

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
ZOOLOOGIA ÕPPETOOL

Hendrik Meister

TEELEHE-MOSAIKLIBLIKA
(*EUPHYDRYAS AURINIA*)
TOIDUTAIME-EELISTUSE VARIEERUVUS
JA LOODUSKAITSE EESTIS

Magistritöö

Juhendaja: Ly Lindman

TARTU 2013

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Teelehe-mosaiikliblikas.....	6
1.1 Kirjeldus.....	6
1.2 Elutsükkel.....	8
2. Teelehe-mosaiikliblika toidutaim-eelistus.....	9
2.1 Toidutaimede varieeruvus levikumaades.....	9
2.2 Potentsiaalsed toidutaimed Eestis.....	10
2.3 Liblika toidutaim-eelistus munemisel.....	10
3. Teelehe-mosaiikliblika seisund, ohud, kaitse.....	12
3.1 Seisund.....	12
3.2 Ohud.....	12
3.3 Kaitse.....	14
4. Metoodika.....	16
4.1 Uurimispiirkond ja katses kasutatud toidutaimed.....	16
4.2 Laboratoorsed tööd.....	17
5. Tulemused ja arutelu.....	18
5.1 Valikukatse	18
5.2 Kasvatuskatse	20
5.3 Katsetulemuste olulisus looduskaitse seisukohalt.....	22
Kokkuvõte.....	24
Summary.....	26
Tänuavaldused.....	28
Kasutatud allikad.....	29

Sissejuhatus

Viimase paarikümne aasta jooksul on päevaliblikate levik ja arvukus tugevalt kahanenud (Van Swaay *et al.* 2006; Van Dyck *et al.* 2009; Fox *et al.* 2010) ning on aset leidnud mitmete päevaliblikate väljasuremine (Konvička *et al.* 2006; Nilsson *et al.* 2008). Kõige suuremat leviku langust on täheldatud kindlat elupaika eelistavatel liblikaliikidel, kes asustavad looduslikke rohumaaid, märgalasid ja metsi (Van Swaay *et al.* 2006). Umbes 9% Euroopa 482 päevaliblikast on ohustatud ja 10% on ohulähedased, kuid nimetatud ohustatuse väärtused võivad olla tegelikkuses suuremad, sest paljude liblikaliikide arvukuse trendid on väheuuritud (Van Swaay *et al.* 2010).

Kõige enam on päevaliblikate arvukuse langust mõjutanud elupaikade kadumine ja fragmenteerumine ning see on eriti ohtlik elupaiga spetsialistidele ja väikese levimisvõimega päevaliblikatele (Kivinen *et al.* 2007; Nilsson *et al.* 2008). Täpsemalt seostatakse päevaliblikate arvukuse langust põllumajandusmaa kasutamise lõppemise, traditsioonilise majandamise muutumise (Konvička *et al.* 2006; Van Swaay *et al.* 2006; Nilsson *et al.* 2008) ning pestitsiidide ja herbitsiidide kasutamisega (Van Swaay *et al.* 2006). Päevaliblikate olemasolevate elupaikade säilimise tagamiseks ja endiste elupaikade taastamiseks on tarvis inimese aktiivne sekkumine niitmise-karjatamise abil, sealjuures peab taastamistegevus arvestama liigi ökoloogiat (Sang & Teder 2005).

Euroopa päevaliblikate punase raamatu andmetel on teelehe-mosaiikliblikas Euroopas soodsas seisundis (Van Swaay *et al.* 2010), küll on aga lokaalselt mitmete populatsioonide arvukus langeva trendiga ja seetõttu on taolised populatsioonid väljasuremisohus üle terve Euroopa (Schtickzelle *et al.* 2005; Fox *et al.* 2010; Smee *et al.* 2010). Nimetatu peamiseks põhjuseks peetakse inimtekkelisi mõjusid (Betzholtz *et al.* 2007), mille tulemuseks on elupaikade kadumine, fragmenteerumine ja elupaikade kvaliteedi langus (Bulman *et al.* 2007; Sigaard *et al.* 2008; Botham *et al.* 2011). Teelehe-mosaiikliblikas kuulub Euroopa Liidu

loodusdirektiiviga kaitstavate liikide hulka ning tema elupaigad on arvatud Natura 2000 alade võrgustikku (Eestis esinevad...). Teelehe-mosaiikliblikas on tundlik väiksematelegi muutustele maakasutuses (Liu *et al.* 2006), mistõttu saab populatsioonide olukorda parandada vaid sobiva elupaikade kaitse korraldamisega (Betzholtz *et al.* 2007).

Selleks, et saaks välja pakkuda sobivaid kaitsemeetmeid, on vajalik eelnevalt välja selgitada teelehe-mosaiikliblika ökoloogia iseärasusena toidutaime-eelistus Eesti oludes, sest teelehe-mosaiikliblika poolt kasutatav toidutaim on piirkonniti erinev (Junker & Schmitt 2010) ning seetõttu ei saa lähiriikide toidutaime infot katseid tegemata kasutada (Lindman *et al.* 2011). Käesolevas töös esitatakse originaalkatsetel põhinevad tulemused ja järeldused teelehe-mosaiikliblika toidutaime-eelistusest Eestis, millega täiendatakse seeläbi teadmiseid toidutaime-eelistuse varieeruvuse kohta Euroopas. Kirjanduse põhjal koondatakse magistritöös infot teelehe-mosaiikliblika seisundist, ohustatusest ja kaitsest, et välja pakkuda saadud tulemustele tuginevaid looduskaitselisi soovitusi.

1. Teelehe-mosaiikliblikas

1.1 Kirjeldus

Teelehe-mosaiikliblika tiibade siruulatus on 4,5–5,2 sentimeetrit ning emased on tavaliselt suuremad kui isased. Tiivakiri koosneb punakasoranžidest, kollastest ja pruunidest laikudest (joonis 1) ning tiibade alakülje kiri on sarnane ülaküljega, kuid tiiva alakülje värvid on kahvatumad (Sterry & Mackey 2005). Teelehe-mosaiikliblika tagatiiva ülaküljel on rida musti punkte ning tagatiiva alakülje serva äär on hallikasroheline, mitte punane nagu sama perekonna liigil suur-mosaiikliblikas. Eesjalad on väikesed, silmad on poolkerajad ning silmade kohal paiknevad nuiakujulised tundlad on pikemad kui üks kolmandik eestiiva eesservast (Viidalepp & Remm 1996).



Joonis 1. Teelehe-mosaiikliblika isas- ja emasliblika pealmine ja alumine külg (foto: Dvořák)



Joonis 2. Teelehe-mosaiikliblika munad (foto: Eeles)



A



B

Joonis 3. A – teelehe-mosaiikliblika röövik, B – teelehe-mosaiikliblika nukk (fotod: Dvořák)

Teelehe-mosaiikliblika äsja munetud munad on helekollased (joonis 2), kolme päeva pärast muutuvad munad pruuniks ja enne koorumist (Wahlberg 2000), mis toimub vähemalt 14 päeva pärast munemist (töö autor, avaldamata andmed), muutuvad munad purpurseks (Wahlberg 2000). Röövikud on kaetud teravate, hargnevate harjastega (joonis 3A) (Viidalepp & Remm 1996) ning rööviku keha põhivärvus on pruunikasmust, kuid röövikujärguti kehaosade värvus muutub. Samuti toimub vastsejärgudes kasvamine: esimeses vastsejärgus on röövik 0,3 sentimeetrit pikk (Wahlberg 2000) ning viimaseks vastsejärguks on röövik kasvanud maksimaalselt kolme sentimeetrit pikkuseks (Sterry & Mackey 2005). Teelehe-mosaiikliblika valge põhivärviga umbes 2,5-sentimeetrilise pikkusega rippnukku katavad mustad ja kollased külmud ning laigud (joonis 3B) (Viidalepp & Remm 1996; Wahlberg 2000).

