

Tartu Ülikool
Loodus- ja tehnoloogiateaduskond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Taimeökoloogia õppetool

Erinevate niiduhoidusrežiimide mõju taimede idandite arvule

Rainer Paal

Magistritöö

Juhendaja: E. Roosalu

Tartu 2014

Sisukord

Sisukord.....	2
1. Teoreetiline ülevaade	3
1.1. Seemnete idanemist ja idandite elumust mõjutavad tegurid	3
1.1.1. Seemnete ja mikroelupaikade piiratus.....	3
1.1.2. Granivooria.....	3
1.1.3. Taimestiku ja varisekihi mõju	4
1.1.4. Häiringute mõju idanditele.....	7
1.2 Töö eesmärk	8
2. Materjal ja metoodika.....	9
2.1. Uurimisala kirjeldus ja välitööde metoodika.....	9
2.2. Andmetöötluse metoodika.....	9
3. Tulemused	11
4. Arutelu.....	19
Kokkuvõte	22
Summary	23
Tänuavaldused.....	24
Kasutatud kirjandus.....	25

1. Teoreetiline ülevaade

1.1. Seemnete idanemist ja idandite elumust mõjutavad tegurid

1.1.1. Seemnete ja mikroelupaikade piiratus

Seemnete idanemine, selle edukus, idandite kasv ja elumus on väga oluline etapp taimekoosluste tekkes, arengus, struktuuri kujunemises, püsivuses ning dünaamikas (Grubb 1977; Harper 1977; Baeten *et al.* 2009). Seejuures on idandid kõige tundlikum ja ohustatum faas taimede elutsükklis, sest nende kasvu, elumust ning asustumist mõjutavad arvukad biotilised ja abiotilised tegurid (Harper 1977; Moles & Westoby 2004). Idandite arvukus sobivas kasvukohas näitab idanemiskeskonna kvaliteeti ja kvantiteeti ning seemnete piisavust antud elupaigas (Harper 1977; Clark *et al.* 2007; Poulsen *et al.* 2007). Väga tähtis on seemnete levimine uutesse kasvukohtadesse ja selleks vajalikke tingimusi defineeritakse kui regeneratsiooninišši (Grubb 1977; Janeček & Lepš 2005).

Seemnetega paljunevatel liikidel on sageli populatsioonid väiksemad, kui elupaiga ressursid võimaldaksid, sest seemned ei asusta kõiki potentsiaalselt sobivaid elupaigalaikusid. Seemnete limitatsiooni põhjused võib on jagada kaheks: 1) taimed ei tooda piisavalt seemneid; 2) piisavalt palju seemneid ei jõua sobilikku kasvukohta vaatamata sobivale seemnete produktsioonile (Rivers *et al.* 2011). Seemnete puudust peetakse tavalisemaks rohkem häiritud kooslustes kui vähem häiritud kooslustes (Clark *et al.* 2007).

Mikroelupaiga (mikrosaidi) ehk kasvukoha piiratuseks nimetatakse olukorda, kui populatsiooni suurust määrab sobilike kasvukohtade kvaliteet ja arvukus (Clark *et al.* 2007). Sellise olukorra põhjusteks mikroklimaatilised faktorid nagu temperatuur, niiskus, vegetatsiooniperioodi pikkus ja biotilised faktorid nagu herbivooria ja konkurents (Erktoová & Košnar 2012).

1.1.2. Granivooria

Enamuse seemnete toitainete- ja energiasisaldus on väga kõrge ning seetõttu on nad oluliseks toiduallikaks paljudele mikroorganismidele, selgrootutele ja selgroogsetele. Üldiselt arvatakse, et granivooride ehk seemnesööjate mõju seemnetega paljunevatele taimeliikidele võib olla küllalt suur. Üsna sageli söövad granivoorid seemneid, mis on juba teiste

keskkonnafaktorite poolt hukule määratud (Clark *et al.* 2007). Herbivooria mõjutab oluliselt taimede regeneratsiooni, taimede kasvu, idandite elumust ja populatsioonidünaamikat (Simonetti *et al.* 2007).

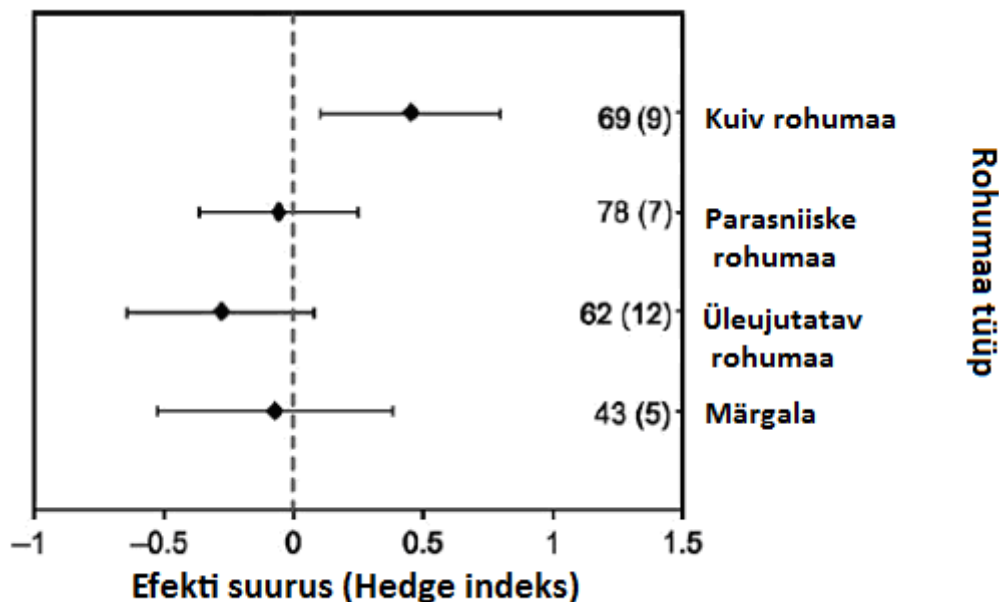
1.1.3. Taimestiku ja varisekihi mõju

Seemnete idanemist ja idandite kasvu võivad oluliselt mõjutada maapinnal asuv varisekiht, samblarinne ja soontaimede katvus ning tihedus. Maapinnal olev varis on oluline tegur, mis mõjutab taimekoosluse struktuuri ja toitainete ringlust (Loydi *et al.* 2013). Varis võib mõjutada seemnete idanemise tõenäosust ja arengut nii keskkonna keemiliste kui füüsiliste omaduste muutmise kaudu (Kolb & Barsch 2010). Varise mõju seemnete idanemisele ja kasvule peetakse üldiselt negatiivseks, sest varise kiht takistab seemne mulda sattumist, vähendab kasvuks vajaliku valguse kättesaadavust, on otseseks füüsiliseks takistuseks idandi arengul. Samas sõltub see reaalne mõju varise tüübist, varise lagunemise astmest, mulla niiskustingimustest, kasvukohast ja konkreetsetest liikidest (Janeček & Lepš 2005; Kolb & Brasch 2010; Ekrtoová & Košnar 2012). Nii leidsid Eckstein & Donath (2005) oma eksperimendis üleujutatavatel niitudel varisel nii positiivseid kui negatiivseid mõjusid. Varise kihi paksus ei mõjutanud oluliselt keskmist mullatemperatuuri, kuid varisekiht vähendas oluliselt ööpäevast temperatuuri amplituudi, olles seega stabiliseeriva mõjuga. Varisega kaetud aladel väheneb oluliselt ka fotosünteesiliselt aktiivse kiirguse (PAR) hulk ning muutub punase ja kaugpunase lainepikkusega valguse suhe, mis mõjutab oluliselt valguse kvaliteeti (Jensen & Gutekunst 2003; Eckstein & Donath 2005). Teises varisega katses leidsid Eckstein ja Donath (2005), et kuivemates mullatingimustes oli varisega kaetud katsepottides mulla niiskus suurem, mistõttu oli seemnete idanemine edukam, kui ilma variseta katsevariandis. Teatud niiskustaseme ületamine aga muudab idanemistingimused halvemaks, täpne piir on tugevasti liigi- ja perekonnaspetsiifiline. Eelnevat kinnitab ka Loydi *et al.* (2013) tehtud meta-analüüs, milles nad leidsid, et erineva veerežiimiga kooslustes on varisel seemnete idanemisele ja püsimisele erinev mõju. Kui niisketes ja parasniisketes rohumaakooslustes ei leitud olulist positiivset mõju, siis kuivadel rohumaadel või põua tingimustes oli see olemas (joonis 1.). Mõju oleneb ka varise kihi paksusest – väike kogus on tavaliselt soodne, suur kogus aga negatiivse mõjuga. Seejuures on suured seemned varise mõjule vastupidavamad kui väikesed. (Loydi *op cit.* 2013). Mida väiksem on seeme, seda väiksema tõenäosusega on seemnes nii palju toitaineid, et jõuaks kasvatada piisavalt pika idandi läbimaks varise kihti (Eckstein & Donath 2005). Lisaks toitainete sisalduse limiteerivale mõjule on idanemisel

