

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Maario Eeriksoo

**VILJELUSVIISIDE MÕJU TALINISU
UMBROHTUMUSELE JA SAAGILE**

**THE EFFECT OF CROPPING SYSTEMS ON WINTER WHEAT
WEED INFESTATION AND YIELD**

Magistritöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendajad: Liina Talgre, teadur PhD
Helena Madsen, MsC

Tartu 2016

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö Lühikokkuvõte	
Autor: Maario Eeriksoo		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava	
Pealkiri: Viljelusviiside mõju talinisu umbrohtumusele ja saagile			
Lehekülgi: 47	Jooniseid: 11	Tabeleid: 7	Lisaid: 1
Osakond: Taimekasvatuse ja rohumaaviljeluse osakond Uurimisvaldkond: Taimekasvatus, B390. Juhendaja(d): teadur Liina Talgre, Phd, Helena Madsen, MSc Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2016			
<p>Nisu on üks enam kasvatatavaid teravilju. Eestis kasvatatakse järjest rohkem nisu nii tava- kui ka maheviljeluses. Maheviljeluses on probleemiks nisu umbrohtumus ja seetõttu väheneb saak ja halveneb saagikvaliteet. Uurimistöö eesmärgiks oli uurida viljelusviisi mõju talinisu umbrohtumusele ja saagile kolmes erinevas maheviljelussüsteemis (M0, M1, M2) ja neljas tavaviljelussüsteemis (N0, N1, N2 ja N3). Katse rajati 5 väljalise külvikorrana, süstemaatilise plokküsteemina, kus kultuuride järjestus oli järgmine: Oder punase ristiku allakülviga – punane ristik – talinisu – hernes – kartul. Talinisu umbrohtumust mõjutas eelviljana kasvatatud punase ristiku survetõrje. Punase ristiku kasvatamine odra allakülvina suurendas tavaviljeluses umbrohtumust nendes süsteemides, kus kasutati mineraalväetist. Tööst ilmneb, et maheviljeluses on talinisu umbrohtumus suurem, kui tavaviljeluses. Tavasüsteemis mineraalse lämmastikuga väetatud variantidelt saadi statistiliselt usutavalt suuremad saagid võrreldes mahesüsteemidega. Talviste kattekultuuride kasvatamine külvikorras (M1) või talviste kattekultuuride ja sõnniku koosmõju (M2) ei andnud usutavat saagilisa võrreldes kontrollsüsteemiga (M0). Nisu tera saaki ja 1000 tera massi suurendasid mineraalse lämmastikuga väetamine ja taimekaitse.</p>			
Märksõnad: Mahe- ja tavaviljelus, punane ristik, umbrohud, saagi kvaliteet			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Maario Eeriksoo		Speciality: Production and Marketing of Agricultural Products	
Title: The effect of cropping systems on winter wheat weed infestation and yield			
Pages: 47	Figures: 11	Tables: 7	Appendixes: 1
Department: Department of Field Crop and Grassland Husbandry Field of research: Crop production, B390. Supervisors: scientist Liina Talgre, Phd, Helena Madsen, MSc Place and date: Tartu, 2016			
<p>Wheat is one of the most growth cereals. In Estonia wheat is grown in an increasing number in both conventional and organic farming. Weediness in wheat is a problem in organic farming and thus decreasing yield and degrade the quality of yield. The aim of the reasearch was to study the weediness and yield of winter wheat in three different organic farming systems (M0, M1, M2) and in four conventional farming systems (N0, N1, N2, N3). The experiment was set up on five-field crop rotation in systematic block system, where crops had the following sequences: Barley undersown with red clover – red clover – winter wheat – pea – potato. Weed infestation in winter wheat was affected by red clover, grown as intermediate crop, pressure control. In barley undersown with red clover in conventional farming systems the weed infestation was increased, where mineral fertilizers were used. The experiment shows that in the organic farming systems the weediness of winter wheat was higher than in the conventional farming systems. In conventional system, where mineral nitrogen fertilization was used, variants showed statistically significantly higher yields compared to organic systems. Growing winter cover crops in rotation (M1) or winter cover crops and manure interaction (M2) did not have a significantly higher yield compared with the control system. Wheat grain yield was positively affected by thousand grain weight. In this trial fertilizing and plant protection increased the thousand grain weight.</p>			
Keywords: Organic- and conventional farming, red clover, weeds, yield quality			

SISUKORD

SISUKORD.....	4
SISSEJUHATUS.....	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	6
1.1. Talinisu kasvatamine Euroopas ja Eestis	6
1.2. Talinisu bioloogilised iseärasused.....	8
1.3. Umbrohtumus ja seda mõjutavad tegurid.....	9
1.3.1. Mullaharimise mõju umbrohtumusele.....	10
1.3.2. Umbrohtude kontrolli all hoidmine maheviljeluses	11
1.3.3. Herbitsiidide mõju umbrohtumisele ja saagile.....	12
1.4. Talinisu saaki mõjutavad tegurid	13
1.4.1. Eelviljade mõju nisu saagikusele	14
2. KATSEMETOODIKA.....	16
2.1. Katseala mullastik	16
2.2. Katsevariandid.....	17
3. TULEMUSED JA ARUTELU.....	20
3.1. Punase ristiku umbrohtumus	20
3.2. Talinisu umbrohtumus.....	24
3.3. Talinisu saak ja saagi kvaliteet.....	29
KOKKUVÕTE.....	35
SUMMARY	37
KASUTATUD KIRJANDUS	38
LISAD.....	45
Lisa 1	46

SISSEJUHATUS

Nisu on toiduteraviljana kõige laiemalt levinud ja tähtsamaid kultuure maailmas. Nisu kasvu, arengut ja saaki mõjutavad mitmed erinevad tegurid: pinnaseolud, ilmastikuolud, mullaharimine, umbrohtumus ja väetamine.

Põllukultuuride saagikus sõltub toiteainete olemasolust mullas. Selleks, et toitainete hulk mullas oleks piisav, on vaja kultuure väetada. Oluliseks orgaaniliseks väetiseks nii mahe- kui tavatootmises on haljasväetised, mille lagunemisega mullas suureneb orgaanilise aine sisaldus ja tekivad toitained (Lauringson jt 2010).

Maheviljeluses väetisena kasutatavas sõnnikus leidub hulgaliselt umbrohuseemneid, mis on umbrohtude levitajateks. Nende tõrjeks rakendatakse mitmesuguseid erinevaid meetmeid, sealhulgas külvikorra mitmekesistamist. Kultuuride mitmekesistamine parandab taimede võimet haiguste ja kahjuritega võitlemiseks ning vähendab umbrohtumust (Altieri 1999).

Tavatootmises kasutatakse umbrohutõrjeks herbitsiide, kuid nende kahjuliku mõju tõttu keskkonnale ja inimese tervisele otsitakse põllumajanduses umbrohutõrjeks alternatiivseid meetodeid, et nende kasutamist vähendada (Olsen jt 2006)

Käesolev uurimustöö on täienduseks bakalaureusetööle „Viljelusviisi mõju kultuuride umbrohtumusele“.

Antud uurimistöö hüpoteesiks on: talinisu umbrohtumus sõltub viljelusviisist ja väetamisest.

Antud uurimistöö eesmärgiks on uurida viljelusviisi mõju talinisu umbrohtumusele ja saagile. Töö teine eesmärk on uurida maheviljelussüsteemide ja ristiku mõju umbrohtumusele.

Siinkohal kasutab autor võimalust tänada juhendajaid Liina Talgret ja Helena Madsenit, kes aitasid ja juhendasid töö koostamisel. Avaldan tänu veel tublile abilisele Pille Kukkele.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

Nisu on tähtsaim toiduteravili ning üks vanemaid ja levinumaid kultuure maailmas. Nisu hakati Euroopas kasvatama III aastatuhandel eKr ja Eestis II aastatuhandest eKr (EE 2014 s.v. nisu).

Talinisu on suure saagivõime ja kvaliteetse teraga kultuur. Meil kasvatatav talinisu on harilik ehk pehme nisu (*Tr. aestivum* L.) (Heinsoo jt 1986). Viimasel ajal on Eestis (maheviljeluses) hakatud kasvatama ka speltanisu (Eesti Põllu- ja Maamajanduse Nõuandeteenistus 2014). See nisuliik sobib just maheviljeluse tingimustesse, kuna on kasvutingimuste suhtes suhteliselt vähenõudlik.

Suurem osa talinisu saagist kasutatakse inimtoiduks, vähem tehniliseks otstarbeks ja loomasöödaks. Soodsates tingimustes on talinisu saagirikkam kui suvinisu.

Oluline roll on kliimatilistel tingimustel: kevadel on Euroopa põhjapoolsematel aladel mulla temperatuur madal, seetõttu on orgaanilistes väetistes toitainete mineraliseerumisprotsessid aeglased ja lämmastiku omastamine teraviljadel ja umbrohtudel väiksem. Nendes piirkondades on maheteravilja kasv kasvuperioodi alguses aeglasem võrreldes tavaviljeluses kasvatatud teraviljaga. See annab kiirekasvulistele umbrohtudele kevadel konkurentsieelise teraviljade ees (Eltun jt 2002).

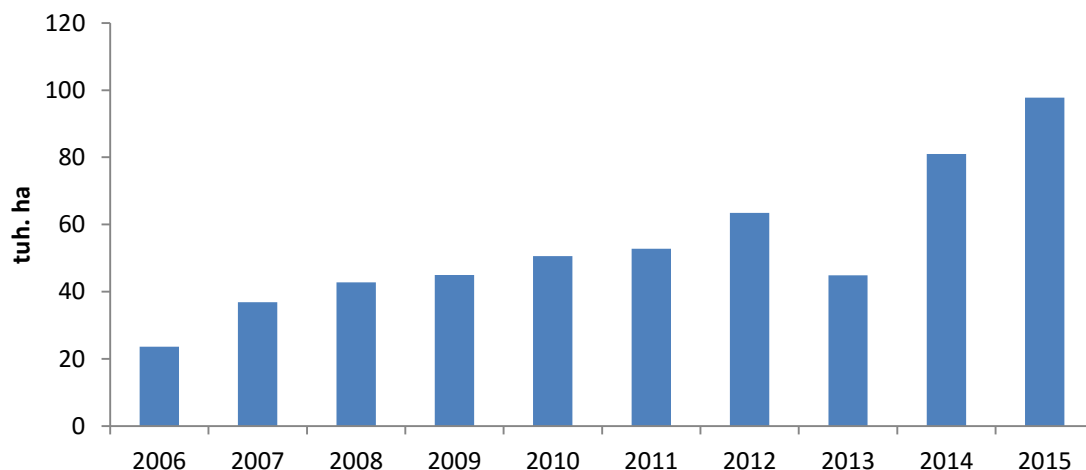
1.1. Talinisu kasvatamine Euroopas ja Eestis

Nisu kasvatati 2013. aastal Euroopas umbes viiekümne seitsmel miljonil hektaril. Keskmise saak ühelt hektarilt oli 3,92 t ha⁻¹. 2013. aastal toodeti Euroopas 255 tonni nisu (FAOSTAT 2016).

Eestis on talinisu kasvupind järjest suurenenud (joonis 1). Statistikaameti andmetel on viimase 10 aastaga talinisu kasvupind suurenenud kahekümne kolmelt tuhandelt hektarilt üheksakümne seitsme tuhande hektarini.

Ilmselt võib suurenemise põhjus olla selles, et taliteraviljade kasvatamisega väheneb tööpinge kevadkülvi ajal ja kasutusele on tulnud uued talvekindlamad ja saagikamad sordid.

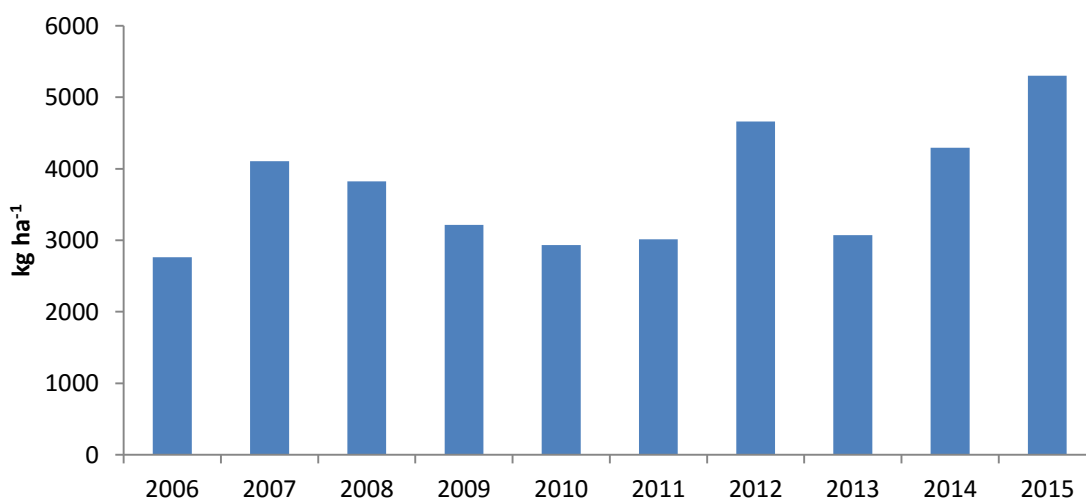
Talinisu kasvupind



Joonis 1. Taliniisu kasvupind (tuh. ha) aastatel 2006-2015 (Statistikaameti andmebaas)

Jooniselt 2. selgub, et taliniisu saagikus on suurenenud aastate jooksul. Statistikaameti andmetel on taliniisu saagikus 2015. aastal kasvanud, võrreldes 2006. aastaga 48%. See võib tuleneda sellest, et teravilja kasvatamises rakendatakse uusi meetmeid ja tehnoloogiaid ning aretatud on uued ja saagikamad sordid. Samuti võib see tuleneda ka soodsatest ilmastikutingimustest taliniisu kasvuperioodil. 2013. aastal jäi taliniisu saak madalamaks halbade talvitumistingimuste ja haigete taimede tõttu.

Talinisu saak



Joonis 2. Taliniisu saak aastatel 2006- 2015 (Statistikaameti andmebaas)

1.2. Talinisu bioloogilised iseärasused

Talinisu on pikapäevataim, ta vajab normaalseks arenguks 14–17 tundi valget aega ööpäevas (Heinsoo jt 1986). Taliteraviljad vajavad jarovisatsiooni staadiumi läbimiseks jahedamat keskkonda kui suviteraviljad. See on madalate temperatuuridega periood, mil moodustuvad peaalgmed. Talinisul peab olema temperatuur 30–65 päeva vältel 0–3 °C. Kui niisugused tingimused puuduvad, ei hakka taliviljad kõrsuma ega moodustu teri (Heinsoo jt 1986).

Talinisul on Eesti tingimustes normaalseks arenguks sügisel kasvuperioodil 40–60 päeva jooksul vajalik efektiivsete temperatuuride (üle 5 °C) summa 250–350 °C (Alaru jt 2012). Kogu kasvuperioodi õhutemperatuuride summa peaks olema 2000–2100 °C (Heinsoo jt 1986).

