

EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2007-2013 II TELJE PÜSIHINDAMINE

KOMPLEKSUURING MAHE- JA TAVAVILJELUSEST

ÜLEVAADE ARENENUD RIIKIDE MAHE- JA TAVAVILJELUSE PIKAAJALISTEST UURINGUTEST

Mahe- ja tavaviljeluse võrdlemist pikaajalistes uuringutes alustati arenenud riikides varem kui Eestis. Selle põhjuseks on kindlasti asjaolu, et ka maheviljelus hakkas seal varem levima. Alljärgnevalt esitatakse väike kokkuvõtte pikaajaliste Šveitsi, Taani, Saksamaa, Ameerika Ühendriikide mahe- ja tavakülvikorra uuringute tulemustest.

Kokkuvõtte

- Märgitakse, et maheviljelusel sõnniku kasutamisel oli mulla org-C sisaldus ja veekindlate mullaagregaatide hulk üldiselt tõusnud võrreldes tavaviljelusega. USA-s tehtud uuringus tõusis sõnnikuga ja haljasväetistega maheviljelusel ka mulla üld-N sisaldus, võrreldes ainult mineraalväetiste kasutusega tavaviljelusega.
- Uuringutulemustest võib järeldada, et org-C sisaldus mullas tõusis just tänu sõnniku ja haljasväetiste piisavale kasutamisele.
- Mulla mikroorganismide tegevus maheviljelusel oli aktiivsem ja biomass suurem kui tavaviljelusel.
- Maheviljelusel vähenes N-leostumise risk ja hulk võrreldes tavaviljelusega.
- USA-s tehtud uuringus leostus maheviljeluses haljasväetistega mulda viidud N-st koguseliselt rohkem N kui sõnnikuga maheviljeluse ja mineraalväetistega tavaviljeluse puhul.
- Maheviljelusel mulla-P sisaldus vähenes ja seda hoolimata sõnniku kasutamisest. Taanis vähenes ka K-sisaldus mullas.
- Šveitsi pikaajalistes uuringutes vähenes P hulk pikema aja jooksul mullas taimedele mittepiisava tasemeni mahe-, biodünaamilisel-, ja sõnnikuta tavaviljelusel. P-tase mullas püsis stabiilne vaid sõnnikuga tavaviljelusel.
- Vahekultuuride kasvatus ei pruugi Taanis tehtud uuringute alusel tõsta oluliselt terakultuuride saake, kuna nende haljasmassi väärtus väetisena on väike. Nende kasvatamisel võivad tekkida vegetatiivselt levivate umbrohtude tõrjumise probleemid.
- Vahekultuurid üldjuhul vähendasid toiteelementide leostumist. Kuid Taanis valge ristiku kasvatamisel vahekultuurina N-leostumine suurenes.
- Tavaviljeluse kultuuride saagid olid enamikel juhtudel oluliselt suuremad kui maheviljelusel, kuid mitte alati.
- USA-s tehtud uuringus ei erinenud maisi ja sojaosa saagid sõnniku või haljasväetiste pikemal kasutamisel enam üksteisest oluliselt. Põuastel aastatel oli mahemaisi saagikus

oluliselt kõrgem kui tavaviljelusel, mis viitas maheviljeluses majandatud mulla paremale veehoiuvõimele.

- Mulla orgaanilise aine sisaldus mullas võib teatud kindla majandamise (väetamine, harimine, taimejäänuste tagastamine mulda jm) tingimuste olulisel muutmisel algul küll suurenedada või väheneda, kuid lõpuks stabiliseerub teatud tasemel.

PÖLLUMAJANDUSUURINGUTE KESKUSE KOMPLEKSUURING

Eesmärgid

Uuringu eesmärkideks on selgitada eeskätt maheviljeluse 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, vihmausside ja mikroorganismide tegevus, umbrohtumus, kultuuride saak ja saagikvaliteet, taimehaigused, -kahjurid ja -kasurid ning kultuuride kattetulu.

Uuritavaid külvikorratüüpe ja agrotehnoloogiad kasutatakse sageli Eesti mahepõllumajandusettevõtetes. Uuritavate külvikordade viljavaheldus vastab mahepõllumajanduse toetuse ja KSM-toetuse baas- ning põhinõuete saamise tingimustele.

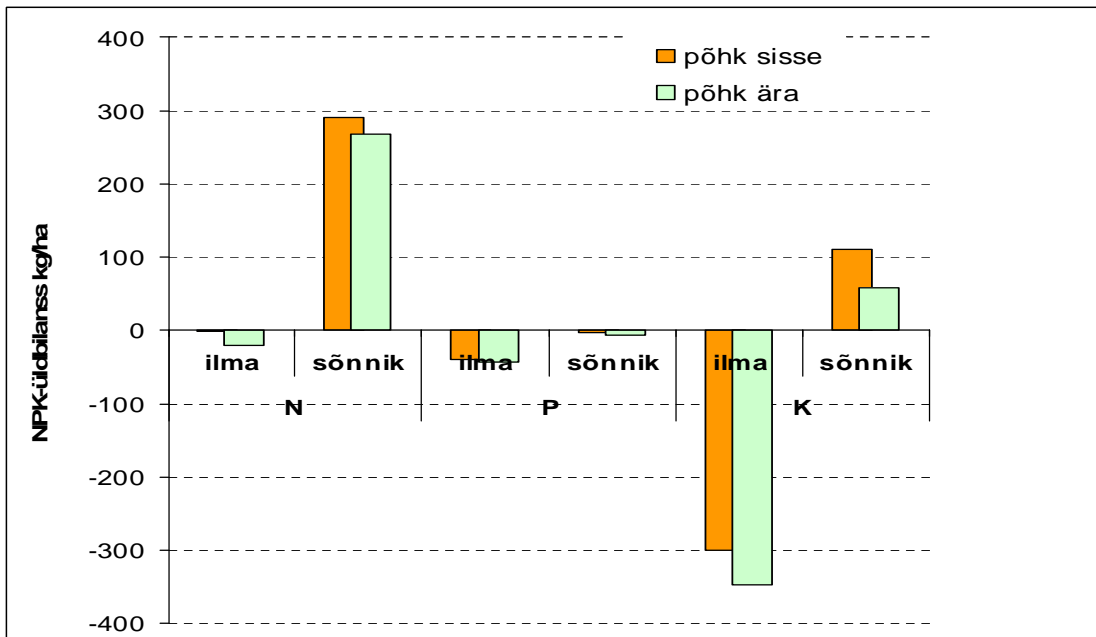
Taimetoiteelementide üldbilanss uuritavate külvikordade muldades mahe- ja tavaviljelusel

Liblikõieliste rohke mahekülvikord (1)

Uuritavas mahekülvikoras 1 on järgmine viljavaheldus: ristikurohke põldhein 1. aasta - ristikurohke põldhein 2. aasta – suvinisu – hernes ja kaer (segavili) – oder allakülviga.

Taimetoiteelementide üldbilansis arvestati kultuuride saagiga (terad, haljasmass, põhk) ja leostumisega eemaldatavaid ning sõnnikuga, liblikõieliste õhulämmastikuga, sademetega ja külviseemnega mulda juurde toodavad NPK-koguseid. Alljärgnevalt käsitletakse külvikorra kultuuride 1.-ringluse (2003.-2008. a.) andmeid.

Allapanuga tahesõnniku andmisel 2-korda ühele põllule viie aasta jooksul 30 või 45 + 30 t/ha ehk keskmiselt 12 või 15 t/ha aastas, peaks arvutuste järgi olema enam-vähem piisav N- ja K-üldbilansi positiivsena hoidmiseks mullas pikema aja jooksul (joonis 1). P-bilanss jäi kergelt negatiivseks, s.t. osa fosforist tarbiti mullavarude arvelt ilma sealt võetud P-kogust sõnnikuga tagasi viimata. Eeltoodud olukord esines, kui põldheina kasutati loomasöödaks kaks niidet esimesel aastal ja üks niide teisel aastal ning ülejäänud teisel aastal juurdekasvanud maapealne mass koos juurtega kasutati haljasväetiseks.



Joonis 1. NPK-üldbilanss 5-väljalise põldheinarohke külvikorra 3. välja mullas kultuuride 1. rotatsiooni järel

Kui sõnnikut põldudele üldse ei antud, oli PK-üldbilanss tervikuna tugevasti negatiivne, s. t. nimetatud elemente viidi saagiga põllult ära ka mullavarude arvelt. Selline pikemaajaline majandamisviis võib maheviljeluses põhjustada teatava mullaviljakuse languse. Samas tuleks mullaviljakusele lõpphinnangu andmiseks hinnata lisaks ka mulla orgaanilise aine ja huumuse sisalduse muutust. Mulla orgaaniline aine ja huumus seovad nimelt suure osa taimetoitelemente, kust need aeglaselt vabanevad. Samuti parandab suurem orgaanilise aine sisaldus mulla struktuuri, luues paremad tingimused kultuuride arenguks.

