EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Triin Kallavus

AASIA LEPATRIINU (*HARMONIA AXYRIDIS*) – LEVIK JA TÕRJEVÕIMALUSED

HARMONIA AXYRIDIS – DISTRIBUTION AND MANAGEMENT STRATEGIES

Bakalaureusetöö
Aianduse õppekava

Juhendajad: teadur Angela Ploomi, PhD

dotsent Katrin Jõgar, PhD

Tartu 2018

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Triin Kallavus		Õppekava: Aianduse õppekava	
Pealkiri: Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) – levik ja tõrjevõimalused			
Lehekülgi: 47	Jooniseid: 13	Tabeleid: 4	Lisasid: 0
Osakond: Taimetervise õppetool Uurimisvaldkond: B390 Põllumajandusteadus. Taimekasvatus, taimekaitsevahendid, entomoloogia, taimehaigused Juhendajad: teadur Angela Ploomi, dotsent Katrin Jõgar Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2018			
Töö eesmärgiks on anda ülevaade aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis* Pallas 1773) levikust ja kasutusel olevatest tõrjevõtetest ning välja selgitada, kas ja mil viisil hakkab aasia lepatriinu Eestis kahju tekitama. Töö on koostatud teaduskirjanduse põhjal. Vaadeldakse aasia lepatriinu päritolu, arengut ja elupaiku, toitumist, kasutamist biotõrjes ning ohtlikust looduskeskkonnale. Kuna aasia lepatriinu on tänaseks levinud juba viiel kontinendil ja ohustab kohalikke lepatriinuliike ja ökosüsteeme, siis on oluline pöörata tähelepanu sellele Eestis seni veel mitte leitud putukale. Tema jõudmine Eestisse on aga aja küsimus ning seni tuleb koguda liigi kohta infot, tegeleda teavitustööga ja seirega.			
Märksõnad: aasia lepatriinu, *Harmonia axyridis*, levik, tõrjevõimalused.			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Triin Kallavus		Speciality: Horticulture	
Title: *Harmonia axyridis* – distribution and management strategies			
Pages: 47	Figures: 13	Tables: 4	Appendixes: 0
Department: Chair of Plant Health Field of research: B390 Agricultural Sciences. Phytotechny, horticulture, crop protection, phytopathology Supervisors: Angela Ploomi, PhD, Katrin Jõgar, PhD. Place and date: Tartu, 2018			
The aim of the current thesis is to provide an overview of Asian ladybird (*Harmonia axyridis* Pallas 1773), and to determine whether and in what way Asian ladybirds are beginning to create damage in Estonia. The work has been prepared based on scientific literature. It examines the origin, development and habitats of Asian ladybird, its feeding and the use in biocontrol and also its influence to natural environment. Since Asian ladybird is spread to the five continents today and threatens local ladybirds and ecosystems, it is important to pay attention to the insect which probably will be found in Estonia. Since then is important to collect and spread knowledge and conduct monitoring.			
Keywords: Asian ladybird, *Harmonia axyridis*, distribution, management strategies.			

SISUKORD

SISSEJUHATUS 5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE 7
1.1. Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) päritolu ja levik 7
1.2. Aasia lepatriinu elupaigad ja areng 12
1.3. Aasia lepatriinu toitumine 15
1.4. Aasia lepatriinu kasutamine biotõrjes 17
1.5. Aasia lepatriinu kasulikkus ja kahjulikkus 19
1.6. Aasia lepatriinu ohtlikkus looduskeskkonale 20
1.7. Aasia lepatriinu tõrjevõimalused 21
2. AASIA LEPATRIINU VÕIMALIK OHTLIKKUS EESTIS JA TÕRJE/ENNETUS STRATEEGIA 27
KOKKUVÕTE 29
KASUTATUD KIRJANDUS 31
HARMONIA AXYRIDIS –DISTRIBUTION AND MANAGEMENT STRATEGIES 45

SISSEJUHATUS

Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis* Pallas 1773) on polümorfne putukas, kes pärineb Aasiast (Poutsma et al. 2007). Tänu oma osavale saagipüüdmisoskusele ja laiale toidueelistusele on teda biotõrjes kasutatud üle sajandi (Koch ja Galvan 2007). Aasia lepatriinu laialdast levikut Euroopas võib täheldada 2000. aastatest ning tänaseks on teda leitud viie kontinendi vabast loodusest.

Aasia lepatriinu levikuga seoses on märgatud kohalike lepatriinuliikide populatsioonide vähenemist, mis näitab, et ta ohustab kohaliku looduse liigilist mitmekesisust (Roy et al. 2016). Teema on Eestile oluline, sest lähim levikuala on alates 2009. aastast Läti (Barševskis 2009) ning lähtudes teadlaste analüüsidest ei jää ka meie riik puutumata.

Aasia lepatriinu kohta on 2018. aastal andmebaasist Web of Science leida üle 1000 dokumendi, millest peamise osa moodustavad artiklid (*Harmonia axyridis* 2018). Enamus artikleid on kirjutatud peale 2000. aastat, mil aasia lepatriinu hakkas rohkem levima. Töid, mille peamine uurimisobjekt on aasia lepatriinu on aga vähem kui 500 ning neist alla 300 on entomoloogilised.

Antud bakalaureusetöös käsitletakse esmalt aasia lepatriinu päritolu ja levikut, vaadeldes levilat Aasias ning millistesse riikidesse on ta tänaseks levinud. Leviku analüüs annab võimaluse oletada, millal potentsiaalselt võiks see lepatriinuliik Eestisse jõuda. Võimaliku leviku ohu puhul on oluline teada aasia lepatriinu elupaikade ja toidu eelistusi.

Töös antakse ülevaade aasia lepatriinu kasutamisest tänasel päeval maailma biotõrjes.

Tänu oma heale kohastumusele, polüfaagsusele, suuremale fertiilsusele ja kaitsele on aasia lepatriinu kujunenud ohuks kohalike lepatriinulaste (Coccinellidae) sugukonna esindajatele ja seega on oluline teada, milles seisneb selle putukaliigi kardetavus.

Kuna aasia lepatriinu avaldab mõju kohaliku looduse elurikkusele ja tekitab majanduslikku kahju ka põllumajandusele ja aiandusele, näiteks viinamarjakasvatusele (Kovack 2004), on antud töös välja toodud tema tõrjevõimalused. Põhjalikumalt keskendutakse ennetavatele meetmetele ja antakse ülevaade aasia lepatriinu looduslikest vaenlastest ning nende tõrjeefektiivsusest.

Töö viimases osas käsitletakse aasia lepatriinu võimalikke ohte Eestis ja arutletakse, milline võiks olla Eesti strateegia antud putuka ennetamiseks ja tõrjeks.

Käesoleva töö eesmärgiks on anda teaduskirjanduse põhjal ülevaade aasia lepatriinu levikust, ohtlikkusest ja kasutusel olevatest tõrjevõtetest ning välja selgitada, kas ja mil viisil hakkab aasia lepatriinu Eestis kahju tekitama.

Käesoleva töö hüpoteesiks on selgitada, kas invasiivne aasia lepatriinu on ohtlik Eesti looduskeskkonnale.

Tänuavaldused

Tänan oma juhendajaid teadur Angela Ploomi ja dotsent Katrin Jõgarit, kes olid suureks abiks töö koostamisel, pakkudes vajalikku teavet, artikleid, kasulikke nõuandeid ja mis kohati vähe tähtsustatud aga tudengile oluline – tuge. Uurimistöö valmis projekti IUT36-2 toetusel.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

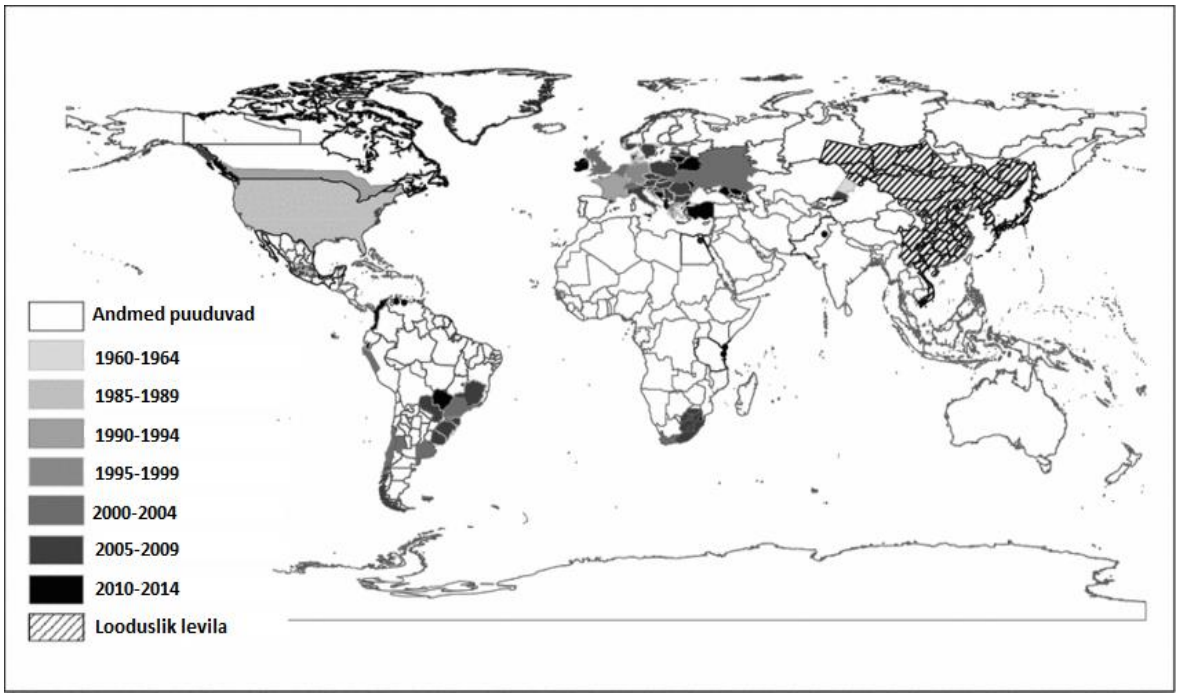
1.1. Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) päritolu ja levik

Mardikaliste seltsi (Coleoptera) lepatriinulaste sugukonda (Coccinellidae) kuuluv aasia lepatriinu *Harmonia axyridis* Pallas 1773 on polümorfne putukas, kelle tiibade värvus on varieeruv: punased ja oranžid mustade täppidega, mustad nelja punase laiguga, mustad kahe punase laiguga, ühevärvilised jne. Kokku esineb maailmas aasia lepatriinul üle 200 värvimustri (Tan 1945, Du ja Chen 2010; Tang et al. 2012). Euroopas esineb peamiselt 3 vormi (*form types*) (joonis 1.) – f. *succinea*, f. *spectabilis* ja f. *cospicua* (Brown et al. 2008a,b).

Joonis 1. Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) erinevad vormid: (a) f. *succinea*. Foto: Gavin Hatt; (b) f. *spectabilis*. Foto: Ken Dolbear; (c) f. *conspicua*. Foto: Gavin Hatt, John Innes Centre Entomology. Allikas: Brown et al. 2008a.

Aasia lepatriinu värvi vormidel ja leviku piiridel on arvatavasti omavaheline seos (Dobzhansky 1933; Abbas et al. 1988; Majerus 1998), sest pigmentaine melaniini sisaldusega putukaid esineb rohkem külmema kliimaga piirkondades. Michie et al. (2010) uuringust selgus, et aasia lepatriinu mitte-melaniini sisaldava *succinea* vormil suureneb temperatuuri alanemisel melaniini tootmine. Melaniin on pigmentide rühm, mis annab putukate kehakattele värvuse ja kaitseb UV-kiirguse eest ning on samuti seotud immuunsüsteemiga (Prokkola et al. 2013). Nimelt kutsub melanisatsioon koos antimikroobidega putukas esile kapseldumise (*encapsulation response*), mis kaitseb teda parasitoidide, seente (Salt 1970) ja bakterite eest (Gupta 2001). Kaspeldumine on putuka kehas rakenduv kaitsereaktsioon, mille käigus peremeesorganismi tunginud võõras organism isoleeritakse (Dubovskiy 2016).

Aasia lepatriinu pärineb subtroopilise kontinentaalse kliimaga aladelt (Poutsma et al. 2007). Loodusliku leviala läänepoolseim koht on Jaapan, põhjapoolseim Yeniseisk (Krasnojarsk, Venemaa), idas Sahhalini ja Kuriili saared ning lõunas Guanxi (Hiina) (Dobzhansy 1933; Komai et al. 1950; Iablokoff-Khnzorian 1982) (joonis 2).



Joonis 2. Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) levik maailmas. Allikas: Roy et al. 2016.

Aasia lepatriinu leviku peamiseks põhjuseks on seni olnud putuka kasutamine biotõrjes kuid ka kaupade ülemaailmne levik. Leviku kiirus on erinevatel kontinentidel olnud erinev, jäädes 100 ja 500 km vahele aastas (Brown et al. 2011a). 1988. aastal leiti aasia lepatriinut esmakordselt Ameerika Ühendriikides Louisiana osariigis (Chapin ja Brou 1991). Viie aasta pärast ehk 1993. aastaks oli teda nähtud juba ka Mississippi, Alabama, Virginia, Delaware, New Jersey ja Pennsylvania osariikides (Koch et al. 2006).

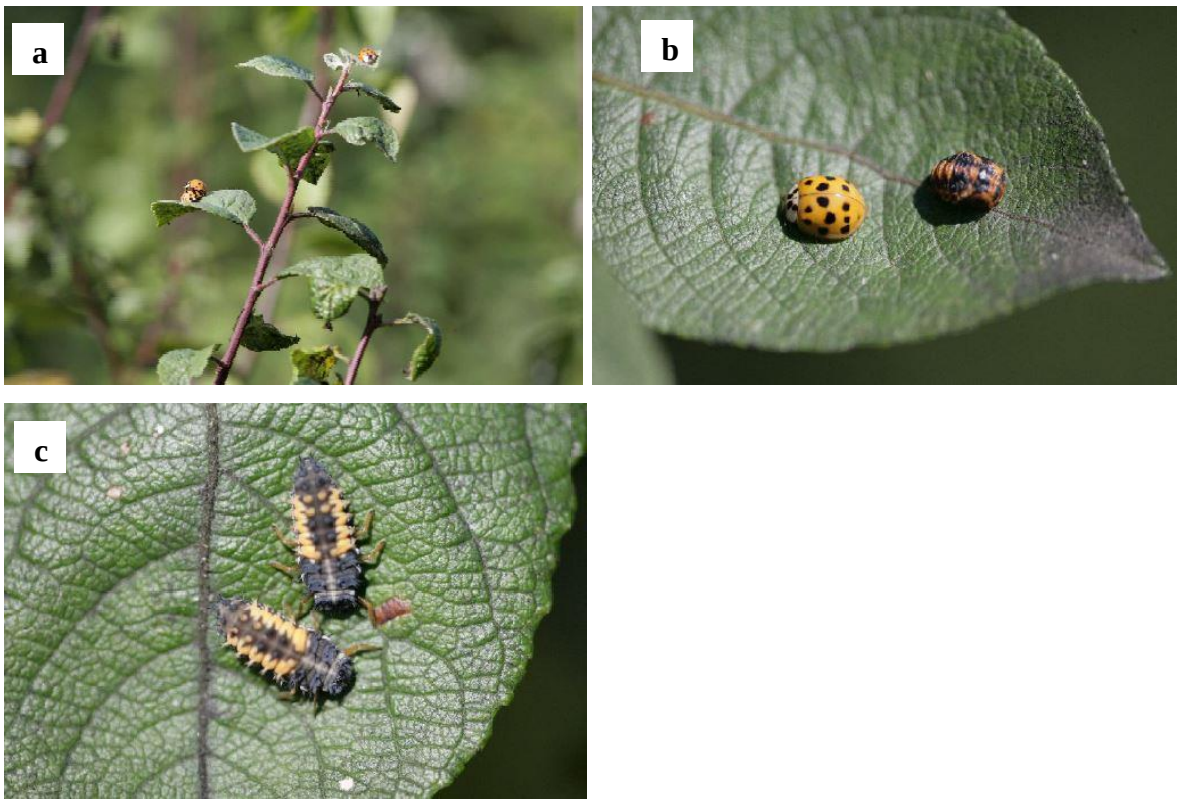
Lepatriinut on leitud ka Lõuna-Ameerikast, kus teda looduses märgati esimest korda 2001. aastal Argentiinas (de Almeida ja da Silva 2002; Saint 2004). Ka Lõuna-Aafrikast leiti aasia-lepatriinut esmakordselt 2001. aastal (Stals 2010). Liigi arvukuse kohta Põhja-Aafrikas ei olnud 2011. aastal veel eriti andmeid, kuid varasemalt on teda leitud Egiptusest Kairo linna ümbrusest (Brown et al. 2011b).