Külma taluvad erinevad talinisu sordid erinevalt. Sortide valimisel võiks olla üheks valiku kriteeriumiks hea talvekindlus. Talinisu talvekindlus sõltub sordist, taimede toitumisest ja ilmastikust karastumisperioodil. Hästi karastunud talinisu talub isegi kuni -25°C külma (Eesti Põllu- ja Maamajanduse Nõuandeteenistus 2014).

Talinisu juurestik on suurem ning seetõttu toitainete omastamine parem, kui suvinisul. Mullastiku suhtes on talinisu nõudlik. Talinisu kasvatades tuleb välja valida võimalikult viljakad põllud (Tamm, I. jt 2011)

Talinisu kasvuperiood kestab 320–350 päeva (Older 1999). Talinisu kasvuperioodil on saaki määrava tähtsusega niiskuse olemasolu kevadise kasvu algusest loomiseni (Eesti Põllu- ja Maamajanduse Nõuandeteenistus 2014), samuti on olulised külvijärgsed sademed ja temperatuur. Kui idanemisperioodi tingimused ei vasta taime nõudlusele, siis jääb tema saagivõime välja arenemata (Alaru jt 2012).

1.3. Umbrohtumus ja seda mõjutavad tegurid

Peamiseks nisu saagikust vähendavaks teguriks peetakse umbrohtumust (Baghestani jt 2007). Põllul pakuvad umbrohud teraviljadele konkurentsi toiteelementidele, mille tulemusena langevad teraviljade saagikvaliteedi näitajad. Umbrohtunud põllul kulub rohkem ressursse umbrohtude hävitamiseks ja eemaldamiseks teraviljast.

Umbrohtunud teravilja põllul on suuremad koristuskulud kuna tööjõudlus kombainil on väiksem ja koristamisele kulub rohkem aega. Umbrohuseemnetega segunenud teravilja peab sorteerima mitmeid kordi ja kuivatamisele kulub rohkem aega, sest umbrohtuseemnete niiskuse sisaldus on suurem kui teraviljaseemnetel (Buhler 2003).

Umbrohutõrje on vajalik selleks, et saavutada piisav kasu mahepõllumajandus süsteemides (Hiltbrunner jt 2007). Mahepõllumajanduses on kõige olulisem meetod umbrohtumuse allasurumiseks mehaaniline umbrohutõrje. Seevastu pidev mullaharimine takistab stabiilse mullapinna teket. Mulda jäänud tühimikes võib tekkida pärast mullaharimist erosioon, liigse põhja- ja pinnasevee äravoolu seiskumine ja leostumine. See on tänapäeva põllumajanduses suureks probleemiks. Tekib dilemma, kas umbrohtude hävitamiseks tuleks mehaanilisi võtteid vähendada või kasutada herbitsiide (Hiltbrunner jt 2007).

Keskkonnasõbralikuks viisiks umbrohtude tõrjeks pakutakse kultuurtaimede vahel kasvatada elusmultše (Liebman, Dyck 1993, Teasdale 1996; Hiltbrunner jt 2007). Allakülvide kasvatamine surub alla umbrohtumust, vähendades umbrohtude kasvuruumi. (Ibgozurike 1971, Liebman 1986, Shetty, Rao 1979, Unamma jt 1986; Pridham jt 2008). Allakülvid pakuvad umbrohtudele konkurentsi taimetoiteelementide ja kasvuruumi suhtes. See takistab umbrohtude idanemist ja kasvu (Anil jt 1998; Pridham jt 2008). Blackshaw (1994) jõudis järeldusele, et külvates enam konkurentsivõimelisi talinisu sorte oli nisu saagikus suurem ning esines vähem umbrohtumust.

Üheastaste umbrohtude väikesed seemned on kõige tundlikumad kattedekultuuride suhtes (Mohler, Teasdale 1993; Robacera jt 2015). Kui põhikultuuri saak on koristatud siis külvatakse talviste kattedekultuuri seemned mulda. Kattedekultuuridel on võime kasvu ajal vähendada umbrohtude tihedust ja pärast vabastada alleopaatilisi ühendeid (Ciaccia jt 2015; Robacera jt 2015).

Ristõielised kattekultuurid sisaldavad glükosinolaate, vähendades järgnevate kultuuride umbrohtumust (Vaughn, Boydston 1997; Robacera jt 2015).

1.3.1. Mullaharimise mõju umbrohtumusele

Mullaharimine hõlmab mitmeid erinevaid tehnoloogiaid, millest igaüks on oma funktsioon. Levinuimad mullaharimise meetodid on künd, kõrrekoorimine, äestamine ning külvieelne pindmine mullaharimine.

Korrekoorimise eesmärkideks on põhu ja pinnase segamine lagunemisprotsesside edendamiseks, umbrohtude juurte purustamine ning nende ja eelneva põllukultuuri mulda jäänud seemnete kasvama provotseerimiseks (Uusna jt 2004). Vahetult kõrrekoorimisele järgnev rullimine soodustab koristuskadude ja umbrohuseemnete tärkamist (<http://www.oilseeds.ee/et/jatiina/bbg-pollurull-aw>).

Seemneumbrohtudest saastatud põllud tuleks künda hiljemalt septembri esimesel poolel ning juurumbrohtude leviku korral tuleks põllud eelnevalt koorida ja seejärel künda. Künnisügavus sõltub mullastikust, eelkultuurist, umbrohtumusest, kasvatatavast kultuurist. Künnisügavus jääb üldjuhul vahemikku viieteistkümnest kuni kahekümneviie sentimeetrini (Luik jt 2008). Kündmisel on ohuks mulla tihese teke, mis võib takistada toitainete ning vee omastamist. Künnitihes võib aeglustada juurekava arengut isegi siis, kui taim on varustatud toitainete ja veega (Tardieu 1994). Korduv kultiveerimine mitme aasta jooksul vähendab umbrohtumust põllul. Sügisene mullaharimine aitab mitmeaastaseid umbrohte hävitada kuna väheneb nende vastupanuvõime talvele (Holst jt 2012). Samas on uurimistulemused näidanud, et intensiivne mullaharimine vähendab mullas elavate organismide elutegevust ning arvu (Tardieu 1994).

Talivilja põldude rullimine kevadel aitab külmakergitatud viljapõldudel taastada kontakti taimejuurte ja mulla vahel ja sellega vähendada talvekahjustusi (Eesti Põllu- ja Maamajanduse Nõuandeteenistus 2014). Oluline on ka kevadine äestamine, mis hävitab umbrohtusid, peenestab mullakooriku, õhustab mulda ning eemaldab talvel haigestunud ja hävinenud taimed. Äestamiseks on optimaalne aeg umbrohtude tärkamise aeg, vahetult enne teravilja tärkamist või teravilja 3–4 lehe faasis (Older 1999).

Minimeerides mullaharimist toimuvad muutused umbrohtude arvukuses ja massis. Umbrohukooslused on minimeeritud harimise puhul liigirikkama mitmekesisusega, kui tavaharimisel. Viljavahelduslikus külvikorras kündmise ära jätmine põhjustab umbrohtude rohke esinemise.

Mullaharimise intensiivsus mõjutab oluliselt hariliku orasheina arvukust monokultuurses külvikorras. Kõige vähem esineb harilikku orasheina pindmise mullaharimise korral, rohkem kevadkünni korral (Viil jt 2006).

1.3.2. Umbrohtude kontrolli all hoidmine maheviljeluses

Talinisu külvisenorm on 200–250 kg ha⁻¹. Kui tavaviljeluses on üldiselt tendents külvisenormide vähendamise suunas, siis maheviljeluses peetakse otstarbekaks just külvisenorme suurendada (Edesi jt 2013). Põhjuseks on see, et suurem külvisenorm on üheks umbrohtude allasurumise abinõuks.

Parimaks talinisu külviajaks on septembri esimene või teine dekaad. Maheviljeluse korral soovitatakse talinisu külvata varem kui tavaviljeluses kuna umbrohud tärkavad varem (Koppel 2012).

Mahetootjad on sageli täheldanud, et umbrohi näitab mulla või mullaharimise kvaliteeti. Mida rohkem umbrohi kasvab, seda rohkem tuleb põldu harida (Gevan jt 2015).

Külmakergituse korral tuleks kevadel põlde rullida. Samuti tuleks kevadel ka äestada, sest äestamine purustab mullakooriku, õhustab mulda, hävitab umbrohtusid ja eemaldab talvel vigastatud või haigestunud taimed (Kurstjens, Kropff 2001).

Harimisagregaatide efektiivsus mõjutab umbrohtumust ja põllukultuuride kasvu. Näiteks kevadel tuleb kultivaatorite ja ketasäkete valik teha vastavalt mullastikule, ilmastikule, umbrohtumusele ja põllukultuuri tundlikkusele (Kurstjens, Kropff 2001).

Äestamise ajaks sobib umbrohtude tärkamise aeg (Koppel 2012). Kui umbrohtudel on väljaarenenud idulehed, siis äestamise mõju on tagasihoidlikum. Seepärast tuleb äestamist teostada siis, kui mullapinnale tekivad kraapimise tulemusena umbrohu niitjad idandid (Uusna jt 2004). Kirjanduse andmetel on äestamisega võimalik kontrollida 40-70 % umbrohtudest (Kurstjens, Kropff 2001).

1.3.3. Herbitsiidide mõju umbrohtumisele ja saagile.

Herbitsiidid on tavaviljeluses kasutatavad taimekaitsevahendid, mida kasutatakse soovimatute umbrohtude hävitamiseks (Wang, C. M. jt 2013). Preparaate valitakse vastavalt põllul enamlevinud umbrohtudele, oluline on ka umbrohtude kasvufaas. Varajastes arenguetappides on üheaastased umbrohuliigid herbitsiididele üldiselt rohkem vastuvõtlikumad (Kudsk 1989). Zhang jt (2000) leidsid, et herbitsiidi efektiivsus sõltub ka umbrohu rohkusest – paremat tõrjet täheldati madalama umbrohu tihedusega aladel. Herbitsiidide toimet võivad veel mõjutada pritsimisaegne ja -järgne temperatuur ning sademed. Kõrgemad temperatuurid parandavad herbitsiidide omastamist, samas madal mullaniiskus vähendab herbitsiidide efektiivsust (Kudsk, Kristensen 1992).

Herbitsiidide kasutamine põllul aitab kaasa agrotehniliste võtete efektiivsusele umbrohtude tõrjel. Ainult herbitsiide kasutamine ei anna sellist tulemust kui neid koos kasutada. Knežević jt (2003) leidsid, et umbrohutõrje peab olema kooskõlas kogu mullaharimise süsteemiga ja muude teguritega nagu külvikord, kultuuride konkurents ja keskkonnamõju.

Kõrged väetiste määrad parandavad rohkem või vähem kultuurtaimede kasvu võrreldes umbrohtudega, näidates, et peale kultuuride ja umbrohuliikide erinevuste mõjutavad tulemusi ka erinevused viljelussüsteemides (Kirkland, Beckie 1998). On täheldatud, et vähese lämmastiku kasutamine alandab herbitsiidide efektiivsust. Richards (1993) leidis, et suurendades lämmastiku kogust ilma herbitsiide lisamata, suurenes ka umbrohtumus ning umbrohtude biomass. Herbitsiidide ja vähema lämmastiku koostoimel suurenes aga umbrohtumus taas. Põldkatsetel ei ole võimalik määratleda lämmastiku otsesest mõju herbitsiidide efektiivsusele, kuna see sõltub põllukultuuride ja umbrohtude vahelisest konkurentsist.

Põllukultuuri ja umbrohu kasvamist mõjutab lämmastiku sisaldus mullas ning lisatav lämmastiku kogus, mille muutused võivad põhjustada muutusi umbrohu liigilises koosseisus ja tiheduses (Pyšek, Lepš 1991; Hyvönen, Salonen 2002). Umbrohu populatsiooni reageering lämmastiku hulgale sõltub umbrohu liikidest.

Järjest suurenev probleem on taimekaitsevahendite resistentsus. See tekib siis kui kasutada ühte herbitsiidi või ühe toimeainega taimekaitsevahendit aastate jooksul (Karmin, Lepajõe 1991). Herbitsiidiresistentseid umbrohte on maailmas registreeritud 221 liiki (Heap 2013). Mõnedel laialehelistel umbrohtudel on sagedase herbitsiidide kasutamise tõttu kujunenud herbitsiidiresistentsus ning see on omakorda muutnud taimestikku (Zanda jt 2007). Herbitsiidid tekitavad märkimisväärseid keskkonna kahjusid ning seetõttu peaks kasutusele võtma looduslikumaid umbrohutõrje vahendeid (Wang, C. M. jt 2013).

1.4. Talinisu saaki mõjutavad tegurid

Kultuuride saagikus sõltub mullaviljakusest. Mullaviljakus on mulla võime tagada taimede kasvuks optimaalseid tingimusi, kus erinevad füüsikalised, keemilised ja bioloogilised protsessid toimivad koos, et pakkuda taimedele vett, toiteaineid ja õhku (Stockdale jt 2002; Robacera jt 2015). Mahetootmises on mõningad piirangud mullaviljakuse säilitamisel. Peamiste toitainete sisendite ja väljundite tasakaal peab tagama ka mahetootmises nii lühiajalise tootlikkuse kui pikaajalise jätkusuutlikkuse (Watson jt 2002; Robaccer jt 2015). Üheks mullaviljakuse säilitamise võtteks maheviljeluses on liblikõieliste kultuuride viljelemine ja sõnniku kasutamine.

Kultuuride saagikus viljavahelduslikus kui ka monokultuurses külvikorras sõltub ka sellest, millised on keskkonnatingimused vastavalt viljeletava kultuuri morfoloogilistest ja bioloogilistest nõuetest (Viil jt 2006).

Selleks et kasutada väetisi optimaalselt on vaja teada taime toitelementide vajadusi kasvu ajal. Nisu on toitainetega varustatuse suhtes teraviljadest kõige suurema toitainete vajadusega kultuur (Tamm, I. jt 2007). Tema lämmastikuvajadus kasvuajal on kuni 120 (140) kg ha⁻¹ N, fosforivajadus 15–20 kg ha⁻¹ P ja kaaliumivajadus 40–45 kg ha⁻¹ K (Eesti Põllu- ja Maamajanduse Nõuandeteenistus 2014). Talinisu väetamine kevadel annab kasvueelise umbrohtude ees.

Ka annab eelise umbrohtude ees väiksem reavahe, sest siis on taimiku kate ühtlasem. Reavahe ja õige mineraalse väetamise korral on talinisu saak suurem, kui ainult mineraalse väetamise või õige reavahe korral (Togay jt 2009).

On tõestatud, et talinisu saak sõltub suuresti ka põllumullas olevas väävli sisalduses. Eesti tingimustes aitab väävel talinisu saagikust tõsta. Samuti muudab väävel talinisu kvaliteedi näitajaid positiivselt (Edesi jt 2008).

