

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv přítomnosti biopásů na úspěšnost vývoje vajíček
škůdců obilnin kohoutků (*Oulema* spp.)**

Diplomová práce

Bc. Matěj Trnka

**Zemědělství a rozvoj venkova
Ekologické zemědělství**

Mgr. Alena Samková, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv přítomnosti biopásů na úspěšnost vývoje vajíček škůdců obilnin kohoutků (*Oulema* spp.)" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.04.2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní Mgr. Aleně Samkové, Ph.D. za její pomoc, rady a nesmírné množství času stráveného nad touto prací. Rád bych také poděkoval celé Katedře ochrany rostlin na FAPPZ, která mi poskytla možnost využít jejich laboratoře pro náš experiment a za jejich pomoc při kontrolních laboratorních experimentech. Děkuji také Týmu ekologie hmyzu z FŽP za spolupráci a poskytnutí možnosti se podílet na tomto výzkumu. Také bych rád poděkoval firmě VIN Agro s.r.o za možnost využít jejich pozemky na polní experiment. V neposlední řadě bych rád poděkoval své snoubence, rodině a přátelům za jejich trpělivost a shovívavost.

Vliv přítomnosti biopásů na úspěšnost vývoje vajíček škůdců obilnin kohoutků (*Oulema* spp.)

Souhrn

Kohoutci (*Oulema* spp.) představují problematické škůdce na obilninách, kteří jsou běžně regulováni pomocí syntetických pesticidů. Z důvodu minimalizace užívání těchto látek jsou v dnešní době zkoumána alternativní řešení, např. jejich redukce pomocí biologické ochrany. Naše studie měla za cíl vyhodnotit vliv přítomnosti biopásů na úspěšnost vývoje vajíček kohoutků a optimalizovat metody měření daného vlivu. K získání dat byla použita metoda „sentinel prey“, v rámci které jsme v zemědělské krajině exponovali vajíčka kohoutků získaná z laboratorního chovu brouků. Po expozici jsme následně vyhodnocovali míru predace vajíček a míru líhnivosti larev kohoutků. Provedeným experimentem jsme zjistili, že z hlediska pozice transektu byla nejvyšší predace vždy v transektu lokalizovaném uvnitř biopásu, tedy B1 ($p < 0,0001$). U ostatních transektů měla míra predace tendenci být vyšší u transektů na straně s biopásem, ale bez statisticky významného rozdílu oproti kontrolním transektům. Míra líhnivosti larev kohoutků byla statisticky průkazně nižší na transektech uvnitř biopásu, zatímco mezi ostatními transekty nebyl statisticky významný rozdíl. Pro doplnění hlavního experimentu jsme sbírali informace o přirozeně vyskytující se populaci kohoutků pomocí smýkání dospělců a zaznamenávání počtu nalezených vajíček a larev na experimentálních lokalitách. Výsledkem bylo druhové zastoupení kohoutků se zástupci *Oulema melanopus* a *Oulema duftschmidi*, kde převažujícím druhem byl *O. melanopus*. Nejméně zástupců jednotlivých vývojových stádií kohoutků se vyskytovalo opět na transektu uvnitř biopásu. Naším hlavním zjištěním bylo, že biopásy mají tendenci zvyšovat míru predace vajíček kohoutků. Tato studie tedy přináší nové poznatky o výskytu predátorů kohoutků a získané výsledky mohou napomoci k redukci těchto škůdců biologicky šetrnou cestou.

Klíčová slova: predace, míra líhnivosti, biologická ochrana, obilniny, sentinel prey

Effect of flowering strips presence on the egg development success of the cereal leaf beetle (*Oulema* spp.)

Summary

Cereal leaf beetles (*Oulema* spp.) are among the problematic pests of cereal crops that are generally regulated by synthetic pesticides. In order to minimize the use of these substances, alternative solutions with biological control are currently being studied. Our study aimed to observe the effect of the presence of wildflower strips on the success of the development of cereal leaf beetle (CLB) eggs and to optimize the method of measuring this effect. The "sentinel prey" method was used to obtain data, where we exposed CLB eggs obtained from the laboratory breeding of beetles in field conditions. After the exposure, we afterwards evaluated the rate of egg predation and the rate of hatchability of CLB larvae. Through the conducted experiment, we found that in terms of transect position, the highest predation rate was always in the transect located within the wildflower strip, i.e. B1 ($p < 0.0001$). For other transects, predation rates tended to be higher in the transects close to the wildflower strips, but without a statistically significant difference compared to the control transects. CLB larval hatching rates were statistically significantly lower on transects within the wildflower strips, while there was no statistically significant difference between the other transects. To complete the main experiment, we collected information about the naturally occurring population of CLBs by sweeping the adults and recording the number of eggs and larvae found at the test locations. The result was a species representation of CLBs with representatives of *Oulema melanopus* and *Oulema duftschmidi*, where *O. melanopus* was the dominant species. The fewest representatives of each development stage of CLBs occurred similarly on the transect within the wildflower strips. Our main finding was that wildflower strips tend to increase the predation rates of CLB eggs. This study therefore brings new knowledge about the occurrence of predators of CLB and the obtained results can help to reduce this pest in a biologically friendly way.

Keywords: predation, hatchability rate, biological control, cereals, sentinel prey

Obsah

1 Úvod	1
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	2
3 Literární rešerše	3
3.1 Zemědělská krajina	3
3.1.1 Současná problematika zemědělství v ČR.....	3
3.1.2 Biodiverzita.....	4
3.2 Biopásy	4
3.2.1 Legislativa	6
3.2.2 Typy biopásů.....	6
3.2.2.1 Nektarodárný biopás	6
3.2.2.2 Krmný biopás	7
3.2.2.3 Kombinovaný biopás	7
3.2.3 Management biopásů.....	8
3.2.4 Využití biopásů v zemědělství.....	9
3.2.4.1 Vliv biopásů na přirozené nepřátele škůdců	9
3.3 Kohoutci (<i>Oulema</i> spp.)	10
3.3.1 Životní cyklus	11
3.3.2 Monitoring.....	12
3.3.3 Regulace kohoutků	14
3.3.3.1 Chemická regulace.....	14
3.3.3.2 Biologická regulace	15
4 Metodika	22
4.1 Laboratorní chov <i>Oulema</i> spp.	22
4.2 Hlavní experiment	23
4.2.1 Příprava desek s vajíčky <i>Oulema</i> spp.	23
4.2.2 Popis lokality.....	24
4.2.3 Design terénního experimentu	25
4.2.4 Expozice desek s vajíčky <i>Oulema</i> spp.....	27
4.2.5 Sběr a vyhodnocování desek	27
4.3 Stanovení velikosti přirozené populace <i>Oulema</i> spp. na obilných polích	28
4.4 Kontrolní laboratorní experimenty	29
4.4.1 Přilnavost vajíček <i>Oulema</i> spp. na deskách	29
4.4.2 Míra líhivosti larev <i>Oulema</i> spp.	29
4.4.3 Predace vajíček <i>Oulema</i> spp.	29
4.4.4 Výskyt mikroskopických hub na vajíčkách <i>Oulema</i> spp.	30
4.4.4.1 Abundance mikroskopických hub	30
4.4.4.2 Zjištění druhového spektra mikroskopických hub	30

4.4.4.3	Míra líhnivosti larev <i>Oulema</i> spp. po infekci houbou <i>Mucor</i> sp.	31
4.5	Zpracování dat	31
5	Výsledky	33
5.1	Hlavní experiment.....	33
5.1.1	Úroveň líhnivosti <i>Oulema</i> spp.....	33
5.1.2	Úroveň predace vajíček	34
5.1.2.1	Predace vajíček predátory s bodavě-sacím ústním ústrojím	35
5.1.2.2	Predace vajíček predátory s kousacím ústním ústrojím	36
5.1.2.3	Chybějící vajíčka	37
5.1.3	Nevylíhnutá vajíčka	38
5.1.4	Stanovení velikosti přirozené populace <i>Oulema</i> spp. na obilných polích	41
5.1.4.1	Druhové spektrum <i>Oulema</i> spp.	46
5.2	Kontrolní laboratorní experimenty	47
5.2.1	Přílnavost vajíček <i>Oulema</i> spp. na deskách.....	47
5.2.2	Míra líhnivosti larev <i>Oulema</i> spp	47
5.2.3	Predace vajíček <i>Oulema</i> spp.	48
5.2.4	Abundance mikroskopických hub	49
5.2.5	Zjištění druhového spektra mikroskopických hub.....	51
5.2.6	Míra líhnivosti larev <i>Oulema</i> spp. po infekci houbou <i>Mucor</i> sp.	51
6	Diskuze	53
7	Závěr	57
8	Literatura.....	58
9	Seznam zkratk.....	72
10	Seznam obrázků a tabulek.....	73
10.1	Seznam obrázků:.....	73
10.2	Seznam tabulek:.....	74
11	Samostatné přílohy.....	I

1 Úvod

Z důvodu rychlého exponenciálního růstu světové populace, byla její velikost odhadnuta v roce 2050 na 9,7 miliard lidí (UN 2022). K vytvoření dostatečné dostupnosti jídla pro všechny se nabízí několik kroků, mezi něž patří efektivnější distribuce potravin, snížení plýtvání, ale také navýšení výnosů, s uváděným odhadem o cca 70 % (Vollset et al. 2020). Nátlak na zvyšování produkce již v mnoha zemích způsobil expanzi zemědělské půdy a intenzifikaci managementu zemědělské výroby, například skrze zvýšené vstupy syntetických hnojiv a chemických látek proti chorobám a škůdcům (Oldfield et al. 2019). Tyto praktiky mají environmentální následky jako například degradaci a kontaminaci půdy a vody, zvýšenou půdní erozi a sníženou retenci vody. Z těchto důvodů by měl být v budoucnu brán zřetel na udržitelnou intenzifikaci ve smyslu zvyšování výnosu na stávající zemědělské půdě, aniž by to mělo výrazný dopad na životní prostředí (Allen & Van Dusen 1988; Foley et al. 2011; Tandzi & Mutengwa 2020). Výnos je ovlivněn řadou faktorů, které lze rozdělit na technologické (agrotechnické postupy, výživa rostlin atd.) (Wang 2014), abiotické (půdní vlastnosti, klimatické podmínky, dostupnost vody atd.) (Kumaraswamy & Shetty 2016) a biologické (přítomnost škůdců, chorob a plevelů) (Dresselhaus & Hückelhoven 2018).

Z environmentálního hlediska dochází v měřítku evropské i národní legislativy k integraci zákonů a opatření vedoucí k redukci dopadů intenzivních systémů zemědělství. Některé z těchto postupů spadají mezi povinná opatření a jiné jsou na dobrovolné bázi zaštitěny dotačními programy. Agroenvironmentálně-klimatická opatření zahrnují komplex chránící a zlepšující složky životního prostředí, krajiny a jejich vlastností, přírodních zdrojů, půdy a biodiverzity. Jako jedno z podopatření se zařazuje podpora biodiverzity na orné půdě zahrnující tvorbu a management biopásů (Nařízení vlády č. 80/2023). Biopásy přispívají k rozmanitosti zemědělské krajiny, zvyšují biodiverzitu a poskytují další ekosystémové služby (Page 2016). Podpora druhové rozmanitosti potencionálně zvyšuje výskyt přirozených nepřátel škůdců, díky kterým dochází k jejich biologické regulaci, čímž zamezují ztrátám na výnosu.

Tato práce hodnotí míru predace v lokalitách s biopásy oproti lokalitám druhově chudším na vajíčkách obilných škůdců kohoutků (*Oulema* spp.), kteří mohou způsobovat vysokou úroveň požerků a tím snižovat výnos kulturních obilnin. Běžně dochází k jejich regulaci pomocí syntetických pesticidů, které ale jak už bylo zmíněno mají dopad na životní prostředí, tudíž je snaha najít alternativní řešení skrze biologickou ochranu rostlin (Tschumi et al. 2016).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotézy:

- 1) Míra líhivosti vajíček kohoutků (*Oulema* spp.) na uměle exponovaných deskách je nižší na lokalitách s biopásy ve srovnání s lokalitami bez biopásů.
- 2) Míra predace vajíček kohoutků (*Oulema* spp.) na uměle exponovaných deskách je vyšší na lokalitách s biopásy ve srovnání s lokalitami bez biopásů.
- 3) Přirozená populace kohoutků (*Oulema* spp.) je nižší na lokalitách s biopásy ve srovnání s lokalitami bez biopásů.
- 4) Druhové spektrum kohoutků (*Oulema* spp.) je vyšší na lokalitách s biopásy ve srovnání s lokalitami bez biopásů.

Cíle práce:

- 1) Optimalizace metody pro měření míry líhivosti vajíček kohoutků (*Oulema* spp.) ve venkovním prostředí.
- 2) Zjištění míry líhivosti vajíček kohoutků (*Oulema* spp.) pomocí uměle exponovaných desek na lokalitách bez biopásů a na lokalitách s biopásy.
- 3) Zjištění míry predace vajíček kohoutků (*Oulema* spp.) pomocí uměle exponovaných desek na lokalitách bez biopásů a na lokalitách s biopásy.
- 4) Zjištění velikosti a druhového spektra přirozené populace kohoutků (*Oulema* spp.) na lokalitách bez biopásů a na lokalitách s biopásy.

3 Literární rešerše

3.1 Zemědělská krajina

Zemědělská krajina představuje významnou část půdního fondu, kterou lidé obhospodařují za cílem získat potraviny, krmiva a další suroviny. Zemědělsky využívaná půda v České republice tvoří z celkové výměry 53 %, kdy orná půda je zastoupena z 37 % (ČSÚ 2022). V českém zemědělství se s většinou převahou praktikuje konvenční zemědělství, kdy ekologicky obhospodařovanou půdu z celkového zemědělského půdního fondu tvoří 16 % ku roku 2022, představující především trvalé travní porosty (ÚZEI 2023).

Zdravá zemědělská krajina by měla dosahovat co nejvyšší stability, ke které jí dopomáhá řada ekologických, biologických, chemických a fyzikálních interakcí mezi její živou a neživou částí. Nynější trend zemědělského hospodaření však představuje upadající krajinu závislou na podpůrných systémech vzniklý snahou o zvýšení výroby (Pondělíček & Šilhánková 2020), kdy tato krajina ztrácí přirozenou schopnost vyrovnávat nepříznivé vlivy a následné problémy pak musí být řešeny především technicky nebo chemicky (Škorpík 2015).

3.1.1 Současná problematika zemědělství v ČR

Současný stav českého zemědělství je ovlivněn sociálními, ekonomickými a environmentálními problémy. Z hlediska sociálně-ekonomického bylo české zemědělství zasaženo vylidňováním venkovských sídel a zestátněním a kolektivizací majetků za minulého režimu, kdy byly zpřetrhány vazby mezi lidmi a půdou, které i po následné restituci nebyly plně obnoveny. Vlastníci mají k půdě často pouze vztah vlastnický, nikoli citový, díky kterému by sami půdu obhospodařovali a raději jí pronajímají. Na území ČR většinu zemědělské půdy pak spravují větší firmy a podniky, kdy průměrná výměra dosahovala 121 ha na subjekt v roce 2020, zatímco průměr v EU je 15 ha. S velikostí podniku narůstá i podíl pronajaté půdy, což podkládá že se v ČR hospodaří z 72 % na pronajaté půdě. Další rys českého zemědělství je vysoké zastoupení subjektů právnických osob s celkovým podílem 15 %, oproti tomu je v EU průměr okolo 3 % (ČSÚ 2020).

Dalším ekonomickým problémem je úbytek zaměstnanosti v zemědělském sektoru a věková struktura zaměstnanců. S odstupem 10 let dochází k pádu až o 10 % osob zaměstnaných v zemědělství, lesnictví a rybářství (ČSÚ 2022). Průměrný věk zaměstnanců v zemědělském sektoru je cca 45 let. Tento úbytek má na svědomí také nízká významnost

zemědělství z ekonomického hlediska, kdy se podílí na hrubé přidané hodnotě pouze ze 2 % (ČSÚ 2022).

Z environmentálního hlediska tvoří problémy snaha o maximalizaci výroby. Zatímco bylo poslední roky dbáno na produktivismus, dosažený pomocí industrializace, specializace a intenzifikace produkce, docházelo k dopadu řady negativních následků na úroveň životního prostředí (Hrabák & Konečný 2018). Negativní dopady se ukazují především na snižování půdní úrodnosti, kvalitě a retenci vody, klimatických změnách a ztrátě biodiverzity (Emmerson et al. 2016).

3.1.2 Biodiverzita

Biodiverzita neboli biologická diverzita představuje druhovou, genetickou a ekosystémovou rozmanitost na určitém území (Swingland 2001). Poslední dvě století dochází k výraznému zvýšení trendu poklesu biodiverzity především kvůli exploataci a transformaci životního prostředí (Eckelt et al. 2018). Podpora biodiverzity se tedy začleňuje do mezinárodní i národní politiky. Na mezinárodní úrovni se jedná především o stanovení chráněných území, podporu ekologicky hospodařících zemědělců, omezení ztrát hmyzích populací, renaturaci vodních toků, redukci používání pesticidů a obnovu lesů (EU Commission 2020). Z hlediska národní strategie se pak jedná především o agroenvironmentálně-klimatická opatření na orné půdě, jejichž cílem je zlepšení celkového životního prostředí. Dodržování těchto opatření podléhá kontrole ze strany UKZÚZ a SZIF, které poskytují zpětné peněžní odměny za jeho plnění. Mezi podopatření na podporu biodiverzity na orné půdě patří ochrana čejky chocholaté, druhově bohaté pokrytí orné půdy a biopásy (Mze 2022).

3.2 Biopásy

Kvetoucí pásy neboli biopásy představují polo-přirozené stanoviště skládající se ze směsi ideálně původních rostlinných druhů, které jsou sety na obdělávané zemědělské půdě buď přímo v poli, anebo na jeho okraji (Kowalska et al. 2022). Mohou zde zajišťovat hned několik ekologických, biologických a ochranných funkcí významných nejen pro životní prostředí, ale také pro zemědělství (Haaland et al. 2011; Albrecht et al. 2020). Hlavním záměrem pro vytvoření biopásů je obohacení místního habitatu o živočichy prospěšné pro zemědělskou ekonomiku, tzn. opylovače (Nicholls & Altieri 2013) a přirozené nepřátelé škůdců (Landis et al. 2000; Blaauw & Isaacs 2015; Kujawa et al. 2020).

