

TARTU ÜLIKOOL  
LOODUS- JA TÄPPISTEADUSTE VALDKOND  
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT  
BOTAANIKA OSAKOND

**Küllli Keerus**

**KÜLVATUD PÕLLUÄÄRSED ÕIERIKKAD  
ROHUMAARIBAD KAHJURITÕRJEMEETMENA**

Bakalaureusetöö

Juhendajad: PhD Triin Reitalu  
Prof Aveliina Helm

**TARTU 2023**

## **KÜLVATUD PÕLLUÄÄRSED ÕIERIKKAD ROHUMAARIBAD KAHJURITÕRJEETMENA**

Lõputöö eesmärgiks on koostada ülevaade külvatud põlluäärsete õierikaste rohumaaribade kasutamisest põllukultuuride kahjustajate tõrjes nende looduslike vaenlaste soodustamise kaudu. Töö annab ülevaate, mis on külvatud õierikkad rohumaaribad, milliseid ökosüsteemiteenuseid need pakuvad ja mil moel need soosivad lülijalgseid. Tööst selgub, et kasureid mõjutavad enim põlluäärse riba õierohkus, vanus ning hooldusviis, kuid mõju on erinevatele liigirühmadele erinev.

**Märksõnad:** külvatud õierikkad rohumaaribad, õierikkad põlluservad, põllukahjurite looduslikud vaenlased, bioloogiline kahjuritõrje

## **SOWN WILDFLOWER STRIPS FOR BIOLOGICAL CONTROL**

The objective of this thesis is to examine the use of sown wildflower strips as a method of biological control, with a specific focus on promoting the natural enemies of pests. The thesis provides an overview of the characteristics of sown wildflower strips, the ecosystem services they offer and their role in enhancing arthropod populations. The findings highlight that flower richness, the age of the strips and management practices significantly influence their effectiveness, albeit with variations among different species groups.

**Keywords:** sown wildflower strips, sown wildflower margins, natural enemies, biological pest control

## Sisukord

1. SISSEJUHATUS .....	4
1.2. Meetod .....	5
2. Mis on külvatud põlluäärsed õierikkad rohumaaribad? .....	7
2.1. Põlluäärsete õierikaste ribade kasutuselevõtt .....	8
2.2. Põlluäärsetest rohumaaribadest Eestis .....	9
2.3. Õierikaste ribade ökosüsteemiteenused .....	10
3. Taimede kasutamine biotõrjes .....	12
3.1. Õierikka riba mõju lüljalgsetele .....	13
4. Millest sõltub külvatud õierikka riba efektiivsus kahjuritõrjel? .....	15
4.1. Liigiline koosseis .....	16
4.2. Taimkatte omadused .....	17
4.3. Mõõdmed .....	18
4.4. Vanus .....	19
4.5. Hooldusmeetmed .....	21
4.6. Ümbritseva maastiku struktuur .....	22
4.7. Kaugus ja mõju ülekandumine põllule .....	23
5. Kokkuvõte .....	25
<i>Summary</i> .....	27
Kasutatud allikad: .....	29

## 1. SISSEJUHATUS

Põllumajandus on majandusharu, mis tagab inimkonnale toidu, kuid mis on ka üheks peamiseks looduse seisundit mõjutavaks teguriks põllumajandusega seotud ulatuslike maakasutusmuutuste ning agrokemikaalide kasutamise tõttu (IPBES 2019; IPBES 2018). Veel 20. sajandi alguses Eesti ja Euroopa maastikes laialt levinud niiduökosüsteemid ning märgalad on põllumajanduse intensiivistamise käigus asendunud lihtsustunud maastike ning varasemast suuremate ja ühetaolisemate põldudega. Liikide kadu õõnestab aga toidutootmist ennast. Nii on näiteks putukate liigirikkuse ja arvukuse vähenemise tõttu ohus nii toidutaimeid tolmeldamine kui ka looduslik kahjuritõrje. Kultuurtaimi kahjustavate herbivoorsete putukate või teiste taimekahjustajate looduslike vaenlaste kadu tingib üha suureneva vajaduse pestitsiidide kasutamise järele, mis omakorda mõjutab negatiivselt ka looduslike kahjurivaenlasi. Sellega paralleelselt kasvab omakorda taimekahjurite resistentsus taimekaitsevahendite suhtes.

Põllumajandusmaastike mitmekesistamise ja elurikkuse taastamise eesmärgil on Euroopas mõnda aega rakendatud põllumajanduslike keskkonnameetmeid (ingl. k *agrienvironmental schemes*, lüh. AES). Peamiselt keskenduvad need meetmed loodussõbralikumate põllumajanduspraktikate juurutamisele, sealhulgas näiteks toetused mahepõllumajanduse edendamiseks, viljavahelduse rakendamiseks aga ka pestitsiidide kasutamise reguleerimine, talvise taimkatte hoidmise soodustamine, püsirohumaade säilitamine ning poollooduslike koosluste hooldamine (Haaland et al., 2011). Üheks rakendatavaks võtteks on õierikkad, peamiselt looduslikest taimedest külvamise teel rajatud põlluservad või põllusisesed ribad, mille keskne eesmärk on toetada tolmeldajate ja lindude elurikkust ning pidurdada mullaerosiooni. Lisaks aitavad need parandada poollooduslike koosluste (pärandniitude) sidusust, pakkuda lindudele toiduressurssi ja talvitumispaika ja kannavad peale kõige ka inimeste jaoks esteetilist väärtust (Haaland et al., 2011). Õierohked ribad ei ole aga vaid loodushoiumeede, mis sellisena ei pruugi pälvida praktilise meelega põllumeeste poolehoidu, vaid need võivad aidata kaasa ka põllumajanduslike eesmärkide saavutamisele toidutootmisel (Uyttenbroeck et al., 2016). Putukate elurikkuse toetajaina loodetakse põlluäärsetest rohumaaribadest kasu põllu- või aianduslike kultuuride tolmeldamisel või viljeldavate kultuuride kahjurite looduslike vaenlaste soodustamisel (Uyttenbroeck et al., 2016). Tolmeldajate kehv seisukord põllumajandusmaastikes on pälvinud laialdast tähelepanu ka väljaspool teadusringkondi. Loodusliku kahjuritõrje soodustamise võimalustest aga nii palju räägitud ei ole.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on selgitada välja, kui palju ja milliste tulemustega on uuritud külvatud õierikaste põlluservade kahjuritõrje potentsiaali. Tegu on kirjanduse ülevaatega, mille käigus soovin vastata küsimustele:

- 1) Kas külvatud õierikastest rohumaaribadest on kasu põllukultuuride kahjustajate vastu?
- 2) Millistest omadustest sõltub külvatud õierikka rohumaariba efektiivsus kahjuritõrjes?

## 1.2. Meetod

Käesolev bakalaureusetöö on kirjandusülevaade, mille aluseks on andmebaasist Web of Science leitud artiklid, mis vastasid järgmistele märksõnadele: *(sown) wildflower strips/margins/fields/patches, wildflower resource patches, flowering (plant) strips, tailored flower strips, improved field margins, flower-rich margins/borders, sown weed strips, sown field margin strips, wildlife seed mixture margins, selective flowers, floral plantings, farmland vegetative strips, flower-enriched ecological focus areas, perennial fallow strips*. Kuna selliselt leitud artikleid oli üle saja, siis valisin sealt omakorda välja artikleid märksõnadega *pest control, bio-control* või *herbivore control*, välistamaks üksnes tolmeldamisele või muudele ökosüsteemiteenustele keskenduvad tööd.

Kuna teema kohta on ilmunud mitmeid erineva rõhuasetusega ülevaateartikleid, on olnud võimalik oma töös neile paljus ka toetuda. Haaland et al. (2011) ja Kowalska et al. (2022) käsitlevad õierikaste rohumaaribade pakutavaid ökosüsteemiteenuseid, eelkõige putukate elurikkuse seisukohalt (sh tolmeldajad ja põllukultuuride kahjustajate looduslikud vaenlased). Albrecht et al. (2020) on varem avaldatud materjalide põhjal kvantifitseerinud õierikaste rohumaaribade mõju kahjuritõrjes ja tolmeldamisel. Gontijo (2019) ülevaade keskendub põllukultuuride kahjustajate looduslike vaenlaste varjupaikade omadustele eesmärgiga nende loomist soodustada. Gurr et al. (2017) käsitleb laiemalt elupaikade haldust kahjuritõrje eesmärgil. Shields et al. (2019) on ülevaade, mis käsitleb loodusliku kahjuritõrje ajalugu. Uyttenbroeck et al. (2016) puudutab rohumaaribade poolt- ja vastuargumente põllumeeste seisukohalt.

Originaalsete uurimusartiklite valikul keskendus neile, mis käsitlesid õierikaste rohumaaribade mõju ka Eestis avamaal laialdaselt kasvatatavatele põllukultuuridele. Välja jäid selliseid kultuure puudutavad uurimused, mida Eestis avamaal laialdaselt ei kasvatata või ei kasvatata üldse (nt melon, tomat, riis, puuvill, oliiv, mais jt). Samuti jäid välja puuvilja- ja marjakultuurid, sest neist paljude puhul on õierikka rohumaa olemuseks pigem aluskultuur (nt viljapuude all kasvav rohustu), mitte istanduse serv, ning oluline on kahjurite ja tolmeldajate üheaegne haldamine, mis

muudab soovitud mõju saavutamise tegurid veelgi keerukamaks, et neid käesoleva töö raamesse mahutada.

Teema aktuaalsust iseloomustab asjaolu, et kui esialgu sõelale jäänud 71-st õierikkaid ribasid ja kahjuritõrjet käsitletud artiklist 10 ilmus ajavahemikul 2003-2012, siis viimasel kümnendil (2013-2022) on ilmunud artikleid 61, neist omakorda pooled viimasel kahel aastal.

Kuna töö keskendub toidutootmise seisukohalt kasulikele või kahjulikele lüljalgsetele, siis olen lühiduse huvides töös kasutanud toodetavat kultuuri kahjustavate organismide kohta kokkuvõtvalt ka sõna "kahjur" ning nende looduslike vaenlaste kohta sõna "kasur". Õierikaste külvatud rohumaaribade tähistamiseks olen töös lühiduse huvides kasutanud ka mõisteid „õieriba“ või “külvatud õieriba”, mis vastab inglisekeelsele terminile „*sown flower strip*“.