Katsed on näidanud, et talinisu saagid suurenevad kui kasutada külvikorras talviseid kattekultuure (Talgre jt 2014) või teraviljale allakülvina haljasväetiskultuure (Talgre jt 2010). Talvised kattekultuurid ja allakülvid aitavad vähendada ka umbrohtumust talinisuus (Keller jt 2014). Samuti vähendab talviste kattekultuuride kasvatamine sademete kineetilist energiat ja parandab mulla kvaliteeti, parandades keemilisi, bioloogilisi ja füüsikalisi omadusi (Dabney jt 2001; Robacera jt 2015). Kiiresti kasvavad kattekultuurid nagu ristõielised ja kõrrelised hoiavad mulda paigal ja kaitsevad seda tuule- ja vihmaerosiooni eest (Sarrantonio 2007; Robacera jt 2015)

Kahe või enama kultuuri kasvatamine üheaegselt samal põllul, toodab suuremat saaki, kui nende kultuuride monokultuurid (Barker, Francis 1986). Segukülve (tavaliselt kaunviljade ja teravilja segus kasvatamine) ei kasutata eriti sageli, kuid sagedast kasutamist leiavad nad integreeritud ja maheviljeluses. Lisaks suuremale saagile on segukülvidel ka suurem konkurentsivõime umbrohtude suhtes (Kimpel-Freund jt 1998). Sattell jt (1998) on leidnud, et liblikõieliste lisamine teraviljale aitab vältida seda, et mikroobid ei kasutaks ära taimedele kättesaadavat lämmastikku.

1.4.1. Eelviljade mõju nisu saagikusele

Nisu on eelviljade suhtes üsna nõudlik, sest tema juurestik on vähem ulatuslik ja toitainete ning vee omastamise võime seetõttu väiksem kui teistel teraviljadel. Heaks eelviljaks talinisu peetakse ristikut. Liblikõieliste juurtel tegutsevad mügarbakterid seovad atmosfäärist lämmastikku, mis omakorda rikastab mulda üldlämmastikuga (Kuldkepp 1994). Võrreldes teiste liblikõieliste heintaimedega punane ristik parandab mulla lämmastiku kättesaadavust (Schipanski, Drinkwater 2010; Gaudin jt 2014) ka ristiku enda biomassi vähenedes.

Tänu punase ristiku suuremale ja sügavamale tungivale juurestikule saavutab talinisu suurema konkurentsivõime veele ja lämmastikule (Corre-Hellou jt 2006, 2007, Naudin jt 2010; Gaudin jt 2014). Kasvatades ristikut talinisu eelviljana, suurendab see talinisu saagikust mitmel aastal järjest. Kõrgem saak saavutatakse ka madalamate tootmiskulude ja väiksemate lämmastikväetiste ning taimekaitsevahendite kasutamisega (Bergkvist 2003).

Liblikõielised katekultuurid võivad lisada piisavalt lämmastikku külvikorras kasvatatud kultuuridele ja võivad asendada taluvälise lämmastiku ja sünteetilised väetised tavatootmises (Badgley et 2007, Gselman, Kramberger 2008; Robacera jt 2015). Punast ristikut loetakse loomasöödana kasutatavate liblikõieliste hulgas parimaks lämmastikku mulda koguvaks kultuuriks (Stopes jt 1995) eelkõige sügavate juurte tõttu, mis võimaldavad põuataluvust ja toodavad kõrget kuivaine saagikust (Frame jt 1998; Moyo jt 2015). Tavapõllumajanduses vähendab sünteetiline lämmastikväetis bioloogilise lämmastiku fikseerumist liblikõielistel (Salvagiotti jt 2008; Vrignon-Brenas jt 2016).

Ristiku kasutamine teravilja allakülvina ja eelviljana vähendab põldudel umbrohtumust märkimisväärselt (Conway jt 2014). Ristik kobestab sügavamaid mullakihte soodustades järgnevate kultuuride juurte tungimist sügavamale. Neid kasutades suureneb mullas orgaanilise aine sisaldus, paraneb mulla seisund, mullas aktiveerub mikrobioloogiline tegevus ning järeelmõju neil kestab neli kuni viis aastat (Kuldkepp 1994). Ristik kobestab sügavamaid mullakihte ja parandab mulla struktuuri ning toob toitaineid sügavamatest kihtidest ülemistesse mulla kihtidesse (Luik jt 2008). Head eelviljad talinisule on ka ristõielised. Vahekultuurina võib kasvatada rapsi, kuna see aitab vähendada haigustekitajate levikut (Ilumäe jt 2007). Varde külvatud talinisul paraneb talvekindlus. Rapsi varre tüügas aitab talvel tuuleilide korral põllul lund paigal hoida. Raps on kultuur, mis kasutab väga palju toitaineid mullast ning siis võib nisule jääda toitainetest vaesunud muld. Pärast rapsikasvatust tuleks kasutada maheviljeluses orgaanilisi väetisi (Tamm, I. jt 2011). Kui ettevõttel ei ole kasutada sõnnikut, siis tuleks kasutada haljasväetisi. Lisaks mulla rikastamisele orgaanika ja toitainetega, vähendab haljasväetiskultuuride kasvatamine külvikorras umbrohtumust (Palmeos jt 2014, Keller jt. 2014, Madsen jt 2016).

2. KATSEMETOODIKA

Minu magistritöö on bakalaureusetöö edasiarenduseks. Bakalaureusetööst kasutan metoodika peatükki, mida magistritöös täiendasin vastavalt läbiviidud uuringutele.

Uurimuse põhiliseks eesmärgiks on uurida talinisu umbrohtumust ja saagikust kolmes erinevas maheviljelussüsteemis (M0, M1, M2) ja neljas tavaviljelussüsteemis (N0, N1, N2 ja N3) (tabel 1).

Lisaks uuriti talinisu eelvilja (punane ristik) umbrohtumust ja selle mõju talinisu umbrohtumisele ja saagile.

Katse rajati 2008. aastal 5-väljalise külvikorrana, süstemaatilise plokküsteemina, kus kultuuride järjestus oli järgmine: oder punase ristiku allakülviga – punane ristik – talinisu – hernes – kartul. Katse rajati neljas korduses, iga katselapi suurus oli 60 m² (tabel 1). Katseandmed koguti 2012–2015 aastal PKI tava- ja maheviljeluse võrdluskatselt Eerikal.

2.1. Katseala mullastik

Katsepõllul on pruun kahkjass (näivleetunud) liivsavimuld (Stagnic Luvisol, WRB 1998 klassifikatsioon). Künnikihi tusedus oli 27–29 cm. Katsepõllu huumushorisoni keskmine C sisaldus oli 1,44 % (Tjurini meetodi järgi). P sisaldus mullas oli 5,0 mg 100 g⁻¹ ja K sisaldus 14,2 mg 100 g⁻¹ mullas (AL meetodi järgi), nõrgalt happeline pinnas- pH_{KCl} 5,8–5,9, lasuvustihedus 1,40–1,50 Mg m³. Üldlämmastiku sisaldus mullas oli 0,13% (Kjeldahli meetodi järgi).

2.2. Katsevariandid

Maheviljelussüsteemid:

Mahe 0 (M0) – talviseid kattekultuure ei kasvatatud

Mahe 1 (M1) – talviste kattekultuuridega

Mahe 2 (M2) – talviste kattekultuuridega ning komposteeritud veisesõnnikuga

Tavasüsteemid:

N0P0K0 (N0) – väetisi ei antud, kasutati taimekaitsevahendeid

N50P25K95 (N1) – mineraalväetistega, kasutati taimekaitsevahendeid

N100P25K95 (N2) – mineraalväetistega, kasutati taimekaitsevahendeid

N150P25K95 (N3) – mineraalväetistega, kasutati taimekaitsevahendeid

Talinisu väetati vastavalt normiga 50, 100 ja 150 kg lämmastiku hektarile, N100 ja N150 kg ha⁻¹ anti jaotatult. Tavasüsteemides N50, N100 ja N150 olid ristiku allakülviga odrale mineraalväetisega antavad N kogused vastavalt 40, 80 ja 120 kg N ha⁻¹.

Talinisu eelviljaks oli punane ristik, mis rajati oder 'Anni' allakülvina. Ristiku allakülv odrale tehti üheaegselt odra külviga. Ristiku sordiks oli varajane punane ristik 'Varte', mis külvati normiga 9 kg ha⁻¹, 280 seemet m⁻². Talinisu eelviljaks olnud punane ristik niideti ja multšiti suve jooksul kahel korral ja künti sisse augusti keskel.

Talinisu 'Fredis' külvati septembri keskel, normiga 210 kg ha⁻¹, 450 seemet m⁻². Tavasüsteemide talinisu väetati eelneva skeemi alusel. Mahesüsteemides anti talinisule kevadel enne äestamist kompostitud veisesõnnikut 10 t ha⁻¹.

Nii tava kui mahesüsteemide talinisu äestati kevadel esimesel võimalusel ja teistkordselt nädala möödudes.

Tavasüsteemides kasutati talinisu umbrohutõrjeks herbitsiidi Sekator OD, normiga 0,15 l ha⁻¹ teravilja võrsumise lõpus. Helelaiksuse tõrjeks kasutati fungitsiidi Allegro Super normiga 0,5 l ha⁻¹. Mahesüsteemides keemilisi taimekaitsevahendeid ei kasutataud.

Talinisu koristati täisküpsuse faasis katsekombainiga Sampo. Samal päeval toimus koristatud talinisu puhastamine. Kohe peale talinisu koristamist külvati vahekultuurid (talirüpsi ja talirukki segu), mis künti sisse kevadel esimesel võimalusel (aprilli III dekaad).

Proovid koguti kõikidelt katselappidelt ja analüüsiti vastavalt projekti ERA-Net Core Organic Plus FertilCrop nõuetele (Cooper jt 2015). Talinisu määrati umbrohu liigiline koosseis, arvukus ning maapealne biomass kolm nädalat enne talinisu koristamist. Ristikus määrati samad näitajad enne ristiku sisseküündi. Umbrohud määrati kõikidel katselappidel 4 korduses 50x50 cm raamiga. Umbrohtude biomass on töös esitatud kuivaine massina (KA g m⁻²) ja arvukus tk m⁻². 2012 aastal ei määratud N0, N1, N2 ja N3 variantides umbrohtude liigilist koosseisu.

Talinisu kvaliteedinäitajatest määrati 1000 tera mass. 1000 tera mass määrati vastavalt ISTA (1985) meetodile.

Katseandmed töödeldi statistiliselt dispersioonanalüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures, kasutades andmetöötlusprogrammi Statistica 12.

Hindamiseks viljelusviisi ja katseaasta mõju erinevate viljelussüsteemide umbrohtumisele ja talinisu saagile kasutati kahe-faktorilist ANOVA-t. Tulemuste usaldusvääruse hindamisel kasutati Fisher LSD testi.

Tabel 1. Katseskeem

	N 0	N1	N2	N3		M0	M1	M2
1 kordus	Punane ristik	Punane ristik	Punane ristik	Punane ristik	Vaheriba	Punane ristik	Punane ristik	Punane ristik
	Talinisu	Talinisu	Talinisu	Talinisu		Talinisu	Talinisu	Talinisu
	Hernes	Hernes	Hernes	Hernes		Hernes	Hernes	Hernes
	Kartul	Kartul	Kartul	Kartul		Kartul	Kartul	Kartul
	Oder ak	Oder ak	Oder ak	Oder ak		Oder ak	Oder ak	Oder ak
2 kordus	Punane ristik	Punane ristik	Punane ristik	Punane ristik		Punane ristik	Punane ristik	Punane ristik
	Talinisu	Talinisu	Talinisu	Talinisu		Talinisu	Talinisu	Talinisu
	Hernes	Hernes	Hernes	Hernes		Hernes	Hernes	Hernes
	Kartul	Kartul	Kartul	Kartul		Kartul	Kartul	Kartul
	Oder ak	Oder ak	Oder ak	Oder ak		Oder ak	Oder ak	Oder ak
3 kordus	Punane ristik	Punane ristik	Punane ristik	Punane ristik		Punane ristik	Punane ristik	Punane ristik
	Talinisu	Talinisu	Talinisu	Talinisu		Talinisu	Talinisu	Talinisu
	Hernes	Hernes	Hernes	Hernes		Hernes	Hernes	Hernes
	Kartul	Kartul	Kartul	Kartul		Kartul	Kartul	Kartul
	Oder ak	Oder ak	Oder ak	Oder ak		Oder ak	Oder ak	Oder ak
4 kordus	Punane ristik	Punane ristik	Punane ristik	Punane ristik		Punane ristik	Punane ristik	Punane ristik
	Talinisu	Talinisu	Talinisu	Talinisu		Talinisu	Talinisu	Talinisu
	Hernes	Hernes	Hernes	Hernes		Hernes	Hernes	Hernes
	Kartul	Kartul	Kartul	Kartul		Kartul	Kartul	Kartul
	Oder ak	Oder ak	Oder ak	Oder ak		Oder ak	Oder ak	Oder ak
	10 m	10 m	10 m	10 m	15 m	10 m	10 m	10 m

Selleks, et hinnata paremini katse tulemusi on oluline jälgida katseperioodi ilmastikutingimusi. Võrreldes paljude aastate keskmisega oli 2012 ja 2015. aastal vegetatsiooniperioodi keskmine õhutemperatuur madalam. 2013 ja 2014 olid soojemad võrreldes pikaajalise keskmisega (tabel 2).

Sademetest olid sarnased 2012 ja 2014 aasta, kus sademete summa oli märkimisväärselt suurem võrreldes paljude aastate keskmisega. Liigne niiskus kasvuperioodi lõpus 2014 a. avaldas mõju saagi koristusele ja saagi kvaliteedile. 2013 ja 2015 aasta oli sademest vähem võrreldes pikaajalise keskmisega (tabel 2).

Tabel 2. Keskmine temperatuur (°C) ja sademete summa 2013–2015 võrreldes pikaajalise 1969-2015 keskmisega

Kuu	Keskmine temperatuur, °C					Sademete summa, mm				
	2012	2013	2014	2015	1969 - 2015	2012	2013	2014	2015	1969 - 2015
Aprill	5	3.5	6.5	5.4	4.8	42	17	13	51	26
Mai	11.6	14.8	11.9	10.3	11.4	82	61	84	60	58
Juuni	13.6	18.2	13.4	14.3	15.4	101	52	103	36	77
Juuli	18.1	17.8	19.9	15.7	17.6	74	63	71	58	70
August	15.3	16.9	16.8	17.0	16.1	87	75	113	42	90
Aprill - August	12.7	14.2	13.7	12.5	13.1	386	268	384	247	321

Märkus. Andmed Eerika ilmavaatlusjaamast

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Punase ristiku umbrohtumus

Talinisu eelviljana kasvatati punast ristikut. Ristik rajati odrale allakülvina. Mitmed uuringud (Rasmussen jt 1998, Altieri 1999, Ilumäe jt 2004) on kinnitanud, et ristiku kasvatamine külvikorras vähendab umbrohtumust järelkultuuridel. Meie katsetulemused näitasid, et tavaviljeluses on umbrohtumus olnud kõigil katseaastatel usutavalt suurem süsteemides, kus kasutati ristiku allakülviga odral mineraalväetist. Katse tulemused näitavad, et mida suuremat lämmastiku normi on kasutatud, seda suurem on olnud ristikus umbrohu biomass (tabel 3). Kolme katseaasta keskmisena on usutavalt suurem umbrohtude biomass N2 ja N3 süsteemides. See võib olla tingitud sellest, et suurem norm lämmastikku ristiku allakülviga odrale on kahjustanud ristiku taimi ja tekkinud tühimikud on hõivatud umbrohtude poolt. Bender (2015) on soovitanud suuremate lämmastikukoguste kasutamisel suurendada punase ristiku külvisenormi, et saavutada sama taimiku tihedus. Punase ristiku külvisenormi suurendamine muudab taimikut märgatavalt tihedamaks.