Olukord, kus eeltoodud külvikorratüübi puhul maheviljelusessõnnikut põllule ei tagastata või tagastatakse väga vähe, võib esineda neis põllumajandusettevõtetes, kus pole loomakasvatust aga oma külvikorras toodetav sööt viiakse teisele põllumajandusettevõttele sõnnikut vastu saamata, või pole loomi piisava koguse sõnniku tootmiseks. Tihti, näiteks lihaveiste pidamisel, viibivad loomad enamuse aastast karjamaal ja põldudele viidavat sõnnikut pole võimalik palju koguda. Tavaline on olukord, kus osa külvikorras olevaid põlde asub laudast liiga kaugel ja neile põldudele ei viida sõnnikut liiga suurte kulude tõttu.

Ka N-üldbilanss jäi sõnniku mitteandmisel natuke negatiivseks, mis tähendab seda, et liblikõieliste mügarbakterite poolt seotud õhulämmastikust ei piisanud saagiga ära viidud lämmastiku kompenseerimiseks mullas. Nii eemaldati uuringus ühel heintaimede kasvuks soodsal vegetatsiooniperioodil põllult kahe niite saagiga sõnniku mittekasutamisel keskmiselt kokku (õhu- ja mullalämmastikuna) 168 kg ja sõnnikuga väetamisel 192 kg/ha N aastas (tabel 1). Seda eemaldatavat N-kogust on keeruline tasakaalustada juurte ja veel enne vegetatsiooniperioodi lõppu suhteliselt väikese koguse juurdekasvava maapealse massi poolt seotud õhulämmastikuga kui sõnnikut ei anta. Liblikõieliste heintaimede juurte kogus on tavaliselt 50-70 (80)% maapealsest massist ja lämmastiku on seal vähem, osa sellest on ka mullast pärinev lämmastik.

Heintaimed pole mitte ainult suured N-sidujad vaid ka P ja eriti K-sidujad. Nii eemaldati kahe niite saagiga mitu korda rohkem P ja K kui näiteks teraviljade terasaagi ja põhuga (tabel 1).

Tabel 1. NPK eemaldamine ristikurohke põldheina ja teravilja saakidega 3. väljal (külvikord 1) aastas keskmiselt sõnnikuga väetamisel ja mitteväetamisel

Taimne materjal	N eemald kg/ha a.		P eemald kg/ha a.		K eemald kg/ha a.	
	ilma	sõnnikuga	ilma	sõnnikuga	ilma	sõnnikuga
Ristikurohke põldhein 2-niidet	168	192	17	19	200	249
Nisu terad	40	45	10	11	13	14
Odra terad	32	42	7	8	11	13
Nisu põhk	13	14	2	2	34	36
Odra põhk	7	8	1	2	14	17

Sellist olukorda, kus mulla toitainete üldbilanss on pikemat aega negatiivne, peaks vältima, sest mullaviljakus võib väheneda.

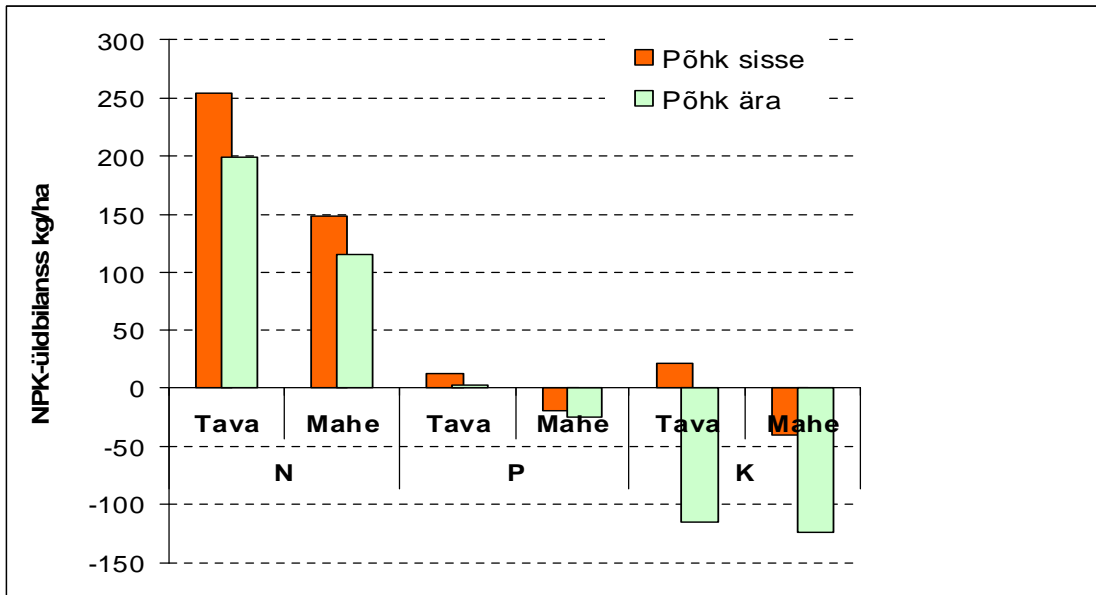
Kui põldheina kasvatada sellises külvikorras maheviljelusel vaid haljasväetiseks ja loomade talveperioodi rohusöödavajadus tagada pikaajaliste rohumaade arvel, saaks lämmastiku bilansi esitatud külvikorra mullas ka sõnniku mittekasutamisel selgelt positiivsena hoida, P- ja K-bilansi tasakaalustamiseks tuleks anda ühekordsest 30-35 t/ha sõnnikut viie aasta jooksul ehk keskmiselt 6-7 t/ha aastas.

Orienteeruv arvestus näitab, et 2004.-2009. aastal toodeti Eesti mahepõllumajandusettevõtetes (nii taime ja loomakasvatuse segaettevõttes ning ainult taimekasvatuse ettevõttes) haritava maa hektari kohta keskmiselt umbes 3 t sõnnikut aastas. See näitab kõrget toiteelementide tagastamise defitsiiti mullaviljakuse pikemaajaliseks säilitamiseks Eesti mahepõllumajanduses.

Teraviljarohke mahe- ja tavaviljeluse külvikord (2)

Külvikorras oli alljärgnev viljavaheldus: suvinisu – kaer – suvioder allakülviga – valge mesikas haljasväetiseks. NPK-üldbilansis esitatakse kultuuride 1. ringluse tulemused aastatel 2005-2008.

Eeltoodud külvikorratüüp oleks kasutatav teraviljakasvatusele spetsialiseeruva tootmise korral kui sõnnikut pole kasutada. Maheviljeluses väetatakse vaid haljasväetisega. Mineraalväetisi anti tavaviljeluse korral järgmiselt: N-P-K 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.



Joonis 2. NPK üldbilanss neljaväljalises teraviljarohke külvikorra (2) mullas kultuuride 1. ringluse läbimise järel tava- ja mahe tootmisel

Tänu mesika kasvatamisele haljasväetiseks ja tema suurele õhulämmastiku sidumise võimele oli N üldbilanss nii tava- kui maheviljelusel selgelt positiivne (joonis 2). Kuigi mesika haljasmassisaagid jäid enam-vähem võrdseks nii tava- kui maheviljelusel, oli tavaviljelusel lämmastiku positiivne üldbilanss kõrgem kui maheviljelusel, sest mineraalväetistega lisati N rohkem kui saagiga eemaldati. Tänu mineraalväetiste piisavale kasutamisele suudeti tavaviljelusel põhu tagastamisel mulda hoida PK üldbilanss kergelt positiivseks. Maheviljelusel oli PK-üldbilanss selgelt negatiivne, sest neid elemente mulda juurde ei toodud, küll aga eemaldati teraviljade terasaagiga. Näeme, et eriti märgatav oli K eemaldamine teraviljapõhu mittetagastamisel mulda, sest teraviljapõhus on palju rohkem K kui terades. Seetõttu tuleks põhk mulda kindlasti tagastada, et vältida kiiret K langust mullas, kui sõnnikut või PK mineraalväetisi pole piisavalt anda.