## 2. Mis on külvatud põlluäärsed õierikkad rohumäärivad?

Oma töös käsitlen õierikkade määrivana mitmesuguseid põldude äärde külvamise teel spetsiaalselt rajatud vaheribad või servi, mis võivad koosneda üheaastastest või mitmeaastastest rohunditest, liblikõielistest ja kõrrelistest ja mis võidakse jätta kas kujunema poollooduslikuks koosluseks või mida aeg-ajalt täiendatakse või rajatakse uuesti. Enamasti määratletakse need kui pärismaiste liikidega külvatud ribad (Bischoff et al., 2022; Kowalska et al., 2022), kuid pole välistatud ka võõrliikide kasutamine.

Õierivad võivad koosneda mõnest kuni paari-kolmekümnest enamjaolt putuktolmlevast külvatavast taimeliigist, millele lisandub liike harilikult ka mulla seemne- ja levisepangast, või levib ümbruskonnast.

Liikidest võidakse määrivades kasutada:

- tavalisemaid niiduliike, näiteks harilik raudrohi (*Achillea millefolium*), arujumikas (*Centaurea jacea*), metsporgand (*Daucus carota*), harilik nõiahammas (*Lotus corniculatus*), aasristik (*Trifolium pratense*);
- üheaastaseid liike (nn põlluumbrohtusid), näiteks rukkilill (*Centaurea cyanus*), põldmagun (*Papaver dubium*);
- põllumajanduslikult kultiveeritavaid liike, näiteks põlduba (*Vicia faba*), harilik tatar (*Fagopyrum esculentum*).

Mõnedel juhtudel võib rajatav riba olla põllumajandustootjale ka teisese saagi allikas või anda võimaluse koguda loomasööta.

Õierivade mõiste ei hõlma põldude naabruses asuvaid rohumäärivaid ja poollooduslikke kooslusi, mis ei ole põllumaa osa. Siiski on viimastel õierivaga võrreldav toime lüljalgsetele, mistõttu põldude naabruses paiknevate poollooduslike koosluste kohta tehtud uuringud pakuvad väärtuslikke teadmisi, mida saab laiendada ka õierivadele.

Põlluäärne riba võib olla ka spontaanse või loodusliku tekkega sööt. Sellise riba koosluses domineerivad esialgu rohkem ruderaalsed taimeliigid, näiteks õite poolest väärtuslikud ohaka (*Cirsium*) perekonna liigid. Ainult kõrrelistest koosnevad rohumäärivad ei ole töö fookuses, kuid neid on mõnes uuringus kasutatud võrdlusbaasina. Nii näitas Prantsusmaal läbi viidud uuring (Bischoff et al., 2022), et spontaanselt kujunev taimkate on kahe aasta pärast liigirikkam kui karjamaa-raiheina (*Lolium perenne*) ja roog-aruheinaga (*Festuca arundinacea*) külvatud rohumaa. Neid kahte kõrrelise liiki kasutatakse Prantsusmaal tavapäraselt kiire taimkatte saavutamiseks, mis

tõrjuks välja umbrohud ning väldiks mullaerosiooni. Külvatud õierikas rohumaariba edestas aga liigirikkuse poolest nii kõrrelistest moodustunud kui loodusliku tekkega riba (Bischoff et al., 2022).

## 2.1. Põlluäärsete õierikaste ribade kasutuselevõtt

Põllumajanduslike keskkonnameetmete raames võeti põlluäärsed õieribad Euroopas kasutusele 1980.-ndate aastate lõpus (Bischoff et al., 2022). Looduslike elupaikade haldamise algusajana kahjuritõrje eesmärgil on nimetatud ka 1970.-ndaid aastaid (Gurr et al., 2017).

Haaland'i ja tema kaasautorite (2011) ülevaateartiklis märgitakse, et põllumajandusliku keskkonnameetmena on õieribad ebatüüpiline võte: enamuse neist meetmetest on olnud suunatud enne möödunud sajandi keskpaigas alanud põllumajanduslikku intensiivistamist eksisteerinud poollooduslike koosluste hooldusele, taastamisele või taas rajamisele. Külvatud õieribasid ei ole aga kooslustena ajaloolises maakasutuses kunagi eksisteerinud ning need luuakse ja neid hooldatakse vastavalt vajadusele. Õieribade üldiseks eesmärgiks nende meetmete raames on peamiselt lüljalgsete elurikkuse toetamine, eraldi tuuakse aga välja kaks põllumajanduslikult olulist rühma: tolmeldajad ja põllukahjurite looduslikud vaenlased (Haaland et al., 2011).

Lähemalt tuleb õieribade ökosüsteemiteenustest juttu alapeatükis 2.3.

Kahjuritõrje toetamine taimede ja maastikuhooldusvõtetega ei ole uus praktika. Kahjurite looduslike vaenlasi on kaitstud ja soositud juba vähemalt 2000 aastat tagasi. Näiteks varustasid Hiina põllumehed ämblikke üleujutatud riisipõldudel ajutiste varjupaikadega või asetasid mandariinipuudele röövsipelgate (*Oecophylla smaragdina*) jaoks pesi (Shields et al., 2019).

Kasulike mitte-saagitaimede istutamist vahepeadena on käsitletud näiteks 1958. a ilmunud biotõrje käsiraamatus „*The Principles of Biological Control*“ (Sweetman 1958, viidatud Shields et al., 2019 kaudu) ja alternatiivsete toiduallikate pakkumist lüljalgsetele ning hooldusvõtete varieerimist 1964. a ilmunud kogumikus „*Environmental modification and biological control*“ (van den Bosch ja Telford 1964, viidatud Shields et al., 2019 kaudu). Laialdast kasutamist need meetodid aga toona ei leidnud (Shields et al., 2019).

21. sajandi esimesel kümnendil olid põllumajanduslike keskkonnameetmete raames külvatud õieribad kasutusele võetud vähemalt Ühendkuningriigis, Šveitsis, Saksamaal, Austrias, Rootsis ja Soomes (Haaland et al., 2011). Riigiti kasutatakse selliste põlluservade külvamiseks erinevaid liigisegusid ning ka ribade hooldus ja kestvus erinevad. Nii toovad Haaland ja tema kaasautorid (2011) välja, et mõnes riigis võib põllumajandusmeetmete raames kehtida soovitus künda ribad üles ja taas rajada ühe-kahe aasta tagant, mõnel pool aga seitsme aasta tagant. Mõnes riigis



nõutakse hooldusniitmist kord aastas, teisel aga seda üksnes soovitatakse. Autorid märgivad, et sageli jääb selgusetuks, miks täpselt mingid nõuded on kehtestatud või mille alusel on koostatud riikides meetmete raames kasutatavad seemnesegud (Haaland et al., 2011).

## 2.2. Põlluäärsetest rohumaaribadest Eestis

Eestis on põllumajandusmaa mitmekesisust hiljuti käsitletud Veromann ja Kaasik (2019) ning Helm kaasautoritega (2020). Esimese töö eesmärgiks oli uurida, millised poollooduslikud alad ja maastikuelemendid toetavad põllumajanduslikku tegevust (Veromann & Kaasik, 2019).

Maaeluministri määruse nr 4 (Maa Heas Põllumajandus- Ja Keskkonnaseisundis Hoidmise Nõuded, 2019) järgi on maa heas põllumajandus- ja keskkonnaseisundis hoidmise eesmärgil nõutud teatud maastikuelementide säilitamine, milleks on põllusaar, metsasiil, puude rida, hekk, kraav ja kiviaed. Lisaks nimetatutele käsitlesid Veromann ja Kaasik (2019) veel mõningaid maastikuelemente, mille hulgas olid ka rohtsed põlluservad. Autorid viitavad siinkohal maaeluministri määrusele nr 49 (Keskkonnasõbraliku majandamise toetus, 2015), mille järgi tuleks teiste joonelementide puudumisel rajada vähemalt 20 hektarilise põllu serva 2-5 meetri laiune mitmeliigiline rohumaariba, mis koosneb kõrreliste heintaimede ja teiste rohtsete õistaimede segust (Veromann & Kaasik, 2019). Selliselt rajatud ribad ei pruugi Eestis aga oma liigirikkuse ja funktsionaalsuse poolest vastata õierikka riba määratlusele nagu käsitlet seda oma töös ja nagu neid tuntakse paljudes Euroopa riikides. Esiteks on siin mitmeliigilisus jäetud arvuliselt lahtiseks, samuti ei ole täpsustatud kõrreliste ja teiste rohtsete õistaimede vahetõrje ala täpsemaid funktsioone. Teadaolevalt ei müüda Eestis taoliste alade külvamiseks ka põllumeestele suunatud seemnesegusid, ehkki neid oleks võimalik kokku kombineerida karjamaa külvisegudest, mesinikele mõeldud liigisegudest või liigiti müüdavatest kohalike niidutaimede seemnetest.

2020. a valminud mahukas aruanne (Helm et al., 2020) käsitleb loodusliku elurikkuse säilitamist põllumajandusmaal laiemalt kui Veromann ja Kaasik (2019), puudutades lisaks maastikuelementidele ka näiteks glüfosaadi toimet, mullaerustikku, linnusõbralikke majandamisvõtteid, hooldusrežiimi mõjusid rohumaadele jm. Lisaks antakse praktilisi juhiseid hea põllumajandusmaastiku ning selle elementide säilitamiseks, taastamiseks, rajamiseks ja hooldamiseks. Käesoleva bakalaureusetöö kontekstis olulisena käsitletakse viljelusmaal rakendatavate meetmete hulgas liigirikaste või õierikaste rohumaaribade rajamist, mis soodustavad tolmeldajate ja põllukahjurite looduslike vaenlasi, pakkudes sellega ökosüsteemiteenuseid.

Mõlemas eelpool nimetatud töös (Veromann ja Kaasik 2019; Helm jt 2020) on rohumaaribade kahjuritõrjevõimekust puudutatud küllaltki üldsõnaliselt. Üksikasjalikumalt ei ole käsitletud, milliseid kahjureid millistelt kultuuridelt tõrjuda õnnestub.

Eesti maaelu arengukava 2014-2020 (täiendatud kuni 2022) külvatud õieribade rajamist toetavat meedet ette ei näinud. Ligilähedaseks oli loodus- ja kultuurmaastike mitmekesisuse säilitamine ja suurendamine, mille raames toetati poollooduslike koosluste hooldamist ning põllumaa rohumaaks muutmist (Eesti maaelu arengukava 2022).