Tabel 3. Umbrohtude biomass (KA) ristikus (g m^{-2}) sõltuvalt viljelusviisist 2012, 2013, 2014 aasta ja kolme aasta keskmisena.

Ristik	Süsteem	2012	2013	2014	2012- 2014
	N0	53.3a ^{1±2} 11.1	44.3a±3.1	13.3a±4.1	37.0a±2.8
	N1	42.3a±5.5	45.4ab±3.9	19.5ab±1.9	35.7a±2.4
	N2	73.0ab±7.0	60.8b±10.2	50.4ab±1.9	61.4b±7.4
	N3	115.0b±22.6	114.9c±10.9	114.9d±25.4	114.9c±16.3
	M0	53.7a±12.2	52.1ab±2.6	66.4bc±15.3	57.4b±6.6
	M1	41.1a±7.9	48.4ab±4.6	30.8ab±8.9	40.1a±6.1
	M2	74.4ab±9.0	45.5ab±2.5	100.4cd±28.6	73.4bc±13.4

Märkus: 1) erinevad tähed samas veerus tähistavad statistiliselt usaldusväärseid erinevusi süsteemide vahel (ANOVA, Fisher LSD test), ($p < 0.05$), ² ± tähistavad väärtuste standardviga.

2) (N0- tavaviljeluse kontrollvariant, N1- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 50 kg ha⁻¹, N2- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 100 kg ha⁻¹, N3- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 150 kg ha⁻¹, M0- maheviljeluse kontrollvariant, M1- talviste kattekultuuridega, M2- talviste kattekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha⁻¹)

Tavaviljeluse variantidel suurema lämmastiku normi korral on umbrohtude arvukus ristikus suurem kuna ristikul puudus konkurentsivõime umbrohtude vastu (tabel 4). See võis tuleneda sellest, et umbrohtudel oli kiirem algareng ja kasvuaegne eelis valguse suhtes (Ingver 2007).

Tabel 4. Umbrohtude arvukus ristikus (tk m²) 2012, 2013, 2014 aasta ja kolme aasta keskmisena sõltuvalt viljelusviisist.

Ristik	Süsteem	2012	2013	2014	2012- 2014
	N0	20ab±3.0	30ab±5.3	14ab±2.6	21ab±4.7
	N1	10a±1.3	14a±2.0	8a±1.6	11a±1.8
	N2	22b±9.1	43ab±25.8	9a±1.9	25ab±9.9
	N3	26c±7.4	53b±11.9	21abc±7.7	33b±9.9
	M0	16b±2.4	31ab±6.8	32bc±5.9	26ab±5.2
	M1	18ab±1.6	28ab±5.3	25abc±6.2	24ab±3.1
	M2	22ab±3.8	38ab±5.6	41c±15.0	34b±5.9

Märkus: 1) erinevad tähed samas veerus tähistavad statistiliselt usaldusväärseid erinevusi süsteemide vahel (ANOVA, Fisher LSD test), ($p < 0.05$), ² ± tähistavad väärtuste standardviga.

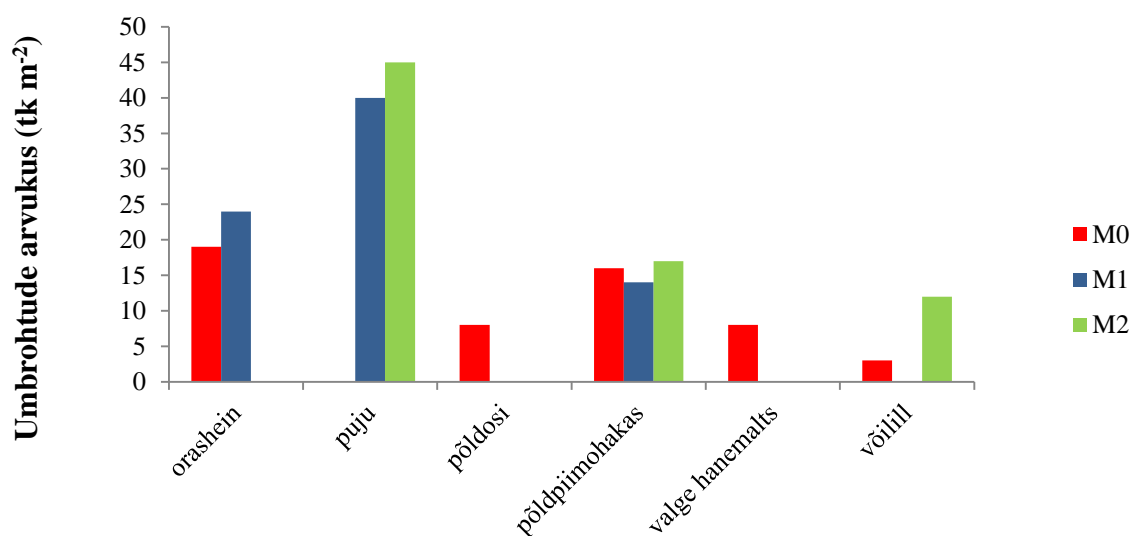
2) (N0- tavaviljeluse kontrollvariant, N50- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 50 kg ha¹, N100- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 100 kg ha¹, N150- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 120 kg ha¹, M0- maheviljeluse kontrollvariant, M1- talviste kattekultuuridega, M2- talviste kattekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha¹)

Kõige rohkem umbrohuliike esines N3 variandis 2013. aastal. Väikseim liikide arvukus oli N1 ja N2 variandis 2014. aastal. 2012. aastal oli ristikus umbrohtude arvukus sarnaselt madal nii tava- kui maheviljeluse korral. Aastate keskmisena oli väikseim umbrohuliikide arv N1 variandis. Suurim liikide arv aastate keskmisena oli M2 ja N3 variandis. Peamised umbrohuliigid ristikus 2012. a olid harilik puju (*Artemisia vulgaris* L.), orashein (*Elytrigia repens* Nevski) ning põldpiimohakas (*Sonchus arvensis* L.). Lisaks esines vähemal määral põldosja (*Equisetum arvense* L.), võilille (*Taraxacum officinale* H.F.Wigg. (coll.)) ja valget hanemaltsa (*Chenopodium album* L.) (joonis 3). Kõige umbrohtude rikkam süsteem oli M0, kus umbrohu liikide arv ületas teiste süsteemide sama näitajat.

Maheüsteemides esines ristikus umbrohuliike veidi rohkem kui tavasüsteemides. Liikide arv varieerus aastate lõikes vähe: M0-s oli 45 erinevat umbrohuliiki, M1-s 3-5 ja M2-s 3-9 erinevat liiki. Tavasüsteemides oli liikide arvukus madal: kahe aasta lõikes oli N0-s erinevaid umbrohuliike 5-7, N1-s 3, N2-s 4 ja N3-s 3-7 erinevat liiki.

Põldosja esinemine M0 variandis viitab mulla happesusele ja madalale lämmastiku sisaldusele, sest põldosi kasvab hästi ka lämmastikuvaeses mullas, pakkudes kultuurtaimedele konkurentsi.

Sügavamale mulda kinnistunud risoomides on väikesed mugulad, mis püsivad elujõulistena seni kuni risoom elab. Risoomi lagunemisel või kui see põlluharimise käigus purustatakse, hakkavad mugulad tootma uusi taimi (Doll 2001).

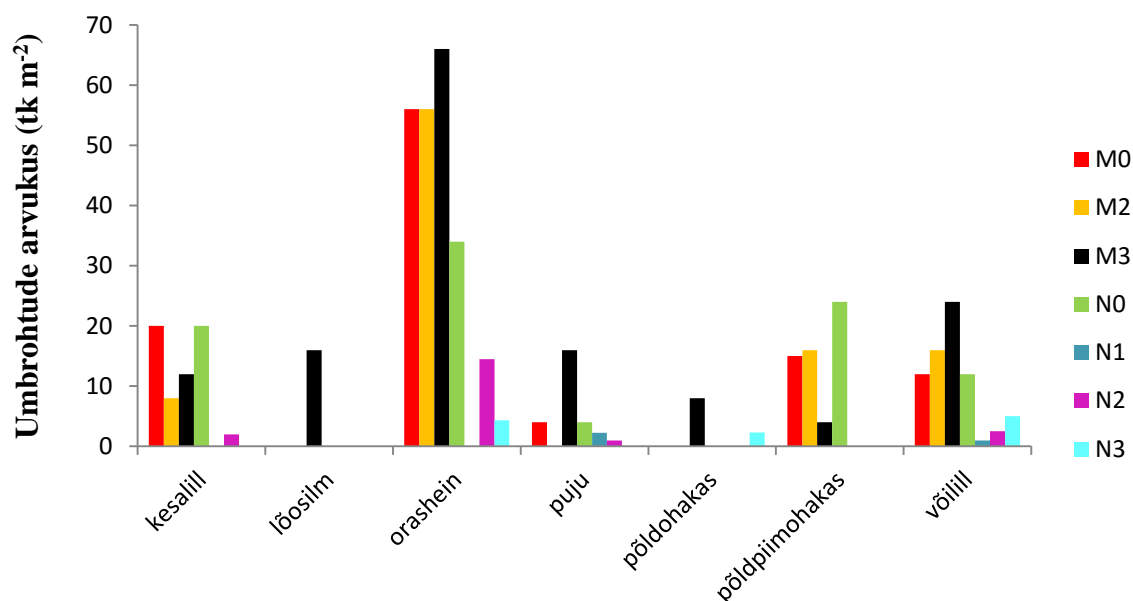


Joonis 3. Enamlevinud umbrohtude arvukus (tk m^{-2}) punases ristikus 2012.aastal

Märkus. (M0- maheviljeluse kontrollvariant, M1- talviste kattekultuuridega, M2- talviste kattekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha^{-1})

2013. aastal esines arvukuselt enim orasheina, orasheina ei esinenud ainult N50 variandis. Orasheina tõrjeks soovitatakse koorida põlde ning mõne päeva pärast harida kultivaator-äkkega. Selle võttega tuuakse orasheina risoomid pinnale, kus nad kuivavad (Taimetervis 2008). N0 süsteemis esines arvukalt ka põldpiimohakat ja kesalille (*Matricaria perforata* Merat (*Matricaria maritima L. subsp inodora (L.) Dostal*) (joonis 4). 2013. a. sademete hulk juunis ja juulis oli väike, seega võiks antud asjaolu põhjendada mitmeaastaste umbrohtude parema konkureerimisvõimega vee ja toitainete osas võrreldes ristikuga. Samuti esines 2013. aastal kõikides süsteemides rohkelt võilille ja põld-piimohakat (joonis 4).

Lõhnavat kummelit (*Chamomilla suaveolens (Pursh) Rydb.*), lõosilma (*Myosotis L.*) ja roomavat madarat (*Galium aparine L.*) esines ainult M2 variandis, kus ilmselt oli toitaineid rohkem.



Joonis 4. Umbrohtude arvukus punases ristikus 2013.aastal.

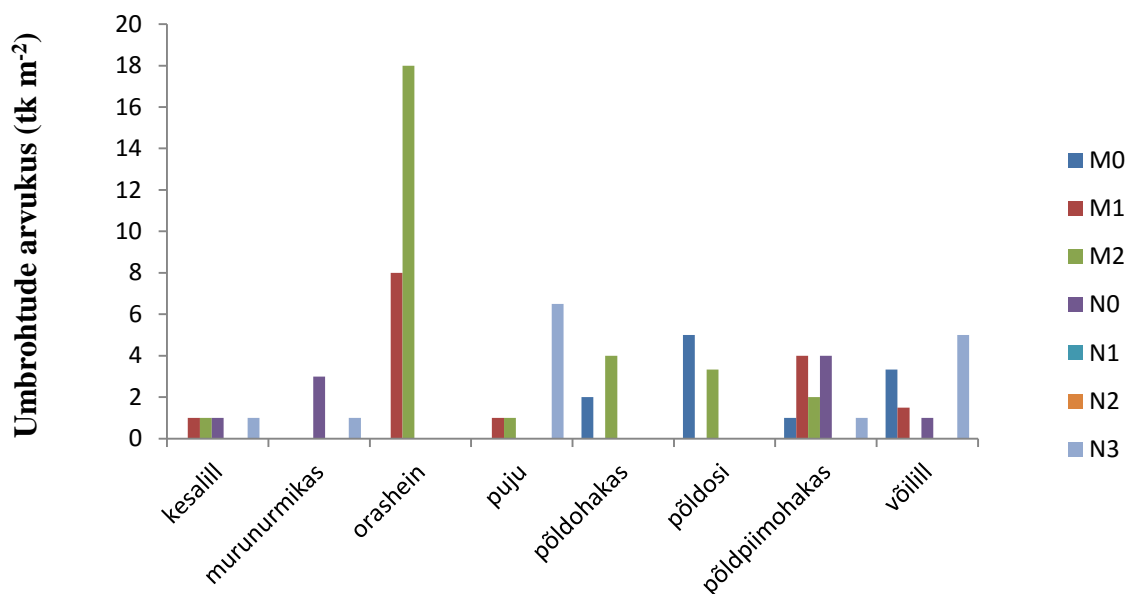
Märkus. (M0- maheviljeluse kontrollvariant, M1 - talviste kattekultuuridega, M2- talviste kattekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha⁻¹, N0- tavaviljeluse kontrollvariant, N1- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 50 kg ha⁻¹, N2- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 100 kg ha⁻¹, N3- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 150 kg ha⁻¹)

Maheviljeluse süsteemides olid enamlevinud umbrohud punases ristikus orashein, põldosi, põldohakas (*Cirsium arvense* L. (Scop)) ja vesihein (*Stellaria media* I: Vill). Ka eelnevatel aastatel oli maheviljeluses enim esinenud orasheina. Enim esines orasheina M2 variandis. Samuti oli orasheina arvukus suur M1 variandis. Vegetatiivselt hästilevivade umbrohtude suur arvukus võib tuleneda sellest, et umbrohud paljunevad vegetatiivselt ja need levivad harimisagregaatidega. Samuti ei avalda pikaealistele umbrohtudele mõju talviste kattekultuuride kasvatamine M1 ja M2 süsteemides.

Orasheina tavaviljeluse variantides 2014. aastal ei esinenud. Samuti olid põldohakas ja põldosi esindatud ainult maheviljeluse korral (joonis 5). Tavaviljeluses esines enim puju, põldpiimohakat ja võilille. Hariliku puju ja võilille esines tavaviljeluse N3 süsteemis (joonis 5).

Linnukapsast (*Lapsana communis* L.), linnurohtu (*Polygonum arenastrum* Jord. ex Boreau), roomavat madarat, murunurmikat (*Poa annua* L.), teelehte (*Plantago major* L.) ja valget hanemaltsa esines ainult tavaviljeluse variantides ja nende arvukus oli 1 või vähem taime ruutmeetri kohta.

Umbrohtude esinemine võib oleneda sellest, kuidas umbrohud reageerivad herbitsiidi toimeainele ning umbrohtude resistentsusest herbitsiidi suhtes (Heap 2013).