Putukas ei ole veel jõudnud Austraalia mandril levida, kuid 2008. aastal leiti surnud isendeid Austraaliasse saabunud kauba hulgast (Smith 2008). Samuti on mandrina puutumata jäänud Antarktis.

Euroopa esmane leid pärineb aastast 1991 Prantsusmaalt Saint-Aubinist (Coutanceau 2006). Järgmine riik, kust aasia lepatriinut loodusest avastati oli Kreeka 1998. aastal (Kontodimas et al. 2009), sellele järgnes 1999. aastal Saksamaa (Tolasch 2002) ning 2001. aastal Belgia (Adriaens et al. 2003).
Nõukogude Liidu aladel hakati aasia lepatriinut biotõrjes kasutama 1930. aastatel Lõuna-Kaukaasias, seejärel 1964. aastal Kiievi piirkonnas ning 1969. aastal Krimmis ja Minskis. Arvatakse, et ükski tahtlikult vabastatud aasia lepatriinu populatsioon ei jäänud siis nendes piirkondades püsima ja tänasel päeval loodusest leitud isendid pärinevad juba Lääne-Euroopast (Izhevsky 1990; Verizhnikova ja Shylova 2013).
Aasia lepatriinut leiti Ukrainast kinnitatud andmetel esmakordselt 2007. aastal, kuigi juba varem 2003. aastal olevat Kiievi lähedalt leitud paar isendit (Verizhnikova ja Shylova 2013). Esimesed teated Valgevenest pärinevad 2011. aastast kui märgati üksikuid aasia lepatriinusid (Lukashuk ja Ryndevich, avaldamata andmed (Roy et al.2016)).
Kuigi aasia lepatriinut ei ole Lätis biotõrjes kasutatud, leiti 2009. aastal Līvāni maakonna Jersika asula mahajäetud aiast haraliselt ploomipuult (*Prunus cerasifera* Ehrh.) arvukalt selle lepatriinuliigi vastseid, nukke ja valmikuid (joonis 3) (Barševskis 2009).
Leedus oli esimene leid 2011. aastal ning 2014. aastal avastati Vilniuse lähedal juba aasia lepatriinu koloonia koos võõrliigist lehetäidega *Brachycaudus divaricatatae* Shaposhnikov

(Havelka et al. 2015). Ida-Euroopa ühe suurima põllumajandusriigi Poola territooriumilt avastati *H. axyridis* 2007. aastal (Przewozny et al. 2007).

Alatest 2000 aastatest võib märgata Euroopas aasia lepatriinu massilist levikut (tabel 1).



Joonis 3. Läti kaguosast Līvāni maakonna Jersika asulast leitud aasia lepatriinud (*Harmonia axyridis*): (a) – valmikud haralise ploomipuu noortel võrsetel; (b) – valmik ja nukk; (c) – vastsed. Fotod: Arvīds Barševskis. Allikas: Barševskis 2009.

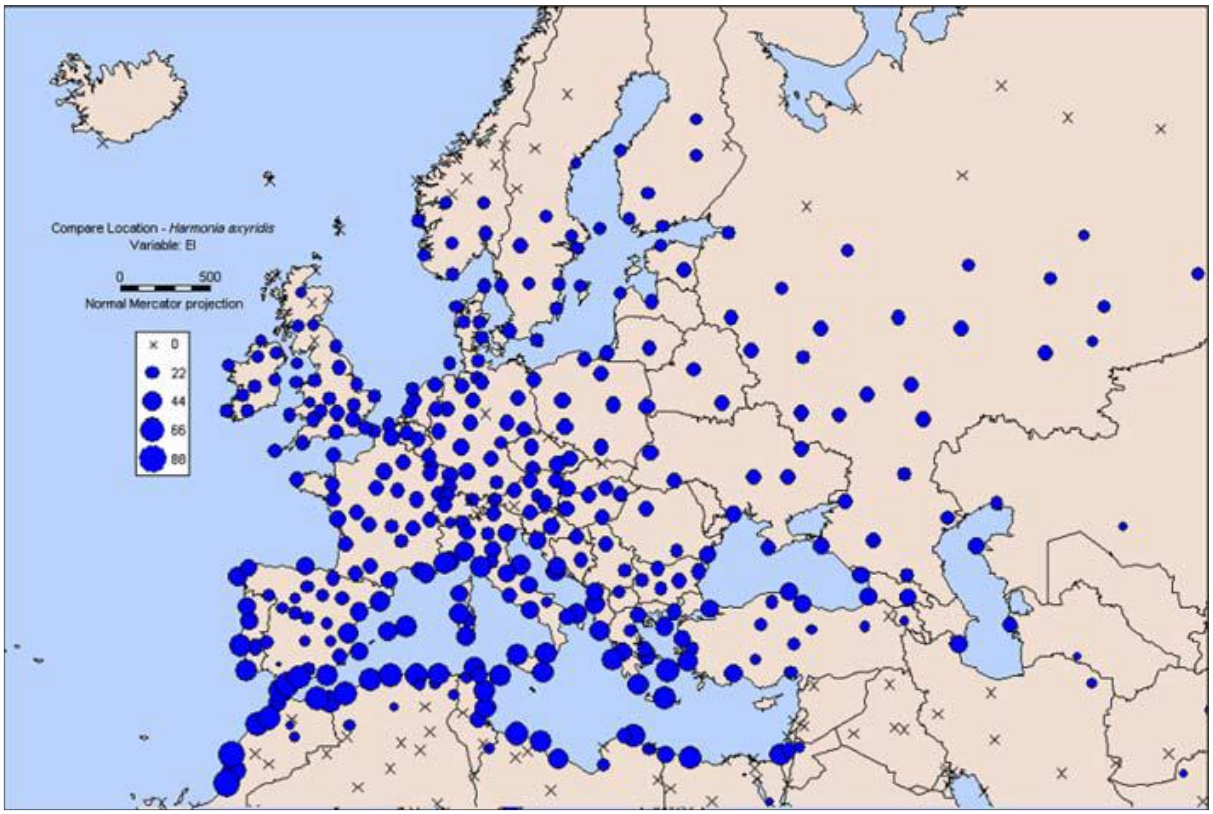
Putuka võimaliku leviala määramiseks kasutasid Hollandi teadlased CLIMEX programmi, millest selgus, et põhjapoolseim levila Euroopas saaks olema Soome ja Põhja-Ameerikas Alaska (joonis 4) (Poutsma et al. 2008). Täpsemalt jookseb selle mudeli järgi leviku piir 64° N laiuskraadil. CLIMEX programm on arvuti programm Windows Version 2, mis kasutab analüüsiks uuritavat organismi ja meteoroloogilisi andmeid. CLIMEX'i kasutada on üle 2000 ilmajaama andmed üle maailma ning sisestatud organismi andmete alusel teeb programm ennustuse leviala kohta (Poutsma et al. 2008).

Samas on uuringud näidanud, et laboratoorsete katsete tulemused erinevad vahel tegelikkusest, näiteks Benelli et al. (2015) poolt läbi viidud katse näitas, et *H. axyridis* ei ela

üle kõrgemat temperatuuri kui 34 ^{0}C, kuid liigi esinemist on dokumenteeritud ka Keenias (Nedvěd et al. 2011) ja Tanzaanias (Nedvěd ja Háva 2016).

Tabel 1. Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) avastamine Euroopas.

Riik	Esmakordne loodusest avastamise aasta
Prantsusmaa	1991 (Coutanceau 2006)
Kreeka	1998 (Kontodimas et al. 2009)
Saksamaa	1999 (Tolasch, 2002)
Belgia	2001(Adriaens et al. 2003).
Holland	2002 (Cuppen et al. 2004)
Hispaania	2003 (S. Eizaguerre, avaldamata andmed (Brown et al. 2008a))
Šveits	2004 (Klausnitzer 2004)
Inglismaa	2004 (Majerus et al. 2006; Roy et al. 2006)
Itaalia	2006 (I. Zakharov, avaldamata andmed (Brown et al. 2008a))
Tšehhi	2006 (O. Nedved ja I. Kovář, avaldamata andmed (Brown et al. 2008a))
Austria	2006 (Rabitch ja Schuh 2006)
Taani	2006 (J. Pedersen, avaldamata andmed (Brown et al. 2008a))
Norra	2006 (Staverløkk et al. 2007)
Rootsi	2007 (T. Hägg, avaldamata andmed (Brown et al. 2008a))
Ukraina	2007 (Verizhnikova ja Shylova 2013)
Läti	2009 (Barševskis 2009)
Leedu	2011 (Havelka et al. 2015)
Valgevene	2011 (Lukashuk ja Ryndevich, avaldamata andmed (Roy et al. 2016))



Joonis 4. CLIMEX kaart aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) võimalikest levialadest Euroopas. Allikas: Poutsma et al. 2007.

1.2. Aasia lepatriinu elupaigad ja areng

Aasia lepatriinu elupaikadeks on aiad, pargid, teede ääred, metsad, luhad, nõmmed (Adriaens et al. 2007), pilliroog (Ware et al. 2005; Brown et al. 2008a) ja põllud (Colunga-Garcia ja Gage 1998). Putukat leidub enam lehtpuudel (Hodek 1996; Iablokoff-Khnzorian 1982). Suurbritannias on teatatud vähemalt 75 taimeperekonda kuuluvast õistaimest, millelt on leitud aasia lepatriinu valmikuid (P. Brown, avaldamata andmed (Brown et al. 2011b)), samas vastseid on leitud 50 taimeperekonnalt (Brown et al. 2011b). Belgias läbiviidud uuringus leiti, et aasia lepatriinu eelistab seal nõgest (*Urtica dioica* L.), vahtrat (*Acer* spp.), remmelgat (*Salix* spp.), kaske (*Betula* spp.) ja okaspuudest mändi (*Pinus* spp.) (Adriaens et al. 2007).

Putukas on täismoondeline (joonis 5). Valmik on 5–8 mm pikkune ja 4–7 mm laiune. Emane võib muneda üle 1000 muna, jättes taimele lõhnaeritist, mille tõttu teised putukaliigid samale taimele enam ei mune (Pell et al. 2008).

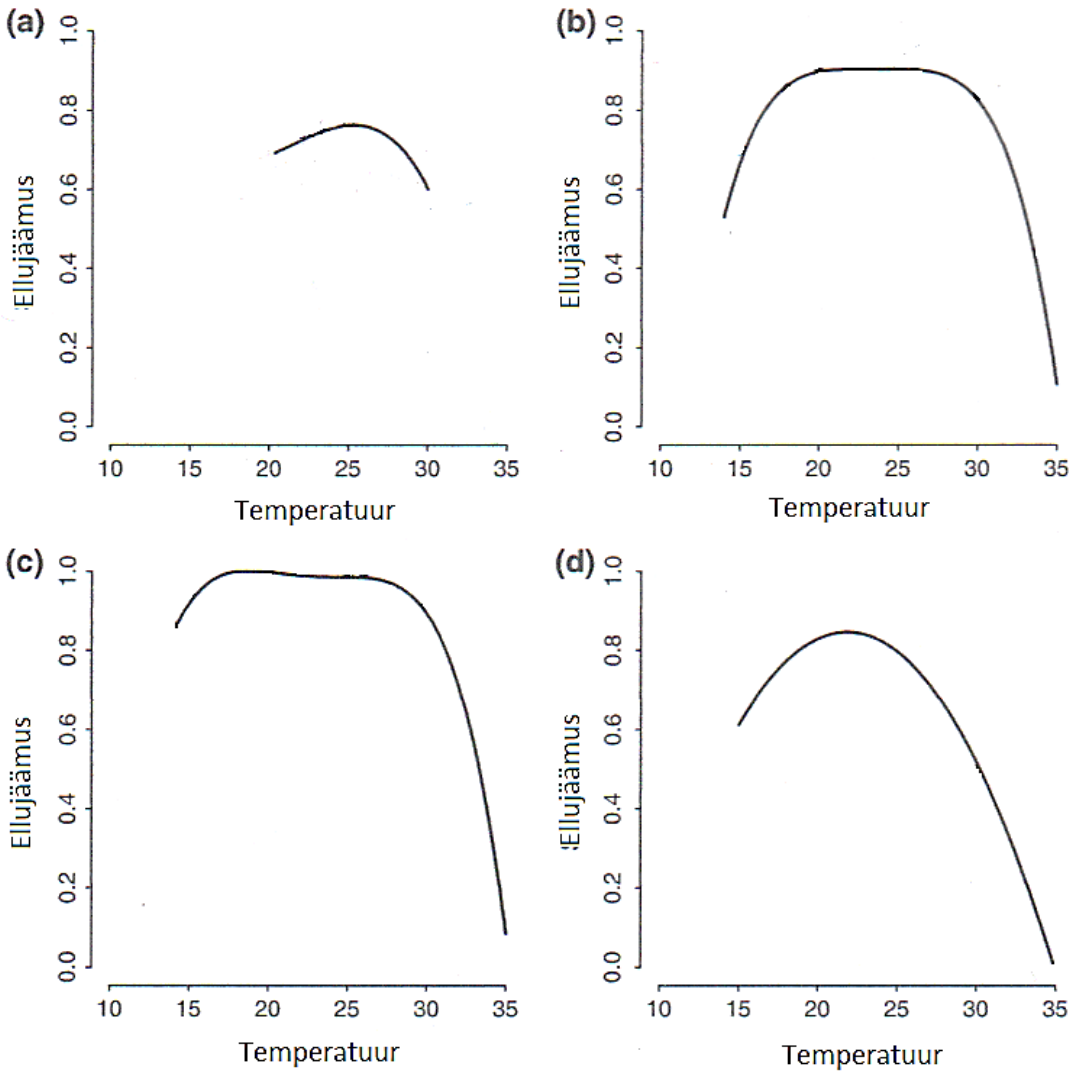
Looduslikul levialal on aasia lepatriinul kaks põlvkonda aastas, kuid võib olla ka kolm ning mõnel aastal koguni kaheksa (Osawa 2011). Erinevalt paljudest kohalikest liikidest esineb aasia lepatriinul osades Euroopa piirkondades, näiteks Kreekas, neli põlvkonda (Katsoyannos 1997). Munadest koorumise protsent on piirkonniti erinev, näiteks Belgias oli see 15%, Itaalias aga 100% (Berkvens et al. 2007).

