse koorimise ja künniga. Seda põhjustasid neis variantides arvatavasti suurem umbrohtumus ja vähesem toiteelementide vabanemine väiksema mineraliseerumise tõttu huumuskihis. Tüükoorimisel koos künniga vabanevad intensiivsema mullaharimise tõttu toiteelemendid mõnevõrra suuremas koguses. Maheviljeluses olid odra terasaagid pindmisel mullaharimisel ja ainult künnil 2010. aastal keskmiselt vastavalt 465 ja 527 kg/ha ja 2011. aastal vastavalt 410 ja 441 kg/ha väiksemad ning tavaviljeluses 2010. a vastavalt 547 ja 488 kg/ha ja 2011. a vastavalt 471 ja 361 kg/ha väiksemad kui kahekordsel tüükoorimisel koos künniga.

Tahesõnniku (30 t/ha) mõjul tõusid odra terasaagid maheviljeluses 2010. a keskmiselt 356 ja tavaviljeluses 170 kg/ha ning 2011. a vastavalt 428 ja 172 kg/ha võrreldes sõnniku mitteandmisega.

Aastate keskmised kultuuride saaginäitajad maheviljeluses külvikorras 1

Uurimisfaktorige aastate pikkuse kompleksmõju tõttu saab jälgida ka sõnniku andmise ja erineva sügisese mullaharimise keskmist mõju mahekülvikorra kultuuride saaginäitajatele.

Punase ristiku rohkele põldheinale sõnnikut otse ei antud. Seega ilmneb põldheina kasvatamisel ainult eelnevatel aastatel antud sõnniku järelmõju. Sõnniku järelmõjul oli 2007.-2011. a keskmisena põldheina haljas- ja kuivmass märgatavalt suurem kui väetamata variantidel (joonis 7). Teise kasvuaasta haljas- ja kuivmass oli esimese aasta põldheinaga võrreldes madalam eelkõige sellepärast, et osadel aastatel ei koristatud viimast ädalat söödaks, vaid jäeti haljasväetiseks. Samas kõikus põldheina saagikus aastate jooksul tugevasti võrreldes teraviljadega. Suvine põud kärbib põldheina ädalakasvu, mistõttu alati ei saanudki ädalat koristada, sest maapealne mass jäi kuivuse tõttu väikeseks. Samas annab esimene niide tavaliselt korraliku saagi, sest kevadperioodil on mullas veel piisavalt niiskust.

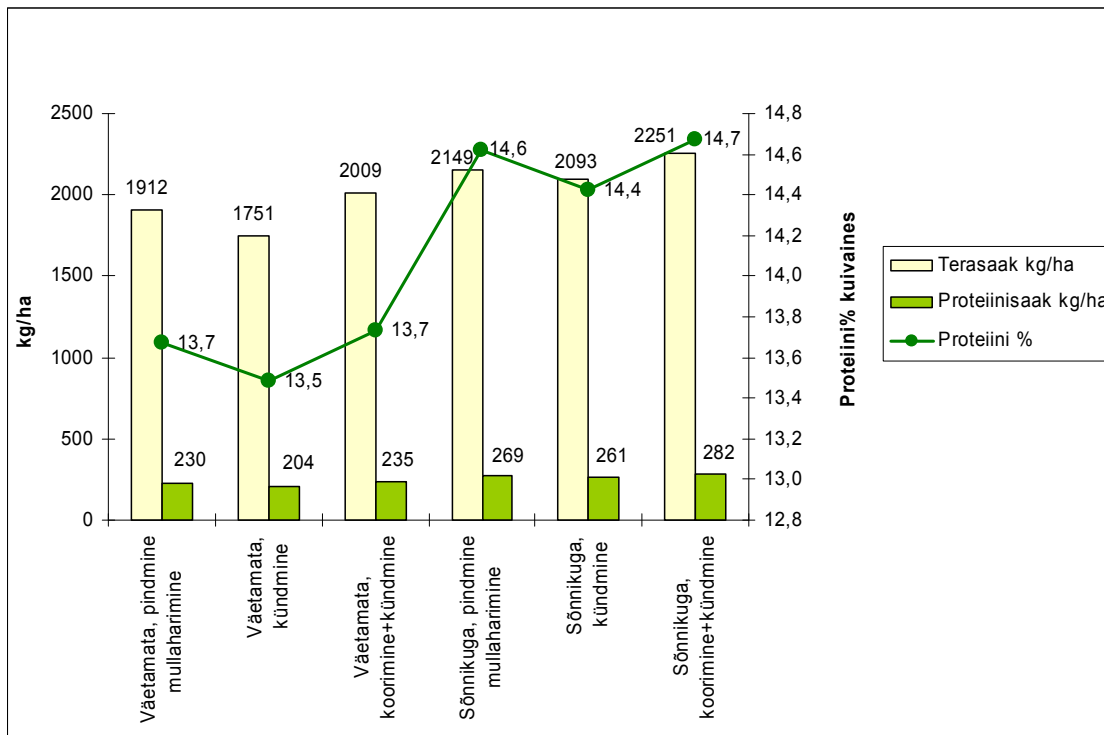


Joonis 7. Mahepõldheina niidete keskmised haljas- ja kuivmassi saagid 2007.-2011. a (PMK, 2012)