Joonis 5. Umbrohtude arvukus punases ristikus 2014. aastal

Märkus. (M0- mahevijeluse kontrollvariant, M1- talviste kattekultuuridega, M2- talviste kattekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha⁻¹, N0- tavavijeluse kontrollvariant, N1- tavavijeluse variant kus anti lämmastikku 50 kg ha⁻¹, N2- tavavijeluse variant kus anti lämmastikku 100 kg ha⁻¹, N3- tavavijeluse variant kus anti lämmastikku 150 kg ha⁻¹)

3.2. Talinisu umbrohtumus

Tavavijeluse süsteemide talinisu kasutati kaheiduleheliste umbrohtude tärkamisjärgseks herbitsiidi Sekator 375 OD, mille toimeaineteks on amidosulfuroon 50 g kg⁻¹, metüüljodosulfuroon-naatrium 12,5 g l⁻¹ ja mafenpüür-dietüül 250 g l⁻¹ (kultuurtaimede kaitseks) (Bayer CropScience Eesti 2014). Talinisu umbrohtumust mõjutas ka eelviljana kasvatatud punase ristiku survetõrje. 2013. aastal oli talinisu umbrohtude biomass madalam tavavijeluse süsteemis, kus anti 100 kg lämmastikku ühele hektarile (N2). Võrreldes teiste aastatega on see väikseim umbrohu biomass, mis katsealalt saadud. Suurim umbrohu biomass oli talinisu tavavijeluses süsteemis, kus lämmastikku talinisu ei antud (N0) 2014. aastal.

Aastate keskmiste võrdlusel selgub et suurim umbrohu biomass on variandil kus lämmastikku anti 150 kg h^{-1} (tabel 5), kuigi see ei ole statistiliselt teistest tavasüsteemidest erinev. See võib olla tingitud selles et selle süsteemi ristik oli kõige umbrohtunum, aga ka sellest, et umbrohud on tavaliselt konkurentsivõimelisemad ning tarvitavad kultuurtaimest kiiremini ja rohkem toitaineid. Davis jt (2008) on arvamisel, et lämmastiku kasutamine suurendab umbrohtude arvukust ja massi, kuid liigid ei reageeri lämmastikuga väetamisele ühtemoodi. Enne koristust esines talisinus enim umbrohte variantidel, kus anti lämmastikku vastavalt 50 kg ha^{-1} ja 100 kg ha^{-1} .

Maheüsteemides oli katseaastate keskmisena umbrohtumus suurem kui tavasüsteemides ($p < 0,05$). See on tingitud sellest, et tavasüsteemides hoitakse lisaks äestamisele umbrohi kontrolli all herbitsiidi kasutades. Maheviljeluses oli väikseim umbrohu biomass M0 süsteemis 2013. aastal. Selle põhjuseks oli 2013. aasta soojem, kuid sademetevaesem suvi. Umbrohtude biomass 2014. aastal oli kõrge M2 süsteemi talisinus, kuid statistiliselt oluliselt erinevus maheüsteemide vahel puudus (tabel 5). Aastate keskmisena oli samuti väikseim umbrohu biomass kontrollvariandis (M0), kuid see ei erinenud statistiliselt teistest maheüsteemidest. Kõige suurem umbrohtumus oli maheviljeluses aastate keskmisena süsteemis, kus kasutati talviseid kattekultuure ja veisesõnnikut (M2) (tabel 5). Suurem umbrohtumus võis tuleneda sellest, et sõnnikus säilinud umbrohuseemned hakkasid kasvama. Värskes ja halvasti käärinud sõnnikus võib leiduda suures koguses elujõulisi umbrohuseemneid, mis tõstab umbrohtumust (Rosen, Bierman 2005). Eltun jt (2002) on oma uurimistöös leidnud, et põhjamaades on maheteravilja areng kasvuperioodi alguses aeglasem võrreldes traditsiooniliselt kasvatatud teraviljaga, sest mulla temperatuur on kevadel madal ja samuti lämmastiku kättesaadavus taimedele. See annab kiirekasvulistele umbrohtudele kevadel konkurentsieelise teraviljade ees.

Tabel 5. Umbrohtude biomass (KA) talinisu (g m^2) sõltuvalt viljelusviisist 2013, 2014, 2015 aasta ja kolme aasta keskmisena.

Talinisu	Süsteem	2013	2014	2015	2013- 2015
	N0	3,4a ¹ ±1.0 ²	28.9ab±12.8	7.7a±1.4	14.2a±5.0
	N1	11,7a±2.6	13.2a±3.2	9.6a±2.0	11.5a±1.5
	N2	2,2a±0.5	24.9a±6.4	14.1ab±4.7	14.8a±3.2
	N3	17.2ab±4.5	24.9a±12.3	12.5ab±3.1	18.3a±4.7
	M0	21.0ab±5.4	86.6bc±20.7	57.9d±13.1	55.2b±9.3
	M1	36.4b±10.5	113.6c±34.8	44.7cd±14.6	64.9b±14.0
	M2	37.8b±11.7	135.3c±32.7	32.5bc±4.6	68.5b±13.9

Märkus: 1) erinevad tähed samas veerus tähistavad statistiliselt usaldusväärseid erinevusi süsteemide vahel (ANOVA, Fisher LSD test), ($p < 0.05$), ²± tähistavad väärtuste standardviga.

2) (N0- tavaviljeluse kontrollvariant, N1- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 50 kg ha¹, N2- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 100 kg ha¹, N3- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 150 kg ha¹, M0- maheviljeluse kontrollvariant, M1- talviste kattekultuuridega, M2- talviste kattekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha¹)

Talinisul võib olla suurem maapinna katvus, mis takistab umbrohtudele päikesekiirguse jõudmist ja nende arengut. Parem katvus vähendab ühtlasi ka vee aurustumist mullast (Chen jt 2010). Kõige suurem umbrohtude arvukus oli talinisu tavaviljeluse kontrollvariandis (N0) 2014. aastal, kus ühel ruutmeetril oli 57 taime. Väikseim umbrohtude arvukus oli 2013. aastal variantides N0 ja N2. Katse aastate keskmisena oli madalaim umbrohtude arvukus N1 süsteemis. Aastate keskmisena oli suurim umbrohtude arvukus M0 süsteemis (tabel 6).

Maheviljeluses esines aastate võrdlusena arvukuselt vähim umbrohte 2013. aastal M1 süsteemis. Suurim umbrohtude arvukus oli 2014. aastal maheviljeluse kontrollvariandis (M0). Ilmselt on aastate erinevuse põhjuseks see, et 2014. aastal esines sademeid talinisu vegetatsiooniperioodil 80 mm rohkem kui 2013. aastal. Erinevate katseaastate võrdlusena esines trend, et arviliselt oli vähem umbrohte M1 ja M2 süsteemides (tabel 6), kuid see ei olnud statistiliselt usutav. Katseaastate keskmisena on umbrohtude arvukus oluliselt suurem M0 süsteemis. Selle põhjuseks võib olla see, et külvikorras kasvatatakse M1 ja M2 variandis talviseid kattekultuure, mis vähendavad umbrohtumust nendes süsteemides.

Meie uurimistulemused kinnitavad Roschewitz jt (2005) tulemusi, kes leidsid oma uurimustöös samuti, et maheviljeluses on umbrohtumus suurem kui tavaviljeluses.

Võrreldes viljelusviise ja umbrohtude arvukust antud katses, ilmnes et enamikel katseaastatel ja aastate keskmisena esines maheviljeluses arvuliselt rohkem umbrohete kui tavaviljeluses (tabel 6). See tuleneb sellest, et tavaviljeluses saab umbrohete hoida kontrolli all herbitsiididega, kuid maheviljeluses tuleb rakendada teisi meetmeid umbrohtude kontrolli all hoidmiseks. Erandiks oli 2014. aasta, kus puudus erinevus mahe ja tavasüsteemide vahel. See on arvatavasti põhjustatud sellest, et 2014. aasta kevad oli vihmane ja herbitsiidiga pritsimine ei andnud loodetud efekti.

Tabel 6. Umbrohtude arvukus talinisu (tk m²) sõltuvalt viljelusviisist 2013, 2014, 2015 aasta ja kolme aasta keskmisena.

Talinisu	Süsteem	2013	2014	2015	2013-2015
	N0	6a±1.9	57a±19.1	19a±2.7	29ab±7.8
	N1	8a±1.4	32a±8.8	16a±2.4	20a±3.7
	N2	6a±1.8	39a±5.4	22a±5.1	24ab±3.5
	N3	19b±3.3	39a±16.3	27ab±5.8	29ab±6.4
	M0	14abc±3.4	52a±16.5	39bc±6.3	35bc±6.4
	M1	10ab±1.9	30a±3.4	51c±9.0	31ab±4.3
	M2	17bc±3.8	35a±8.0	29ab±4.5	27ab±3.5

Märkus: 1) erinevad tähed samas veerus tähistavad statistiliselt usaldusväärseid erinevusi süsteemide vahel (ANOVA, Fisher LSD test), ($p < 0.05$), ² ± tähistavad väärtuste standardvigaga.

2) (N0- tavaviljeluse kontrollvariant, N50- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 50 kg ha¹, N100- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 100 kg ha¹, N150- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 120 kg ha¹, M0- maheviljeluse kontrollvariant, M1- talviste kattekultuuridega, M2- talviste kattekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha¹)

Maheüsteemides esines umbrohuliike rohkem kui tavasüsteemides. Liikide arv varieerus aastate lõikes üsna vähe: M0 süsteemis oli 8–9 erinevat umbrohuliiki, M1 süsteemis 7 ja M2 süsteemis 8–10 erinevat liiki. Tavasüsteemides oli liikide arvukus madal ja varieerus süsteemiti. Nii näiteks oli N0 süsteemis 2–3 erinevat umbrohuliiki ja N3 süsteemis 1–7 liiki. Talinisu olid enamlevinud umbrohu liikideks talvitunud ja pikaajalised umbrohud (põldkannike (*Viola arvensis* L.), kesalill, põldosi, orashein). Ilmselt on see tingitud sellest, et talinisu äestamine tehti kevadel esimesel võimalusel ja see ei ole taganud piisavat efekti talvituvate umbrohtude tõrjel. Ilmselt annaks sügisene taliviljade äestamine talvituvate umbrohtude tõrjel parema efekti, sest siis on umbrohud veel väikesed ja äestamisega hävib neid rohkem. Sügisese äestamise võimalust piirab kahjuks ilm, sest märja mullaga ei saa põldu äestada.

Enim liike esines M2 süsteemis 2014. aastal (tabel 7). See võib tuleneda sellest, et 2014. aasta oli soodne umbrohtudele. Umbrohtudele soodsam ilmastik oli just kasvu alguses (Järvan jt 2015). 2014. aastal mahe süsteemides valge hanemaltsa suure arvukuse põhjuseks võib tuua selle, et valge hanemaltsa seemned tulid künniga pinnapealsetesse mulla kihtidesse. Kuna umbrohuseemnetel on võime säilida mullas elujõulisena mitu aastat (Egley 1990), siis sattudes soodsatesse tingimustesse nad hakkasid idanema.

Samuti oli suur hariliku orasheina arvukus M0 süsteemis 2014. aastal (tabel 7). Üks põhjus võib olla selles, et M0 süsteemis puuduvad talvised kattekultuurid ja orashein sai kasvueelise ja paljunes talinisis (Talgre jt 2013), samuti oli orasheina arvukus suur ka talinisisule eelnenud ristikus (joonis 5).

Tabel 7. Umbrohtude arvukus talinisis mahevilelussüsteemides

Umbrohuliik	M0			M1			M2		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
1. Põldkannike	11	2	7	12	1	3	5	2	6
2. Harilik hiirekõrv	0	10	10	0	3	14	0	7	1
3. Kesalill	6	13	11	7	7	10	4	14	16
4. Põldosi	7	2	12	7	6	0	13	2	2
5. Orashein	4	34	1	0	0	12	4	7	9
6. Valge hanemats	6	1	0	5	24	0	10	8	0
7. Võilill	6	3	0	5	0	1	3	3	2
8. Põld-lõosilm	4	5	7	1	0	6	4	6	8
9. Harilik litterhein	0	0	7	0	11	3	0	1	4
10. Põldohakas	1	7	2	2	4	0	4	5	1
Liikide arv kokku	8	9	8	7	7	7	8	10	9

Tavaviljeluses on talinisis probleemiks kiiresti paljunevad ja talvituvad umbrohud (põldkannike, mailased (*Veronica* sp.), murunurmikas). See võib olla tingitud sellest, et umbrohutõrje tehakse kevadel, need liigid on talvitunud ja herbitsiidile enam ei allu.

VanTine ja Verlinden (2003) leidsid, et põldkannikese ja murunurmika arvukus tavaviljeluses on suur seetõttu, et taimekaitsevahendi mõju pole efektiivne. Nendel umbrohtudel võib tekkida resistentsus taimekaitsevahendi suhtes ning nad muutuvad domineerivateks umbrohtudel.

Annuk (2015) soovib tootmispõldudel teha esimene talvituvate umbrohtude tõrjumine sügisel. See võimaldab kevadel kasutada herbitsiidide väiksemaid kulunorme. Lühiajalistest umbrohtudest olid enamlevinud konnatatar (*Polygonum convolvulus* L.) ja valge hanemalts, mis samuti ei ole Sekator OD suhtes tundlikud.

Teisi umbrohtusid oli vähem. Kõige rohkem umbrohu liike esines N2 ja N3 variandis 2015. aastal (lisa 1).

Murunurmikat maheviljelussüsteemis ei esinenud (tabel 7). Orasheina arvukus talinisu tavaviljelussüsteemis jäi madalamaks, kui maheviljelussüsteemis. Ilmselt mõjutab seda asjaolu, et tavasüsteemides kasutatakse aeg-ajalt üldhävitava toimega herbitsiide.

3.3. Talinisu saak ja saagi kvaliteet

Põllukultuuride saagikus sõltub suuresti taimetoitelementide ringest. Haljasväetiste kultuurid on muutunud oluliseks orgaaniliseks väetiseks nii mahe kui ka tavatootmises eelkõige nende võime tõttu siduda lämmastiku ja tuua toitained (P, K) sügavamatest mullakihtidest künnikihti (Lauringson jt 2010). Haljasväetiskultuuride jäänuste lagunemisega mullas suureneb orgaanilise aine sisaldus ja mulda tekivad toitained mida on järgneval kultuuril kergem omastada (Boehm, Anderson 1997).

Varasemad katsetulemused on näidanud, et suurt teraviljade saaki võib saada ka maheviljelussüsteemides kui valida sobiv eelvilja (näiteks punane ristik) ning ka mullaviljakus on kõrge (Tamm, I. jt 2007). Kuna talinisu on lämmastikunõudlik kultuur valiti ka antud katses talinisu eelviljaks punane ristik.

Jättes punase ristiku põllule väetiseks, suureneb talinisu saak järgneval aastal. Stopes jt (1995) väitel puuduvad andmed selle kohta, et talinisu saagikus oleks kasvanud ka teisel aastal pärast ristiku väetiseks jätmist. Nad leidsid, et umbes üks kolmandik punasest ristikust tekkinud lämmastikust leostub aasta pärast haljasväetise sissekündi.

Eesti Maaülikoolis läbiviidud uuringud tõestasid, et mulda küntud haljasväetis mõjutab järelkultuuride saaki veel kolmandal aastal peale kündi (Talgre jt 2012).