Joonis 5. Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) arengujärgud: (a) muna; (b) vastne; (c) nukk; (d) valmik. Allikas: How to kill…. 2018.

Emaste ja isaste isendite puhul on märgatud erinevusi näiteks ekskrementide koguste puhul. Honěk et al. (2017) läbiviidud katse näitas, et emasisendid väljutavad suuremas koguses ekskremente kui isased, keskmiselt oli emaste ekskrementide kogus 43% isaste omast suurem. Osakaal suurenes veelgi lehetäide arvukuse suurenemisega. Huvitav on fakt, et emased, kes munesid 48 tunni jooksul peale püüdmist, eritasid rohkem ekskremente kui mitte munevad emased. Aasia lepatriinu (nii emased kui isased) võivad päevas süüa 19 kuni 45 lehetäid (keha pikkusega u 1 mm). Lisaks sellele veel 1 kuni 9 muud saaklooma päevas (keha pikkus 1–2 mm).

Üheks leviku uurimise ja analüüsimise aluseks on teadlased võtnud lepatriinu temperatuuritaluvuse. Berkvens et al. (2010) aastal avaldatud katse tulemustest selgus, et

aasia lepatriinu madalaim surmav temperatuur oli -16,5 ^{0}C. Isendite suremus miinuskraadidel oli tingitud kehavedelike jäätumisest. Sarnaselt Koch et al. (2004b) andmetele ei märgatud ka selles katses tulemuste erinevust tulenevalt isendi soost või vormi tüübist (*form type*). Temperatuuri katsetes on jõutud järeldusele, et peamiselt tuleneb aasia lepatriinu ellujäämine putuka konkreetsest arengujärgust (joonis 6). Optimaalne temperatuurivahemik (ellujäämuskõvera platoo) on lepatriinul 20 ^{0}C ja 30 ^{0}C kraadi vahel. Putuka peaaegu kõikide arengujärkude ellujäämus lõppes 35 ^{0}C juures. Madalas temperatuuris esines samuti ellujäämust, kuid antud uurimistöös oli kahjuks liiga vähe andmeid 14 ^{0}C madalamate temperatuuride toime kohta (Raak-van den Berg et al. 2017).



Joonis 6. Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) arengujärkude ellujäämus erinevatel temperatuuridel: (a) muna; (b) vastne; (c) nukk; (d) valmik. Allikas: Raak-van den Berg et al. 2017.

Aasia lepatriinu lendamiseks peab päevane temperatuur olema üle 21 ^{0}C (Nalepa et al 2005). Diapaus kestab putukal oktoobrist aprillini (Ongagna et al. 1993; Katsoyannos et al. 1997) ning optimaalne temperatuur talvitumiskohas peaks olema 0…-5 ^{0}C (Watanabe 2002).

Enamasti on lepatriinulastel 4 peamist aktiivset levikut: 1) lühimaa lend saagi leidmiseks; 2) pikamaa lend, mis tuleneb populatsiooni liigsest tihedusest ja saagi lühiealisusest; 3) migratsioon talvitumispaika; 4) mittesihilik ehk passiivne levik kevadel talvitumiskohast (Brown et al. 2011a). Aasia lepatriinul on aastas kaks peamist rännet: sügisel talvitumispaika suundudes ja suvine, mis on seotud toidu nappusega (Koch et al. 2006). *H. axyridis* talvitub mägedes või inimese loodud ehitistes, mille interjööri ja sisustust võib ta oma ekskrementidega rikkuda (Obata 1986; Sakurai et al. 1993, Kidd et al. 1995).

Nalepa et al. (2000, 2005) pakkusid välja, et isend läbib talvituma minnes viieastmelise käitumismustri: 1) ränne toitumiskohast; 2) saabumine talvitumiskohta; 3) otsus lahkuda või jääda; 4) jäämise korral otsib prao või lõhe; 5) jääb talvituma.

Talvitumiskoha valikul eelistab aasia lepatriinu kontrastse värviga kohti, atraktiivsemad värvid on valge, kollane, must, roheline, punane ja naturaalne puidutoon (Wang et al. 2011).

1.3. Aasia lepatriinu toitumine

Aasia lepatriinu on polüfaag, kes sööb pehmekehalisi putukaid (nt lehetäid, lehekirbud) ja lesti (Koch ja Galvan 2007), teiste lepatriinuliikide (nt *Coccinella transversoguttata* Faldermann) mune ja vastseid (Hodek 1996; Snyder 2004) kuid toitub ka õietolmust (Lundgren 2004) ja viljade mahlast (Hodek 1996). Kui toitu on vähe, siis aasia lepatriinu võib süüa ka liigikaaslasi. Lepatriinulaste mune süüakse peamiselt sel ajal kui aasia lepatriinu on vastsestaadiumis (Dixon 2000; Cottrell 2007). Toitumine mõjutab putuka arengut ja paljunemisvõimet. Ainult õietolmust toitudes jõuab täisikka 35–48% vastsetest, samuti väheneb emaste viljakus (Berkvens et al. 2007).

Mõne uuringu tulemused näitavad, et aasia lepatriinu tavaliselt vilju ise ei vigasta, vaid eelistab toituda juba vigastatud viljadel. de Castro Guedes ja de Almeida (2013) läbiviidud katses kasutati õunu (sordid ’Gala’ ja ’Fuji’), pirne (sordid ’Williams ja aasia pirn ’Ya Li’) ja viinamarju (sordid ’Niágara’ ja ’Rubi’) ning saadud tulemustest selgus, et aasia lepatriinu

valmikud ei tekita viinamarjadele, õuntele ja pirnidele olulisi vigastusi. Sarnasele tulemusele jõudis ka Koch et al. (2004a), kelle katses kasutati kõrvitsat (sort ’Magic Latern’), viinamarja (sort ’Crimson Seedless’) ja õuna (sort ’Honeycrisp’). Paraku oli Hiinas läbiviidud uuringu tulemus jällegi vastupidine väites, et *H. axyridis* tekitab viljadele vigastusi (Guo ja Wan 2001; Yang et al. 2006). Ka Kovack (2004) andmetel tekitab aasia lepatriinu viljadele vigastusi. Antud katses uuriti aasia lepatriinu mõju õunasordile ’Gala’, viinamarjasordile ’Red Flame’ ja virsikusordile ’Red Haven’. Katses vaarikatega selgus, et 73% viljadest olid aasia lepatriinu poolt vigastatud (Koch 2003).

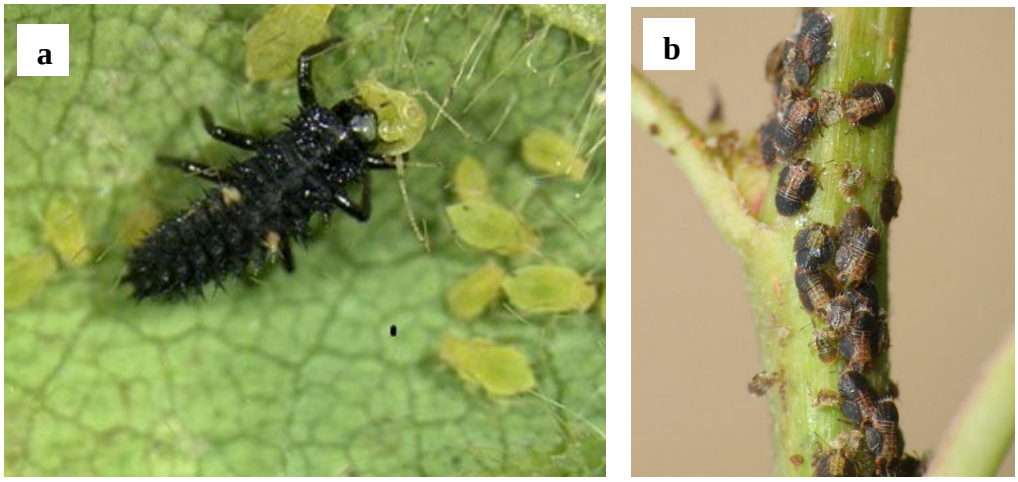
Aasia lepatriinu eelistab suhkrurikkamaid kultuure ja sorte. Koch et al. (2004a) katses eelistas lepatriinu magusamat õunasorti ’Fireside’ sordile ’Haralson’. Kuna aasia lepatriinu eelistab eriti sügisel süsivesikuterikkaid vilju (Koch et al. 2004a), siis valmistab ta veinitööstusele suuri probleeme. Nimelt saabub aasia lepatriinu sügisel istandustesse 2–3 nädalat enne saagi koristust ja toitub küpsetest viinamarjadest (joonis 7) (Galvan et al. 2007a), mistõttu võivad isendid sattuda korjatud viljade hulka. Viljade korjamisel ja töötlemisel vabastab *H. axyridis* kehast halvasti lõhnavat vedelikku, mis rikub veini maitse (Botezatu et al. 2013; Galvan et al. 2007a).

Näljane aasia lepatriinu võib isegi inimesi hammustada ning tekitada allergilisi reaktsioone ja astmat (Branquart ja Koch 2010).

Joonis 7. Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) toitumas viinamarjasordil ’Leon Millot’. Allikas: Galvan et al. 2006a.

1.4. Aasia lepatriinu kasutamine biotõrjes

Aasia lepatriinut on biotõrjes taimekahjurite arvukuse vähendamiseks kasutatud üle sajandi. Tema abil on tõrjutud näiteks lehetäisid, lesti, lehekirpe ja kilptäisid (joonis 8) (Koch ja Galvan 2007).



Joonis 8. Aasia lepatriinu kasutamine biotõrjes: (a) lepatriinu vastne lehetäidest toitumas. Foto: Claudio Gratton; (b) lepatriinut kasutatakse pirnipuu-lehekirbu *Cacopsylla pyri* L. tõrjeks Foto: Ilya Mityushev.

Kuna aasia lepatriinu on polüfaag, kelle elupaigaks sobivad nii looduslikud kui ka inimese loodud keskkonnad, on kultuuride hulk suur, mille kahjurite biotõrjes teda aja jooksul on kasutatud, näiteks USAs pekaanpähklitel (LaRock et al. 2003), vaigumännil (McClure 1987), õunapuudel (Brown ja Miller 1998), tsitruselistel (Michaud 2002) ja kartulil (Alyokhin ja Sewell 2004). Aasia lepatriinu sobib kasutamiseks nii katmikaianduses kui avamaal.

Alates 1992. aastast tegeles massilise aasia lepatriinu tootmisega Prantsusmaa ettevõte Biotop (Kabiri 2006). 1995. ja 1996. aastal alustasid Belgia ettevõte Biobest ja Hollandi firma Koppert Biosystems aasia lepatriinu müüki biotõrjeks (van Lenteren et al. 2007). 2004. aastaks olid enamus kommertsettevõtteid Euroopas aasia lepatriinu müügi lõpetanud (Roy et al. 2016).

Põhja-Ameerikas kasutati aasia lepatriinut esmakordselt 1916. aastal lehetäide tõrjeks (Koch 2003), mis on ka kirjandusallikate põhjal esmakorde viide tema kasutamisele biotõrjevahendina. Euroopa biotõrjesse jõudis lepatriinu 1980. ja 1990. aastatel (tabel 2) ja tema rakendamine on olnud riigiti erinev. Esimene riik Euroopas, kes võttis aasia lepatriinu biotõrjes kasutusele oli 1982. aastal Prantsusmaa (Iperti ja Bertand 2001), kus teda hoiti 1990. aastani karantiinis (Kabiri 2006). Saksamaal ei ole teadaolevaid andmeid, et putukat oleks ametlikult tõrjeks müüdud (Tolasch 2002), kuid biotõrjes kasutati esmakordselt 1997. ja 1998. aastal roosikasvatuses (H. Bathon, avaldamata andmed (Brown et al. 2007b)). Itaalias kasutati lepatriinut algselt 1990. aastatel kasvuhoonetes ning esimene dokumenteeritud info looduses esinemisest pärineb 2006. aastast (I. Zakharov, avaldamata andmed (Brown et al. 2008a)). Portugalis leidis *H. axyridis* kasutust näiteks lehetäide tõrjeks tsitruselistel (Katsoyannos et al. 1997; Soares et al. 2007). Tänaseks on aasia lepatriinut biotõrje vahendina kasutatud 8 Euroopa riigis ning ta on levinud 18 Euroopa riigi looduses.

Tabel 2. Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) kasutamise algus Euroopa riikide biotõrjes.

Riik	Aasta	Kultuurid
Prantsusmaa	1982 (Iperti ja Bertand 2001)	-
Portugal	1984 ja 1985 (Brown et al. 2008)	Tsitruselised
Kreeka	1994 (Katsoyannos et al. 1997)	Tsitruselised
Hispaania	1995 (Brown et al. 2008)	Katmikala
Itaalia	1995–1999 (Brown et al. 2008)	Katmikala
Holland	1996 (Cuppen et al. 2004)	-
Šveits	1996 (Andermatt 1996)	Roosid
Saksamaa	1997 ja 1998 (H. Bathon, avaldamata andmed (Brown et al. 2007b))	Roosid
Belgia	1997 (Adriaens et al. 2003)	-
Tšehhi	2003 (Brown et al. 2008)	Humal

Argentiinas võeti aasia lepatriinu biotõrjes kasutusele 1986. aastal ja 15 aastat hiljem 2001. aastal leiti selles riigis esimene Lõuna-Ameerika loodusest leitud aasia lepatriinu (Poutsma et al. 2008). Tšiilis kasutati aasia lepatriinut biotõrjes samuti esmakordselt 1986. aastal (Grez et al. 2010), kuid loodusest leiti ta aga 2003. aastal, mis on hea näide sellest, et aasia lepatriinu loodusesse leviku kiirus riigis ei sõltu tema esmasest tõrjes kasutamise ajast.

Nõukogude Liidus alustati aasia lepatriinu kasutamist biotõrjes 1930. ja 1960. aastatel Kaukaasias ja Ukrainas ning endiste liidu aladel olevatest piirkondadest kasutati teda uuesti 2010. aastal Kaukaasias (Belyakova ja Polikarpova 2012). Teadlaste hinnangul ei ole endiste

Nõukogude Liidu riikide looduses esinevad aasia lepatriinud 1930 ja 1960. aastatel kasutatud isendite järglased vaid pärinevad Lääne-Euroopast (Izhevsky 1990; Verizhnikova ja Shylova 2013).

1.5. Aasia lepatriinu kasulikkus ja kahjulikkus

Aasia lepatriinut iseloomustab ehk enim Koch ja Galvani 2007. aastal ilmunud artikli pealkiri: *„Bad side of good beetles:…“* (*„Heade mardikate halvad küljed“*). Aasia lepatriinul on nii kasulikke kui kahjulikke omadusi (tabel 3).

Tabel 3. Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) kahjulikud ja kasulikud omadused.

Kahjulik	Kasulik
Viljade vigastamine (Kovack 2004)	Oluline biotõrje vahend teatud valdkondades, näiteks sojaoa kasvatuses (Landis et al. 2008)
Võib toituda kohalikest lepatriinuliikidest (Snyder 2004)	Toitub kahjuritest, nt lehetäidest jt (Koch ja Galvani 2007)
Toitumine neutraalsetest putukaliikidest (mittekahjurputukad) (Koch et al. 2003)	
Rikub interjööre (Roy et al. 2015)	

Aasia lepatriinu kasulikkus ja kahjulikkus on peamiseks küsimuseks, kui arutleda teemal, kas aasia lepatriinu peaks olema hoopis kahjurite nimekirjas ja tema kasutamine biotõrjes keelatud. Holland on üheks riigiks maailmas, mis keelustas selle liigi kasutamise 2005. aastal (Loomans et al. 2013).