Kokkuvõte

- Liblikõieliste rikkas loomasöödatootmisele suunatud mahekülvikorras (1) tahesõnniku andmisel aastas keskmiselt 12-15 t ühe rotatsiooni jooksul ja põldheina niidete eemaldamisel esimesel aastal põllult kaks korda ja teisel aastal üks kord jäi N ja K üldbilanss positiivseks ja P üldbilanss kergelt negatiivseks. S. t., et P eemaldati põllu mullast ühe rotatsiooni jooksul rohkem kui tagastati.
- Sõnnikuga mitteväetamisel ja niidete eemaldamisel põllult jäi PK-üldbilanss tugevasti negatiivseks ja N-üldbilanss kergelt negatiivseks. St. mullavarude arvelt eemaldati mullast märkimisväärne kogus P ja K.
- Ristikurohke põldheina saagiga eemaldati NPK mitu korda rohkem kui teraviljaga.
- Intensiivsel niidete eemaldamisel põllult on raske tasakaalustada N-üldbilanssi üksnes liblikõieliste mügarbakterite poolt seotud õhulämmastikuga.

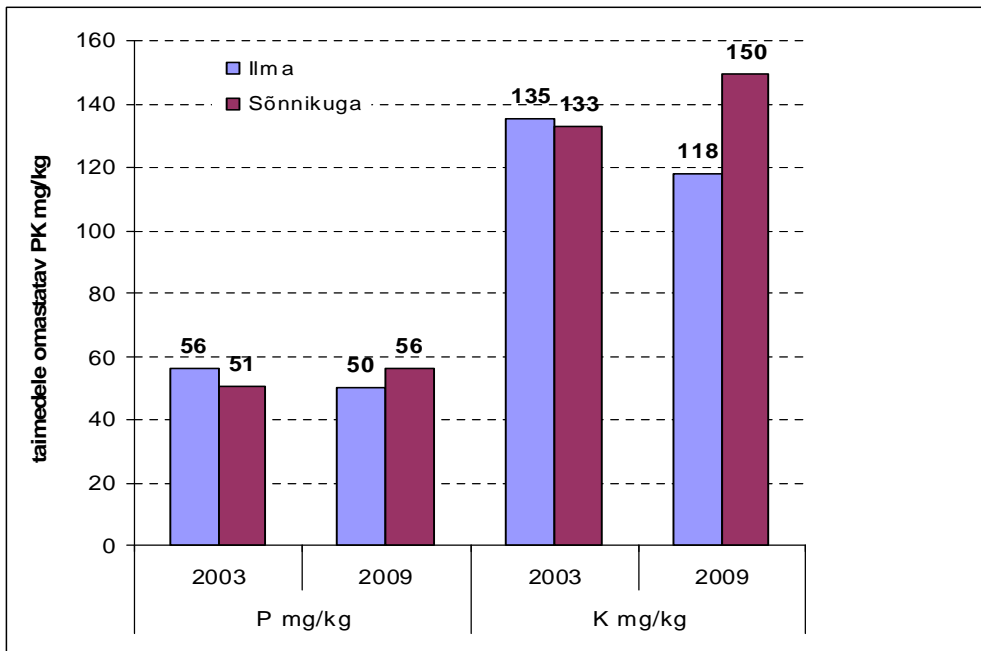
- Eestis toodeti 2004.-2009. aastal maheviljeluses (taime ja loomakasvatuse segaettevõtted ja taimekasvatuse ettevõtted) sõnnikut haritava maa kohta umbes 3 t/ha aastas, mis on ilmselt ebapiisav mullaviljakuse pikemaks säilitamiseks endisel tasemel.
- Läbimõeldud majandamise korral võiks Eesti piimaveisekasvatuseettevõttes laudaperioodil sõnnikut toota keskmistes tingimustes umbes 8,5 t/ha aastas põllukülvikorra ja pikaajalistele niiteliste rohumaadele. Viljakamates tingimustes saaks toota umbes 11,4 t/ha sõnnikut aastas põllukülvikorra ja pikaajalistele niiteliste rohumaadele.
- Teraviljatootmisele orienteeritud mahekülvikorras (2), kus sõnnikut ei antud ja ühel aastal kasvatati haljasväetiseks valget mesikat, oli N-üldbilanss selgelt positiivne tänu piisavale hulgale valge mesika mügarbakterite poolt seotud õhulämmastikule ja PK-tugevasti negatiivne, kuna PK juurde ei toodud, küll aga eemaldati teraviljade saagiga.
- Teraviljatootmisele orienteeritud tavakülvikorras (2), kus sõnnikut ei antud ja ühel väljal kasvatati haljasväetiseks valget mesikat ning anti mineraalväetisi, oli N-üldbilanss tugevalt positiivne. Põhu muldaviimisel oli PK üldbilanss kergelt positiivne, põhu eemaldamisel selgelt negatiivne.
- Teraviljapõhk sisaldab märgatavalt rohkem K kui terad, seetõttu on põhu tagastamine mulda maheviljelusel eriti oluline.

Taimedele omastatavate toiteelementide ning huumuse sisalduse muutus uuritavate külvikordade künnikihi muldades mahe- ja tavaviljelusel

Taimedele omastatavate ja orgaanilise aine sisalduse muutused sõltuvalt toiteelementide üldbilansist ja muldade majandamisest on enamasti suhteliselt aeglased ja muutused ilmnevad alles mitmete aastate möödudes.

Allapanuga sõnnikuga väetamisel, kus sõnnikut anti perioodi jooksul kaks korda (45 ja 30 t/ha), suurenes taimedele omastatava P hulk künnikihi mullas külvikorraväljal 3 uuringute algusest 2003. aastal 2009. aastaks 8,9% ja vähenes mitteväetamisel 10,7% (joonis 3). Omastatava K hulk suurenes sõnniku andmisel 11,3% ja vähenes mitteväetamisel 12,5%. Omastatava PK ja üldbilansi üld-P ja üld-K ei ole omavahel alati korrelatsioonis. Nii näiteks oli üldbilansi P ka sõnnikuga väetamisel kergelt negatiivne, omastatava P hulk mullas aga suurenes. Siinjuures tuleb tähele panna, et üldbilansis arvestatakse kõiki mullast välja ja sisse liikuvaid toiteelemente aasta jooksul kõigi vaatlusaastate summana, aga omastatavaid toiteelemente vabaneb pidevalt sõnnikust ja taimejäänustest ning mullavarudest järelmõjuna ja seda erineva kiirusega. Nii võis sõnniku kumuleeruv järelmõju suurendada omastatava P hulka võrreldes perioodiga enne 2003. aastat, mil sõnnikut polnud pikka aega mulda antud.

Olenevalt mullaliigist ja lõimisest on mullas erineval kujul seotuna alati olemas toitainete varu, millest vabaneb uusi taimedele kättesaadavaid toiteelemente. Kuid nende vabanemise kiirus oleneb nende hulgast, looduslikest keskkonnatingimustest ja inimese poolsest mulla harimisest ja kultuuride valiku mõjudest mulla orgaanilise aine mineraliseerumise kiirusele.



Diferentsid aastate ja sõnniku kasutamise ning mittekasutamise vahel 2009. a. on statistiliselt usutavad PD_{05} juures

Joonis 3. Taimedele omastatava PK sisalduse muutus 3. välja künnikihis sõnnikuga väetamisel ja mitteväetamisel liblikõieliste heintaimede rohes külvikorras (1) 2003-2009

Huumuse sisaldus kasvas nii sõnniku andmisel (külvikorras 1), kui ka mitteandmisel, kuid põhu tagastamisel mulda 3,0% 2003. aastal 3,3%-ni 2009. See ühtib ka Šveitsis, Taanis ja USA-s tehtud uuringute tulemustega, kus sõnniku ja haljasväetiste kasutamisel maheviljelusel orgaanilise aine sisaldus tõusis.

Teraviljarohke tavakülvikorra (2) mulla künnikihis suurenes omastatava P hulk mullas uuringu algusest 2003. aastal 2009. aastani 10,1%, kuid omastatava K sisaldus püsis samal tasemel (tabel 2). Teraviljarohke mahekülvikorra künnikihi mullas püsis omastatava P hulk muutumatuna ja omastatava K hulk vähenes 8,5%. Omavahel pole veel võrreldavad tava- ja maheviljeluse omastatava PK muutused, kuna nende hulk uurimuse alustamisel 2005 ja võrdlusaastal 2009 oli liialt erinev ja vahed pole veel tasandunud.