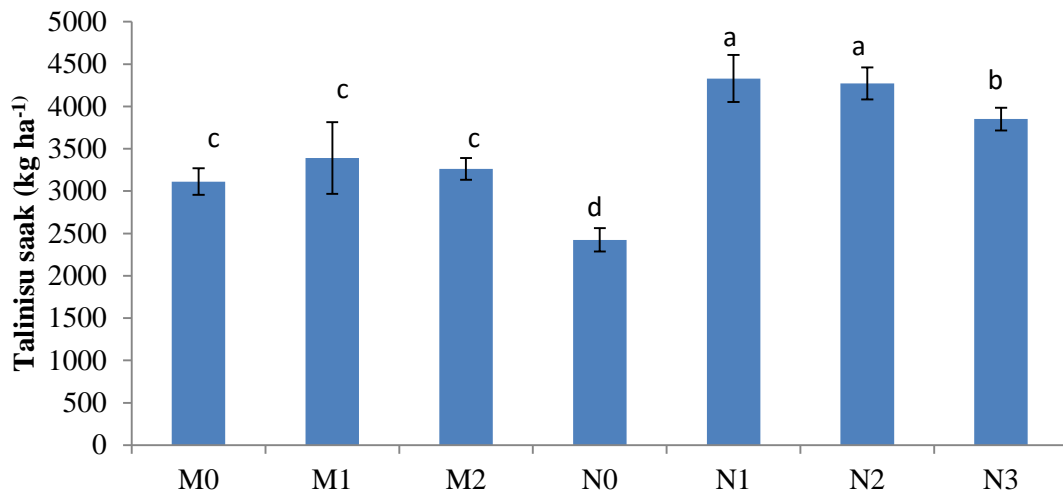
Täiendava lämmastiku andmine parandab talinisu orase loomist, talvitumisvõimet ja saagikust. Tehti kindlaks, et külvamise ajal väetise lisamine on sama tõhus kui kevadel väetise lisamine (Fertilizing Winter... 2013).

2013 aasta oli kuiv ja soe, saak valmis kiiremini ja esines vähem umbrohtumust. Samas saagikus ei suurenenud 2013. aastal võrreldes 2012. aastaga. Põhjuseks oli see, et 2012/2013 aasta talv oli pikk ja lumine, mille tulemusena talinisu talvitus halvasti ning kuiv ja põuane suvi vähendas talinisusaaki (Madsen jt 2016).

Mahepõllumajanduses kasvatatud teravilja saak on kvaliteetsem, kuid saagikus on madalam kui tavapõllumajanduses. Madalama saagi ja proteiinisisalduse põhjuseks maheviljeluse korral peetakse seda, et seal lisatakse vähem lämmastiku (Baeckström jt 2004). Euroopas jääb mahepõllumajanduses saagikus 30–40% madalamaks kui tavaviljeluses (Mäder jt 2007). De Ponti jt (2012) andmetel on maheviljeluses terasaak madalam 20–30% võrreldes tavaviljelusega. Ka antud katses selgus, et mahesüsteemide saak jäi madalamaks kui tavasüsteemides (Joonis 6 ja 8). Erandiks oli 2014. aasta, kus viljelusviis saagi suurust ei mõjutanud (joonis 7). Võrreldes mahesüsteeme omavahel, selgus et sõnnikuga väetamine ja talviste katekultuuride kasvatamine külvikorras ei avaldanud usutavat mõju talinisu terasaagile (Joonis 6, 7, 8). Olesen jt (2009) leidis, et vahekultuur üksi ei mõju saaki suurendavalt, kui vahekultuuride kombineerimisel sõnnikuga võib saada saak usutavalt suurenda.

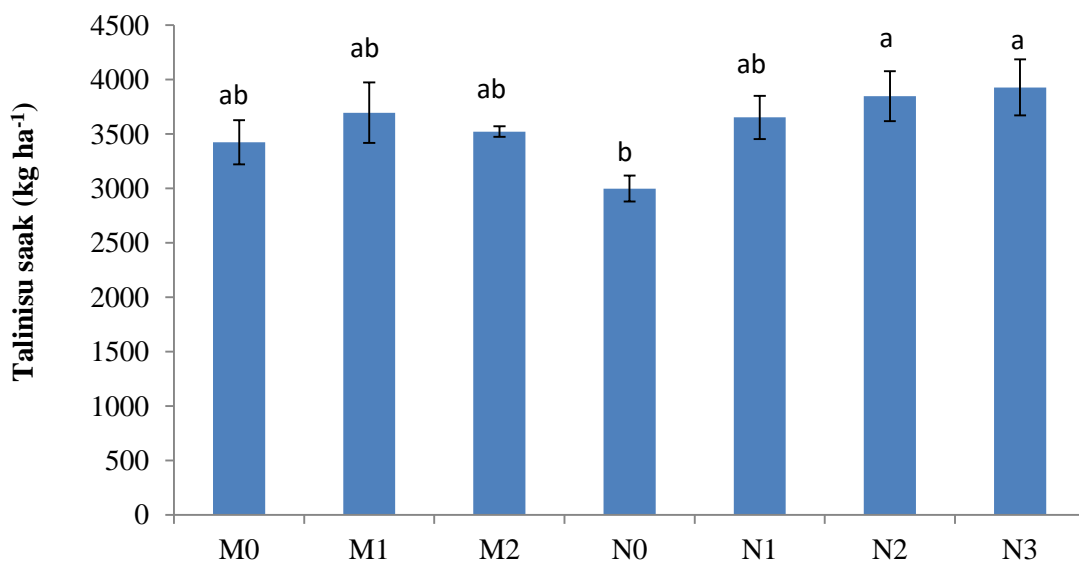
Tavasüsteemis mineraalse lämmastikuga väetatud variantidelt saadi statistiliselt usutavalt suuremad saagid võrreldes mahesüsteemidega, kuid tavasüsteemi väetatud variandid (N1, N2, N3) üksteisest usutavalt ei erinenud (joonis 6, 7, 8). Liigne lämmastik vähendab nisu saaki ja langeb kasum. Optimaalne lämmastiku kogus tagab maksimaalselt ökonoomilise saagi (Vitosch 1998).

Tavasüsteemis oli keskmine teraviljasaak erinevatel katseaastatel 2–26% kõrgem kui mahesüsteemides. Keskmine teraviljasaak kõigis mahesüsteemides jäi vahemikku 3112–4875 kg ha⁻¹ ja tavasüsteemide puhul 2215–7815 kg ha⁻¹ (joonised 6, 7, 8).



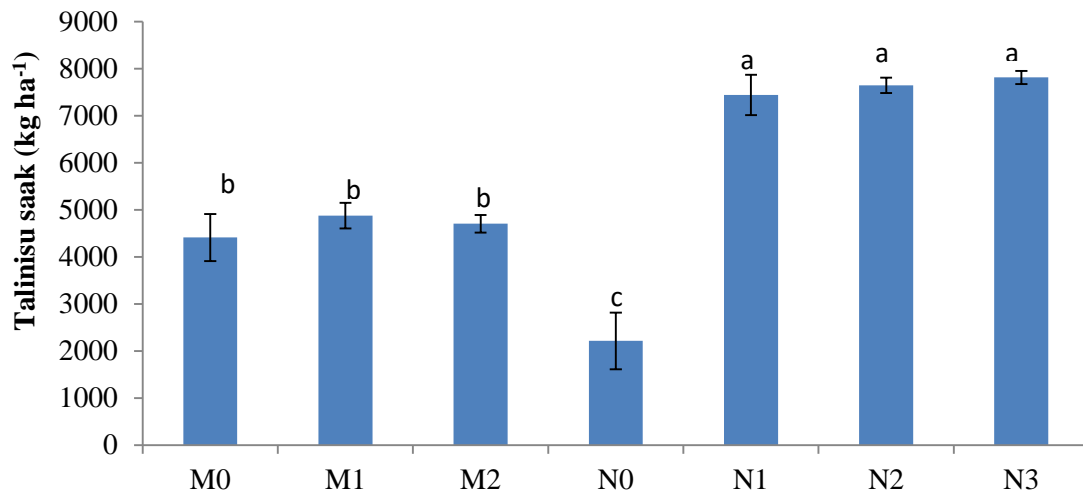
Joonis 6. Talinisu saak 2013. aastal. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt usaldusväärseid erinevusi süsteemide vahel (ANOVA, Fisher LSD test), ($p < 0.05$), vearibad tähistavad väärtuste standardviga.

Märkus. (N0- tavaviljeluse kontrollvariant, N1- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 50 kg ha¹, N2- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 100 kg ha¹, N3- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 150 kg ha¹, M0- maheviljeluse kontrollvariant, M1- talviste kattekultuuridega, M2- talviste kattekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha¹)



Joonis 7. Talinisu saak 2014. aastal. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt usaldusväärseid erinevusi süsteemide vahel (ANOVA, Fisher LSD test), ($p < 0.05$), vearibad tähistavad väärtuste standardviga.

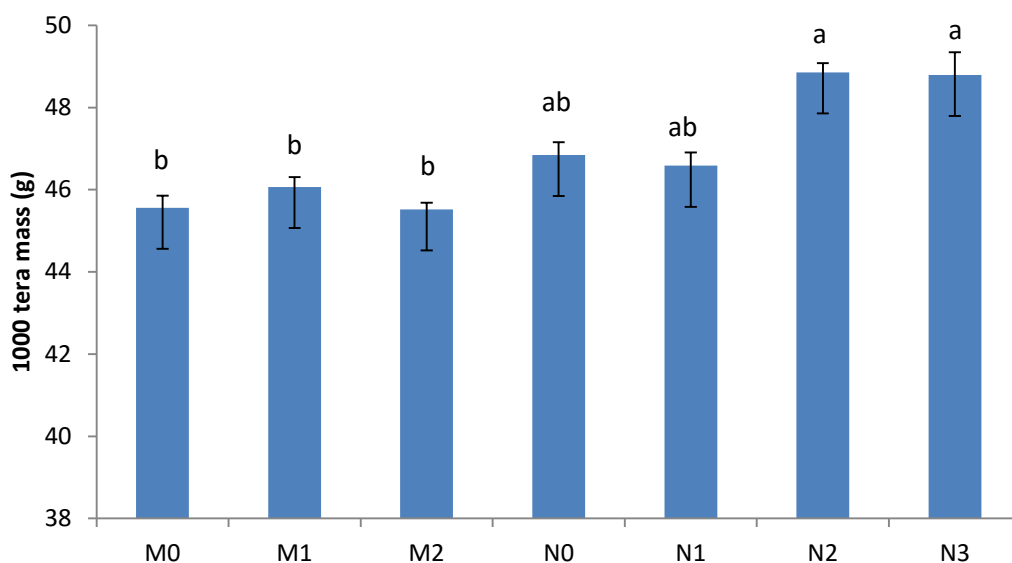
Märkus. (N0- tavaviljeluse kontrollvariant, N1- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 50 kg ha¹, N2- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 100 kg ha¹, N3- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 150 kg ha¹, M0- maheviljeluse kontrollvariant, M1- talviste kattekultuuridega, M2- talviste kattekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha¹)



Joonis 8. Talinisu saak 2015. aastal. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt usaldusväärseid erinevusi süsteemide vahel (ANOVA, Fisher LSD test), ($p < 0.05$), vearibad tähistavad väärtuste standardviga.

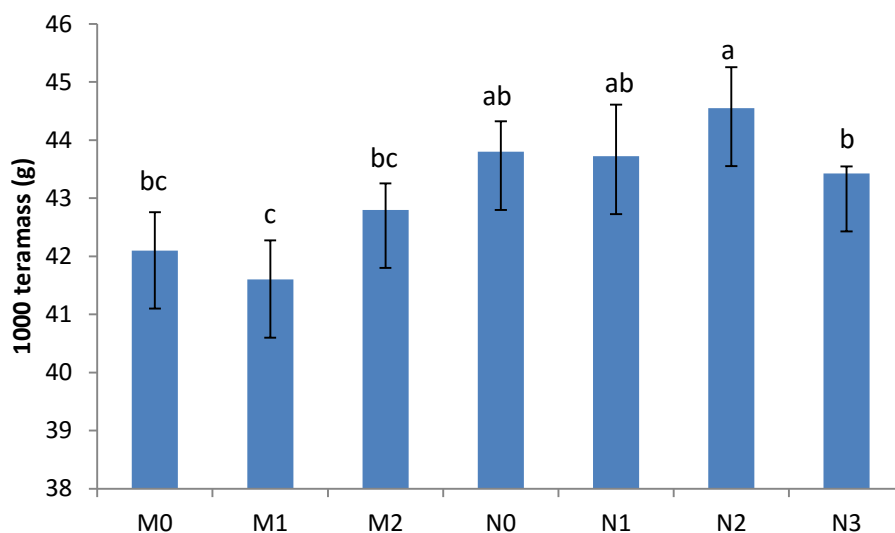
Märkus. (N0- tavaviljeluse kontrollvariant, N1- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 50 kg ha¹, N2- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 100 kg ha¹, N3- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 150 kg ha¹, M0- maheviljeluse kontrollvariant, M1- talviste kattekultuuridega, M2- talviste kattekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha¹)

Váňová jt (2008) leidsid, et 1000 tera mass on oluline tegur, mis mõjutab nisu terasaaki positiivselt. Antud uuringus jääb talinisu tuhande tera mass maheüsteemides vahemikku 41,6–49,2 g ja tavasüsteemides 43,4–50,9 g (joonised 9, 10, 11). Shirazi jt (2014) leidsid, et 1000 tera mass on usutavalt suurem tavaviljeluses, kus kasutatakse mineraalseid lämmastikväetisi ja taimekaitsevahendeid. Antud uurimistöös saadi sarnased tulemused – väetamine ja taimekaitse suurendasid 1000 tera massi. Kuid 2014 aastal see nii ei olnud, suurima väetisnormi korral (N3 süsteemis) 1000 tera mass oli madalam võrreldes teiste tavasüsteemidega. On ka teistsuguseid arvamusi: näiteks Mazzoncini jt (2014) andmetel ei oma viljelusviis usutavat mõju 1000 tera massile.



