



EESTI MAAÜLIKOOL  
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Tea Haugjärv

**HERBITSIIDI TAIFUN B MÕJU RÖÖVTOIDULISTE  
JOOKSIKLASTE LIKUMISELE JA TOITUMISELE**  
HERBICIDE TAIFUN B EFFECT ON THE LOCOMOTION AND  
FEEDING OF PREDATORY GROUND BEETLES

Juhendajad: Anne Must PhD

Karin Nurme PhD

Tartu

2021

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Tea Haugjärv		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Herbitsiidi Taifun B mõju röövtoiduliste jooksiklaste liikumisele ja toitumisele			
Lehekülgi: 30	Jooniseid: 5	Tabeleid: 0	Lisaid: 1
Osakond / Õppetool: Taimetervise õppetool ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: B250; B380; B434 Juhendaja(d): Anne Must PhD, Karin Nurme PhD Kaitsmiskoht ja -aasta: Eesti Maaülikool, 2021			
<p>Põllumajanduse intensiivistumine on kaasa toonud erinevate taimekaitsevahendite laialdasema kasutamise. Pestitsiididest kasutatakse kõige rohkem glüfosaadil põhinevaid herbitsiide. Neil võib aga olla negatiivne mõju maapinnal liikuvatele röövtoidulistele putukatele. Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk oli selgitada glüfosaadil põhineva herbitsiidi Taifun B mõju kirju-ketasjooksiku <i>Anchomenus dorsalis</i> lokomotoorsele ja toitumise aktiivsusele. Jooksiklasi töödeldi Taifun B põllukontsentratsiooniga (toimeaine 4,86 g/L ja 10,8 g/L) sissekastmismeetodil. Laboratoorsed katsed kestsid kaks päeva, mille käigus filmiti mardikate käitumist 4 tunni jooksul. Andmete analüüsimiseks kasutati EthoVision XT Version 11 ja STATISTICA 13.3. Tulemused näitasid, et herbitsiid põhjustas jooksiklastel lühiajalist lokomotoorset hüpoaktiivsust. Päeva möödudes jooksiklaste normaalne liikumisaktiivsus taastus. Lisaks leiti, et glüfosaat mõjutas nende toitumisaktiivsust. Esimesel päeval vahetult pärast glüfosaadiga töötlust sõid mardikad poole vähem toitu kui kontrollrühma putukad. Teiseks päevaks sõid herbitsiidiga töödeldud mardikad sama palju kui kontroll, kuid toiduala külastasid kordades vähem. Pärssiv mõju putukate toitumisele ja liikumisele võib põhjustada nende populatsiooni vähenemise. Tulevikus võiks teha katseid, mille eesmärk oleks selgitada herbitsiidi pikemaajalist mõju röövtoidulistele jooksiklastele.</p>			
Märksõnad: pestitsiidid, glüfosaadil põhinevad herbitsiidid, kirju-ketasjooksik, liikumisaktiivsus, toitumisaktiivsus.			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Bachelor's Education Thesis	
Author: Tea Haugjärv		Curriculum: Production and marketing of agricultural products	
Title: Herbicide Taifun B effect on the locomotion and feeding of predatory ground beetles			
Pages: 30	Figures: 5	Tables: 0	Appendixes: 1
Department / Chair: Plant Health Field of research and (CERC S) code: B250; B380; B434 Supervisors: Anne Must PhD, Karin Nurme PhD Place and date: Tartu, 2021			
<p>The intensification of agriculture has led to the wider use of various plant protection products, which contributes to higher yields and better crop quality. Of the pesticides, glyphosate-based herbicides are the most widely used to control weeds, however, they have some negative impact on non-target organisms (including ground beetles) that provide ecosystem services. The aim of this bachelor's thesis was to examine the effect of the herbicide Taifun B on <i>Anchomenus dorsalis</i> locomotion and feeding activities. Beetles were treated with Taifun B field concentration (active ingredient 4.86 g / L and 10.8 g / L) by the immersion method. Laboratory experiments lasted two days, during which the behavior of the beetles was filmed for 4 hours. EthoVision XT version 11 and STATISTICA 13.3 were used in data analysis. Experiments revealed that the beetles had hypoactivity on the first day, but had recovered by the second day. In addition, glyphosate was found to increase their nutritional activity. First-day glyphosate-treated beetles ate half as much as control insects. By the second day, the amounts of food were similar to other processing groups, but the number of visits to the food area had decreased. Experiments have shown that Taifun B strong solution affects negative the feeding activity of <i>A. dorsalis</i>. There was no effect on the locomotor and feeding activity of beetles treated with a weaker solution. The inhibitory effect on the diet and movement can reduce insects population. In the future, experiments with a longer duration could be performed to see if a lower concentration adversely affects the multicausal drive.</p>			
Keywords: pesticides, glyphosate-based herbicides, <i>Anchomenus dorsalis</i> , locomotor activity, feeding activity			

# SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. KASULIKE PUTUKATE OLULISUS, ARVUKUSE LANGUS JA SELLE VÕIMALIKUD PÕHJUSED.	7
2. TAIMEKAITSE PÕLLUMAJANDUSES	8
2.1. Pestitsiidid põllumajanduses, nende mõju keskkonnale ja integreeritud kahjuritõrje	8
2.2. Glüfosaadil põhinev herbitsiid	9
2.3. Glüfosaadi mõju lülijalgsetele	10
3. MATERJAL JA METOODIKA	12
4. TULEMUSED	14
4.1. Taifun B mõju kirju-ketasjooksiku liikumisaktiivsusele	14
4.2. Taifun B mõju kirju-ketasjooksiku käitumistele toiduga varustatud areenil	15
4.2.1 Mõju liikumisaktiivsusele	15
4.2.2. Mõju toitumisele	16
4.2.3. Mõju toiduala külastussagedusele	17
4.2.4. Mõju toidualal viibitud ajale	18
5. ARUTELU	19
KOKKUVÕTE	21
KASUTATUD KIRJANDUS	23
LISAD	28

## SISSEJUHATUS

Põllumajandussüsteemide üks olulisemaid loomarühmi on lüljalgsed, kes võivad suurendada põllumajanduslikku saagikust, pakkudes kahjuritõrjet ja tolmeldamist (ökosüsteemiteenused) (Robinson jt., 2021). Uuringutest on selgunud, et viimastel aastakümnetel on putukate arvukus vähenenud, mille põhjusteks peetakse intensiivistunud põllumajandust, erinevate taimekaitsevahendite kasutamist ja kliimamuutusi (Balmori., 2021).

Erinevad kahjustajad (putukad, umbrohud ja taimehaigused) on olnud põhiprobleemiks põllumajanduses. Nad on võimelised hävitama põllukultuure, mille läbi väheneb saagi kvaliteet ja saagikus (Mwema jt., 2019). Selleks, et kahjusid vähendada kasutatakse laialdaselt pestitsiide (Pan jt., 2021).

Süntetilised herbitsiidid töötati välja 20. sajandi keskel ning on mõeldud soovimatute taimede kasvu takistamiseks (Mesnage jt., 2021). Herbitsiidide kasutamine põllukultuuride tootlikkuse suurendamiseks võib olla kahjulik ka keskkonnale, sest aine jõuab lisaks taimedele ka mulda (toimub mulla kvaliteedi halvenemine). Mullal ja mullas puutuvad herbitsiidiga kokku ka kasulikud putukad, kes pakuvad mitmeid ökosüsteemiteenuseid (Vommaro jt., 2021).

Jooksiklasi (kuuluvad lüljalgsete hõimkonda ja mardikaliste seltsi) on maailmas väga palju erinevaid liike, nad aitavad kaasa bioloogilisele tõrjele. Näiteks aitavad nad kaasa umbrohu hävitamisele ning samuti toituvad nad erinevatest kahjuritest (Bohan jt., 2011).

Põllumajanduses on kõige laialdasemalt kasutatav mitteselektiivne herbitsiid glüfosaat, mida hakati turustama 1970ndatel aastatel (Clapp., 2021). Ainel on ainulaadne võime hävitada umbrohuliike, sest häirib valkude sünteesi ja see lõpeb taime surmaga. Glüfosaati peetakse mittetoksiliseks aineks, aga paljud uuringud on näidanud, et sellel võib olla otsene või kaudne toksiline mõju mullaorganismidele, veeorganismidele ja ka imetajatele (Gao jt., 2021).

Selleks, et putukate olukorda parandada peaksid tootjad leidma säästva majandamise lähenemisviisiid, mis tasakaalustaks nõudluse saagikuse, kvaliteedi ja stabiilsuse järele ning

toetavad bioloogilist mitmekesisust, minimeerides samal ajal ka pestitsiidide kasutamist (Brandmeier jt., 2021). Üheks võimalikuks võimaluseks on kasutada integreeritud taimekaitset (Karlik jt., 2003).