Tabel 2. Taimedele omastatava P ja K sisalduse muutused künnikihis tava- ja maheviljelusel teraviljarohkes külvikorras 2005.-2009. aastal

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

* Vahed on statistiliselt usutavad PD_{05} juures

Kokkuvõte

- Sõnniku kasutamisel suurenesid taimedele omastatava P ja K sisaldus (2003-2009) liblikõieliste rohkes söödatootmisele suunatud külvikorra (1) mullas (3. väli) vastavalt 8,9 ja 11,3%.
- Sõnniku mittekasutamisel vähenesid taimedele omastatava P ja K sisaldus külvikorra (1) mullas vastavalt 11,3 ja 12,5%.
- Huumuse sisaldus kasvas nii sõnniku andmisel kui mitteandmisel, kuid põhu tagastamisel külvikorra (1) mullas 3,0% (2003) 3,3%-ni (2009).
- Teraviljatootmisele suunatud külvikorras (2), kus ühel väljal kasvatati haljasväetiseks valget mesikat ja sõnnikut ei kasutatud, suurenes tavaviljelusel taimedele omastatava P sisaldus (2005-2009) 10,1%, kuid omastatava K sisaldus jäi praktiliselt samaks.
- Maheviljelusel püsis omastatava P sisaldus külvikorra (2) mullas muutumatuna, kuid omastatava K sisaldus vähenes 8,5%.

Mullaelustik teraviljarohkes mahe- ja tavakülvikorras (2)

Vihmaussid

Uuritaval põllul kasvas 2009. aastal suvinisu, mis järgnes valgele mesikale. Vihmausside arvukuse ja liigilise koosseisu näitajaid võrreldakse nii tava- kui maheviljeluse tingimustes.

Nii kevadel kui sügisel esines kokku 6 vihmaussi liiki. Tavaviljelusel oli isendite keskmine arvukus kevadel 45 (keskmiselt 3,5 liiki), sügisel 24 (keskmiselt 5 liiki). Maheviljelusel oli keskmine isendite arvukus kevadel 32,7 (keskmiselt 3,6 liiki) ja sügisel 15 (keskmiselt 4,3 liiki). Vihmaussiliikide arv ühel lapil oli 1-3,7. Seega oli tavaviljelusel vihmausse rohkem kui maheviljelusel.

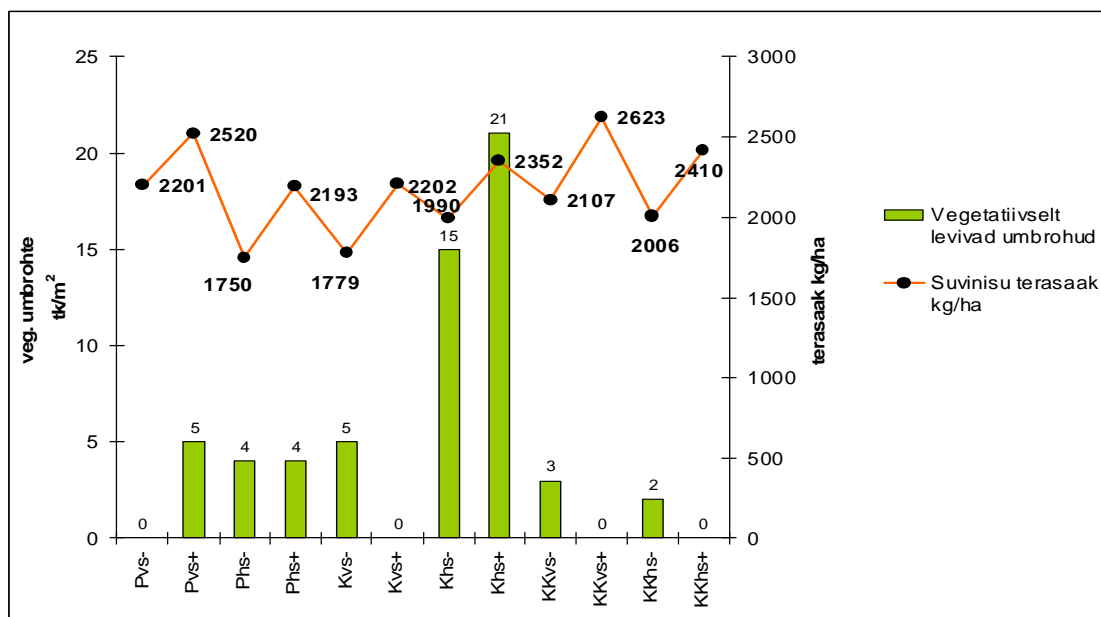
Ka 2008. aastal oli tavaviljelusel vihmausside arvukus mõnevõrra suurem kui maheviljelusel. Väiksem vihmausside arvukus maheviljeluses võrreldes tavaviljelusega on mõnevõrra üllatav, kuna teistes riikides tehtud uuringud ja Eesti PKT 2004-2006 seire (PMK, 2008) näitavad, et tavaviljeluses on vihmausside arvukus üldiselt väiksem kui maheviljelusel. Eelneval kolmel aastal märgatavaid erinevusi tava- ja maheviljeluse vahel vihmausside arvukuses uuritud külvikorras ei esinenud.

Uuritud külvikorra mulla vihmaussikoosluse arvukus (ühe katselapi maksimaalne arvukus 72 isendit m²) ja liikide arv (kokku esines 6 liiki, ühes variandis 0 ... 5) jääb alla Eesti põllumuldade keskmist.

Kultuuride umbrohtumus ja saagikus liblikõielisterohkes mahekülvikorras (1)

Suvinisu 2009

Eelnev kaheaastane põldhein oli vegetatiivselt hästi levivaid umbrohte (VHU) ja lühiealisi peamiselt seemnetega paljunevaid umbrohte (LEU) edukalt alla surunud. Seetõttu mõnes suvinisu variandis neid 2009. aastal ei esinenudki. Kuigi kahes variandis, kus oli eelnevalt vaid küntud, oli VHU arv märksa kõrgem kui ülejäänud variantides (joonis 4), oli nende kasv nisus madal ja mass jäi väikeseks. Seetõttu jäi VHU mõju nisu terasaagile tervikuna väikeseks ja terasaak oli suhteliselt stabiilne kõigi variantide juures. Ainult kündmisel jäi nisu terasaak keskmiselt 205 kg/ha madalamaks kui tüükoorimisel koos künniga järelmõjul ja pindmise mullaharimise järelmõjul 120 kg/ha.



Variandide tähistused joonisel: P – pindmine mullaharimine (8-10 cm) 2-korda (järelmõju peale põldheina); K – ainult kündmine; KK – tüükoorimine (8-10 cm) 2-korda (järelmõju peale põldheina) + kündmine; v – külv 1.-mullaharimisvõimalusel (22.04.); h – hilisem külv (08.05.); s+ - sõnnik 30 t/ha; s- - ilma sõnnikuta

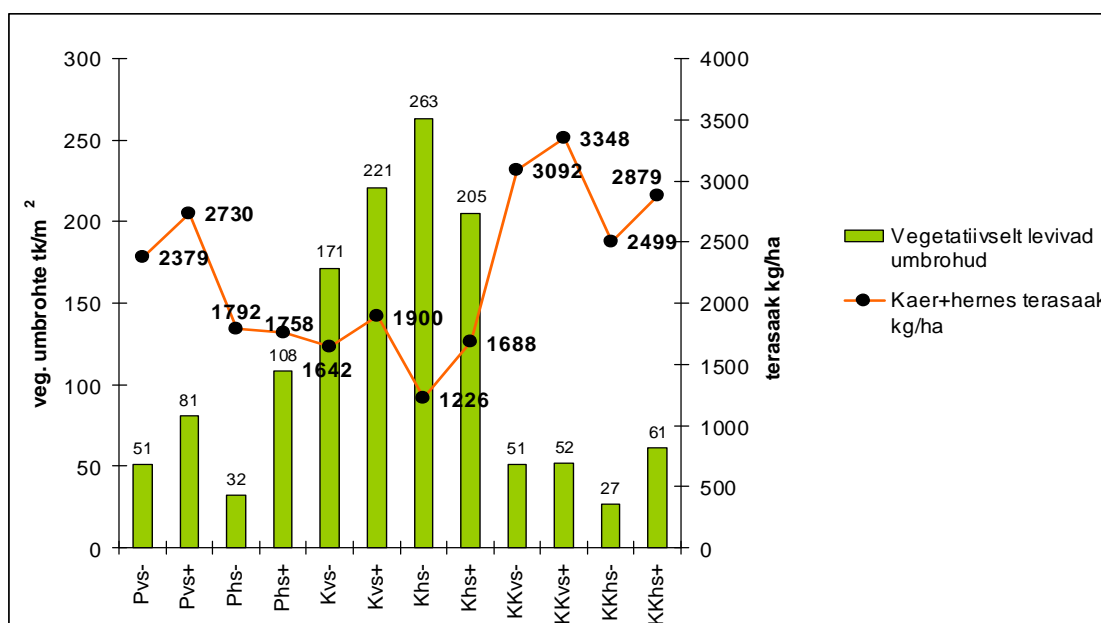
Joonis 4. Mahesuviniisu `Manu` umbrohtumus vegetatiivselt levivate umbrohtudega ja terasaagid peale põldheina sissekünni erinevate agrotehnoloogiate korral 2009. aastal

Tahesõnniku andmine tõstis terasaake võrreldes mitteandmisega keskmisena ligikaudu 411 kg/ha. Selline olukord on olnud ka eelmistel uuringuaastatel. 2005.-2009. keskmisena tõstis sõnnikuga väetamine nisu terasaake 8,6%. Sõnniku suurem mõju on nisu puhul ilmnenud viimastel aastatel.