Maaeluministri määrus „Perioodi 2023-2027 ökosüsteemiteenuste säilitamise toetus“ (2023) näeb üldisena ette mitmekesise põllumajandusmaastiku, maastikuelementide ja looduslike alade säilitamise toetamist eesmärgiga tagada põllumaal põllukahjurite looduslikud vaenlased kui ökosüsteemiteenus. Toetatavate meetmete loetelus on puittaimedega maastikujoonelement, pindalaline ja punktelemendiline põllusaar, põllumaaga piirnev mets ja pärandniit ja väärtuslik püsirohumaad, kiviaed, piirneva kaitsealuse taimeliigi esinemisala, looduslik vooluveekogu, laiem kui 2-meetrine kraav. Toetusõiguslikud on ka 6-12-meetri laiused rohumaaribad, mis koos teiste nn ökoaladega (haljaskesa, sööti jäetud maa, maastikuelement, lämmastikku siduvate põllukultuuride kasvuala) ei tohi toetusaluselt põllumaast katta rohkem kui 10%. Täpsemaid nõudmisi hetkel kehtivas strateegiakavas rohumaaribade liigilise koosseisu või rolli kohta ei ole.

### 2.3. Õierikaste ribade ökosüsteemiteenused

Nagu eelpool öeldud, oli õieribade algne eesmärk üldine elurikkuse toetamine põllumajandusmaastikus. Kahjuritõrjele ja tolmeldamisele osutati kui võimalikule kasule põllumehe jaoks. Allpool on toodud nimekiri eri autorite poolt nimetatud võimalikest hüvedest, mida õieribad potentsiaalselt annavad (Albrecht et al., 2020; Bischoff et al., 2022; Haaland et al., 2011):

- põllumajandusmaastiku elurikkuse edendamine;
- taimede elurikkuse suurendamine põlluservades;
- põllukultuuride tolmeldajate soosimine;
- bioloogilisse kahjuritõrjesse panustamine röövloomade soodustamisega;
- keskkonna- ja inimtervise edendamine pestitsiidide kasutamise vähendamise kaudu;
- lindude toetamine neile toiduresursside pakkumisega seemnete ja selgrootute näol;
- esteetiline panus atraktiivsete õistaimedega kaetud alade näol;
- mullatervisesse panustamine, süsiniku sidumine;
- veekvaliteedi toetamine väetiste ja pestitsiidide äravoolu vähendamise kaudu;

- umbrohtude kasvu allasurumine;
- õieribas kasvatatava liigi või liikide kasutusväärtus toidu või söödana.

Ehkki kahjuritõrje potentsiaalile on õieribade meetme puhul algusest peale osutatud, siis tõsisemalt uurima, kas ja kui palju need seda eesmärki täidavad, hakati alles pärast selliste ribade rajamise meetme kasutuselevõttu. Nii näiteks kritiseerib Tschumi koos kaasautoritega (2016), et põllumajanduslikud keskkonnameetmed on kujundatud elurikkust hoidvate meetmetena, millelt üksnes vaikumisi eeldatakse ka funktsionaalsust, kuid pakutavate ökosüsteemi teenuste tõhusust pole kvantitatiivselt uuritud (Tschumi, Albrecht, Collatz, et al., 2016). Viimastel aastatel on põllumajanduslikult kasuliku fauna soodustamist hakatud siiski välja tooma ka õieribade peamise eesmärgina (Kowalska et al., 2022) ning teadustöid selle kohta ilmub aina enam.

Paljud uuringud hindavad külvatud õierikkas ribas endas leitavate putukate arvukust, liigilist mitmekesisust ja liigilist koosseisu, võrreldes neid monokultuurse põlluga või muud liiki servaaladega nagu sööti jäetud põlluservad, poollooduslikud kooslused või teeääred (Haaland et al., 2011). Õieriba sees toimuva uurimisest jääb aga väheks, et tõendada neist saadavat põllunduslikku kasu. Kuidas ja mil määral kandub õierikaste poollooduslike koosluste (sh külvatud õieribade) positiivne mõju üle saagikusele ja põllule, seda on jätkuvalt vähe uuritud, nagu osutavad mitmed värsked teadustööd (Albrecht et al., 2020; Bischoff et al., 2022). Oma töös käsitlen õieribade mõju põllule ülekandumist puudutavate uuringute tulemusi peatükis 4.7.

### 3. Taimede kasutamine biotõrjes

Taimestikku saab kasutada kahjurite tõrjumisel erinevatel viisidel. Troofiliste tasemete põhjal jaotades on neid nimetatud alt-üles ja ülalt-alla toimivateks meetoditeks (Gurr et al., 2017).

Niinimetatud alt-üles troofiline mõju tähendab taimede (esimene troofiline tase) otsest tõrjuvat mõju kahjuritele (teine troofiline tase) ja selle toimeviisid võivad olla järgmised (Gurr et al., 2017):

- taimed pakuvad keemilisi või visuaalseid stiimuleid, mille tagajärjel herbivoorsed putukad kaotavad võime leida toidutaimi;
- herbivoorid peletatakse neile ebameeldivate taimedega põllukultuurilt eemale;
- herbivoorid meelitatakse neile meeldivate taimedega lõksu;
- herbivooride liikumist takistatakse kõrge taimestusega.

Ülalt-alla troofiline mõju avaldub kahjuritõrjes aga looduslike vaenlaste (kolmas troofiline tase) mõjuna herbivoorsetele putukatele (teine troofiline tase) (Gurr et al., 2017). Õieriba toimib kahjurputukate looduslike vaenlaste ligitõmbajana ennekõike seeläbi, et pakub neile alternatiivset toiduallikat kas õietolmu ja nektari või alternatiivsete saakloomade näol, looduslike varje- või talvitumispaidu (Bischoff et al., 2022; Gontijo, 2019; Gurr et al., 2017), aga ka sigimis- või munemispaidu (Albrecht et al., 2020). Varjupaik peaks võimaldama kahjurputukate looduslikele vaenlastele alternatiivset toiduallikat ja sobivat mikrokliimat ning kaitsma neid gildisestest kiskjate ja otsese kontakti eest pestitsiididega (Gontijo, 2019). Varjupaiga andjaks võib olla mõni taime struktuur, nt lehe domaatsium, taimede puhmik või taimne varis (Gontijo, 2019). Taimede sobivusest kahjurputukate looduslike vaenlaste toiduallikaks tuleb lähemalt juttu peatükis 3.1.

Mitmed autorid juhvivad tähelepanu asjaolule, et õieriba oletatav toime kahjuritõrjes võib olla vastuoluline (Albrecht et al., 2020; Gontijo, 2019; Gurr et al., 2017). Positiivse stsenaariumi korral toimub põllumajanduslikult kasulike putukate „eksport“ õieribalt põllule (*'exporter' hypothesis*).

Ent negatiivse stsenaariumi korral hakkab õieriba konkureerima põllul õitsevate kultuurtaimedega, meelitades nii tolmeldajad kui ka kahjurite looduslikud vaenlased hoopis põllult eemale, isegi kui vaid ajutiselt. Seda stsenaariumi on hüpoteesina nimetatud koondamishüpoteesiks (*'concentrator' hypothesis*, *'aggregation' hypothesis*) või Kirke printsibiiks (*'Circe principle'*) Homerose eepose kangelanna järgi (Albrecht et al., 2020). Lisaks kardavad põllumehed, et mürgitamata põlluservast hakkavad hoopis kahjurid või umbrohud levima põllule.

Veel ühe võimaliku negatiivse aspektina on välja toodud, et eelkõige üheaastaste taimedega ja kord aastas ülesküntav õieriba võib muutuda putukatele ka ökoloogiliseks lõksuks, sest selline riba pakub küll ohtralt toitu, kuid mitte talvitumispaidu (Kowalska et al., 2022).

### 3.1. Õierikka riba mõju lüljalgsetele

Selles töös käsitletakse põllukahjurite lüljalgseid vaenlasi, jättes kõrvale linnud ja pisiimetajad.

Lüljalgsed põllukahjurite vaenlased võib jaotada kahte suuremasse funktsionaalsesse rühma: röövtoidulised putukad ja ämblikulaadsed ning parasitoidid. Röövtoidulised lüljalgsed võivad kahjurputukaid süüa nii valmiku kui vastestaadiumis. Põlluäärsed õieribad on eriti olulised just neile putukaliikidele, kelle vastsed on röövtoidulised, kuid kes valmikuna vajavad nektarit ja õietolmu. Sama on parasitoididega: valmik toitub õiesaadustest, kuid muneda võib teise putuka vastsesse, nukku või munasse. Parasitoidid on enamasti spetsialiseerunud ühele või paarile putukaliigile. Röövputukad ja ämblikud seevastu on enamasti generalistid (Kowalska et al., 2022; Veromann & Kaasik, 2019). Kuid lisaks õiesaadustele võivad kasurite seisundit parandada ka õieribas endas leiduvad alternatiivsed saakloomad (Laurenz & Meyhöfer, 2021; Zytynska et al., 2021).

Parasitoidide seas on nii kiletiivalisi, nt sugukondadest käguvamplased (*Ichneumonidae*) ja juuluklased (*Braconidae*), kahetiivalisi, nt sugukondadest vastsekiinlased (*Tachinidae*) ja kääbusherilased (*Bethylidae*), aga võib olla ka mardikalisi või liblikalisi (Kowalska et al., 2022; Veromann & Kaasik, 2019). Röövtoiduliste lüljalgsete seas on esindatud lutikalised (*Heteroptera*), sirelased (*Syrphidae*), jooksiklased (*Carabidae*), lühitiiblased (*Staphylinidae*), ämblikulaadsed (*Arachnida*), lepatriinulased (*Coccinellidae*) jt (Bischoff et al., 2022; Haaland et al., 2011; Kowalska et al., 2022; Veromann & Kaasik, 2019).

Üldiselt on leitud, et putukate hulk ja mitmekesisus on õieribadel suuremad kui põllul või teistes põlluääre tüüpides. Kasuritest soodustab õierikkus peamiselt neid liike, kes lisaks saakloomana või paljunemiskeskonnana toimivale põllukahjurile vajavad ka nektarit ja õietolmu. Millised putukad seda aga õieriba koosseisus olevatelt liikidelt leida suudavad, see sõltub taime ja putuka morfoloogilisest sobivusest: õiekrooni kujust, nektari paiknemise sügavusest, putuka pea ja suiste suurusest (Gardarin & Valantin-Morison, 2022). Seega toimib õieriba vaid juhul, kui selle koosseisus leidub soovitud kasurputukale sobivaid toidutaimi.