Käesoleva uurimistöö eesmärk oli selgitada glüfosaadil põhineva herbitsiidi Taifun B mõju röövtoiduliste kirju-ketasjooksiku *Anchomenus dorsalis* (Coleoptera: Carabidae) liikumisele ja toitumisele.

Töö hüpoteesid olid järgmised:

- 1) herbitsiid Taifun B kutsub esile muutusi röövtoidulise kirju-ketasjooksiku lokomotoorses aktiivsuses.
- 2) herbitsiid Taifun B pärsib röövtoidulise kirju-ketasjooksiku toitumisaktiivsust.

# **1. KASULIKE PUTUKATE OLULISUS, ARVUKUSE LANGUS JA SELLE VÕIMALIKUD PÕHJUSED.**

Putukad on maapealse bioloogilise mitmekesisuse peamine komponent, kes pakuvad olulisi ökosüsteemiteenuseid: lagundades orgaanilist ainet (eriti metsades), osaledes toitainete ringluses, tolmeldamises ning kahjurite bioloogilises tõrjes (Brandmeier jt., 2021). Näiteks paljud mardikad toituvad röövikutest, vastsetest, kahjurite munadest ja taimede seemnetest (Larsen jt., 2003).

Tänapäeva põllumajanduse ökosüsteemis on kõige arvukam ja tähtsam röövtoiduliste putukate sugukond jooksiklased (Januschke jt., 2011), nad kuuluvad lüljalgsete hõimkonda ja mardikaliste seltsi (Haberman., 1968). Maailmas on neid üle 40 000 tuhande liigi (Larsen jt., 2003). Paljud neist aitavad reguleerida põllumajanduses umbrohtuvust toitudes erinevatest umbrohuseemnetest (Kieran., 2020) ja ka piiravad kahjurite populatsioone, süües erinevaid putukaid, limused (Januschke jt., 2011).

Kahjuks mõjutavad putukaid negatiivselt inimjõud hävitades nende looduslikke elupaikasad. Herbivoorsetele putukatele pakuvad taimed toitu, aga ka röövtoidulised putukad täiendavad oma dieeti taimse söögiga. Samuti pakuvad taimed erinevatele lüljalgsetele peidupaikasad (Corcos jt., 2021). Sellest tulenevalt võiksid põllumehed rajada põllumajandusmaastikele metsalillealasad või jätta osa põlde poollooduslikeks elupaikadeks, et parandada lüljalgsete elupaikade tingimusi (Hoffmann jt., 2021).

Putukate arv on viimase aastakümnete jooksul vähenenud (Redhead jt., 2021). Vähenemise põhjusteks peetakse sünteetiliste pestitsiidide laialdast kasutamist. Näiteks taimekaitsevahendid reostavad mulda, milles putukad elavad. Samuti põhjustab seda ka kliimamuutused, mis on kaasa toonud võõrliikide sisserände, mis tekitavad konkurentsi põlisliikidega. Lisaks on vähenemist soodustanud põllumajanduse intensiivistumine, sest putukad on maakasutuse suhtes kõige tundlikumad (Dar jt., 2021)

## 2. TAIMEKAITSE PÕLLUMAJANDUSES

### 2.1. Pestitsiidid põllumajanduses, nende mõju keskkonnale ja integreeritud kahjuritõrje

Pestitsiidi on anorgaaniliste ja orgaaniliste kemikaalide rühm, mis võivad sisaldavad ühte või mitut toimeainet, mis muudavad need sihtorganismidele mürgisteks kemikaalideks (Wolejko jt., 2020; Mwema jt., 2019). Neid kasutatakse põllumajanduses, aianduses või maa-aladel, kus on vaja hävitada kedagi (taimed/kahjurid). Peamiselt jagatakse pestitsiidid kolmeks: herbitsiidid, mida kasutatakse umbrohutõrjeks; insektitsiidid, mida kasutatakse kahjurite tõrjeks ja fungitsiidid, mida kasutatakse seenhaiguste tõrjeks. Erinevaid taimekaitsevahendeid on kasutatud juba 1950. aastast (Hassaan jt., 2020).

Elanikkonna suurenemise tõttu on vaja rohkem kasvatada toitu, mis omakorda avaldab tugevat survet põllumajandustootmisele. Sellest tulenevalt on suurenenud agrokemikaalide, sealhulgas pestitsiidide kasutamine, et säilitada põllukultuuride tootlikkus ja vältida kadusid (Triques jt., 2021). 2017. aasta kasutati maailmas üle 4 185 592 tonni, 2018. aastal 4 141 023 tonni ning 2019 aastal. 4 190 985 tonni pestitsiide (FAOSTAT., 9.08.2021).

Erinevad uuringud on tõestanud, et pestitsiidide kasutamisel on negatiivne mõju nii inimeste tervisele kui ka keskkonnale (Lengai jt., 202). Sellest tulenevalt on alternatiivseks lähenemisviisiks integreeritud kahjuritõrje (*Integrated Pest Management* ehk IPM ), mis soosib mittekeemilisi lähenemisviise. Kui on tarvis kasutada pestitsiide, siis valitakse töötlemisviisid sellised, et need oleksid keskkonnasõbralikumad ning avaldaks minimaalset negatiivset mõju röövtoidulistele putukatele ning parasitoididele (Karlik jt., 2003). IPM loodi 1950ndate aastate lõpul, mis oli inspireeritud sünteetiliste pestitsiidide liigsest kasutamisest (Brunner., 2014).

Taimekaitsevahendite suurenenud kasutamine on kaasa toonud põllumajandusliku mulla kvaliteedi halvenemise hävitades seal ökoloogilisi tsükleid: orgaanilise materjali lagunemist, süsiniku sidumist, toitainete ringlust, mulla kahjurite pärssimist ja mullaviljakust (Bhandari jt., 2021). Pinnasesse sattudes läbivad pestitsiidid erinevad füüsikalisi - keemilised ja bioloogilised protsessid, mis hõlmavad adsorptsiooni ja desorptsiooni mullas, lagunemist ning taimede omastamist. Uuringute käigus on välja tulnud, et pinnases leiduvad pestitsiidid võivad liikuda põllumajanduslike ja ökoloogiliste toiduvõrkude kaudu ning jõuda



biomagnifikatsiooni ja bioakumuleerumise abil inimesteni (Peña jt., 2020; Mahdjoub jt., 2020).

Maailmas peetakse vett kõige olulisemaks loodusressursiks (Sousa jt., 2021), aga kahjuks on paljud veekogud samuti reostunud (Cui jt., 2020). Pestitsiide peetakse veekeskkonna jaoks kõige ohtlikumaks, sest on äärmiselt mürgised, püsiva koostisega ja bioakumuleeruvad ained. Sellest tulenevalt on need põhilised vee ökosüsteemide reostajad (Sousa jt., 2021), sest muudavad sealseid keemilisi, bioloogilisi ja füüsikalisi tingimusi (Cui jt., 2020). Pestitsiidid võivad koguneda setetesse ja veetaimedesse ning mõjutada negatiivselt mittesihtorganisme (Barbieri., 2021). Taimekaitsevahendid jõuavad pinna- ja põhjavette vihma (vihavesi uhub taimedel oleva pestitsiidi mulda, kust edasi jõuab põhjavette), tuule (taimekaitsevahendi triiv) ja põllumajanduslike masinate/tööriistade pesemise käigus (Cui jt., 2020).

Kahjuks on paljud põllumehed põhimõttega saada põllul maksimaalne saak, aga ei mõelda seal elavatele putukatele, kes tegelikult pakuvad jätkusuutlikke ja pikaajalisi lahendusi kahjuriprobleemidele (Wyckhuys jt., 2020). Näiteks bioloogiline tõrje vähendaks vajadus erinevate pestitsiidide järele, mille kasutamine on majanduslikult väga kulukas ja samal ajal kurnav meie loodusele (Samways jt., 2020).

## **2.2. Glüfosaadil põhinev herbitsiid**

Tänapäeva põllumajanduses domineerivaks pestitsiidiks on herbitsiidid, mida kasutatakse umbrohutõrjeks, aga laialdane tarbimine on tekitanud palju keskkonna- ja terviseprobleeme (Clapp., 2021). Herbitsiidid töötati välja 20. sajandi keskel (Mesnage jt., 2021). Ülemaailmse toidu ja põllumajandusorganisatsiooni andmete põhjal kasutati 2019. aasta terves maailmas herbitsiide kokku 2 222 238 tonni, Euroopas 186 012 tonni ja Eestis 428 tonni (FAOSTAT., 09.08.2021). Enim kasutatud herbitsiid on glüfosaat (71,6 % turustatud toimeainetest) (Battisti jt., 2020).