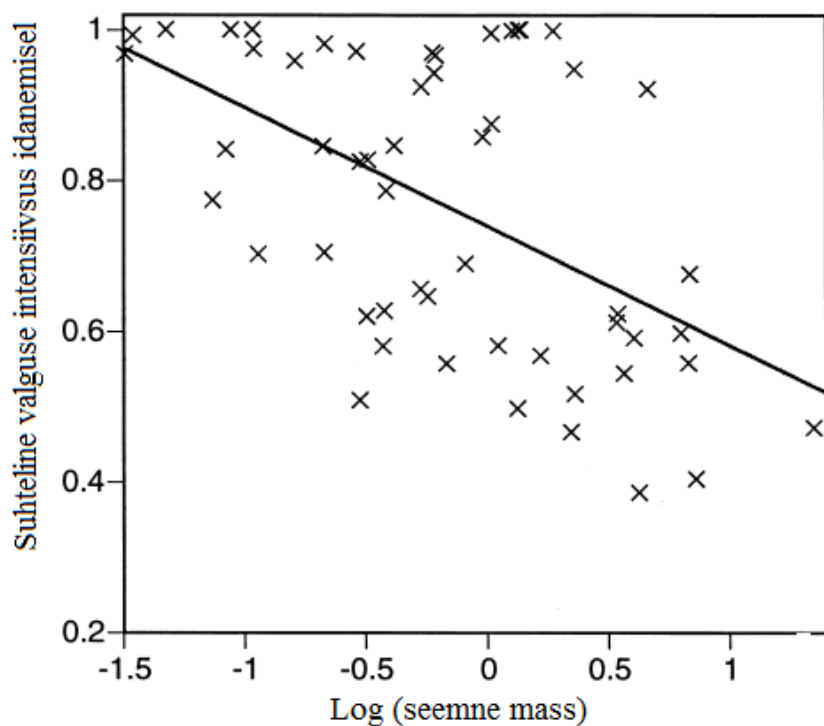
olulised ka valgustingimused, mille mõju on liigiti erinev. Osa seemneid võivad idaneda ka pimedas ning vajavad valgust alles pärast idanemist. Üldiselt on suuremad seemned väiksema valgusnõudlusega kui väikesed seemned (joonis 2.) (Milberg *et al.* 2000). Valguse mõju seemnete idanemisele sõltub ka koosluse suktsessioonilisest staadiumist. On selgunud, et varasuktsessionilised liigid on rohkem valgusest sõltuvad kui hilissuktsessionilised liigid (joonis 3.). Valguse vajadust idanemisel reguleerib fütokroomi sisaldus (Jensen & Gutkunst 2003).

Seemnete idanemist ja idandite arengut mõjutab ka varise tüüp, mis toimib niiskus-, valgus- ja temperatuuri tingimuste kaudu. Erinevat tüüpi varisel on erinev toitainete sisaldus ja allelopaatiline mõju (Xiong & Nilsson 1999).

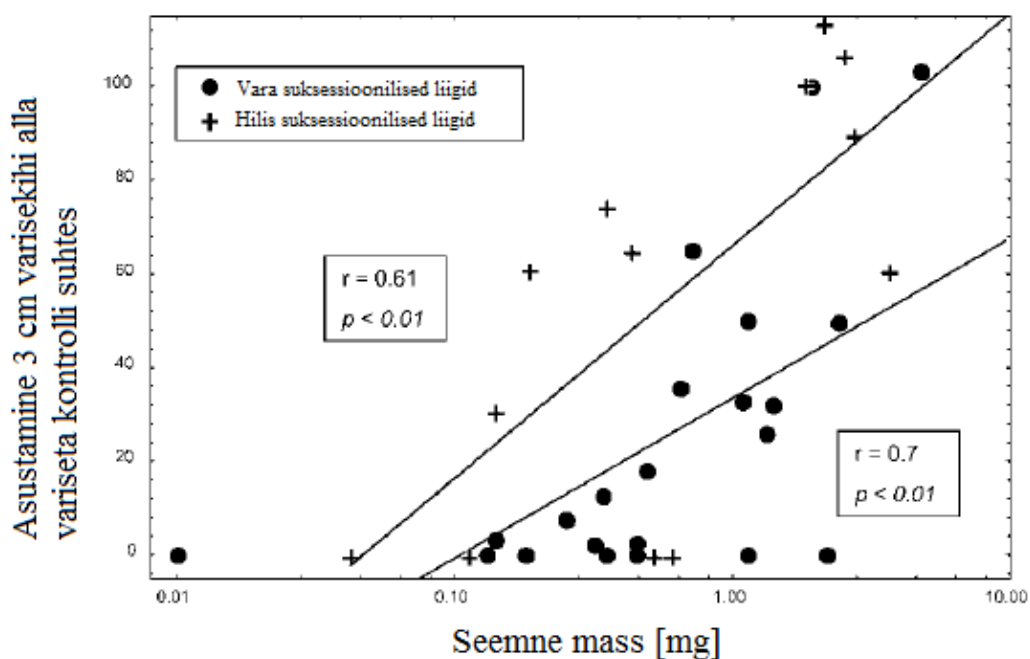
Peale varise mõjutavad idandeid veel rohu- ja samblarinne, mis varise kõrval võivad takistada seemnete jõudmist mullapinnale ning nende idanemist (Ekrtovà & Košnar 2012; Kolb & Brasch 2010). Samblarinne mõjutab idandeid sõltuvalt mitmetest teguritest erinevalt. Samblarinne stabiliseerib temperatuuri ja mõjutab niiskusrežiimi (Soudzilovskaia *et al.* 2011).



Joonis 1. Varise mõju seemnete idanemisele erinevates rohumaa kooslustes. Graafikul olevad numbrid näitavad katsealade arvu. Sulgudes on toodud uuringute arv (Loydi *et al.* 2013).



Joonis 2. Idanemiseks vajaliku suhtelise valguse intensiivsuse suhe seemnete massi (logaritmitud) (Milberg *et al.* 2000).



Joonis 3. 3 cm paksuse varisekihiga kaetud seemnete suhteline asustamine variseta kontrolli suhtes sõltuvalt seemne massist. Musta täpiga on tähistatud suksessiooniliselt varajased liigid ning ristidega suksessiooniliselt hilisemad liigid (Jensen & Gutkunst 2003).

Ekrtová ja Košnar (2012) leidsid, et ühe emajuure liigi (*Gentiana pannonica*) idanemist rohumaa koosluses soodustas samblarinde olemasolu ja takistas tihe rohurinne, eriti kõrreliste suur osatähtsus.

Siiski ei ole samblarinde mõju alati positiivne. Kui Kolb ja Brasch (2010) leidsid, et samblarindel on sarnane mõju kui õhukesel varisekihil, tagades keskpärased tingimused, siis Soudzilovskaia *et al.* (2011) uuringus oli samblavaibal tugevalt negatiivne mõju soontaimede seemnete idanemisele. Mõju suurus sõltus ka samblaliigist. Mõlemas eelmainitud eksperimendis leiti, et negatiivne mõju avaldub ainult seemnete idanemisele ja idandite väga varajases arengujärgus (Kolb & Brasch 2010; Soudzilovskaia *et al.* 2011).

Traditsioonilise niitude niitmise puhul ei teki maapinnale olulist varise kihti. Tänapäeval on majandamise meetodid muutnud (niitmine võib olla ebaregulaarne, ajaliselt hiline, heina kas purustatakse või jäetakse koristamata) ning see soodustab maapinnale varise kihi tekkimist (Mudrák *et al.* 2013).