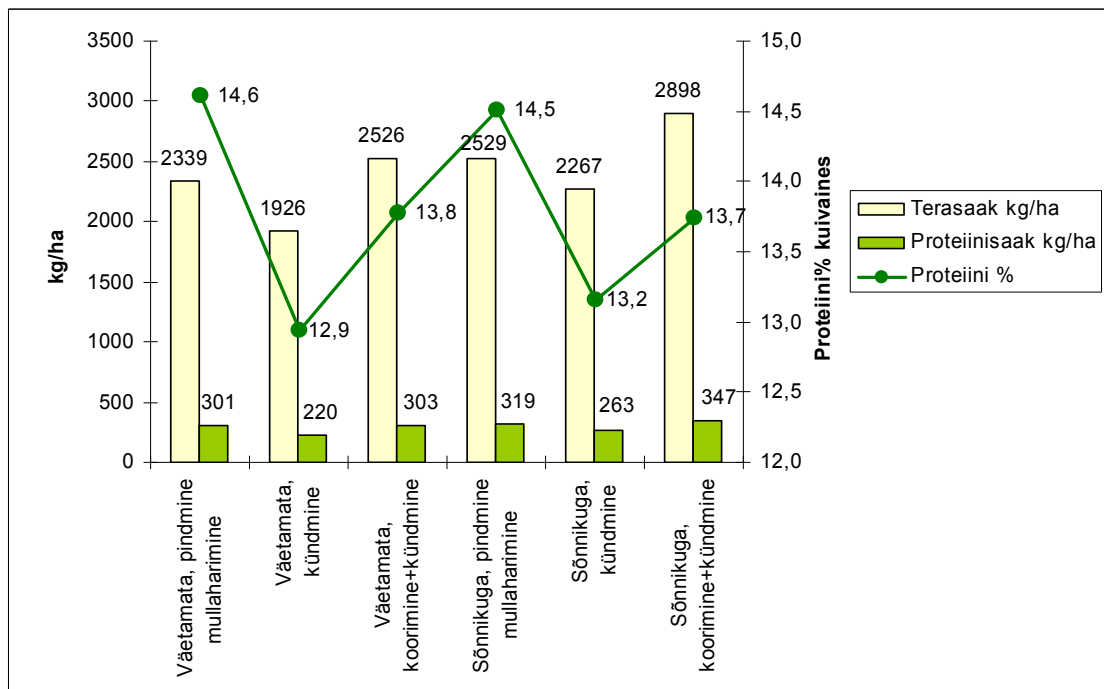
Uurimisfaktorite aastate pikkuse kompleksmõju tõttu saab jälgida ka sõnniku andmise mõju erineva sügise mullaharimise tasemetel maheteraviljade kultuuride saaginäitajatele. Aastate keskmisena suurendas sõnnik suvinisu, segavilja ja odra terasaake nii kahekordsel pindmisel harimisel, ainult künnil kui ka kahekordsel koorimisel koos künniga (joonised 8, 9 ja 10). Sõnniku mõjul suurenesid ka suvinisu ja odra proteiinisaldus ning proteiinsaak. Segavilja puhul sõnnik proteiinisaldust eriti ei mõjutanud. Segaviljale ei antud sõnnikut ka otse.

Nagu näha, pole sõnniku mõju saaginäitajatele olnud siiski väga suur. Terasaak suurenes sõnniku mõjul kolme kultuuri keskmisena kündmise variandis 386 kg/ha, koorimisel koos künniga 336 kg/ha ja pindmisel mullaharimisel 249 kg/ha. Pindmisel mullaharimisel jääb osa sõnnikust mullaga korralikult segamata ja nii väheneb ka sõnniku mõju taimede kasvule. Kolmest kultuurist suurim terasaagi tõus sõnniku mõjul oli odral. Suvinisu puhul vähendas sõnniku otsemõju arvatavasti sisseküntud lämmastikurikas põldhein.