Služby, které dané biopásy poskytují se odvíjí od řady faktorů, jakými jsou způsoby výsevu (Patt et al. 1997; Baggen et al. 1999), přítomnost kompetice (Comba et al. 1999; Lee et al. 2004), managementu a zvolené skladby rostlin. Vybraná skladba rostlin by měla být obzvláště brána v úvahu vzhledem k potřebám požadovaných živočišných druhů, protože ne všechny rostliny jsou vhodné zároveň pro opylovače a přirozené nepřátelé škůdců. Některé kvetoucí rostliny mohou dokonce naopak uvolňovat repelentní látky, které prospěšné druhy odpuzují (Wäckers 2009). I přes požadavek legislativy (Nařízení vlády 80/2023 Sb) na určité skupiny druhů ve směsi, má zemědělec svobodu výběru z těchto skupin a možnost přidání dalších druhů nad rámec nařízení. Je vhodné preferovat rostliny s dlouhým kvetením, aby byl zajištěn dostatečný zdroj potravy (Kowalska et al. 2022). Nicméně kvetoucí pás může být pro cílové organismy mnohem atraktivnější než samotné pole, což může snížit význam opylování a biologické ochrany rostlin na daném pozemku. Proto je klíčové minimalizovat překrytí fáze kvetení mezi biopásem a polem (Pontin et al. 2006).

Pro optimální účinnost biologické ochrany rostlin je důležité při zakládání biopásů zohlednit okolní krajinu a zachovat bohatou diverzitu v komplexnějším prostředí (Haenke et al. 2009). Ideálními místy pro zakládání biopásů jsou oblasti s nižším výskytem problematických travních plevelů (Pfiffner & Wyss 2004). Výskyt těchto plevelů je rovněž významně ovlivněn stářím vegetačních pásů, které také určují jejich vhodnost pro jednotlivé prospěšné organismy. Ganser et al. (2018) uvádí, že starší víceleté vegetační pásy pozitivně ovlivňují abundanci hlavně pavouků (*Aranea*) a u ostatních skupin bezobratlých nedošlo k výrazné změně. Naopak po zaorávání jednoletých vegetačních pásů výrazně redukovalo populace členovců (*Arthropoda*). Na druhou stranu, pokud upřednostňujeme funkci opylovačů, je nutno poznamenat, že u starších biopásů dochází k dominanci prostoru travnatými druhy plevelů (např. *Apera spica venti*, *Alopecurus myosuroides*, *Bromus sterilis*, *Poa annua*), které nejsou pro mnohé druhy atraktivní (Schmied et al. 2023). Albrecht et al. (2021) se zaměřil na abundanci včely medonosné, pestřenek a včel samotárek v závislosti na stáří biopásů, kdy tito autoři naměřili, že redukce populace těchto opylovačů je paralelní s úbytkem kvetoucích druhů. Autoři této studie navrhují pravidelné přesévání vegetačních pásů k podpoření jejich ekologických funkcí. Schmied et al. (2023) provedl výzkum se třemi typy biopásů, kde porovnával závislost jejich stáří na populaci střevlíkovitých brouků (*Coleoptera: Carabidae*). Z práce těchto autorů vyplývá, že kombinovaný biopás složený z dvou různě starých pásů nejvíce zvýšil druhovou diverzitu střevlíků a mohl by eliminovat problematiku s lepším přezimováním ve starších pásech a větší atraktivitou pro opylovače v mladších pásech.

3.2.1 Legislativa

Podopatření biopásy se řadí do agroenvironmentálně-klimatických opatření (AEKO), které představují komplexní soubor různě zaměřených podopatření sloužících ke zlepšení životního prostředí a ochraně přírody (Mze 2022). Jedná se o službu společnosti, která je nad rámec běžné zemědělské činnosti, za jejíž plnění jsou poskytovány platby praktikujícím zemědělcům. AEKO spadá pod Nařízení Vlády České republiky č. 80/2023 Sb., o stanovení podmínek provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření (Mze 2022).

Pro schválení žádosti musí žadatel splnit několik kroků. Prvním krokem je uvedení jím všech obhospodařovaných půdních bloků, které hodlá zařadit do podopatření a údaj o výměře biopásu. Nutné je také odevzdat zakres příslušných půdních bloků a biopásu. Minimální výměru pro zařazení do podopatření činí 2 ha zemědělské půdy s druhem zemědělské kultury standardní orná půda. Dalším krokem už je založení vlastního biopásu, který musí být o šíři 6–24 m se souvislou délkou minimálně 50 m. Biopás musí zabírat nejvýše 50 % rozlohy příslušného dílu půdního bloku a nacházet se při okrajích nebo uvnitř dílu bloku ve směru orby nejméně 50 m od dálnice, silnice I. nebo II. Třídy nebo od dalšího založeného biopásu. Vegetační pás se nesmí hnojit a ošetřovat přípravky na ochranu rostlin, pokud není mimořádným rostlinolékařským opatřením určeno jinak. Jeho plocha by se neměla používat k pojezdům zemědělské techniky ani jako souvat' s výjimkou sečení některých typů pásů (Nařízení vlády č. 80/2023 Sb).

3.2.2 Typy biopásů

Legislativně jsou pásy v ČR rozděleny na tři typy, a to 1) nektarodárný 2) krmný, které se liší převážně osivem, a 3) kombinovaný, který je tvořen jak nektarodárným, tak krmným pásem (Nařízení vlády č. 80/2023 Sb).

3.2.2.1 Nektarodárný biopás

Nektarodárný vegetační pás se zakládá nejpozději do 15. června daného kalendářního roku a to na 2–3 následující roky. Výsev by měl být proveden nejdéle do 24 měsíců od vydání míchacího protokolu, nebo vydání osvědčení prokazující kvalitu osiva. Každoročně v termínu od 1. července do 15. září by měla proběhnout, seč s odklizením biomasy. Po uplynutí doby 2–3 let dochází k zaorávání biopásu do půdy v termínu od 16. března do 15. června příslušného kalendářního roku.

Mezi využívané skupiny patří jeteloviny, kulturní plodiny a byliny. Z jetelovin musí být využito nejméně 4 druhy ze seznamu v minimálním množství 15 kg na 1 ha, mezi niž patří

například jetel luční (*Trifolium pratense L.*), vikev setá (*Vicia sativa L.*), vojtěška setá (*Medicago sativa L.*) atd. (viz Tab. 14). Z kulturních plodin musí být využity nejméně 2 druhy v celkovém rozmezí množství 5–7 kg na 1 ha, mezi niž spadá například hořčice bílá (*Sinapis alba L.*), která může tvořit maximálně 1,5 kg na 1 ha, dále svazenka vratičolistá (*Phacelia congesta*), která může tvořit maximálně 1 kg na 1 ha atd. (viz Tab. 15). Z bylin se pak využívají minimálně 1 druh ze seznamu v rozmezí 2,5–5 kg na 1 ha. Mezi zastoupené druhy patří například kmín kořený (*Carum carvi L.*), mrkev krmná (*Daucus carota L. ssp. Sativus*) atd. (viz Tab. 16). Výsev jiných druhů nad rámec seznamu není považováno za porušení podmínek (Nařízení vlády č. 80/2023 Sb).

3.2.2.2 Krmný biopás

Krmný vegetační pás se zakládá nejpozději do 15. června daného kalendářního roku a následující rok v termínu od 16. března do 15. června zapraví biomasu pásu do půdy. Výsev by měl být proveden nejdéle do 24 měsíců od vydání míchacího protokolu, nebo vydání osvědčení prokazující kvalitu osiva.

Povinnými druhy zastoupenými ve směsi osiva jsou jarní obiloviny, proso seté (*Panicum miliaceum L.*), kapusta krmná (*Brassica oleracea L.*) a pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum Moench*). Dále volitelné druhy, ze kterých musí být zastoupeny minimálně 2 druhy, kam patří například len olejný (*Linum usitatissimum L.*), slunečnice roční (*Helianthus annuus L.*), atd. (viz Tab. 12 a 13). Výsev jiných druhů nad rámec seznamu není považováno za porušení podmínek (Nařízení vlády č. 80/2023 Sb).

3.2.2.3 Kombinovaný biopás

Kombinovaný vegetační pás je tedy složený jak z krmného pásu, který musí mít šíři 6–24 m, a jetelotravního pásu, který musí mít šíři od 18–24 m (Nařízení vlády č. 80/2023 Sb). Krmný pás se zakládá každoročně jako jednoletý, a to v období od 1. května do 31. května, následující rok od 16. března do 30. dubna se zapraví biomasa do půdy. Jetelotravní část se také zakládá do 31. května a to na 5 let, kdy po uplynutí doby dochází v termínu od 16. března do 30. dubna se zapraví do půdy. Biomasu porostu musí tvořit minimálně z 50 % porostu jeteloviny. Úprava jetelotravní části probíhá každoročně, a to sečí minimálně jednou ročně v období od 16. července do 31. října (Mze 2022).

3.2.3 Management biopásů

Většina států EU je jednotná v otázce provádění umělých zásahů v biopásech, jakými jsou hnojení a postřiky (Haaland et al. 2011; Scheper et al. 2015; Tschumi et al. 2016). Oproti tomu v otázce managementu, například sečení, se už nařízení jednotlivých států rozcházejí. Například Haaland et al. (2011) uvádí, že v Rakousku je sečení 1 ročně povinné, zatímco v ostatních zkoumaných zemích, jako Německo, Finsko, Švédsko, Velká Británie a Švýcarsko, je sečení pouze doporučeno. Velký počet prací různých autorů ukazuje souvislosti mezi managementem biopásů a jejich efektivitou. Kirmer et al. (2018) porovnává mimo jiné i vliv brzkého sečení biopásů oproti pozdějšímu v souvislosti s biodiverzitou rostlinných druhů. Autoři uvádí, že pásy by měly být sečeny v brzkém létě pro lepší zachování druhové bohatosti a lepšímu odolávání zaplevelení travami. Pfiffner et al. (2019), který se zaměřil na design a management kvetoucích pásů v ovocných sadech v různých evropských státech, ve své studii uvádí, že dané pásy mulčovali 3–4krát ročně, aby se lépe podpořilo kvetení rostlin. Mateos-Fierro et al. (2021) porovnával ve své studii dva typy biopásů v třešňových sadech na území Velké Británie a jejich vliv na přítomnost přirozených nepřátel, kdy prvním typem byl standardní kvetoucí pás sečený jednou ročně a druhým aktivně udržovaný pás sečený 2–3krát měsíčně. Výsledky ukazují, že aktivně udržovaný biopás, u kterého je pravděpodobnější využití v dané problematice, dosahuje podobného zastoupení predátorů škůdců. Tschumi et al. (2016) při zkoumání vlivu vytrvalých vegetačních pásů ve Švýcarsku na predáční tlak na kohoutky (*Oulema* spp.) popisuje, že vybrané biopásy byly sečeny střídavě pouze z půlky, a to maximálně jednou ročně. Také zmiňuje využití herbicidů na problematické plevelné druhy rostlin vyskytujících se v pásech. Piqueray et al. (2019) ve své studii porovnával dopad různých systémů sečení na početnost rostlinných druhů zachovaných v biopásech a na půdní úrodnost. Prvním systémem byla standardní seč jednou ročně a další dvě alternativy, kdy se sekalo jednou za dva roky a dvakrát ročně. Nejvíce zastoupených žádoucích druhů bylo v biopásech sečených dvakrát do roka, na základě čehož autoři navrhují tento systém jako alternativu na podporu zachování biodiverzity v pásech.

V České republice je management biopásů pro zemědělce dodržující AEKO zakotven v legislativě (Nařízení vlády 80/2023 Sb). Po výsevu se do porostů nesmí zasahovat žádnou technikou až do udržovací seče, či zaorání. Nesmí se zde používat žádné látky na ošetřování rostlin, pokud není nařízeno jinak (viz kapitola 3.2.1.1).

3.2.4 Využití biopásů v zemědělství

Jak již zde bylo řečeno, zapojování a vysévání biopásů na zemědělské půdě slouží k mnoha účelům, z něhož nejpodstatnější představuje zvýšení biodiverzity (Haaland et al. 2011), především opylovačů (Nicholls & Altieri 2013), a přirozených nepřátel škůdců (Landis et al. 2000; Pfiffner & Wyss 2004; Blaauw & Isaacs 2015; Hatt et al. 2017a; Kujawa et al. 2020). Mimo to může mít přítomnosti biopásů vliv i na půdní živiny (Dorioz et al. 2006), retenci vody (Bharati et al. 2002), ochranu půdy před erozí (Van Dijk et al. 1996), ale také estetický účel (Serée et al. 2023).

3.2.4.1 Vliv biopásů na přirozené nepřátele škůdců

Přirození nepřátelé, neboli antagonisté hmyzích škůdců mohou hrát významnou roli v jejich přirozené regulaci, pokud je jim poskytnuto vhodné prostředí. Biopásy, které jsou mnohdy kompaktnější porost, mohou tedy poskytovat vhodné útočiště, jak před ostatními organismy, tak před vlivy vnějšího prostředí a případných agrotechnických zásahů (Landis et al. 2000). Kromě útočiště také díky zvýšení biodiverzity poskytují biopásy možnost alternativní potravy (Hatt et al. 2017a). Pro tuto studii je nejdůležitějším faktorem biopásů právě podpora přirozených nepřátel zemědělských škůdců, do kterých spadají predátoři, parazité a parazitoidi a entomopatogenní mikroorganismy.

3.2.4.1.1 Podpora predátorů

Dostatečná biodiverzita kvetoucích rostlin přitahuje vyšší množství predátorů (Mondor & Warren 2000; Schaller & Nentwig 2000; Hatt et al. 2019). Někteří predátoři konzumují nejen živou potravu, ale také rostlinný nektar, nebo jiné cukerné zdroje. Zejména u hmyzích predátorů s proměnou dokonalou se může lišit potrava larev a dospělců, kdy se larvální stádia živí jako predátoři a jejich dospělci jsou býložraví jako je tomu např. u predátorů z rodu *Chrysopa* (Neuroptera: Chrysopidae) (Shaukat 2018). Dostupnost nutričně hodnotných rostlinných látek může prodloužit jejich délku života a plodnost (He et al. 2021). O početnosti predátorů však rozhodují také morfologické (především tvar koruny květu), fyziologické a fenologické vlastnosti rostlin (hlavně doba kvetení) (Fiedler & Landis 2007; van Rijn et al. 2016; Hatt et al. 2019).

3.2.4.1.2 Podpora parazitoidů

Podobně jako predátoři i většina parazitoidů potřebuje nejen hostitelské organismy, ale i rostlinný nektar, či jiné cukerné zdroje, na kterých se pak živí dospělci. Dostatek nektaru

může nejenom prodloužit jejich délku života, ale také reprodukční fázi života (Baggen & Gurr 1998; Schmale et al. 2001; Winkler et al. 2006; Bianchi & Wäckers 2008).

3.2.4.1.3 Podpora entomopatogenních mikroorganismů

Přirozený výskyt entomopatogenů na zemědělské půdě je relativně nízký (Hokkanen & Menzler-Hokkanen 2018). Jejich abundance je tedy vyšší na půdách, které nejsou intenzivně obhospodařované (Hummel et al. 2002; Klingen et al. 2002). Biopásy pro ně představují rezervoár a útočiště před pesticidy a jinými agrotechnickými zákroky (Meyling et al. 2011), ale také nabízí dostatek hostitelských organismů (Hokkanen & Menzler-Hokkanen 2018).

3.3 Kohoutci (*Oulema* spp.)

Mezi významné škůdce obilnin na území Evropy (Meindl et al. 2001; Laznik et al. 2012; Tschumi et al. 2016; Wenda-Piesik et al. 2017), severní Afriky (Elimem et al. 2022), Severní Ameriky (Hervet et al. 2016; Kheirodin et al. 2020) a Asie (Ishizaki & Ishikawa 2010; Triapitsyn et al. 2023) patří rod kohoutků (*Oulema* spp.) spadající do čeledi mandelinkovitých brouků (Coleoptera: Chrysomelidae). Škodu způsobují požerky na listech, čímž omezují rostlinou asimilaci a dochází k vadnutí listů a ztrátám na výnosu. Nejvíce zasaženými obilninami jsou pšenice, ječmen, oves, žito a triticales (UKZÚZ 2023). Díky podobné morfologii tohoto rodu, jsou jednotlivé druhy často zařazovány do druhových komplexů (Van de Vijver et al. 2019).

Prvním z těchto komplexů obsahuje druhy *Oulema melanopus* (Linnaeus, 1758), *Oulema duftschmidi* (Redtenbacher, 1874), *Oulema rufocyanea* (Suffrian, 1847), *Oulema oryzae* (Kuwayama, 1931), *Oulema mauroi* sp. nov. a *Oulema vereae* sp. nov. Tento druhový komplex je charakterizován tmavě metalicky modrým zbarvením hlavy, černými tykadly, tmavě metalicky modrými až černými krovkami, černou předohrudí a zadohrudí, oranžovým až červeným štítkem a nohama s výjimkou tarsálního komplexu, který mají černé. Tělesné rozměry se u celkové délky těla pohybují 3,7 – 6,2 mm a u délky tykadel 1,8 – 3,1 mm. U těchto druhů se nenachází žádný pohlavní dimorfismus (Bezděk & Baselga 2015).

Druhý druhový komplex je tvořen druhy *Oulema obscura* (Stephens, 1831), *Oulema septentrionis* (Weise, 1880) a *Oulema erichsonii* (Suffrian, 1841). Tyto druhy jsou charakterizovány podobnými tělesnými rozměry jako druhy komplexu *O. melanopus*. Jejich zbarvení těla je ale tmavě modré s kovovým leskem (Van de Vijver et al. 2019).

Do druhů nejvíce ekonomicky významných, kteří jsou rozšířeni na území ČR náleží komplex kohoutka černohlavého (*O. melanopus* a *O. duftschmidi*) a kohoutek modrý (*O. obscura*) (AOPK ČR 2023).

Tím, že *O. melanopus* a *O. duftschmidi* jsou si velmi podobní a vyskytují se sympatricky, nedá se soudit dopad jednoho z těchto druhů samostatně, ale tedy jako komplexu. Oba druhy se dají odlišit od ostatních ze stejného druhového komplexu pomocí rozměrů těla (4,7–6,2 mm), délky tykadel (2,4–3,1 mm) a délky krovek (3,2–4,1 mm). Rozeznání přesného druhu z těchto dvou je možné na základě morfologie kopulačních orgánů, kdy se liší tvar flagella u samců (Obr. 1) a tvar spermatéky u samic (Bezděk & Baselga 2015). Mezi další možné metody rozeznávání těchto dvou druhů patří i testování pomocí genetických markerů jako ve studii Leroy et al. (2020), kde ale autor uvádí, že je tato metoda spolehlivá pouze na polích, kde se nachází jenom *O. melanopus* a *O. duftschmidi*.