1.1.4. Häiringute mõju idanditele

Rohumaade üheks põhiliseks majandamisviisiks ja tähelepanuväärse liigirikkuse põhjuseks on nende järjepidev niitmine. Niitmise tulemusel paraneb valguse kättesaadavus kõigile liikidele, väheneb biomassi produktsioon, rohurinde kõrgus, tekivad soodsamad tingimused uute liikide levikuks (Ryser *et al.* 1995, Moog *et al.* 2005, Ilmarinen *et al.* 2009, Liira *et al.* 2009, Mašková *et al.* 2009). Niitmise intensiivsus mõjutab erinevate taimerühmade vahekorda. Mõned uurimistulemused (Ryser *et al.* 1995, Bonanomi *et al.* 2009) on näidanud, et sagedam niitmine soosib rohundeid ja vähendab graminoidide osatähtsust.

Niitude traditsioonilisel majandamisel kaasneb niitmisega ka heina kokku riisumine, millel on samuti positiivne mõju rohurindele. Riisumisel eemaldatakse maapinnal olevad elus- ja surnud taimne materjal ning luuakse uutele liikidele sobivaid nišše. Tekkinud tühimikud on eelduseks uute seemnete idanemisele ning võivad seega muuta ka koosluse liigilist koosseisu (Bullock *et al.* 1995; Sánchez & Peco 2004; Ilmarinen *et al.* 2009; Zhang *et al.* 2012).

Zhang *et al.* (2012) leidsid, et tühimiku suurus ei mõjuta oluliselt seemnete idanemisprotsenti, samas oli see olulise mõjuga idandite elumusele: mida suurem oli

tühimik, seda suurem osa idanditest vegetatsiooniperioodi lõpuks ellu jäi. Idandid olid ka kõrgemad ja suurema biomassiga kui kontrollkatses. Selgus, et suuremates tühikutes oli kõrgem temperatuur kui väiksemates. Tühimike positiivne efekt on seletatav kõrgema niiskuse sisalduse, temperatuuri ja vähenenud naabertaimede konkurentsiga, olles üks tähtsamaid faktorid, mis mõjutavad seemnete idanevust, elumust ja kasvu. Naabertaimede olemasolu suurendab konkurentsi, vähendades vee ja vajalike mineraalainete kättesaadavust vähendades idandite kasvu. Kõrgem niiskusesisaldus on seletatav vegetatsiooni eemaldamisega kaasnenud suurema mulla poorsusega ja suurema infiltratsiooniga, kuna segavat varise ja vegetatsiooni kihti ei ole. Seeme sattumisel otse mullale on tagatud parem veega varustus, kergem ligipääs vajalikele mineraalainetele, väheneb konkurents luues soodsad tingimused seemikute arenguks. (Kolb & Brasch 2010; Zhang *et al.* 2012).

1.2. Töö eesmärk

Käesoleva töö eesmärgiks on selgitada varise- ja kulukihi mõju Eesti mesotroofsete rohumaade idandite arvule ja liikide arvule, soontaimede katvusele ja liikide arvule, sammalde katvusele ja sammalde liikide arvule. Seda probleemi on teiste piirkondade rohumaadel uuritud, kuid neid tulemusi ei saa otse kohaldada Eesti mesotroofsetele rohumaadele, sest konkreetses kasvukohas sõltub varise mõju varise tüübist, niiskustingimustest, kasvukohast ja konkreetsetest liikidest (Janeček & Lepš 2005; Kolb & Brasch 2010; Ekrtoová & Košnar 2012).

2. Materjal ja metoodika

2.1. Uurimisala kirjeldus ja välitööde metoodika

Uurimisala asub Põlvemaal, Taevaskoja külas, Ööbiku maaüksusel, koordinaatidega 58°6'36,4 põhjalaiust ja 27°4'36,4'' lõunalaiust. Katseala on rajatud 2003. a., mil tähistati kokku 40 püsiruutu suurusega 0,5 x 0,5 m. Igal aastal on ruutudele rakendatud 4 erinevat töötlust:

- 1) kevadel riisutud, suvel niidetud, hein koristatud (ruudud 1-10)
- 2) kevadel riisutud, suvel ja sügisel niidetud, hein (ruudud 11-20)
- 3) suvel niidetud, hein maha jäetud (ruudud 21-30)
- 4) suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud (ruudud 31-40).

Püsiruute ümbritsevat ala niideti iga-aastaselt 7-10 cm kõrguselt, juuli lõpus või augusti alguses. Prooviruute ümbritseb umbes 2 hektari suurune mesotroofne niidetav lammirohumaad (mulla pH 4,6 kuni 5,2). Üleujutused toimuvad umbes iga 10 kuni 12 aasta tagant (Liira *et al.* 2012). Igal aastal juulikuus on tehtud ruutude kirjeldused, mis sisaldavad rohu- ja samblarinde liikide loendit, nende katvust %-des, samuti kulu ja varise hinnangut %-des.

Välitööd idandite lugemiseks toimusid 25.-30. juunil 2013.a. Selleks loeti igal ruudul kõik seal esinevad rohundite idandid liikide kaupa. Enamus liike oli võimalik määrata kohapeal. Idandid, millel ei olnud veel kergesti määratavaid tunnuseid tekkinud, koguti ruutude kaupa vastavalt märgistatud paber-kottidesse ja määrati hiljem kameraalselt binokulaari abil. Määramisel kasutati vastavat käsiraamtu (Krall 1973). Graminoidide juveniile ei loendatud, sest nende puhul on raske tuvastada, kas tegu on seemnest või koloniaalselt paljunenud taimega. Sellisele probleemile on teistes uurimustes viidatud (nt. Mudrāk *et al.* 2013).

2.2. Andmetöötluse metoodika

Andmetöötlesse kaasati kaheksa erinevat parameetrit: idandite liikide arv, idandite arv, soontaimede liikide arv ja katvus %-des, varise katvus protsentides ning seemnetega paljunevate liikide idandite arv, kasutati veel N. Ingerpuu ja K. Vellaku andmeid sammalde katvuse ja liikide arvu kohta.

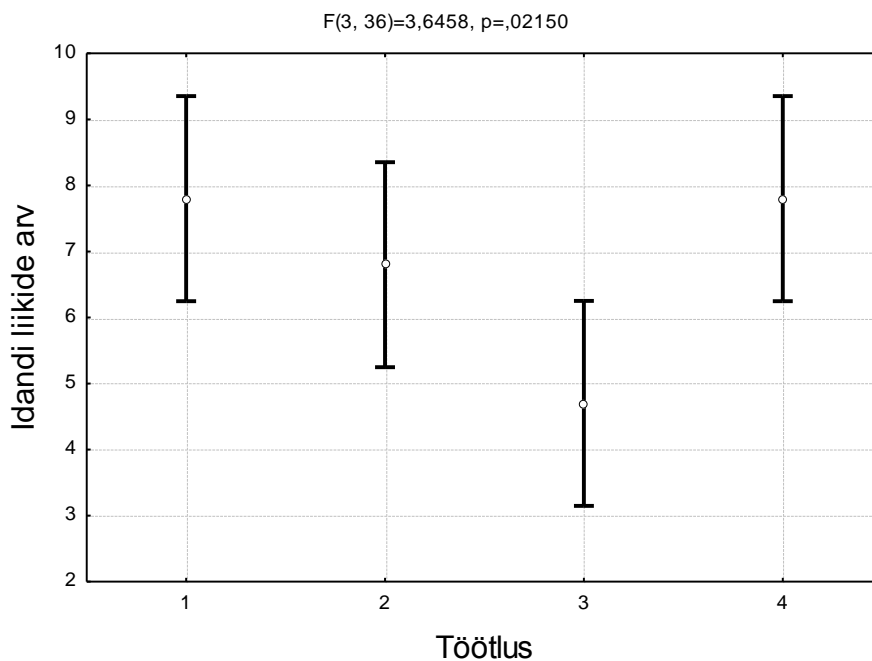
Ühefaktorilise dispersioonanalüüsiga (ANOVA) analüüsiti töötluste mõju eraldi järgnevatele parameetritele: idandite liikide arv, idandite arv, soontaimeliikide arv, soontaimede

katvus %-des, sammalde katvus %-des, samblaliikide arv. Idandite arvu suure varieeruvuse tõttu viidi idandite arv kümnendlogaritmiskaalasse, vähendades sellega varieeruvust ning muutes mõjud kergemini märgatavaks. Lisaks veel analüüsiti ühefaktorilise dispersioonanalüüsiga (ANOVA) töötluste mõju alla 1 mg kaaluvatele seemnetele ja üle 1 mg kaaluvatele seemnetele, seemnete kaalud saadi BIOLFLOrI andmebaasist (Koltz *et al.* 2002) ja Törok *et al.* (2013) uurimustööst. Üldise lineaarse mudeliga (GLM) analüüsiti töötluste mõju idandite arvule. Kuna idandite arvu üheks mõjutajaks on ka kohalik kooslus, siis valiti kovariaadiks püsiruututel kasvanud seemnetega paljunevate liikide arv, vähendamaks seemnete levi ja pikaajalise töötluste mõju idandite arvule. Nii ANOVA kui ka GLM analüüside puhul hinnati töötluste keskmiste erinevust kasutades Tukey testi. Ühefaktoriline dispersioonanalüüs (ANOVA) ja üldise lineaarse mudeli (GLM) analüüs ning Tukey testid viidi läbi kasutades andmetöötlusprogrammi Statistica (StatSoft, Inc. 2007).