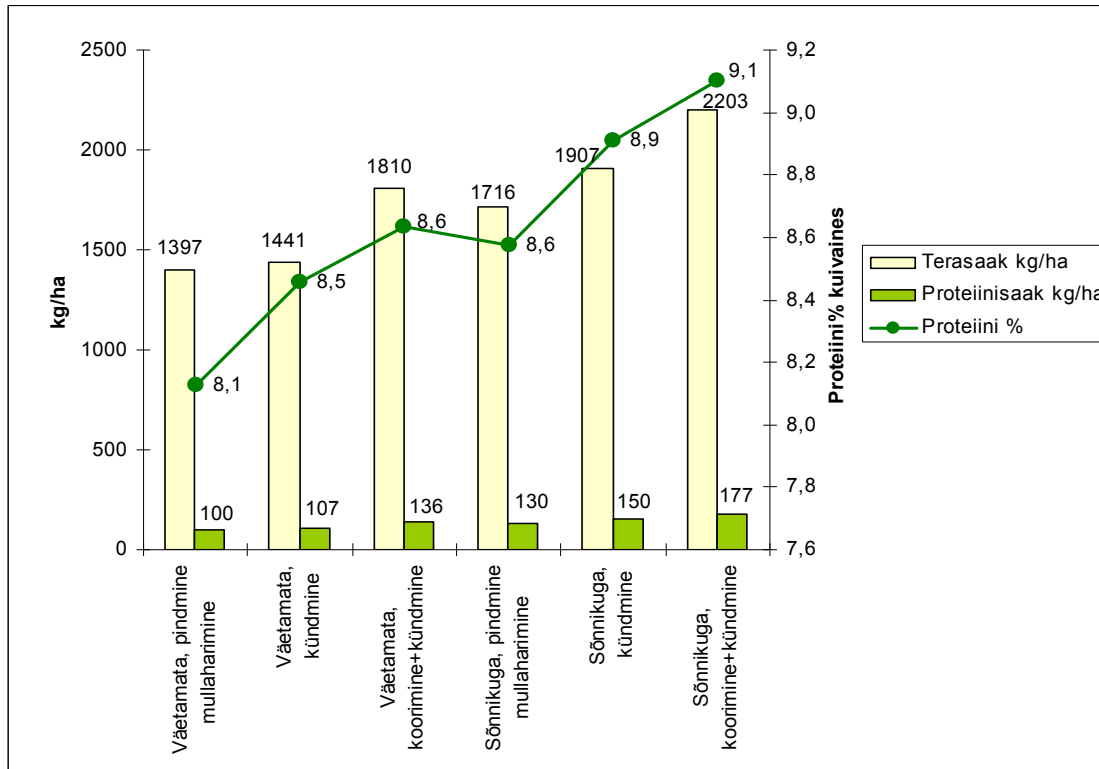
Koorimisel koos künniga oli terasaagikus kultuuridel kõrgeim. Seda põhjustasid nii väike umbrohtumus koorimise mõjul, kui ka intensiivsema mullaharimise tõttu toimunud toitelementide kättesaadavamaks muutumine.



Joonis 8. Mahesuviniisu keskmised saaginäitajad sõnnikuga ja ilma ning erineval mullaharimisel 2007-2011. a (PMK 2012)



Joonis 9. Mahesegavilja (hernes/vikk ja kaer) keskmised saaginäitajad sõnnikuga ja ilma ning erineval mullaharimisel 2009 -2011. a (PMK 2012)



Joonis 10. Maheodra keskmised saaginäitajad sõnnikuga ja ilma ning erineval mullaharimisel 2005-2011. a (PMK 2012)

Sõnniku mõju umbrohtumusele oli vähem ilmne. Umbes pooltel aastatel oli umbrohtumus sõnnikut saanud katselappidel mõnevõrra suurem kui mitteandmisel. Pooltel aastatel olulisi erinevusi polnud. Käärinud tahesõnnikus peaks enamus umbrohuseemneid eluvõime kaotama. Umbrohtude kasvu soodustab mõnevõrra kindlasti ka sõnnikust vabanev suurem kogus toiteelemente.

Kokkuvõte

- Kaheaastane põldhein suutis vegetatiivselt levivad umbrohud suhteliselt edukalt alla suruda, nii et nende maapealne mass ja arv oli järgnevas suviniis suhteliselt väike.
- Kui teraviljapõldudel maheviljeluses ainult künti ega tehtud enne kündi tüükoorimist, suurenes vegetatiivselt levivate umbrohtude (peamiselt ohakad) osakaal juba teisel aastal peale põldheina sissekündi märkimisväärselt, põhjustades mitmel aastal ka kultuuri olulist saagilangust.
- Kahekordsel pindmisel mullaharimisel (8–10 cm) ilma künnita hakkasid maheviljeluses ohakad levima lokaalselt ja täheldada võis nende oluliselt suuremat levikut kolmandal teravilja üksteisele järgnemise aastal suviõndras.
- Kahekordsel tüükoorimisel koos künniga suudeti maheviljeluses vegetatiivselt levivad umbrohud kontrolli all hoida. Terasaagid olid siin märgatavalt suuremad.



EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2007 – 2013 2. TELJE PÜSIHINDAMINE

- Tahesõnniku järelmõjul tõusis põldheina haljas- ja kuivmassi saak märkimisväärselt võrreldes sõnniku mitteandmisega.
- Tavaviljeluses suurendas K ja P väetise andmine põldheina saagikust üle kahe korra, võrreldes maheviljelusega. See näitab, et maheviljeluses kasutada lubatud K ja P mineraalsed väetised võiks põldheina saagi tõusule olulist mõju avaldada. Nende väetiste efektiivsus ja majandusliku tasuvus vajaks Eestis selgitamist uuringutega.
- Sõnniku mitteandmisel vähenes maheviljeluses teise aasta põldheinas tugevasti punase ristiku osakaal ja domineerima hakkasid kõrrelised heintaimed. Seega ei piisa ristiku korralikuks kasvaks vaid õhulämmastikust, vaid on vaja ka piisavalt P ja K.
- Tahesõnniku otse- ja järelmõjul tõusid terasaagid, kuid põhurikkast tahesõnnikust aeglase toiteelementide vabanemise tõttu jäi saagitõus üldiselt vahemikku 100 kuni 400 kg/ha.
- Sõnnikuga väetamise ja mitteväetamise vahel ei avaldunud selgeid erinevusi umbrohtumuses. Pooltel aastatel oli sõnniku andmisel põllu umbrohtumus mõnevõrra suurem kui mitteandmisel.
- Maheviljeluses jäi vegetatiivselt levivate umbrohtude maapealne toormass 2010. ja 2011. aastal kahekordsel tüükoorimisel koos künniga umbes samale tasemele nagu see oli ühekordsel tüükoorimisel koos künniga tavaviljeluses, kus lisaks tehti ühekordne keemiline umbrohutõrje. See näitab, et tüükoorimise ja künni koosmõjul saab maheviljeluses vegetatiivselt levivaid umbrohtude kontrolli all hoida. Samuti näitab see, et sellisel harimisel võiks tavaviljeluses herbitsiidi kasutamisest sageli loobuda, vähendamaks negatiivset keskkonnakoormust.