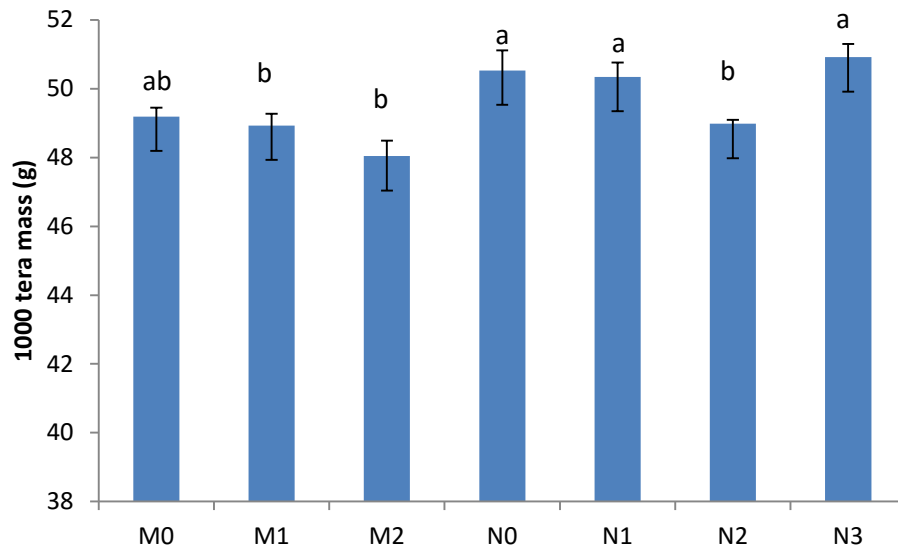
Joonis 9. Tuhande tera mass (g) talinisus 2013. aastal. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt usaldusväärseid erinevusi süsteemide vahel (ANOVA, Fisher LSD test), ($p < 0.05$), vearibad tähistavad väärtuste standardviga

Märkus. (N 0- tavaviiljeluse kontrollvariant, N 1- tavaviiljeluse variant kus anti lämmastikku 50 kg ha¹, N 2- tavaviiljeluse variant kus anti lämmastikku 100 kg ha¹, N 3- tavaviiljeluse variant kus anti lämmastikku 150 kg ha¹, M 0- maheviljeluse kontrollvariant, M 1- talviste kattekultuuridega, M 2- talviste kattekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha¹)



Joonis 10. Tuhande tera mass (g) tallinisus 2014. aastal Erinevad tähed tähistavad statistiliselt usaldusväärseid erinevusi süsteemide vahel (ANOVA, Fisher LSD test), ($p < 0.05$), vearibad tähistavad väärtuste standardviga.

Märkus. (N0- tavaviiljeluse kontrollvariant, N1- tavaviiljeluse variant kus anti lämmastikku 50 kg ha¹, N2- tavaviiljeluse variant kus anti lämmastikku 100 kg ha¹, N3- tavaviiljeluse variant kus anti lämmastikku 150 kg ha¹, M0- maheviljeluse kontrollvariant, M1- talviste kattekultuuridega, M2- talviste kattekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha¹)



Joonis 11. Tuhande tera mass (g) talinisus 2015. aastal. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt usaldusväärseid erinevusi süsteemide vahel (ANOVA, Fisher LSD test), ($p < 0.05$), vearibad tähistavad väärtuste standardviga.

Märkus. (N0- tavaviljeluse kontrollvariant, N1- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 50 kg ha¹, N2- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 100 kg ha¹, N3- tavaviljeluse variant kus anti lämmastikku 150 kg ha¹, M0- maheviljeluse kontrollvariant, M1- talviste kattedekultuuridega, M2- talviste kattedekultuuridega ja kompostitud veisesõnnikuga 10 t ha¹)

KOKKUVÕTE

Katse viidi läbi 2012–2015. aastal PKI Eerika katsepõllul. Eesmärgiks oli uurida talinisu umbrohtumist ja saaki kolmes eri maheviljelussüsteemis (Mahe 0, Mahe 1, Mahe 2) ja neljas tavaviljelussüsteemis (N0, N1, N2 ja N3). Lisaks uuriti talinisu eelviljana kasvatatud punase ristiku umbrohtumust samades viljelussüsteemides.

Talinisu umbrohtumust mõjutas eelviljana kasvatatud punase ristiku survetõrje. Punase ristiku kasvatamisel odra allakülvina suurenes tavaviljeluses umbrohtumus nendes süsteemides, kus kasutati mineraalväetist. Katse tulemused näitavad, et mida suuremat lämmastiku normi on kasutatud, seda suurem on olnud ristikus umbrohu biomass. Punase ristiku kasvatamine külvikorras aitab kontrolli all hoida lühiealisi umbrohte, pikaealistele umbrohtudele on mõju väiksem. Peamised umbrohuliigid ristikus olid 2012. a harilik puju, orashein ning põld-piimohakas. 2013. aastal esines arvukuselt enim orasheina, rohkelt esines ka võilille, kesalille ja põld-piimohakat. Orasheina tavaviljeluse variantides 2014. aastal ei esinenud.

Umbrohtude arvukust ja biomassi mõjutas ilmastik. Kuival ja soojal 2013. aastal oli talinisu umbrohtude biomass madalam võrreldes 2014 aasta vihmase ja jaheda vegetatsiooniperioodiga.

Tööst ilmneb, et maheviljeluses on talinisu umbrohtumus suurem, kui tavaviljeluses. See tuleneb sellest, et tavaviljeluses saab hoida umbrohtumust kontrolli all herbitsiididega, kuid maheviljeluses tuleb selleks rakendada erinevaid meetmeid (nt. külvikord, äestamine, talvised kattekultuurid). Kõige suurem umbrohtumus oli maheviljeluses aastate keskmisena süsteemis, kus kasutati talviseid kattekultuure ja veisesõnnikut (M2). Suurem umbrohtumus võis tuleneda sõnnikus säilinud umbrohuseemnete kasvama hakkamise tõttu. Talviste kattekultuuride kasvatamine külvikorras talinisu umbrohtumisele mõju ei avaldanud.

Talinisus olid enamlevinud liikideks talvitunud ja pikaealised umbrohud (põldkannike, mailased, murunurmikas põldosi, orashein). Lühiajalistest suviumbrohtudest olid levinum valge hanemalts.

Tavaviljeluses võib see olla tingitud sellest, et kevadel umbrohutõrje ajal on need liigid talvitunud ja herbitsiidile enam ei allu. Mahetootmises, kus umbrohtude tõrjeks kasutatakse äestamist, ei ole kevadel esimesel võimalusel tehtav äestamine taganud piisavat efekti talvituvate umbrohtude tõrjel. Ilmselt annaks sügisene taliviljade äestamine talvituvate umbrohtude tõrjel parema efekti, sest siis on umbrohud veel väikesed ja äestamisega häviv neid rohkem. Sügisese äestamise võimalust piirab kahjuks ilm, sest märja mullaga ei saa põldu äestada.

Tavasüsteemis mineraalse lämmastikuga väetatud variantidelt saadi statistiliselt usutavalt suuremad saagid võrreldes mahesüsteemidega, kuid tavasüsteemi väetatud variandid (N1, N2, N3) üksteisest usutavalt ei erinenud. Tavasüsteemis oli keskmine teraviljasaak erinevatel katseaastatel 2–26% kõrgem kui mahesüsteemides. Keskmine teraviljasaak kõigis mahesüsteemides jäi vahemikku 3112–4875 kg ha⁻¹ ja tavasüsteemide puhul 2215–7815 kg ha⁻¹.

Talviste kattekultuuride kasvatamine külvikorras (M1) või talviste kattekultuuride ja sõnniku koosmõju (M2) ei andnud usutavat saagilisa võrreldes kontrollsüsteemiga (M0). Nisu tera saaki mõjutas positiivselt 1000 tera mass. Antud katses suurendasid väetamine ja taimekaitse 1000 tera massi.

THE EFFECT OF CROPPING SYSTEMS ON WINTER WHEAT WEED INFESTATION AND YIELD

SUMMARY

The trials were carried out during 2012–2015 in the Department of Field Crop and Grassland Husbandry at the Estonian University of Life Sciences. The aim of the reasearch was to study the weediness and yield of winter wheat's in three different organic farming systems (M0, M1, M2) and in four conventional farming systems (N0, N1, N2, N3).

The research shows that the higher nitrogen dosage increased the weed biomass in red clover. Growing red clover in rotation helps to control the annual weeds. Common weeds in the red clover were *Artemisia vulgaris*, *Elytrigia repens*, *Sonchus arvensis* and *Taraxacum officinale*.

The number of weeds and biomass were affected by wheather conditions. In 2013 when vegetation period was dry and warm the weed biomass in winter wheat was lower than in 2014 when vegetation period was rainy and cold.

The experiment shows that in the organic farming system the weediness was higher than in the conventional farming system. It is because in conventional farming herbicides enable to control the weed growth but in organic farming need to use different method such as crop rotation, harrowing and winter cover crops. In organic farming the highest weediness was in the system where winter cover crops and cattle manure (M2) were used. It might be because the weed seeds had been remained in the manure and started growing in suitable conditions.

Common weeds in winter wheat were winter annual and perennial weeds such as *Viola arvensis*, *Veronica* sp., *Equisetum arvense* and *Elytrigia repens*.

Higher yields were obtained in conventional systems with mineral nitrogen fertilizer (N1, N2, N3) compared to organic systems. In conventional systems the average crop yields were 2-26 % higher than in organic systems. The average crop yield varied between 3112–4875 kg ha⁻¹ in all organic systems and 2215–7815 kg ha⁻¹ in conventional systems.

In this trial fertilizing and plant protection increased the thousand grain weight. Wheat grain yield was positively affected by thousand grain weight.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Alaru, M., Jaama, E., Laur, Ü.** (2012). Tritikale. Tartu, lk 106.
- Annuk, T.** (2015). Taimekasvatusalased nõuanded. <http://www.scandagra.ee/et/taimekasvatusalased-nouanded> (12.04.2016).
- Altieri, M. A.** (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. – *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 74, pp. 19–31.
- Baekström, L., Gärd, Hanell, U., Svensson, G.** (2004). Baking quality of winter wheat grown in different cultivating systems, 1992–2001: a holistic approach. – *Journal of Sustainable Agriculture*. Vol. 24, No. 1, pp. 53-79.
- Baghestani, M. A., Zand, E., Soufizadeh, S., Bagherin, N., Deihimfard, R.** (2007). Weed control and wheat (*Triticum aestivum* L.) yield under application of 2,4 – D plus carfentrazoneethyl and florasulam plus flumetsulam: evaluation of the efficacy. – *Crop Protection*. Vol. 26, No.12, pp.1759-1764.
- Barker, T. C., Francis, C. R.** (1986). Agronomy of multiple cropping systems. - *In Multiple Cropping Systems* / Ed. C. A. Francis. New York: Macmillan, pp.161-182.
- Bayer Crop Science Eesti. Tallinn: Bayer OÜ. <https://www.cropscience.bayer.ee/> (21.03.2016).
- BBG põllurull AW. (2016). Tartu: OÜ Jatiina. <http://www.oilseeds.ee/et/jatiina/bbg-pollurull-aw> (15.04.2016).
- Bender, A.** (2015). Kattevilja agrofooni ja punase ristiku külvisenormi mõju sordi varte seemnesaagile. http://agrt.emu.ee/full/2015_1_agraarteadus.pdf (13.04.2016).
- Bergkvist, G.** (2003). Influence of White Clover Traits on Biomass and Yield in Winter Wheat- or Winter Oilseed Rape- Clover Intercrops. – *Biological Agriculture & Horticulture*. Vol. 21, No. 2, pp. 151-164.
- Blackshaw, R. E.** (1994). Differential competitive ability of winter wheat cultivars against downy brome. – *Argonomy Journal*. Vol. 86, pp. 649-654.
- Boehm, M. M., Anderson D.W.** (1997). A landscape- scale study of soil quality in three prairie farming systems. – *Soil Science Society of American Journal*. Vol. 61, No. 4, pp. 1147-1159. doi:10.2136/sssaj1997.03615995006100040022x.
- Buhler, D. D.** (2003). Weed Biology, Cropping Systems, and Weed Management. – *Journal of Crop Production*. Vol. 8, No. 1-2, pp. 245-270.
- Chen, S., Zhang, X., Sun, H., Ren, T., Wang, Y.** (2010). Effects of winter wheat row spacing on evapotranspiration, grain yield and water use efficiency. – *Agricultural Water Management, Elsevier*. Vol. 176, pp. 1126–1132.

- Conway, J.S., Cannon, N.D., Vijaya Bhaskar, A.V., Davies, W. P.** (2014). Weed manifestation under different tillage and legume undersowing in organic wheat.
- Cooper, J., Bàrberi, P., Sans Serra, X., Schreiner, K., Fließbach, A., Gattinger, A.** (2015). A compilation of field and laboratory methods for the use within the projects. FERTIL CROP adapted from TILMAN. - *Handbook of methods Fertil Crop*, pp. 11-20.
- Davis, A., Laboski, C., Renner, K.A., Sweeney, A.E.** (2008). Effect on fertilizer nitrogen on weed emergence and growth. – *Weed Science*. Vol. 56, pp. 714–72.
- De Ponti, T., Rijk, B., van Ittersum, M. K.** (2012). The crop yield gap between organic and conventional agriculture. – *Agricultural Systems, Elsevier*. Vol. 108, pp. 1–9.
- Doll, J.** (2001). Biology and Control of Field Horsetail (*Equisetum arvensis* L., Horsetail Family). <http://fyi.uwex.edu/weedsci/2001/05/02/biology-and-control-of-field-horsetail/> (15.04.2016).
- Edesi, L., Järvan, M., Adamson, A., Lukme, L., Akk, A.** (2008). The effect of sulphur fertilization on yield, quality of protein and baking properties of winter wheat. – *Agronomy Research*. Vol. 6, No. 2, pp. 459–469.
- Edesi, L., Järvan, M., Adamson, A., Paivel, M.** (2013). Umbrohtude liigiline koosseis mahe ja tavapõllumajanduslikus viljeluses. – *Agronomia*. 2013. / Toimetajad T. Kangor, S. Tamm, R. Lindepuu. Tartu: Eesti Maaülikool, lk 42-48.
- Eesti Põllu- ja Maamajanduse Nõuandeteenistus. (2014). Teraviljakasvatus. http://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/teraviljakasvatus/taliteraviljad/vaetamine#.Vt_1Mv14aUk (25.02.2016).
- Egley, G. H.** (1990). High-Temperature Effects on Germination and Survival of Weed Seeds in Soil. – *Weed Science*. Vol. 38, No. 4/5, pp. 429-435.
- Eltun, R., Korsæth, A., Nordheim, O.** (2002). A comparison of environmental, soil fertility, yield, and economical effects in six cropping systems based on an 8-year experiment in Norway. – *Agriculture, Ecosystems & Environment, Elsevier*. Vol. 90, pp. 155–168.
- FAOSTAT. (2016). <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. (21.02.16).
- Fertilizing Winter Wheat in Southern Alberta. (2013). Alberta Agriculture, Food and Rural Development, p. 2. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex3882](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex3882) (10.03.2016).
- Gaudin, A. C. M., Janovicek, K., Martin, K. R., Deen, W.** (2014). Approaches to optimizing nitrogen fertilization in a winter wheat–redclover (*Trifolium pratense* L.) relay cropping system. – *Field Crops Research*. Vol. 155, pp. 192–201.
- Gevan, A., Bàrberi, P.** (2015). Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? – *Weed Research*. Vol. 42, pp. 177-193.
- Heap, I.** (2013). International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Available at: <http://www.weedscience.org> (12.12. 2015).