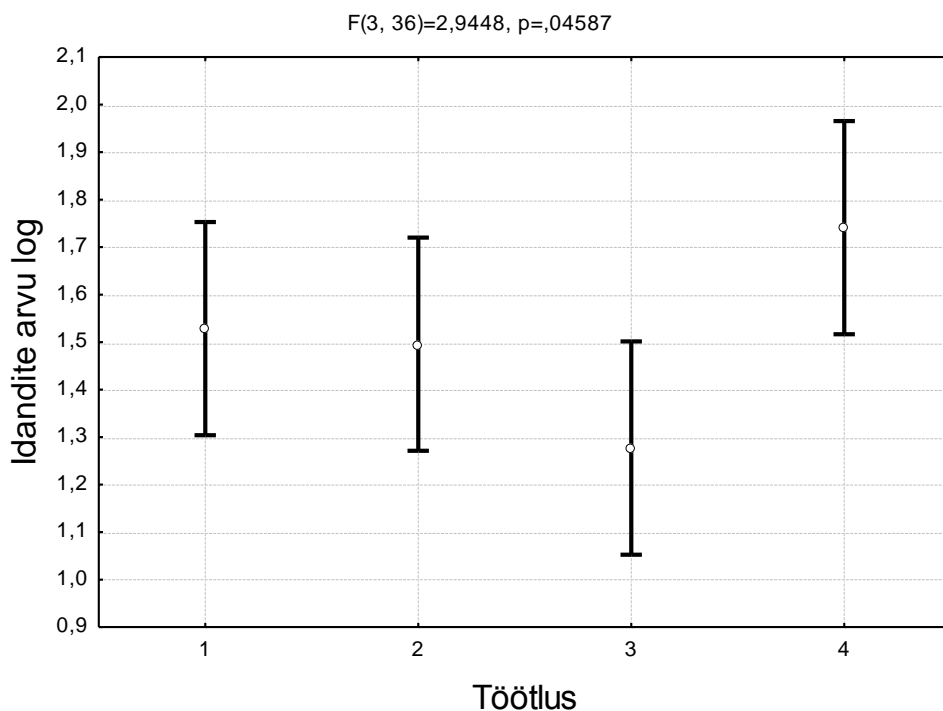
3. Tulemused

Kõigilt ruututelt kokku loendati kokku 1733 juveniili: 1. katsevariandis 446, 2. katsevariandis 415, 3. katsevariandis 272 ning 4. katsevariandis 600. Kokku leiti katseruutudelt 18 erineva liigi idandeid. Kõige arvukamalt esines külmamailase (*Veronica chamaedrys*) idandeid.

Töötluse mõju idandite liikide arvule oli statistiliselt oluline ($F_{3,36}=3,64$; $p=0,021$). Väikseim idandite arv oli kolmandas katsevariandis, kus suvel niideti ja hein jäeti maha. Töötluste keskmiste vahel Tukey testiga olulist erinevust ei leitud (joonis 4.). Logaritmitud idandite arvule osutus samuti töötluse mõju osutus oluliseks ($F_{3,36}=2,94$; $p=0,046$). Tukey testiga tuvastati oluline erinevus ($p = 0,026$) kolmanda ja neljanda töötluse keskmiste vahel (joonis 5.).

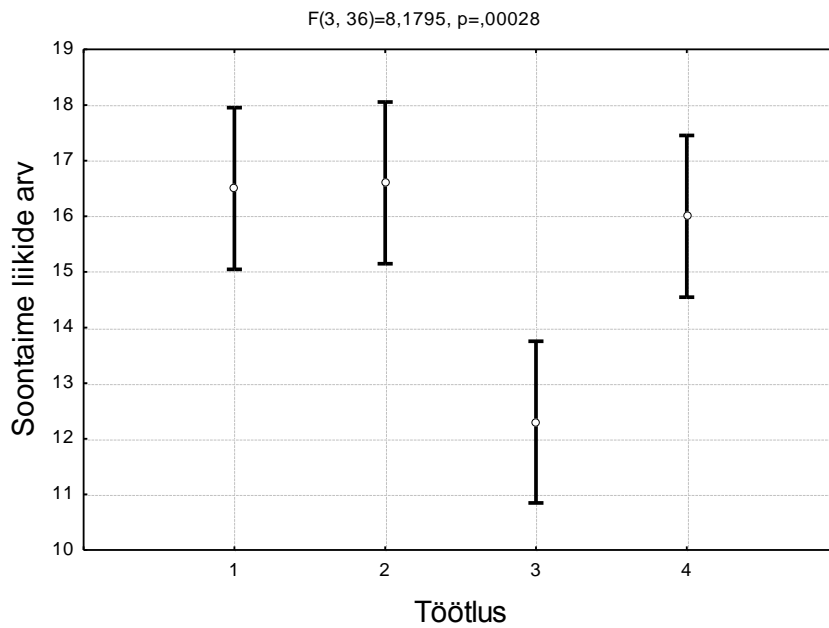


Joonis 4. Töötluste mõju idandite liikide arvule (95% usaldusintervallidega) ($F_{3,36}=3,64$; $p=0,021$). Töötlusted: 1. kevadel riisutud, suvel niidetud, hein koristatud, 2. kevadel riisutud, suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud, 3. suvel niidetud, hein maha jäetud 4. suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud.

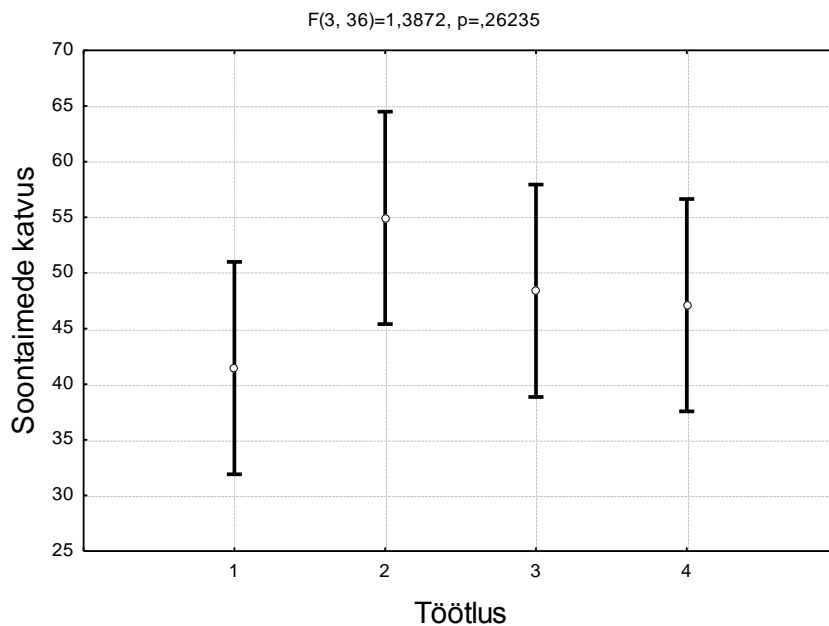


Joonis 5. Töötluste mõju idandite arvule (log) (95% usaldusintervallidega) ($F_{3,36}=2,94$; $p=0,046$). Töötlusted: 1. kevadel riisutud, suvel niidetud, hein koristatud, 2. kevadel riisutud, suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud, 3. suvel niidetud, hein maha jäetud, 4. suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud.