Kasulikkuse näitena võib tuua Põhja-Ameerika, kus *H. axyridis* aitab tõrjuda sojauba kahjustavat sojaoa-lehetäid *Aphis glycines* Matsumura (Koch ja Costamagna 2017). Bioloogilise kontrolli tõttu, milles osaleb ka aasia lepatriinu on võimalik Landis et al. (2008) andmetel säästa 239 miljonit dollarit aastas neljas USA osariigis.

Kahjulikke omadusi on siiski enam, näiteks majanduslik kahju, mida toob kaasa viljade vigastamine ja nende kvaliteedi rikkumine, nt virsikud, õunad (Kovack 2004) ja vaarikad (Koch 2003). Veinitööstusele põhjustab aasia lepatriinu suurt majanduslikku kahju (Galvan et al. 2007a). Viinamarja vilikondade vahel olevad putukad eritavad mahla pressimisel ainet

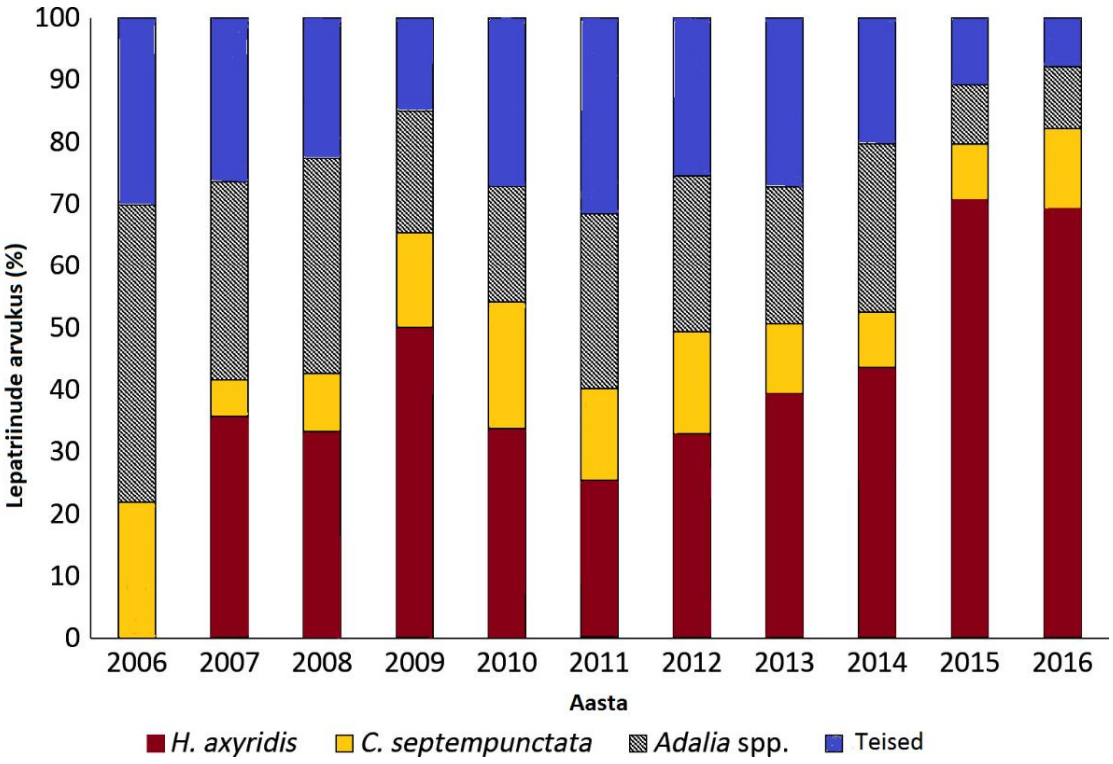
IPMP (2-isopropüül-3-metoksüpürasiin), mis rikub toodetava veini maitset (Pickering et al. 2005).

Aasia lepatriinu põhjustab kahju ka looduskeskkonnale (Koch et al. 2003; Snyder 2004). Lisaks rikub lepatriinu talvitumisel interjööri, eritades kehast ainet, mis jätab mööblile, seintele ja mujale kollaseid plekke (Brown et al. 2008 a,b; Roy et al. 2017).

1.6. Aasia lepatriinu ohtlikkus looduskeskkonnale

Aasia lepatriinu levikuga võib kaasneda negatiivne mõju ökosüsteemidele, sest ta võib mõjutada bioloogilist mitmekesisust tänu oma polüfaagsusele ja elupaikade mitmekesisusele (Brown et al. 2011a).

Koos aasia lepatriinu kohanemisega uues looduskeskkonnas on täheldatud kohalike lepatriinulaste populatsioonide vähenemist (Roy et al. 2016), nagu näiteks kakstäpp-lepatriinu (*Adalia bipunctata* L.) ja seitsetäpp- lepatriinu (*Coccinella septempunctata* L.) (Verizhnikova ja Shylova 2013) (joonis 9).



Joonis 9. Kohalike liikide vähenemine seoses aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) levikuga. Allikas: Brown ja Roy 2017.

Aasia lepatriinu on suuremaks ohuks kohalike lepatriinuliikide munadele kui kohalikud liigid tema munadele (Koch ja Galvan 2007) ning seda suuresti tänu oma paremale saagipüüdmisoskusele. Snyder et al. (2004) väitsid, et *H. axyridis* on edukam kiskja võrreldes kohalike lepatriinuliikidega, nagu näiteks seitsetäpp-lepatriinu, kuna ta on osavam saagi püüdmises ja väldib paremini saagi põgenemist. Põhja-Ameerikas on avastatud, et aasia lepatriinu toitub monarhliblika (*Danus plexippus* L.) munadest ja vastsetest (Koch et al. 2003).

Peale selle on ta kiskjaks teistele biotõrjes kasutatavatele putukatele ja ka neutraalsetele putukatele (Koch ja Galvan 2007). Aasia lepatriinu toitub ka lehetäiliikidest, mida ei loeta kahjurite hulka (Boettner et al. 2000).

Peale otsesele kahjule, mida aasia lepatriinu võib tekitada kohalikele lepatriinuliikidele nende munadest ja vastsetest toitumisel, võib ta olla ka haiguste levitajaks, mille tõttu võivad kohalikud lepatriinuliigid hukkuda. Vilcinskas et al. (2013) leidsid, et aasia lepatriinu organismis võib esineda parasiitne mikrosporiit, mis on suguluses kõhulahtisust põhjustava *Nosema thompsoni*'ga, mis kandjat ennast ei kahjusta, kuid on surmav kohalikule seitsetäpp-lepatriinule.

Aasia lepatriinu ohtlikkus seisneb ka selles, et ei ole lihtsaid ja usaldusväärseid viise, kuidas vähendada või leevendada tema vabanemisest tulenevaid riske ning sobivate preparaatide ja dooside kindlakstegemine võib võtta aastaid (van Lentern et al. 2007).

1.7. Aasia lepatriinu tõrjevõimalused

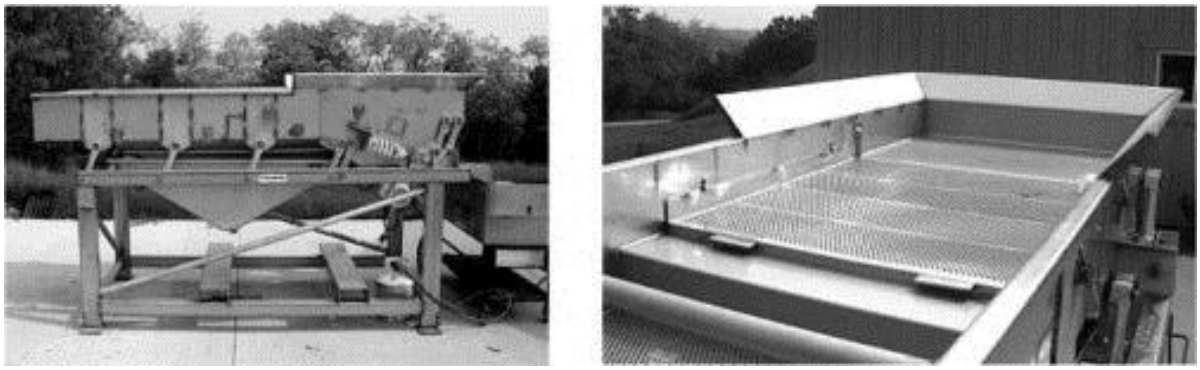
Aasia lepatriinu poolt põhjustatud kahjude vähendamiseks ja populatsiooni piiramiseks kasutatakse nii ennetustegevust, näiteks talvitumispaikade likvideerimist (Jones ja Boggs 2002) kui ka otseseid tõrjevõtteid, näiteks valguspüüniseid talvitumiskohtades (Baniecki et al. 2004; Potter ja Townsen 2005) (tabel 4). Tõenäoliselt oleks võimalik talvituskohtadesse kogunenud aasia lepatriinusid püüda ka kollaste liimipüünistega (A. Ploomi, suuline konsultatsioon).

Lepatriinusid on vähemalt osaliselt võimalik eemaldada kasutades isevalmistatud raputuslaudu, kust enne viinamarjade purustamist korjatakse lepatriinud ära käsitsi (joonis 10). Teine võimalus on panna viinamarjad vette, lepatriinud tõusevad veepinnale ja need siis ära korjata. Mõlemad võimalused on siiski piiratud, sest võivad vähendada suhkrusisaldust

ja vähendada kvaliteeti. Raputuslauad on osutunud väga efektiivseteks, kuid nende läbilaskevõime on madal (Botezatu ja Pickering 2010).

Tabel 4. Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) tõrjevõimalused.

Ennetavad meetmed	Otsene tõrje
Talvitumiskohtade likvideerimine (Jones ja Boggs 2002)	Talvituma asunud isendite eemaldamine talvitumiskohast, valguspüüniste kasutamine (Jones ja Boggs 2002; Baniecki et al. 2004; Potter ja Townsen 2005)
Tugevama koorega sortide valik (Galvan 2007a)	Insektitsiidide kasutamine (nt püretroidid) (Galvin et al. 2006a)
Ümbritseva taimestiku jälgimine (Galvan et al. 2006b)	Saagi koristamisel raputuslaua kasutamine ja viinamarjade vette kastmine mardikate ärakorjamiseks (Botezatu ja Pickering 2010)
Viinapuude katmine nt putukavõrkudega (Koch ja Galvan 2007)	
Teavitustöö	



Joonis 10. Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) tõrjeks viinamarjaistanduses isevalmistatud viinamarjade raputuslaud lepatriinude ärakorjamiseks. Allikas: Botezatu ja Pickering 2010.

Üheks tõrje võimaluseks on ka nn tõuka-tõmba strateegia (*push-pull strategy*), mille puhul kasutatakse repellente, et peletada ehk tõugata aasia lepatriinusid hoonete ja viinamarjaistanduste juurest eemale ning atraktante meelitamaks isendeid püünistesse (Riddick et al. 2004). Repellentidena toimivad nt lõhnaühendid mentool ja kamper, kuid kahjuks kaob peletav toime välistingimustes peale 48 tundi (Riddick et al. 2000). Putukaid peletav toimeaine DEET (N,N-Dietüül-meta-tolüamiid) mõjub koos parafiiniga aasia lepatriinule labori tingimustes 23 päeva, kuid selle toimet pole avamaal veel uuritud (Riddick

et al. 2004). Meelitava ühendina on tulemusi andnud nt. metoksüpürasiinid, beta-karüofülleen, mesi ja maisi õietolm (Wang et al. 2011).

Koch (2003) artiklis on välja toodud kokkuvõttev tabel erinevate toimeainete mõjust aasia lepatriinule, millest selgub, et täiskasvanud isenditele ja vastsetele mõjuvad erinevad toimeained, suremus on suurem pigem vastsestaadiumis. Samas pole tabelis kirjas Eestis saadaval olevaid toimeaineid nagu näiteks kloorpürifoos, deltametriin ja alfametriin (Taimekaitsevahendite… 2018).

Majandusliku kahju ennetamiseks soovitatakse kasvatada tugevama koorelisi sorte, kuna mitmetest uuringutest on selgunud, et *H. axyridis* toitub vigastatud viljadest (Galvan et al. 2007b). Aasia lepatriinu viinamarjakasvatustes tekitatud kahjude vähendamiseks ja isendi tõrjumiseks on läbiviidud rida katseid. Tulemustest saab järeldada, et kuigi on insektitsiide (nt püretroid entofenprox ja neonikotinoid acetamiprid) (Youn et al. 2002), mis sobivad antud lepatriinu tõrjeks, piirab nende kasutamist pikk ooteaeg peale töötlemist (Galvin et al. 2006b) või võimalik kahjulikkus looduskeskkonnale (Youn et al. 2002). Nii püretroide kui neonikotinoide seostatakse tolmeldajate hukkumise (Chaney 1988) ja muude kõrvaltoimetega nagu näiteks kimalaste tolmupallide kaalu muutusega (Karise 2015).
Ennetava meetmena on oluline jälgida ümbritsevat taimestikku, sest on märgatud, et viinamarja istandustes, mille lähedal on sojaoa põllud, esineb enam aasia lepatriinut. Enne talvituma suundumist toitub aasia lepatriinu võimalusel sageli sojaoa põldudel lehetäidest ja liigub seejärel edasi viinamarjaistandustesse (Galvan et al. 2006a).

Looduslike vaenlaste esinemist on uuritud peamiselt Jaapanis (Osawa 1992) ja Lõuna-Koreas (Park et al. 1996). Euroopa ja Põhja-Ameerika uuringutes on aga märgatud, et looduslike vaenlaste olemasolu mõjutab aasia lepatriinu populatsioonidünaamikat vähe (Kenis et al. 2007).