Glüfosaadil põhinevaid mitteselektiivseid süsteemseid herbitsiide kasutatakse erinevate umbrohuliikide tõrjeks (Battisti jt., 2020). 2015. aastal oli Mehhikos 53 ettevõtet, kes müüsid 359 erineva kaubamärgi glüfosaati ja pea 50 erineva kultuuri jaoks (García-Pérez jt., 2020). Esimest korda loodi glüfosaat 1950. aastal Šveitsi keemiku Henry Martini poolt, aga ainele ei leitud rakendust. 1964. aastal anti välja esimene patent glüfosaadi kasutamiseks katlakivi

eemaldajana. Samal ajal leidis Phil Hamm, et glüfosaadil on kasvu häiriv mitmeaastaste umbrohtude suhtes. 1970. aastal katsetati seda kasvuhoones ning 1971. aastal patenteeriti glüfosaat herbitsiidina (Onstad., 2014). 1974 aastal esitleti glüfosaati turul nimega RoundUp (Battisti jt., 2020), mille patenteeris Monsanto Chemical Company kui mitteselektiivne herbitsiid (Onstad., 2014). Algselt kasutati seda vähe, sest aine oli kallid, aga 2000. aastal Monsanto patent lõppes ning suurenes glüfosaadil põhineva herbitsiidi müük. (Burke ja Bell., 2014).

Glüfosaat valmistatakse tavaliselt isopropüülamiinsoola (glüfosaathape) kujul. Glüfosaadi toimeviis on pärssida ensüüm 5-enoolpüruvüülsikimaat-3-fosfaadi süntaasi, mis katalüüsib šikimaat-3-fosfaadi ja fosfoenoolpüruvaadi reaktsiooni, moodustades 5-enoolpüruvüülsikimaat-3-fosfaadi. Glüfosaat aeglustab fotosünteesivates organellides ja plastiidides paiknevat fenoolsete ühendite sünteesi rada näiteks pärssides aminohapete türosiini, trüprofaani ja fenüülalaniini sünteesi (taime kogu valgusüntees on häiritud) (Niinemets. 2018). Kui glüfosaadiga põldu pritsida, siis taim omastab seda lehtede, varte ja juurde kaudu, mille tulemusel see akumuleerub lehtedes, juurtes, seemnetes kui ka meristeemis (taimede algkudedes) (Dayan jt., 2019).

Mingil määral võib glüfosaati sattuda ka mulla profiili, kus see laguneb mikroobide toimel läbi kahe kuni kolme metaboolse ahela, tekitades metaboliitset aminometüülfosfoonhapet (AMPA) ehk glüfosaadi laguprodukti, mis säilib tavaliselt mullas, setetes, atmosfääris, pinna- ja põhjavees. Uuringud näitavad, et glüfosaadi valimatu ja korduv kasutamine põhjustab toimeaine jääkide sattumist toiduahelasse ja on mürgine sihtgruppi mitte kuuluvate organismidele, millel on erinev troofiline tase (López-Chávez jt., 2021).

### **2.3. Glüfosaadi mõju lülijalgsetele**

Putukad võivad taimekaitsevahenditega kokku puutuda erinevatel viisidel. Näiteks kui põldu pritsitakse, siis toimub putukatel otsene kontakt taimekaitsevahendiga (aine satub otse putuka kehale). Samuti on võimalik ka see, et putukas sööb taimekaitsest saastunud sööta (näiteks röövtoiduline putukas sööb kahjurit, mis on eelnevalt kokku puutunud taimekaitsevahendiga). Lisaks on kokkupuude võimalik siis, kui putukas satub ainega saastunud pinnasele (Prasifka jt., 2008).

Lüljalgsed on loomariigi üks suurimaid hõimkondi, kuhu kuulub üle 90% liikidest. Neil on oluline roll ökoloogilise tasakaalu säilitamisel. On tehtud katse meemesilastega, mille käigus toideti mesilasele sahharoosilahust, mis sisaldas glüfosaati. Tulemustest võib järeldada, et glüfosaat mõjutab mesilaste intellektuaalset võimekust (erksus väheneb ja mälu halveneb) (Gill jt., 2018).

Herbitsiidid võivad negatiivselt mõjutada paljunemisvõimet, ellujäämispotsentsiaali (röövloomade/putukate eest enda kaitsmine) ja väljarännet (putukate lahkumine populatsioonist, mis on tingitud hukkumisest või häirivatest välitingimustest). 2009. aastal Michalková ja Pekár tegid Tšehhis katse, mille käigus uuriti, kuidas RoundUpi värske lahus ja jäägid mõjuvad looduslike kiskjate liikumiskiirusele, putukate tihedusele, kaitse- ja paaritumiskäitumisele. Katseloomadeks olid ämblikud (*Araneae: Lycosidae*) ja kirjuketasjooksikud (*Anchomenus dorsalis*). Katsed toimusid laboratoorselt ja välitingimustes. Labori katsetest tuli välja, et esimese kui ka teise päeva glüfosaadi kogused ei mõjutanud mardikate ja ämblike saagi jahtimise kiirst. Samuti ei muutunud ämblike liikumiskiirus, aga mardikate liikumine muutus aeglasemaks, sest neil kulus palju aega tundlate pesemisele, kuid see ei takistanud neil röövloomade eest ära põgenemist. Väliuuringud näitasid, et pärast põldude pritsimist glüfosaadiga ämblike ja mardikate hulk vähenes ainult suurte kontsentratsioonide kasutamisel. Lisaks leiti, et glüfosaadi lahused mõjutavad negatiivselt ämblikute ja jooksiklaste paaritumiskäitumist (isastel putukatel on raskusi paaruda ning nad hävitati emaste poolt) (Michalková ja Pekár. 2009).

Lisaks on tehtud uuring lepatriinudega (*Harmonia axyridis Pallas*), kes aitavad kaasa lehetäide tõrjele. Avastati, et glüfosaadiga kokku puutunud lepatriinu vastsete kaal vähenes tohutud (polnud võimalik sool vahet teha). Kaalu vähenemise põhjuseks peetakse glüfosaadis olevaid fosfororgaanlisi ühendeid, mis mõjuvad putukate kasvule ja arengule negatiivselt (Gao jt., 2021)

### **3. MATERJAL JA METOODIKA**

#### **Katsemardikad**

Laboratoorne katse viidi läbi kirju-ketasjooksikutega (*Anchomenus dorsalis*). See on levinud liik Euroopas, Venemaal ja Põhja – Aafrikas. Elupaikadena eelistavad kuivi ja parasniiskeid elupaiku (põllud, karjamaad, stepid). Enamasti päevase eluviisiga. Toituvad nad teistest putukatest ja taimede seemnetest (Haberman. 1968). Kirju-ketasjooksikud koguti põlluservadest ja säilitati liivaga täidetud karpides 5 °C juures. Kolm päeva enne katsete algust võeti mardikad jahedast välja, et hoida neid toatemperatuuril (18°C - 20°C).

#### **Töötlus**

Katses kasutati vesilahuselist glüfosaadil põhinevat herbitsiidi Taifun B (toimeaine 360 g/L). See on üldhävitava toimega herbitsiid lühi- ja pikaajalised umbrohutude vastu (Baltic Agro 01.08.2021).

Katsemardikate töötlemisel järgiti Taifun B etiketil olevat soovituslikku maksimaalset (toimeaine 10,8 g/L) ja minimaalset (toimeaine 4,82 g/L) kontsentratsiooni. Kontrollrühma mardikaid töödeldi destilleeritud veega. Jooksiklaste töötluseks kasutati sissekastmismeetodit, mis seisnes selles, et putukad asetati grupiviisiliselt sõela ja seejärel pandi sõel viieks sekundiks keeduklaasi, mis oli täidetud uuritava lahusega. Peale seda asetati mardikad individuaalselt Petri tassi. Igas töötlusgrupis oli 25 putukat.

#### **Filmimine**

Petri tassid asetati pappkasti ja kasti peale pandi lina, sest väliskeskkonna ebaühtlane valgus võib mõjutada putukate käitumist ja kastile peale pandi lina, et vältida valguse ebaühtlust. Kasti asetati ka kaamera (HD Pro Webcam C920 resolutsiooniga 1920 x 1080) ja LED lambid (12 V, 7.5 W, 570 lm, 3000 K). Filmimiseks kasutati arvuti tarkvara Debut Video Capture.

Mardikate filmimine toimus kahel järjestikusel päeval, kummalgi nelja tunni jooksul: ilma toiduta 2 tundi ja koos toiduga 2 tundi. Esimesel päeval alustati filmimisega vahetult pärast

töötlust. Kahe tunni möödudes asetati nad puhtale Petri tassile, millele oli asetatud sööginõu, mis sisaldas 20 mg valgapäreed, mis oli valmistatud lihakärbse vakladest. Toit purustati homogenisaatoriga ühtlaseks massiks ning kaaluti elektrilise kaaluga. Seejärel filmiti mardikaid samuti 2 tundi, et näha nende käitumist koos toiduga. Teisel päeval alustati filmimisega samal ajal ja kasutati sama skeem.