Liblikõieliste heintaimede allakülvide–vahekultuuride uuring maheviljeluses

Liblikõieliste heintaimede allakülvide–vahekultuuride mõjude selgitamise uuringut mulla omadustele, toiteelementide bilansile, teraviljade saaginäitajatele jt on nüüdseks teostatud kaks aastat. Katses uuritakse punase ja valge ristiku allakülvi mõju teraviljade viljavahelduses võrdluses teraviljade viljavaheldusega ilma allakülvita (kontroll). Igal aasta kevadel külvatakse ühe kasvatatava teraviljaliigi alla heintaimede allakülvi. Pool katsealast küntakse sügisel oktoobris–novembris ja pool järgneval kevadel enne külvi. Talveks sissekümdmata allakülvide eesmärk on taimetoitelementide sidumine ja säilitamine kevadel külvatavatele teraviljadele. Katset teostatakse kahel erineval mullal: küllastunud gleimullal (kerge liivsavi, saviliiv) ja keskmise sügavusega rähkmullal (raske liivsavi), mille viljakus, veerežiim ja toiteelementide sidumisvõime on erinev. Gleimullal oli katse teist aastat ja rähkmullal esimest aastat.

2011. aastal määrati selles uuringus üksnes variantide saagikus. Teisi (mullastiku jm) näitajaid määratakse valikuliselt järgnevatel aastatel, kui uurimisfaktorite mõjud nendele kujunevad ilmsemaks. Uuritavate faktorite mõjud saagikusele on alles esialgsed, seepärast esitatakse siin vaid kokkuvõtlik ülevaade tulemustest.



Tabel 5. Kaera terasaagid 2011. aastal liblikõieliste heintaimede allakülvide–vahekuultuuride foonil maheviljeluses (PMK 2012)

Mullaliik	Variant	Kaera terasaak kg/ha
Küllastunud gleimuld - G ₍₀₎	Allakülvita (sügis- ja kevadkünni keskmine)	3358
	Punase ristiku allakülv (sügis- ja kevadkünni keskmine)	3881*
	Valge ristiku allakülv (sügis- ja kevadkünni keskmine)	3201
Keskmise sügavusega rähkmuld - K ^{'''}	Allakülvita (sügiskünd)	2251
	Punase ristiku allakülv (sügiskünd)	2320
	Valge ristiku allakülv (sügiskünd)	2496*

* Erinevus statistiliselt usutav võrreldes allakülvita variandiga vähemalt PD_{0,5} juures

Liblikõieliste heintaimede allakülvide variantides oli 2011. a katsealadele külvatud kaera terasaak üldiselt kõrgem (tabel 5), välja arvatud valge ristiku allakülviga gleimullal, võrreldes neid allakülvita variandiga. Valge ristiku allakülvi variandis, mis kevadel sisse künti, oli terasaagikus gleimullal statistiliselt usutavalt kõrgem (vähemalt PD_{0,5} juures) ehk 382 kg/ha võrreldes valge ristiku allakülviga, mis künti sisse sügisel. Samas oli ka teiste variantide kevadkünni puhul kaera saagikus mõnevõrra kõrgem kui sügisel küntuna, kuid vahed polnud statistiliselt usutavad. Gleimulla allakülvide juurdekasv 2011. aastal sügisperioodil oli suhteliselt väike, võrreldes rähkmullaga. Seda põhjustas peamiselt arvatavasti kaera suhteliselt suurem tihedus ja umbrohtumus, kui rähkmullal, mis ei lasknud allakülvidel piisavalt areneda.

Kattetulu kultuuride kogusaagi müügiväärtuse alusel

Kultuuride kattetulu arvestamisel korrutati nende saak konkreetse aasta sügisperioodil kehtinud müügihindadega ja liideti võimalikud toetussummad (ÜPT, põllumajanduskultuuri täiendav otsetoetus, MAHE ja KSM toetus), millest on lahutatud muutuv- ja masintöökulud. Masintöökulude leidmisel võeti aluseks Eesti Maaviljeluse Instituudi ja Maamajanduse Infokeskuse vastavad kuluarvutused. Seega näidatakse kattetulu siin kultuuride kogusaagi müügiväärtuse alusel. Suviniisu müügihinnaks 2011. aastal võeti 0,19 euro/kg, segaviljal ja kaeral 0,14 euro/kg, odral 0,17 euro/kg ja närbsilol 26,65 euro/t.