Suvinisu `Manu` terasaak oli 2009. aastal 1. võimalusel külvates keskmiselt 122 kg/ha suurem kui hilisemal külvil. Tulemus on sarnane varasemate aastate tendentsile. 2005.-2009. keskmisena oli suvinisu terasaak 6,9% kõrgem kui hilisemal külvil. Varem kevadel külvates on mullas vett rohkem ja paremad tingimused teraviljal tugevama juurekava tekkeks ning suurema saagi moodustamiseks. Kuivema vegetatsiooniperioodiga aastatel on külviaja efekt veelgi selgem - varem külvatud nisu terasaak oli näiteks väga põuasel 2006.a. tunduvalt kõrgem võrreldes hilisema külviga.

Hernes ja kaer (segavili) 2009

Suvinisule järgneva herne ja kaera puhul on selgesti näha kui kiiresti hakkavad maheviljelusel vegetatiivselt paljunevad umbrohud levima ainult kündmisel juba teisel aastal peale põldheina sisseküüdi terakultuuride kasvatamise korral üksteise järel (joonis 5). VHU oli peamiseks umbrohuliigiks antud juhul põld-piimohakas (vähem põldohakas ja harilik orashein ja pindmisel mullaharimisel võilill) ja selle isendid kasvasid ka põhikultuurist kõrgemaks ning katsid ühtlaselt kogu põlluosa, kus põhiharimisena oli ainult küntud (joonis 6). Selline tugevat umbrohtumust võib sageli kohata ka mahetootjate põldudel Eestis, kus künnile eelnevat tüükoorimist ei tehta.



Variandide tähistused joonisel: P – pindmine mullaharimine (8-10 cm) 2-korda; K – ainult kündmine; KK – tüükoorimine (8-10 cm) 2-korda + kündmine; v – külv 1.-mullaharimisvõimalusel (22.04.); h – hilisem külv (08.05.); s+ - sõnnik 30 t/ha (järelmõju); s- - ilma sõnnikuta

Joonis 5. Herne `Karita` ja kaera Jaak (segavili) umbrohtumus vegetatiivselt levivate umbrohtudega ja terasaagid 2. aastal peale põldheina sisseküüdi erinevate agrotehnoloogiate korral 2009. aastal

Tugev umbrohtumus põhjustas herne ja kaera terasaagi selge languse võrreldes variantidega, kus oli tehtud 2-kordne tüükoorimine koos künniga või kahekordne pindmine mullaharimine ilma künnita. Keskmiselt oli ainult kündmisel terasaagikus 1341 kg/ha vähem kui tüükoorimisel koos künniga, pindmisel mullaharimisel 790 kg/ha. Tüükoorimise ülesandeks on vegetatiivselt levivate umbrohtude maaaluste paljunemisorganite väljakurnamine talvitumiseelselt. Koorimisele järgnev künd pöörab ülemises mullakihis koorimisega nõrgestatud paljunemisorganid sügavamale, kus neil on järgneval aastal raskem mullapinnale tulla ja suur osa neist hävineb. Lisaks tänu väikesele umbrohtumusele saadud suuremale terasaagile, soodustab terasaagi tõusu mõnevõrra ka kiirem orgaanilise aine mineraliseerumine intensiivsema mullaharimise tõttu tüükoorimisel koos künniga.

Pindmine mullaharimine toimib sarnaselt tüükoorimisele. Kuigi pindmisel harimisel jääb künd ära, oli VHU osakaal märgatavalt väiksem kui ainult kündmisel, kuid suurem kui tüükoorimisel künniga. Sama tulemus oli ka terasaakide puhul. Ülaltoodud tendentsid on kõik sarnased eelmiste aastate tulemustele.



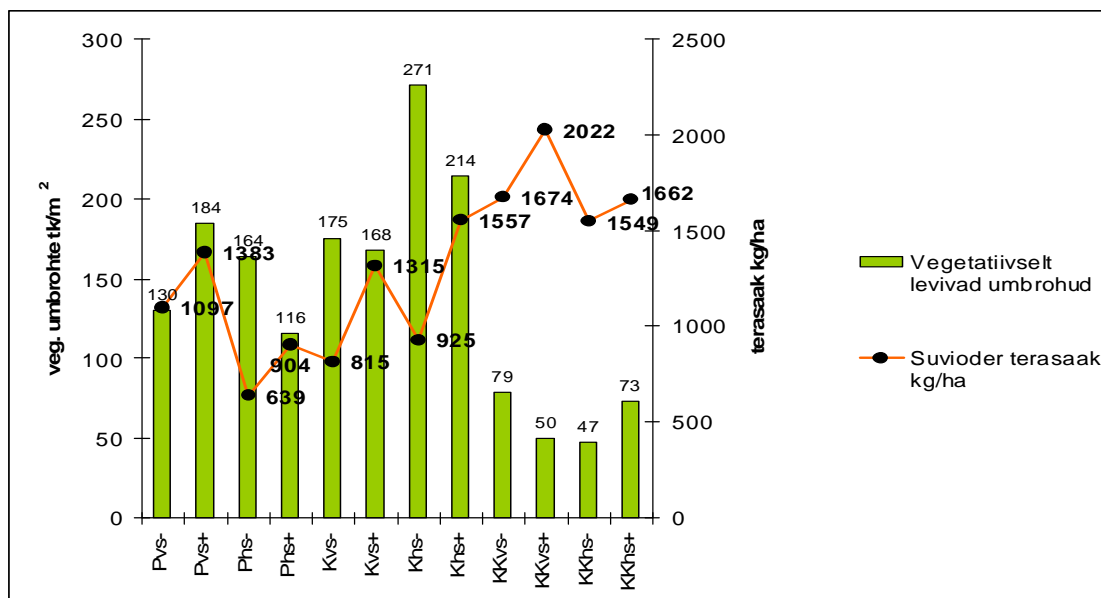
Joonis 6. Segavilja umbrohtumine põld-piimohakaga ainult kündmisel (paremal) ja 2-kordsel tüükoorimisel koos künniga (vasakul) 2009. aastal

Pindmisel mullaharimisel jääb ära suhteliselt kallis kündmine ja aeglustub orgaanilise aine lagunemine. See peaks muutma pindmise mullaharimise ka maheviljeluse jaoks huvipakkuvaks. Jooniselt 5 näeme ka, et tahesõnniku järelmõjul on segavilja terasaagid suuremad kui mitteväetamisel ja hilisem külv on võrreldes esimesel võimalusel külviga andnud väiksema terasaagi nagu suvinisulgi. Keskmiselt oli 2009. aastal tahesõnniku järelmõjul segavilja terasaak 279 kg/ha suurem kui mitteväetamisel. Esimesel võimalusel külvates oli segavilja terasaak 2009. aastal 571 kg/ha suurem kui hilisemal külvil. Segavili oli külviajaga hilinemisele nisu ja odraga võrreldes kõige tundlikum.

Oder allakülviga 2009

Suviadra terasaakide ja umbrohtumuse kujunemise tendentsid olid 2009. aastal suhteliselt sarnased segaviljale ja ka varasematele aastatele. Ainult kündmisel umbrohtus oder tugevalt VHU-ga (joonis 7). Peamised umbrohud oli siin põld-piimohakas ja põldohakas, vähemal määral orashein ning soonõianõges. Pindmisel mullaharimisel esines ka mõningal määral võilille, mis mullaharimise korral omab ka mõningast vegetatiivse leviku võimet. Kui segaviljas oli eriti tugev umbrohtumus ainult kündmisel, siis oder umbrohtus ohakatega tugevalt ka umbes pooltel pindmise mullaharimise variantidel. Pindmisel mullaharimisel oligi märgatav põldohakate lokaalne levik osal katselapi

pinnast. Suure umbrohtumuse tõttu langesid odras ainult kündmise ja pindmisel mullaharimise korral oluliselt ka terasaagid.