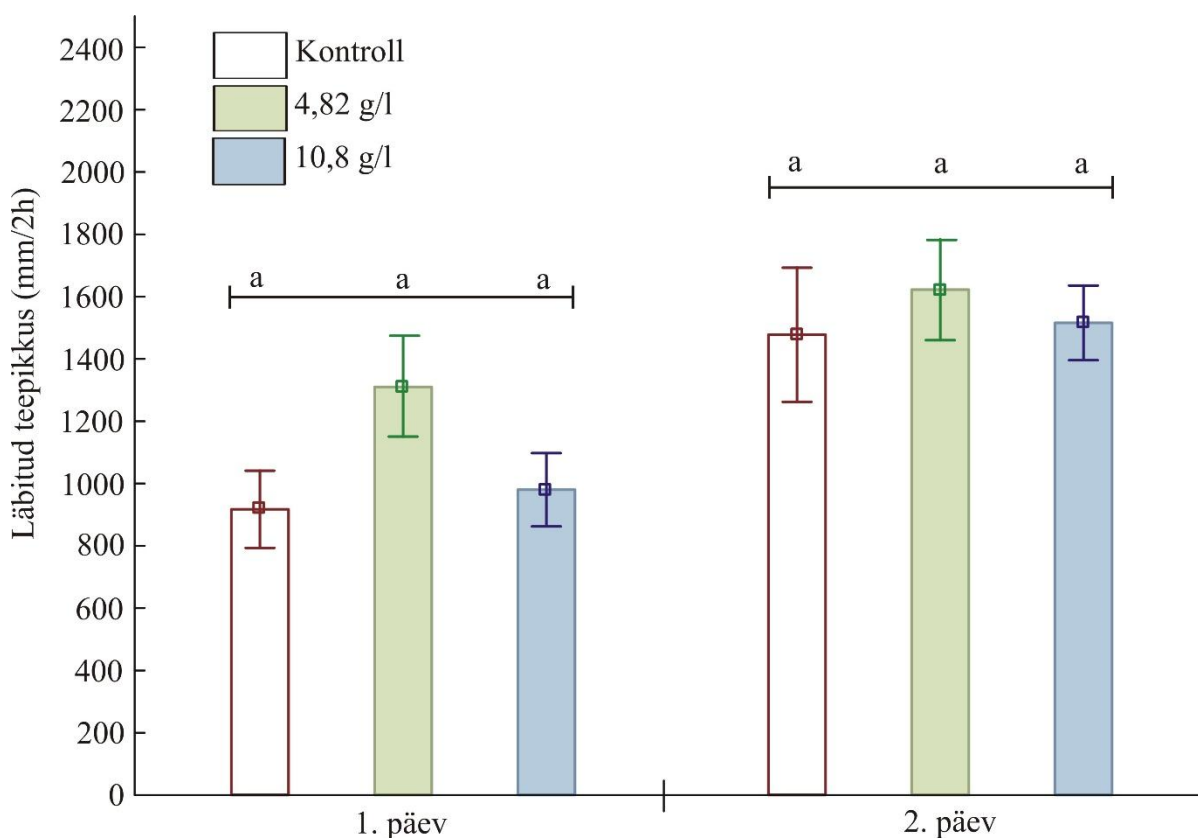
### **Analüüsimine**

Katses vaadeldi järgmiseid parameetreid: mardikate poolt läbitud teepikkust (koos toiduga ja ilma), putukate poolt tarbitud toidu kogust, toiduala küllastamise sagedust ning seal viibitud aega. Videofailide analüüsimiseks kasutati arvutitarkvara EthoVision XT Version 11 (Noldus Information Technology, Wageningen, The Netherlands). Andmete võrdlemiseks kasutati mitte-parameetrilist Kruskal-Wallis testi (STATISTICA 13.3, TIBCO Software Inc., USA 2017).

## 4. TULEMUSED

### 4.1. Taifun B mõju kirju-ketasjooksiku liikumisaktiivsusele

Taifun B mõju kirju-ketasjooksikute lokomotoorset aktiivsust hinnati kahel järjestikusel päeval, mille tulemusel vaadeldi 2 tunni jooksul putukate poolt läbitud teepikkusi. Katsed näitasid, et herbitsiid Taifun B ei mõjutanud oluliselt kirju-ketasjooksikute lokomotoorset aktiivsust nii esimesel kui ka teisel päeval (Joonis 1). Kangema lahusega töödeldud mardikad läbisid esimesel päeval keskmiselt 980,1 mm, nõrgema lahusega töödeldud mardikad läbisid 1310,2 mm ning kontrollrühm läbis 917,3 mm. Teisel päeval läbisid kangema kontsentratsiooniga töödeldud jooksiklased keskmiselt 1515,7 mm, nõrgema lahusega mõjutatud mardikad 1622,4 mm ja kontrollrühm 1477,3 mm.

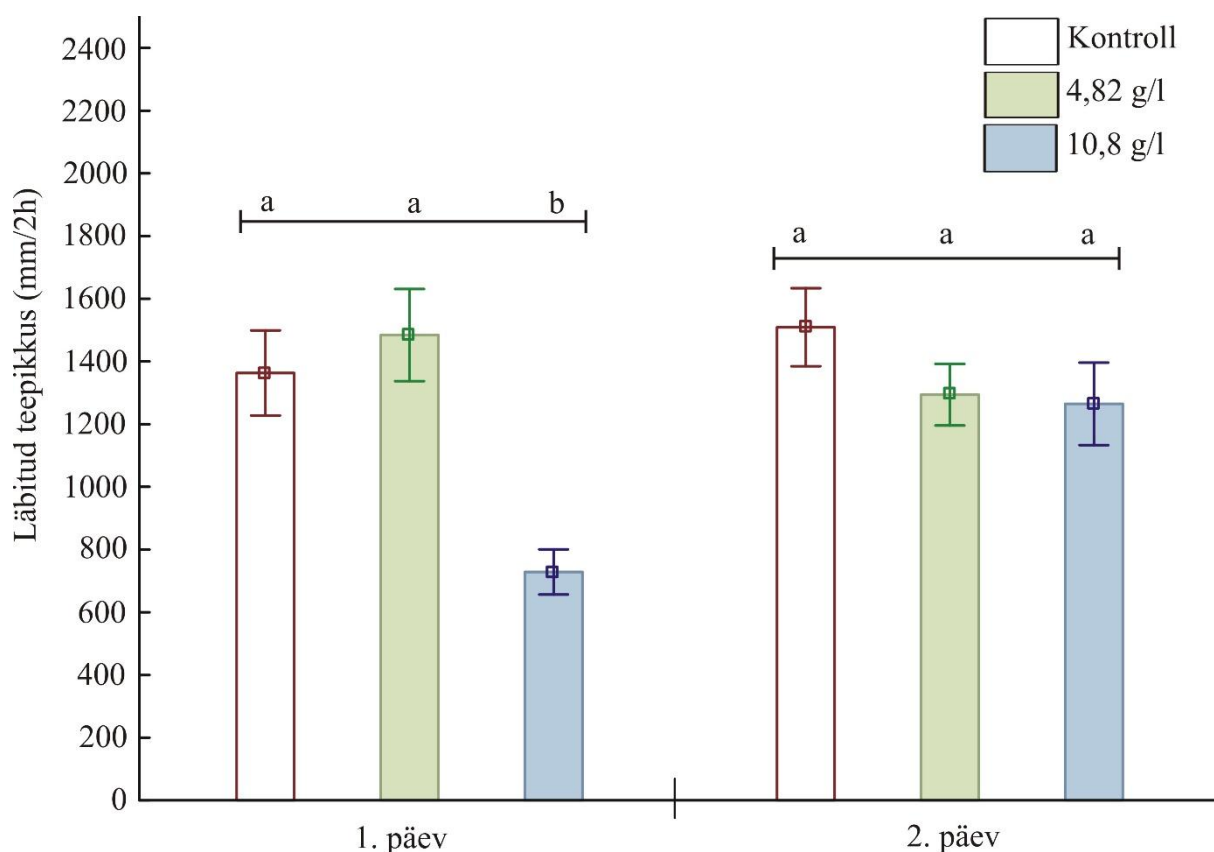


**Joonis 1.** Taifun B mõju kirju-ketasjooksikute lokomotoorsele aktiivsusele esimesel ja teisel päeval pärast töötlust. Horisontaaljooned tähistavad statistiliselt usaldusväärset erinevust töötluste vahel. Vertikaaljooned näitavad keskmist standardviga.