Obrázek 1: Flagellum *Oulema* spp. (zleva *O. duftschmidi*, *O. melanopus*, *O. melanopus*) (Bezděk & Baselga 2015)

3.3.1 Životní cyklus

Dospělci přezimující v zimovištích (meze, remízky, sady atd.) anebo v půdě, začínají být aktivní v půlce března. Postupně nalétávají do porostů obilnin, nejdříve na okraje polí, kde se živí na listech a kopulují. Dospělí brouci většinou působí pouze nízké poškození na listech a jejich přítomnost nemá významný dopad na výnos (Philips et al. 2011). Nejvyšší úroveň ovipozice v našich podmínkách probíhá v období od půlky dubna do půlky června v závislosti na faktorech jako je počasí a dostupnost potravy, kdy už se většinou rozptylují rovnoměrně

po celém poli. Samičky jsou schopny naklást 8–12 vajíček denně v závislosti na dostupnosti potravy (Kheirodin 2019) a při optimálních podmínkách dokáží za život naklást 50–275 vajíček (Kher et al. 2016). Vajíčka jsou kladena buď individuálně anebo ve shlucích 2–3 vajíček na vrchní stranu listu (Kher et al. 2011) a to většinou na mladší rostliny (Hoffman & Rao 2011).

Larvy se začínají líhnout 8–14 dní po naklazení v závislosti na teplotě. Ihned po vylíhnutí požírají listy porostu a postupně se přesouvají k horním listům (Kher et al. 2016; UKZÚZ 2023), kdy mohou způsobit snížení výnosu až o 70 % (Philips et al. 2011). Larvy nejsou příliš mobilní a většinou dokončí svůj vývoj na stejné rostlině (Kher et al. 2016) v časovém úseku 10–14 dní (Philips et al. 2011), po zformování prepupy se přesouvají do půdy a to cca 5 cm hluboko, s výjimkou *O. obscura*, který se kuklí na povrchu listů a stonků (Dysart et al. 1973). Brouci se líhnou v průběhu července (UKZÚZ 2023) 17–25 dní od zakuklení v závislosti na teplotě (Philips et al. 2011). Kohoutci většinou tvoří pouze jednu generaci ročně (Svobodová et al. 2014).

3.3.2 Monitoring

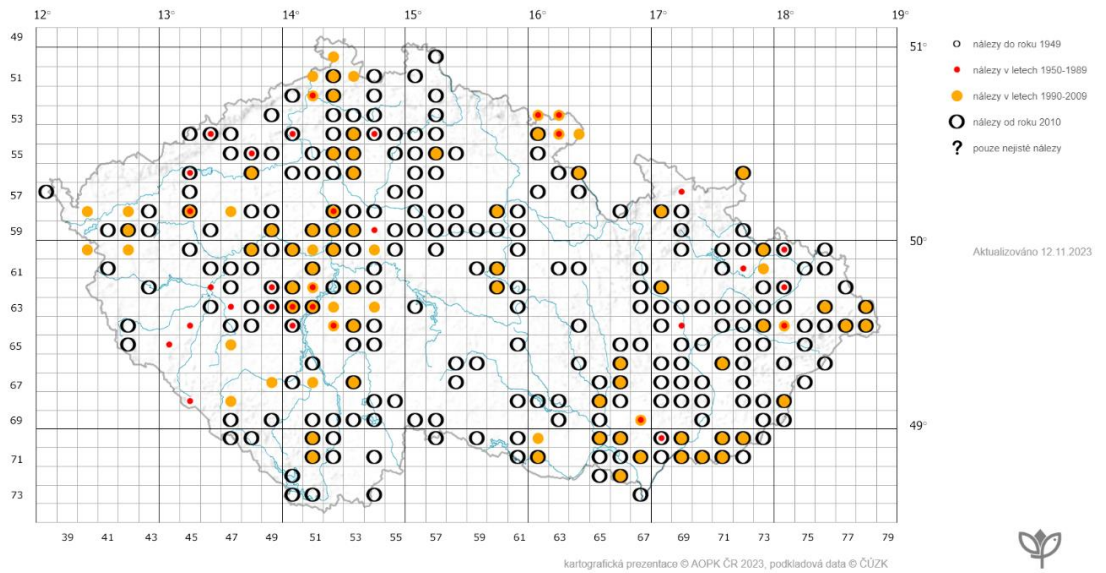
System monitoringu státní správy pozoruje výskyt dospělých jedinců pomocí smýkacích sítí a vizuálním pozorováním kontroluje ostatní životní stádia kohoutků. Dospělci se sledují v období nejvyšší aktivity, orientačně v období od konce dubna do poloviny května, v závislosti na teplotách. Smykání bývá metodicky provedeno 10 smyky na 10 různých místech rovnoměrně rozložených na ploše pole. Hodnotí se pak počet dospělců na počet smyků, kdy se rozlišují tři stupně v závislosti na průměrném počtu dospělců na 1 smyk, a to slabý výskyt (méně než 0,3), střední výskyt (od 0,3 do 0,7) a silný výskyt (nad 0,7). Již střední výskyt indikuje vysoký počet vajíček a larev, což může způsobit překročení prahu škodlivosti (UKZÚZ 2023).

Vajíčka a larvy se pak orientačně sledují také v závislosti na teplotách, většinou pak od druhé poloviny května do konce června pomocí vizuální kontroly 10 odnoží na 10 různých místech rovnoměrně rozložených na ploše pole. Zde se také hodnotí počet vajíček a larev, ze kterého se pak vypočítá průměr na 1 odnož a vytvoří stupeň výskytu, kdy je slabý výskyt (méně než 0,3), střední výskyt (od 0,3 do 0,8) a silný výskyt (nad 0,8) (UKZÚZ 2023).

Jednotlivé prahy škodlivosti jsou pak ovlivněny druhem a odrudou zasažené polní plodiny, kdy v ČR se považují za citlivější plodiny pšenice a ječmen (práh škodlivosti 0,4 vajíček a larev na 1 odnož) a odolnější je oves, triticales a žito (práh škodlivosti 0,7 vajíček a larev na 1 odnož) (UKZÚZ 2023). Zahraniční autoři uvádí rozdílné úrovně prahu škodlivosti jako například Buntin et al. (2004) uvádí ekonomický práh škodlivosti v USA jako přesažení

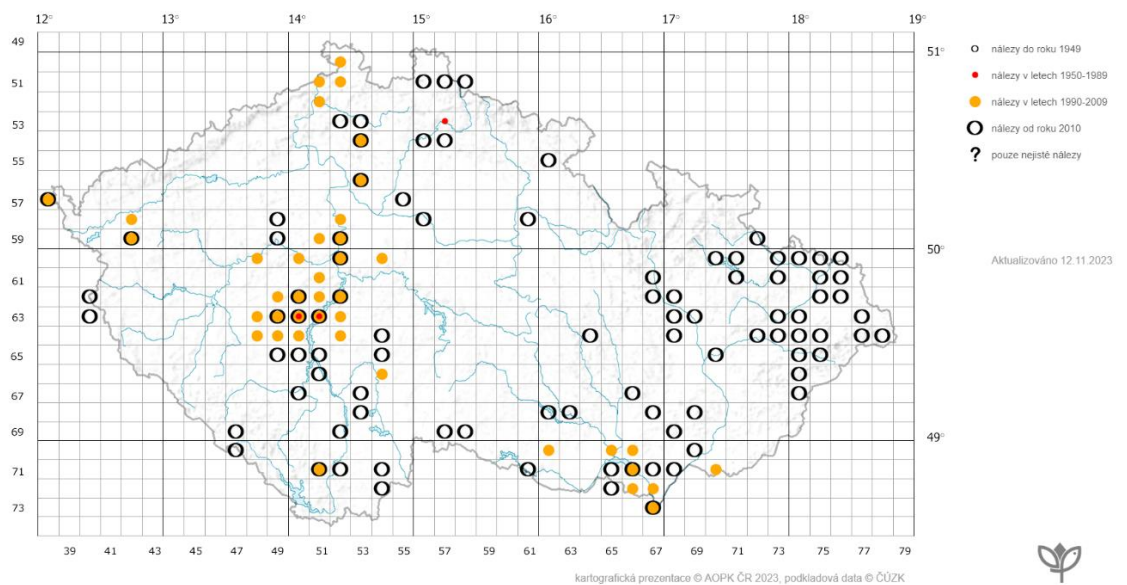
populační hustoty nad 0,4 larev nebo 0,5 vajíček na 1 odnož. Wenda-Piesik et al. (2017) zmiňuje jako ekonomický práh škodlivost v Polsku 1–2 larvy na 1 odnož.

Výskyt druhu *Oulema melanopus* podle záznamů v ND OP

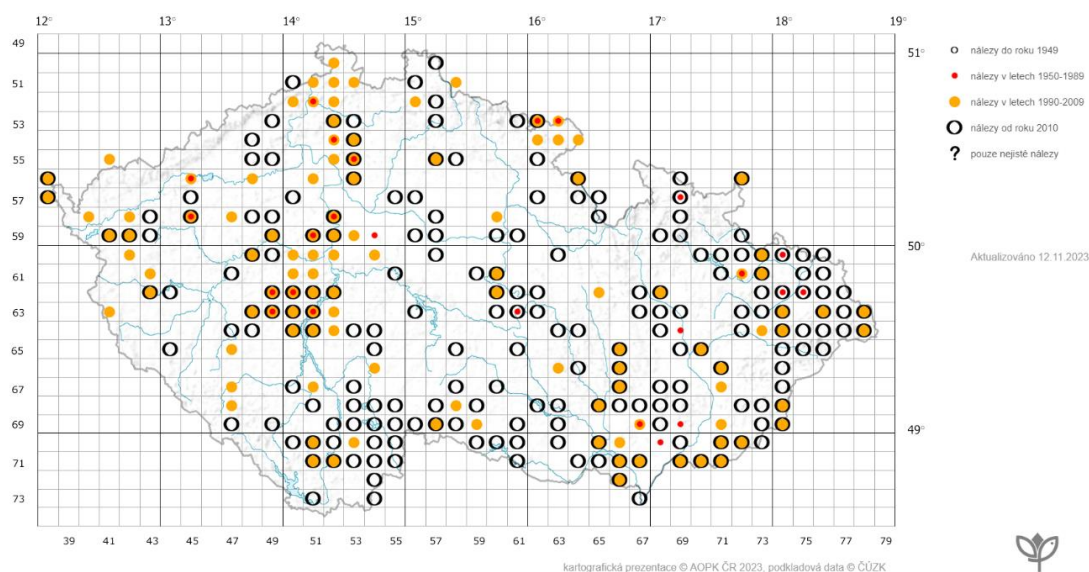


Obrázek 2: Výskyt druhu *O. melanopus* na území ČR (AOPK ČR 2023)

Výskyt druhu *Oulema duftschmidii* podle záznamů v ND OP



Obrázek 3: Výskyt druhu *O. duftschmidii* na území ČR (AOPK ČR 2023)



Obrázek 4: Výskyt druhu *O. obscura* na území ČR (AOPK ČR 2023)

3.3.3 Regulace kohoutků

Z hlediska významnosti obilných škůdců z rodu *Oulema* spp. je nutná regulace jejich přirozené populace, aby bylo zabráněno vysokým ztrátám na výnosech obilnin. V této záležitosti se prozatím nejvíce využívá syntetických insekticidů, které ale mají mnohdy i negativní účinky na ostatní živočichy, a to především členovce, kteří mohou být prospěšní pro polní produkci. Následky jsou pak nejen ztráta některých ekosystémových funkcí, ale také lokální biodiverzity. Mimo to mohou mít negativní vliv přímo na lidské zdraví a potravinovou bezpečnost (Damalas & Eleftherohorinos 2011; Kim et al. 2017). Z těchto důvodů se poslední roky hledá alternativa k využití chemických pesticidů, kdy jednou z hlavních možností je regulace pomocí bioagens či úpravy okolního prostředí rostlinné produkce.

3.3.3.1 Chemická regulace

Ke snížení populace kohoutků pomocí syntetických insekticidů se v ČR nejčastěji využívají přípravky na bázi pyrethroidů (např. cypermethrin, deltamethrin atd.) ve formě postřiků. Většina z těchto sloučenin má ovšem negativní vliv nejenom na škůdce, ale i na ostatní členovce, vodní a půdní organismy a lidi. Jedním z příkladů jsou přípravky obsahující cypermethrin by neměly být vůbec aplikovány na porosty navštěvované včelami, na kvetoucí

plodiny ani na kvetoucí plevely. Z tohoto důvodu by měly být dodržovány neošetřovaná ochranná pásma od okrajů polí (UKZÚZ 2023). Viz Tab. 17 pro seznam aktuálně používaných insekticidů z rostlinolékařského portálu a registru přípravků na ochranu rostlin.

V minulých letech se řadily mezi využívané insekticidy proti kohoutkům například thiamethoxam, chlorpyrifos a dimethoát (Wenda-Piesik et al. 2017), které ale jsou již v EU od roku 2018 a 2020 zakázány (EC 2020/18; EC 2018/785). Buntin et al. (2004) zmiňuje další již zakázané ale dříve využívané sloučeniny jako karbaryl a karbofuran, disulfoton (Nařízení Evropského parlamentu a rady ES č. 1107/2009) a methomyl (EC 2022/801). Mimo tyto zakázané jsou ve studii zmíněny i dnes povolené účinné látky, které se v ČR na kohoutky nevyužívají jako je malathion.

Jednou z alternativ k používání insekticidů na bázi pyrethroidů, neonikotinodů a organofosfátů je používání biopesticidů jako rostlinných esenciálních olejů. Jejich výhodou je často krátká doba perzistence a nízký či žádný fytotoxický účinek, tudíž i malý dopad na životní prostředí (Zárubová et al. 2014). Mezi známé používané a povolené oleje na ochranu rostlin v EU patří hřebíčkový olej, mátový olej a čajovníkový olej atd. (EC 2023/1446). Proti kohoutkům byla demonstrována ve studii Zárubová et al. (2014) účinnost esenciálního oleje z pomerančovníku (*C. sinensis*), kdy byla prokázána mortalita až 85 % larev, ale u dospělců se neprojevil žádný insekticidní účinek.

3.3.3.2 Biologická regulace

Vzhledem k riziku, které představuje používání chemické regulace pro životní prostředí, necílové organismy a lidi, a s ohledem na možnost evoluční rezistence škůdců vůči pesticidům (Bass et al. 2015; Hawkins et al. 2019), je kladen důraz na hledání alternativních řešení. Biologická ochrana rostlin představuje formu managementu škodlivých organismů, která využívá jiných organismů, tzn. přirozených nepřátel, které regulují škůdce. Tito přirození nepřátelé zahrnují predátory, parazitoidy, entomopathogenní nematoda, entomopathogenní houby a potravinově kompetitivní organismy (Heimpel & Mills 2017). Tito nepřátelé pak mohou být do ekosystému nově introdukováni (Cock et al. 2010), anebo pomocí konzervačních metod zachována a posílena jejich přirozená populace (Landis et al. 2000). Při introdukci se jedná buď o inokulaci, přičemž efektu není dosaženo uvolněnou populací, ale až následující generací a dosahuje se dlouhodobějšího účinku. Anebo se jedná o inundaci, kdy dosáhneme rychlého, ale krátkodobějšího ochranného efektu přímo vypuštěnou populací (Eilenberg et al. 2001; Baker et al. 2020). Kromě přirozených nepřátel zahrnuje biologická kontrola také využití feromonů, hormonů a biopesticidů (Baker et al. 2020).

3.3.3.2.1 Predátoři

Přirození nepřátelé kohoutků zahrnují generalistické predátory, kteří mají významný podíl na regulaci škůdců v širším kontextu. Predační generalismus se vyznačuje tím, že organismy se živí širokou škálou druhů a jejich různými vývojovými stadii. Ovšem pro většinu těchto predátorů determinuje jejich spektrum kořistí velikost jejich těla, jejich fyziologické a behaviorální vlastnosti a dále také vlastnosti kořisti, například úroveň sklerotizace jejich těl (Symondson et al. 2002).

Kheirodin et al. (2019) v laboratorních podmínkách identifikoval hned několik druhů, které konzumovaly vajíčka a larvy kohoutků, jako slunéčka z rodu *Hippodamia* spp., slunéčka z rodu *Coccinella* spp., brouky z čeledi Staphylinidae, brouky z čeledi Carabidae, ploštice z rodu *Nabis* spp. a pavouky z rodu *Pardosa* spp. a *Pirata* spp. Tyto laboratorní testy byly založeny na tzv. „no-choice“ metodě, tudíž by výsledky mohli být oproti reálným polním podmínkám zkresleny. V navazující studii se tito autoři zaměřili na studium druhového spektra predátorů kohoutků v polním experimentu pomocí PCR metody, kterou analyzovali přítomnost DNA kohoutků v trávicím ústrojí přirozených populací predátorů. Jako významné predátory pak na základě výsledků označili *Hippodamia parenthesis* (Say, 1824), *Nabis americanoferus* (Carayon, 1961), *Hippodamia tredecimpunctata* (L.) (Linnaeus, 1758), *Hippodamia sinuata* (Mulsant, 1850), *Pardosa* spp. (Koch, 1847) a *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) (Kheirodin et al. 2020). Většina těchto testovaných predátorů se nachází v Severní Americe, takže se tyto výsledky nevztahují na problematiku Evropy.

Meindl et al. (2001) se také zaměřuje na predátory kohoutků, kdy provádí krmný laboratorní pokus na 28 druzích členovců běžně vyskytujících se ve střední Evropě. Autoři uvádí, že až na pár výjimek přijímali všechny druhy vajíčka anebo larvy kohoutků. Tento pokus byl proveden metodou tzv. „no-choice“, tudíž by opět nemusel odpovídat predaci v reálných polních podmínkách. Doplňujícím experimentem byl venkovní krmný test provedený v síťových klecích s *Poecilus cognatus* (Stephens, 1832), *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758) a *C. septempunctata*, kdy všechny tři druhy projevily výraznou úroveň predace na vajíčkách kohoutků.

Zmíněných predátorů *Oulema* spp. je mnoho, nejčastěji z čeledi Carabidae a Coccinellidae (viz Tab. 1). Nejčastěji uváděným predátorem ostatními autory je *C. septempunctata* (Mamedov 1995; Triltsch et al. 1999; Meindl et al. 2001; Evans 2009; Bucurean & Marnea 2013).

Tabulka 1: Predátoři *Oulema* spp.