Nii ongi Bischoff ja tema kaasautorid (2022) saanud sirelasi (*Syrphidae*) uurides tulemuseks, et võrreldes kõrrelistest koosneva või looduslikult areneda lastud põlluäärega oli nii külvatud õieribas endas kui ka sellega piirneval põllul (5 m kaugusel õieribast) sirelaste arvukus suurem (Bischoff et al., 2022). Tõdedes, et teised uurijad ei ole nii tugevat korrelatsiooni leidnud, mõnavad autorid, et nad valisid õieribasse ka sellised taimeliigid, mis oleks sirelastele

sobivamad: sirelased vajavad lühikese õieputkega või avatud õiekrooniga õisi, pääsemaks ligi õiesisesele nektarile, kuid toituvad ka õievälisest nektarist (Bischoff et al., 2022).

Peale õieribas kasutatavate taimeliikide morfoloogilise sobivuse on oluline ka õitsemise ajastus. Mitmete kiletiivaliste (nt parasiitherilase *Tersilochus*) liikide vastsed talvituvad nukkumise järel mullas, kust kevadel välja ilmuvad. Täiskasvanud putukad vajavad kevadel kohe nektarit ja õietolmu, mistõttu on oluline seda neile pakkuda juba enne kultuurtaime õitsemist (Serée et al., 2023).

Kui üldiselt on leitud, et putukate hulk ja mitmekesisus on õieribadel suuremad kui põllul või teistes põlluääre tüüpides, siis erandi moodustavad jooksiklased, kes eelistavad just põllukultuuriga alasid (Haaland et al., 2011). Pole siiski veel päris selge, kuivõrd see tulemus on seotud kasutatava püügimeetodiga: maapinnal liikuvaid isendeid pinnasepüümisega püüdes võidakse saada teistsugune tulemus kui neid õhust või taimestikust püüdes.

Uuringu disain on ääretult oluline ja mõjutab saadud tulemusi. Nii näitasid Zytynska et al. (2021), et kui odrataim kasvas kõrvuti uuritud õieriba liikidega, siis kasurputukate hulk odrataimel ei suurenenud, küll aga vähenes odralehetäide hulk. Autorid oletavad, et kasurputukad mitte ei kolinud õieriba taimelt põllukultuurile üle, vaid nad võisid liikuda nende vahel edasi-tagasi (Zytynska et al., 2021). Bischoff et al. (2022) näitasid aga oma uuringus, et ehkki õieribadega varustatud põldudel suurenes lehetäidele avaldatud kisklussurve ja nende parasiteerituse määr, siis lehetäide arvukus ise ei vähenenud. Autorid oletavad, et õieriba võis samaaegselt kasurite soodustamisega juurde meelitada ka rohkem lehetäisi (Bischoff et al., 2022).

Putkarühmadest on vastuolulised ka lepatriinude kohta saadud andmed. Ehkki nii täiskasvanud kui ka vastsestaadiumis olevad lepatriinud on eelkõige röövtoidulised, võivad nad toituda ka õieressurssidest, mistõttu õitsvad taimed võivad pikendada nende eluiga (Bischoff et al., 2022). Bischoff ja tema kaasautorid (2022) ei leidnud, et poolloodusliku koosluse õitega kaetus oleks seotud lepatriinude arvukusega, ehkki nad märgivad, et varasemates uuringutes on seda leitud (Bischoff et al., 2022).

## 4. Millest sõltub külvatud õierikka riba efektiivsus kahjuritõrjel?

Õieribade puhul on rohkem uuritud õieriba enda sees leitavate putukate arvukust, liigirikkust, liigilist mitmekesisust ja koosluse liigilist koosseisu. Seda võrreldakse muud liiki servaaladega nagu sööti jäetud põlluservad, pool-looduslikud kooslused, teeääred või monokultuurne põld. On leitud, et putukate näitajad on õieribades enamasti märkimisväärselt paremad kui muud liiki servaaladel (Bischoff et al., 2022). Seega õigustavad õieribad üldist põllumajandusmaastiku liigirikastamise eesmärki ning aitavad vältida kahjurputukate looduslike vaenlaste väljasuremist või üldise arvukuse kahanemist. Kuid see, et õieribas on kasureid rohkem kui monokultuurisel põllul, ei pruugi tähendada, et nad aitaks põllukahjurite hulka vähendada. Isegi kui nad seda teevad, tuleb uurida, kui kaugele nende soodne mõju põllul ulatub.

Kuni käesoleva ajani on õieriba kasuliku mõju põllule ülekandumist väga vähe uuritud, nagu tõdevad mitmed autorid (Albrecht et al., 2021; Bischoff et al., 2022; Tschumi, Albrecht, Bärtschi, et al., 2016). Kuid veelgi enam, põllumehe jaoks ei määra õieribade rajamise majanduslikku mõttekust lõppkokkuvõttes ka ainult kahjurite hulga vähenemine ja võimalik kokkuhoid pestitsiidide kasutamisel, vaid ka saagi koguse ja/või selle kvaliteedi tõus (Uyttenbroeck et al., 2016). Albrecht ja tema kaasautorid (2020) leidsid oma ülevaates küll mõned uuringud õierikka põlluääre mõju kohta saagikusele, kuid mitte ühtegi uuringut saagi kvaliteedi kohta. Oma metaanalüüsiga tuvastasid autorid seejuures, et ehkki õieriba tõstab kahjuritõrjeteenust 16% võrreldes ilma sellise ribata põldudega, siis saagikusele sellel statistiliselt olulist mõju ei ole (Albrecht et al., 2020).

Õierikaste põlluäärsete rohumaaribade mõju kahjuritõrje teenusele sõltub paljudest asjaoludest. Haaland et al. (2011) toovad kokkuvõttes tabelis välja faktorid, mida 32-s varem avaldatud artiklis on käsitletud putukate arvukuse ja/või mitmekesisuse näitajate mõjuritena õieribas (Haaland et al., 2011): elupaigatüüp, vanus, õierohkus, taimkatte struktuur, taimede liigirikkus, taimede katvus, liigiline koosseis, külviaeg, põlluala kaugus ribast, taimestikuvaba liivase pinna olemasolu, vaba mullapinna olemasolu, hooldusviis, ümbritsev maastik ja selle struktuur, naabruses olevate alade kasutus, rohumaade osakaal maastikus. Albrecht ja ta kaasautorid (2020) püstitasid hüpoteesi, et õieribade efektiivsust nii tolmeldamise kui kahjuritõrje seisukohalt mõjutavad vähemalt kolm faktorit: taimestiku liigirikkus ja sellega seotud mitmekesisus, aeg alates rajamisest ja maastikuline kontekst. Ent sünteesi tulemusena leidsid autorid, et erinevalt tolmeldamisteenusest panustab õierikas riba kahjuritõrjesse sõltumata nimetatud faktoritest, kuigi on teada ka teistsuguseid tulemusi (Albrecht et al., 2020).

Oma töös käsitlen lähemalt seitset olulisemat faktorit, mis mõjutavad külvatud õieriba efektiivsust kahjuritõrjel: liigilist koosseisu, taimkatte omadusi, mõõtmeid, vanust, hooldust, maastiku struktuuri ja soodsa mõju ülekandumist õieribalt põllule sõltuvalt põlluala kaugusest.

#### 4.1. Liigiline koosseis

Teadusartikleid konkreetsete õieribasse sobivate ja kahjuritõrje eesmärgi soodustavate liikide kohta ilmnes kasutatud märksõnadega otsides vähe. Uurimuste baasiks on enamasti erinevates riikides põllumajanduslike keskkonnameetmete raames kasutada olnud paari-kolmekümne liigiga seemneseid. Harvem on uuritud spetsiaalselt valitud liike. Info segude liigilise koostise kohta on sageli paigutatud artikli lisamaterjalidesse. Kasutatavate liiginimekirjade kõrvutamine ja statistiline töötlus oleks küll huvitav, eriti arvestades, et mitmed Euroopa segudes kasutatud liigid on laialt levinud ka Eestis (vt nt Kowalska et al., 2022 toodud näidisnimekirja), kuid samas ei pruugi see olla informatiivne, kuna segudes esineb ka neid liike, mille areaal Eestisse ei ulatu või mille kasutamine meil pole soovitatav invasiivsuse tõttu. Lisaks pole selge, milline taim ja mil määral sellises hulgaliigilises segus konkreetse tulemuse andis. Isegi kui taime mõju on kindlaks tehtud potikatses, ei pruugi liik teistes keskkonningimustes (mullatingimused, eelnev maakasutus, külvimeetod, ilmaolud) olla sama mõjuga (Scheper et al., 2021). Gontijo (2019) suisa väldib konkreetsete liikide nimetamist, osutades asjaolule, et tulemus sõltub kohalikest oludest (Gontijo, 2019). Samas aga on Bischoff oma kaasautoritega Prantsusmaal testinud kliimaatiliste olude mõju õierikka riba toimele ja leidnud, et vähemalt Prantsusmaa piiresse jäävad erinevad kliimaatilised tingimused sellele mõju ei avaldanud (Bischoff et al., 2022).

Mitmed autorid (Tschumi, Albrecht, Collatz, et al., 2016; Tschumi et al., 2015; Zytynska et al., 2021) toonitavad, et õieriba efektiivsuseks toimimiseks kahjuritõrje eesmärgil tuleks sellised segud spetsiaalselt koostada, arvestades lisaks kohalikele oludele ka putukate ja taimede omavahelisi suhteid, eelkõige kasurite toidu- ja elupaigaeelistusi ja fenoloogilisi suhteid. Seda käsitlesin ka eespool alapeatükis 3.1.

Siiski koorus välja ka mõni uuring, kus keskendutigi ühe või mõne üksiku taimeliigi kahjuritõrjepotentsiaalile.