Soontaimede liikide arvule oli töötlusel oluline mõju ($F_{3,36}=8,17$; $p<0,001$). 3. katsevariandi keskmine liikide arv erines Tukey testi järgi 1.variandist ($p=0,001$), ($p=0,000$) ja 4. variandist ($p=0,004$) (joonis 6.). Töötluste olulist mõju soontaimede katvusele ei leitud ($F_{3,36}=1,39$; $p=0,262$) ja erinevate katsevariantide keskmised katvused Tukey testi järgi üksteisest ei erinenud (joonis 7.)

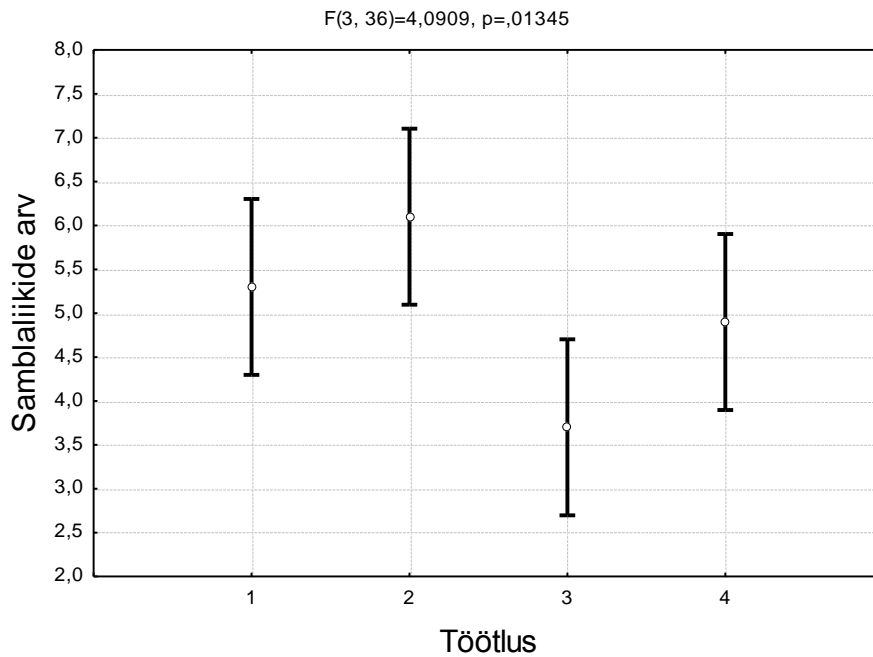


Joonis 6. Töötluste mõju soontaimeliikide arvule (95% usaldusintervallidega) ($F_{3,36}=8,17$; $p<0,001$). Töötlusted: 1. kevadel riisutud, suvel niidetud, hein koristatud, 2. kevadel riisutud, suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud, 3. suvel niidetud, hein maha jäetud, 4. suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud.

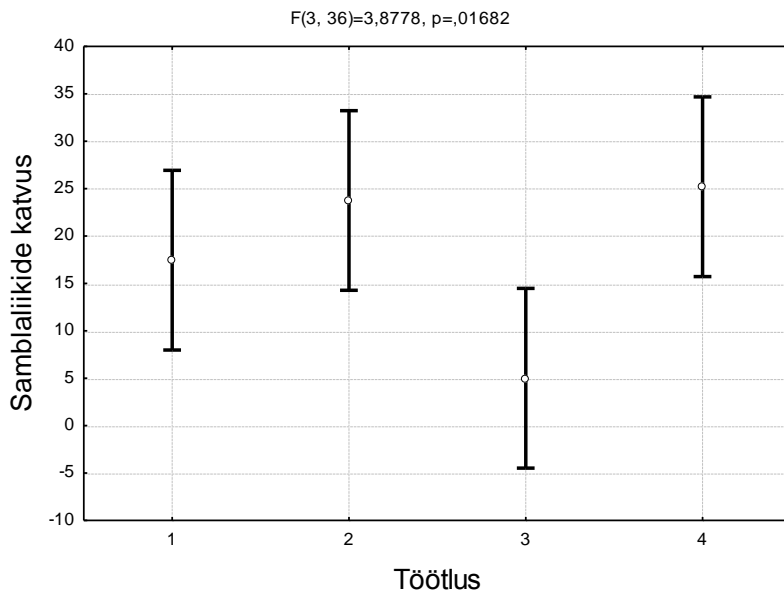


Joonis 7. Töötluste mõju soontaimede katvusele (95% usaldusintervallidega) ($F_{3,36}=1,39$; $p=0,262$). Töötlusted: 1. kevadel riisutud, suvel niidetud, hein koristatud, 2. kevadel riisutud, suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud, 3. suvel niidetud, hein maha jäetud 4. suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud.

Töötlustel leiti oluline mõju samblaliikide arvule ($F_{3,36}=4,09$; $p=0,013$). Tukey testi järgi erinesid 2 ja 3. katsevariandi keskmised väärtused ($p=0,008$) (joonis 8.). Töötlustel oli oluline mõju ka samblaliikide katvusele ($F_{3,36}=3,88$; $p=0,017$). Tukey testi järgi erinesid oluliselt 2. ja 3. katsevariandi keskmised väärtused ($p=0,035$) ning 3. ja 4. katsevariandi keskmised väärtused ($p=0,021$) (joonis 9.).

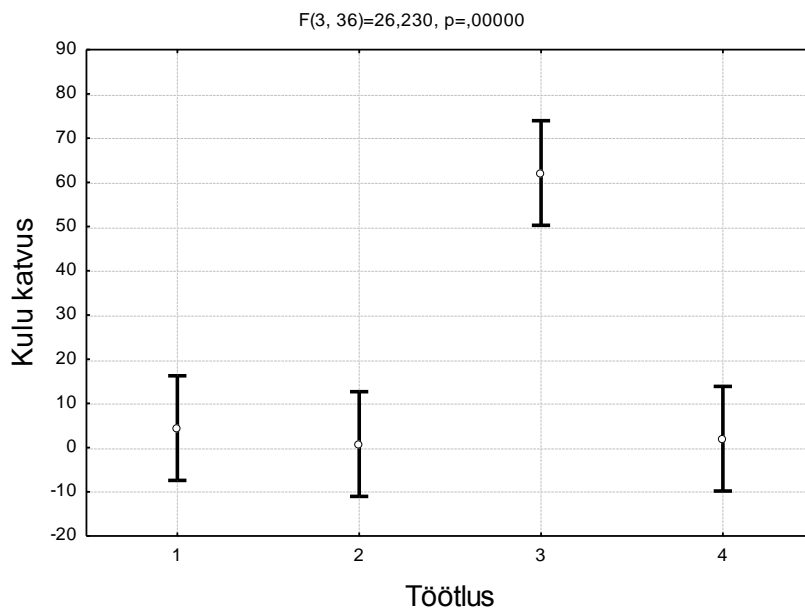


Joonis 8. Töötluse mõju samblaliikide arvule (95% usaldusintervallidega) ($F_{3,36}=4,09$; $p=0,013$). Töötlusted: 1. kevadel riisutud, suvel niidetud, hein koristatud, 2. kevadel riisutud, suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud, 3. suvel niidetud, hein maha jäetud, 4. suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud.