Řád	Čeleď	Druh	Autoři
Aranea	Araneidae	<i>Mangora acalypha</i> (Walckenaer, 1802)	Meindl et al. (2001)
	Linyphiidae		Kheirodin et al. (2019)
	Lycosidae	<i>Pardosa</i> spp. Koch, 1847	Kheirodin et al. (2019); Kheirodin et al. (2020)
		<i>Pirata</i> spp. Sundevall, 1833	Kheirodin et al. (2019); Kheirodin et al. (2020)
	Philodromidae	<i>Tibellus oblongus</i> (Walckenaer, 1802)	Meindl et al. (2001)
	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha pinicola</i> Koch, 1870	Meindl et al. (2001)
Thomisidae	<i>Xysticus kochi</i> Thorell, 1872	Meindl et al. (2001)	
Coleoptera	Cantharidae	<i>Cantharis rustica</i> Fallén, 1807	Meindl et al. (2001)
	Carabidae	<i>Agonum dorsale</i> (Pontoppidan, 1763)	Meindl et al. (2001); Kheirodin et al. (2019)
		<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal, 1810)	Meindl et al. (2001); Kheirodin et al. (2019)
		<i>Asaphidion falvipes</i> (Linnaeus, 1761)	Meindl et al. (2001)
		<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	Meindl et al. (2001)
		<i>Harpalus distinguendus</i> (Duftschmid, 1812)	Meindl et al. (2001)
		<i>Harpalus rufipes</i> (DeGeer, 1774)	Meindl et al. (2001)
		<i>Poecilus corvus</i> (LeConte, 1873)	Kheirodin et al. (2019)
		<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	Meindl et al. (2001)
		<i>Poecilus lucublandus</i> (Say, 1823)	Kheirodin et al. (2019)
	<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	Kheirodin et al. (2019)	
	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	Mamedov et al. (1995); Trilsch et al. (1999); Meindl et al. (2001); Evans (2009); Bucurean & Marnea (2013); Kheirodin et al. (2020)
		<i>Coleomegilla maculata</i> (DeGeer, 1775)	Shade et al. (1970); Kheirodin et al. (2019)
		<i>Hippodamia convergens</i> Guérin-Méneville, 1842	Shade et al. (1970)
		<i>Hippodamia parenthesis</i> (Say, 1824)	Kheirodin et al. (2019)
		<i>Hippodamia sinuata</i> Mulsant, 1850	Kheirodin et al. (2019); Kheirodin et al. (2020)
		<i>Hippodamia tredecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)	Kheirodin et al. (2019); Kheirodin et al. (2020)
		<i>Hippodamia quinqesignata</i> (Kirby, 1837)	Kheirodin et al. (2019)
		<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)	Meindl et al. (2001)
	Staphylinidae	<i>Philonthus cognatus</i> Stephens, 1832	Meindl et al. (2001)
	<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1775)	Mamedov et al. (1995); Meindl et al. (2001); Kheirodin et al. (2019)	
Hemiptera	Miridae	<i>Adelphocoris quadripunctata</i> (Fabricius, 1794)	Meindl et al. (2001)
		<i>Calocoris</i> sp. Fieber, 1858	Meindl et al. (2001)
		<i>Leptopterna dolabrata</i> (Linnaeus, 1758)	Meindl et al. (2001)
		<i>Lygus</i> spp. Hahn, 1833	Meindl et al. (2001)
		<i>Miris striatus</i> (Linnaeus, 1758)	Meindl et al. (2001)
	Nabidae	<i>Aptus mirmicoides</i> (O. Costa, 1834)	Meindl et al. (2001)
		<i>Nabis americanoferus</i> Carayon, 1961	Kheirodin et al. (2020)
		<i>Nabis ferus</i> (Linnaeus, 1758)	Bucurean & Marnea (2013)
		<i>Nabis pseudoferus</i> Remane, 1949	Meindl et al. (2001)
		<i>Nabis rugosus</i> (Linnaeus, 1758)	Meindl et al. (2001)
	<i>Nabis</i> spp. Latreille, 1802	Meindl et al. (2001); Kheirodin et al. (2019)	
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	Malschi (2000); Meindl et al. (2001)

3.3.3.2.2 Parazitoidi

Dalšími významnými přirozenými nepřáteli jsou parazitoidi, kteří oproti generalistickým predátorům představují specializované antagonisty z pravidla s méně cílovými druhy. Samička naklade vajíčko dovnitř (endoparazit) či na povrch (ektoparazit) specifické vývojové fázi hostitele, ve kterém probíhá celý jejich vývoj, kdy je nakonec usmrcen (Polaszek & Vilhemsen 2023). Někteří parazitoidi jsou solitérní, kdy se z hostitele vylíhne pouze jeden parazitoid, nebo gregarózní, kdy v jednom hostiteli koexistuje a dokončí vývoj více jedinců (Hervet et al. 2016). Jednotlivé druhy se navzájem ovlivňují z hlediska kompetice, obzvláště parazitoidi vajíček

negativně ovlivňují populace larválních parazitoidů (Haynes & Gage 1981). Parazitické vosičky jsou již běžně implementovány do biologické ochrany rostlin před škůdci (Haynes & Gage 1981; Giunti et al. 2015), kdy na území ČR se například prodává přípravek APHIPAR obsahující vosičku *Aphidus colemani* (Viereck, 1912) parazitující na mšicích (Registr přípravků na ochranu rostlin 2023).

Mezi nejzmiňovanější parazitoidy kohoutků se řadí *Anaphes flavipes* (Förster, 1841), *Tetrastichus julius* (Walker, 1839), *Lemophagus curtus* (Townes, 1965). (Dysart et al. 1973; Haynes & Gage 1981; Pavlov 1981; Jeloková & Gallo 2008). Ovšem v jednotlivých studiích je zmiňováno i několik dalších druhů (viz Tab. 2).

Tabulka 2: Parazitoidi *Oulema* spp.

Řád	Čeleď	Druh	Parazitované vývojové stádium	Autoři
Diptera	Tachnidae	<i>Meigenia mutabilis</i> (Fallén, 1810)	Larva, kokon	Bjegovic (1967)
		<i>Strongygaster triangulifera</i> (Loew, 1863)	Dospělec	Bjegovic (1967); Wellso & Hoxie (1969)
	Phoridae	<i>Duophoria nigra</i>	n/a	Šedivý (1995)
		<i>Phalacrotophora fasciata</i> (Fallén, 1823)	n/a	Šedivý (1995)
Hymenoptera	Eulophidae	<i>Necremnus leucathros</i> (Nees, 1834)	Larva	Pavlov (1981); Šedivý (1995); Jeloková & Gallo (2008)
		<i>Tetrastichus julis</i> (Walker, 1839)	Larva	Dysart et. al (1973); Montgomery & Dewitt (1975); Haynes & Gage (1981); Evans et al. (2006); Jeloková & Gallo (2008); Hervet et al. 2016); Roberts (2016); Kher et. al (2024)
	Ichneumonidae	<i>Bathythrix maculata</i> (Hellén, 1957)	Kokon	Pavlov (1981); Jeloková & Gallo (2008)
		<i>Diaparsis carinifer</i> (Thomson, 1889)	Larva	Dysart et. al (1973); Khalaim (2013)
		<i>Diaparsis temporalis</i> Horstmann, 1979	Larva	Montgomery & Dewitt (1975); Haynes & Gage (1981); Khalaim (2013)
		<i>Diplazon laetatorius</i> (Fabricius, 1781)	Kokon	Jeloková & Gage (2008)
		<i>Gelis instabilis</i> (Foerster, 1850)	Larva, kokon	Pavlov (1981); Cox (1994); Jeloková & Gallo (2008)
		<i>Itoplectis alternans</i> (Gravenhorst, 1829)	Kokon	Pavlov (1981)
		<i>Itoplectis maculator</i> (Fabricius, 1775)	Kokon	Pavlov (1981); Jeloková & Gallo (2008)
		<i>Lemophagus curtus</i> Townes, 1965	Larva	Dysart et. al (1973); Montgomery & Dewitt (1975); Pavlov (1981); Haynes & Gage (1981); Jeloková & Gallo (2008)
	<i>Scambus annulatus</i> (Kiss, 1924)	Kokon	Pavlov (1981)	
	Mymaridae	<i>Anaphes flavipes</i> (Förster, 1841)	Vajíčko	Anderson & Paschke (1968); Anderson & Paschke (1970); Haynes & Gage (1981); Roberts (2016); Samková et al. (2017); Samková et al. (2020); Triapitsyn et al. (2023)
		<i>Campoptera papaveris</i> Förster, 1856	Vajíčko	Noordijk et. al (2016)
	Pteromalidae	<i>Habrocytus</i> spp. (Walker, 1835)	n/a	Pavlov (1981)
		<i>Pteromalus chrysos</i> Walker, 1836	Vajíčko	Noordijk et. al (2016)
		<i>Pteromalus vibulens</i> (Walker, 1839)	Vajíčko	Pavlov (1981); Jeloková & Gallo (2008); Noordijk et al. (2016)
		<i>Trichomalopsis microptera</i> (Lindeman, 1887)	n/a	Pavlov (1981)

Vosička *A. flavipes*, gregarózní endoparazitoid vajíček, je přirozeně rozšířená po Evropě a po Severní Americe, kam ale byla introdukována se záměrem biologické kontroly a redukce populací *Oulema* spp (Dysart et al. 1973; Maltby et al. 1971). Mimo *Oulema* spp. také parazituje *Lema* spp. a *Crioceris* spp., spadající do čeledi Chrysomelidae. *A. flavipes* je považována významným biologickým agens s potenciálem pro kontrolu populace kohoutků. Ovšem názory některých autorů se liší. Například, Jeloková & Gallo (2008) uvádí, že *A. flavipes* není schopna dostatečné regulace kohoutků pod ekonomický práh škodlivosti a navrhuje zapojení ostatních parazitoidů, k pokrytí celého vývojového spektra škůdce. Haynes

& Gage (1981) předkládají, že *A. flavipes* má vysoký potenciál pro regulaci populace v ročnicích, kdy *Oulema* spp. mají pozdější nástup.

Další studovanou parazitickou vosičkou kohoutků je *T. julius*, která se řadí mezi gregarózní larvalní endoparazitoidy s původním rozšířením v Evropě a pozdějším introdukováním do Severní Ameriky jako bioagens proti *O. melanopus* (Evans et al. 2006; Kher et al. 2024). Ačkoliv jí dříve bylo přisuzováno širší spektrum hostitelů než *Oulema* spp. (Winiarska 1973), Hervet et al. (2016) prokázal pomocí laboratorních tzv. „no-choice“ a „multiple choice“ testů, že parazitují pouze kontrolní *O. melanopus*. Mimo *O. melanopus* jsou také uváděni jako hostitelé *O. gallaeciana* (Jeloková & Gallo 2008). Dospělci parazitují na všech larválních stádiích, kdy usmrcují svého hostitele po jeho zakuklení (Dysart et al. 1973; Haynes & Gage 1981; Kher et al. 2024). Evans et al. (2006) prováděl studii na úroveň parazitismu *T. julius* na *Oulema* spp., kdy došel k závěru, že tato vosička parazitující na larvách dokáže dramaticky snížit populaci škůdců. Pomocí sběru přirozené populace larev brouků stanovil celkovou parazitaci za sezónu, která dosahovala až 37 % v momentu, kdy bylo larev nejvíce. V pozdějších fázích sezóny pak parazitace překračovala i 90 %, kdy to autor připisuje faktu, že docházelo k vylíhnutí další generace vosiček.

3.3.3.2.3 Entomopatogenní mikroorganismy

Mezi přirozené nepřátele se také řadí entomopatogenní mikroorganismy, zahrnující především bakterie, houby a hlístice. Tyto organismy mají na rozdíl od předešlých přirozených nepřátel širší spektrum hostitelů a účinků na populace škůdců, ale i na ostatní hmyz (Shah & Pell 2003).

Z řad bakterií se jedná o čeled' Bacillaceae, kdy jsou zaznamenány jak insekticidní účinky (Meissle et al. 2012; Glare & O'Callaghan 2000), tak repelentní účinky (Koim-Puchowska et al. 2023). Meissle et al. (2012) pozoroval vliv přítomnosti proteinů z napadané kukuřice *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915) na mortalitu larev a dospělců *O. melanopus*. Zatímco u dospělců se neprojevil statisticky významný rozdíl u larev byla mortalita až dvojnásobná na ošetřené kukuřici oproti kontrolním rostlinám. Autor, ale také udává, že mortalita larev byla celkově vysoká na všech stanovištích, což přisuzuje hlavně nevhodnosti kukuřice jako krmné rostliny pro kohoutky. Touto studií je podloženo tvrzení Glare & O'Callaghan (2000) o náchylnosti *O. melanopus* na *B. thuringiensis*. Naopak Buntin et al. (2004) ukazuje využití přípravku Spinosadu a endotoxinu z *B. thuringiensis* na kohoutky, přičemž Spinosad účinně snížil počet larev, zatímco endotoxin z *B. thuringiensis* neměl významný efekt. Koim-Puchowska et al. (2023) udává výsledky o snížení úrovně poškození a kladení vajíček

Oulema spp. na obilninách, které byly ošetřeny roztokem obsahující *Bacillus subtilis* (Cohn, 1872).

Kmen *Nematoda* se řadí mezi běžně využívané biologické agens k redukci populací škůdců. Laznik et al. (2010) testoval účinnost nematod z čeledí *Steinernematidae* a *Heterorhabditidae* v laboratorních pokusech na dospělých jedincích kohoutků, kdy prokázal vysokou mortalitu především způsobenou druhem *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955), která v kontrolovaném prostředí zneškodnila až 100 % dospělců. V navazující studii Laznik et al. (2012) byl tento pokus převeden do polních podmínek pomocí foliární aplikace nematod v aktivním období kohoutků. Výsledkem byl zvýšený výnos na ošetřených plochách oproti plochám kontrolním. Stejným druhům se věnovala i studie Mazurkiewicz et al. (2021), která potvrdila účinnost foliární aplikace roztoku nematod, kdy snížila poškození způsobené larvami až o 44 % oproti kontrolním stanovištím. Kreft et al. (2013) se opět zaměřili na vliv čeledí *Steinernematidae* a *Heterorhabditidae*, kdy byly larvy *O. melanopus* infikovány jednotlivými druhy entomopatogenních nematod a následně pozorovány. Výsledkem byly vysoké úrovně mortality larev přesahující i 80 %, způsobeny hlavně *Heterorhabditis megidis* (Poinar, Jackson & Klein, 1988), *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) a *S. carpocapsae*. Ovšem je nutné zmínit, že se jednalo o laboratorní pokusy, které se od polních podmínek mohou lišit.

Entomopatogenní houby představují druhově velmi početnou skupinu, především pak z oddělení *Zygomycota*, *Ascomycota* a *Deuteromycota*. Jejich schopnost hubit hmyzí hostitele vychází povětšinou ze dvou principů, kdy jsou nějaké druhy oportunními patogeny produkující toxiny, či druhy specializované jako parazity kolonizující tkáň hostitelů. K infekci dochází skrz spory či konidie vyskytující se volně v prostředí (Shah & Pell 2003). Mezi testované entomopatogenní houby na *Oulema* spp. patří druhy z řádů *Pleosporales* a *Hypocreales*, a čeledi *Burenellidae*. Nejzmiňovanější houba s účinkem na kohoutky je *Beauveria bassiana* (Vuillemin), která představuje již běžně využívaný bioagens ke kontrole škůdců (Humber 2016; Velchev et al. 2023) v produktu *Naturalis*, ačkoliv k němu není přiřazovaný účinek na *Oulema* spp. (UKZÚZ 2023). Velchev et al. (2023) uvádí ve svých laboratorních pokusech na účinnost *B. bassiana* na *O. melanopus* při všech testovaných koncentracích roztoku úroveň mortality larev více než 95%, zatímco u dospělců předkládá, že je úroveň mortality závislá na jednotlivých testovacích koncentracích, kdy u nejnižší koncentrace mortalita dosahovala 9,5 % a u nejvyšší koncentrace 94,2 %. Náchylnost k infekci touto houbou u *O. melanopus* zmínil ve své studii již Paschke (1965), ten ovšem uvádí, že patogen výrazně neovlivňuje larvy kohoutků. Zbytek hub (viz Tab. 3) je autory pouze zmiňován bez podložených informací, anebo není dostupná potřebná literatura.

Tabulka 3: Entomopatogeny *Oulema* spp.

Říše	Čeleď	Druh	Autoři
Bacteria	Bacillaceae	<i>Bacillus subtilis</i> Cohn, 1872	Koim-Puchowska et al. (2023)
		<i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner 1915	Meissle et al. (2012); Glare & O'Callaghan (2000)
Fungi	Burenellidae	<i>Vairimorpha hostounskyi</i> Yıldırım 2021	Yıldırım (2021)
	Clavicipitaceae	<i>Metarhizium flavoviride</i> Gams & Rozsypal	Meyling et al. (2011)
	Cordycipitaceae	<i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo.-Criv.) Vuillemin	Paschke (1965); Gallo (2007); Kher et al. (2012); Velchev et al. (2023)
	Cordycipitaceae	<i>Verticillium lecanii</i> (Zimmerman) Zare & Gams	Machowicz-Stefaniak and Miczulski (1985); Kher et al. (2014)
	Nectriaceae	<i>Fusarium</i> spp. Link	Gallo (2007)
	Pleosporaceae	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl. <i>Alternaria tenuis</i> Nees	Machowicz-Stefaniak & Miczulski (1985) Miczulski & Machowicz-Stefaniak (1977)
Rhabditida	Steinernematidae	<i>Steinernema arenarium</i> (Artyukhovsky, 1967)	Kreft et al. (2013)
		<i>Steinernema carpocapsae</i> (Weiser, 1955)	Laznik et al. (2010); Kreft et al. (2013)
		<i>Steinernema feltiae</i> Filipjev, 1934	Laznik et al. (2010); Kreft et al. (2013); Mazurkiewicz et al. (2021)
Strongylida	Heterorhabditidae	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> Poinar, 1976	Laznik et al. (2010); Mazurkiewicz et al. (2021)
		<i>Heterorhabditis megidis</i> Poinar et al., 1988	Kreft et al. (2013)

4 Metodika

Hlavní experiment této práce byl založený na principu tzv. „sentinel prey“. Použití „sentinel prey“ spočívá v manipulaci dostupnosti kořisti či její aktivní předložení s cílem zaznamenání míry ztrát anebo známek po predaci za určitý časový úsek (Howe et al. 2009). Metoda je používána nejen pro měření míry predace bezobratlými predátory, ale i obratlovci (Gossner et al. 2020). Využívaná kořist může být živá (Duan et al. 2011) či umělá (Suzuki & Sakurai 2015). I přes to, že tato metoda často zahrnuje nepřírozené podmínky, jako je zvýšený výskyt kořisti, nepřírozená distribuce a imobilizace kořisti, které mohou zkreslovat reálnou interakci predátor-kořist (Kidd & Jervis 2007), je stále častěji využívána (Lövei & Ferrante 2017) a považuje se za jednoduchý způsob získání přímých kvantitativních dat z polních podmínek (Howe et al. 2009).