Aasia lepatriinu looduslikud vaenlased ja nende lühikirjeldus on välja toodud allpool olevas loetelus:

- *Beuveria bassina* (Bals.-Criv.) Vuill. on tuntud patogeen lepatriinude talvitumiskohas (Roy et al. 2007), mis paraku ei oma katsete ja vaatluste põhjal aasia lepatriinule olulist mõju (Cottrell ja Shapiro-Ilan 2003).
- *Coccipolipus hippodamiae* (McDaniel ja Morrill) on lest, keda leidub Põhja-Ameerikas, tema peremeheks on ka kakstäpp-lepatriinu (Webberly et al. 2005). Webberly et al. (2005) andmetel põhjustab *C. hippodamiae* peremehe surma 17 kuni

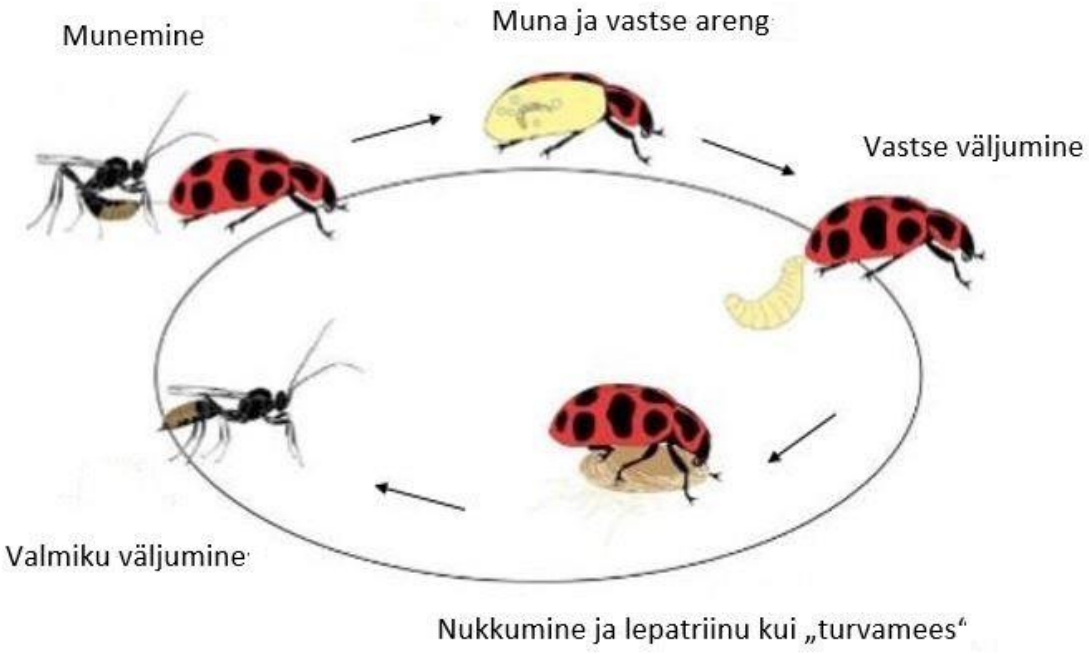
32 päevaga, sõltuvalt keskkonna temperatuurist (madalamal temperatuuril saabub surm aeglasemalt).

- *Dinocampus coccinellae* (Schrank) on Põhja- ja Lõuna-Ameerikas, Aafrikas ja Euroopas elav roheliste silmadega kiletiivaline parasitoid (Roy et al. 2016), kes muneb oma munad peremeesorganismi, näiteks aasia lepatriinusse, kus *D. coccinellae* läbib arengujärkudena muna ja vastse arengujärgu (joonis 11) (Maure et al. 2011). Munaga koos siseneb peremehe organismi ka halvav viirus (DCPV), mille tõttu kaitseb peremees *D. coccinellae* nuku arengustaadiumis (Weiler 2015).
- *Hesperomyces virescens* (Thaxter) on fungitsiidne siseparasiit, keda on leitud Põhja-Ameerikast, Lõuna-Aafrikast ja Euroopast (Haelewaters et al. 2016). Mainimist väärib tõsiasi, et *H. virescens* on maailmas leviv parasiit (pärineb Põhja-Ameerikast), kelle leviku peamiseks põhjuseks peetakse peremehena aasia lepatriinut.
- *Strongygaster triangulifera* (Loew) on Põhja-Ameerikas laialt levinud kärbes (Reeves ja O'Hara 2004), kes tüüpiliselt parasiteerib vastsetena lepatriinu valmikutel (Thompson 1954).

Peale *D. coccinellae* ja ülal toodud vaenlaste esineb osades Aasia populatsioonides isaseid aasia lepatriinusid tappev *Spiroplasma* perekonda kuuluv bakter (Majerus et al. 1998). Nematoodide esinemist ei ole looduslikel populatsioonidel täheldatud (Roy et al. 2007) ning talvitumiskohtades esinevate surmade peamiseks põhjuseks peetakse seenhaigusi (Hodek 1996).

Kiskjate eest kaitseb aasia lepatriinu end alkaloidirikka eritise abil, samuti ei söö linnud enamasti lepatriinulasi (Roy et al. 2007).

Beckert et al. (2015) uuringus selgus, et aasia lepatriinu immuunsüsteem on tugev haigustekitajate suhtes, sest kokkupuutel haigustekitajaga hakkas putuka organism tootma kaht c-tüüpi lüsosoomi (üherakulise membraaniga põieke): happelist *c-lys3* ja tavalist *c-lys4*. Lisaks sellele on eelnevad katses näidanud, et aasia lepatriinul on nn. kahekihiline immuunsüsteem: kehas produtseeritakse madalmolekulaarset antimikroobset hormooni ja antimikroobseid peptiide, mis aitavad tal võidelda organismi sattuvate võõrorganismidega (Röhrich et al. 2012).



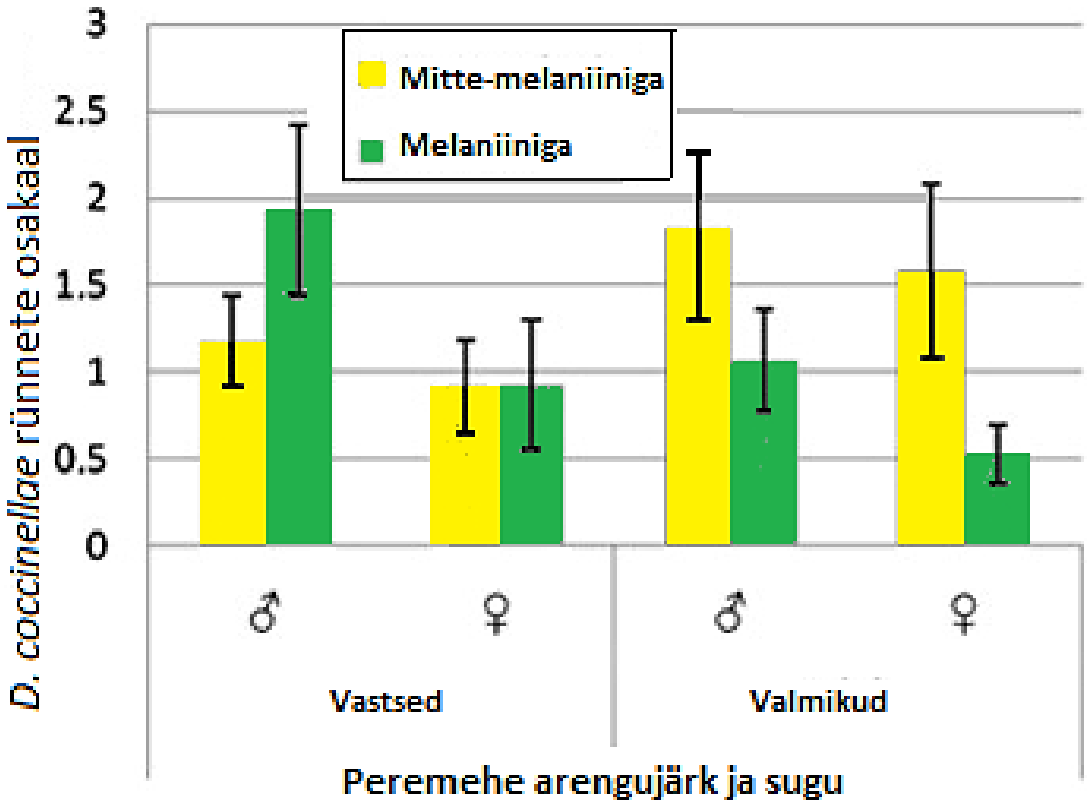
Joonis 11. Parasitoidi *Dinocampus coccinellae* elutsükkel (lepatriinuliik *Coleomegilla maculata* De Geer). Allikas: Maure et al. 2011. Joonistus: Franz Vanoosthuyse.

Aasia lepatriinudest on leitud peamiselt kahte liiki parasitoide – kiletiivaline *D. coccinellae* (Koyama ja Majerus 2007) ja kahetiivaline *S. triangulifera* (Roy et al. 2007).

Kummagi kahjustaja puhul ei ole täheldatud aasia lepatriinude arvukuse vähenemist, sest *H. axyridis* on hea immuunsüsteemiga, mille abil ta on võimeline haigustekitajaid ja kahjulikke organisme nagu parasitoide enda kaitsmiseks organismis kapseldama (Prokkola et al. 2013). Peale selle on 2015. aastal ilmunud Roy ja Brown'i artiklis tunnistatud, et aasia lepatriinu suur resistentsus *D. coccinellae* vastu vajab veel selgitamist.

Parasitoidi *D. coccinellae* rünnak ei pruugi aga alati olla surmav. Põhja-Ameerikas elutseva lepatriinu liigi *Coleomagilla maculata* De Geer isenditest umbes 25% isenditest taastus peale parasitoidi rünnakut (Maure et al. 2011).

Berkvens et al. (2010) katse näitas, et parasitoid *D. coccinellae* ründab suurema tõenäosusega mitte-melaniini sisaldusega täiskasvanud putukaid, sealhulgas aasia lepatriinut (joonis 12).



Joonis 12. Parasitoidi *Dinocampus coccinellae* rünnete osakaal sõtuvalt aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) melaniinisisaldusest. Allikas: Berkvens et al. 2010.

See võib tuleneda melanisatsiooni ja immuunsüsteemi omavahelisest seosest või lähtudes Thompson et al. (2002) ja Hagen et al. (2003) arvamusest, et melaniin võib tugevdada kutiikulat ehk epidermirakkude välispinna tugevamat katet, mille tõttu on sellest läbitungimine haigustekitajatel ja parasitoidil *D. coccinellae* raskendatud.

Aasia lepatriinu tõrjemeetmete väljatöötamine on keeruline, kuna putukal on hea kohastumisvõime, looduslik kaitse ja hea immuunsüsteem, peale selle tuleb arvestada insektitsiidide kasutamise korral nende mõjuga ümbritsevale looduskeskkonnale ja inimesele.

2. AASIA LEPATRIINU VÕIMALIK OHTLIKKUS EESTIS JA TÕRJE/ENNETUS STRATEEGIA

Lähtudes eespool kirjutatule, on aasia lepatriinu Eestisse jõudmine ja levik vaid aja küsimus ning juhtub tõenäolistelt lähiaastate jooksul. Aasia lepatriinu levik Eestis võib mõjutada eelkõige kohalike lepatriinulaste populatsioone, nagu näiteks seitsetäpp-lepatriinu arvukust. Brown ja Roy (2017) andmete kohaselt võib aasia lepatriinut seostada seitsetäpp-lepatriinu arvukuse vähenemisega Suurbritannias (andmeid koguti aastatel 2006 kuni 2016).

Samas võib aasia lepatriinu teatud valdkondades, nagu näiteks puuviljanduses, osutuda ka kasulikuks liigiks. 2017. aastal Eesti Maaülikooli teaduri Liina Aruse poolt antud hinnangul on pirnipuude (*Pyrus*) perekonna taimi nakatava kahjustaja *Pear decline mycoplasm* võimalikuks siirutajaks pirnipuu-lehekirp (Direkriiv 2000/29/EÜ), mille tõrjeks on maailmas kasutatud kõige enam just aasia lepatriinut (Hodek 1996). Vaatamata sellele, et aasia lepatriinut saab kasutada biotõrjes ei tohiks teda riiki sisse tuua.

Peamiselt on aasia lepatriinuga seonduv siiski negatiivne. Levikuga kaasneb majanduslik kahju eriti viinamarjakasvatusele ja veinitööstusele, nt Eestis on 2015. aasta seisuga „Eesti aiandussektori arengukava aastateks 2015–2020“ andmetel ligikaudu 40 ha viinamarjaistandikke. Pickering et al. (2007) tõi välja, et juba 1,5–1,9 aasia lepatriinut ühe kilogrammi viinamarjade kohta mõjutab veini kvaliteeti. Samuti on märgatud viljade vigastamist ka vaarikate puhul (Koch 2003), mille kasvupind oli PRIA andmetel 2015. aastal 93 ha (Eesti aiandussektori…, 2015).

Eestis on võimalik viinamarja kasvatuses rakendada raputuslaudu (Botezatu ja Pickering 2010) ning viinapuude katmine nt putukavõrkudega (Koch ja Galvan 2007). Samuti kasuta liim- ja valguspüüniseid (Jones ja Boggs 2002). Peale selle saab kasutada ka tõmba-tõuka metoodikat (Riddick et al.2004), mis paraku vajab lisauuringuid ja katsetusi.

Aasia lepatriinu tõrjeks surmavat mõju omavate insektitsiidide (nt. püretroidide) kasutamine (Galvin et al. 2006a) ei ole aga loodussäästlik ning lisaks mõjutad putukatõrjevahendid halvasti ka tolmeldajatele (Karise 2015). Tolmeldajate kaitse on aga väga oluline, sest kolmkümmend protsenti kogu maailma inimtoidust tuleb tänu tolmeldamisele (Mänd et al. 2008).

Aasia lepatriinu leviku hindamisel on oluline tema leiukohtade kaardistamine. Selleks on vaja kaasta mitte ainult teadlasi, vaid ka hobikorras loodusvaatlusega tegelevaid inimesi. Oluline on teavitada kohalikku elanikkonda, millega on tegemist ja miks see on oluline.

Tuleks selgitada, et looduses märgatud invasiivsest isendist teatamine võib kaasa aidata tema leviku piiramisele ja säästa kohaliku looduse mitmekesisust ning samas aidata põllumajandustootjaid. Eeskujuks on kindlasti Suurbritannia, kus tänu inimeste teavitusele on aasia lepatriinu levik võrreldes paljude teiste riikidega väga täpselt kaardistatud. Tänu sellele infole on teadlased suutnud teha järeldusi, mis aitavad tulevikus võib olla aasia lepatriinu levikut takistada. Näiteks on kogutud info põhjal selgunud, et isegi Briti saarel on lepatriinu levikukiirus erinev: põhja suunas oli see 2004–2005 aastani 19 km aastas, lääne suunas samal ajavahemikul 107 km aastas (Brown et al. 2007).

Aasia lepatriinuga toimetulekuks võiks eeskuju võtta näiteks Lõuna-Aafrika Vabariigist või Uus-Meremaast, kus inimestele jagatakse hoiatavaid ja teavitavaid infolehti, milles on välja toodud üldine lepatriinu iseloomustus, kahjulikkus ja tõrjeviisid (joonis 13).

Joonis 13. Näide Uus-Meremaal kasutatavast teavituslehest. Allikas: New Zealand Gowerment Ministry for Primary Industries.

KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli anda teaduskirjanduse põhjal ülevaade aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) levikust, ohtlikkusest ja kasutusel olevatest tõrjevõtetest ning selgitada välja, milline võib olla aasia lepatriinu tekitatav kahju Eestis.

Töö hüpoteesiks oli hinnata, kas invasiivse aasia lepatriinu on ohtlik Eesti looduskeskkonnale. Hüpotees leidis kinnitust – aasia lepatriinu on ohtlik Eesti looduskeskkonnale.

Antud bakalaureusetöö põhjal võib välja tuua aasia lepatriinu leviku ja ohtlikkuse kohta järgmised asjaolud:

- Alates 1980. aastatest muutus aasia lepatriinu invasiivseks liigiks. Peale 2000. aastaid on levik Euroopa riikides massiline
- Tänaseks on elusaid isendeid leitud viie kontinendi vabast loodusest
- Biotõrjes kasutamine on põhjustanud isendi leviku looduslikust levialast väljaspoole
- Biotõrjes on aasia lepatriinut kasutatud üle sajandi
- Putukal on hea kohastumisvõime ja immuunsüsteem, mis muudab tema tõrje keeruliseks
- Aasia lepatriinu elupaikadeks sobivad nii looduslikud, poollooduslikud kui ka inimese loodud keskkonnad
- Aasia lepatriinu vähendab kohalike lepatriinuliikide arvukust
- Aasia lepatriinu viljade mahlast toitumine põhjustab majanduslikku kahju eriti viinamarjakasvatusele ja veinitööstusele
- Aasia lepatriinu levib arvatavasti lähiajal ka Eestisse ning mõjutab siinset looduskeskkonda, taimekasvatajaid ja veinitootjaid

Kahjude vähendamiseks ja vältimiseks on vajalikud tõrje- ja ennetusmeetmed, mis on välja toodud punktidena järgneva Eesti tõrjestrateegia juures.