1.2 Elutsükkel

Teelehe-mosaiikliblikad lendavad Eestis mai lõpust juuni lõpuni (Sterry & Mackey 2005; eElurikkus; liblika leiuandmed) ning toidutaimele munetud munadest kooruvad paari nädala möödudes sünkroonselt röövikud (Stefanescu *et al.* 2006), kes toituvad ühises võrgendis (Wahlberg *et al.* 2002; Stefanescu *et al.* 2006) kolmanda vastsejärgu lõpuni. Neljanda vastsejärgu alguses (Liu *et al.* 2006) algab diapaus, kui röövikud teevad talvitusvõrgendi toidutaime alla taimekõdusse (Hula *et al.* 2004; Stefanescu *et al.* 2009). Diapaus kestab kuni lume sulamiseni kevadel (Hula *et al.* 2004), mil röövikud hakkavad end soojendama grupina päikese käes (Schtickzelle *et al.* 2005). Grupina elamine lõpeb viiendas vastsejärgus, kui röövikud muutuvad suureneva toitumisvajaduse tõttu solitaarseteks (Wahlberg *et al.* 2002). Kuuenda vastsejärgu lõpus (Stefanescu *et al.* 2006) nukkuvad röövikud kolm nädalat tihedas taimesitikus, mõnedel andmetel ka taimekõdus või kivide all (Stefanescu *et al.* 2009).

2. Teelehe-mosaiikliblika toidutaimede eelistus

2.1 Toidutaimede varieeruvus levikumaades

Sama liblikaliigi röövikute poolt kasutatava toidutaimede erinevus piirkonniti on koerlibliklaste hulgas levinud, esinedes näiteks nõmme-tähnivõrkliblikal (*Melitea cinxia*) (Van Nouhuys *et al.* 2003) ja suurel-mosaiikliblikal (*Eupydryas maturna*) (Dolek *et al.* 2013). Sarnaselt nimetatutega, on ka teelehe-mosaiikliblika röövikute poolt kasutatav toidutaim piirkonniti erinev (Junker & Schmitt 2010). Teelehe-mosaiikliblika röövikute peamine toidutaim on Kesk-Euroopas harilik peetriteht (*Succisa pratensis*) (Saarinen *et al.* 2005; Stefanescu *et al.* 2006; Betzholtz *et al.* 2007; Thomas *et al.* 2008; Fric *et al.* 2010), kuid alternatiivsed toidutaimed Kesk- ja ka Põhja-Euroopas on harilik äiatar (*Knautia arvensis*) (Norberg *et al.* 2002; Eliasson & Shaw 2003; Schtickzelle *et al.* 2005), tui-tähtpea (*Scabiosa columbaria*) (Schtickzelle *et al.* 2005), sale palderjan (*Valeriana officinalis* subsp. *Sambucifolia*) (Betzholtz *et al.* 2007) ja südame-emajuur (*Gentiana cruciata*) (Švitra & Sielezniew 2010). Lõuna-Euroopas, kus on teelehe-mosaiikliblika röövikute toidutaimede kasutus mitmekesisem, on toidutaimedeks põim-kuslapuu (*Lonicera implexa*), toskaana kuslapuu (*L. etrusca*) (Stefanescu *et al.* 2006), süstlehine teeht (*Plantago lanceolata*) (Van Halder *et al.* 2008; Van Halder & Jourdain 2010), tui-tähtpea (*Scabiosa columbaria*) ja valge kugarpea (*Cephalaria leucantha*) (Stefanescu *et al.* 2006).

Teelehe-mosaiikliblika poolt nektariallikana kasutatavad taimeliigid on osaliselt kokkulangevad röövikute poolt kasutatavate toidutaimedega, kuid suuremas osas on liblika poolt nektariallikana kasutatav taimeliikide hulk mitmekesisem (Hardy *et al.* 2007). Teelehe-mosaiikliblikat on nähtud toitumas tulika (*Ranunculus*), ohaka (*Cirsium*), härjasilma (*Leucanthemum*), lõosilma (*Myosotis*) ja muraka (*Rubus*) perekonna taimeliikidel. Liigitasemel võib leida artiklitest liblika toidutaimena harilikku härjasilma (*L. vulgare*) (Schtickzelle *et al.* 2005), karedat seanuppu (*Leontodon hispidus*), mägiarnikat (*Arnica*

montana), salutulikat (*Ranunculus nemorosus*) (Anthes *et al.* 2003) ja tedremaranit (*Potentilla erecta*) (Betzholtz *et al.* 2007).

2.2 Potentsiaalsed toidutaimed Eestis

Senimaani ei ole tööühma andmetel teelehe-mosaikliblika toidutaim-eelistust Eestis katseliselt uuritud, kuid Eestis avaldatud kirjandusallikatest on võimalik leida infot röövikute toidutaimede kohta: röövikud toituvad teelehe (*Plantago*) (Viidalepp & Remm 1996; Sterry & Mackey 2005) ja tähtpea (*Scabiosa*) perekonna liikidel ning harilikul peetritehel (Chinery 2005; Sterry & Mackey 2005). Lähiriikide andmetele tuginedes on töö autori arvates Eestis potentsiaalseim röövikute toidutaim harilik peetriteht, millel on röövikud täheldatud toitumas nii Soomes (Saarinen *et al.* 2005), Kesk-Rootsis (Norberg *et al.* 2002; Eliasson & Shaw 2003) kui ka Ölandil (Betzholtz *et al.* 2007). Alternatiivsed röövikute toidutaimed võivad olla harilik äiatar, millel on röövikuid nähtud toitumas Rootsis (Eliasson & Shaw 2003), sale palderjan, millel on röövikud toitunud Ölandil (Betzholtz *et al.* 2007), ja südame-emajuur, millel on röövikud toitunud Leedus (Švitra & Sielezniew 2010).

2.3 Liblika toidutaim-eelistus munemisel

Liblikad valivad väheliikuvate röövikute puhul munemiseks sellised toidutaimed, mis maksimeerivad röövikute elumust ja tagavad röövikutel võimalikult kiire kasvu (Bonebrake *et al.* 2010). Toidutaim-eelistuse ehk kohatavate taimeliikide hulgast kindlate taimede toiduallikaks valimise tõenäosuse (Singer 2003) järgi jaotatakse päevaliblikad sarnaselt teiste taimtoiduliste putukatega mono-, oligo- ja polüfaagideks. Kitsamas mõttes monofaagid toituvad vaid ühel taimeliigil ja laiemas mõttes monofaagid toituvad mitmetel ühe perekonna taimeliikidel, samas kui oligofaagid kasutavad toidutaimena ühe või kahe lähedase sugukonna

taimeliike ning polüfaagid erinevate sugukondade taimeliike (Menken *et al.* 2009). Teelehe-mosaiikliblika toidutaim varieerub Euroopas piirkonniti (Junker & Schmitt 2010), kuid lokaalselt eelistatakse munemiseks pigem kindlat toidutaime (Singer 2002; Anthes *et al.* 2003; Konvička *et al.* 2003), mille tõttu ei ole võimalik lähedalolevate riikide toidutaime-eelistuse infot katseid tegemata Eestis kasutada (Lindman *et al.* 2011).

3. Teelehe-mosaiikliblika seisund, ohud, kaitse

3.1 Seisund

Euroopas hinnatakse teelehe-mosaiikliblika seisundit soodsaks (Van Swaay *et al.* 2010), samas on arvukus mitmel pool langeva trendiga ning seetõttu kohalikud populatsioonid väljasuremisohus (Schtickzelle *et al.* 2005; Fox *et al.* 2010; Smee *et al.* 2010). Eestis on teelehe-mosaiikliblikas "eElurikkuse" andmebaasi kohaselt IUCN-i kategooriate järgi puuduliku andmestikuga ning nimetatud kategooriat kasutatakse liigi puhul, mille kohta puudub piisav info seisundi määratlemiseks (eElurikkus). Teelehe-mosaiikliblika kaitse tegevuskava eelnõu koostajate arvates on teelehe-mosaiikliblikas levikuandmete tuginedes Eestis pigem rahuldavas seisundis (Lindman *et al.* 2011).

3.2 Ohud

Teelehe-mosaiikliblikat ohustavad tegurid on suuremas osas tingitud inimtegevusest (Betzholtz *et al.* 2007), mille tulemusena on leidnud aset elupaikade kadumine, fragmenteerumine ja elupaikade kvaliteedi langus (Bulman *et al.* 2007; Sigaard *et al.* 2008; Botham *et al.* 2011). Nimetatud tegurid on põhjustatud maa-alade kasutamise lakkamisest, ebasobivate elupaikade majandamise või hooldamise meetoditest (Anthes *et al.* 2003; Hula *et al.* 2004; Saarinen *et al.* 2005; Wang *et al.* 2007). Teise osa teelehe-mosaiikliblika ohuteguritest moodustavad inimesest sõlumatud abiootilised ja biootilised faktorid, nagu tormi-tuuled, üleujutused, parasitoidid (Dolek *et al.* 2007).