V našem experimentu byly využity desky s živými vajíčky kohoutků (*Oulema* spp.). Tyto desky jsme umístili do biopásů a porostů obilnin v pravidelné vzdálenosti od okraje pole, či biopásu (viz kap. 4.2.2). Při vyhodnocení dat jsme se zaměřili na stanovení míry predace vajíček kohoutků.

4.1 Laboratorní chov *Oulema* spp.

Během období od dubna do června jsme pomocí smýkadla (průměr 45 cm) sbírali dospělce *Oulema* spp. na polích s obilninami (pšenice ozimá, ječmen jarní) v blízkosti Praha-Suchdol (GPS 50.1385 N, 14.3695 E) a Police nad Metují (GPS 50.5277 N, 16.2456 E). Police nad Metují byla zvolena z důvodu nižších tamních teplot a pozdějšímu vývoji *Oulema* spp. V laboratoři jsme brouky přesunuli do plastových boxů (20 x 20 x 16 cm), které jsme vyložili filtračním papírem (Obr. 5). Jako potrava sloužily listy obilí, buď pěstované v dřevěných květnících o rozměrech (40 x 80 x 15 cm) v prostorách skleníku FAPPZ (datum setí 9. března 2023; odrůda ječmen KWS Irina; typ substrátu AGRO Substrát pro výsev a množení), nebo později sbírané na stejných lokalitách, kde byli získáni dospělci brouků. Plastové boxy s dospělci kohoutků jsme při 1. a 2. výjezdu uložili do klimaboxů pro zajištění stálých tepelných podmínek (teplota 10 °C; relativní vlhkost 40–60 %), aby se minimalizovalo kladení vajíček. 12 hodin před tvorbou desek jsme boxy přemístili do laboratoře (teplota 23±2 °C; fotoperioda 16:8; relativní vlhkost 40–60 %). Z důvodu dostatku brouků (z lokalit z Police nad Metují) jsme pro 3. a 4. výjezd boxy umístili po celou dobu v laboratoři (teplota 23±2 °C; fotoperioda 16:8; relativní vlhkost 40–60 %). Změna v podmínkách chovu proběhla kvůli porovnání vlivu podmínek na kvalitu vajíčka. Každých 24 hodin jsme uvnitř plastových boxů

měnili potravu a kontrolovali optimální vlhkost. Vajíčka použitá ve všech experimentech pocházela z těchto chovů.



Obrázek 5: Chov *Oulema* spp. v plastových boxech (© Matěj Tmka).

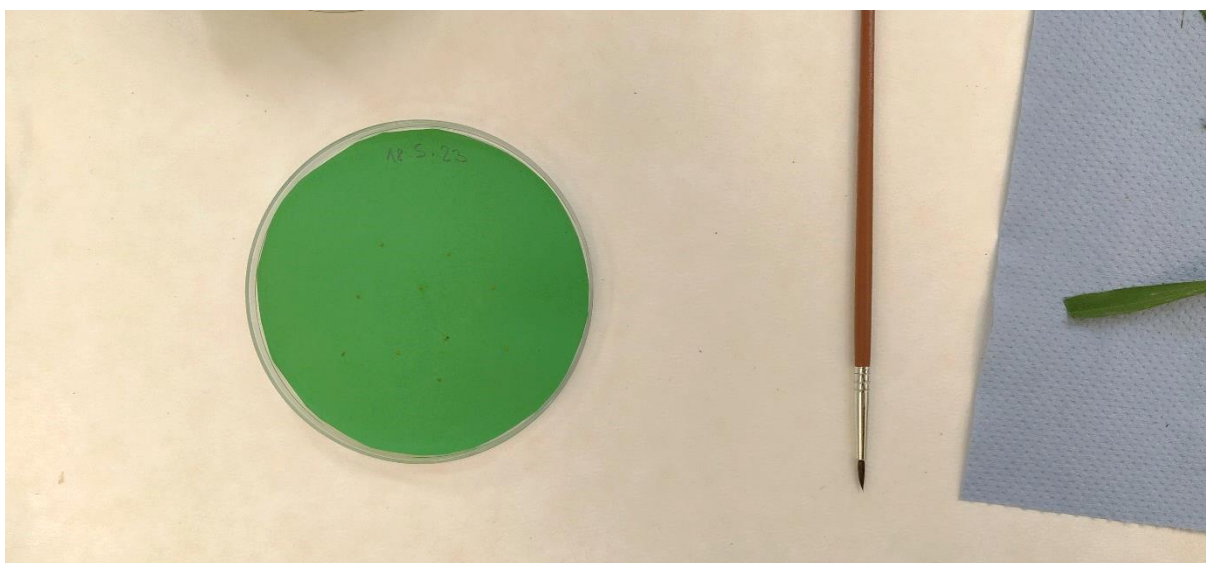
4.2 Hlavní experiment

4.2.1 Příprava desek s vajíčky *Oulema* spp.

Pro hlavní experiment jsme využili vajíčka *Oulema* spp. získaná z laboratorního chovu. Vajíčka jsme exponovali na vytvořených deskách, tzn. Petriho miskách s papírovým podkladem (Obr. 6), které jsme vytvářeli vždy maximálně 24 hodin před expozicí. Celkem jsme vytvořili 800 desek, pro které bylo použito 6 000 vajíček.

Z laboratorního chovu jsme odebrali listy obilí, na kterých byla nakladena vajíčka kohoutků ne starší než 24 hodin. Pomocí štětečků jsme odebrali vajíčka z listů a rovnoměrně je rozmístili na papírovém podkladu v Petriho misce (10 vajíček/1 deska pro první dva výjezdy; 5 vajíček/1 deska na poslední dva výjezdy). Podklad jsme přidávali do Petriho misek s úmyslem minimalizovat možné odlesky, které by mohly ovlivnit výsledky. Pro první dva výjezdy tvořil podklad zelený papír, pro zbylé dva byl podkladem filtrační papír. Vhodnost obou podkladů jsme ověřili v kontrolních testech zaměřených na zjištění míry líhnivosti larev kohoutků (viz kap 4.4.2). Přílnavost vajíček na podkladu byla zajištěna pomocí přirozeně se vyskytujícího obalu z výkalů naneseného na povrch vajíček kladoucí samičkou (Wellso & Hoxie 1988), jehož účinnost jsme také testovali v kontrolních laboratorních pokusech (viz kap 4.4.1). Po umístění vajíček na desku jsme každé vajíčko zkontrolovali pomocí stereomikroskopu Leica Zoom 2000 či Nikon SMZ745T, abychom zjistili, zda nedošlo k mechanickému poškození. Pokud ano, vajíčko jsme odebrali a nahradili novým. Hotové desky jsme uskladnili v laboratorních podmínkách (teplota 23 ± 2 °C; fotoperioda 16:8; relativní vlhkost 40–60 %). Před každým

výjezdem jsme náhodně vybrali 50 misek a zkontrolovali, zda jsou vajíčka v pořádku opět pomocí stereomikroskopu Leica Zoom 2000 nebo Nikon SMZ745T.



Obrázek 6: Vytvořená deska s vajíčky *Oulema* spp (© Matěj Tmka).

4.2.2 Popis lokality

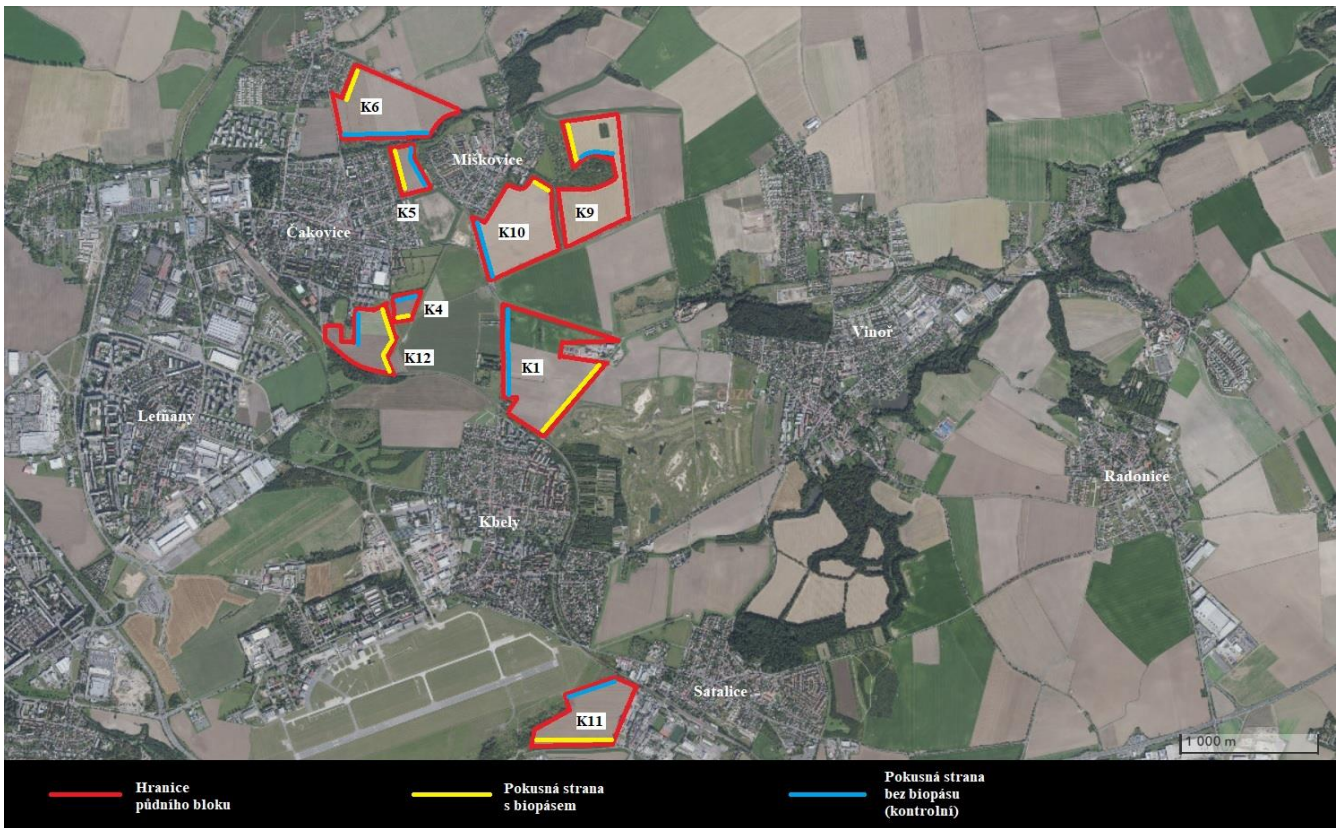
Terénní experiment probíhal na pozemcích společnosti VIN Agro s.r.o. Praha Vinoř během května až června 2023. Podnik disponuje 12 pokusnými poli, přičemž pro náš experiment byla využita pouze obilná pole s označením K1, K4, K5, K6, K9, K10, K11 a K12 tato označení jsou použita dále v textu (Obr. 8). Typ pěstované plodiny a veškeré agrotechnické zásahy na daných pozemcích jsou uvedeny v Tab. 19. Na podzim roku 2020 a na jaře roku 2021 společnost VIN Agro s.r.o. vysela na svých polích celkem 60 ha biopásů. Podzimní termín výsevu byl 15.–16. září 2020 a jarní termín výsevu probíhal v 8.–9. dubna 2021. Biopásy byly vysévané na okrajích polí v šířce 24 m. Biopásy u polí K9 a K10 byly osety certifikovanou směsí „Nektarodárný biopás“. Zbytek zde zahrnutých polí bylo oseto směsí s 60% podílem certifikované směsí „Nektarodárných biopás“ a 40% podílem namíchané travní směsí obohacené o další druhy dvouděložných nektarodárných rostlin (viz Tab. 18).



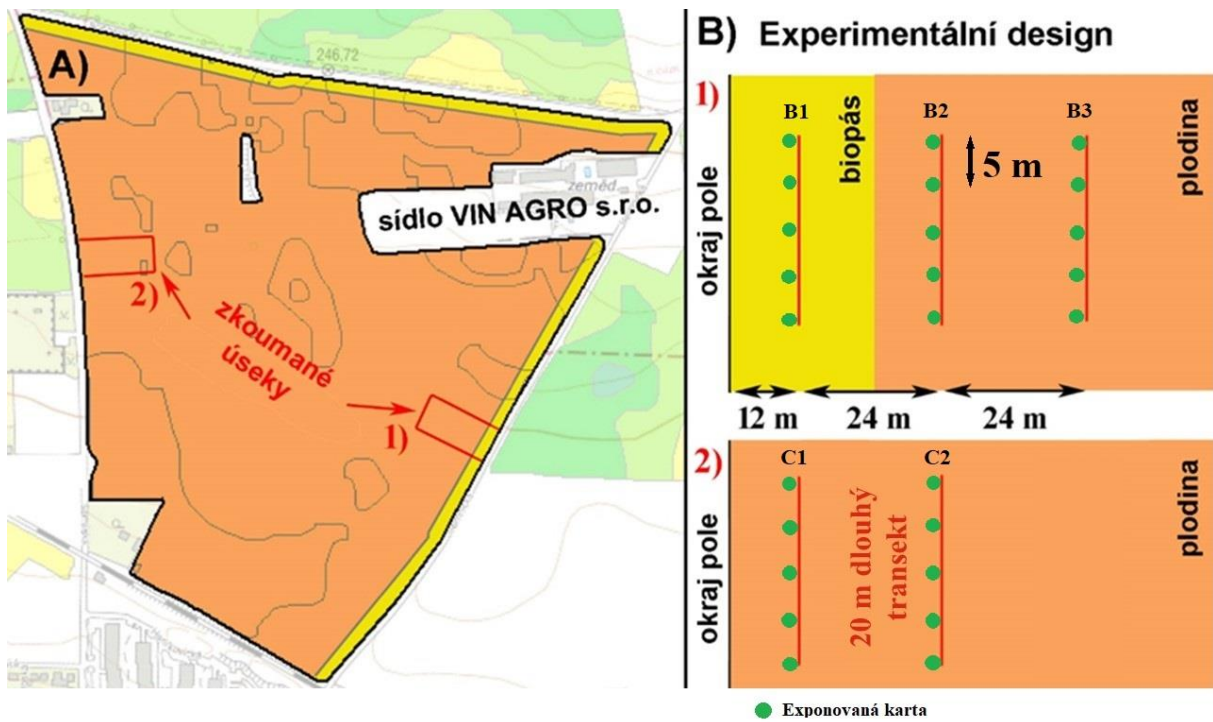
Obrázek 7: Ilustrativní foto biopásu na lokalitě K10 (GPS 50.1562 N, 14.5479 E) (© Matěj Trmka).

4.2.3 Design terénního experimentu

Každé z osmi polí jsme rozdělili na pokusnou a kontrolní část s celkem 5 transektů. Tento design je používán ve všech projektech, které na lokalitách probíhají. Tyto dvě části byly na daném poli vždy umístěny proti sobě, s výjimkou lokality K9 z důvodu špatné přístupnosti. Pokusná část představovala pole, po jehož okraji byl vyset biopás, oproti tomu kontrolní část byla přirozeně ohraničena (Obr. 8). Podélně s okrajem pole jsme vytyčili celkem pět transektů, přičemž 3 byly umístěny na okraji pole s biopásem a zbylé 2 kontrolní na okraji bez biopásu. Každý transekt byl celkem 20 m dlouhý. Jednotlivé transektů byly označeny podle přítomnosti biopásu (jako B) či jako kontrola (C) a dále podle vzdálenosti od okraje pole, kdy transekt uprostřed biopásu širokého 24 m, tudíž 12 m od okraje pole je označen jako B1, transekt vzdálený od biopásu 12 m jako B2 a vzdálený 36 m jako B3. Na kontrolní části pole jsou transektů vzdálené 12 m od okraje pole C1 a vzdálené 36 m C2 (Obr. 9). Pro úplnou identifikaci bylo označení spojeno s identifikačním číslem pole. Například označení „K1B1“ představovalo umístění desky 12 m od okraje, tedy uprostřed biopásu na poli číslo 1.



Obrázek 8: Mapa polí využitých pro hlavní experiment (ČÚZK 2024, upraveno).



Obrázek 9: Experimentální design jednotlivých transektů (ČÚZK 2024, upraveno).