Aasia lepatriinu ennetus- ja tõrjemeetmed Eestis:

- Teabe levitamine läbi ajakirjanduse ja infolehtede jagamise. Põllumajandustootjate informeerimine õppepäevade-seminaride raames
- Seire ja leviku kaardistamine
- Eesti oludesse sobivate tõrjemeetodite väljatöötamine
- Vajadusel tõrjemeetmete rakendamine:
    - Talvituskohtade likvideerimine
    - Liim- ja valguspüüniste kasutamine
    - Tõuka-tõmba strateegia rakendamine
    - Tugevama koorega puuvilja- ja marjasortide valik ja kasvatamine
    - Raputuslaudade ja sukeldusmismeetodi kasutamine isendite ärakorjamiseks viinamarjakasvatuses
    - Viinapuude katmine putukavõrkudega
    - Insektitsiidide kasutamine

Kokkuvõtteks võib öelda, et suure tõenäosusega osutub aasia lepatriinu Eesti looduskeskkonnale ohtlikuks invasiivseks liigiks. Samuti võib see liik tekitada kahju puuvilja- ja marjakasvatajatele ning kohalikele veinitootjatele. Mitmetoidulise ja erinevate elupaikadega kohastunud putuka tõrjumine ning tema poolt põhjustatatud majandusliku kahju vältimine saab olema keeruline.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Abbas, I., Nakamura, K., Katakura, H., Sasaji, H.** (1988). Geographical variation of elytral spot patterns in the phytophagous ladybird, *Epilachna vigintioctopunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) in the province of Sumatra Barat, Indonesia. - *Researches on Population Ecology* 30(1), 43-56.
2. **Adriaens, T., Branquart, E., Maes, D.** (2003). The multicolored Asian ladubird *Harmonia axyridis* Pallas (Coloeptera: Coccinellidae), a threat for nativ aphid predators in Belgium?- The *Belgian Journal of Zoology* 113, 195-196.
3. **Adriaens, T., San Martin y Gomez, G., Maes, D. (**2007). Invasion history, habitat preferences and phenology of the invasive ladybird *Harmonia axyridis* in Belgium. - *Biological Control* 53(1), 69-88.
4. **Alyokhin, A., Sewell, G**. (2004). Changes in a lady beedle community following the establishment of three alien species. -*Biological Invasions* 6, 463-471.
5. **Andermatt, M**. (1996). Marienkäferlarven als blattlaus-bekämpfungsmittel? -*Andermatt Biological Control* 3,10-11, viidatud: **Brown, P. M. J., Adriaens, T., Bathon, H., Cuppen, J., Goldarazena, A., Hagg, T., Kenis, M., Klausnitzer, B. E.M., Kovar, I., Loomans, A. J. M., Majerus, M.E.N., Nedved, O., Pedersen, J., Rabitsch, W., Roy, H.E.,Ternois, V., Zakharov, I.A.,Roy, D.B**. (2008a). *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid.- *Biological Control* 53, 5-21 vahendusel.
6. **Baniecki, J., Dabaan, M. E., Freeborn, J., Cheves, B., Richmond, D**. (2004). Multicolored Asian ladybird *(Harmonia axyridis*). West Virginia University extension Service. http://www.wvu.edu/*agexten/ipm/insects/ ladybeetle.htm, viidatud **Kenis, M., Roy, H. E., Majerus, M.E.N.** (2007). Current and potential management strategies against *Harmonia axyridis*. -*Biological Control* 53(1), 235-252 vahendusel.
7. **Barševskis, A.** (2009). Multicolored Asian lady beetle (*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)) (Coleoptera:Coccinellidae) for the first time in the fauna of Latvia.- *Baltic Journal of Coleopterology* 9(2), 135-138.
8. **Belyakova, N. A., Polikarpova, Y. B.** (2012). *Harmonia axyridis* and Cryptolaemus montrouzieri acclimatization at the Black Sea coast of the Caucasus.-*Plant Protection News* 4, 43–48, viidatud **Ukrainsky, A. S., Orlova-Bienkowskaja, M. J**.(2013). Expansion of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera:Coccinellidae) to European Russia and adjacent regions.- *Biological Invasions* 16(5), 1-6 vahendusel.

9. **Benelli, M., Simon, R., Francati, S.** (2015). Effect of two temperatures on biological traits and susceptibility to a pyrethroid incecticide in an exotic and native coccinellid species.- *Bulletin of Insectology* 68(1), 23-29.
10. **Berkvens, N., Bonte, J., Berkvens, D., Tirry, L., De Clercq, P.** (2007). Influence of diet and photoperiod on development and reproduction of European populations of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). -*Biological Control* 53(1), 211-221.
11. **Berkvens, N., Moens, J., Berkvens, D., Samih, M. A., Tirry, L., de Clercq, P**. (2010). Dinovćampus coccinellae as a parasitoid of the invasive ladybird *Harmonia axyridis* in Europe. -*Biological Control* 53, 92-99.
12. **Boettner, G. H., Elkinton, J. S., Boettner, C. J.** (2000). Effects of a biological control introduction on three nontarget native species of saturniid moths.- *Conservation Biology* 14(6), 1798-1806.
13. **Botezatu, A. I., Kotseridis, Y., Inglis, D.** (2013). Occurrence and contribution of alkyl methoxypyrazines in wine tainted by *Harmonia axyridis* and *Coccinella septempunctata*. -*Journal of the Science of Food and Agriculture* 93,803-810.
14. **Botezatu, A., Pickering, G.** (2010). Ladybug (Coccinellidae) taint in wine. – /toim. A. Reynolds. Managing. Wine Quality. Oenology and Wine Quality. A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, lk 418–431.
15. **Branquart, E., Koch, R.,** *Harmonia axyridis* (Insect). (2010).Global Invasive species Database, 2010.[WWW] Http://www.issg.org/database/welcome/ (15.02.2018).
16. **Brown, M. W., Miller, S. S.** (1998). Coccinellidae (Coleoptera) in Apple orchards of eastern West Virginia and the impact of invasion by *Harmonia axyridis*. -*Entomological News* 109, 143-151.
17. **Brown, P. M. J., Adriaens, T., Bathon, H., Cuppen, J., Goldarazena, A., Hagg, T., Kenis, M., Klausnitzer, B. E.M., Kovar, I., Loomans, A. J. M., Majerus, M. E. N., Nedved, O., Pedersen, J., Rabitsch, W., Roy, H. E.,Ternois, V., Zakharov, I. A., Roy, D. B**. (2008a). *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid.-*Biological Control* 53(1), 5-21.
18. **Brown, P. M. J., Frost, R., Doberski, J., Sparks, T., Harrington, R., Roy, H. E.** (2011a). Decline in native ladybirds in response to the arrival of *Harmonia axyridis*: early evidence from England. - *Ecological Entomology* 36, 231-240.
19. **Brown, P. M. J., Roy, H. E.** (2017). Native ladybird decline caused by the invasive harlequin ladybird *Harmonia axyridis*: evidence from a long-term field study.- *Insect Conservation and Diversity*, 1-10.
20. **Brown, P. M. J., Roy, H. E., Rothery, P., Roy, D. B., Ware, R. L., Majerus, M. E. N.** (2008b). *Harmonia axyridis* in Great Britan: analysis of the spreading and distribution of a non-native coccinellid. -*Biological Control* 53(1), 55-67.

21. **Brown, P. M. J., Thomas, C. E., Lombaert, E., Jeffries, D. L., Estoup, A., Lawson Handley, L-J.** (2011b). The global spread of *Harmonia axyridis* (Coleoptera:Coccinellidae): distribution, dispersal and routes of invasion. -*Biological Control* 56, 623-641.
22. **Chaney, W. E. (**1988). The Effect of Synthetic Pyrethroid Insecticides on Honey Bees in Indiana: Laboratory Studies and a Survey of Beekeepers and Pesticide Applicators.- Thesis, Purdue University, West Lafayette, IN, USA.
23. **Chapin, J. B., Brou, V. A.** (1991). *Harmonia axyridis* (Pallas), the third spiecies on the geenus to be found in the United States (Coleoptera, Coccinellidea).- *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 93, 630-635.
24. **Colunga-Garcia, M., Gage, S. H.** (1998). Arrival, establishment, and habitat use of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) in a Michigan landscape. -*Environmental Entomology* 27, 1574-1580.
25. **Cottrell, T. E.** (2007). Predation by adult and larval lady beetles (Coleoptera:Coccinellidae) on initial contact whit lady beetles eggs. -*Environmental Entomology* 36, 390-401.
26. **Cottrell, T. E., Shapiro-Ilan, D. I.** (2003). Susceptibility of a native and an exotic lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) to Beauveria bassiana.- *Journal of Invertebrate Pathology* 84(2), 137–144.
27. **Coutanceau, J. P**. (2006). *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773); une coccinelle asiatique introduite, acclimatée et en extension en France.- *Bulletin de la Société Entomologique de France 111*: 395-401, viidatud **Brown, P. M. J., Adriaens, T., Bathon, H., Cuppen, J., Goldarazena, A., Hagg, T., Kenis, M., Klausnitzer, B. E. M., Kovar, I., Loomans, A. J. M., Majerus, M. E. N., Nedved, O., Pedersen, J., Rabitsch, W., Roy, H. E., Ternois, V., Zakharov, I. A., Roy, D. B**. (2008a). *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid.-*Biological Control* 53(1), 5-21 vahendusel.
28. **Cuppen, J., Heijerman, T., van Wielink, P., Loomans, A.** (2004). Het lieveheersbeestje Harmonia axyridis in Nederland: een aanwinst voor onze fauna of een ongewenste indringer (Coleoptera: Coccinellidae)? -*Nederlandse Faunistische Mededelingen* 20,1–12, viidatud **Brown, P. M. J., Adriaens, T., Bathon, H., Cuppen, J., Goldarazena, A., Hagg, T., Kenis, M., Klausnitzer, B. E.M., Kovar, I., Loomans, A. J. M., Majerus, M.E.N., Nedved, O., Pedersen, J., Rabitsch, W., Roy, H. E.,Ternois, V., Zakharov, I. A., Roy, D. B**. (2008a). *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid. -*Bioloogical Control* 53, 5-21.
29. **de Almeida, L. M., da Silva, V. B.** (2002). Primeiro registro de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): um coccinelideo originario da regiao Palearctica.- *Revista brasileira Zoologica* 19, 941–944, viidatud **Koch, R. L., Fernandes, M. G., Dutra, C. C.** (2011). First confirmed record of *Harmonia axyridi*s (Pallas, 1773) (Coleoptera:

Coccinellidae) in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil.-*The Journal of Biodiversity data* 7(4), 476-478 vahendusel.

30. **de Castro-Guedes, C. F., de Almeida, L. M.** (2013). The potential of diferent fruit speicies as food for *Harmonia axyridis* (Pallas 1773) (Coleoptera:Coccinellidae). - *Revista Brasileira de Fruticultura* 35(4), 1025-1031.
31. Direktiiv 2000/29/EÜ, Lisa I, A II. (2017). Põllumajandusamet. [WWW] http://www.google.ee/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjo9deYrJHaAhVMaFAKHbIXDd4QFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.pma.agri.ee%2Fdownload.php%3Fgetfile2%3D8306&usg=AOvVaw1Gktl_ihf-1v2s698aJFa6 (29.03.2018).
32. **Dixon, A. F. G.** (2000). Insect predator-prey Dynamics: ladybird beetles and biological control. Cambridge, UK. Cambridge University Press, viidatud **Pell, J. K. , Baverstock, J., Roy, H. E., Ware, R. L., Majerus, M. E. N.** (2008). Intraguild predation involving *Harmonia axyridis*: A review of current knowledge and futuure perspectives.- *Biological Control* 53, 147-168 vahendusel.
33. **Dobzhansky, T.** (1933). Geographical variation in lady beetles. - *The American Naturalist* 67, 97-126.
34. **Du, W., Chen, I.** (2010). Investigation of the color variations of *Harmonia axyridis* (Pallas) in Changchun. - *Chinese Agricultural Science Bulletin* 26(4),258-266, viidatud **Chen, J., Qin, Q. J., Liu,S., He, Y .Z. (**2011). Effect of six diets on development and fecundity of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae).- *African Entomology* 20(1), 85-90 vahendusel.
35. **Dubovskiy, I. M., Kryukova, N. A., Glupov, V. V., Ratcliffe, N. A.** (2016). Encapsulation and nodulation in insects.- *Invertebrate Survival Journal* 13, 229-246.
36. Eesti aiandussektori arengukava aastateks 2015–2020. (2015). Tallinn: Põllumajandus ministeerium. [WWW] https://www.agri.ee/sites/default/files/.../arengukava-aiandussektor-2015-2020.odt (06.05.2018).
37. **Galvan, T. L., Burkness, E. C., Hutchison, W. D.** (2006a). Wine grapes in the Midwest: reducing the risk of the multicolored Asian lady beetle. University of Minnesota Extension Service. [WWW] http://www.extension.umn.edu/garden/fruit-vegetable/IPM-and-the-bottom-line-grapes/ (11.04.2018).
38. **Galvan, T. L., Burkness, E. C., Vickers, Z., Stenberg, P., Mansfield, A. K., Hutchison, W. D.** (2007a). Sensory-based action threshold for multicolored Asian lady beelterelated-taint in wingrapes. -*American Journal of Entomology and Viticulture* 58, 518-522, viidatud **de Castro-Guedes, C. F., de Almeida, L. M.** (2013). The potential of diferent fruit speicies as food for *Harmonia axyridis* (Pallas 1773) (Coleoptera:Coccinellidae). - *Revista Brasileira de Fruticultura* 35(4), 1025-1031 vahendusel.