Elupaikade kadumine ja fragmenteerumine on põhjustatud eelkõige niitmise ja karjatamise lakkamisest ning asendumisest monokultuuride viljelemisega, mille mõju tugevdab infrastruktuuri arendamine (Van Swaay *et al.* 2006). Elupaiga kasutamise lakkamine põhjustab ala kinnikasvamist toidutaimi ümbritseva taimkatte, võsa ja noorte puude vohamisega (Hula *et al.* 2004; Schtickzelle *et al.* 2005), mis on suur ohutegur ka Eestis (Lindman *et al.* 2011), ning tekkinud varjulistes tingimustes kasvatab toidutaim vähem taimevõsusid (Konvička *et al.* 2003). Lisaks liiga intensiivsele karjatamisele, millega väheneb toidutaimede suurus ja võidakse koos taimelehtedega ära süüa liblikamunad (Hula *et al.* 2004; Betzholtz *et al.* 2007), on märkimisväärne ohutegur ka lammastega karjatamine, sest lambad toituvad enamjaolt liblika toidutaimede esinemise piirkonnas, põhjustades toidutaimede ohtruse vähenemist elupaigas (Fowles & Smith 2006; Liu *et al.* 2006). Liiga intensiivse niitmise korral on vähe suuri toidutaimi, millele saaksid emasliblikad muneda ja millel röövikud toituda (Konvička 2003; Liu *et al.* 2006), väheneb nektariallikate rohkus (Hula *et al.* 2004), samas kui liiga hiline niitmine hävitab röövikute võrgendid (Konvička *et al.* 2003; Hula *et al.* 2004).

Elupaiga kvaliteedi langus mõjutab monofaagseid röövikuid, muutes kohalikud populatsioonid tundlikuks abiootiliste ja biootiliste faktorite suhtes (Sigaard *et al.* 2008). Abiootilistest faktoritest võivad teelehe-mosaikliblikat ohustada tormi-tuuled, mis hävitavad talvituspesi, ja üleujutused, mis põhjustavad kevadel lehekõdus olevate röövikute hukkumist (Dolek *et al.* 2007). Biootilistest faktoritest mõjutavad teelehe-mosaikliblikat parasitoidid (Konvička *et al.* 2005) liikidest *Cotesia melitaeorum* (Eliasson & Shaw 2003) ja *C. bignelli* (Settele *et al.* 2009), kes eelkõige soodustavad väikeste liblikapopulatsioonide hävimist (Konvička *et al.* 2005).

3.3 Kaitse

Teelehe-mosaiikliblika metapopulatsioonilise struktuuri tõttu esineb elupaigalaikude arvukuses aastate vahel suuri kõikumisi (Zimmermann *et al.* 2011), mistõttu tuleb kaitsta mitmeid omavahel ühendatud elupaiku ühtse võrgustikuna ning samal ajal suurendada lokaalselt elupaiga kvaliteeti (Anthes *et al.* 2003; Fowles & Smith 2006). Ühtse võrgustikuna kaitsmisel vähendatakse kohalike häiringute (näiteks põlengud, üleujutused) või parasitoidide rünnakust tingitud mõju üldarvukusele (Joyce & Pullin 2003). Säilitades kogupopulatsiooni võimalikult heterogeenne maastik (rohumaad, võsa, mets vaheldumisi), soodustatakse liblikate säilimist ka inimese majandustegevuse korral (Wang *et al.* 2007).

Elupaikade taastamise käigus tuleb aladel eemaldada võsa ja seda vajalikul määral (Schtickzelle *et al.* 2005), arvestades asjaoluga, et aladel, mis ei ole ümbritsetud metsaga, on põõsastik oluline tuulevari liblika elupaigas (Anthes *et al.* 2003; Betzholtz *et al.* 2007). Elupaikade taastamisel on rakendatud ka maapinnast 15-sentimeetrise mullakamara eemaldamist ning sellele järgnevat toidutaimede külvamist, suurendamaks elupaigas toidutaimede ohtrust (Reid *et al.* 2009). Seejärel on taastatud aladel läbi viidud reintroduktsioon tehistingimustes kasvatatud röövikute abil (Schtickzelle *et al.* 2005) või on piirkonda vabastatud eelnevalt paaritatud emasliblikaid (Reid *et al.* 2009).

Kindlat elupaika eelistatavate liblikaliikide kaitsmisel on oluline saavutada võimalikult toidutaimede poolest mitmekesine elupaik (Krämer *et al.* 2012): hooldamine looduslikel rohumaadel peab tagama toidutaimede ohtruse ja toidutaimede ümbritsetuse madala taimkattega, mida on teelehe-mosaiikliblika puhul võimalik tagada karjatamise ja niitmise (Anthes *et al.* 2003; Fowles & Smith 2006; Liu *et al.* 2006). Soovitatakse mõõdukat karjatamist koormusega 0,4 loomühikut hektari kohta summaarselt kahe kuu jooksul ajavahemikus juunist oktoobrini (Saarinen 2005; Porter & Ellis 2011). Sobiva karjatamise tulemusena on kõige ohtram just toidutaim, elupaik on avatud päikesevalgusele, ümbritsev taimkate on sobiva kõrgusega ning toidutaimede ei hakata teiste taimede poolt varjutamisega

välja tõrjuma (Anthes *et al.* 2003; Konvička *et al.* 2003; Smee *et al.* 2010). Kui toidutaim asub elupaigas agregeeritult, tuleks toidutaime poolest ohter ala ümbritseda aiaga ning kariloomad lasta alale vaid karjatamisperioodi lõpus kaheks kuni kolmeks nädalaks (Saarinen *et al.* 2005). Niitmist soovitatakse teostada liblikate lennuperioodi alguses (Liu *et al.* 2006), Eestis juuni esimesel poolel (Lindman *et al.* 2011), kuna niitmise avatakse toidutaimede rosetid (Liu *et al.* 2006). Samas tuleb niitmist korraga teostada vaid elupaiga ühes osas (Hula *et al.* 2004) või niita toidutaime kogumike ümbert (Lindman, avaldamata andmed).

4. Metoodika

4.1 Uurimispiirkond ja katses kasutatud toidutaimed

Liblikad püüti Põhja-, Lääne-, Lõuna- ja Kagu-Eestis asuvatest teelehe-mosaikliblika populatsioonidest (joonis 4): viis liblikat Rabiverest (59°12'N, 24°71'E), kolm liblikat Matsalust (58°70'N, 23°57'E), üks liblikas Laevast (58°49'N, 26°45'E) ja seitse liblikat Vana-Vastseliinast (57°73'N, 27°36'E). Katsetes kasutati Eestile lähedalasuvates riikides avaldatud artiklitele tuginedes harilikku peetritelehte ja harilikku äiatari (Norberg *et al.* 2002; Eliasson & Shaw 2003; Saarinen *et al.* 2005). “Eesti liblikate määrajas” märgiti teelehe-mosaikliblika toidutaimena teelehe perekonna liike (Viidalepp & Remm 1996) ning kuna töö autor ei ole leidnud teisi teelehe perekonna liigi tasemel viiteid, kasutati katsetes süstlehist teelehte (Van Halder *et al.* 2008; Van Halder & Jourdain 2010). Katsetest jäeti välja sale palderjan (Betzholtz *et al.* 2007), sest taimeliigi kohta puuduvad Eestis uued leiud, ning südame-emajuur (Švitra & Sielezniew 2010), mille leiukohti ei õnnestunud katsete alguseks tuvastada.