PD₀₅ umbrohud – 103,8 ja terasaak – 432,0

Variante tähistused joonisel: P – pindmine mullaharimine (8-10 cm) 2-korda; K – ainult kündmine; KK – tüükoorimine (8-10 cm) 2-korda + kündmine; v – külv 1.-mullaharimisvõimalusel (22.04.); h – hilisem külv (08.05.); s+ - sõnnik 30 t/ha; s- - ilma sõnnikuta

Joonis 7. Põldohakate levik pindmisel mullaharimisel suviodras allakülviga 2009. aastal

Keskmiselt olid odra terasaagid 2009. aastal ainult kündmise korral 597 kg/ha ja pindmisel mullaharimisel 721 kg/ha väiksemad võrreldes 2-kordse tüükoorimise ja künniga.

Sõnniku andmisel olid odra terasaagid suuremad kui mitteandmisel. Sõnniku andmine tõstis odra terasaaki 2009. aastal keskmiselt 357 kg/ha. 2005.-2009. aasta keskmisena olid odra terasaagid sõnnikuga väetamisel 18,3% kõrgemad kui mitteväetamisel. Esimesel mullaharimisvõimalusel külvates oli odra terasaak 2009. aastal keskmiselt 178 kg/ha suurem kui hilisemal külvil. Keskmisena olid odra terasaagid 2005.-2009. 6,9% varasemal külvil kõrgemad kui hilisel.

Seda, et pindmisel mullaharimisel oli odra terasaak väike, ei põhjusta ainult tugev umbrohtumine. Pindmisel mullaharimisel jääb osa eelmiste kultuuride põhust lagunemata ja seetõttu pole kättesaadav mullast ka osa NPK-d. Mõnevõrra suurenes ka juuremädanike levik. Pindmisel mullaharimisel pole ka külviseemne muldaviimine nii kvaliteetne kui künnivariantide puhul.

Kokkuvõte uurimustulemustest umbrohtumuse, terasaakide ja sõnnikuga väetamise kohta 2005-2009

Järgnevalt esitatakse kokkuvõtlikult pikema uurimisperioodi tulemused vahemikus 2005-2009.

- Kaheaastane põldhein suutis vegetatiivselt levivad umbrohud suhteliselt edukalt alla suruda, nii et nende kasv ja arv olid järgnevas suvinisus suhteliselt väikesed.
- Kui teraviljapõldudel maheviljeluses ainult künti ega tehtud enne kündi tüükoorimist, suurenes vegetatiivselt levivate umbrohtude (peamiselt ohakad) osakaal juba teisel aastal peale põldheina sissekündi tasemele, mis põhjustas olulise terakultuuride saagilanguse.
- 2-kordsel pindmisel mullaharimisel (8-10 cm) ilma künnita hakkasid ohakad levima lokaalselt ja täheldada võis põldohaka suuremat levikut. Umbrohtumus tervikuna oli väiksem kui ainult kündmisel.
- 2-kordsel tüükoorimisel koos künniga suudeti vegetatiivselt levivad umbrohud kontrolli all hoida. Terasaagid olid siin märgatavalt suuremad.
- Suviodal allakülviga oli pindmisel mullaharimisel kõige väiksem terasaak ja seda ka väiksema umbrohtumuse juures. Siin mõjutasid terasaagi vähenemist ka allakülvatud põldheina ülekasv odrast mõnel aastal, suurem juuremädanike levik ja väiksem toitainete vabanemine põhu osalise mittelagunemise tõttu.
- Esimesel mullaharimisvõimalusel külvates olid terakultuuride (suvinisu, hernes, hernes + kaer, oder) terasaagid üldiselt suuremad kui hilisemal külvil. Ühel aastal uuringuperioodist olid tulemused siiski vastupidised.
- Tahesõnniku mõjul tõusid terasaagid märgatavalt. Suurem mõju avaldus siiski viimastel aastatel, kus saagitõus oli umbes 400 kg/ha võrreldes mitteväetamisega.
- Allapanuga sõnnik on suhteliselt aeglase lagunemisega, seepärast jaguneb osa mõjust ka järgnevale aastatele.
- Erineva külviaja ja sõnnikuga väetamise-mitteväetamise suhtes ei avaldunud selgeid erinevusi umbrohtumuses.

Mahesuviniisu `Manu´ toiduvilja kvaliteedinäitajad erineval külviajal

Toidunisu kvaliteedinõuetele vastavat toidunisu on maheviljeluses keerulisem kasvatada kui tavaviljeluses. Põhjuseks on eelkõige omastatava N, aga ka väevli vähesus mullas. Ilma küllaldase N ei tõuse terade proteiini ja kleepvalgusisaldus sageli piisavalt, et head toiduvilja saada. Suvinisusort `Manu´ on teistest Eestis kasvatatavatest sortidest olnud üldiselt paremate kvaliteediomadustega. E. Ilumäe (1999) väitel on piisavat saiakvaliteeti võimalik selle sordi puhul saada ka mõõduka koguse lämmastikuga (60 kg/ha). Sellise fooni peaks suuremas osas tagama eelkultuurina liblikõieliste heintaimede sisseküünd.

Proteiini ja kleepvalgu sisaldus oli mõnevõrra madalam varasemal külvil (tabel 4). Ka see tendents on sarnane eelmiste aastatega – mõnevõrra pikem kasvuperiood ei soodusta valgulist ühendite nii kiiret teket terades kui lühem kasvuperiood. Gluteeni indeks, millest muuhulgas oleneb saia koospüsivuse võime, oli varasemal külvil pisut kõrgem kui hilisel külvil ja see tendents on sarnane aastate keskmisega, kuigi osadel aastatel oli olukord vastupidine. Madala langemisarvu põhjuseks

2009. aastal olid rohked vihmajärged tera valmimis- ja koristusperioodil. Suure teraniiskusega koristamine ja terade idanemine peas põhjustavad madalat langemisarvu. Aastate keskmisena oli nisu langemisarv varasema külvi puhul mõnevõrra madalam kui hilisel. Selle põhjuseks on kaks koristamiseks ebasobivat aastat 2005 ja 2009, mil varase külvi terade langemisarv oli märgatavalt madalam kui hilisemal külvil. Samas normaalse valmimis- ja kuivema koristusaja korral (kolmel aastal) oli varasema külvi terade langemisarv suurem kui hilisel külvil. Nisu terade mahukaal oli 2009. aastal varasemal külvil mõnevõrra suurem kui hilisel ja see tendents on sarnane varasemate aastate tulemusele. Samas oli mahukaal normaalse toidunisu kvaliteedinõuetele vastamiseks 2009. aastal liiga väike.

Tabel 4. Suvinisu `Manu´ terasaagid ja –kvaliteet erineva külviaja mõjutusel

Katsefaktor	Terasaak (14% niiskus)	Proteiin %	Kleepvalk %	Gluteeniindeks %	Langemisarv sek	Mahukaal g/l
Esim. võim. külvatud (22.04.09.)	2239*	12,9*	24,7	89*	126*	707*
Hiljem külvatud (08.05.09.)	2117*	13,3*	25,4	85*	171*	688*
Esim. võim. külvatud 2005-2009 keskm	2339*	13,1*	27,4*	83*	267*	760*
Hiljem külvatud 2005-2009 keskm	2177*	13,6*	28,5*	77*	277*	746*
Toidunisu kvaliteedinõuded	-	12 (mitte alla 11)	min. 23 opt. 25...32	60...90	220...250 või rohkem	min 730