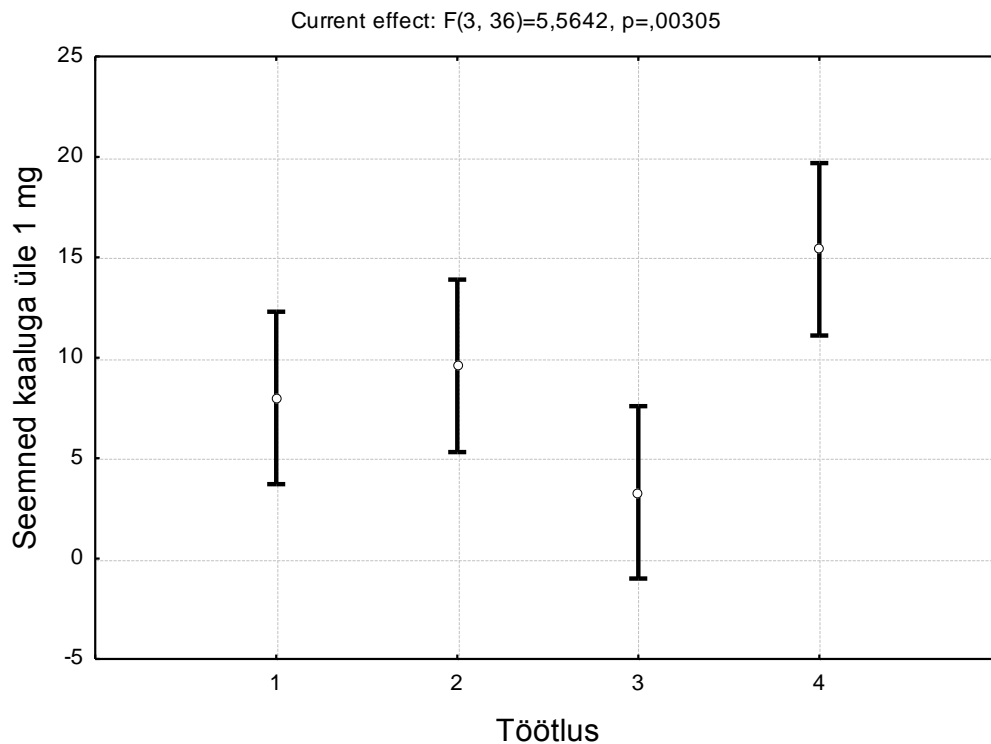
Joonis 9. Töötluse mõju samblaliikide katvusele (95% usaldusintervallidega) ($F_{3,36}=3,88$; $p=0,017$). Töötlused: 1. kevadel riisutud, suvel niidetud, hein koristatud, 2. kevadel riisutud, suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud, 3. suvel niidetud, hein maha jäetud, 4. suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud.

Töötlustel oli oluline mõju varise katvusele: 3. katsevariant erines oluliselt esimesest ($p=0,000$), teisest ($p=0,000$) ja neljandast ($p=0,000$) katsevariandist (joonis 10.).

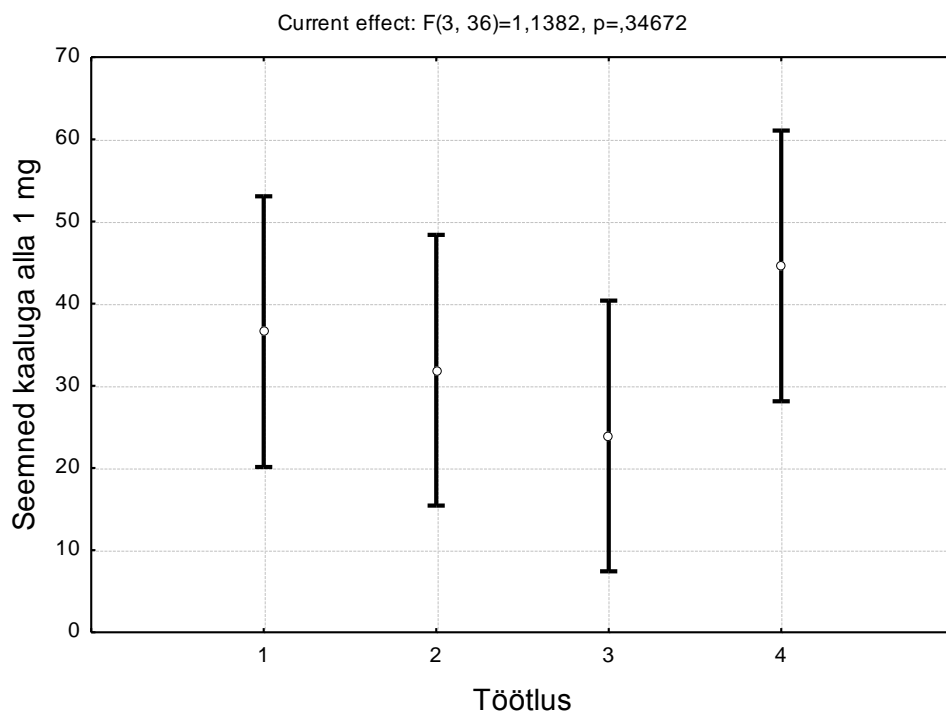


Joonis 10. Töötluse mõju kulu katvusele (95% usaldusintervallidega) ($F_{3,36}=26,23$; $p<0,0001$). Töötlused: 1. kevadel riisutud, suvel niidetud, hein koristatud, 2. kevadel riisutud, suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud, 3. suvel niidetud, hein maha jäetud, 4. suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud.

Töötlusel oli oluline mõju idandite arvule mille seemne kaal oli üle 1 mg. Tukey testi järgi oli 3. ja 4. töötluste keskmiste idandite arvude vahel oluline erinevus (joonis 11.). Idanditele mille seemne kaal oli alla 1 mg töötluste olulist mõõju ei tuvastatud(joonis 12.). Töötluste keskmiste vahel Tukey testiga olulist erinevust ei leitud.

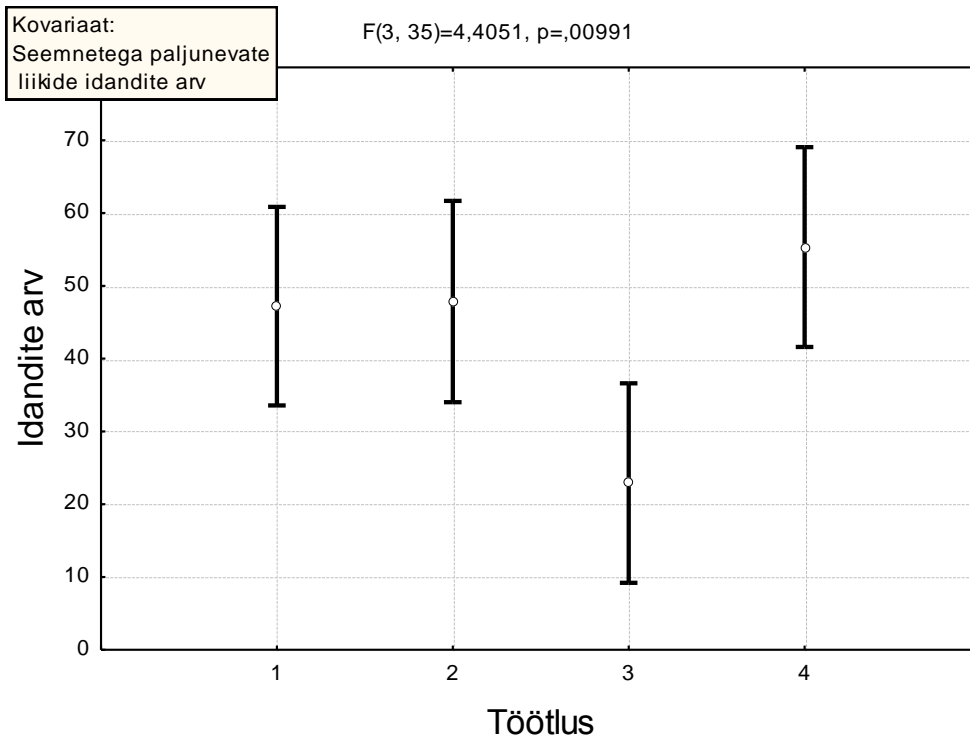


Joonis 11. Töötluste mõju idandite arvule seemne kaaluga üle 1 mg (95% usaldusintervallidega) ($F_{3,36}=5,56; p=0,003$). Töötlusted: 1. kevadel riisutud, suvel niidetud, hein koristatud, 2. kevadel riisutud, suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud, 3 suvel niidetud, hein maha jäetud, 4. suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud.



Joonis 12. Töötluste mõju idandite arvule seemne kaaluga alla 1 mg (95% usaldusintervallidega) ($F_{3,36}=1,14$; $p=0,346$). Töötlusted: 1. kevadel riisitud, suvel niidetud, hein koristatud, 2. kevadel riisitud, suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud, 3 suvel niidetud, hein maha jäetud, 4. suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud

Üldiste lineaarsete mudelite (GLM) analüüsi tulemusel, kus kovariaadiks oli seemnetega idanevate liikide arv, oli töötlusel oluline mõju idandite arvule ($F_{3,35}=4,40$; $p=0,009$). Tukey testi järgi oli oluline erinevus 3. ja 4. katsevariandi keskmistel väärtustel ($p=0,007$) (joonis 13.).