Joonis 4. Liblikate püügikohad (kaardikiht: <http://geoportaal.maaamet.ee>)

4.2 Laboratoorsed tööd

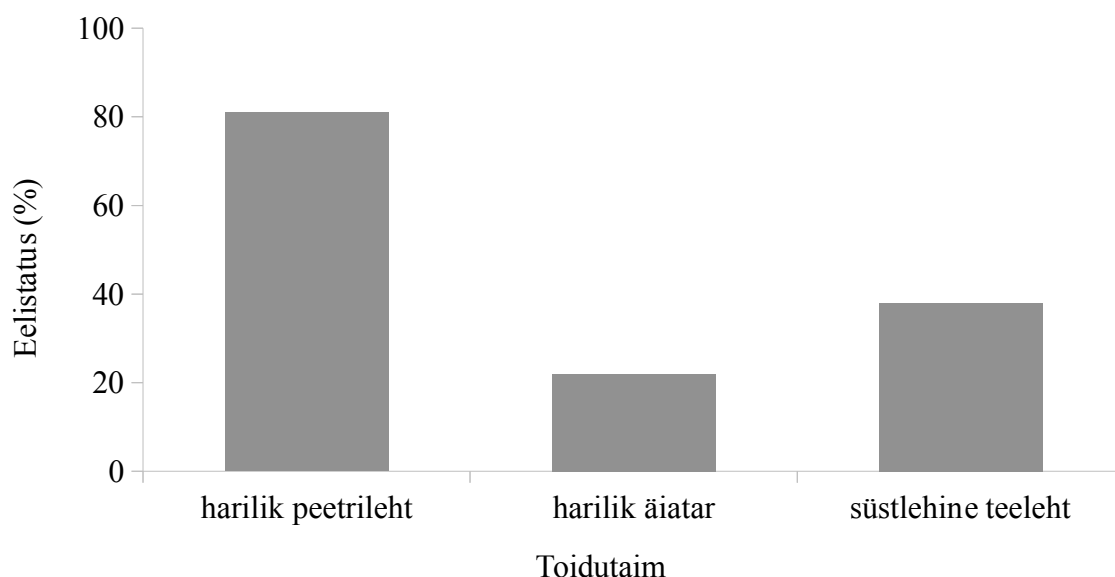
Püütud liblikaid kasutati toidutaimede katsetes: esmalt viidi läbi toidutaimede valikukatse liblikatega ning seejärel kasutati liblikate munadest koorunud röövikuid kasvatuskatses. Valikukatsetes paigutati plastkarbi kahte vastandnurka erinevast liigist, kuid sama suurusega taimeleht nii, et vastandnurkades olevad taimelehed oleksid üksteisest võimalikult kaugel. Munad loendati kell 10:00 ja 17:00 ning eemaldati igal hommikul. Valikukatsetes kasutati taimekombinatsioone harilik peetriteht ja harilik äiatar, harilik äiatar ja süstlehine teeht, harilik peetriteht ja süstlehine teeht ning erinevatelt taimeisenditel saadud taimelehed vahetati välja vaid närbumise korral. Liblikale tagati ööpäevaringne ligipääs energiaallikale (suhkrulahusega immutatud salvrätt), valgusallikana kasutati sooja andvaid laualampe valgustatud ja valgustamata tundide suhtega vastavalt 18:6, valikukatse toimus temperatuuril 27 °C kuni liblikate surmani.

Kasvatuskatse toimus plastpurkides, millesse oli paigutatud vette asetatud toidutaim ning igas plastpurgis asuvale taimele asetati kümme röövikut, kuna looduslikes tingimustes teevad röövikud toitumiseks ühise võrgendi (Wahlberg *et al.* 2002). Kasvatuskatses kasutati hariliku peetritehte, hariliku äiatar ja süstlehise teehte erinevatelt taimeisenditelt saadud lehti ning taimi vahetati konstantse perioodi tagant. Nädal enne kaalumist plastkarpide kaaned augustati ning kolme nädala möödudes katse algusest kaaluti plastpurkides olevad röövikud ühekaupa. Röövikuid kasvatati kolmel erineval temperatuuril (23, 27 ja 35 °C (Porter 1982)) ning valgustatud ja valgustamata tundide suhe oli kõikidel temperatuuridel 18:6.

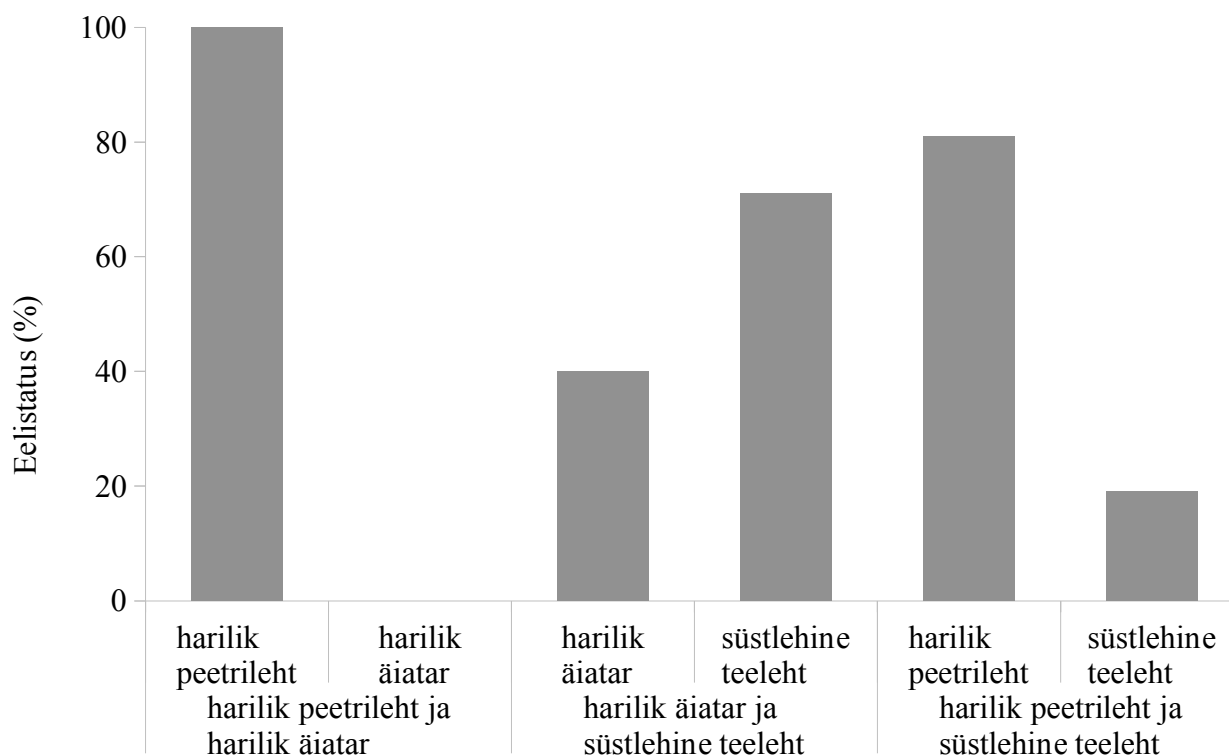
5. Tulemused ja arutelu

5.1 Valikukatse

Valikukatse eesmärgiks oli välja selgitada teelehe-mosaiikliblika toidutaime-eelistus munemisel. Valikukatsetes kasutatud 17-st liblikast esines valik 11 liblikal ning liblika poolt valitud toidutaimedel oli mõju valiku esinemisele ($X^2 = 63$; $p < 0,001$). Toidutaime valiku tõenäosus kõikides toidutaimekombinatsioonides, kus konkreetset toidutaime oli võimalik valida, oli suurim harilikul peetrilehel (81% juhtudest) (joonis 5). Seega 19% juhtudest eelistati hariliku peetrilehe asemel karbis olnud teist toidutaime. Toidutaime-eelistuse ehk kohatavate taimeliikide hulgast kindlate taimede toiduallikaks valimise tõenäosuse (Singer 2003) definitsiooni kasutades, oli eelistatuim toidutaim valikukatsetes harilik peetrileht.