* statistiliselt usutav vahe PD₀₅ juures

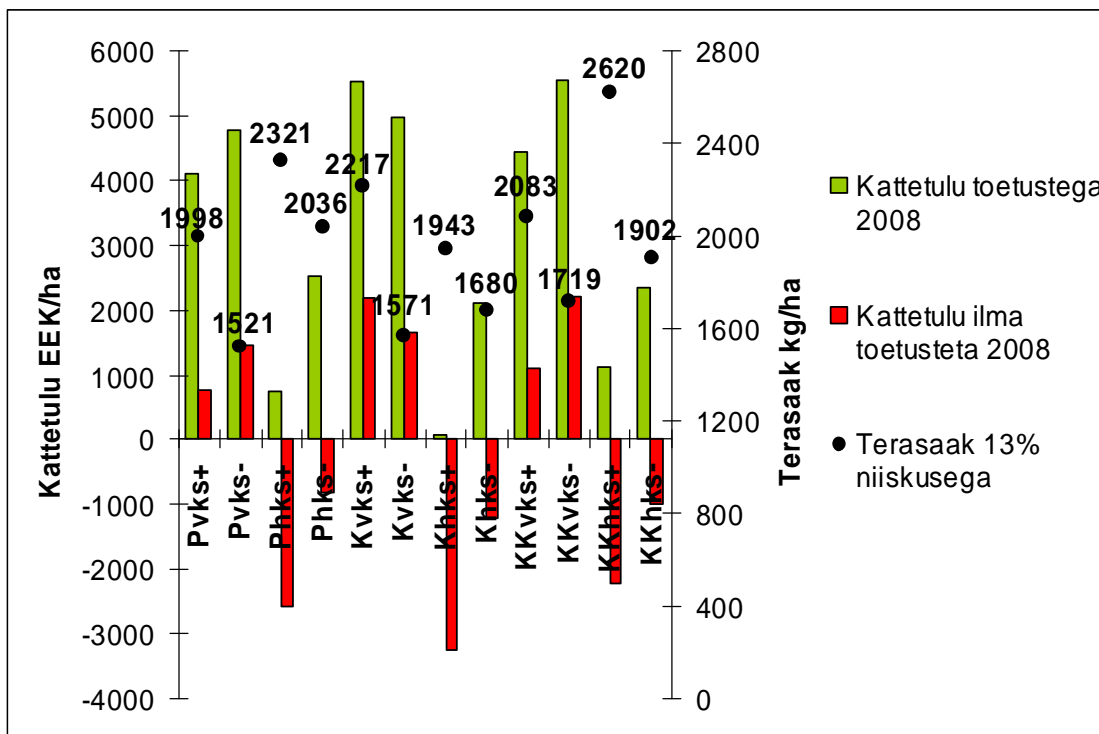
Viie uuringuaasta põhjal võib väita, et suvinisusorti `Manu´ on võimalik üldiselt kasvatada maheviljeluses toidunisuks kui ta paigutada liblikõieliste rohke põldheina järele.

Teraviljade kasvatamise kattetulu

Mahesuvinisu `Manu´ kattetulu erineva agrotehnika korral külvikorras 1

Uuringus esimesel mullaharimisvõimalusel külvatud kvaliteediga mahenisu saanuks 2008. aasta septembris müüa AS Tartu Veski hinnaga 4 EEK/kg, kuid 2,5-nädalat hilisema külvi puhul söödaviljana 2 EEK/kg, kuna mahumass ei vastanud toidunisu kvaliteedi nõudele. See põhjustas oluliselt madalama kattetulu hilisema külvi variantidel, kuigi terasaak oli tollel aastal esimesel

võimalusel külvatud variantidest märksa kõrgem (joonis 8). 2009. aasta nisu saanuks müüa Eestis vaid söödaviljana 1,55 EEK/kg, kuna langemisarv ja mahumass jäid madalaks. Sellisel juhul oluks kattetulu olematu või suhteliselt madal (joonis 9).



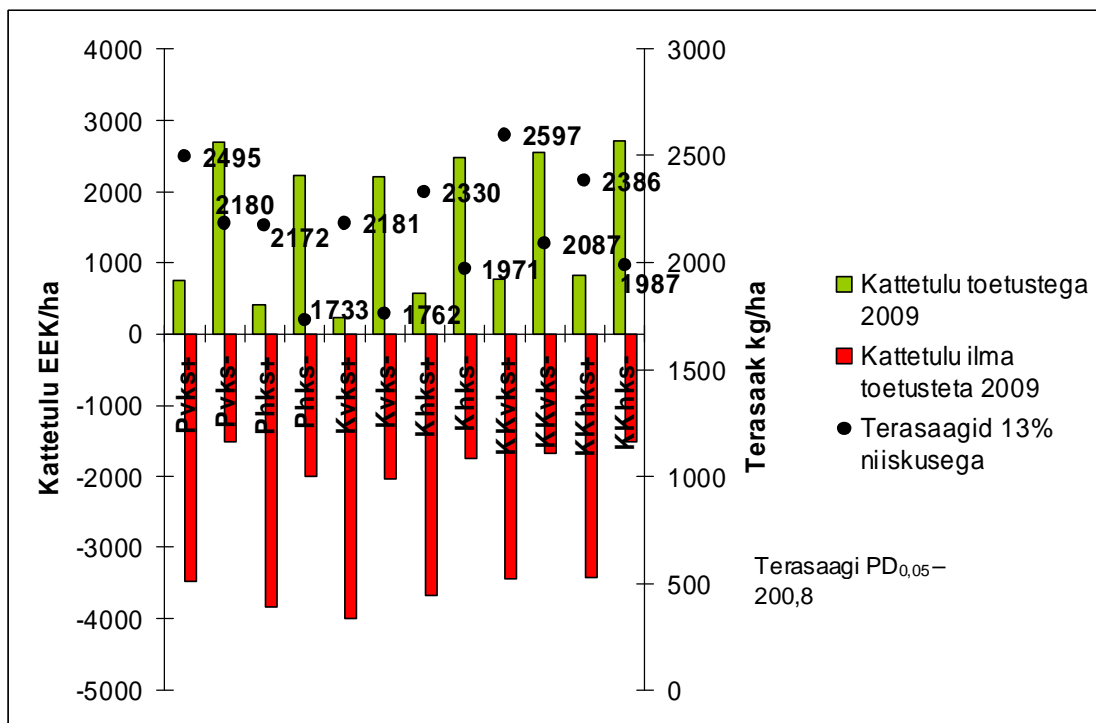
Variandide tähistused joonisel: P – pindmine mullaharimine (8-10 cm) 2-korda (järelmõju peale põldheina); K – ainult kündmine; KK – tüükoorimine (8-10 cm) 2-korda (järelmõju peale põldheina) + kündmine; v – külv 1.-mullaharimisvõimalusel (16.04.); h – hilisem külv (04.05.); s+ - sõnnik 30 t/ha; s- - ilma sõnnikuta

Joonis 8. Mahesuviniisu 'Manu' kattetulu (kokkuostuhind 4 EEK/kg esimesel mullaharimisvõimalusel; 2 EEK/kg hilisem külv) ja terasaak erineva agrotehnika korral 2008. aastal

Tahesõnniku kasutamine põhjustas suvinisu kattetulu järsu languse. Tehtud kalkulatsioonides maksab 30 t/ha allapanuga tahesõnniku laadimine, põllule viimine ja laotamine kokku 2300 EEK/ha. Samas pole tahesõnnik suviteraviljadele otsemõjuna küllalt efektiivne, kuna selle mineraliseerumine ja toitainete vabanemine suure kuivainesisalduse tõttu on raskes liivsavimullas suhteliselt aeglane, võrreldes vedelsõnnikuga. Tahesõnniku arvelt saadud terasaagitõus (2008. aastal keskmiselt 459 ja 2009. a. 407 kg/ha) ja müügitulu ei olnud nii suur, et oleks kompenseerinud selle andmisega seotud kulutused. Seetõttu oli suvinisu kattetulu ilma tahesõnnikuga väetamata oluliselt suurem. Samas on tahesõnniku efektiivsus mahekülvikorras viimasel paaril aastal tõusnud ja seda osalt arvatavasti ka sõnniku järelmõju kumuleerumise tõttu mullas.

Tahesõnnikuga väetamisest loobumist mahekülvikorras ei saa aga soovitada, kuna sel juhul toimub 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.