Kattetulu külvikorras 1

Kultuuride kattetulu on arvestatud siin tava- ja maheviljeluses künnipõhiste variantide kohta, kus tehakse tüükoorimist ja antakse tahesõnnikut või ei anta (tabel 6).



Tahesõnniku andmine põhjustas 2011. aastal (samuti 2010. a) suvinisu ja odra kattetulu järsu languse mahe- ja tavaviljeluses, kui võrrelda seda sõnniku mitteandmisega. Selline oli olukord ka varasematel aastatel maheviljeluses. Tehtud kalkulatsioonides maksab 30 t/ha allapanuga tahesõnniku laadimine, põllule viimine ja laotamine kokku 147 eurot/ha. Samas pole tahesõnnik, võrreldes vedelsõnnikuga, suviteraviljadele otsemõjuna küllalt efektiivne, kuna selle mineraliseerumine ja toitainete vabanemine suure kuivainesisalduse tõttu on raskest liivsavimullas suhteliselt aeglane. Tahesõnniku arvelt saadud terasaagitõus maheviljeluses (2011. aastal tava-suviniisu 156 kg/ha, tavaoder 301 kg/ha ja mahesuviniisu 71 kg/ha, maheoder 649 kg/ha) ja selle müügitulu (suviniisul 0,19 euro/kg, odral 0,17 euro/kg) ei olnud nii suur, et oleks kompenseerinud selle andmisega seotud kulutused. Toetusi arvestamata jäi suvinisu ja odra kasvatus seetõttu tugevasse kahjumisse. Kuna tavaviljeluses olid suvinisu terasaagid ka mineraalväetiste andmisest hoolimata madalad jäi ka suvinisu kasvatus 2011. aastal sõnniku andmise korral koos toetustega tervikuna kahjumisse (-47 eurot/ha).

Sõnnikut saanud põllul tõusid selle järelmõjul 2010.-2011. aasta keskmisena üldiselt märgatavalt ka teiste külvikorra kultuuride saagid. Kuna nendele kultuuridele sõnnikut otse ei antud, oli nende kattetulu loomulikult suurem kui mitteväetamisel, kus saagikus jäi väiksemaks. Nende kultuuride suurem tulu aitab kompenseerida sõnniku andmise kulusid. Kahjuks ei olnud nende saagitõus siiski piisav ja külvikorra kultuuride kattetulu kogusumma jäi enamuses sõnnikut saanud variantidel 2010.-2011. aastal väiksemaks kui sõnniku mitteandmisel. 2011. aastal ületas vaid maheviljeluses sõnnikut saanud külvikorra kultuuride kattetulu kogusumma pisut sõnnikut mittesaanud variandi kattetulu (3 euro võrra hektari kohta).

Kattetulu kalkulatsioonid kõigi uurimisaastate kohta toovad esile probleemi, et müügitervilja kasvatamisel pole tootjatel suurema kattetulu saamise eesmärgil kasulik aeglaselt mineraliseeruvat tahesõnnikut põllule anda. Tahesõnnikuga väetamisest loobumist mahekülvikorras ei saa aga soovitada, kuna sel juhul toimub pikema aja jooksul mulla toitainetesisalduse ja üldise viljakuse vähenemine. Tahesõnniku mitteandmisel oli NPK üldbilanss külvikorras selgelt negatiivne, mis tähendab, et taimetoitainete sisaldus pikemas perspektiivis mullas ilmselt väheneb ja saagid võivad langema hakata. Tuleb arvestada ka seda, et söödakülvikorras moodustavad sõnniku andmise kulud osa piima või liha tootmiskuludest. Söödakultuuride suurema saagikuse korral 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.

Ilma toetuste arvestamiseta oli tavaviljeluses üldiselt külvikorra kultuuride kattetulu suurem või oli kahjum väiksem kui maheviljeluses nii 2010. kui ka 2011. aastal. Teraviljatootmine jäi tava- ja maheviljeluses (2010.-2011. a) keskmisena kahjumisse kõigis esitatud variantides. 2010. aastal oli maheviljeluses teraviljade kasvatamise keskmine kahjum ilma toetusteta siiski väiksem võrreldes maheviljelusega. 2011. aastal oli olukord vastupidine, tavaviljeluse variantide kahjum oli väiksem kui maheviljeluses.



Toetuste maksmise arvestamise korral olid kattetulud maheviljeluses üldiselt suuremad kui tavaviljeluses nii 2010. kui ka 2011. aastal. Nii oli 2011. aastal kõigi kultuuride keskmisena välja kohta sõnnikut saanud mahevariandi kattetulu 59 euro/ha ja sõnniku mitteandmisel 13 euro/ha suurem kui tavaviljeluses, 2010. aastal vastavalt 90 ja 71 euro/ha. See oli tänu oluliselt suuremale toetuste kogusummale maheviljeluses võrreldes tavaviljelusega. Madalat saagikust hoolimata mineraalväetistega väetamisest tavaviljeluses võis põhjustada ka katsekoha mulla keskmine viljakus ja sademete vaegus vegetatsiooniperioodil.