4.2.4 Expozice desek s vajíčky *Oulema* spp.

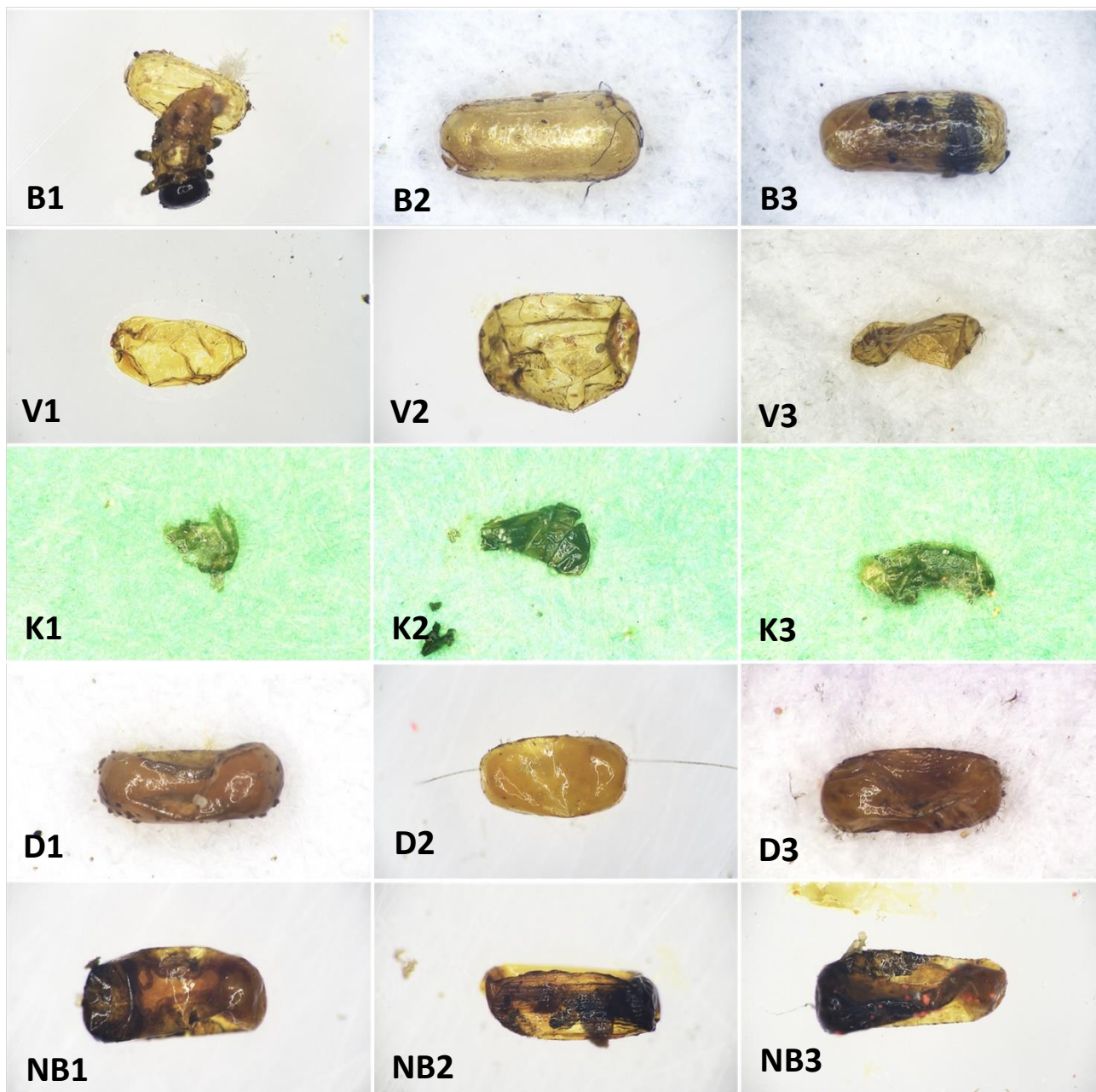
Desky jsme exponovali v rámci čtyř výjezdů, které se opakovaly po 14 dnech, v datu od 10. 5. do 23. 6. 2023. Všechny výjezdy se časově pohybovaly přibližně od 7h do 17h. Na každý transekt jsme exponovali 5 desek, každou po 10 vajíčkách na prvních dvou výjezdech a po 5 vajíčkách na posledních dvou, což představuje celkové množství 6 000 exponovaných vajíček.

Po příjezdu (cca v 8h) na příslušné pole jsme desky s vajíčky připevnili do porostu pomocí dřevěných kolíčků v odpovídající výšce, aby se zabránilo kontaktu s povrchem země a zároveň aby byla deska chráněna před přímým slunečním zářením. Výška umístění desek se přirozeně lišila u jařinných a ozimých obilnin a v závislosti na pořadí výjezdu. Každou z exponovaných desek jsme označili datem a názvem desky, skládajícího se z ID transektu a ID pole (např. K1B1; 10.5.2023).

4.2.5 Sběr a vyhodnocování desek

Po uplynutí 24 hodin od expozice jsme desky posbírali a převezli do laboratoří FAPPZ ČZU, kde byla vajíčka uchovávána ve stálém prostředí (teplota 23 ± 2 °C; relativní vlhkost 40–60 %; fotoperioda 16:8). Ihned po přivezení desek z terénu jsme vyhodnotili míru predace pomocí stereomikroskopu Leica ZOOM 2000. Nadále po dobu 8 dní od sběru desek jsme nechali vajíčka umístěna v laboratoři. Během toho proběhly dvě kontroly po 4 a 8 dnech, kdy jsme vajíčka pozorovali pomocí binolupy Leica ZOOM 2000 a rozřazovali je do jednotlivých kategorií.

Míry predace a líhnivosti vajíček kohoutků byly stanoveny pomocí šesti kategorií: 1) B - vajíčko, ze kterého se úspěšně vylíhnula larva *Oulema* spp.; 2) Ch - chybějící vajíčko; 3) V - zpredované vajíčko pomocí predátora s bodavě-sacím ústním ústrojí; 4) K - zpredované vajíčko pomocí predátora s kousacím ústním ústrojí; 5) D - vajíčko bez viditelné formace larvy kohoutka a 6) NB - úspěšná formace larvy kohoutka s nedokončeným vývojem. Jednotlivé kategorie jsme zaznamenali pomocí digitálního mikroskopu (HIROX MXB 2016Z) (Obr. 10).



Obrázek 10: Stanovení míry predace a líhnivosti vajíček *Oulema* spp. na základě kategorií: B1 – B3 (úspěšně dokončený vývoj kohoutka); V1 – V3 (zpredované vajíčko, bodavě-savé ústní ústrojí predátora); K1 – K3 (zpredované vajíčko, kousací ústní ústrojí predátora); D1 – D3 (vajíčko bez formace larvy kohoutka) a NB1 – NB3 (viditelná formace larvy kohoutka s nedokončeným vývojem) (© Matěj Tmka).

4.3 Stanovení velikosti přirozené populace *Oulema* spp. na obilných polích

Současně s expozicí desek jsme během čtyř výjezdů zjišťovali velikost přirozené populace kohoutků. Pro stanovení velikosti populace kohoutků jsme zvolili tyto faktory: 1) sběr vajíček po dobu 5 min/ transekt; 2) počet vajíček a larev pro 2x 2 náhodně vybrané rostliny/transekt a 3) počet dospělců z 18 smyků/transekt. Veškerá sesbíraná vajíčka byla

odvezena do laboratoře FAPPZ ČZU, uskladněna a vyhodnocena pomocí metodiky uvedené v kap. 4.2.5.

Dospělce kohoutků jsme také odváželi do laboratoře pro zjištění druhového spektra. Po jejich usmrcení pomocí 96% etanolu docházelo k pitvě a druhové determinaci dle metodiky Bezděk & Baselga (2015).

4.4 Kontrolní laboratorní experimenty

Kontrolní pokusy jsme zakládali na podpoření dosažených výsledků a ověření vhodných podmínek pro skladování živočišného materiálu. Po zjištění přítomnosti hub vytvářejících spory, konidie a mycelia na exponovaných vajíčkách, a to obzvláště ve 3. a 4. výjezdu, byly navrženy doplňující experimenty. Tyto experimenty jsme zakládali s izolovaným roztokem hub vytvořeným z inkubované populace získané z infikovaných vajíček.

4.4.1 Přílnavost vajíček *Oulema* spp. na deskách

Pro podepření metodiky expozice vajíček jsme provedli pokusy zjišťující míru opadu vajíček z podkladu desek, Celkem jsme založili 8 desek (4 s podkladem filtračního papíru, 4 s povrchem Petriho misky), každá po 10 vajíčkách, které byly 24 hodin uloženy v laboratorních podmínkách. Poté došlo k expozici na 48 hodin v laboratorních podmínkách (teplota 23 ± 2 °C; fotoperioda 16:8; relativní vlhkost 40–60 %). Po sebrání desek byl zaznamenán počet spadlých vajíček.

4.4.2 Míra líhnivosti larev *Oulema* spp.

Pro kontrolu vhodnosti vajíček pro hlavní experiment jsme založili pokus zjišťující míru líhnivosti larev *Oulema* spp. Vajíčka od laboratorně chovaných brouků byla umístěna na čtyři typy substrátu: 1) ječmen jarní; 2) filtrační papír; 3) zelený papír a 4) toaletní papír (n = 30 pro každý typ). Vajíčka byla uložena za stálých laboratorních podmínek (teplota 23 ± 2 °C; fotoperioda 16:8; relativní vlhkost 40–60 %) a po dobu osmi dní byla zaznamenávána míra líhnivosti larev kouhoutků.

4.4.3 Predace vajíček *Oulema* spp.

Do každé z Petriho misek (n = 30) jsme umístili 1 zástupce slunéčka sedmítečného (*C. septempunctata*) (n = 10), *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (n = 10) a *Tettigonia viridissima* (Linnaeus, 1758) (n = 10), které jsme nasmýkali v oblastech Praha-Suchdol (GPS 50.1385 N, 14.3695 E). Predátoři byli vybráni na základě předešlých studií (viz. Tab. 1)

a vlastního pozorování. Každý predátor měl k dispozici 3 neparazitovaná a 3 parazitovaná (pomocí *A. flavipes*) vajíčka *Oulema* spp. po dobu 4h. Po uplynutí tohoto času jsme vyhodnotili míry predace, tzn. počtu zpredovaných vajíček.

4.4.4 Výskyt mikroskopických hub na vajíčkách *Oulema* spp.

Po zjištění výskytu mikroskopických hub na povrchu vajíček (3. výjezd, datum 7.6.2023) jsme navrhli kontrolní laboratorní pokusy k zjištění případného vlivu mikroskopických hub na *Oulema* spp.



Obrázek 11: Konidie mikroskopických hub přichycené na povrchu vajíček *Oulema* spp (©Matěj Trmka).

4.4.4.1 Abundance mikroskopických hub

Abundanci mikroskopických hub vyskytujících se na jednotlivých transektech jsme vyhodnotili pomocí uchycených konidií na povrchu exponovaných desek na 3. a 4 výjezdu. Povrch desek byl zachycen pomocí digitálního mikroskopu (HIROX MXB 2016Z) 8 dní po jejich exponaci. Ze snímků jsme následně vypočítali množství konidií na 37 mm²/desku.

4.4.4.2 Zjištění druhového spektra mikroskopických hub

Pro zjištění druhového spektra mikroskopických hub jsme odebrali spory z: 1) z povrchu vajíček s úspěšně vylíhlou larvou kohoutka; 2) z povrchu vajíček, ve kterých nedošlo k formaci larvy kohoutka a 3) z povrchu Petriho misky. Odebrané vzorky byly v laboratoři mykologie KOR kultivovány na PDA (Potato dextrose agar) mediu při laboratorní teplotě (teplota

23±2 °C). Po nárůstu mycelia bylo pomocí sterilní jehly odebráno cca 1 mg mycelia, a to bylo umístěno do pufru umožňující aplikaci metody přímé amplifikace cílových DNA bez její předchozí izolace. Pro amplifikaci byl využit kit (Phire Plant Direct PCR Master Mix) a bylo postupováno podle přiloženého návodu. Pro amplifikaci byl optimalizován program: 98 °C 5 min., 98 °C 5 s., 53 °C 5 s., 72 °C 30s., od kroku 2 40krát, 72 °C 2 min. Pro amplifikaci byly použity primery ITS1 a ITS4 (White et al., 1990). Po amplifikaci byly produkty amplifikace separovány po dobu jedné hodiny na 1% agarózovém gelu pro 82 V, amplikony pak byly vyříznuty z gelu a purifikovány pomocí GeneJET PCR Purification Kit. Takto připravené fragmenty byly sekvenovány (EuroFins (<https://www.eurofins.cz/>)). Z každého vzorku byly provedeny 3 sekvenace a to z obou stran, pro přípravu konsenzuálních sekvencí bylo využito programu DNA Dragon. Získané sekvence byly vloženy do algoritmu BLAST, a na základě výsledků byly s větší či menší mírou spolehlivosti determinovány odizolované houby.

4.4.4.3 Míra líhivosti larev *Oulema* spp. po infikaci houbou *Mucor* sp.

V 10 Petriho miskách jsme infikovali 3 vajíčka pomocí 0,25 ml roztoku ($5,42 \times 10^4 \times \text{ml}^{-1}$) na 1 vajíčko získaného z entomopatogenních hub rodu *Mucor*. Tato houba byla získána stěry z infikovaných vajíček a Petriho misek ze 3. výjezdu. V mykologické laboratoři KOR byla vytvořena čistá kultura této houby, s rodovou determinací pomocí molekulárních metod (viz kap. 1.4.4.2.). Jako kontrolu jsme použili 10 Petriho misek, každou se 3 neinfikovanými vajíčky, na která byla aplikováno 0,25 ml vody/na 1 vajíčko. Po uplynutí 8 dní s průběžnou kontrolou byla zaznamenána míra líhivosti larev kohoutků u obou kategorií.

4.5 Zpracování dat

Statistické analýzy jsme provedli ve statistickém softwaru R verze 4.2.2 (R Core Team 2023), přičemž jsme využili několik specializovaných balíčků pro usnadnění robustního modelování a interpretace. Využité balíčky zahrnovaly lme4 (Bates et al. 2015), dplyr (Wickham et al. 2023), glmmTMB (Brooks et al. 2017), multcomp (Hothorn et al. 2008), emmeans (Lenth 2023), ggeffects (Lüdecke 2018) a performance (Lüdecke et al. 2021). Tyto balíčky nabízejí komplexní soubor nástrojů pro provádění pokročilých statistických analýz, zajišťující platnost a spolehlivost získaných výsledků.

Pro zkoumání faktorů ovlivňujících míry predace a počet vajec v různých kategoriích byly použity generalizované lineární smíšené modely (GLMM). GLMM jsou zvláště vhodné pro analýzu dat s komplexními hierarchickými strukturami a nenormálními rozděleními chyb, což je ideální pro řešení vícerozměrné povahy ekologických dat (Harrison et al. 2018).

Vzhledem k binární povaze závislých proměnných (např. predace a počet vajec) bylo v rámci GLMM specifikováno binomické rozdělení chyb s logitovou linkovou funkcí. Tento modelovací přístup je přizpůsoben pro analýzu binárních výsledků, poskytující flexibilní a robustní rámec pro analýzu kategoriálních dat. Zahrnutím logitové linkové funkce GLMM efektivně modelují logaritmické šance pravděpodobnosti úspěchu (např. výskyt predace) jako lineární kombinaci prediktorů, což umožňuje snadnou interpretaci výsledků.

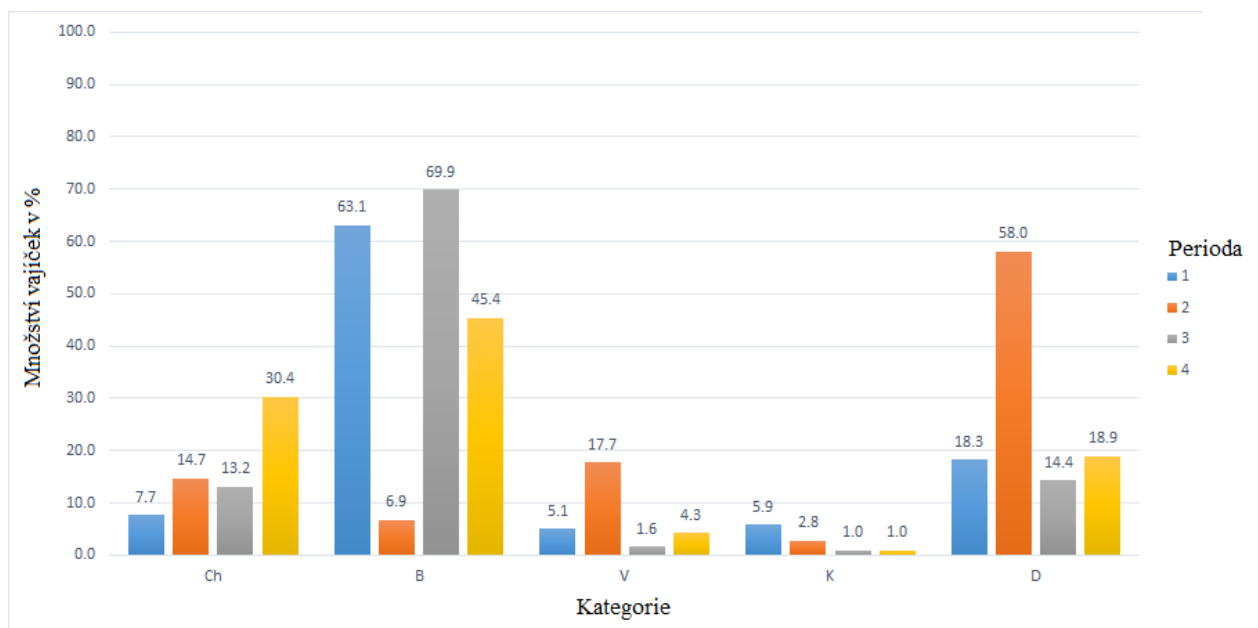
Všechny modely byly podrobeny důkladným diagnostickým kontrolám, aby se zajistila platnost předpokladů statistických analýz. Konkrétně byly provedeny testy pro heterogenitu a normalitu rozdělení dat pomocí balíčku DHARMA (Hartig 2022). Tyto diagnostické postupy jsou nezbytné pro posouzení vhodnosti zvoleného statistického modelu a detekci potenciálních porušení jeho základních předpokladů. Systematickým hodnocením přizpůsobení modelu pozorovaným datům lze identifikovat a řešit případné rozdíly nebo anomálie, čímž se zvyšuje spolehlivost a platnost provedených statistických analýz.

5 Výsledky

5.1 Hlavní experiment

V hlavním experimentu jsme analyzovali míru predace vajíček kohoutků (*Oulema* spp.) v jednotlivých kategoriích (Obr. 11) v souvislosti s našimi hypotézami:

- 1) Míra líhnivosti vajíček kohoutků (*Oulema* spp.) na uměle exponovaných deskách je nižší na lokalitách s biopásy ve srovnání s lokalitami bez biopásů.
- 2) Míra predace vajíček kohoutků (*Oulema* spp.) na uměle exponovaných deskách je vyšší na lokalitách s biopásy ve srovnání s lokalitami bez biopásů.
- 3) Přirozená populace kohoutků (*Oulema* spp.) je nižší na lokalitách s biopásy ve srovnání s lokalitami bez biopásů.
- 4) Druhové spektrum kohoutků (*Oulema* spp.) je vyšší na lokalitách s biopásy ve srovnání s lokalitami bez biopásů.