## 4.2. Taifun B mõju kirju-ketasjooksiku käitumistele toiduga varustatud areenil

### 4.2.1 Mõju liikumisaktiivsusele

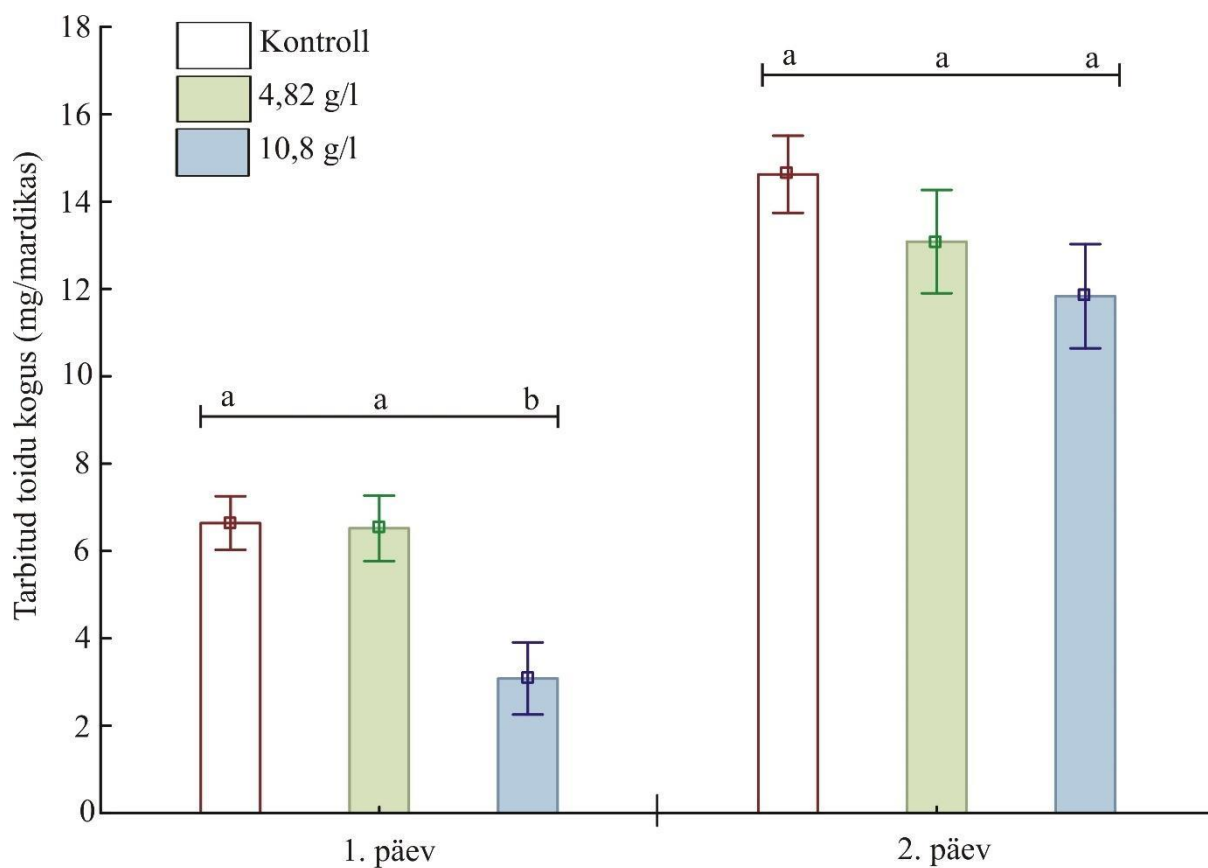
Esimesel päeval avaldas herbitsiid mõju kangema kontsentratsiooniga töödeldud mardikate lokomotoorsele aktiivsusele, kes läbisid 728,7 mm. Nõrga lahusega töödeldud mardikad ja kontrollrühm liikusid palju rohkem – läbitud distantsid olid 1363,2 mm ning 1484,1 mm. Teisel päeval mardikatel muutusi ei täheldatud. Kontrollrühm läbis 1509,1 mm, nõrga lahusega töödeldud mardikad läbisid 1293,9 mm ning kange lahusega mõjutatud töögrupp läbis 1264,6 mm (Joonis 2).



**Joonis 2.** Taifun B mõju kirju-ketasjooksikute lokomotoorsele aktiivsusele toiduga varustatud areenil esimesel ja teisel päeval. Horisontaaljooned tähistavad statistiliselt usaldusväärset erinevust töötluste vahel. Vertikaaljooned näitavad keskmist standardviga.

#### 4.2.2. Mõju toitumisele

Laboratoorsed katsete näitasid, et Taifub B mõjutab kirju – ketasjooksikute toidu tarbimist (Joonis 3). Esimesel päeval sõid kahe tunni jooksul kangema kontsentratsiooniga töödeldud mardikad poole võrra vähem (3,1 mg) kui kontrollrühm (6,6 mg) ja nõrgema glüfosaadiga töödeldud mardikad (6,5 mg). Teisel päeval olid mardikad taastunud ning kangema lahusega töödeldud mardikad sõid kahe tunni jooksul keskmiselt 11,8 mg, nõrgema kontsentratsiooniga töödeldud tööühm 13,1 mg ja kontrollrühm 14,6 mg.

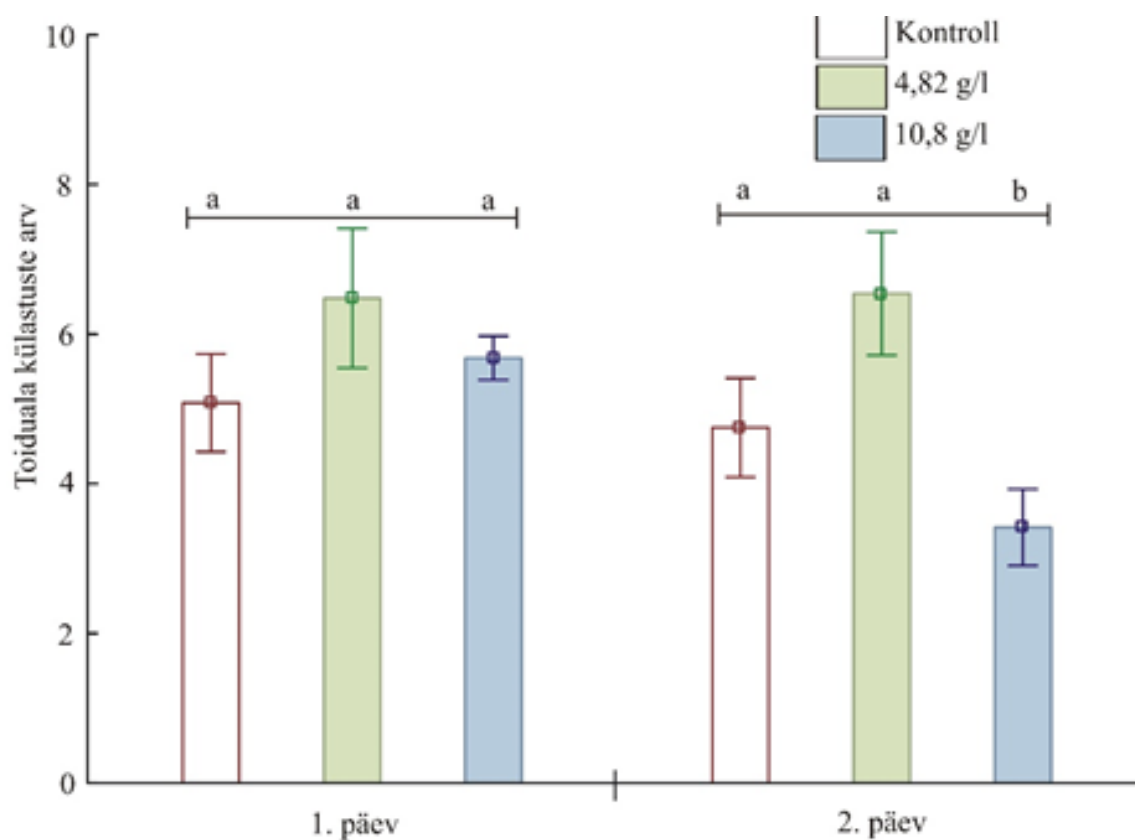


**Joonis 3.** Taifun B mõju kirju-ketasjooksikute puhta toidu tarbimisele esimesel ja teisel päeval. Horisontaaljooned tähistavad statistiliselt usaldusväärset erinevust töötluste vahel. Vertikaaljooned näitavad keskmist standardviga.