Kultuuride kasvatamise omahinna arvestused 1 kg toodangu kohta 2011. aastal (tabel 6) näitasid, et maheviljeluses oli teraviljade tootmise omahind kõrgem kui tavaviljelusel (maheviljelus keskmiselt 0,22 euro/kg, tavaviljelus 0,19 euro/kg). Teiste teraviljadega võrreldes kujunes suvinisu omahind märgatavalt kõrgemaks, kuna selle terasaak oli madalaim ja kulud mineraalväetistele suurimad. Põldheina kasvatamise omahind oli maheviljeluses keskmiselt natuke väiksem kui tavaviljeluses (vastavalt 0,01 ja 0,02 euro/kg).

Toetuste osakaal kogutulust oli maheviljeluses 2011. aastal tunduvalt suurem kui tavaviljeluses, kuna MAHE toetused on tunduvalt suuremad kui KSM toetused tavaviljeluses ja pealegi olid maheviljeluses ka madalamad saagid (tabel 6). Keskmiselt moodustasid toetused kogutulust ühe külvikorralvälja hektari kohta maheviljeluses 42% ja tavaviljeluses kaks korda vähem ehk 21%. Teraviljade keskmisena oli toetuste osakaal maheviljeluses 46% ja tavaviljeluses 25%. Põldheina kasvatamise kogutulust moodustasid toetused maheviljeluses keskmiselt 37% ja tavaviljeluses 15%.



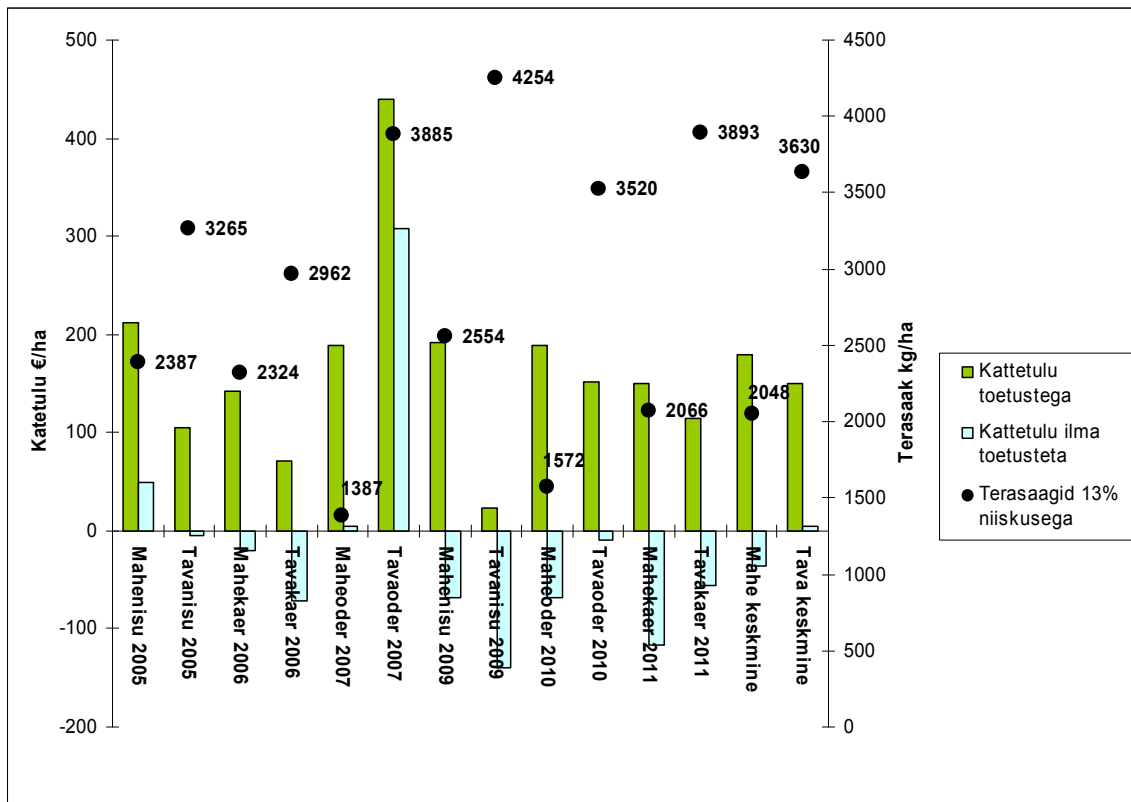
EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2007 – 2013 2. TELJE PÜSIHINDAMINE

Tabel 6. Külvikorra 1 kultuuride saak, kattetulu, toodangu omahind ja toetuste osakaal kogutulust 2011. aastal (PMK 2012)