Joonis 13. Töötluste mõju idandite arvule, kovariaadiks seemnetega paljunevate liikide idandite arv (95% usaldusintervallidega) ($F_{3,35}=4,40; p=0,009$). Töötlusted: 1. kevadel riisutud, suvel niidetud, hein koristatud, 2. kevadel riisutud, suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud, 3 suvel niidetud, hein maha jäetud, 4. suvel ja sügisel niidetud, hein koristatud.

4. Arutelu

Mitmed varasemalt läbi viidud uuringud, nende seas kaks meta-analüüsi näitavad, et nii erinevatel niidu hooldusrežiimidel kui ka varisel on oluline mõju seemnete idanemisele ja idandite arvule (Xiong & Nilsson 1999, Loydi *et al.* 2013, Mudræk *et al.* 2013, Eckstein & Donath 2005). Käesoleva uuringu tulemusel leiti töötlustel oluline mõju (ANOVA) idandite arvule ja idandite liikide arvule. Kuna töötlusti rakendati ainult püsiruutudele, aga mitte ümbritsevatele aladele, oli kõigil töötlustel tagatud sarnane seemnete liigiline koosseis ja seemnete rohkus nagu ka Mudræki *et al.* (2013) läbi viidud katses. Idandite arv oli kõige väiksem 3. katsevariandis, kus suvel niideti ja hein jäeti maha. Idandite arvus kümnendlogaritmskaalal ilmnis oluline erinevus (Tukey test) 3. ja 4. katsevariandi vahel. Kuna 3. katsevariandis oli varise katvus oluliselt suurem nii 1., 2. kui ka 4. variandist, oli varise negatiivne mõju idandite arvule igati oodatav. Sarnase tulemuseni on jõutud ka varem läbi viidud uurimustes (Xiong & Nilsson 1999; Loydi *et al.* 2013). Samas on saadud tulemus küllaltki suure informatiivse väärtusega, kuna varise mõju sõltub paljudest erinevatest faktoritest nagu niiskusrežiim, varise tüüp ning ka koosluse liigilisest koosseisust, andes ettekujutuse ka Eesti mesotroofsete rohumaade reageeringust varise kihile (Xiong & Nilsson 1999). Idandite arvu oli suurim 4. katsevariandis, millest võib järeldada, et antud juhul korduv niitmine soodustas seemnete idanemist. Põhjuseks on ilmselt valguskonkurentsi vähenemine (Mašková *et al.* 2009) Idandite arvu võis mõjutada ka seemnete idanemiseks soodsate tühimike pindala muutus, mis pakuvad sobilikke regeneratsiooninišše, kuid oma osa on võib olla ka pärast niitmist heina koristamise tõttu vähenenud varise allelopaatilisel mõjul (Zhang *et al.* 2012, Mudræk *et al.* 2013).

Kuna töötlusteid on rakendatud küllaltki pikaajaliselt, alates 2003.a., tuli selgesti välja töötluste oluline mõju (ANOVA) soontaimede liikide arvule, sarnase tulemuse said ka Xiong ja Nilsson oma 1999. aasta meta-analüüsis. 3. katsevariandi soontaimeliikide arv erines oluliselt (Tukey test) kõigist kolmest ülejäänud katsevariandist, mis on seletatav kulu pikaajalise negatiivse mõjuga idandite kasvule ja nende edasisele elumisele, mõjutades seeläbi ka soontaimede liigirikkust. Kuigi töötlustel oli oluline mõju soontaimede liikide arvule, ei tuvastatud töötlustel olulist mõju (ANOVA) soontaimeliikide katvusele.

Töötluste oluline mõju avaldus ka samblaliikide arvus. Kahe äärmusliku katsevariandi, 2. ja 3. katsevariandi liikide keskmises arvus vahel leiti oluline erinevus (Tukey test). Sellest võib järeldada, et kulul on oluline mõju samblaliikide arvule ja samblaliikide arvukust mesotroofselt rohumaal tõstab ülemajandamist simuleeriv teine töötlus, kus kevadel riisuti, suvel ja sügisel niideti, hein koristati. Ülemajandamise positiivne efekt on seletatav paremate valgustingimuste ja väiksema valguskonkurentsiaga.

Töötluste oluline mõju avaldus (ANOVA) ka idandite arvule, mille seemnete mass oli suurem kui 1 mg. 3. ja 4. töötluste vaheline oluline erinevus näitab, et kulul oli negatiivne mõju seemnete idanemisele kaaluga üle 1 mg. Samas puudus töötlustel oluline mõju seemnete massiga alla 1 mg. Antud tulemus ei vasta mitmete varasemate uuringute tulemusele (Loydi *et al.* 2013, Eckstein & Donath 2005,). Seni läbi viidud uuringute tulemusel on suured seemned varise mõjule vastupidavamad kui väikesed (Loydi *et al.* 2013), väiksemal seemnel on seemnes vähe toitaineid ja seetõttu väiksemad seemned ei suuda suurema tõenäosusega nii pikaks kasvada läbimaks varise kihti (Eckstein & Donath 2005) ning väikesed seemned on üldiselt väiksema valguse nõudlusega kui suuremad seemned (Milberg *et al.* 2000). Erinevusi varasemate katsete tulemustega saab seletada granivooriaga (Clark *et al.* 2007), mille mõju on ilmselt suurematele seemnetele on olnud suurem või siis seemnete limitatsiooniga, kus seemneid küll toodetakse piisavas koguses, kuid seemned ei satu soblikesse kohtadesse (Rivers *et al.* 2011).

Lisaks läbiviidud analüüsi (GLM) tulemusel, kus kovariaadiks oli seemnetega paljunevate liikide arv, leiti, lisaks töötluste olulisele mõjule, et 3. ja 4. katsevariandi keskmised erinevad oluliselt (Tukey test) teineteisest. Sellest võib järeldada, et suvel ja sügisel niitmisel ning heina koristamisel, kui töötlustel, mis on küllalt sarnane traditsioonilistele majandamisel, on kõige positiivsem mõju idandite arvule.

Käesolevas töös on idandeid loetud vaid ühel aastal ning seetõttu ei saa teha üldisemaid järeldusi. Sam probleemi on mainitud ka teistes samalaadsetes töödes (Mudræk *et al.* 2013). Kuna varasematest uuringutest on teada, et vastavalt niiskusrežiimile, mida mõjutab suuresti sademete hulk, võib varise mõju idanditele olla nii negatiivne kui ka positiivne. Seetõttu ei saa öelda, milline töötluste variant oleks läbi mitme aasta idandite seisukohast parim ja kas varise mõju võib põuastel aastatel olla hoopis positiivne ja seda kas väga kuivades tingimustes või väga õhukese kihi korral. Siiski Xiong ja Nilsson (1999) leiavad, et kulu positiivset mõju

esineb väga harva ja 3 kuni 4 vegetatsiooniperioodi pikkustel uuringutel kaalub varise negatiivne mõju üles positiivsed mõjud. Seetõttu võib olla, et mõnedel väga sademetevaestel aastatel võiks kaaluda niidetud heina maha jätmist või multšimist. Kuna antud töö jättis mitmed küsimused lahtiseks, vajaks see teema põhjalikumat edasist uurimist.

Kokkuvõte

Käesolev töö andis ülevaate varise mõjust rohundite idanditele. Töö eksperimentaalses osas olid suurima tähelepanu alla varise- ja kulukihi ning erinevate hooldusrežiimide mõju idandite arvule. Töö eksperimentaalne osa viidi läbi Lõuna-Eestis Ahja jõe mesotroofsel iga-aastaselt niidetaval lammirohumaal, kus rakendati erinevaid töötusi selgitamiseks idanditele kõige positiivsemalt mõjuvat hooldusrežiimi ja kulu mõju idanditele. Uuriti rehitsemise, erinevate niitmise aegade ja heina maha jätmise mõju idandite liikide arvule, idandite arvule, soontaimedeliikide arvule, soontaimede katvusele, samblaliikide arvule, sammalde katvusele ja varise katvusele. Graminoidide juveniile ei loendatud, sest nende puhul on raske tuvastada, kas tegu on seemnest või koloniaalselt paljunenud taimega. Töötusi oli rakendatud 10 aasta vältel.

Töö tulemusel selgus varise mõju negatiivne idandite arvule. Kulu negatiivne mõju avaldus ka sammalde katvusele ning sammalde ja soontaimede liigirikkusele. Negatiivne mõju avaldus ka idanditele, mille seemne mass oli üle 1 mg. Soontaimede katvust ükski töötlus oluliselt ei mõjutanud.