39. **Galvan, T. L., Koch, R. L., Hutchison, W. D.** (2007b). Enumerative and binomial sequential sampling plants for the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) in vine grapes. - *Journal of Economic Entomology* 31, 1191-1196.
40. **Galvan, T. L., Koch, R. L., Hutchison, W. D** .(2006b). Toxicity of indoxacarb and spinosad to the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera:Coccinellidae) via three routes of exposure. - *Pest Management Science* 62 (9),797-804.
41. **Grez, A. A., Zaviezo, T., Gonzalez, G., Rothmann, S**. (2010). *Harmonia axyridis* in Chile: a new threat. - *Ciencia e Investigación Agraria* 37, 145- 149.
42. **Guo, J. Y., Wan, F. H.** (2001). Effect of three diets on development and fecundity of the ladybeetles *Harmonia axyridis* and *Propylaea japonica*.- *Chinese Journal of Biological Control* 17, 116-120, viidatud viidatud **Roy, H, E., Brown, P, M, J., Adriaens, T., Berkvens, N., Borges, I., Clusella-Trullas, S., Comont, R, F., De Clercq, P., Eschen, R., Estoup, A., Evans, E, W., Facon, B., Gardiner, M, M., Gil, A., Grez, A, A., Guillemaud, T., Haelewaters, D., Herz, A., Honek, A., Howe, A, G., Hui, C., Hutchison,W, D., Kenis, M., Koch, R, L., Kulfan, J., Handley, L, L., Lombaert, E., Loomans, A., Losey, J., Lukashuk, A, O., Maes, D.,Magro, A., Murray, K, M., San Martin, G., Martinkova, Z., Minnaar, I, A., Nedved, O., Orlova-Bienkowskaja, M, J., Osawa, N., Rabitsch, W., Ravn, H, P., Rondoni, G., Rorke, S, L., Ryndevich, S, K., Saethre, M-G., Sloggett, J, J., Soares, A, O., Stals, R., Tinsley, M, C., Vandereycken, A., van Wielink, P., Viglášová, S., Zach, P.,Zakharov, I, A., Zaviezo, T., Zhao, Z.** (2016). The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology. -*Biological Invasions* 18, 997-1044 vahendusel.
43. **Gupta, A. P**. (2001). Immunology of invertebrates: cellular. - *Encyclopedia of Life Sciences* 10, 72-81.
44. **Haelewaters, D., Minnaar, I. A., Clusella-Trullas, S.** (2016). First finding of the parasitic fungus *Hesperomyces virescens* (Laboulbeniales) on native and invasive ladybirds (Coleoptera, Coccinellidae) in South Africa. -*Parasite* 23, 5.
45. **Hagen, S. B., Ims, R. A., Yoccoz, N. G.** (2003). Density-dependent melanism in sub-artic populations of winter moth larvae (*Operophtera brumata*).- *Ecological Entomology* 28,659-665.
46. *Harmonia axyridis* . (2018a). Web of Science. [WWW] http://apps.webofknowledge.com/Search.do?product=WOS&SID=E5qQSsVAhajMnKJBwem&search_mode=GeneralSearch&prID=3c2b03d8-6e0e-47d0-aba1-bc76cbb532aa (19.04.2018).
47. *Harmonia axyridis* . (2018b). Web of Sciense. [WWW] http://apps.webofknowledge.com/Search.do?product=WOS&SID=C5hIXbEVUyWtA3RB

mNU&search_mode=GeneralSearch&prID=d896a9d0-d45d-4aa9-aeff-fdc96ba33a8f (11.04.2018).

48. **Havelka, J., Danilov, J., Rakauskas, R., Ferenca, R.** (2015). Barcoding data of the first *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) invaters in Lithuania. - *Baltic Journal of Coleopterology* 15(2),99-106.
49. **Hodek, I.** (1996). Food relationships. -*Ecology of coccinellidae*./ Toim. Hodek, I., Hodek, A. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, lk 141-274.
50. **Honěk, A., Martinkova, Z., Evans, E. W., Skuhrovec, J.** (2017). Estimating prey consumption in natural populations of *Harmonia axyridis* (Coleoptera:Coccinellidae) using production of feces. -*Journal of Economic Entomology* 110(6), 2406-2412.
51. How to kill and get rid of multi-colored Asian lady beetles and Asian lady bugs. (2018). E Pest Supply. [WWW] http://www.epestsupply.com/asian_beetles.php#.Ws89lbllK1s (12.04.2018).
52. **Iablokoff-Khnzorian, S. M.** (1982). Les coccinelles Coléoptères- Coccinellidae: Tribu Coccinellini des régoins Paléartique et Orientale. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris, viidatud **van Lenteren, J. C., Loomans, A. J. M., Babendreier, D., Bigler, F. (**2007). *Harmonia axyridis*: an environmental risk assessment for Northwest Europe.- *Biological Control* 53(1), 37-54 vahendusel.
53. **Iberti, G., Bertand, E.** (2001). Hibernation of *Harmonia axyridis* (Coleoptera:Coccinellidae) in south-eastern France. - *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 65, 207-210.
54. **Izhevsky, S.** (1990). Introduction and applications on entomorphags. Moscow, VO " Antropromizdat, viidatud **Roy, H, E., Brown, P, M, J., Adriaens, T., Berkvens, N., Borges, I., Clusella-Trullas, S., Comont, R, F., De Clercq, P., Eschen, R., Estoup, A., Evans, E, W., Facon, B., Gardiner, M, M., Gil, A., Grez, A, A., Guillemaud, T., Haelewaters, D., Herz, A., Honek, A., Howe, A, G., Hui, C., Hutchison,W, D., Kenis, M., Koch, R, L., Kulfan, J., Handley, L, L., Lombaert, E., Loomans, A., Losey, J., Lukashuk, A, O., Maes, D.,Magro, A., Murray, K, M., San Martin, G., Martinkova, Z., Minnaar, I, A., Nedved, O., Orlova-Bienkowskaja, M, J., Osawa, N., Rabitsch, W., Ravn, H, P., Rondoni, G., Rorke, S, L., Ryndevich, S, K., Saethre, M-G., Sloggett, J, J., Soares, A, O., Stals, R., Tinsley, M, C., Vandereycken, A., van Wielink, P., Viglášová, S., Zach, P.,Zakharov, I, A., Zaviezo, T., Zhao, Z.** (2016). The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology. - *Biological Invasions* 18, 997-1044 vahendusel.
55. **Jones, C. S., Boggs, J**. (2002). Multicolored Asian lady beetle. Ohio State University Extension Fact Sheet: Entomology HSE-1030-01. [WWW] http://www.ohioline.osu.edu/hse-fact/1030.html (19.04.2018).

56. **Kabiri, F**. (2006). Information about production of *Harmonia axyridis* in Europe. Regulatsion of biological control agents. [WWW] http://www.rebeca-net.de/downloads/Risk%20assessment%20macrobials%20Kabiri.pdf (26.04.2018).
57. **Karise, R**. (2015). Mõtlemapanevaid tulemusi mesilastega seotud pestitsiidide uuringutest.- *Eesti riikliku mesindusprogrammi 2013 – 2016*. Paide, lk 7-15.
58. **Katsoyannos, P., Kontodimas, D. C., Stathas, G. J., Tsartsalis, C. T.** (1997). Establishment of *Harmonia axyridis* on citrus and some date on its phenology in Greece. -*Pytoparasitica* 25, 183-191, viidatud **Brown, P. M. J., Adriaens, T., Bathon, H., Cuppen, J., Goldarazena, A., Hagg, T., Kenis, M., Klausnitzer, B. E. M., Kovar, I., Loomans, A. J. M., Majerus, M. E. N., Nedved, O., Pedersen, J., Rabitsch, W., Roy, H. E., Ternois, V., Zakharov, I. A., Roy, D. B**. (2008a). *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid.-*Biological Control 53*(1), 5-21 vahendusel.
59. **Kenis, M., Roy, H. E., Majerus, M. E. N.** (2007). Current and potential management strategies against *Harmonia axyridis*. -*Biological Control* 53(1), 235-252.
60. **Kidd, K., Napela, C. A., Day, E. R., Valdvogel, M. G.** (1995). Distribution of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in North Carolina and Virginia. - *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 97, 729-731.
61. **Klausnitzer, B.** (2004). *Harmonia axyridids* (Pallas, 1773) in Deutschland (Col., Coccinellidae).- *Entomologische Nachrichten und Berichte* 46, 177-183.
62. **Koch, R. L.** (2003). The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its boilogy, uses in biological control and non-target impacts. -*Journal of Insect Science* 32, 1-16.
63. **Koch, R. L., Burkness, E. C., Burkness, S. J. W., Hutchison, W. D.** (2004a). Phytotophagous preferences of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera:Coccinellidae) for autumn- ripening fruit.- *Journal of Economic Entomology,* 97, 539-543.
64. **Koch**, **R. L., Carrillo, M. A., Venette, R. C., Cannon, C. A., Hutchison, W. D**. (2004b). Cold hardiness of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera:Coccinellidae). -*Enviromental Entomology* 33, 815-822.
65. **Koch, R. L., Costamagna, A. C.** (2017). Reaping benefiits from an invasive species: role of *Harmonia axyridis* in natural biological control of *Aphis glycines* in North America. -*Biological Control* 62, 331-340.

66. **Koch, R. L., Hutchison, W. D., Venette, R. C., Heimpel, G. E.** (2003). Susceptibility of immature monarch butterfly, Danaus plexippus (Lepidoptera: Nymphalidae: Danainae) to pteration by Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae). -*Biological Control* 28(2), 265-270.
67. **Koch, R .L.,Venette, R. C., Hudchison, W, D.** (2006). Invasions by *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in the Western Hemisphere: implications for South America.- *Neotropical Entomology* 35(4), 421-434.
68. **Koch. R.L., Galvan. T.L**. (2007). Bad side of a good beetle: the North American experience with *Harmonia axyridis*. -*Biological Control* 53, 1-4.
69. **Komai, T., Chino, M., Hosino, Y.** (1950). Contributions to the evolutionary genetics of the lady-beetle, Harmonia. I. Geographica and temporal variation in the relative frequencies of the elytral pattern types and in the frequency of the elytrial ridge. -*Genetics* 35, 589-60.
70. **Kontodimas, D. C., Stathas, G. J., Martinou, A. F.** (2009). Status of the *aphidophagous* predator *Harmonia* axyridis (Pallas) (Coleoptera: *Coccinellidae*) in Greece: A case of an exotic predator that failed to establish?- *European Journal of Entomology* 105 (3), 541-544.
71. **Kovack, J.** (2004). Impact of multicolored Asian lady beetles as a pest of fruit and people. -*American Entomologist* 50, 159-161.
72. **Koyama, S., Majerus, M. E. N.** (2007). Interactions between the parasitoid wasp *Dinocampus coccinellae* and two species of coccinellid from Japan and Britain. -*Biological Control* 53, 253-264.
73. **Landis, D. A., Gardiner, M. M., van der Werf, W., Swinton, S. M.** (2008). Increasing corn for biofuel production reduces biocontrol services in agricultural landscapes.- *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105, 20552-20557.
74. **LaRock, D. R., Mirdad, Z., Ellington, J. J.** (2003). Control of green peach aphids Myzus persicae (Homoptera: Aphididae) whit lady beetle *Harmonia axyridis* on Chile Capsicum annumm (Coleoptera: Coccinellidae) in the greenhouse.- *Southwest Entomololgy* 28, 249-253.
75. **Loomans, A. J. M., Vierbergen, B., Chen, P.** (2013). Seven years of post-release monitoring for biological control agents released for biological control in the Netherlands: impact of regulatory measures on establishment and use. - *Bulletin* 94, 15-20.
76. **Lundgren, J. G., Razzak, A. A., Wiedenmann, R. N.** (2004). Population responses and food consumption by predators *Coleomegilla maculata* and *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) during anthesis in an Illinois cornfield. - *Environmental Entomology* 33, 958–963.

77. **Majerus, M. E. N.** (1998). Melanism: evolution in action. - *Oxford University Press* 72 (1), 73-75.
78. **Majerus, M. E. N., Mabbott, P., Rowland, F., Roy, H. E.** (2006). The harlequin ladybird, Harmonia axyridis, arrives in Britain.- *Entomologist's Monthly Magazine* 142, 87-92.
79. **Majerus, T. M. O., Majerus, M. E. N., Knowles, B., Wheeler, J., Bertrand, D., Kuznetsov, V. N., Ueno, H., Hurst, G. D. D.** (1998). Extreme variation in the prevalence of inherited male-killing microorganisms between three populations of the ladybird *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). -*Heredity* 81, 683–669.
80. **Maure, F., Brodeur, J., Ponlet, N., Doyon, J., Filej, A., Elguero, E., Thomas, F**. (2011). The cost of a bodyguard.- *Biology Letters* 7, 843–846.
81. **McClure, M. S.** (1987). Potential of the Asian predator, *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae), to control *Matsucoccus resinosae* bean and godwin (Homoptera: Margarodidae) in the United States. - *Environmental Entomology* 16, 224-230.
82. **Michaud, J. P. (**2002). Invasion of the Florida citrus ecosystem by *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) and asymmetric competition with a nativ species, *Cycloneda sanguinea*. - *Environmental Entomology* 31, 827-835.
83. **Michie, L. J., Mallard, F., Maherus, M. E. N.** (2010). Melanic through nature or nurture: genetic polymorphism and phenotypic plasticity in *Harmonia axyridis*. - *Journal of Evolutionary Biology* 23, 1699-1707.
84. **Mänd, M., Karise, R., Martin, A-J**. (2008). Intensiivpõllumajandus vajab, kuid hävitab tolmeldajaid.-*Eesti Loodus.* Nr. 4. [e-ajakiri] http://www.eestiloodus.ee/artikkel2330_2312.html (06.05.2018).
85. **Nalepa, C. A., Kennedy, G. G., Brownie, C.** (2005). Role of visual contrast in the alighting behavior of *Harmonia axyridis* (Coleoptera:Coccinellidae) at owerwintering sites. - *Environmental Entomology* 34(2), 425-431.
86. **Nalepa, C. A., Kidd, K. A., Hopkins, D. I.** (2000). The multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae): orientation to aggregation sites. - *Journal of Entomological Science* 35(2), 150-157.
87. **Nedvěd, O., Háva, J**. (2016). New record of the invasive lady beetle *Harmonia axyridis* in Afrotropical Region: Tanzania, Zanzibar. - *African Entomology* 24 (1), 247-249.
88. **Nedvěd, O., Háva, J., Kulíková, D.** (2011). Record of the invasive alien ladybird *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) from Kenya.- *ZooKeys* 106, 77-81.
89. **Obata, S.** (1986). Determination of hibernation site in the ladybird beetle, *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). -*Kontyu* 54, 218-223.
90. **Ongagna, P., Giuge, L., Iperti, G., Ferran, A.** (1993). Cycle de développment d'Harmonia axyridis (Coleoptera:Coccinellidae) dans son aire d'induction:le sud-est de la France.- *Entomophaga* 38, 125-128, viidatud **Soares, A, O., Borgess, I., Borges, P. A. V.,Labric,**

G., Lucas, É. (2007*). Harmonia axyridis*;What will stop the invader? -*Biological Control* 53, 127-145 vahendusel.

91. **Osawa, N.** (1992). A life table of the ladybird beetle *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera, Coccinellidae) in relation to the aphid abundance. - *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 60(3), 575–579.
92. **Osawa, N.** (2011). Egology of *Harmonia axyridis* in natural habits within its native range.- *Biological Control* 56, 613-621.
93. **Park, H., Park, Y. C., Hong, O. K., Cho, S. Y.** (1996). Parasitoids of the aphidophagous ladybeetles, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in Chuncheon areas, Korea. - *Korean Journal of Applied Entomology* 26:143–147, viidatud **Kenis, M., Roy, H. E., Majerus, M. E. N.** (2007). Current and potential management strategies against *Harmonia axyridis*. -*Biological Control* 53(1), 235-252 vahendusel.
94. **Pell, J. K. ,Baverstock, J., Roy, H. E., Ware, R. L., Majerus, M. E. N.** (2008). Intraguild predation involving *Harmonia axyridis*: A review of current knowledge and futuure perspectives. -*Biological Control* 53, 147-168.
95. **Pickering, G. J., Ker, K., Soleas, G. J.(** 2007). Determination of the critical stages of processing and tolerance limits for *Harmonia axyridis* for "ladybug taint" in wine. -*Vitis* 46, 85-90.
96. **Pickering, G.J.,Lin, Y.,Reynolds, A.,Soleas, G., Riesen, R., Brindle, I**. (2005). The influence of *Harmonia axyridis* on wine composition and aging.- *Journal of Food Science* 70, 128-135.
97. **Potter, M.F., Townsend, L.** (2005). Asian lady beetle invasion of structures. University of Kentucky, College of Agriculture, Department of Agriculture. ENTFACT-416. [WWW] https://entomology.ca.uky.edu/ef416 (19.04.2018).
98. **Poutsma, J., Loomans, A. J. M., Aukema, B., Heijerman, T.** (2007). Predicting the potential geographical distribution of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*, using the CLIMEX model.- *Biological Control*, 53, 103-125.
99. **Prokkola, J., Roff, D., Kärkkäinen, T., Krams, I., Rantala, M. J.** (2013). Genetic and phenotypic relationships between immune defense, melanism and life-history traits at different temperatures and sexes in Tenebrio molitor. -*Heredity (Edinb)* 111(2), 89–96.