Näitaja	Põldhein 1. a 3-niidet närbisiloks	Põldhein 2. a 3-niidet närbisiloks	Suvinisu	Kaer (tava), segavili (mahe)	Oder	Põldheina allakülv	Kultuurid kokku	Keskmiselt külvikorra välja kohta	Teravili keskmiselt
TAVA sõnnikuga, tüükoorimise ja künni foonil									
Saak kg/ha	28 735	32 871	2 501	3 911	3 412	-	71 430	14 286	3 275
Kattetulu toetusteta €/ha	288	355	-217	10	-88	-81	267	53	-98
Kattetulu toetustega €/ha	436	503	-47	179	80	-81	1 070	214	71
Omahind €/kg	0,02	0,02	0,27	0,14	0,19	-	-	0,13	0,20
Toetused kogutulust %	16	14	27	23	23	-	-	21	24
TAVA sõnnikuta, tüükoorimise ja künni foonil									
Saak kg/ha	28 944	31 812	2 345	3 965	3 111	-	70 177	14 035	3 140
Kattetulu toetusteta €/ha	291	338	-100	16	20	-81	484	97	-21
Kattetulu toetustega €/ha	439	486	69	185	189	-81	1 287	257	148
Omahind €/kg	0,02	0,02	0,23	0,14	0,16	-	-	0,11	0,18
Toetused kogutulust %	16	15	28	23	25	-	-	21	25
MAHE sõnnikuga, tüükoorimise ja künni foonil									
Saak kg/ha	22 653	15 794	1 506	2 909	2 145	-	45 007	9 001	2 187
Kattetulu toetusteta €/ha	309	198	-195	19	-169	-81	81	16	-115
Kattetulu toetustega €/ha	554	442	71	285	96	-81	1 367	273	151
Omahind €/kg	0,01	0,01	0,31	0,14	0,24	-	-	0,14	0,23
Toetused kogutulust %	29	37	49	39	43	-	-	39	44
MAHE sõnnikuta, tüükoorimise ja künni foonil									
Saak kg/ha	17 395	11 009	1 435	2 408	1 496	-	33 743	6 749	1 780
Kattetulu toetusteta €/ha	224	120	-58	-34	-104	-81	67	13	-65
Kattetulu toetustega €/ha	468	364	208	232	161	-81	1 352	270	200
Omahind €/kg	0,01	0,02	0,23	0,16	0,23	-	-	0,13	0,21
Toetused kogutulust %	35	45	50	43	52	-	-	45	48

Teraviljade kattetulu külvikorras 2

Nii tava- kui maheviljeluses kasutati selles külvikorras künnipõhist mullaharimist. Vastavalt umbrohtude levikule tehakse vajadusel ka tüükoorimist. Siiani on tüükoorimist tehtud vaid üks kord 2010. aasta sügisel, mis kajastub ka kattetulu arvestuses 2011. aastal. Põhk jäetakse peenestatult põllule. Külvikord pole väljadeks jaotatud, vaid igal aastal kasvab samal põllul erinev kultuur ja ühel aastal rotatsioonis valge mesikas või punane ristik haljasväetiseks. Sellepärast esitatakse selle külvikorra kattetulu ja saagid teraviljade vahelduse alusel aastate lõikes vahemikus 2005-2011 (joonis 12). Kokkuostuhind oli suvinisul 2005. a 0,11 euro/kg; kaeral 2006. a 0,11 euro/kg, odral 2007. a 0,20 euro/kg, nisul 2009. a 0,10 euro/kg, odral 2010. a 0,19 eurot/kg ja kaeral 2011. a 0,14 euro/kg.



Joonis 12. Teraviljade kattetulu ja terasaak mahe- ja tavaviljeluses teraviljarohkes külvikorras Kuusiku katsepõllul (PMK 12)

Tavaviljeluses, kus teraviljad said mineraalväetisi, olid terasaagid märgatavalt kõrgemad kui maheviljeluses, kus ei väetatud. Samas ületas maheviljeluse kattetulu toetuste maksmisel viiel aastal kuuest märgatavalt tavaviljeluse kattetulu (joonis 12). Kuna mahetootmisel on toetuste tase tunduvalt kõrgem kui tavatootmisel, tõstavad need otseselt mahetootmise tulukust. Ilma toetusteta oli maheviljeluse kattetulu kolmel aastal kuuest suurem või kahjum väiksem kui tavaviljelusel. Üldiselt oli maheviljeluses teraviljade kattetulu ilma toetusteta kahjumis ja vaid kahel aastal kergelt positiivne. Aastate keskmisena oli külvikorras maheviljeluse kattetulu



toetusteta 41 euro/ha väiksem kui tavaviljeluses ja toetuste maksmisel 28 euro/ha suurem kui tavaviljeluses. Tavaviljeluses oli kattetulu toetusteta teraviljade keskmisena vaid kergelt positiivne (4 euro/ha).

Seega on siin tendentsid üldiselt sarnased külvikorra 1 teraviljade kattetulu tasemetega mahe- ja tavaviljeluses. Võib öelda, et ilma toetusteta ei tasu toidu- ja söödateravilja tootmine sellistel saagitasemetel üldiselt (1387-2554 kg/ha maheviljeluses ja 2962-4254 kg/ha tavaviljeluses) künnipõhise mullaharimise korral ära. Teravilja saagikus ja müügihind peaks olema kõrgem. Madalate teravilja kokkuostuhindade juures ei ole kallite mineraalväetise ning keemiliste taimekaitsevahendite kasutamisel saadav saagitõus tihti küllaldane kompenseerimaks tehtavaid kulutusi. Kui 2009. aastal oleks suvinisu kokkuostuhind olnud kõrgem, näiteks 0,20 euro/kg, oleks suvinisu kattetulu koos toetuste maksmisega nii tavaviljeluses kui maheviljeluses saadud saagitasemetel (4254 kg/ha tava ja 2554 kg/ha) võrdne. Ilma toetusteta võrdsustunuks kattetulu kokkuostuhinna 0,14 euro/kg juures.