### 4.2.3. Mõju toiduala külästussagedusele

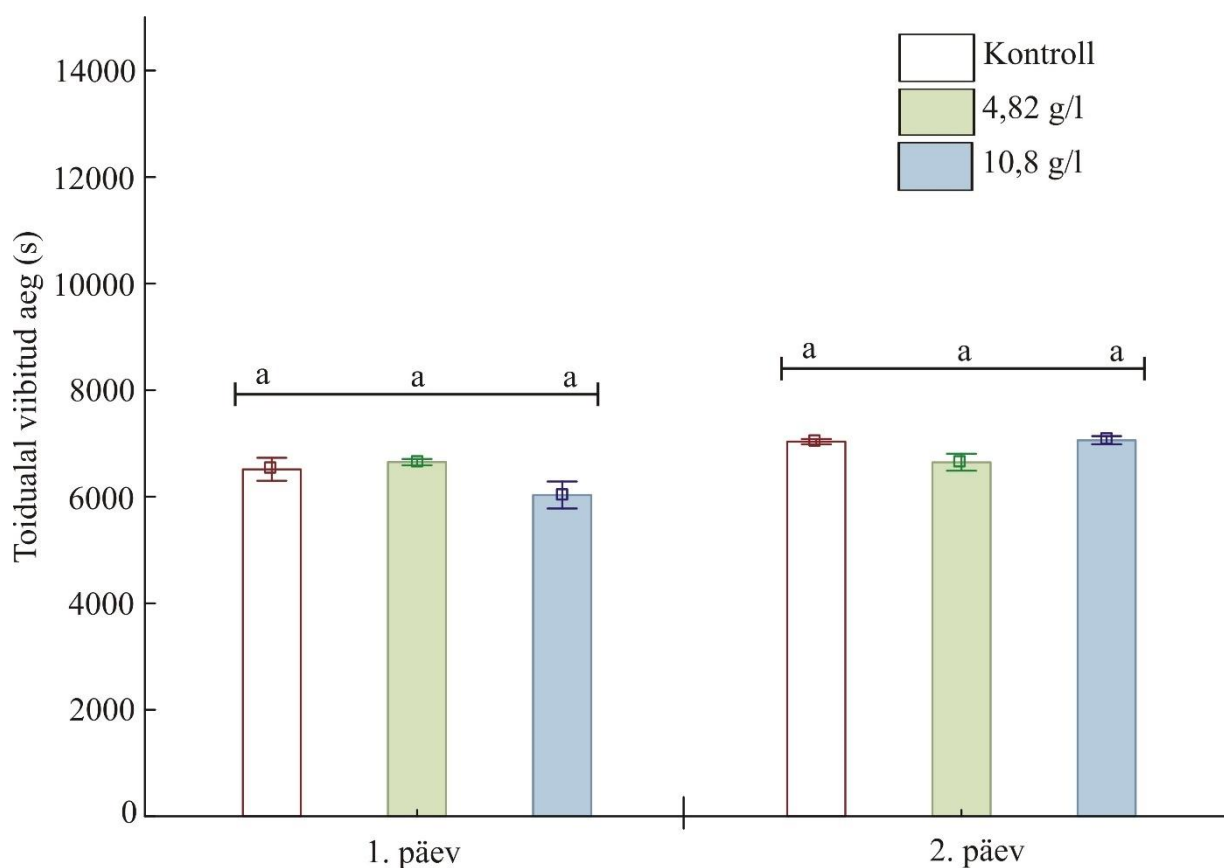
Taifun B ei mõjutanud esimesel päeval kirju-ketasjooksikute toiduala külästussagedust (Joonis 4). Kange ja nõrgema lahusega töödeldud mardikad külästasid toiduala 5,7 ja 6,5 korda ning kontrollrühm 5,1 korda. Teisel päeval oli näha muutusi kange herbitsiidi lahusega töödeldud mardikate toiduala külästamise sageduses, mis oli muutunud üle pooleteiskorra võrra harvemaks (külästuste arv toidualal oli 3,4 korda). Nõrgema lahusega töödeldud mardikad külästasid toiduala sama palju kordi, kui esimesel päeval (6,5 korda) ning kontrollrühma mardikad 4,8 korda.



**Joonis 4.** Taifun B mõju kirju-ketasjooksikute toiduala külästussagedusele kordadele esimesel ja teisel päeval. Horisontaaljooned tähistavad statistiliselt usaldusväärset erinevust töötluste vahel. Vertikaaljooned näitavad keskmist standardviga.

#### 4.2.4. Mõju toidualal viibitud ajale

Herbitsiid ei avaldanud mõju kirju-ketasjooksiku toidualal viibitud ajale (Joonis 5). Esimesel päeval viibisid kange lahusega töödeldud mardikad toidualal keskmiselt 6031,9 sekundit, nõrgema töötusgrupi mardikad 6649,6 sekundit ning kontrollrühm 6514,6 sekundit. Teisel päeval viibisid kangema kontsentratsiooniga töödeldud mardikad 7061,1 sekundit, nõrgema lahusega töödeldud mardikad 6646,2 sekundit ning kontrollrühma mardikat 7034,6 sekundit.



**Joonis 4.** Taifun B mõju kirju-ketasjooksikute toidualal viibitud ajale ajale esimesel ja teisel päeval. Horisontaaljooned tähistavad statistiliselt usaldusväärset erinevust töötluste vahel. Vertikaaljooned näitavad keskmist standarddviiga.

## 5. ARUTELU

Pestitsiide kasutatakse põllumajanduses, et tõrjuda kahjureid (putukaid, umbrohte). Tänapäeval kasutatakse kõige rohkem glüfosaadil põhinevaid herbitsiidide, mis on mõeldud umbrohutõrjeks (Duhan jt., 2020). Neid loetakse ohutuks mitte-sihtorganismidele (Gao jt., 2021). Sellest tulenevalt sooviti käesolevas töös uurida glüfosaadil põhineva herbitsiidi Taifun B mõju kirju-ketasjooksikutele (*A. dorsalis*), kes aitavad põllumajanduses piirata kahjurite levikut (Frank jt., 2007).

Kahepäevased laboratoorsed katsed näitasid, et glüfosaadil põhinev herbitsiid Taifun B, olenevalt kontsentratsioonist ja töötlusele järgnevast ajast, avaldas mõju kirju-ketasjooksikute liikumisaktiivsusele. Kaks tundi pärast töötlust herbitsiidi kangema lahusega (10,8 g/L) muutusid kirju-ketasjooksikud hüpoaktiivseteks, samal ajal kui herbitsiidi lahjem lahus (4,82 g/L) mardikate liikumisaktiivsust ei mõjutanud. Teiseks päevaks oli liikumine taastunud. Mardikad, kes on hüpoaktiivsed peatuvad tihti enda pesemiseks ja sellest tulenevalt võib see olla ohtlik, sest neil on suurem võimalus sattuda röövlomade ohvriks (Kunkel jt., 2001). Teiseks päevaks oli aktiivsus taastunud. Glüfosaadi pärssivat toimet liikumisaktiivsusele on täheldatud ämblikel (Niebodova jt 2019). Palm 2018 täheldas samuti hüpoaktiivsust ja seda metsa-süsijooksikutel. Sellest tulenevalt või järeldada, et glüfosaat mõjub negatiivselt lüljalgsete liikumisaktiivsusele.

Taifun B mõju oli ka märgatav jooksiklaste toitumisel. Kange herbitsiidi kontsentratsiooniga töödeldud mardikad sõid palju vähem kui teised töötlusrühmad, kuigi külastasid toiduala sama palju kordi kui kontrollrühm ja nõrga lahusega töödeldud mardikaid. Kuna viibitud aeg ei erinenud, siis järelikult kulus neil toitumiseks rohkem aega – sarnase ajaga söödi pea poole vähem toitu. Teiseks päevaks oli tarbitud toidu kogus statistiliselt sarnane teiste töötlusrühmadega, aga toidualal külastuse arv oli vähenenud. Järelikult neil kulus sarnase toidu koguse tarbimiseks rohkem aega. Sarnase tulemuse on leidnud Deroulers jt (2020), kes avastasid, et jooksiklaste (*Harpalus rufipes*, *Harpalus dimidiatus*, *Poecilus cupreus*, *Harpalus affinis*, *Amara similata*) puhta toidu tarbimine on pärsitud peale glüfosaadiga kokku puutumist. Põhjusi, miks toitumisaktiivsus on vähenenud võib olla mitmeid: glüfosaadil on repellentne/antifidantne toime (Han jt, 2010), glüfosaat halvendab putukate

haistmismeelt, mille tulemusel on neil raske toitu leida (Abouelghar jt., 2013) ja pestitsiidid võivad põhjustada stressi (James ja Xu. 2012).

Katsete käigus selgus, Taifun B ei mõjutanud nõrga kontsentratsiooniga töödeldud kirju-ketasjooksiku liikumis- ja toitumisaktiivsust. Põhjus võib seisneda selles, et nõrk lahus ei mõjuta neid negatiivselt. Samuti võib olla see tingitud sellest, et katsed kestsid lühikest aega ja mõju ei avaldunud. Sellest tulenevalt tuleks tulevikus teha katsed, mis kestaksid pikemalt, et saaks vaadelda glüfosaadi mõju pikemas perspektiivis.