Laurenz ja Meyhöfer (2021) on osutanud maamõõla (*Geum urbanum*) rollile kapsakarilase (*Aleyrodes proletella*) looduslike vaenlaste, eriti *Encarsia tricolor* (sugukonda *Aphelinidae* kuuluvad väikesed parasiitherilased) aga ka ämblike ja erinevate sirelaseliikide vastsete soodustamisel. Autorid lähtusid asjaolust, et kapsakarilase looduslikud vaenlased saavad kapsapõllule alles siis, kui kultuurile on kahju juba tehtud, mistõttu tuleks nad sinna varem kohale



meelitada. Üheks võimaluseks on pakkuda neile alternatiivset toiduallikat teiste karilaseliiikide näol, kes aga ei kahjustaks kapsaid. Selleks sobib näiteks pöösakarilane (*Aleyrodes loniceræ*). Selliselt tagatakse kasurile toiduallikas ajal, kui *A. proletella*'t on vähe või ta puudub. Laurenz ja Meyhöfer'i uuring näitas, et maamõõl oli pöösakarilase paljunemise ja talvitumise seisukohalt parim taimeliik võrreldes hariliku kurekella (*Aquilegia vulgaris*), suureõiese kelluka (*Campanula persicifolia*) ja metsmaasikaga (*Fragaria vesca*). Võrreldud taimeliigid valiti varasema laborikatse põhjal, mis hindas nende taimeliikide rolli kahe karilasiigi ning nende ühise parasitoidi ellujäämuse, arengu ja paljunemise seisukohalt. Maamõõlalt leiti ka enamus parasiitherilase *E. tricolor* ja ämblike isendeid (Laurenz & Meyhöfer, 2021).

Oluline võib olla ka valitud taimeliikide koostoime. Nii on potikatses uuritud hariliku tatra (*Fagopyrum esculentum*), põldoa (*Vicia faba*) ja aasristiku (*Trifolium pratense*) mõju harilikul odral (*Hordeum vulgare*) toituvatele lehetäidele (Zytyńska et al., 2021). Kõiki kolme liiki on kasutatud nii õierikaste ribade, putukapankade kui ka teravilja katte- või vahekultuuridena. Ühelgi nimetatud taimeliigil ei ole ühiseid lehetäisi odraga, küll aga pakuvad nad toitu mitmetele teistele lehetäiliikidele. Autorid leidsid, et lehetäide hulk odral vähenes enim just nende kolme taimeliigi koostoimes, mitte aga igaüht eraldi kasutades. Iga õitsev liik meelitas kohale mõnevõrra erineva lehetäide koosluse ja sellel omakorda oli erinev mõju looduslike vaenlaste populatsioonile. Tatar ja põldoa soodustasid kasureid oma õite ja ligimeelitatud täidega vahetult enne odralehetäide rünnaku haripunkti, nii et võimaldas põlluäärses ribas paljunenud looduslikel vaenlastel odralehetäisi efektiivselt hävitada. Aasristik panustas aga katse keskel ja viimases faasis, pakkudes kasuritele ka pelgupaika (Zytyńska et al., 2021). Uudsena selgus uuringust, et odralehetäide populatsiooni suurus ei seostunud niivõrd parasitoidide ja röövputukate koguhulga ega ka looduslikele vaenlastele nektarit pakkuvate õitega, vaid just muud liiki lehetäide mitmekesisusega (Zytyńska et al., 2021).

#### 4.2. Taimkatte omadused

Erinevates uuringutes on käsitletud mitmeid taimkatte omadusi, mis mõjutavad putukate arvukust ja mitmekesisust. Näiteks Haalandi ja tema kaasautorite ülevaates märgitakse ära järgmised (Haaland et al., 2011):

- liigirikkus – oluline lutikalistele ja jooksiklastele;
- õierohkus – oluline liigirühmadele, kelle seas on sirelased ja lutikalised;
- taimkatte struktuur – oluline lutikalistele ja mardikalistele;
- taimede katvus – oluline sirelaste ja mardikaliste talvitumisele.

Liigirikaste külvisegade kasuks räägib arusaam, et taimede liigirikkus toob kaasa ka taimede omaduste mitmekesisuse, mis omakorda seostub putukate mitmekesisuse kasvuga (Zytynska et al., 2021). Seega võiks koos taimede liigirikusega suurened ka põllukahjurite looduslike vaenlaste mitmekesisus ja see annab toekama kahjuritõrjeteenuse. Kuid Zytynska et al. (2021) toonitab, et liigirikuse kasvust on vähe kasu, kui õieribast endast hulgaliselt toiduallikaid leidvad kasurputukad ei liigu edasi kasvatatavale kultuurtaimele (Zytynska et al., 2021).

Nii Albrecht et al. (2020) kui ka Zytynska et al. (2021) ongi näidanud, et taimede liigirikkus ei seostu tingimata tulemuslikuma kahjuritõrjega. Albrecht ja ta kaasautorid tuvastasid oma metaanalüüsis küll taimede ja tolmeldajate liigirikuse seose, kuid mitte taimede liigirikuse seost kahjurputukate looduslike vaenlaste liigirikusega (Albrecht et al., 2020). Zytynska ja tema kaasautorid näitasid aga oma odrakatsega, mida kirjeldasin peatükis 4.1, et efektiivseks kahjuritõrjeks võib piisata vaid mõne üksiku taimeliigi kasutamisest ning oluline on põllukahjurite looduslike vaenlaste arvukuse taseme ajastamine (Zytynska et al., 2021). Küll aga on kinnitust leidnud taimede liigirikuse seos vähemalt ühe kasurite liigirühma puhul: täidest toituvate sirelaste puhul (Albrecht et al., 2021).

Õite katvus on samuti üks kasurputukate arvukust mõjutavaid faktoreid. Bischoff et al. (2022) võrdlesid omavahel õieriba, kõrrelistest koosnevat riba ja looduslikult kujunenud riba ning taimse liigirikuse ning taimede ja õite katvuse seost põllukahjurite looduslike vaenlastega. Uuringus kasutatud 32 taimeliigi segu sisaldas erineva kõrguse ja õie morfoloogiaga taimi, nii et see tootis suurel hulgal õie- või ekstrafloraalset nektarit üksteist täiendavatel õitseagadel. Tagamaks piisavat õitega kaetust nii kohe külvi järgsel aastal kui ka edaspidi, sisaldas seemnesegu nii üheaastaseid, kaheaastaseid kui ka püsikuliike. Selgus, et vaadeldud taimkatte muutujatest eelkõige õite katvus oli see, mis korreleerus looduslike vaenlaste üldise rohkusega, eriti sirelaste arvukuse, aga ka lehetäide kiskluse määraga. Lepatriinude arvukusele sellel aga mõju ei olnud (Bischoff et al., 2022).

Õierohkuse osas leidub uuringuid, mis näitavad, et see ei pruugi siiski olla tähtsaim tegur kahjurputukate arvukuse vähendamisel. Selleks võib osutada hoopis alternatiivsete saakloomade olemasolu (Zytynska et al., 2021; Laurenz & Meyhöfer, 2021).

### 4.3. Mõõtmised

Ehkki on tõenäoline, et õieriba mõõtmised on seotud pakutava ökosüsteemiteenuse efektiivsusega, on sellealaseid uuringuid väga vähe. Sageli uurivad teadlased põllumajanduslike keskkonnameetmete raames juba rajatud ja seeläbi eelnevalt määratud laiusega alasid ega

katseta erinevate laiuste või katvustega ribade erinevusi. Haaland et al. (2011) ülevaattetöösse koondatud andmete põhjal erinevad õieribade nõutavad või soovitatavad laiused eri riikides tublisti, ulatudes 2,5 meetrist 24 meetrini (Haaland et al., 2011). Autorid toovad aga välja vaid ühe töö, milles otseselt uuriti riba laiuse mõju pakutavale ökosüsteemiteenusele ja seegi uuring käsitles tolmeldajaid, mitte põllukahjureid. Kowalska et al. (2022) märgib ära, et tema kajastatud uuringutes jäi õieribade laiusvahemik enamjaolt 3-8 m piiresse, kuid ka tema ei too välja, et riba laiuse mõju oleks eraldi uuritud. Minimaalselt 6 m laiuste ribade plussina kitsamate ees toob ta küll välja, et need toimivad puhvertsoonina taimekaitsemürkide eest, kõrgete taimede korral piiravad patogeensete seeneeoste levikut ja võimaldavad paremat kaitset õieribale toituma tulnud lindudele (Kowalska et al., 2022).

Krimmer ja tema kaasautorid (2021) ei käsitlenud oma analüüsis mitte külvatud õieriba laiust, vaid selle suurust, jaotades uuritud õieväljad kahte klassi: alla 1,5 ha ja üle 1,5 ha. Autorid tuvastasid, et kahjuritõrje teenus rapsipõllul sõltus sellega piirneva õievälja suurusest küll: suuremad kui 1,5 hektarilised õieväljad soodustasid parasitismi *Brassicogethes* perekonna liikidel rohkem (Krimmer et al., 2022).

#### 4.4. Vanus

Õieribasid võidakse igal aastal üles künda ja uuesti külvata – seda tehakse eelkõige üheaastastest liikidest koosnevate ribade korral. Ehkki sellise lähenemisega kaasnevad iga-aastased rajamiskulud, võimaldab see kujundada riba liigilise koosseisu vastavaks viljavahelduse režiimile. Õieribad võivad aga paika jääda ka aastateks kui külvisegus kasutati püsikuliike. Maa-ala sügisene kündmata jätmise annab lüljalgsetele paremaid talvitumis- ja pesitsusvõimalusi ja võib eeldada nende populatsiooni kasvu ajaga (Albrecht et al., 2020).

Paraku on õieribasid käsitlevad uuringud sageli liiga lühiajalised, et vastata küsimusele, kuidas mõjutab aeg lilleriba toimet. Uuringute lühiajalisuse üle kurdavad mitmed autorid. Nt Gurr et al. (2017) järgi peaks uuringud vältama vähemalt 5-10 aastat. Tavaline on aga, et uuring kestab kaks-kolm aastat (Gurr et al., 2017). Albrecht et al. (2020) sünteesiartiklis oli autoritel kasutada andmeid õieribade vanuse kohta 3 kuust kuni 10 aastani, kuid nad toovad välja, et näiteks tolmeldamisteenuse osas kestsid vaid 3 uuringut 17-st kauem kui neli aastat. Kahjuritõrje teenuse osas ei ole autorid aga vastavat uuringute hulka eraldi välja toonud (Albrecht et al., 2020). Nii mõnigi autor on pidanud tunnistama, et uuringuga saavutamata jäänud tulemus või kinnitamata hüpotees võis olla tingitud just nimelt uurimisperioodi lühidusest (nt Serée et al., 2023). Ka Haaland et al. (2011) toovad oma ülevaates eraldi alateemana välja varasemate uuringute

tulemused seoses õieriba vanuselistega muutustega, kuid märgivad, et uuringud kestavad harva üle nelja aasta või on võrdlusaastaks esimene külvijärgne aasta (Haaland et al., 2011). On aga selge, et esimesel külvijärgsel aastal ei ole püsikukoosluse omadused kaugeltki välja kujunenud ning ka nelja aasta jooksul ei ole kooslus veel stabiliseerunud. Seega oleks ennatlik teha üldistavaid järeldusi putukate näitajate dünaamika kohta pikema aja peale.