Variantide tähistused joonisel: P – pindmine mullaharimine 2-korda 8-10 cm (järelmõju peale põldheina); K – ainult kündmine; KK – tüükoorimine 2-korda 8-10 cm (järelmõju peale põldheina) + kündmine; v – külv 1.-mullaharimisvõimalusel (22.04.); h – hilisem külv (08.05.); s+ - sõnnik 30 t/ha; s- - ilma sõnnikuta

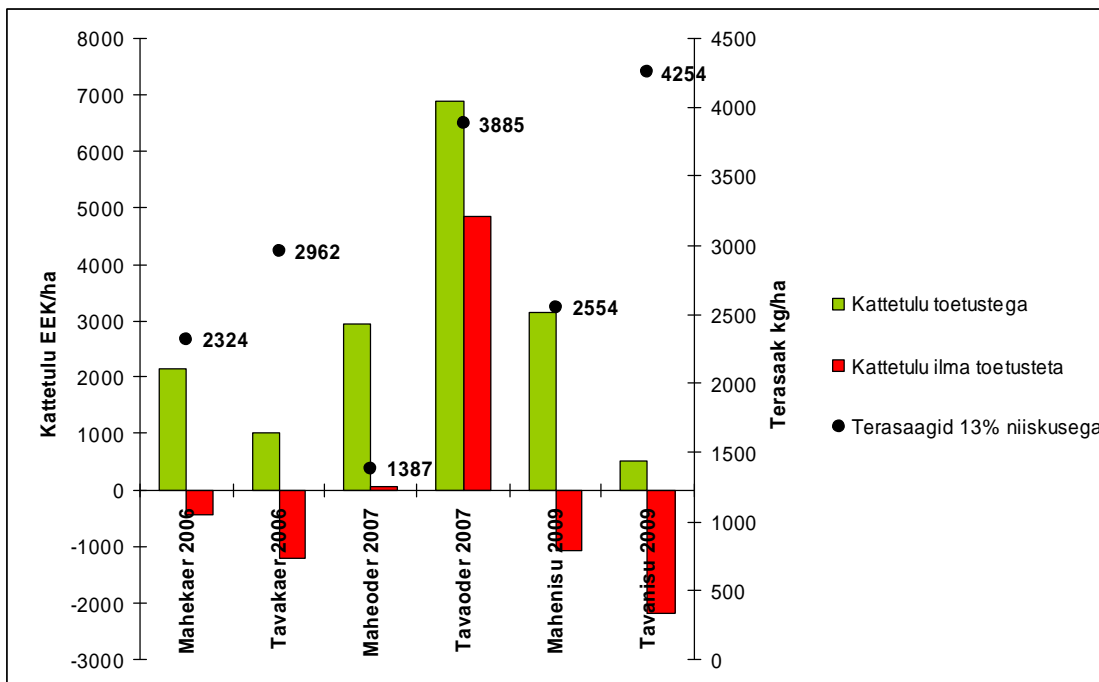
Joonis 9. Mahesuviniisu `Manu´ kattetulu (kokkuostuhind 1,55 EEK/kg) ja terasaak erineva agrotehnika korral 2009. aastal

Teraviljade kattetulu mahe- ja tavakülvikorra võrdluses

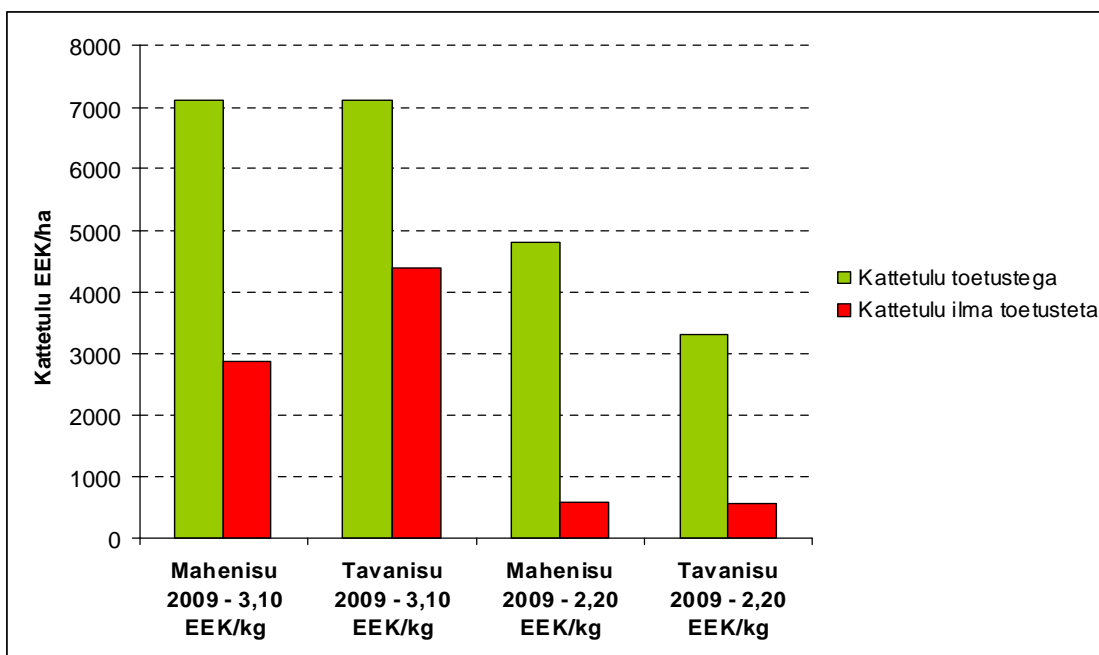
2009. aastal katses olnud suvinisu `Mooni´ kvaliteet ei vastanud toidunisu kvaliteedinõuetele ei tava- ega maheviljeluse tingimustes, seetõttu on kattetulu arvestuses kokkuostuhinnaks võetud söödanisu hind 1,55 EEK/kg. Nii tava- kui maheviljelusel kasutati uuringus künnipõhist mullaharimist.

Tavaviljelusel, kus teraviljad said näiteks lämmastiku mineraalväetisena olenevalt kultuurist 60-90 kg/ha ja ka mineraalset fosforit ning kaaliumi ning tehti keemilist taimekaitset, olid terasaagid märgatavalt kõrgemad kui maheviljeluses, kus otseselt ei väetatud (joonis 10). Samas jäi tavaviljelusel kattetulu kahel aastal kolmest märgatavalt väiksemaks kui maheviljelusel. Kattetulu vähenemise tavaviljeluses on põhjustanud viimaste aastate mineraalväetiste järsk kallinemine, samuti masintööde hindade tõus (viimane puudutab ka maheviljelust). Madalate teravilja kokkuostuhindade juures ei ole kallite mineraalväetise ning keemiliste taimekaitsevahendite kasutamisel saadav saagitõus tihti küllaldane kompenseerimaks tehtavaid kulutusi. Jooniselt 11 on

näha, et kõrgem teravilja kokkuostuhind võrdsustaks mahe- ja tavaviljeluse nisu kattetulu. Kahjuks pole selline hind üldise teraviljaturu madalseisu tõttu praegu reaalne.



Joonis 10. Teraviljade kattetulu ja terasaak mahe- ja tavaviljelusel teraviljarohkes külvikorras Kuusikul. Kaera kokkuostuhind 2006. – 1,65 EEK/kg, odral 2007. – 3,10 EEK/kg, nisul 2009. – 1,55 EEK/kg



Joonis 11. Suvinisu arvutuslikud kokkuostuhinnad, mille juures mahe- ja tavaviljeluse kattetulud oleks terasaakide 2554 kg/ha mahe- ja 4254 kg/ha tavaviljeluses 2009. aastal võrdsed

Toodud kattetulu arvestused näitavad, et korraliku agrotehnika juures oleks künnipõhine maheteraviljakasvatus künnipõhise tavaviljelusega võrreldes sageli isegi konkurentsivõimelisem. Samas on tähtis, et mahetootjad suudaks parandada oma teraviljade kvaliteedinäitajaid, et müüa seda kõrgema hinnaga ja võimalusel toiduviljana. Praktiliselt üldse ei ole meil sertifitseeritud mahesemne kasvatajaid, kuigi sertifitseeritud seemne müügihind on märksa kõrgem kui toiduviljal.

Kokkuvõte

- Toetusteta oli mahe- ja tavanisu müügililja kasvatus kahjumis ja ilma toetusteta pole seetõttu võimalik mahenisu turustatava teraviljana kasvatada.
- Teraviljade kokkuostuhind kõigub erinevatel aastatel tugevalt ja see mõjutab oluliselt kattetulu, samas tootmissisendid nagu kütus ja mineraalväetised on viimastel aastatel järsult kallinenud.
- Teraviljade kvaliteeti mõjutas sageli külviaeg, mille tõttu ühe külviaja teravilja saanuks müüa kõrgema hinnaga toiduviljana ja teise külviaja teravilja madalama hinnaga söödaviljana.
- Tahesõnniku laadimine, vedu ja laotamine on suhteliselt kulukas (uurigus umbes 2300 EEK/ha). Saadav terasaagitõus (umbes 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 uurigus tavaviljelusel künnipõhisel mullaharimisel saadi küll märgatavalt suuremaid terasaake, kuid tavateravilja kattetulu jäi maheviljeluses toodetud teraviljadega võrreldes oluliselt madalamaks.
- Tavaviljeluses võib teraviljakasvatuse kattetulu oluliselt tõusta kui kasutada künnipõhise viljelemise asemel pindmist mullaharimist ja otsekülvi.