Kuigi kaks korda aastas niitmine koos heina koristamisega avaldas idandite arvule kõige positiivsemat mõju, ei saa üheaastase katse tulemusel väita, et antud hooldusrežiim oleks pikas perspektiivis kõige positiivsema mõjuga, kuid andis siiski ettekujutuse, kuidas Eesti mesotroofsete lammirohumaade taimede idandid erinevatele hooldusrežiimidele reageerivad. Seetõttu vajab antud teema edasist uurimist.

Summary

Effects of different management regimes on meadow seedlings community

The current study provides an overview of how litter and different management regimes affect seedlings community. A field work was carried out on mesophytic grassland near the Ahja River in south Estonia. Different treatments were applied to study how treatments of different management regimes affect seedlings community. Raking, mowing, mulching (cutting without hay removal) was varied. The number of seedlings was counted, coverage of litter, vascular plants and mosses was estimated. We counted not graminoid seedlings, because it was difficult to make a difference on colonial and seedling offspring of graminoids.

Work revealed negative effect of litter on the number of seedlings. Litter affected negatively also the coverage of mosses, species richness of mosses and vascular plants. Negative effect of litter was also found on seedlings number with seed weight over 1 mg. Vascular plants coverage was not affected by any treatment.

Despite the fact that mowing twice a year with hay removal had most positive effect on seedlings, the long-term effect of litter cannot be stated, but this study gave a valuable information how Estonian mesophytic grassland seedling community respond on different management regimes.

Tänuavaldused

Täna oma juhendajat Elle Roosalustet hindamatu abi eest selle töö valmimisel. Samuti tänan ma Nele Ingerpuud ja Kai Vellakut samblarinde andmete eest ja kõiki teisi kes andsid oma osa antud töö valmimisel.

Kasutatud kirjandus

Baeten L., Jacquermyn, H., van Calster, H., van Beek, E., Devlaeminck, R., Verheyen, K., & Hermy, M. 2009. Low recruitment across life stages partly accounts for the slow colonization of forest herbs. *J. of Ecol.* 97:108-117.

Bonanomi, G., Caporaso, S., & Allegrezza, M. 2009. Effects of nitrogen enrichment, plant litter removal and cutting on a species-rich Mediterranean calcareous grassland. *Plant Biosystems* 143: 443-455.

Bullock, J.M., Hill, B.C., Silvertown, J., & Sutton, M. 1995. Gap colonization as a source of grassland community change – effects of gap size and grazing on the rate and mode of colonization by different species. *Oikos* 72: 273-282.

Clark, C. J., Poulsen, J. R., Levey, D. J., & Osenberg, C. W. 2007. Are plant populations seed limited? A critique and meta-analysis of seed addition experiments. *Am.Nat.* **170**: 128-142.

Eckstein, R. L., & Donath, T. W. 2005. Interactions between litter and water availability affect seedling emergence in four familiar pairs of floodplain species. *J. of Ecol.* **93**: 807-816.

Ekrtoová, E., & Košnar, J. 2012. Habitat-related variation in seedling recruitment of *Gentiana pannonica*. *Acta Oecol.* **45**: 88-97.

Grubb, P. J. 1977. The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biol. Reviews* **52**:107–145.

Harper, J.L. 1977. *Population ecology of plants*. Academic Press, London.

Ilmarinen, K., Mikola, J., Nissinen, K., & Vestberg, M. 2009. Role of soil organisms in the maintenance of species-rich seminatural grasslands through mowing. *Rest. Ecol.* 17:78-88.

Janeček, Š., & Lepš, J. 2005. Effect of litter, leaf cover and cover of basal internodes of the dominant species *Molinia caerulea* on seedling recruitment and established vegetation. *Acta Oecol.* **28**: 141-147.

Jensen, K., & Gutekunst, K. 2003. Effects of litter on establishment of grassland plant species: the role of seed size and successional status. *Basic and Appl. Ecol.* **4**: 579-587.

Kolb, A., & Barsch, K. 2010. Environmental factors and seed abundance influence seedling emergence of a perennial forest herb. *Acta Oecol.* **36**: 507-513.

Krall, H. 1973. Rohumaataimede tõusmed. Liblikõielised ja rohunid. Valgus, Tallinn.

Liira, J., Issak, M., Jõgar, Ü., Mändoja, M., & Zobel, M. 2009. Restoration management of a floodplain meadow and its cost-effectiveness – the results of a 6-year experiment. *Ann. Bot. Fenn.* **46**: 397-408.

Loydi A., Eckstein R. L., Otte A. & Donath T. W. 2013. Effects of litter on seedling establishment in natural and semi-natural grasslands: a meta-analysis. *J. of Ecol.* **101**: 454-464.

Mašková, Z., Doležal, J., Květ, J., Zemek, F. 2009. Long-term functioning of a species-rich mountain meadow under different management regimes. *Agric., Ecosyst. and Environ.* **132**: 192-202.

Milberg, P., Andersson, L., & Thompson, K. 2000. Large-seeded species are less dependent on light for germination than small-seeded ones. *Seed Sci. Res.* **10**: 99-104.

Moles, A.T., & Westoby, M. 2004. What do seedlings die from and what are the implications for evolution of seed size? *Oikos* **106**:193-199.

Moog, D., Kahmen, S., & Poschlod, P. 2005. Application of CSR- and LHS-strategies for the distinction of differently managed grasslands. *Basic and Appl. Ecol.* **6**: 133-143.

Mudrak, O., Dolezal, J., Hajek, M., Dancak., M., Klimes, L., & Klimesova; J. 2013. Plant seedling in a species-rich meadow: effect of management, vegetation Type and functional traits. *Appl. Veg. Sci.* 16:286-295.

Poulsen, J.R., Osenberg, C.W., Clark, C.J., Levey, D.J., & Bolker, B.M. 2007. Plants as reef fish:fitting the functional form of seedling recruitment. *Am. Nat.* 170:167-183.

Rivers, D.O., Kendrick, G.A., & Walker, D.I. 2011. Microsites play an important role for seedling survival in the seagrass *Amphipolis antarctica*. *J. of Exp. Marine Biol. and Ecol.* 401:29-35.

Ryser, P., Langenauer, & R., Gigon, A. 1995. Species richness and vegetation structure in a limestone grassland after 15 years management with six biomass removal regimes. *Folia Geobot. et Phytotax., Praha* 30: 157-167.

Sanchez, A. M., & Peco, B. 2004. Interference between perennial grassland and *Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata* seedlings: a case of spatial segregation caused by competition. *Acta Oecol.* 26: 39-44.

Simonetti, J. A., Grez, A. A., Celis-Diez, J. L., & Bustamante, R. O. 2007. Herbivory and seedling performance in a fragmented temperate forest of Chile. *Acta Oecol.* 32: 312-318.

Soudzilovskaia, N. A., Graae, B. J., Douma, J. C., Grau, O., Milbau, A., Shevtsova, A., Wolters, L. & Cornelissen, H. C. 2011. How do bryophytes govern generative recruitment of vascular plants? *New Phytologist* 190: 1019-1031.

StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.

Zhang, M. Y., Huang, D., Wang, K., Zhang, Y. J., Wang, C. J., Wang, R. C., & You, Y. L. (2012) Grassland gap effects of *Elymus dahuricus* Turcz. Seedling emergence, survival and growth. *J. of Arid Environ.* 77: 11-16.

Török, O., Miglécz, T., Valkó, O., Tóth, K., Kelemen, A., Albert, Á.-J., Matus, G., Molnár, V., Ruprecht, E., Papp, L., Deák, B., Horváth, O., Takács, A., Hüsel, B., & Tóthmérész, B. 2013 New thousand-seed weight records of the pannonian flora and their application in analysing social behaviour types *Acta Botanica Hungarica* **55(3-4)**: 429-472.

Xiong, S., & Nilsson, C. 1999 The Effects of plant litter on vegetation: a meta-analysis. *J. of Ecol.* **87**: 984-994.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, _____ Rainer Paal _____,
(*autori nimi*)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
_____ Erinevate niiduhoidusrežiimide mõju taimede idandite
arvule _____,
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on _____ Elle Roosaluste _____,
(*juhendaja nimi*)

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu 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.

Tartus, **27.05.2013**