Erinevalt püsikuliikidest, millest paljud ei pruugi esimesel kasvuaastal õitsemiseni jõuda, saavutatakse üheaastastest taimeliikidest moodustatud õieribas rohke õitsemine juba külvijärgsel aastal. Ühest küljest annab see kiire tulemuse paljudele putukaliikidele sobiva õitega kaetuse osas. Kuid teisest küljest võib vaid ühe aasta vältavate ribade õitsemine hilineda, eriti kui külvati kevadel, sest põllukahjur võib olla tegutsemas enne kui kasulikud putukad õitsema hakkavatele taimedele meelitatult kohale jõuavad (Laurenz & Meyhöfer, 2021; Zytynska et al., 2021). Selle probleemi vältimiseks on soovitatud rajada ribad juba enne põllukultuuri külvamist, et tõhustada looduslike vaenlaste saabumist enne herbivooride kolonisatsiooni (Gontijo, 2019).

Üheaastastest taimedest moodustatud õieriba on soovitav ka igal aastal või vähemalt paari aasta tagant uuendada, sest ehkki taimed tärkavad järgmisel aastal ka isekülvist, tõrjutakse nad loodusliku suksessiooni käigus kiiresti välja ja ala õitsemine väheneb märgatavalt. Igal aastal ülesharitava riba suureks miinuseks on aga oht muutuda mullas talvituvate putukate jaoks ökolõksuks (Kowalska et al., 2022), kuna mullapinnale sattudes talvitujad hukuvad.

Püsikuid sisaldava õierikka riba puhul kasvab putukaid mõjutav õierikkus märgatavalt pärast esimest kasvuaastat. Nt Bischoff et al. (2022) tuvastasid, et lehetäide kiskluse määr oli suurem teise külvijärgse aasta õieribas võrreldes esimese aastaga. See oligi tingitud asjaolust, et teiseks aastaks oli õieriba välja kujunenud, mitte aga sellest, et vanusega õierikkus alati kasvab (Bischoff et al., 2022).

Et putukatele vajalikke õisi oleks õieribas juba esimesel aastal, tuleb külvisegusse lisada ühe- ja kaheaastaseid liike, mis küll hiljem kooslusest taanduvad. Ent loodusliku suksessiooni käigus muutub külvatud õieriba kooslus tugevasti ka pärast teist kasvuaastat. Seda eriti juhul, kui õieriba ei hooldata. Viljakatel põllumaadel algab tugevakasvuliste kõrreliste pealetung, mis õierikkust märgatavalt vähendab.

Albrecht'i ja tema kaasautorite 2021. a avaldatud originaaluuring keskendus mitme putukarühma, sh. sirelaste mitmekesisuse ja arvukuse muutusele ajas. Selgus, et kõigi uuritud rühmade arvukus vähenes pärast õieriba teist kasvuaastat drastiliselt, seejuures sirelaste arvukus 72%. Täidest toituvate sirelaste liigirikkuse vähenemine oli lausa eksponentsiaalne. Vähenemine toimus

paralleelselt öierohkuse vähenemisega (-83%) ja õitsvate liikide rikkuse vähenemisega (-61%) ning kõrreliste katvuse suurenemisega (+70%) (Albrecht et al., 2021).

Ühe pikemalt kestnud uuringu, mis hõlmas vähemalt 6 aasta vanuseid külvatud ribasid, viis läbi Krimmer koos kaasautoritega (2022). Nad kõrvutasid rapsipõldude läheduses asuvaid:

- 1) värskelt külvatud õievälju,
- 2) värskendatud õievälju (6-7 aastat tagasi rajatud ning aasta eest uuesti rajatud) ja
- 3) püsivaid õievälju (6-7 aastat tagasi rajatud, hooldatud kord aastas hekseldamise ja multšimisega).

Selgus, et rapsil esineva mardikaperekonna *Brassicogethes* vastsete parasiteeritus oli kõrgem neil põldudel, mille kõrval oli õieväli püsinud juba pikemat aega. Seal, kus õieväli oli pärast 5-6 aastat uuesti rajatud, oli tulemus halvem. Täiskasvanud mardikate arvukuses aga erinevust ei täheldatud. Autorid toovad välja, et rapsi kahjustava mardika vastsete parasiteerituse mõju täiskasvanud mardikate hulgale saabki ilmnedas alles aasta hiljem ning viljavahelduse tõttu piirkonnas mujal paikneval põllul (Krimmer et al., 2022).

Üldistavalt võib öelda, et ka mitmeks aastaks rajatava õieriba puhul tuleks külvisegusse lisada ühe- ja kaheaastaseid liike, et putukatele vajalikke õisi oleks juba varases etapis. Tugevakasvuliste taimede pealetungi suksessiooni käigus aitab vähendada koosluse hooldusniitmine, mida käsitlem järgmises alapeatükis. Õieribad on soovitatav jätta paika mitmeks aastaks, kuid maastikuliselt tuleb tagada erivanuseliste ribade olemasolu ning viljavaheldusega arvestav paigutus.

#### 4.5. Hooldusmeetmed

Nagu eespool osutatud, on põllumajanduslike keskkonnameetmete raames rakendatavad nõuded õierikaste rohumaaribade kohta Euroopa riikides väga erinevad. Nii on see ka hoolduse osas.

Üldiselt on nõutud, et ribal ei kasutataks herbitsiide ja insektitsiide. Küll aga on nende kasutamine lubatud naabruses asuval põllul, kust nende mõju võib ulatuda ka ribale (Haaland et al., 2011).

Haaland et al. (2011) ülevaatest selgub, et enamuses riikides nõuti riba niitmist kord aastas. Erandiks oli aga Šveits, kus niitmise nõue oli vaid soovituslik. Õieribadele kehtis vaid nõue neid maksimaalselt 7 aasta tagant uuendada. Niitmisenõude pelga soovituslikkuse tõttu jäi enamuse ribasid kogu perioodiks niitmata. Nagu Haaland et al. (2011) osutavad, on sellise praktika edukus kaheldav, sest suksessiooni käigus lisanduvad kõrrelised ja teised domineerima hakkavad liigid vähendavad õierikkust ja liigilist mitmekesisust kiiresti. Hiljem ongi Šveitsis vastavaid nõudeid

parandatud ning iga-aastane niitmine muudetud teatud aladel kohustuslikuks (Haaland et al., 2011).

Ehkki õitega kaetus ja liigirikkus vähenevad aastatega, ei soodusta putukate elurikkust siiski ka praktika, kus õierikkad ribad rajatakse ühe-kahe aasta tagant uuesti, kuna selle käigus toimuv mullaharimine mõjub talvituvatele putukatele hukutavalt. Suksessiooniga kaasneva liigirikkuse vähenemise probleemi leevendab see, kui maastikus tervikuna leidub eri aegadel rajatud ribad, sest erivanuselised ribad pakuvad ka mõnevõrra erinevaid toitumis- ja elupaigavõimalusi. Soovimatute liikidega kaasnevaid probleeme aitab vältida ka niitmine. Harv niitmine on kasulik tolmeldajatele – nii saab vältida äkilist õitevaese perioodi teket ning mõnel pool on seetõttu soovitatud niitmissagedust ka iga kahe või kolme aasta tagant (Kowalska et al., 2022). Hea praktika on see, kui niidetakse vaid üks osa ribast, teine osa jäetakse aga niitmata.

#### 4.6. Ümbritseva maastiku struktuur

Maastiku keskpärase kompleksuse hüpoteesi (*intermediate landscape hypothesis*) järgi on külvatud õierikkad alad lüljalgsete seisukohalt suurima mõjuga keskpärase keerukusega maastikus (Tschamntke et al., 2005). Nimelt ei ole ülemäära lihtsustunud maastikes lüljalgsete allikpopulatsioone, mille varal külvatud ala saaks rikastuda. Komplekssetes maastikes jällegi ei ole külvatud ala ökoloogiliselt nii kontrastne, et tema mõju saaks esile tulla. Albrecht et al. (2020) sünteesist selgus aga, et kahjuritõrje teenus, erinevalt tolmeldamisteenusest, ei vähenenud seoses maastikulise lihtsustumisega. Teisisõnu, tänu õieribale paranes kahjuritõrje teenus ka üheübalistes maastikes. Ka Albrechti ja tema kaasautorite uurimus sirelaste kohta (2021) näitas, et lehetäidest toituvate sirelaste arvukus õieribas ei seostunud poollooduslike koosluste osakaaluga maastikus 500 m raadiuses (Albrecht et al., 2021).

Ka Serée et al. (2023) kontrollisid oma uuringus, kas poollooduslike koosluste esinemine 500 m raadiuses oleval maastikul mõjutab rapsipõldu kahjustavate mardikate parasiteerituse määra ning tuvastasid, et sellist mõju polnud (Serée et al., 2023).

Mitmed autorid on siiski välja toonud, et kahjuritõrje edukus võib sõltuda õierikaste ribad enda mitmekesisusest maastikus, kuna eri vanuses ja eri tüüpi ribad pakuvad mõnevõrra erinevaid võimalusi lüljalgsete rühmadele. Nii on Haaland ja ta kaasautorid (2011) leidnud, et edu tagab see, kui maastikus esinevad kolme erinevat tüüpi ribad (Haaland et al., 2011):

- õieribad, mis külvatakse nii kaheiduleheliste taimede kui kõrreliste seemnetega
- õieribad, milles kõrrelised puuduvad

- õieribad, mis on eriti rikkad nektari või õietolmu poolest.

Krimmer et al. (2022) toob aga välja, et kuivõrd õieriba võib osutada konkreetse kahjuri tõrjel tõhusaks alles mitu aastat pärast selle rajamist, siis on oluline, et viljavahelduse tingimustes lähtutaks õieväljade paigutuse osas maastikust tervikuna, mitte ei loodaks neid ainult konkreetsete põldude kõrvale (Krimmer et al., 2022).

#### 4.7. Kaugus ja mõju ülekandumine põllule

Õieribadel on küll hästi teada positiivne mõju putukarohkusele ja nende liigirikkusele, kuid vähe on uuritud selle positiivse mõju ülekandumist põllule ja saagikusele (Albrecht et al., 2020; Bischoff et al., 2022).