Joonis 5. Toidutaimeliigi valimise tõenäosus liblika poolt

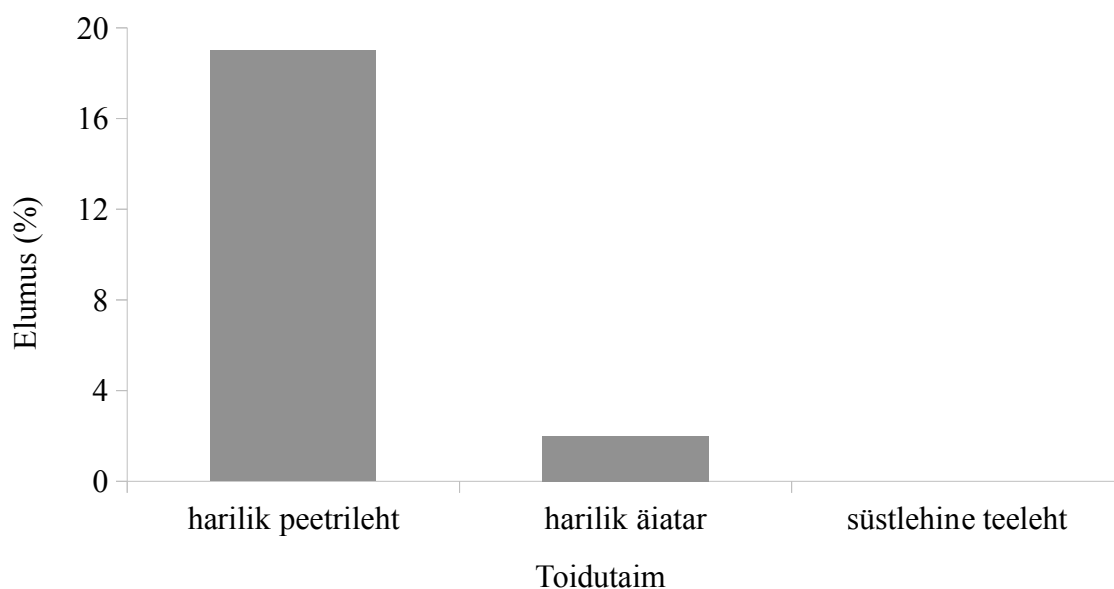


Joonis 6. Taimeliigi valiku esinemine toidutaimekombinatsiooniti

Toidutaimekombinatsiooni mõju valiku esinemisele oli statistiliselt oluline ($X^2 = 11$; $p=0,005$): süstlehist teelete valiti nii hariliku äiatar kui hariliku peetrilehe juuresolekul, samas harilikku äiatar valiti, kui harilik äiatar oli karbis süstlehise teelega, kuid mitte sel juhul, kui harilik äiatar oli karbis hariliku peetrilehega (joonis 6). Süstlehise teelete valimine nii hariliku äiatar ja süstlehise teelete kui hariliku peetrilehe ja süstlehise teelete kombinatsiooni puhul on pigem katse artefakt: kasutatud katseruum oli väike, mistõttu võis valikukatses süstlehise teelete valimist põhjustada teise taimeliigi juuresolek. Hariliku äiatar valimist harililiku äiatar ja süstlehise teelete kombinatsiooni korral võib põhjendada asjaoluga, et sobivaima toidutaim puudumisel valitakse alternatiivne vähemeelistatud toidutaim (Singer 2003).

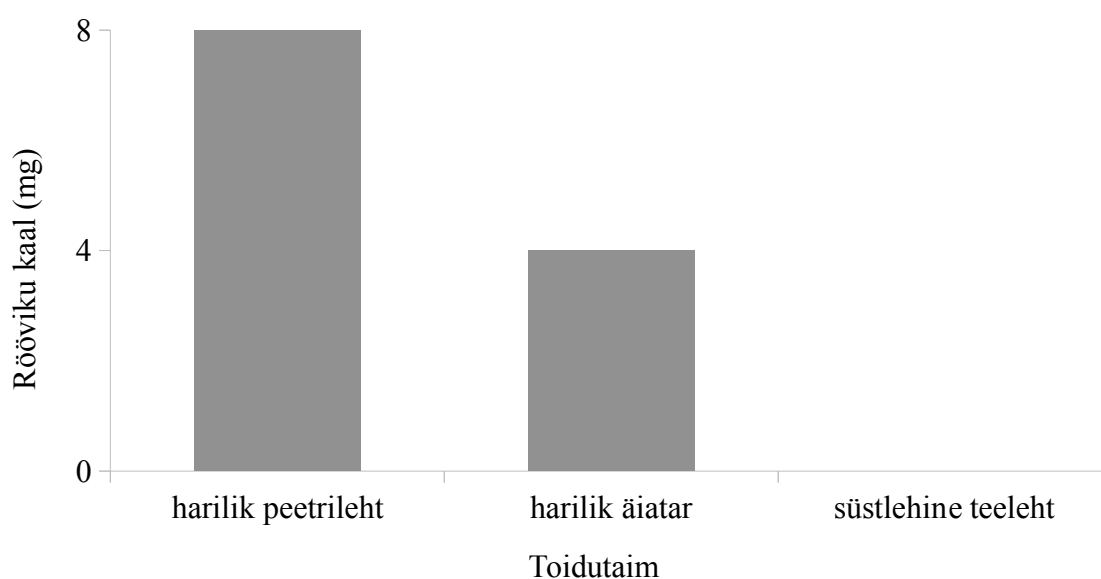
5.2 Kasvatuskatse

Bonebrake jt. (2010) hüpoteesi kohaselt valivad liblikad väheliikuvate röövikute puhul munemiseks sellised toidutaimed, mis maksimeerivad röövikute elumust ja tagavad röövikutel võimalikult kiire kasvu. Seetõttu kontrollis töö autor toidutaimede mõju röövikute elumusele ja kolm nädalat kasvades saavutatud kehakaalule, kasutades seitsme liblika kurnast koorunud 1070 röövikut. Kasvatuskatse analüüsist selgus, et toidutaimel oli mõju elumusele ($X^2 = 68$; $p < 0,001$): elumus oli suurim harilikul peetritehel (19%), harilikul äiataril jäid ellu vaid 2% harilikul äiataril kasvanud röövikutest ning ükski röövik ei elanud süstlehisel teeheel kolme nädala vanuseks (joonis 7). Süstlehise teeheel elumuse näitajad kasvatuskatses kinnitavad arvamust, et süstlehise teeheel valimine valikukatses oli pigem katse artefakt. Kuna süstlehisel teeheel on röövikuid nähtud korduvalt toitumas Prantsusmaal (Van Halder *et al.* 2008; Van Halder & Jourdain 2010), siis kinnitab sinne töö süstlehise teeheel näitel, et teeheel-mosaikliblikate toidutaim on piirkonniti erinev (Junker & Schmitt 2010).