Antud bakalaureuse katse tulemused näitasid, et glüfosaadil põhineva herbitsiidi Tafun B kasutamine võib negatiivselt mõjutada kirju-ketasjooksiku toitumisele ja liikumisele. Pärssiv mõju toitumisele ja lokomotsioonile võivad mingil määral negatiivselt mõjutada jooksiklaste arvukust põllumajandusmaastikel.

## KOKKUVÕTE

Maailma elanikkonna suurenemise tõttu on vaja suurendada toodetava toidu kogust, selle tulemusel on põllumajandus intensiivistunud. Saagi suurust ja kvaliteeti mõjutavad erinevad kahjurid ning nende vähendamiseks on suurenenud agrokemikaalide kasutamine. Vastavalt kahjurile on olemas erinevaid pestitsiide: herbitsiidid (umbrohutõrjeks), insektitsiidid (putukatõrjeks) ja fungitsiidid (seenhaiguste tõrjeks). Kõige laialdasemalt kasutatakse glüfosaadil põhinevaid herbitsiide. Kuigi herbitsiide peetakse mittesihitorganismidele kahjutuks, on leitud, et glüfosaat mõjutab negatiivselt inimeste tervist, keskkonda (mulda, vett) ja seal elavaid mitte sihtorganisme (sealhulgas putukaid).

Putukad pakuvad põllumajanduses mitmeid ökosüsteemiteenuseid: osaledes toitainete ringluses, tolmeldamises või bioloogilises tõrjes. Kõige arvukam ja tähtsam röövtoiduliste putukate sugukond on jooksiklased, kes aitavad piirata kahjurite levikut (Januschke jt., 2011). Kahjuks on tänaseks hetkes putukate arv vähenenud, mille põhjuseks peetakse kliimamuutusi, taimekaitsevahenditest tingitud reostust ja intensiivistunud põllumajandust (Dar jt., 2021).

Antud bakalaureusetöö eesmärk oli selgitada glüfosaadil põhineva herbitsiidi Taifun B mõju kirju-ketasjooksiku (*A. dorsalis*) lokomotoorsele ja toitumise aktiivsusele. Laboratoorses katses kasutati Taifun B etiketil olevaid soovituslike minimaalset (4,82 g/L) ja maksimaalset (10,8 g/L) kontsentratsioon põllule. Selleks, et näha aine mõju jooksiklastele, kasteti nad glüfosaadi lahusesse ja asetati nad individuaalselt Petri tassile. Mardikate käitumist filmiti kahel järjestikusel päeval ilma toiduta (2 tundi) ja koos toiduga (2 tundi). Andmete analüüsimiseks kasutati EthoVision XT Version 11 ja STATISTICA 13.3.

Katsed näitasid, et Taifun B kange lahus mõjutab kirju-ketasjooksikute liikumisaktiivsust. Esimesel päeval muutusid putukad hüpoaktiivseks ja selle efekt pole vahetu, vaid võtab paar tundi aega. Järgmiseks päevaks oli mardikate normaalne liikumisaktiivsus taastunud. Muutused olid ka toimunud toitumisel. Kange lahusega töödeldud putukad sõid poole vähem võrreldes teiste töötlusrühma mardikatega. Teiseks päevaks olid toidu kogused normaliseerunud, aga toiduala külastuste arv oli vähenenud. Võib järeldada, et neil kulub toidu tarbimisele rohkem aega. Taifun B ei avaldanud mõju nõrga lahusega töödeldud

mardikatele, mis võib olla tingitud sellest, et nõrk glüfosaadi kontsentratsioon ei pärsi jooksiklaste liikumis- ja toitumisaktiivsust või katsete pikkus oli liiga lühike, mis ei näidanud välja negatiivset mõju.

Töö alguses püstitatud leidis kinnitust. Glüfosaadil põhineva herbitsiid Taiful B mõjub pärssivalt jooksiklaste liikumisele ja toitumisele. Liikumis- ja toitumisaktiivsuse vähenemine võib mõjuda jooksiklaste populatsioonile pärssivalt. Selleks, et putukate elukvaliteeti parandada, võiksid põllumajanduses töötavad inimesed liikuda säästva majandamise poole, milleks üheks võimaluseks on kasutada integreeritud taimekaitset.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- Abouelghar, G.E., Sakr, H., Ammar, H.A. Yousef, A., Nassar, M.** (2013). Sublethal effects of spinosad (Tracer®) on the cotton leafworm (Lepidoptera: noctuidae). [e-ajakiri] <http://www.plantprotection.pl/Sublethal-effects-of-Spinosad-Tracer-on-the-cotton-leafworm-Lepidoptera-Noctuidae.92468.0.2.html>
- Balmori, A.** (2021). Electromagnetic radiation as an emerging driver factor for the decline of insects. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720384461>
- Baltic Agro.** <https://koduaed.balticagro.ee/et/taimekaitsevahendid/161-taifun-b.html> (01.08.2021)
- Barbieri, M.V., Peris, A., Postigo, C., Moya-Garcés, A., Monllor-Alcaraz, L.S., Rambla-Alegre, M., Eljarrat, E., López de Alda, M.** (2021). Evaluation of the occurrence and fate of pesticides in a typical Mediterranean delta ecosystem (Ebro River Delta) and risk assessment for aquatic organisms. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749120365027>
- Battisti, L., Potrich, M., Sampaio, A.R., Ghisi, N.C., Costa-Maia, L.M., Abati, R., Martinez, C.B.R., Sofia, S.H.** (2021). Is glyphosate toxic to bees? A meta-analytical review. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721004654>
- Bhandari, G., Atreya, K., Vašíčková, J., Yang, X., Geissen, V.** (2021). Ecological risk assessment of pesticide residues in soils from vegetable production areas: A case study in S-Nepal. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721029922>
- Bohan, D.A., Boursault, A., Brooks, D.R., Petit, S.** (2011). National-scale regulation of the weed seedbank by carabid predators. [e-ajakiri] <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2664.2011.02008.x>
- Brandmeier, J., Reininghaus, H., Pappagallo, S., Karley, A.J., Kiær, L.P., Scherber, C.** (2021). Intercropping in high input agriculture supports arthropod diversity without risking significant yield losses. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439179121000384>
- Brunner, J.F.** (2014). **Integrated Pest Management in Tree Fruit Crops.** [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444525123001753>
- Burke, I.C., Bell, J.L.** (2014). Plant Health Management: Herbicides. [e-ajakiri]: [Plant Health Management: Herbicides - ScienceDirect](#)
- Clapp, J.** (2021). Explaining Growing Glyphosate Use: The Political Economy of Herbicide-Dependent Agriculture. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378021000182>
- Corcos, D., Lami, F., Nardi, D., Boscutti, F., Sigura, M., Giannone, F., Pantini, P., Tagliapietra, A., Busato, F., Sibella, R., Marini, L.** (2021) Cross-taxon congruence between predatory arthropods and plants across Mediterranean agricultural landscapes. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X21000315>
- Cui, S., Hough, R., Yates, K., Osprey, M., Kerr, V., Cooper, P., Coull, M., Zhang, Z.** (2020). Effects of season and sediment-water exchange processes on the partitioning of pesticides in the

catchment environment: Implications for pesticides monitoring. [e-ajakiri]

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719342111>

**Dar, S.A., Ansari, M.J., Naggar, Y.A., Hassan, S., Nihat, S., Zehra, S.B., Rashid, R., Hassan, M., Hussain, B.** (2021). Causes and Reasons of Insect Decline and the Way Forward. [e-ajakiri]

<https://www.intechopen.com/chapters/77656>

**Dayan, F.E., Barker, A., Bough, R., Ortiz, M., Takano, H., Duke, S.O.** (2019) 4.04 - Herbicide Mechanisms of Action and Resistance. [e-ajakiri]

[Herbicide Mechanisms of Action and Resistance - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719342111)

**Deroulers, P., Gauffre, B., Emeriau, S., Harismendy, A., Bretagnolle, V.** (2020). Towards a standardized experimental protocol to investigate interactions between weed seeds and ground beetles (Carabidae, Coleoptera). [e-ajakiri]

[https://www.researchgate.net/publication/336654109\\_Towards\\_a\\_standardized\\_experimental\\_protocol\\_to\\_investigate\\_interactions\\_between\\_weed\\_seeds\\_and\\_ground\\_beetles\\_Carabidae\\_Coleoptera](https://www.researchgate.net/publication/336654109_Towards_a_standardized_experimental_protocol_to_investigate_interactions_between_weed_seeds_and_ground_beetles_Carabidae_Coleoptera)

**Duhan, A., Oliver, P.O., Rashti, M.R., Du, J., Kookana, R.S.** (2020). Organic waste from sugar mills as a potential soil ameliorant to minimise herbicide runoff to the Great Barrier Reef. [e-ajakiri]