- Heinsoo, L., Jaama, E., Jõudu, J., Reimets, E., Viilberg K.** 1986. Taimekasvatus. Valgus, 320 lk
- Hiltbrunner, J., Liedgens, M., Bloch, L., Stamp, P., Streit, B.** (2007). Legume cover crops as living mulches for winter wheat: Components of biomass and the control of weeds. – *European Journal of Agronomy*. Vol. 26, pp. 21–29.
- Ilumäe, E., Hansson, A., Akk, E.** (2004). Umbrohi – mahetootja sõber või vaenlane?. – *Eesti Maaviljeluse Instituut, Infoleht*. Nr. 135.
- Ilumäe E., Hansson, A., Akk, E.** (2007). Uued – ‘unustatud vanad’ – põllukultuurid: õilina, õlituder, valge sinep // Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele. – Saku: Estonia, lk 49–54.
- Ingver, A.** (2007). Suviteraviljade mahekatse Jõgeva SAI-s, suvinisu saagi ja kvaliteedi erinevused mahe- ja tavakatses.
- International rules for seed testing . (1985). ISTA (International Seed Testing Association). – *Seed Science and Technology*. Vol. 13, pp. 300–520.
- Järvan, M., Edesi, L., Paivel, M., Adamson, A., Vösa, T., Kuuskla, M., Kala, R., Lukme, L., Akk, A.** (2015). Maheviljeluse eri viiside ja tavaviljeluse mõju võrdlemine mulla viljakusele ja elustikule ning põllukultuuride saagikusele ja kvaliteedile (2013–2014). Saku : Eesti Taimekasvatuse Instituut. http://www.pikk.ee/upload/files/Teadusinfo/Maheviljeluse_ ja_ tavaviljeluse_mõju_võrdlemine_2012_M_J2rvan.pdf (04.03.2016).
- Karmin, M., Lepajõe, J.** (1991). Umbrohud ja nende tõrje. Tallinn: Valgus, lk 222.
- Keller, M., Böhringer, N., Möhring, J., Rueda-Ayala, V., Gutjahr, C., Gerhards, R.** (2014). Changes in Weed Communities, Herbicides, Yield Levels and Effect of Weeds on Yield in Winter Cereals Based on Three Decades of Field Experiments in South-Western Germany. – *Gesunde Pflanzen*, Vol. 67, pp. 11-20. DOI 10.1007/s10343-014-0335-8.
- Kimpel-Freund, H., Schmidtke, K., Rauber, R.** (1998). Einfluss von Erbsen (*Pisum sativum* L.) mit unterschiedlichen morphologischen Merkmalen in Reinsaat und Gemenge mit Hafer (*Avena sativa* L.) auf die Konkurrenz gegenüber Unkräutern. – *Planzenbauwissenschaften*. Vol. 2, pp. 25–36.
- Kirkland, K. J., Beckie, H. J.** (1998). Contribution of Nitrogen Fertilizer Placement to Weed Management in Spring Wheat (*Triticum aestivum*). – *Weed Technology*, Vol. 12, No. 3, pp. 507-514.
- Knežević, M., Đurkić, M., Knežević, I., Antičić, O., Jelaska, S.** (2003). – *Plant Soil Environ*. Vol. 49, No. 9, pp. 414–421.
- Koppel, R.** (2012). Talinisu sordid ja uued aretised mahetingimustes. <http://etki.ee/index.php/publikatsioonid/nouanded#maheviljelus> (16.04.2016).
- Kudsk, P.** (1989). Experiences with reduced herbicide doses in Denmark and the development of the concept of factor adjusted doses. – *In: Proceedings 1989 Brighton Crop Protection Conference – Weeds*. UK, Brighton, pp. 545–554.

- Kudsk, P., Kristensen, J. L.** (1992). Effect of environmental factors on herbicide performance. - *First International Weed Control Conference (1992)*. (Eds. J. H. Combellack, K. J. Levick, J. Parsons, R. G. Richardson), Melbourne, Australia. Vol. 1, pp. 173- 186.
- Kuldkepp, P.** (1994). Taimede toitumise ja väetamise alused. Tallinn: Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium.
- Kurstjens, D. A. G., Kropff, M. J.** (2001). The impact of uprooting and soil-covering on the effectiveness of weed harrowing. – *Weed Research*. Vol. 41, pp. 211-228.
- Luik, A., Mikk, M., Vetemaa, A.** (2008) Mahepõllumajanduse alused. Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. EV põllumajandusministeerium.
- Madsen, H., Talgre, L., Eremeev, V., Alaru, M., Kauer, K., Luik, A.** (2016). Do green manures as winter cover crops impact the weediness and crop yield in an organic crop rotation?. – *Biological Agriculture & Horticulture: An International Journal for Sustainable Production Systems*, 00, doi/full/10.1080/01448765.2016.1138141// [ilmumas].
- Mazzoncini, M., Antichi, D., Silvestri, N., Ciantelli, G., Sgherri, C.** (2014). Organically vs conventionally grown winter wheat: effects on grain yield, technological quality, and on phenolic composition and antioxidant properties of bran and refined flour. – *Food Chemistry, Elsevier*, Vol. 175, pp. 445–451.
- Melander, B., Holst, N., Rasmussen, I. A., Hansen, P. K.** (2012). Direct control of perennial weeds between crops - Implications for organic farming. – *Crop Protection*. Vol. 40, pp. 36-42.
- Moyo, H., Davies, W. P., Cannon, N. D., Conway, J. S.** (2015). Influences of two-year red clover-grass ley management on nitrogen economy and following wheat performance. – *Biological Agriculture & Horticulture*, DOI: 10.1080/01448765.2015.1057865.
- Mäder, P., Hahn, D., Dubois, D., Gunst, L., Alföldi, T., Bergmann, H., Oehme, M., Amadó, R., Schneider, H., Graf, U., Velimirov, A., Fließbach, A., Niggli, U.** (2007). Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment. – *Journal of the Science of Food and Agriculture, Society of Chemical Industry*. Vol. 87, pp. 1826–1835.
- Nisu. – Eesti Entsüklopeedia internetis. <http://entsyklopeedia.ee/artikkel/nisu2> (20.02.16).
- Older, H.** (1999). Teraviljakasvatuse käsiraamat. Saku : Eesti Maaviljeluse Instituut: Põllumajandusministeerium, 342 lk.
- Olesen, J. E., Askegaard, M., Rasmussen, I. A.** (2009). Winter cereal yields as affected by animal manure and green manure in organic arable farming. – *European Journal of Agronomy, Elsevier*. Vol. 30, pp. 119–128.
- Olsen, J., Kristensen, L., Weiner, J.** (2006). Influence of sowing density and spatial pattern of spring wheat (*Triticum aestivum*) on the suppression of different weed species. – *Weed Biology and Management*. Vol. 6, pp. 165-173.

- Palmeos, H., Talgre, L., Eremeev, V., Luik, A.** (2014). Haljasväetistest vahekultuuride kasvatamine külvikorras vähendab umbrohtumust. – *Teaduselt mahepõllumajandusele. "Eesti mahepõllumajandus täna ja tulevikus" toimetised 2014: Eesti mahepõllumajandus täna ja tulevikus 2014*. Tartu: Ecoprint, lk 72–75.
- Pridham, J.C., Entz, M. E.** (2008). Intercropping Spring Wheat with Cereal Grains, Legumes, and Oilseeds Fails to Improve Productivity under Organic Management. – *Agronomy Journal*. Vol. 100, No. 5, pp 1436–144. doi:10.2134/agronj2007.0227.
- Pyšek, P., Lepš, J.** (1991). Response of weed community to nitrogen fertilization: a multivariate analysis. – *Journal of Vegetation Science*. Vol. 2, pp. 237- 244.
- Rasmussen, K., Holst, N., Kristensen, I. S.** (1998). Ukrudt på otte økologiske kvægbred – betydende faktorer for ukrudtets udvikling 1989–1996. DJF-rapport nr. 2, 15. Danske Planteværnskonference, Pesticider og Miljø/Ukrudt, pp. 203–217 (in Danish, with English summary).
- Richards, M.C.** (1993). The effects of agronomic factors on competition between cereals and weeds: the implications in integrated crop production. – *Proceedings 1993 Brighton Crop Protection Conference – Weeds*. Brighton, UK, pp. 991–996.
- Robacera, Canalib, M. S., Lakkenborg Kristensenc, H., Baveca, F., Grobelnik Mlakara, S., Jakopa, M., Baveca, M.** (2015). Cover crops in organic field vegetable production. – *Scientia Horticulturae*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.029> (23.02.2016).
- Roschewitz, I., Gabriel, D., Tschardtke, T., Thies, C.** (2005). The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. – *Journal of Applied Ecology*. Vol. 42, No. 5, pp. 873–882.
- Rosen, J. C., Bierman, M. P.** (2005). Using manure and compost as nutrient sources for fruit and vegetable crops, pp. 2-4.
- Salonen, J., Hyvönen, T., Jalli, H.** (2011). Composition of weed flora in spring cereals in Finland e a fourth study. – *Agricultural and Food Science*. Vol. 20, pp. 245–261.
- Satell, R., Dick, R., Hemphill, D., McGrath, D.** (1998). Red clover (*Trifolium pratense*). – In: Using Cover Crops in Oregon, EM 8704. Oregon State University Extension Services. <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/15234/em8701.pdf> (25.02. 2016)
- Shirazi, S. M., Yusop, Z., Zardari, N. H., Ismail, Z.** (2014). Effect of Irrigation Regimes and Nitrogen Levels on the Growth and Yield of Wheat. – *Advances in Agriculture*. Hindawi Publishing Corporation, pp. 1-6.
- Statistikaameti andmebaas. <http://www.stat.ee/> (14.04.2016).
- Stopes, C., Millington, S., Woodward, L.** (1995). Dry matter and nitrogen accumulation by three leguminous green manure species and the yield of a following wheat crop in an organic production system. – *Agriculture Ecosystems & Environment*. Vol. 57, No. 2, pp. 189-196.

- Zanda, E., Baghestani, M., Soufizadeh, S., PourAzar R., Veysi, M., Bagherani N., Barjasteh, A., Khayami, M.M., Nezamabadi, N.** (2007). Broadleaved weed control in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) with post-emergence herbicides in Iran. – *Crop Protection*. Vol. 26, pp. 746–752.
- Zhang, J., Weaver, S.E. & Hamill, A.S.** (2000). Risks and reability of using herbicides at below labeled rates. – *Weed Technology*. Vol. 14, pp. 106-115.
- Taimetervis. (2008). – Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. http://www.agri.ee/public/juurkataloog/TAIMETERVIS/MAHE/mahepoll_alused.pdf (11.03.2016).
- Talgre, L., Lauringson, E., Makke, A.** (2010). Amounts of nitrogen and carbon returned to soil depending on green manure and the effect on winter wheat yield. – *Agronomy Research*. Vol. 8 (Special Issue II). Tartu: Estonian Agricultural University, pp. 487–492.
- Talgre, L., Lauringson, E., Roostalu, H., Astover, A., Makke, A.** (2012). Green manure as a nutrient source for succeeding crops. – *Plant, Soil and Environment*. Vol. 58, pp. 275–281.
- Talgre L., Tein B., Ereemeev, V., Matt D., Reintam E., Sanches de Cima D., Luik A.** (2013). In crop rotation green manures as winter cover crops enhance ecosystem services of farming. In: Proceedings.
- Talgre, L., Ereemeev, V., Reintam, E., Tein, B., Sanchez de Cima, D., Madsen, H., Alaru, M., Luik, A.** (2015). Talvised vahekultuurid parandavad mulda ja kultuuride saagikust. – *Agronomia* 2015. / Toim. M. Alaru, A. Astover, K. Karp, R. Viiralt, A. Must. Tartu: Ecoprint, lk 40–44.
- Tamm, I., Tamm, Ü., Ingver, A.** (2007). Suviteraviljade mahekatse Jõgeva SAI-s, kaera katsetulemused mahe- ja tavatingimustes. – *Põllukultuuride ja nende sortide sobivus maheviljeluseks*. / Koost. Margus Ess. Jõgeva: OÜ Vali Press, lk 4-8.
- Tamm, I., Ingver, A., Koppel, R., Tupits, I., Narits, L., Tamm, Ü., Mansberg, M., Vetemaa, A., Sepp, K.** (2011). Mahepõllumajanduslik teravilja- ja õlikultuuride kasvatus. Põllumajandusministeerium, lk 14.
- Tardieu, F.** (1994). Growth and functioning of roots and of root systems subjected to soil compaction. Towards a system with multiple signalling?. – *Soil and Tillage Research*. Vol. 30, pp. 217-243.
- Togay, N., Tepe, I., Togay, Y., Cig, F.** (2009). Nitrogen levels and application methods affect weed biomass, yield and yield components in wheat (*Triticum aestivum*). – *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. Vol. 37, No. 2, pp. 105-111.
- Uusna, S., Lõiveke, H., Müür, J., Ilumäe, E.** (2004). Taimekaitse põhitõed. Taimekaitsesoovitusi. Saku: Eesti Maaviljelus Instituut.
- Váňová, M., Klem, K., Míša, P., Matušinsky, P., Hajšlová, J., Lancová, K.** (2008). The content of *Fusarium* mycotoxins, grain yield and quality of winter wheat cultivars under organic and

- conventional cropping systems. – *Plant, Soil and Environment*. Czech Academy of Agricultural Sciences. Vol. 54, pp. 395–402.
- VanTine, M., Verlinden, S., McConnell, T.** (2003). Organic Weed Management. West Virginia University Extension Service. <http://organic.wvu.edu/r/download/183508> (24.04.16).
- Viil, P., Kadaja, J., Võsa, T., Loko, V.** (2006). Erinevate mullaharimise ja külvitehnoloogiate mõju uuring tera- ja kaunviljade saagikusele viljavahelduslikus ja monokultuurses külvikorras. Projekti lõpparuanne 2002–2006. <http://www.pikk.ee> (20.02.2016).
- Vitosch, M. L.** (1998). Wheat fertility and fertilization. Department of Crop and Soil Science. Michigan State University. <http://fieldcrop.msu.edu/uploads/documents/E2526.pdf> (24.04.16).
- Vrignon-Brenasa, S., Celettea, F., Amosséc, C., David, C.** (2016). Effect of spring fertilization on ecosystem services of organic wheat and clover relay intercrops. – *European Journal of Agronomy*. Vol. 73, pp. 73–82.
- Wang, C. M., Jhan, Y. L., Yen, L. S., Su, Y. H., Chang, C. C., Wu, Y. Y., Chang, C. I., Tsai S. Y., Chou, C. H.** (2013). The allelochemicals of litchi leaf and its potential as natural herbicide in weed control. - *Allelopathy Journal*. Vol. 32, No. 2, p. 157.

LISAD

Lisa 1

Lisa 1. Umbrohtude arvukus talinisis tavaviljelussüsteemides

Umbrohuliik	N0			N1			N2			N3		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
1.Põldkannike	5	15	13	0	13	8	4	19	10	8	12	7
2.Konnatatar	0	0	0	0	0	0	4	0	10	7	0	6
3.Muru-nurmikas	1	25	0	3	19	1	1	0	5	3	0	4
4.Harilik puju	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0
5.Valge hanemats	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0
6.Orashein	0	0	0	0	0	4	0	21	0	18	0	8
7.Põld-piim ohakas	6	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0
8. Mailase liigid	0	0	7	1	0	3	0	0	2	0	0	6
9. Verev iminõges	0	0	4	1	0	0	0	0	8	0	0	7
10. Roomav madar	0	0	0	1	0	3	0	0	5	0	0	9
Liikide arv kokku	3	2	3	6	2	6	5	2	7	5	1	7

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, _____,

(autori nimi)

sünniaeg _____,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja(d) on _____,

(juhendaja(te) nimi)

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

(allkiri)

Tartu, _____

(kuupäev)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)