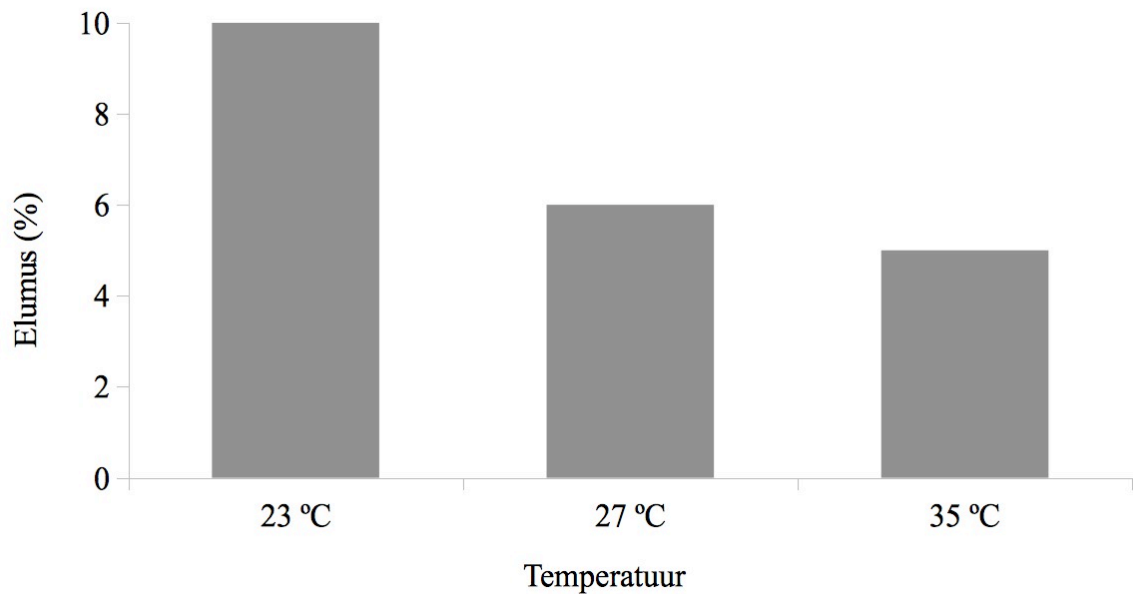


Joonis 7. Erinevatel taimeliikidel toitunud röövikute elumus

Toidutaimel oli mõju ka röövikute kehakaalule ($F_{1,75} = 10$; $p < 0,001$): harilikul peetritehel kasvanud röövikute keskmine kehakaal oli harilikul äiataril kasvanud röövikute keskmise kehakaalulga võrreldes kahekordselt suurem (joonis 8). Katse tulemustest selgub, et kõige enam maksimeerib röövikute elumust ning kolme nädala jooksul saavutatud kehakaalu harilik peetriteht, mida samuti eelistati valikukatses enim. Valikukatse ja kasvatuskatse tulemuste kokkulangevusega kinnitab töö autor Stefanescu jt. (2006) väidet, et väheliikuvate röövikute korral, määrab pesakonna edukuse liblika poolt valitud toidutaim. Kuna harilik peetriteht ja harilik äiatar kuuluvad uniohakaliste (*Dipsacaceae*) sugukonda (Kukk 2010), siis on teelehe-mosaikliblikas Eestis definitsiooni järgi oligofaag (Menken *et al.* 2009). Harilik äiatar on Eestis teelehe-mosaikliblika võimalik toiduaim sarnaselt Rootsiga (Norberg *et al.* 2002; Eliasson & Shaw 2003), kuid arvestades, et hariliku äiataril eelistatus on valikukatses hariliku peetritehaga võrreldes tunduvalt madalam, röövikute elumus on üle üheksa korra ja saavutatud röövikute keskmine kaal kaks korda väiksemad, järeldab töö autor, et harilik äiatar on alternatiivne vähemeelistatud toidutaim (Singer 2003).



Joonis 8. Erinevatel taimeliikidel toitunud röövikute keskmine kehakaal



Joonis 9. Röövikute elumus erineva temperatuuriga katseruumides

Veendumaks, kas röövikute madal elumus kasvatuskatses võis olla tingitud katseruumi temperatuurist, uuriti kolme erineva kasvatustemperatuuri mõju röövikute elumusele ning temperatuuri mõju elumusele osutus marginaalselt oluliseks ($X^2 = 4$; $p=0,04$). Elumus oli kõikidel temperatuuridel madal, olles vahemikus viis kuni kümme protsenti (joonis 9), mistõttu põhjustab arvatavasti taolist elumust lisaks veel muu faktor. Singer jt. (2002) tuginedes võib oletada, et mitte kõik kasvatuskatses kasutatud taimeisendid ei olnud toidutaimeena sobivad, madal elumus võib olla ka põhjustatud kas liiga väikesest röövikute arvust purgis või asjaolust, et teelehe-mosaikiblika röövikute elumus ongi madal.

5.3 Katsetulemuste olulisus looduskaitse seisukohalt

Lisaks laiemale teaduslikule tulemusele, millega täpsustati teelehe-mosaikiblika toidutaime-eelistuse varieeruvuse infot Euroopas, on toidutaime-eelistuse väljaselgitamisel olulisus looduskaitse seisukohalt. Harilik peetriteht on tavaline kogu Eesti territooriumil (Kukk & Kull 2005), kuid esineb siiski sagedamini märgaladel, soostunud niitudel ja madalsoodes

(Kukk 2010). Katsete tulemustest järeldab töö autor, et teelehe-mosaiikliblika esinemine on arvatavasti sõltuv hariliku peetritelehe olemasolust konkreetses piirkonnas ning see on arvatavasti üks põhjus, miks ei ole teelehe-mosaiikliblikas Eestis laialt levinud. Saadud toidutaime-eelistuse info põhjal on võimalik soovitada sellist elupaiga taastamisviisi, millega suurendatakse hariliku peetritelehe ohtrust elupaigas hariliku peetritelehe külvamisega (Reid *et al.* 2009) või sellist hooldamisviisi, mis tagaks hariliku peetritelehe püsimise elupaigas. Näiteks niitmise korral niita Tšehhi eeskujul hariliku peetritelehe kogumike ümbert (Lindman, avaldamata andmed) ning karjatamisel mitte lasta karja kogu karjatamisperioodi vältel hariliku peetritelehe esinemise alale, seda eriti olukorras, kus toidutaim asub agregeeritult: hariliku peetritelehe esinemise ala on võimalik ümbritseda aiaga ning lasta kari hariliku peetritelehe esinemise piirkonda ainult kaheks kuni kolmeks nädalaks karjatamisperioodi lõpus (Saarinen *et al.* 2005).

Edaspidi soovitab töö autor viia läbi toidutaime-eelistuse kinnitamiseks täiendav valikukatse, mis on pilootkatse juba sooritatud, kuid valim on liiga väike paikapidavate järelduste tegemiseks, ning kasvatuskatse potitaimeodega, kaasates katsetesse südame-emajuure ning töörühma soovitusel ka hariliku palderjani (*V. officinalis*). Võimalus, et katses esinenud madal elumus röövikute puhul võib esineda ka looduslikes tingimustes, põhjendab vajadust uurida edaspidi veelgi täpsemalt teelehe-mosaiikliblika ökoloogiat. Ääremärkusena võib mainida, et kuna süstlehisel teelehel ei jäänud röövikud ellu ning teelehe-mosaiikliblika peamine toidutaim on Eestis harilik peetriteleht, on töörühmal tekkinud mõtte teha ettepanek teelehe-mosaiikliblika eestikeelse teadusliku nime muutmiseks.

Kokkuvõte

Viimase paarikümne aasta jooksul on päevaliblikate levik ja arvukus tugevalt kahanenud ning on leidnud aset mitmete päevaliblikate väljasuremine. Teelehe-mosaiikliblikas on Euroopas soodsas seisundis, küll on aga lokaalselt mitmete populatsioonide arvukus langeva trendiga. Seetõttu on need populatsioonid väljasuremisohus üle terve Euroopa. Selleks, et oleks võimalik välja pakkuda sobivaid kaitsemeetmeid Eestis, on eelnevalt vajalik välja selgitada teelehe-mosaiikliblika ökoloogia iseärasusena toidutaim-eelistus. Teelehe-mosaiikliblika poolt kasutatav toidutaim on piirkonniti erinev ning seega ei saa lähiriikide infot katseteta kasutada. Käesoleva töö üheks eesmärgiks on vastata küsimusele, mis taimeliik on teelehe-mosaiikliblika toidutaimeks Eestis, täiendades niimoodi toidutaim-eelistuse varieeruvuse infot ka Euroopas. Teiseks eesmärgiks on koondada infot teelehe-mosaiikliblika seisundi, ohtude ja kaitse kohta, võimaldamaks teha tulemustele tuginevaid looduskaitselisi ettepanekuid.

Toidutaim-eelistuse uurimiseks kasutati valiku- ja kasvatuskatset ning toidutaimedest harilikku peetritehte, harilikku äiatari ja süstlehist teehte. Valikukatses valiti sagedamini harilikku peetritehte ning kasvatuskatses oli röövikute ellujäämus ja kolme nädala jooksul saavutatud kehakaal suurim harilikul peetritehel kasvades. Selle põhjal võib väita, et teelehe-mosaiikliblika toidutaim Eestis on harilik peetriteht. Saadud tulemustest järeldeb töö autor, et teelehe-mosaiikliblika esinemine on arvatavasti sõltuv hariliku peetritehte olemasolust konkreetses piirkonnas ning on tegu ühe põhjusega, miks ei ole teelehe-mosaiikliblikas Eestis laialt levinud. Looduskaitse seisukohalt on võimalik tulemustele tuginedes soovitada sobivaid elupaiga taastamis- ja hooldamisviise. Elupaiga taastamisel on võimalik suurendada hariliku peetritehte ohtrust elupaigas toidutaime lisakülvamisega. Elupaikade hooldamisel on soovitatav niita hariliku peetritehte kogumike ümbert ning karjatamise korral mitte lasta karja kogu karjatamisperioodi vältel hariliku peetritehte esinemise alale, et tagada hariliku peetritehte püsimine elupaigas.

Edaspidi soovitab töö autor viia läbi toidutaime-eelistuse kinnitamiseks täiendavaid katseid. Taimeliikidest peaks katsetesse kaasama südame-emajuure ja hariliku palderjani. Võimalus, et katses esinenud madal elumus röövikute puhul võib ilmned ka looduslikes tingimustes, põhjendab vajadust uurida edaspidi liigi ökoloogiat veelgi täpsemalt.