Bischoff et al. (2022) võrdlesid oma uurimuses õieribasid esiteks kõrreliste ribadega, mis olid külvatud vaid kahe liigiga: *Lolium prerenne* ja *Festuca arundinacea*; ning teiseks spontaanselt kasvada lastud taimedest moodustunud ribaga. Muuhulgas uuriti, kuivõrd toimub looduslike vaenlaste ja ka kahjurite endi (teraviljatäid, lehemardikad) ülekanne põlluäärsest ribalt talinisu põllule. Selgus, et õieribast 5 m kaugusel oli sirelasi nisupõllul märkimisväärselt rohkem kui teiste ribatüüpide korral. Sirelaste arvukust mõjutas tugevasti kaugus ribast: 30 m kaugusel õieriba paremust teiste ribatüüpide ees enam ei täheldatud. Samuti esines õieriba kõrval oleval põllul rohkem lehetäide vastu suunatud kisklust ja lehetäide parasiteerimist. Lehetäide suurem parasiteeritus ulatus ka 30 m kaugusele ribast. Samal ajal aga ei olnud ei lehetäide ega ka lehemardikate arvukus ise põllul õieribast mõjutatud. Muutumatuks jäi ka lepatriinde arvukus erinevatel kaugustel nisupõllul ning põlluäärsete ribade tüüp seda ei mõjutanud (Bischoff et al., 2022). Seega, Bischoff'i ja tema kaasautorite uuring näitas, et õieressursist sõltuvad putukad liiguvad põllule edasi küll, kuigi ülekanne on küllaltki piiratud ja 30 m kaugusele enam ei ulatu.

Mõneti vastuolulise, kuid huvitava tulemuse on esitanud Serée et al. (2023). Autorite sõnul ei ole uuritud, kui palju nektarit pakuvad parasitoididele rapsipõllus endas levivad umbrohutaimed. Nad uurisid kahe rapsipõllu kahjuri (*Brassicogethes spp.* ja *Psylliodes chrysocephala*) parasiteeritust külvatud õieribas võrrelduna looduslikult arenenud ribaga. Põllusiseseid mõõtmisi tehti 5 ja 30 m kaugusel riba servast. Kui eelnevalt käsitletud Bischoff et al. (2022) uurimuses saadi tulemus, et nisu kahjustavate lehetäide kisklus on õierikka riba korral suurem kui spontaanselt kujunenud ribas, siis siin leiti, et rapsipõllu kahjurite parasiteeritus ei olnud eri ribatüüpide korral oluliselt erinev. Parasiteeritus oli aga mõlemal juhul suurem ribast 5 m kaugusel. Autorid oletasid, et mõju ei tulene seega mitte ribade endi erinevusest, vaid ribast põllu sisse levinud umbrohtudest, mis toimivad parasitoidile peremeesorganismi läheduses paikneva toiduallikana (Serée et al., 2023).

Ka Albrecht et al. (2020) poolt läbiviidud kirjanduse analüüs kinnitas, et kahjurputukate looduslike vaenlaste „eksport“ põllule toimub ja õieribad on siin tõhusamad kui näiteks hekid. Siiski mõnavad autorid, et õieribade korral on paljudes vaadeldud uuringutes kasutatud konkreetselt mõnele kasurputukale sobivaid taimeliike, kuid hekkide puhul seda tavaliselt ei tehta. Autorid hindasid, et kahjuritõrje teenus suurenes õieribade kasutamisel lausa 16% võrra. Saagikusele see aga mõju ei avaldanud.



## 5. Kokkuvõte

Põllumajanduspraktikas rakendatavate keskkonnameetmete raames rajatakse õierikkad ribad enamasti 20-30 loodusliku taimeliigi seemnesegu külvamise teel. Meetme põhjendamisel on kasutatud argumenti, et muu hulgas soodustavad need ka põllukahjurite looduslikke vaenlasi. Käesolevas töös otsisin vastuseid kahele küsimusele:

- 1) Kas külvatud õierikastest rohumaaribadest on kasu põllukultuuride kahjustajate vastu?
- 2) Millistest omadustest sõltub külvatud õierikka rohumaariba efektiivsus kahjuritõrjes?

Kirjandusülevaate najal selgus, et väide kasurite soodustamise kohta toetub vaid teadmisele, et liigirikas taimestik üldiselt soodustab lüljalgsete elurikkust. Konkreetsete põllukultuuride või kahjurputukate korral see võib, kuid ei pruugi olla kõige efektiivsem meede. Liigirikkus võib omada tähtsust õieressursi pidevuse seisukohalt, kuid sama rolli võib täita ka vähestest, kuid kauaõitsevatest, sageli üheaastastest taimedest moodustatud kooslus (Zytyńska et al., 2021)

Õierikkus toetab nii röövputukaid kui ka parasitoidide peamiselt alternatiivse toiduallika pakkumise kaudu. Paljudel putukaliikidel on karnivoorsed või parasitoidsed vaid nende vastsed, täiskasvanud aga vajavad nektarit ja õietolmu, mida nad põllukultuurilt ei saa kas üldse või ei saa õigel ajal või piisavalt kaua, et edukalt läbida oma elutsükkel. Kõige värskemad uuringud (Laurenz & Meyhöfer, 2021; Zytyńska et al., 2021) on näidanud ka seda, et tähtsad on õierikkast ribast alternatiivse toiduallikana saadavad teised saakloomad, keda põllukultuur ei toeta või teeb seda taas kas kasurputuka või toidutootmise seisukohalt valel või piiratud ajal.

Õierikka riba vanus võib mängida rolli nii õitseamise kestvuse, õierohkuse kui ka elu- ja talvitumispaike pakkumise seisukohalt. Põlluääred, mis küntakse igal aastal või paari-kolme aasta tagant uuesti üles, võivad kujuneda ökolõksuks mullas talvituvatele lüljalgsetele. Püsiguliikidega rajatud ja pikemalt kestma mõeldud ribades ei saavutata aga piisavat õierohkust kohe külvijärgsel aastal. Seetõttu on kasulik püsigukoosluste külvamisel lisada ka üheaastasi taimi, mis täidavad oma funktsiooni esimesel aastal ning taanduvad seejärel kooslusest. Paraku ei kesta ka püsiguliikidest moodustatud riba õierohkus lõputult, vaid võib väga kiiresti vähenema hakata juba pärast teist kasvuaastat. Koos sellega väheneb ka õieriba poolt toetatavate putukaliikide arvukus ja liigirikkus (Albrecht et al., 2021).

Vältimaks riba õierohkust ja liigirikust vähendavate taimede, eelkõige kõrreliste pealetungi, tuleb rakendada õigeid hooldusvõtteid. Soovitatud on vahelduva režiimiga niitmist, kus ala niidetakse kord aastas, kuid mingi osa alast jäetakse mõnel aastal kas täiesti niitmata või niidetakse teisel ajal.

Õieriba piisavaid mõõtmeid kahjuritõrje seisukohalt ning soodsa mõju põllule kandumist on seniajani kahetsusväärset vähe uuritud. Olemasolevad uuringud on andnud erinevaid tulemusi, mistõttu ei saa neis valdkondades selgeid järeldusi teha. Ka õierohke ribaga põldu ümbritseva maastiku struktuuri on vähe uuritud, kuid olemasolevad tööd näitavad pigem, et erinevalt tolmeldajaist ei ole kasurid sellele nii tundlikud. Samas on oluline tagada maastikus eriilmeliste ja erivanuseliste rohumaaribade olemasolu ning selline paigutus, mis arvestaks viljavaheldusega.

Tööst selgub, et efektiivseim kahjuritõrje saavutatakse siis, kui põlluäärne taimeriba disainitakse konkreetseid põllukultuure ja nende kahjureid silmas pidades. Taimede liigirikkus *per se* ei pruugi maksimaalset tulemust anda. Sellest hoolimata tuleb põllumajanduslike keskkonna- ja kliimameetmete raames arvestada ka mitmete teiste liigirühmadega, sh tolmeldajad. Seega on püstitatud küsimusi kindlasti vaja edasi uurida ning eriti keskenduda järgmistele. Esiteks, milline on looduslike taimeliikide mõju põllukahjuritele nii liigiti kui ka koosluse tasemel? Teiseks, millised põlluäärsed taimekooslused ja nende hooldusrežiim saavutavad optimaalse tulemuse, arvestades ökosüsteemiteenuseid pakkuvate liigirühmade ning keskkonna- ja kliimavaldkonna prioriteete? Külvatud õierikkaid ribasid on aga kindlasti soovitatav rakendada juba praegu, et pidurdada lüljalgsete liigirikkuse ning arvukuse drastilist vähenemist.

## Summary

*Within European agrienvironmental schemes, wildflower strips are primarily established by sowing seed mixtures of 20-30 native plant species. The justification for this measure has been based on the argument that it promotes natural enemies of pests. This study aims to address two questions:*

- 1) Do sown wildflower strips provide benefits against crop pests?*
- 2) What factors determine the effectiveness of sown wildflower strips as biological control?*

*Based on the literature review, it was found that the claim regarding the promotion of natural enemies is supported by the understanding that diverse vegetation generally promotes arthropod biodiversity. However, the effectiveness of wildflower strips as a measure may vary when considering specific crops or pests. While species richness may play significant role in maintaining continuous flower cover, a select few long-blooming, frequently annual plants can also be used to form a plant community with the same function (Zytyńska et al., 2021).*

*Flower richness supports both predatory insects and parasitoids, primarily by providing an alternative food source. Many species are carnivorous or parasitoid during their larval stage, while adults rely on nectar and pollen. However, obtaining these resources from the crop may not be feasible either at all or in the required amount or duration to successfully complete their life cycle. Recent studies (Laurenz & Meyhöfer, 2021; Zytyńska et al., 2021) have further emphasized the significance of an alternative food source in the form of prey species which inhabit the wildflower strip and are absent in the crop at all or inadequately available from the perspective of beneficial insects engaged in biological control or food production.*

*The age of wildflower strips may impact various factors including blooming duration, flower cover, and provision of habitat or shelter. Field margins that are plowed annually or every few years can become ecological traps for arthropods overwintering in soil. However, flower strips composed of perennial species alone do not achieve sufficient flower cover in the subsequent growing season after sowing. Therefore, it is recommended to incorporate annual plants in perennial mixtures. These annuals fulfil the required function in the first year and subsequently recede from the plant community. Unfortunately, even flower strips composed of perennials experience a decline in flower cover, sometimes as early as the second year. This decline in flower abundance is accompanied by a reduction in the species abundance and richness of supported insect species (Albrecht et al., 2021).*