Kokkuvõte

- Toetusteta oli mahe- ja tavanisu müügililja kasvatus enamikul variantides kahjumis. Kasum ilma toetusteta oli üldiselt väga väike. Seega on toetuste maksmine teraviljakasvatusel saadud saagitasemetel (1387-2554 kg/ha maheviljeluses ja 2962-4254 kg/ha tavaviljeluses) künnipõhisel harimisel igati vajalik.
- Toetused moodustasid 2011. aastal maheteraviljade kogusissetulekust olulise osa 46%, tavaviljeluses 25%. Teravilja 1 kg tootmise omahind oli kõrgem kui tavaviljeluses (vastavalt 0,22 ja 0,19 euro/kg).
- Teraviljade kokkuostuhind kõigub erinevatel aastatel tugevalt ja see mõjutab oluliselt kattetulu, samas tootmissisendid nagu näiteks kütus ja mineraalväetised on viimaste aastate lõikes oluliselt kallinenud.
- Tahesõnniku laadimine, vedu ja laotamine on suhteliselt kulukas (uuringus umbes 147 eurot/ha). Saadav terasaagitõus (umbes 100–400 kg/ha) ja selle eest saadav müügitulu ei kompenseerinud sõnniku laadimisele, veole ja laotamisele tehtud kulusid. Mullaviljakuse languse tõttu ei saa sõnniku andmisest põllule maheviljelusel aga loobuda. See näitab toetuste olulist osa ka sõnniku kasutamise kulutuste kompenseerimiseks maheviljeluses.
- Peamiselt just mineraalväetiste järsk hinnatõus on põhjustanud olukorra, kus uuringus tavaviljelusel künnipõhisel mullaharimisel saadi küll suuremaid terasaake, kuid tavateravilja kattetulu jäi sageli maheviljeluses toodetud teraviljadega võrreldes oluliselt madalamaks.
- Tavaviljeluses võib teraviljakasvatuse kattetulu oluliselt tõusta kui kasutada künnipõhise viljelemise asemel pindmist mullaharimist ja otsekülvi, ning kasvatada teravilja viljakamatel suurema saagipotentsiaaliga muldadel.

Oluliselt suuremate toetuste maksmine maheteraviljakasvatuses võrreldes tavatootmisega oleks paremini põhjendatud mahetootjate puhul, kes tõrjuvad umbrohte täiendava mullaharimisega (tüükoorimine jm) ja säilitavad mullaviljakust suhteliselt kuluka orgaaniliste väetiste või väetusainete põllule toomise, laotamise ja mulda viimise. Mahetootjatel, kelle



põllud on tugevasti umbrohtunud ja kes ei tee umbrohtumuse vähendamiseks täiendavaid kulutusi, võiks toetusi vähendada.

Võrreldes herbitsiide kasutava tavaviljelusega on maheviljeluses keeruline laialdasemalt kasutada odavamat pindmist mullaharimist, loobudes seejuures tüükoorimisest ja künnist, kuna umbrohtumus kasvaks sel juhul kiiresti. Põldude keskmise viljakuse juures pole enamikule mahetootjatele ilmselt jõukohane tõsta terasaagike 1,5-3 t/ha kõrgemaks, mis võimaldaks tulusat tootmist ka madalama toetuste määra juures või ilma toetusteta.

Kasutatud kirjandus

- Bouche M. B. 1977. Strategies lombriciennes. - Soil organisms as components of ecosystem. U. Lohm, T. Persson (Eds.) Ecol. Bull. (Stockholm), 25: 122-132
- Hepperly, P. R., Douds, D. Jr., Seidel, R. 2006. The Rodale Farming Systems Trial 1981 to 2005: Long-term analysis of organic and conventional maize and soybean cropping systems. *Long-term Field Experiments in Organic Farming*. ISOFAR, Berlin, pp. 15–32
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Jossi, W., Widmer, F., Oberson, A., Frossard, E., Oehl, F., Wiemken, A., Gattinger, A., Niggli, U. 2006. The DOK experiment (Switzerland). *Long-term Field Experiments in Organic Farming*. ISOFAR, Berlin, pp. 41–58
- Rasmussen, I. A. Askegaard, M. Olesen, J. E., 2006. The Danish organic crop rotation experiment for cereal production 1997–2004. *Long-term Field Experiments in Organic Farming*. ISOFAR, Berlin, pp. 117–134
- Schmidt, H., Schulz, F., Leithold, G. 2006. Organic Farming Trial Gladbacherhof. Effects of different crop rotations and tillage systems. *Long-term Field Experiments in Organic Farming*. ISOFAR, Berlin, pp. 165–182