Summary

Variance of Food Plant Preference and Conservation of Marsh Fritillary (*Euphydryas aurinia*) in Estonia

During the last two decades, the distribution and abundance of butterflies has decreased dramatically and many butterflies have become extinct. Although Marsh Fritillary is considered to be least concerned, the abundance is decreasing in many local populations. Therefore these populations are in great danger of extinction all over Europe. In order to propose efficient protection methods in Estonia, the food plant preference has to be described as an ecological characteristic of Marsh Fritillary. Food plant preference of Marsh Fritillary is regionally variable and hereby it is not possible to use food plant information from adjacent countries without experiments. The first purpose of this case study is to answer the question what plant species is being used as a food plant by Marsh Fritillary in Estonia to also clarify the variance of food plant preference in Europe. Secondly, the goal is to gather information about the status, dangers and protection of Marsh Fritillary, in order to suggest appropriate conservation methods based on these results.

To investigate the food plant preference, ovipositions choice test and growth experiment were conducted using Devil's-bit Scabious (*Succisa pratensis*), Field Scabious (*Knautia arvensis*), English plantain (*Plantago lanceolata*) as food plants. In oviposition choice test, Devil's-bit Scabious was most frequently chosen. The survival of caterpillars and weight that caterpillars managed to achieve during three weeks of growth was highest with Devil's-bit Scabious being used as a food plant. This concludes that Devil's-bit Scabious is the main food plant in Estonia. Hence, the occurrence of Marsh Fritillary in a certain area is probably dependent on the availability of Devil's-bit Scabious and that may be one possible explanation for low distribution of Marsh Fritillary in Estonia as the food plant is not prominent in every location. Regarding conservation management, this data helps us to suggest appropriate restoration methods and means for habitat management. It is possible to increase the abundance of

Devil's-bit Scabious by sowing when habitat restoration takes place. To ensure the persistence of Devil's-bit Scabious with habitat management, it is suggested to mow around the clumps of Devil's-bit Scabious and avoid letting cattle for the whole grazing period to a region where Devil's-bit Scabious is evident.

The author suggests that additional host-plant experiments are needed to verify current data. Star Gentian (*Gentiana cruciata*) and Garden Valerian (*Valeriana officinalis*) should be added to these experiments. The possibility that high death rate is common also in the natural environment, urges us to investigate the ecology of this species even more closely.

Tänuavaldused

Tänan Ly Lindmani positiivsuse ja põhjaliku juhendamise eest. Tänan Toomas Tammaru ja Tiit Tederit nõuannete eest. Tänan Siiri-Lii Sandret, Ants Kaasikut, Daniel Valdmat statistikaalase abi eest. Tänan Erki Õunapit, Tõnis Tasast, Alvar Räägelit, Tiina Stanevitšit, Thea Kulli ja teisi töörühmaväliseid inimesi nii liblikapüüdmisel, transpordil kui ka taimedega varustamisel osutatud abi eest.

Kasutatud allikad

Artiklid ja raamatud

- Anthes, N., Fartmann, T., Hermann, G. & Kaule, G., 2003. Combining larval habitat quality and metapopulation structure – the key for successful management of pre-alpine *Euphydryas aurinia* colonies. *Journal of Insect Conservation* 7, 175–185.
- Betzholtz, P.-E., Ehrig, A., Lindeborg, M. & Dinnétz, P., 2007. Food plant density, patch isolation and vegetation height determine occurrence in a Swedish metapopulation of the Marsh Fritillary *Euphydryas aurinia* (Rottemburg, 1775) (*Lepidoptera*, *Nymphalidae*). *Journal of Insect Conservation* 11, 343–350.
- Bonebrake, T. C., Boggs, C. L., McNally, J. M., Ranganathan, J. & Ehrlich, P. R., 2010. Oviposition behavior and offspring performance in herbivorous insects: consequences of climatic and habitat heterogeneity. *Oikos* 119, 927–934.
- Botham, M. S., Ash, D., Aspey, N., Bourn, N. A. D., Bulman, C. R., Roy, D. B. & Swain, J., 2011. The effects of habitat fragmentation on niche requirements of the Marsh Fritillary, *Euphydryas aurinia* (Rottemburg, 1775) on calcareous grasslands in Southern UK. *Journal of Insect Conservation* 15, 269–277.
- Bulman, C. R., Wilson, R. J., Holt, A. R., Gálvez Bravo, L., Early, R. I., Warren, M. S. & Thomas, C. D., 2007. Minimum viable metapopulation size, extinction debt and the conservation of a declining species. *Ecological applications* 17, 1460–1473.
- Chinery, M., 2005. Euroopa putukad. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 118.
- Dolek, M., Freese-Hager, A. & Geyer, A., 2013. Multiple oviposition and larval feeding strategies in *Euphydryas maturna* (Linné, 1758) (*Nymphalidae*) at two disjoint European sites. *Journal of Insect Conservation* 17, 357–366.

- Dolek, M., Freese-Hager, A., Cizek, O. & Gros, P., 2007. Mortality of early instars in the highly endangered butterfly *Euphydryas maturna* (Linnaeus, 1758) (*Nymphalidae*). *Nota Lepidopterologica* 29, 221–224.
- Eliasson, C. U. & Shaw, M., 2003. Prolonged life cycles, oviposition sites, foodplants and *Cotesia* parasitoids of *Melitaeine* butterflies in Sweden. *Oedipus* 21, 1–52.
- Fowles, A. P. & Smith, R. G., 2006. Mapping the habitat quality of patch networks for the Marsh Fritillary *Euphydryas aurinia* (Rottemburg, 1775) (*Lepidoptera, Nymphalidae*) in Wales. *Journal of Insect Conservation* 10, 161–177.
- Fox, R., Warren, M. S., Brereton, T. M., Roy, D. B. & Robinson, A., 2010. A new Red List of British butterflies. *Insect Conservation and Diversity* 4, 159–172.
- Fric, Z., Hula, V., Klimova, M., Zimmermann, K. & Konvička, M., 2010. Dispersal of four fritillary butterflies within identical landscape. *Ecological Research* 25, 543–552.
- Hardy, P. B., Sparks, T. H., Isaac, N. & Dennis, R., 2007. Specialism for larval and adult consumer resources among British butterflies: implications for conservation. *Biological Conservation* 138, 440–452.
- Hula, V., Konvička, M., Pavlicko, A. & Fric, Z., 2004. Marsh Fritillary (*Euphydryas aurinia*) in the Czech Republic: monitoring, metapopulation structure, and conservation of an endangered butterfly. *Entomologica Fennica* 15, 231–241.
- Joyce, D. A. & Pullin, A. S., 2003. Conservation implications of the distribution of genetic diversity at different scales: a case study using the Marsh Fritillary butterfly (*Euphydryas aurinia*). *Biological Conservation* 114, 453–461.
- Junker, M. & Schmitt, T., 2010. Demography, dispersal and movement pattern of *Euphydryas aurinia* (*Lepidoptera: Nymphalidae*) at the Iberian Peninsula: an alarming example in an increasingly fragmented landscape? *Journal of Insect Conservation* 14, 237–246.
- Kivinen, S., Luoto, M., Kuussaari, M. & Saarinen, K., 2007. Effects of land cover and climate on species richness of butterflies in boreal agricultural landscapes. *Ecosystems and Environment* 122, 453–460.
- Konvička, M., Fric, Z. & Benes, J., 2006. Butterfly extinctions in European states: do socioeconomic conditions matter more than physical geography? *Global Ecology and Biogeography* 15, 82–92.