*To prevent the dominance of plant species that reduce flower abundance and species richness, especially grasses, it is crucial to implement appropriate management practices. Recommended*

*practices include adopting alternate mowing regimes, wherein the flower strip is mowed once annually, while leaving a portion of the area unmowed or mowing it at a different time of the year.*

*The appropriate dimensions of wildflower strips for effective biological control and the transfer of beneficial effects to the field have unfortunately received limited attention in research. Existing studies have produced diverse results, making it challenging to draw definitive conclusions. Furthermore, there is a lack of research on the landscape structure surrounding a field with a wildflower strip, although available studies suggest that pests are not as affected by it as the pollinators. Nevertheless, it remains crucial to ensure the presence of wildflower strips with varying characteristics and ages within the landscape while considering crop rotation in their layout.*

*The findings of the study highlight that the most effective pest control is achieved by specifically tailoring wildflower strips adjacent to the field according to the target crops and their pests. Relying solely on species richness may not yield optimal results. However, within the context of agri-environmental and climate schemes, it is crucial to consider multiple species groups, including pollinators. Therefore, further research is necessary to address the following key questions: first, what is the effect of native plant species on pests, both at the species and community levels? Second, which plant communities adjacent to the field and which management regimes within these communities achieve optimal outcome, while considering the priorities of providing ecosystem services, and addressing environmental and climate concerns? In any case, it is recommended to promptly implement sown wildflower strips to mitigate the significant decline in arthropod diversity and abundance.*

## Kasutatud allikad:

- Albrecht, M., Kleijn, D., Williams, N. M., Tschumi, M., Blaauw, B. R., Bommarco, R., Campbell, A. J., Dainese, M., Drummond, F. A., Entling, M. H., Ganser, D., Arjen de Groot, G., Goulson, D., Grab, H., Hamilton, H., Herzog, F., Isaacs, R., Jacot, K., Jeanneret, P., ... Sutter, L. (2020). The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecology Letters*, *23*(10), 1488–1498.  
<https://doi.org/10.1111/ele.13576>
- Albrecht, M., Knecht, A., Riesen, M., Rutz, T., & Ganser, D. (2021). Time since establishment drives bee and hoverfly diversity, abundance of crop-pollinating bees and aphidophagous hoverflies in perennial wildflower strips. *Basic and Applied Ecology*, *57*, 102–114.  
<https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.10.003>
- Bischoff, A., Pollier, A., Tricault, Y., Plantegenest, M., Chauvel, B., Franck, P., & Gardarin, A. (2022). A multi-site experiment to test biocontrol effects of wildflower strips in different French climate zones. *Basic and Applied Ecology*, *62*, 33–44.  
<https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.04.003>
- Eesti maaelu arengukava 2022. Kasutatud 25.05.2023, <https://www.agri.ee/eesti-maaelu-arengukava-2014-2020>.
- Fountain, M. T. (2022). Impacts of Wildflower Interventions on Beneficial Insects in Fruit Crops: A Review. *Insects*, *13*(3). <https://doi.org/10.3390/insects13030304>
- Gardarin, A., & Valantin-Morison, M. (2022). Initial assemblage characteristics determine the functional dynamics of flower-strip plant communities. *Ecology and Evolution*, *12*(10).  
<https://doi.org/10.1002/ece3.9435>
- Gontijo, L. M. (2019). Engineering natural enemy shelters to enhance conservation biological control in field crops. *Biological Control*, *130*, 155–163.  
<https://doi.org/10.1016/J.BIOCONTROL.2018.10.014>
- Gurr, G. M., Wratten, S. D., Landis, D. A., & You, M. (2017). Habitat Management to Suppress Pest Populations: Progress and Prospects. In *Annual Review of Entomology* (Vol. 62, pp. 91–109). Annual Reviews Inc. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-035050>

- Haaland, C., Naisbit, R. E., & Bersier, L. F. (2011a). Sown wildflower strips for insect conservation: A review. In *Insect Conservation and Diversity* (Vol. 4, Issue 1, pp. 60–80).  
<https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00098.x>
- Haaland, C., Naisbit, R. E., & Bersier, L. F. (2011b). Sown wildflower strips for insect conservation: A review. In *Insect Conservation and Diversity* (Vol. 4, Issue 1, pp. 60–80).  
<https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00098.x>
- Helm, A., Takkis, K., Riibak, K., Prangel, E., Devalez, J., Keerberg, L., Meriste, M., Trepp, R., Vahter, T., Vain, S., & Aavik, T. (2020). *LOODUSLIKU ELURIKKUSE SÄILITAMINE PÕLLUMAJANDUSMAAL*.  
[https://www.dropbox.com/sh/r366js5tadijbo6/AAC2Q6DkwubZzkK6pZUkvvJa?dl=0&preview=1\\_ARUANNE\\_Elurikkuse\\_s%C3%A4ilitamine\\_p%C3%B5llumajandusmaal\\_Tartu\\_%C3%9Clikool\\_2020.pdf](https://www.dropbox.com/sh/r366js5tadijbo6/AAC2Q6DkwubZzkK6pZUkvvJa?dl=0&preview=1_ARUANNE_Elurikkuse_s%C3%A4ilitamine_p%C3%B5llumajandusmaal_Tartu_%C3%9Clikool_2020.pdf)
- IPBES (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneeth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. Kasutatud 25.05.2023, [https://landscape.ut.ee/wp-content/uploads/2020/09/IPBES\\_2019\\_Globaalne\\_aruanne\\_EESTI\\_KEELES.pdf](https://landscape.ut.ee/wp-content/uploads/2020/09/IPBES_2019_Globaalne_aruanne_EESTI_KEELES.pdf)
- IPBES (2018). The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia. Rounsevell, M., Fischer, M., Torre-Marín Rando, A. and Mader, A. (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. Kasutatud 25.05.2023, [https://landscape.ut.ee/wp-content/uploads/2020/09/IPBES\\_2018\\_Euroopa\\_aruanne\\_EESTI\\_KEELES.pdf](https://landscape.ut.ee/wp-content/uploads/2020/09/IPBES_2018_Euroopa_aruanne_EESTI_KEELES.pdf)
- Keskkonnasõbraliku majandamise toetus (2015). Riigi Teataja, 06.10.2022. Kasutatud 25.05.2023, <https://www.riigiteataja.ee/akt/106092019017?leiaKehtiv>
- Kowalska, J., Antkowiak, M., & Sienkiewicz, P. (2022). Flower Strips and Their Ecological Multifunctionality in Agricultural Fields. In *Agriculture (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 9). MDPI.  
<https://doi.org/10.3390/agriculture12091470>
- Krimmer, E., Martin, E. A., Holzschuh, A., Krauss, J., & Steffan-Dewenter, I. (2022). Flower fields and pesticide use interactively shape pollen beetle infestation and parasitism in oilseed

- rape fields. *Journal of Applied Ecology*, 59(1), 263–273. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14051>
- Laurenz, S., & Meyhöfer, R. (2021). Conservation of non-pest whiteflies and natural enemies of the cabbage whitefly *aleyrodes proletella* on perennial plants for use in non-crop habitats. *Insects*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/insects12090774>
- Maa heas põllumajandus- ja keskkonnaseisundis hoidmise nõuded, Riigi Teataja (2019). <https://www.riigiteataja.ee/akt/117082022003?leiaKehtiv>
- Perioodi 2023-2027 ökosüsteemiteenuste säilitamise toetus (2022). Riigi Teataja, 21.04.2023. Kasutatud 25.05.2023, <https://www.riigiteataja.ee/akt/118042023018?leiaKehtiv>
- Scheper, J., Bukovinszky, T., Huigens, M. E., & Kleijn, D. (2021). Attractiveness of sown wildflower strips to flower-visiting insects depends on seed mixture and establishment success. *Basic and Applied Ecology*, 56, 401–415. <https://doi.org/10.1016/J.BAAE.2021.08.014>
- Serée, L., Barbottin, A., Chiron, F., Valantin-Morison, M., & Gardarin, A. (2023). Within-field floral resources have the potential to increase parasitism rates in winter oilseed rape pests more than resources at field margins. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 344, 108288. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2022.108288>
- Shields, M. W., Johnson, A. C., Pandey, S., Cullen, R., González-Chang, M., Wratten, S. D., & Gurr, G. M. (2019). History, current situation and challenges for conservation biological control. In *Biological Control* (Vol. 131, pp. 25–35). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.12.010>
- Tscharntke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. and Thies, C. (2005), Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8: 857-874. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>
- Tschumi, M., Albrecht, M., Bärtschi, C., Collatz, J., Entling, M. H., & Jacot, K. (2016). Perennial, species-rich wildflower strips enhance pest control and crop yield. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 220, 97–103. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2016.01.001>
- Tschumi, M., Albrecht, M., Collatz, J., Dubsky, V., Entling, M. H., Najar-Rodriguez, A. J., & Jacot, K. (2016). Tailored flower strips promote natural enemy biodiversity and pest control in potato crops. *Journal of Applied Ecology*, 53(4), 1169–1176. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12653>

- Tschumi, M., Albrecht, M., Entling, M. H., & Jacot, K. (2015). High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1814). <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1369>
- Uyttendbroeck, R., Hatt, S., Paul, A., Boeraeve, F., Piqueray, J., Francis, F., Danthine, S., Frederich, M., Dufrêne, M., Bodson, B., & Monty, A. (2016). B A Pros and cons of flowers strips for farmers. A review. In *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* (Issue S1).
- Veromann, E., & Kaasik, R. (2019). *Põllumajandusmaa MITMEKESISUS*. <https://dspace.emu.ee/xmlui/handle/10492/5839>
- Zytynska, S. E., Eicher, M., Fahle, R., & Weisser, W. W. (2021). Effect of flower identity and diversity on reducing aphid populations via natural enemy communities. *Ecology and Evolution*, 11(24), 18434–18445. <https://doi.org/10.1002/ece3.8432>



## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Külli Keerus,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose  
“Külvatud põlluäärsed õierikkad rohumaribad kahjuritõrjemeetmena”,

mille juhendajad on Triin Reitalu ja Aveliina Helm,

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Külli Keerus

**25.05.2023**