- **Przewozny, M., Barozek, T., Bunalski, M.** (2007). *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) new species of ladybird beetle for Polish fauna. -*Polskie Pismo Entomologiczne* 76(3), 177-182.

100. **Raak-van den Berg, C. L., Hemerik, L., van der Werf, W., de Jong, P. W., van Lentern, J. C.** (2017). Life history of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: a global meta-analysis. -*Biological Control* 62, 283-296.
101. **Rabitsch, W., Schuc, R.** (2006). First record of the multicoloured Asian ladybird Harmonia axyridis (Pallas, 1773) in Austria. -*Beiträge zur Entomofaunistik* 7, 161-164.
102. **Reeves, W. K., O'Hara, J. E.** (2004). First report of *Strongygaster triangulifera* (Diptera: Tachinidae) as a parasitoid of a cantharid beetle, *Chauliognathus pennsylvanicus* (Coleoptera: Cantharidae). - *The Canadian Entomologist* . 136, 661-662.
103. **Riddick, E .W., Aldrich, J. R., Davis, J. C**. (2004). DEET repels *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) adults in laboratory bioassays. - *Journal of Entomological Science* 39, 373-386.
104. **Riddick, E. W., Aldrich, J. R., De Milo, A., Davis, J. C.** (2000). Potential for modifying the behavior of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) with plant-derived natural products. - *Annals of the Entomological Society of America* 93(6), 1314–1321.
105. **Roy. H. E., Brown, P. M. J**.(2015). Ten year of invasioon:*Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera:Coccinellidae) in Britain.- *Ecological Entomology* 40, 336-348.
106. **Roy, H, E., Brown, P, M, J., Adriaens, T., Berkvens, N., Borges, I., Clusella-Trullas, S., Comont, R, F., De Clercq, P., Eschen, R., Estoup, A., Evans, E, W., Facon, B., Gardiner, M, M., Gil, A., Grez, A, A., Guillemaud, T., Haelewaters, D., Herz, A., Honek, A., Howe, A, G., Hui, C., Hutchison,W, D., Kenis, M., Koch, R, L., Kulfan, J., Handley, L, L., Lombaert, E., Loomans, A., Losey, J., Lukashuk, A, O., Maes, D.,Magro, A., Murray, K, M., San Martin, G., Martinkova, Z., Minnaar, I, A., Nedved, O., Orlova-Bienkowskaja, M, J., Osawa, N., Rabitsch, W., Ravn, H, P., Rondoni, G., Rorke, S, L., Ryndevich, S, K., Saethre, M-G., Sloggett, J, J., Soares, A, O., Stals, R., Tinsley, M, C., Vandereycken, A., van Wielink, P., Viglášová, S., Zach, P., Zakharov, I, A., Zaviezo, T., Zhao, Z.** (2016). The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology. -*Bioogical Invasions* 18, 997-1044.
107. **Roy, H. E., Brown, P., Majerus, M. E. N.** (2006). Harmonia axyridis: a successful biocontrol agent or an invasive threat? -*An ecological and societal approach to biological control* /Toim. J. Eilenberg ja H. Hokkanen. Dordrecht, Nederland: Springer, lk 295-310.
108. **Roy, H. E., Brown, P. M.J ., Rothery, P., Ware, R. L., Majerus, M. E. N.** (2007). Interactions between the fungal pathogen Beauveria bassiana and three species of

coccinellid: *Harmonia axyridis*, Coccinella septempunctata and Adalia bipunctata. -*Biological Control* 53(1), 265-276.

109. **Röhrich, C. R., Ngwa, C. J., Wiesner, J., Schmidtberg, H., Degenkolb, T., Kollewe, C**. (2012). Harmonine, a defence compound from the harlequin ladybird, inhibits mycobacterial growth and demonstrates multi-stage antimalarial activity.- *Biology Letters* 8, 308-311.
110. **Saint, E, D.** (2004).Presencia de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera:Coccinellidae) en la provincia de Buenos Aires: Aspectos biológicos. RIA 33, 151-160, viidatud **Koch, R. L., Fernandes, M. G.,Dutra, C. C.** (2011). First confirmed record of *Harmonia axyridi*s (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil.-*The Journal of Biodiversity data* 7(4), 476-478 vahendusel.
111. **Sakurai, H., Kumata, Y., Takeda, S.** (1993). Seasonal prevalence and hibernating-diapause behavior in the lady beetle, *Harmonia axyridis*.- *Research Bulletin, Faculty of Agriculture, Gifu University* 58, 51-55.
112. **Salt, G** .(1970). The Cellular Defence Reactions of Insects. Cambridge:Cambridge University Press, viidatud **Cameron, T.C., Wearing, H.J.,Rohani, P.,Sait, S. M.** (2010). A koinobiont parasitoid mediates competition and generates additive mortality in healthy host populations.-*Oikos* 110(3), 620-628 vahendusel.
113. **Smith, B., Fisher, D.** (2008). Biosecurity risk - Asian lady beetle. Wine Industry Newsletter, 3.
114. **Snyder, W. E., Clavenger, G. M., Eigenbrode, S. D.** (2004). Intraguild predation and successful invasion by introduced ladybird beetles. -*Oecologia* 140, 559-565.
115. **Soares, A, O., Borgess, I., Borges, P. A. V.,Labric, G., Lucas, É.** (2007*). Harmonia axyridis*;What will stop the invader? -*Biological Control* 53, 127-145.
116. **Stals, R.** (2010). The establishment and rapid spread of an alien invasive lady beetle: Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae) in southern Africa, 2001–2009. -*Bulletin* 58, 125–132.
117. **Staverløkk, A., Sæthre, M.-G., Hågvar, E. B.** (2007). A review of the biology of the invasive harlequin ladybird *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae). -*Norway Journal of Entomology* 64, 97-104.
118. Taimekaitsevahendite register. (2017). Põllumajandusamet. [WWW] https://portaal.agri.ee/avalik/#/taimekaitse/taimekaitsevahendid-otsing/et (30.03.2018).
119. **Tang, B., Zhu, J., Guo, H. S.** (2012). Studies of the diversity of multiple elytral color morphs on *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera:Coccinellidae).- *Journal Hangzhou Normal University* 11,132-136, viidatud **Chen, J., Qin, Q. J., Liu, S., He, Y. Z. (**2011). Effect of six diets on development and fecundity of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae).- *African Entomology* 20(1), 85-90 vahendusel.

120. **Tan, C. C**. (1945). Mosaic dominance in the inheritance of color *Harmonia axyridis*.-*Geneixcs* 31, 195-210.

121. **Thompson, J. J. W., Armitage, S. A. O., Siva-Jothy, M. T.** (2002).Cuticular colour change after imaginal eclosion is time-constrained :blacker beetls darken faster. -*Physiological Entomology* 27, 136-141.

122. **Thompson, W. R.** (1954). *Hyalomyodes triangulifera* Loew (Diptera: Tachinidae). - *The Canadian Entomologist* . 86, 137–l44.

123. **Tolasch, T.** (2002). *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) breitet sich in Hamburg aus-ausgangspunkt für en besiedlung mitteleuropas? -*Entomologische Nachrichten und Berichte* 46, 185-188, viidatud **Brown, P. M. J., Adriaens, T., Bathon, H., Cuppen, J., Goldarazena, A., Hagg, T., Kenis, M., Klausnitzer, B. E. M., Kovar, I., Loomans, A. J. M., Majerus, M. E. N., Nedved, O., Pedersen, J., Rabitsch, W., Roy, H. E., Ternois, V., Zakharov, I. A., Roy, D.B**.(2008a). Harmonia axyridis in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid.-*Biological Control* 53(1), 5-21 vahendusel.

124. **van Lenteren, J. C., Loomans, A. J. M., Babendreier, D., Bigler, F.** (2007). *Harmonia axyridis*: an environmental risk assessment for Northwest Europe.- *Biological Control* 53(1), 37-54.

125. **Verizhnikova, I., Shylova, K.** (2013). Concequences of entomophagy Harmonia axyridis Pall. (Coleoptera:Coccinellidae) introduction and its predicted area of acclimatization. - *Urgent Ecological and Environmental Manager Problems FOR Mosaic* 15,65-68, viidatud **Roy, H, E., Brown, P, M, J., Adriaens, T., Berkvens, N., Borges, I., Clusella-Trullas, S., Comont, R, F., De Clercq, P., Eschen, R., Estoup, A., Evans, E, W., Facon, B., Gardiner, M, M., Gil, A., Grez, A, A., Guillemaud, T., Haelewaters, D., Herz, A., Honek, A., Howe, A, G., Hui, C., Hutchison,W, D., Kenis, M., Koch, R, L., Kulfan, J., Handley, L, L., Lombaert, E., Loomans, A., Losey, J., Lukashuk, A, O., Maes, D.,Magro, A., Murray, K, M., San Martin, G., Martinkova, Z., Minnaar, I, A., Nedved, O., Orlova-Bienkowskaja, M, J., Osawa, N., Rabitsch, W., Ravn, H, P., Rondoni, G., Rorke, S, L., Ryndevich, S, K., Saethre, M-G., Sloggett, J, J., Soares, A, O., Stals, R., Tinsley, M, C., Vandereycken, A., van Wielink, P., Viglášová, S., Zach, P., Zakharov, I, A., Zaviezo, T., Zhao, Z.** (2016). The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology. -*Biological Invasions* 18, 997-1044 vahendusel.

126. **Vilcinskas, A., Stoecker, K., Schmidtberg, H., Röhrich, C. R., Vogel, H.** (2013). Invasive Harlequin ladybird carries biological weapons against nativ competitors.-*Science* 340(6134), 862-863.

127. **Wang, S., Michaud, J., Tan, X.** (2011). The aggression behavior of Harmonia axyridis in its native range in northeast China. -*Biological Control* 56, 193-206.

128. **Ware, R. L,. Majerus, M. E. N., Roy, H. E., Symington, F.** (2005). The harlequin ladybird arrives in Britain: a threat to our nativ spiecies? - *The Bulletin - Amateur Entomologists' Society* 64, 175-186
129. **Watanabe, M.** (2002). Cold tolenarce and myo-inositol accumulation in owerwintering adults of a lady beetle, *Harmonia axyridis* (Coleoptera:Coccinellidae). - *European Journal of* Entomology 99, 3-9.
130. **Webberley, M. K., Buszko, J., Isham, V., Hurts, G. D. D**. (2005). Sexually transmitted disease epidemics in natural insect population.- *Journal of Animal Ecology* 75 (1), 33-43.
131. **Weiler, N**. (2015) Wasp virus turns ladybugs into bzombie babysitters. - *Science doi:10.1126/science.aaa7844.*
132. **Yang, Y. W, Zhang, Q. M., Du, L.** (2006). Study on selective preferences of *Harmonia axyridis* (Pallas) collected from differrent habitats to predating alphids. - *China Society of Plant Protection* 26, 5-7, viidatud **Roy, H. E., Brown, P, M, J., Adriaens, T., Berkvens, N., Borges, I., Clusella-Trullas, S., Comont, R, F., De Clercq, P., Eschen, R., Estoup, A., Evans, E, W., Facon, B., Gardiner, M, M., Gil, A., Grez, A, A., Guillemaud, T., Haelewaters, D., Herz, A., Honek, A., Howe, A, G., Hui, C., Hutchison,W, D., Kenis, M., Koch, R, L., Kulfan, J., Handley, L, L., Lombaert, E., Loomans, A., Losey, J., Lukashuk, A, O., Maes, D.,Magro, A., Murray, K, M., San Martin, G., Martinkova, Z., Minnaar, I, A., Nedved, O., Orlova-Bienkowskaja, M, J., Osawa, N., Rabitsch, W., Ravn, H, P., Rondoni, G., Rorke, S, L., Ryndevich, S, K., Saethre, M-G., Sloggett, J, J., Soares, A, O., Stals, R., Tinsley, M, C., Vandereycken, A., van Wielink, P., Viglášová, S., Zach, P., Zakharov, I, A., Zaviezo, T., Zhao, Z.** (2016). The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology. - *Biological Invasions* 18, 997-1044 vahendusel.
133. **Youn. Y. N., Seo, M. J., Shin, J. G., Jang, C.,Yu, Y. M.** (2002). Toxicity of greenhouse pesticides to multicolores Asian lady beetles, *Harmonia axyridis* (Coleoptera:Coccinellidae).- *BioControl* 28, 164-170.

HARMONIA AXYRIDIS – DISTRIBUTION AND MANAGEMENT STRATEGIES

The purpose of this bachelor thesis was to give an overview of the prevalence, harmfulness and the control methods of Asian ladybird (*Harmonia axyridis*), on the basis of scientific literature, and to find out what may be the damage caused by the Asian ladybird in Estonia.

The hypothesis of the thesis was to assess whether the invasive Asian ladybird has negative impact to the Estonian natural environment. The hypothesis is confirmed – Asian ladybird could have harmful impact to the Estonian natural environment.

In the light of this bachelor thesis, the following circumstances can be pointed out:

- Asian ladybird became invasive species since 1980-thies. After 2000 the distribution in European countries drastically arised
- Since today live speciemens have been found in five continents
- Asian ladybird has been used in biocontrol over a century
- The insect has good adaptability and immune system that makes its control difficult
- For Asian ladybird are suitable both natural and semi-natural and also man-made environments
- Asian ladybird reduces local ladybirds' populations
- Asian Ladybird damages fruits and causes economic losses in horticulture and to wine-growing
- Asian ladybird is probably spreading in Estonia in the near future as well as affecting the natural environment, plant breeders and wine producers

For controlling and prevention of damages are required necessary measures as pointed out in the following Estonian protection strategy.

Asian ladybird prevention and eradication measures in Estonia:

- Dissemination of information to the press and distribute leaflets. Informing farmers during training days and programs
- Monitoring and mapping of the distribution of specimens
- Developing suitable control methods for Estonian conditions
- If necessary, control measures should be used:
  - Disposal of winter sites
  - Use of adhesive and light traps
  - Push-pull strategy
  - Selecting and growing of harder skin fruit and berry varieties
  - Use of shaking tables and immersion method for the harvesting of specimens in wine-growing
  - Covering of vines with insect nets
  - Use of insecticides

In summary, we can say that there is a great probability of an Asian ladybird to become a dangerous invasive species in the Estonian natural environment. Species can cause damage to fruit and berry growers and local wine producers. Management and avoing economic losses will be difficult.

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

Mina, Triin Kallavus,
(sünnipäev pp/kuu/aa, 12/05/1987)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis*) – levik ja tõrjevõimalused, mille juhendaja on Angela Ploomi ja Katrin Jõgar,
   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, 25.05.2018

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

_____ _____
(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev*)

_____ _____
(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev)*