- Konvička, M., Hula V. & Fric, Z., 2003. Habitat of pre-hibernating larvae of the endangered butterfly *Euphydryas aurinia* (Lepidoptera: Nymphalidae): what can be learned from vegetation composition and architecture? *European Journal of Entomology* 100, 313–322.
- Konvička, M., Hula, V. & Fric, Z., 2005. *Picromerus bidens* (Heteroptera: Pentatomidae) as predator of the checkerspot *Euphydryas aurinia* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Entomologica Fennica* 16, 233–236.
- Krämer, B., Poniowski, D. & Fartmann, T., 2012. Effects of landscape and habitat quality on butterfly communities in prealpine calcareous grasslands. *Biological Conservation* 152, 253–261.
- Kukk, T. & Kull, T., 2005. Atlas of the Estonian Flora. Maaülikool põllumajandus- ja keskkonnainstituut, Tartu, 179.
- Kukk, T., 2010. 101 Eesti lille. Varrak, Tallinn, 126–127.
- Lindman, L., Tammaru, T., Meister, H. & Õunap, E., 2011. Teelehe-mosaiikliblika kaitse tegevuskava. Tartu Ülikool 1–23.
- Liu, W., Wang, Y. & Xu, R., 2006. Habitat utilization by ovipositing females and larvae of the Marsh Fritillary (*Euphydryas aurinia*) in a mosaic of meadows and croplands. *Insect Conservation* 10, 351–360.
- Menken, S. B. J., Boomsma, J. J. & Van Nieukerken, E. J., 2009. Large-scale evolutionary patterns of host plant associations in the *Lepidoptera*. *Evolution* 64, 1098–1119.
- Nilsson, S. G., Franzén, M. & Jönsson, E., 2008. Long-term land-use changes and extinction of specialised butterflies. *Insect Conservation and Diversity* 1, 197–207.
- Norberg, U., Enfjäll, K. & Leimar, O., 2002. Habitat exploration in butterflies – an outdoor cage experiment. *Evolutionary Ecology* 16, 1–14.
- Porter, K. & Ellis, S., 2011. Securing viable metapopulations of the Marsh Fritillary butterfly, *Euphydryas aurinia*, (Lepidoptera: Nymphalidae) in Northern England. *Journal of Insect Conservation* 15, 111–119.
- Porter, K., 1982. Basking behaviour in larvae of the butterfly *Euphydryas aurinia*. *Oikos* 38, 308–312.
- Reid, N., McEvoy, P. M. & Preston, J. S., 2009. Efficacy of sod removal in regenerating fen vegetation for the conservation of the Marsh Fritillary butterfly *Euphydryas aurinia*, Montiahs Moss Nature Reserve. *Conservation Evidence* 6, 31–38.

- Saarinen, K., Jantunen, J. & Valtonen, A., 2005. Resumed forest grazing restored a population of *Euphydryas aurinia* (Lepidoptera: Nymphalidae) in SE Finland. *European Journal of Entomology* 102, 683–690.
- Sang, A. & Teder, T., 2005. Paevalibliklaste populatsioonide taastamine. *Eesti Looduseuurijate Seltsi Aastaraamat* 83, 192–207.
- Schtickzelle, N., Chouff, J., Goffart, P., Fichet, V. & Baguette, M., 2005. Metapopulation dynamics and conservation of the Marsh Fritillary butterfly: population viability analysis and management options for a critically endangered species in Western Europe. *Biological Conservation* 126, 569–581.
- Settele, J., Shreeve, T., Konvička, M. & Van Dyck, H., 2009. Parasitoids of European butterflies. *Ecology of Butterflies in Europe*. Cambridge University Press, 130–156.
- Sigaard, P., Pertoldi, C., Madsen, A. B., Søgaard, B. & Loeschcke, V., 2008. Patterns of genetic variation in isolated Danish populations of the endangered butterfly *Euphydryas aurinia*. *Biological Journal of the Linnean Society* 95, 677–687.
- Singer, M. C., 2003. Oviposition preference: its definition, measurement and correlates, and its use in assessing risk of host shifts. *Proceedings of the XI International Symposium on Biological Control of Weeds* 235–244.
- Singer, M. C., Stefanescu, C. & Pen, I., 2002. When random sampling does not work: standard design falsely indicates maladaptive host preferences in a butterfly. *Ecology Letters* 5, 1–6.
- Smee, M., Smyth, W., Tunmore, M., French-Constant, R. & Hodgson, D., 2010. Butterflies on the brink: habitat requirements for declining populations of the Marsh Fritillary (*Euphydryas aurinia*) in SW England. *Journal of Insect Conservation* 15, 153–163.
- Stefanescu, C., Peñuelas, J., Sardans, J. & Filella, I., 2006. Females of the specialist butterfly *Euphydryas aurinia* (Lepidoptera: Nymphalinae: Melitaeini) select the greenest leaves of *Lonicera implexa* (Caprifoliaceae) for oviposition. *European Journal of Entomology* 103, 560–573.
- Stefanescu, C., Planas, J. & Shaw, M. R., 2009. The parasitoid complex attacking coexisting Spanish populations of *Euphydryas aurinia* and *Euphydryas desfontainii* (Lepidoptera: Nymphalidae, Melitaeine). *Journal of Natural History* 43, 553–568.
- Sterry, P. & Mackey, A., 2005. Liblikad. Uudne fotodega Euroopa liblikate määraja. Varrak, Tallinn, 81.

- Švitra, G. & Sielezniew, M., 2010. The first observation of *Euphydryas aurinia* (*Lepidoptera*, *Nymphalidae*) developing on *Gentiana cruciata* in Lithuania. *Polskie Pismo Entomologiczne* 79, 195–201.
- Thomas, C. D., Bulman, C. R. & Wilson, R. J., 2008. Where within a geographical range do species survive best? A matter of scale. *Insect Conservation and Diversity* 1, 2–8.
- Van Dyck, H., Van Strien, A. J., Maes, D. & Van Swaay, C. A. M., 2009. Declines in common, widespread butterflies in a landscape under intense human use. *Conservation Biology* 23, 957–965.
- Van Halder, H., Barbaro, L., Corcket, E. & Hervé, J., 2008. Importance of semi-natural habitats for the conservation of butterfly communities in landscapes dominated by pine plantations. *Biodiversity and Conservation* 17, 1149–1169.
- Van Halder, I. & Jourdain, B., 2010. Les plantes-hôtes du Damier de la succise (*Euphydryas aurinia*) dans le Sud-Ouest de la France (*Lepidoptera*, *Nymphalidae*). *Bulletin de la Société Linnéenne de Bordeaux* 38, 23–30.
- Van Nouhuys, S., Singer, M. C. & Nieminen, M., 2003. Spatial and temporal patterns of caterpillar performance and the suitability of two host plant species. *Ecological Entomology* 28, 193–202.
- Van Swaay, C., Warren, M. & Loïs, G., 2006. Biotope use and trends of European butterflies. *Journal of Insect Conservation* 10, 189–209.
- Viidalepp, J. & Remm, H., 1996. Eesti liblikate määraja. *Valgus*, Tallinn, 16–18, 20, 45–47, 55–57, 209–210, 214.
- Wahlberg, N., 2000. Comparative descriptions of the immature stages and ecology of five Finnish melitaeine butterfly species (*Lepidoptera*: *Nymphalidae*). *Entomologica Fennica* 11, 167–174.
- Wahlberg, N., Klemetti, T. & Hanski, I., 2002. Dynamic populations in a dynamic landscape: the metapopulation structure of the Marsh Fritillary butterfly. *Ecography* 25, 224–232.
- Wang, Y., Chen, J., Liu, W. & Xu, R., 2007. Effect of cultivating croplands and grazing in arid grassland habitats on the conservation of melitaeine butterflies in a mountainous area in Northern China. *Science in China Series C: Life Sciences* 50, 40–46.
- Zimmermann, K., Blazkova, P., Cizek, O., Fric, Z., Hula, V., Kepka, P. & Novotny, D., 2011. Demography of adults of the Marsh Fritillary butterfly, *Euphydryas aurinia* (*Lepidoptera*: *Nymphalidae*) in the Czech Republic: Patterns across sites and seasons. *European Journal of Entomology* 108, 243–254.

Internetiallikad

Dvořák, J., (joonis 1; joonis 3). Kättesaadav: <http://www.biolib.cz/en/galleryuser/dir1468/?uid=394>, (27.05.2013).

Eeles, P., (joonis 2). Kättesaadav:

http://www.ukbutterflies.co.uk/phpBB/gallery/image_page.php?album_id=556&image_id=3818, (27.05.2013).

eElurikkus. Kättesaadav: <http://elurikkus.ut.ee/>, (27.05.2013).

Eestis esinevad loodusdirektiivi taime- ja loomaliigid. Kättesaadav:

<http://www.envir.ee/natura2000/files/doc/eestiliigid.pdf>, (27.05.2013).

Van Swaay, C., Cuttelod, A., Collins, S., Maes, D., Munguira, L. M., Šašić, M., Settele, J., Verovnik, R., Verstrael, T., Warren, M., Wiemers, M. & Wynhof, I., 2010. European Red List of Butterflies. Kättesaadav:

http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/downloads/European_butterflies.pdf, (27.05.2013).

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Hendrik Meister

(sünnikuupäev: 04.03.1989)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

„Teelehe-mosaiikliblika (*Euphydryas aurinia*) toidutaime-eelistuse varieeruvus ja looduskaitse Eestis“,

mille juhendaja on Ly Lindman,

- 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 27.05.2013