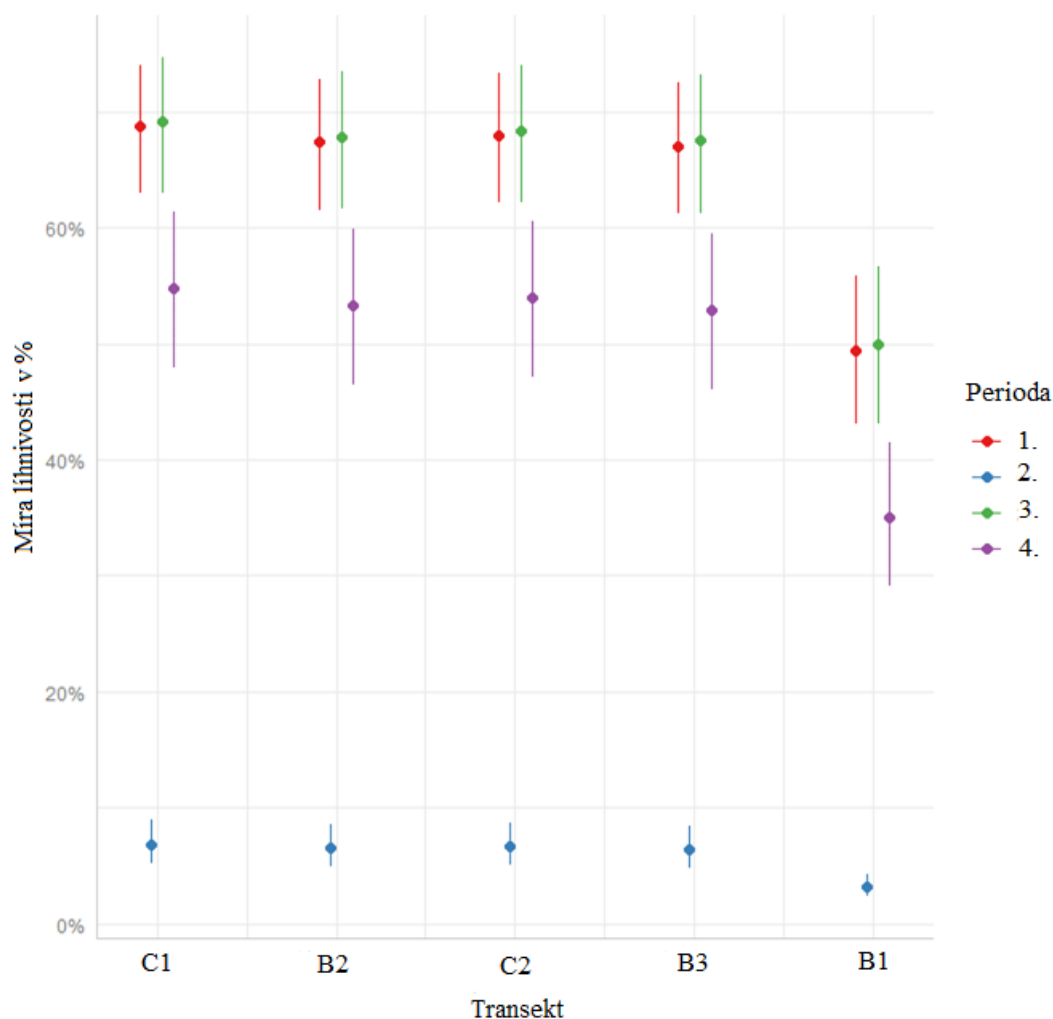
Obrázek 12: Procentuální zastoupení jednotlivých kategorií vajíček *Oulema* spp. (Ch = chybějící; B = vylíhnutý brouk; V = zpredované bodavě-sacím ústrojím; K = zpredované kousacím ústrojím; D = nevylíhnutý brouk) v rozdílných periodách.

5.1.1 Úroveň líhnivosti *Oulema* spp.

Při testování naší první hypotézy jsme analyzovali počet vylíhnutých brouků, tedy kategorii B (n = 2 548). Ukázalo se, že na transektu uvnitř biopásu (B1) je mnohem nižší úroveň

líhivosti *Oulema* spp. ve srovnání s ostatními transektů (p < 0,0001) na daném poli. Tento trend byl stejný pro všechny lokality (viz Tab. 4)

Z hlediska porovnání míry líhivosti mezi jednotlivými periodami bez ohledu na pozici transektu se dosahuje nejnižší hodnoty v 2. periodě (p < 0,0001). Nižší úroveň líhivosti v porovnání s 1. a 3. periodou, kde jsou výsledky podobné (p = 0,9943), dosahuje také 4. perioda (p < 0,0001).



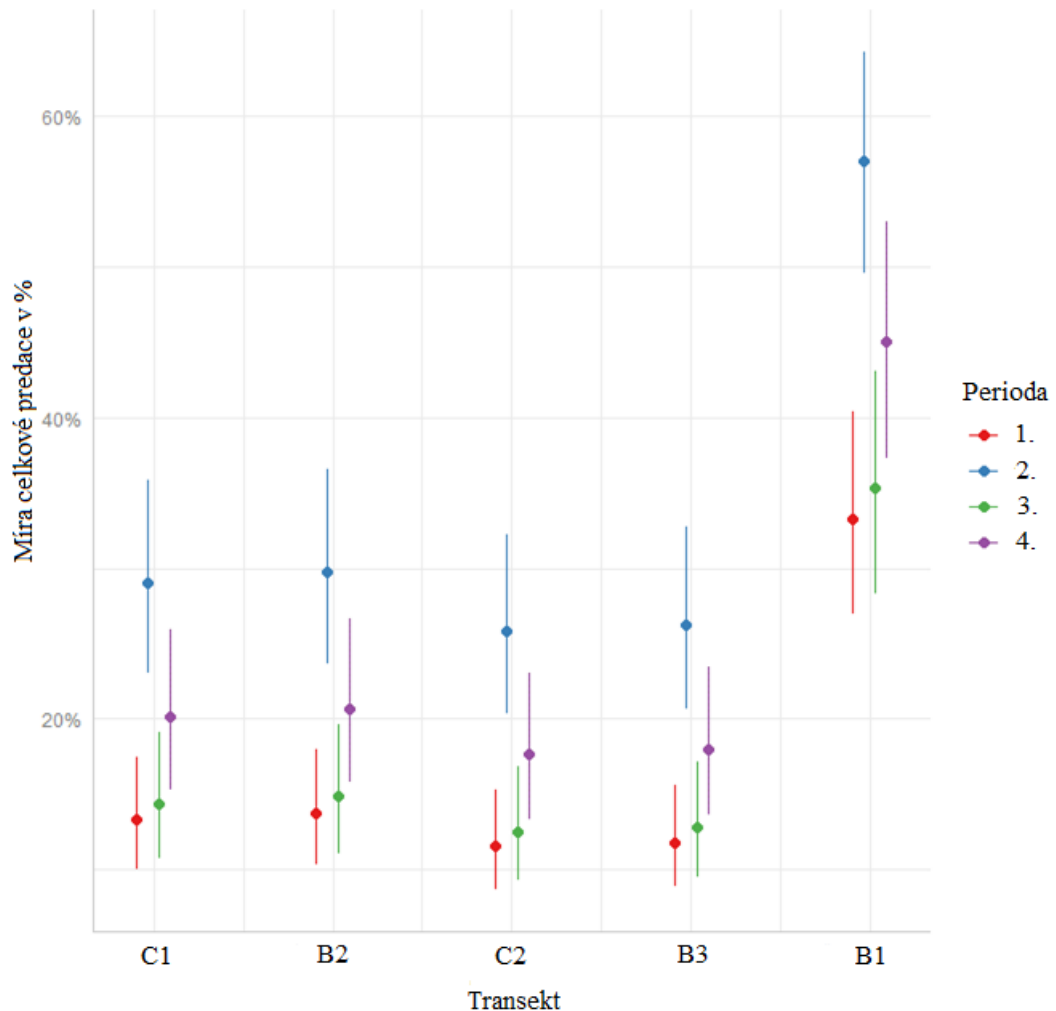
Obrázek 13: Graf znázorňující úroveň líhivosti v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.

5.1.2 Úroveň predace vajíček

Při analýze míry predace vajíček *Oulema* spp. jsme zařadili vajíčka kategorie K (n = 207), V (n = 560) a Ch (n = 767) jako zpredované. Z hlediska pozice transektu byla nejvyšší predace vždy v transektu lokalizovaném uvnitř biopásu, tedy B1 (p < 0,0001). Míra predace měla tendenci být vyšší u transektů s biopásem (B2, B3) než u kontrolních transektů

(C1, C2) ve stejných vzdálenostech od okraje pole. Rozdíly ovšem nebyly statisticky významné (viz Tab. 4).

Jednoznačně nejvyšší míra predace byla zaznamenána ve 2. periodě ($p < 0,0001$), nižší pak ve 4. periodě. Hodnoty v 1. a 3. periodě byly vyrovnané ($p = 0,8522$). Jednotlivé kategorie jsou zhodnoceny v navazujících kapitolách.



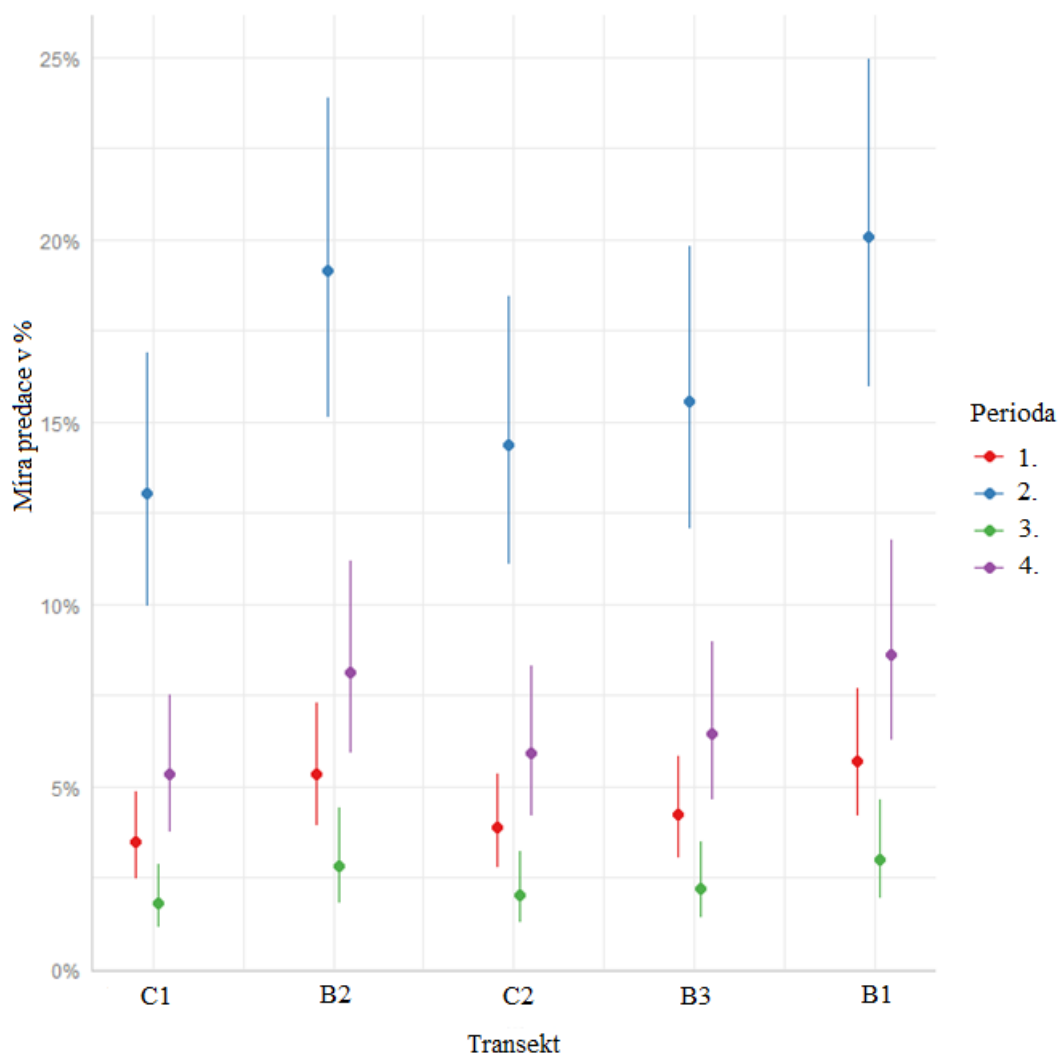
Obrázek 14: Graf znázorňující úroveň celkové míry predace v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.

5.1.2.1 Predace vajíček predátory s bodavě-sacím ústním ústrojím

Predace vajíček *Oulema* spp. predátory s bodavě-sacím ústním ústrojím, která byla reprezentována kategorií V ($n = 560$), měla tendenci být vyšší v transektech uvnitř biopásu a v jeho blízkosti (B1, B2, B3), ale výsledek nebyl statisticky průkazný (viz Tab. 4). Hodnoty na transektech B1 a B2 se statisticky průkazně lišily pouze od hodnot na transektu C1 ($p = 0,03$; $p = 0,0136$), ve kterém byla nejnižší úroveň predace predátory s bodavě-sacím ústním ústrojím.

Nejvyšší aktivita predátorů s bodavě-sacím ústním ústrojím proběhla v 2. periodě ($p < 0,0001$). Oproti tomu nejnižší míra predace byla ve 3. periodě, u níž není statisticky

významný rozdíl s 1. periodou ($p = 0,1209$), ale je se 4. periodou ($p = 0,0004$). Ovšem u 1. a 4. periody nevychází statisticky významný rozdíl mezi hodnotami ($p = 0,0785$).

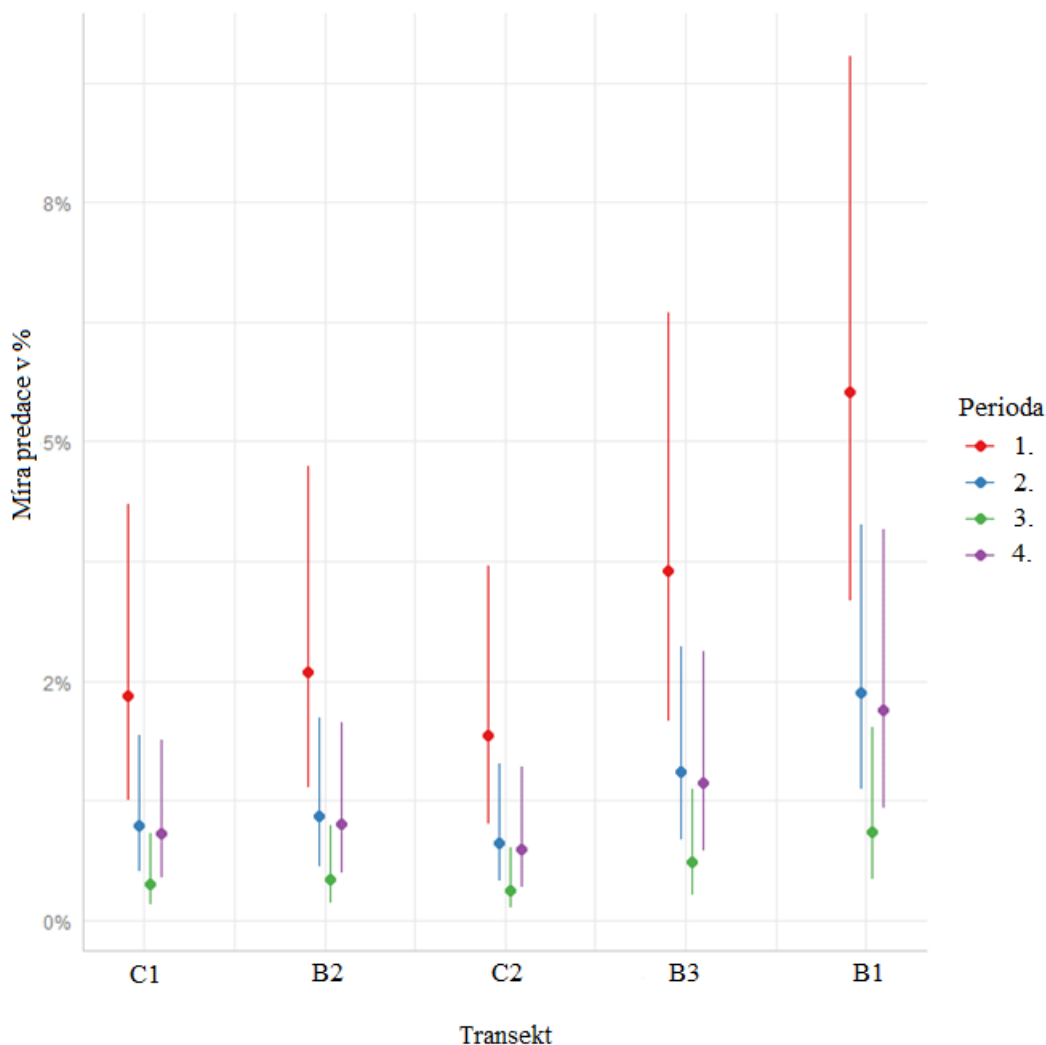


Obrázek 15: Graf znázorňující míru predace vajíček *Oulema* spp. predátory s bodavě-sacím ústrojím v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.

5.1.2.2 Predace vajíček predátory s kousacím ústním ústrojím

Výsledky u kategorie K ($n = 207$; predace predátory s kousacím ústním ústrojím) mají tendenci být u všech transektů podobné. Statisticky významný rozdíl byl nalezen pouze mezi mírou predace na transektu B1 a kontrolními transektu C1 a C2 ($p = 0,0389$; $p = 0,0096$).

Při porovnání míry predace mezi jednotlivými predátory nebyl nalezen statisticky významný rozdíl s výjimkou srovnání 1. periody s ostatními ($p < 0,0001$, viz Tab. 4).