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720301509>

**FAOSTAT.** <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP> (01.08.2021)

**Frank, T., Kehrli, P., Germann, C.** (2007). Density and nutritional condition of carabid beetles in wildflower areas of different age. [e-ajakiri]

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016788090600394X>

**Gao, X., Hu, F., Zhang, S., Luo, J., Zhu, X., Wang, L., Zhang, K., Li, D., Ji, J., Nu, L., W, C., Cui, J.** (2021). Glyphosate exposure disturbs the bacterial endosymbiont community and reduces body weight of the predatory ladybird beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). [e-ajakiri]

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721029181>

**García-Pérez, J.A., Alarcón-Gutiérrez, E., Díaz-Fleischer, F.** (2020). Interactive effect of glyphosate-based herbicides and organic soil layer thickness on growth and reproduction of the tropical earthworm *Pontoscolex corethrurus* (Müller, 1857). [e-ajakiri]

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139319308480> (06.04.2021)

**Gill, J.P.K., Sethi, N.b,M.A., Datta, S., Girdhar, M.** (2018). Glyphosate toxicity for animals. [e-ajakiri]

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85038100104&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=bc55f47595f18ac78cb280cafe7d3cc9&sot=b&sdt=b&sl=23&s=AUTHOR-NAME%28gill+J.P.K%29&relpos=2&citeCnt=85&searchTerm=>

**Haberman, H.** (1968). Eesti jooksiklased. Tallinn: Valgus lk 18: 21; 464



- Han, P., Niu, CY., Lei, CL., Cui, JJ., Desneux, N.** (2010). Quantification of toxins in a Cry1Ac+ CpTI cotton cultivar and its potential effects on the honey bee *Apis mellifera* L. [e-ajakiri] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20700762/>
- Hassaan, M.A., Nemr, A.EL.** (2020). Pesticides pollution: Classifications, human health impact, extraction and treatment techniques. – The Egyptian Journal of Aquatic Research [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687428520300625>
- Hoffmann, H., Peter, F., Herrmann, J.D., Donath, T.W., Diekötter, T.** (2021). Benefits of wildflower areas as overwintering habitats for ground-dwelling arthropods depend on landscape structural complexity. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880921001250>
- James, R.R., Xu, J.** (2012). Mechanisms by which pesticides affect insect immunity. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022201111002540>
- Januschke, K., Brunzel, S., Haase, P., Hering, D.** (2011). Effects of stream restorations on riparian mesohabitats, vegetation and carabid beetles. *Biodiversity Conservation*. [e-ajakiri] <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-011-0119-8>
- Karlik, J.F., Tjosvold, S.A.** (2003). INTEGRATED PEST MANAGEMENT. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0122276205001889>
- Kieran, T.J.** (2020). Mitochondrial, metagenomic, and phylogenetic analysis of the ground beetle *Harpalus pensylvanicus* (Coleoptera: Carabidae). [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378111920302092>
- Kunkel, B.A., Held, D.W., Potter, D.A.** (2001). Lethal and sublethal effects of bendiocarb, halofenozide, and imidacloprid on *Harpalus pensylvanicus* (Coleoptera: Carabidae) following different modes of exposure in turfgrass. [e-ajakiri] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11233134/>
- Lengai, G.M.W., Muthomi, J.M., Mbega, E.R.** (2020). Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. – *Scientific African* [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227619308002>
- López – Chávez, M.T., Alvarez-Legorreta, T., Infante-Mata, D., Dunn, M.F., Guillén-Navarro, K.** (2020). Glyphosate-remediation potential of selected plant species in artificial wetlands. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721018805#>
- Mahdjoub, H., Blanckenhorn, W.U., Lüpold, S., Roy, J., Gourgoulianni, N., Khelifa, R.** (2020). Fitness consequences of the combined effects of veterinary and agricultural pesticides on a non-target insect. – *Chemosphere*. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653520304641>
- Mesnage, R., Székács, A., Zaller, J.G.** (2021). 1 - Herbicides: Brief history, agricultural use, and potential alternatives for weed control. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012823674100002X>

- Michalková, V., Pekár, S.** (2009). How glyphosate altered the behaviour of agrobiont spiders (Araneae: Lycosidae) and beetles (Coleoptera: Carabidae). [e-ajakiri]  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964409002126>
- Mwema, F., Holst, N., Alice, S.** (2019). PestTox: An object oriented model for modeling fate and transport of pesticides in the environment and their effects on population dynamics of non-target organisms. [e-ajakiri] [PestTox: An object oriented model for modeling fate and transport of pesticides in the environment and their effects on population dynamics of non-target organisms - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534719301563)
- Niedobova, J., Skalsky, M., Ourednickova, J., Michalko, R.** (2019). Synergistic effects of glyphosate formulation herbicide and tank-mixing adjuvants on Pardosa spiders. [e-ajakiri]  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749119301563>
- Niinemets, Ü.** (2014). Mis on herbitsiid glüfosaat? [e-ajakiri] <https://www.sirp.ee/s1-artiklid/c21-teadus/mis-on-herbitsiid-glufosaat/>
- Onstad, D.W.** (2014). Major Issues in Insect Resistance Management. [e-ajakiri]  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123969552000011>
- Palm, M.L.** (2020). Herbitsiid Taifun B mõju röövtoiduliste jooksiklaste põhikäitumisele. [e-ajakiri]  
<https://dspace.emu.ee/xmlui/handle/10492/5802>
- Pan, Y., Ren, Y., Luning, P.A.** (2021). Factors influencing Chinese farmers' proper pesticide application in agricultural products – A review. [e-ajakiri]  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713520307040>
- Peña, A., Delgado-Moreno, L., Antonio, J., Liébana, R.** (2020). A review of the impact of wastewater on the fate of pesticides in soils: Effect of some soil and solution properties [e-ajakiri]  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719344596#b0425>
- Prasifka, J.R., Lopez, M.D., Hellmich, R.L., Prasifka, P.L.** (2008). Effects of insecticide exposure on movement and population size estimates of predatory ground beetles (Coleoptera:Carabidae). [e-ajakiri] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.1460>
- Redhead, J.W., Powney, G.D., Woodcock, B.A., Pywell, R.F.** (2020). Effects of future agricultural change scenarios on beneficial insects. – Journal of Environmental Management. [e-ajakiri]  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479720304837#>
- Robinson, S.V.J., Edwards, D., Vickruck, J.L., Best, L.R., Galpern, P.** (2021). Non-crop sources of beneficial arthropods vary within-season across a prairie agroecosystem. [e-ajakiri]  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880921002851>
- Samways, M.J., Barton, P.S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T., Fukushima, C.S., Gaigher, R., Habel, J.C., Hallmann, C.A., Hill, M.J., Hochkirch, A., Kaila, L., Kwak, M.L., Maes, D., Mammola, S., Noriega, J.A., Orfinger, A.B., Pedraza, F., Pryke, J.S., Roque, F.O., Settele, J., Simaika, S.P., Stork, N.E., Suhling, F., Vorster, C., Cardoso, P.**

- (2020). Solutions for humanity on how to conserve insects. - Biological Conservation.[e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320719317793>
- Sousa, J.S., Nascimento, H.O., Gomes, H.O., Nascimento, R.F.** (2021). Pesticide residues in groundwater and surface water: recent advances in solid-phase extraction and solid-phase microextraction sample preparation methods for multiclass analysis by gas chromatography-mass spectrometry. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026265X21004434>
- Triques, M.C., Oliveira, D., Goulart, B.V., Montagner, C.C., Espíndola, E.L.G., Menezes-Oliveira, V.B.** (2021). Assessing single effects of sugarcane pesticides fipronil and 2,4-D on plants and soil organisms. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651320314597>
- Vommaro, M.L., Giulianini, P.G., Giglio, A.** (2021). Pendimethalin-based herbicide impairs cellular immune response and haemocyte morphology in a beneficial ground beetle. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022191021000469>
- Wolejko, E., Jabłońska-Trypuć, A., Wydro, U., Butarewicz, A., Łozowicka, B.** (2020). Soil biological activity as an indicator of soil pollution with pesticides – A review. [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139319308947>
- Wyckhuys, K.A.G., Sasiprapa, W., Taekul, C., Kondo, T.** (2020). Unsung heroes: fixing multifaceted sustainability challenges through insect biological Control. – Current Opinion in Insect Science [e-ajakiri] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214574520300766>

**LISAD**

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks (avaldamise tähtajatu piirang) ning juhendaja(te) kinnitus töö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, TEA HAUGJÄRV

Sünniaeg: 20.02.1999,

- 1) annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö „GLÜFOSAADI TAIFUN B MÕJU KASULIKELE LÜLIJALGSETE KÄITUMISELE“, mille juhendaja(d) on Karin Nurme *PhD* Anne Must *PhD*, salvestamiseks säilitamise eesmärgil, sh digitaalarhiivis DSpace säilitamise eesmärgil 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)*