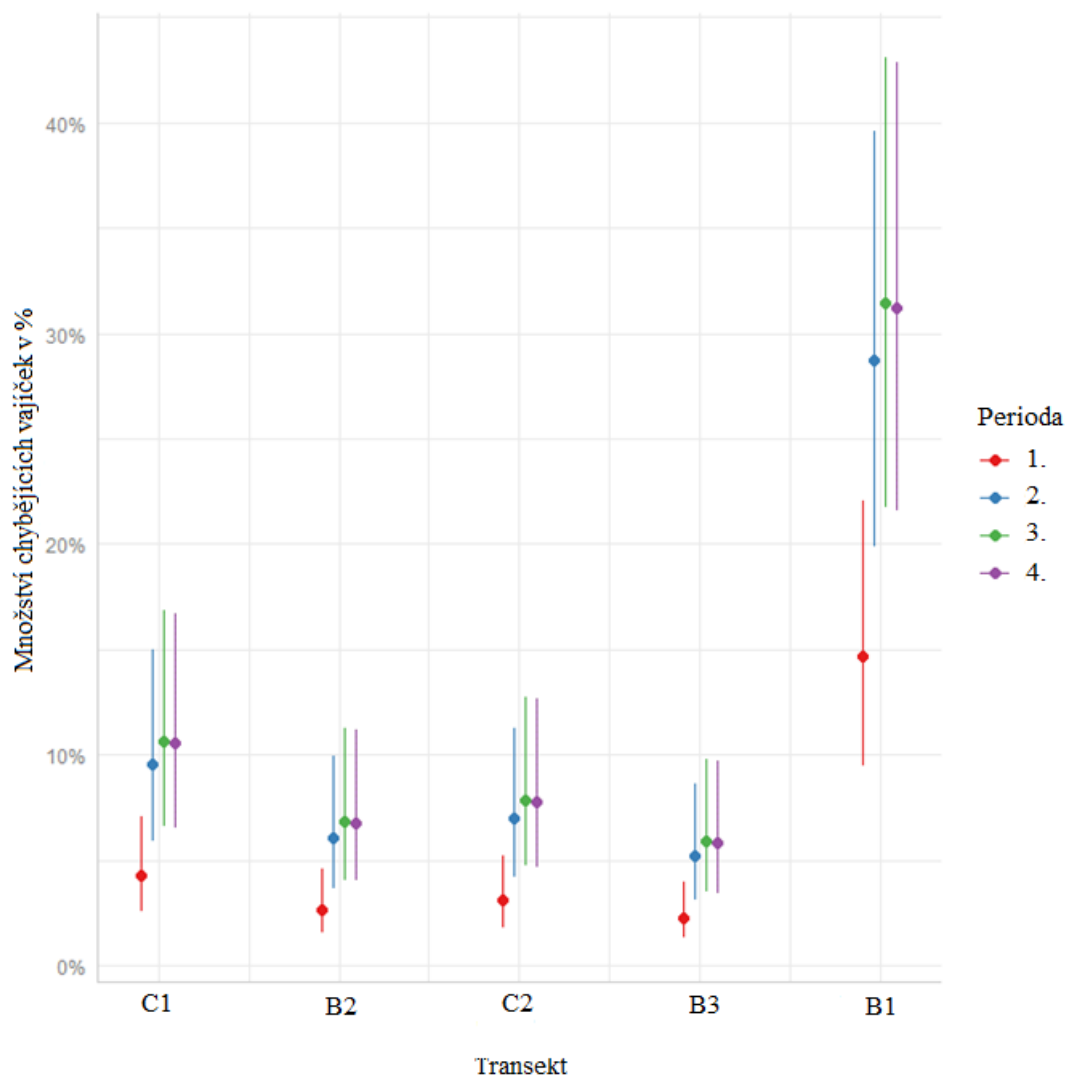


Obrázek 16: Graf znázorňující úroveň predace kousacím ústrojím v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.

5.1.2.3 Chybějící vajíčka

Chybějící vajíčka, kategorie Ch ($n = 767$) byla vyhodnocena jako zpredovaná. Nejvyšší hodnoty chybějících vajíček byly zaznamenány na transektu B1, které se od nabytých hodnot na ostatních transektech statisticky lišily ($p < 0,0001$). Nejnižší hodnoty chybějících vajíček se vyskytovaly na transektech B2 a B3, které se lišily od hodnot na C1 ($p = 0,0239$; $p = 0,0008$), kde byly ztráty nejvyšší.

Z hlediska jednotlivých period, byl nalezen statisticky průkazný rozdíl, a to nejvyšší počet chybějících vajíček u 1. periody v porovnání s ostatními periodami ($p < 0,0001$). Při srovnání počtu chybějících vajíček u ostatních period nebyl nalezen statisticky významný rozdíl (viz Tab. 4)

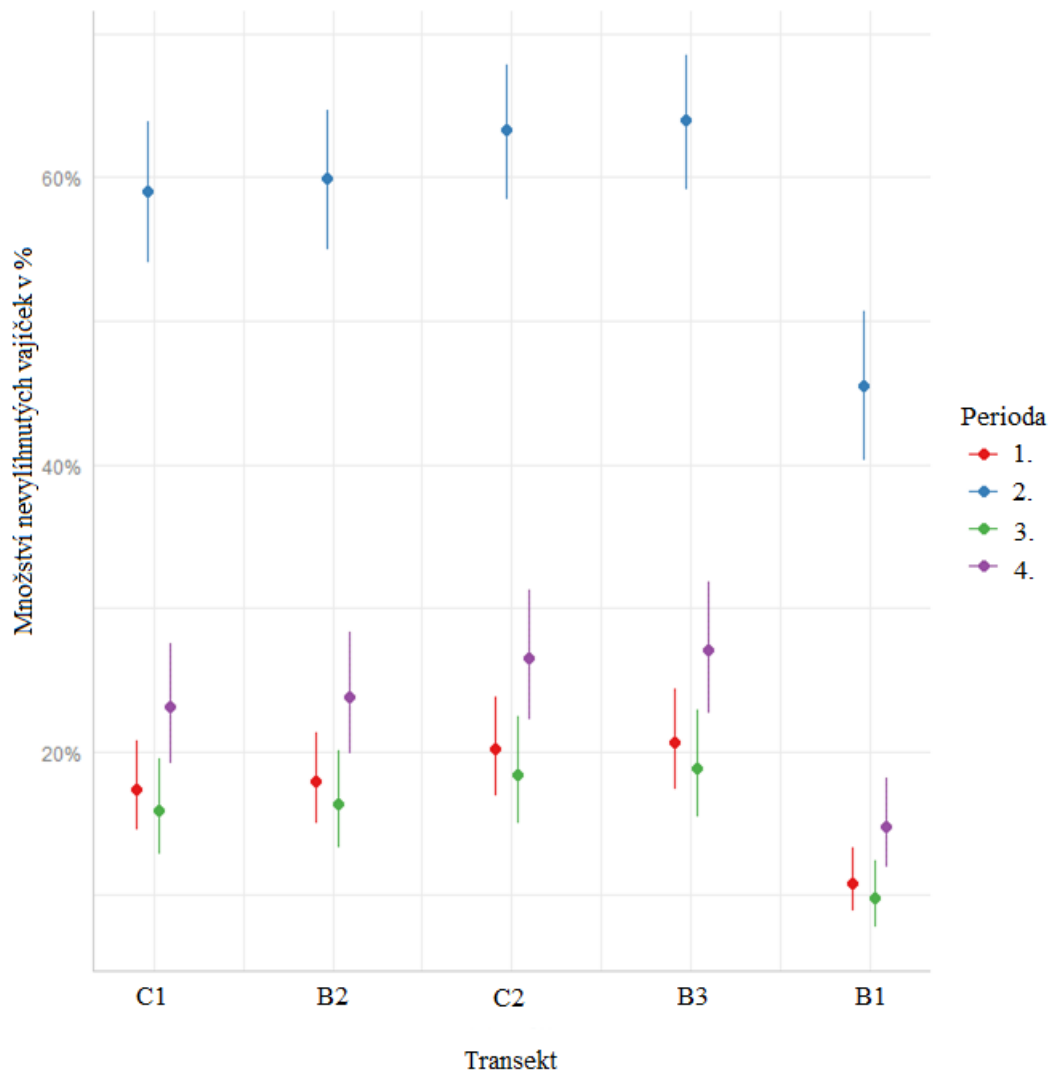


Obrázek 17: Graf znázorňující množství chybějících vajíček v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.

5.1.3 Nevylihnutá vajíčka

Další z hodnocených kategorií D ($n = 1\,931$) zahrnovala vajíčka, ve kterých jedinci *Oulema* spp. nedokončili larvální vývoj, i přesto, že vajíčka nevykazovala známky poškození. Nejnižší míra těchto vajíček byla v transektu B1 ($p < 0,0001$), zatímco ostatní transekty nabývaly podobných hodnot a není mezi nimi statisticky významný rozdíl (viz Tab. 4).

V periodách byla nejvyšší úroveň výskytu těchto vajíček v 2. periodě ($p < 0,0001$), nejnižší pak v 1. a 3. periodě ve srovnání se 4. ($p = 0,0029$; $p = 0,0007$).



Obrázek 18: Graf znázorňující úroveň nevyklínutých vajíček v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.

Tabulka 4: Souhrnná tabulka pro hlavní experiment s hodnotami pro jednotlivé kategorie.

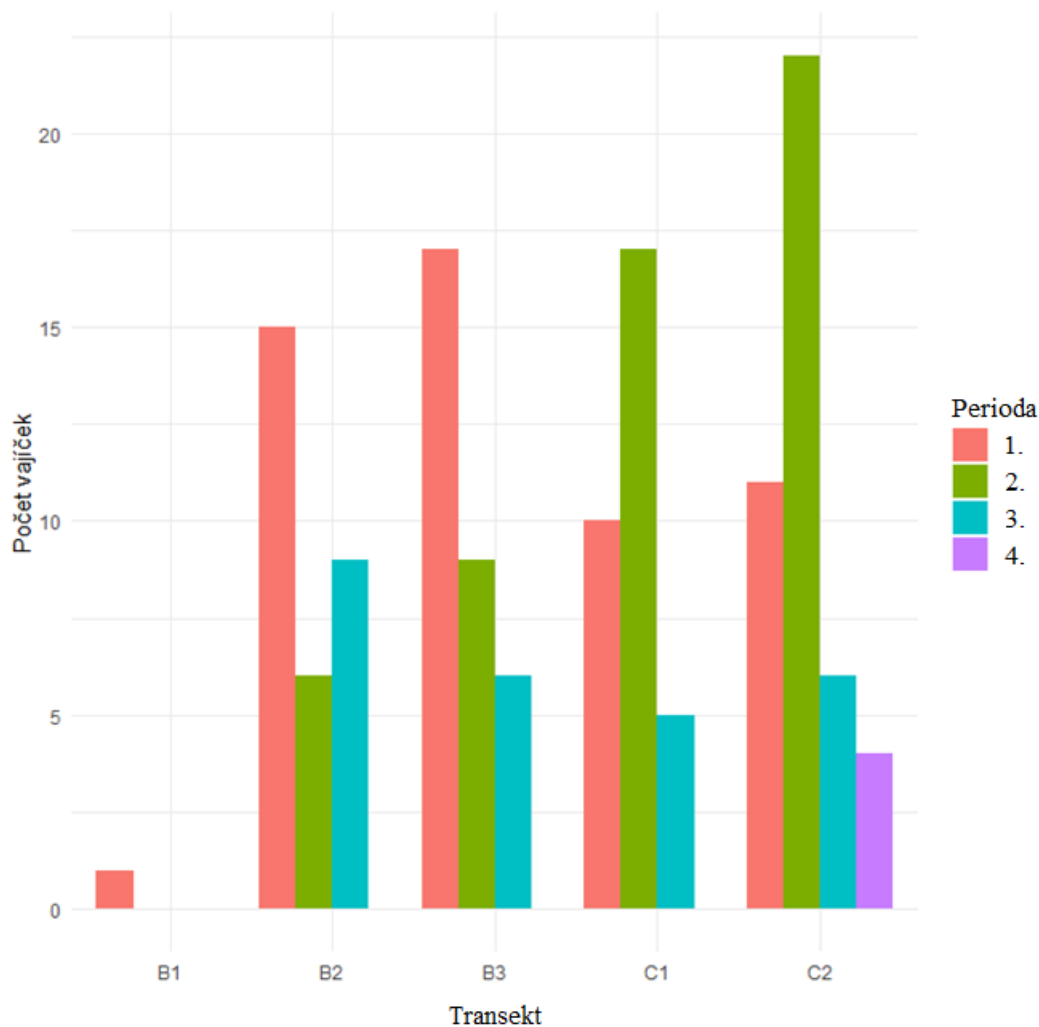
Celková predace - Pozice transektu													
Position	emmean	SE	df	asypm.LCL	asypm.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value	
36_control	-1.644	0.157	Inf	-1.951	-1.3371	1	Flower_strip - 12_flower	0.21833	0.017	5972	12.814	<.0001	
36_flower	-1.621	0.156	Inf	-1.927	-1.3149	1	Flower_strip - 36_flower	0.245	0.017	5972	14.379	<.0001	
12_control	-1.484	0.155	Inf	-1.788	-1.1799	1	Flower_strip - 12_control	0.22167	0.017	5972	13.009	<.0001	
12_flower	-1.449	0.155	Inf	-1.752	-1.1466	1	Flower_strip - 36_control	0.2475	0.017	5972	14.525	<.0001	
Flower_strip	-0.303	0.148	Inf	-0.593	-0.0119	2	12_flower - 36_flower	0.02667	0.017	5972	1.565	0.52	
							12_flower - 12_control	0.00333	0.017	5972	0.196	0.9997	
							12_flower - 36_control	0.02917	0.017	5972	1.712	0.4267	
							36_flower - 12_control	-0.02333	0.017	5972	-1.369	0.6474	
							36_flower - 36_control	0.0025	0.017	5972	0.147	0.9999	
							12_control - 36_control	0.02583	0.017	5972	1.516	0.5519	
Celková predace - Perioda													
Period	emmean	SE	df	asypm.LCL	asypm.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value	
1st	-1.692	0.0978	Inf	-1.883	-1.5	1	1st - 2nd	-0.1625	0.0127	5797	-12.813	<.0001	
3rd	-1.6	0.1135	Inf	-1.823	-1.378	1	1st - 3rd	-0.0125	0.0155	5797	-0.805	0.8522	
4th	-1.197	0.1079	Inf	-1.408	-0.985	2	1st - 4th	-0.0745	0.0155	5797	-4.796	<.0001	
2nd	-0.712	0.0906	Inf	-0.889	-0.534	3	2nd - 3rd	0.15	0.0155	5797	9.657	<.0001	
							2nd - 4th	0.088	0.0155	5797	5.665	<.0001	
							3rd - 4th	-0.062	0.0179	5797	-3.457	0.0031	
Predace sacím ústrojím - Pozice transektu													
Position	emmean	SE	df	asypm.LCL	asypm.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value	
12_control	-3.03	0.159	Inf	-3.34	-2.71	1	Flower_strip - 12_flower	0.005	0.0116	5972	0.431	0.9928	
36_control	-2.91	0.155	Inf	-3.22	-2.61	1	Flower_strip - 36_flower	0.0275	0.0116	5972	2.373	0.1229	
36_flower	-2.82	0.152	Inf	-3.12	-2.52	1	Flower_strip - 12_control	0.04167	0.0116	5972	3.595	0.003	
12_flower	-2.57	0.147	Inf	-2.86	-2.28	1	Flower_strip - 36_control	0.03417	0.0116	5972	2.948	0.0266	
Flower_strip	-2.51	0.145	Inf	-2.79	-2.22	1	12_flower - 36_flower	0.0225	0.0116	5972	1.941	0.2954	
							12_flower - 12_control	0.03667	0.0116	5972	3.164	0.0136	
							12_flower - 36_control	0.02917	0.0116	5972	2.517	0.087	
							36_flower - 12_control	0.01417	0.0116	5972	1.222	0.7383	
							36_flower - 36_control	0.00667	0.0116	5972	0.575	0.9787	
							12_control - 36_control	-0.0075	0.0116	5972	-0.647	0.9672	
Predace sacím ústrojím - Perioda													
Period	emmean	SE	df	asypm.LCL	asypm.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value	
3rd	-3.74	0.2008	Inf	-4.13	-3.35	1	1st - 2nd	-0.126	0.00898	5972	-14.036	<.0001	
1st	-3.07	0.1141	Inf	-3.29	-2.85	2	1st - 3rd	0.024	0.01099	5972	2.183	0.1281	
4th	-2.62	0.1294	Inf	-2.87	-2.37	3	1st - 4th	-0.026	0.01099	5972	-2.365	0.0841	
2nd	-1.64	0.0764	Inf	-1.79	-1.49	4	2nd - 3rd	0.15	0.01099	5972	13.643	<.0001	
							2nd - 4th	0.1	0.01099	5972	9.096	<.0001	
							3rd - 4th	-0.05	0.0127	5972	-3.939	0.0005	
Predace kousacím ústrojím - Pozice transektu													
Position	emmean	SE	df	asypm.LCL	asypm.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value	
36_control	-4.84	0.345	Inf	-5.52	-4.17	1	Flower_strip - 12_flower	0.01583	0.00739	5972	2.142	0.2025	
12_control	-4.64	0.329	Inf	-5.29	-4	1	Flower_strip - 36_flower	0.00833	0.00739	5972	1.127	0.7921	
12_flower	-4.54	0.325	Inf	-5.18	-3.91	1	Flower_strip - 12_control	0.02083	0.00739	5972	2.818	0.0389	
36_flower	-4.19	0.3	Inf	-4.78	-3.6	1	Flower_strip - 36_control	0.02417	0.00739	5972	3.269	0.0096	
Flower_strip	-3.75	0.272	Inf	-4.29	-3.22	1	12_flower - 36_flower	-0.0075	0.00739	5972	-1.015	0.8488	
							12_flower - 12_control	0.005	0.00739	5972	0.676	0.9615	
							12_flower - 36_control	0.00833	0.00739	5972	1.127	0.7921	
							36_flower - 12_control	0.0125	0.00739	5972	1.691	0.4395	
							36_flower - 36_control	0.01583	0.00739	5972	2.142	0.2025	
							12_control - 36_control	0.00333	0.00739	5972	0.451	0.9915	
Predace kousacím ústrojím - Perioda													
Period	emmean	SE	df	asypm.LCL	asypm.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value	
3rd	-5.31	0.343	Inf	-5.98	-4.63	1	1st - 2nd	0.0315	0.00573	5972	5.501	<.0001	
4th	-4.44	0.256	Inf	-4.94	-3.94	12	1st - 3rd	0.0475	0.00701	5972	6.774	<.0001	
2nd	-4.35	0.205	Inf	-4.76	-3.95	2	1st - 4th	0.0335	0.00701	5972	4.777	<.0001	
1st	-3.48	0.173	Inf	-3.82	-3.14	3	2nd - 3rd	0.016	0.00701	5972	2.282	0.1024	
							2nd - 4th	0.002	0.00701	5972	0.285	0.9919	
							3rd - 4th	-0.014	0.0081	5972	-1.729	0.3086	

Chybějící vajíčka - Pozice transektu												
Position	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
36_flower	-3.04	0.269	Inf	-3.57	-2.516	1	Flower_strip - 12_flower	0.19917	0.0131	5972	15.175	<.0001
12_flower	-2.89	0.267	Inf	-3.41	-2.363	1	Flower_strip - 36_flower	0.21167	0.0131	5972	16.128	<.0001
36_control	-2.74	0.262	Inf	-3.25	-2.226	1	Flower_strip - 12_control	0.16	0.0131	5972	12.191	<.0001
12_control	-2.4	0.256	Inf	-2.9	-1.899	1	Flower_strip - 36_control	0.19083	0.0131	5972	14.54	<.0001
Flower_strip	-1.06	0.242	Inf	-1.53	-0.585	2	12_flower - 36_flower	0.0125	0.0131	5972	0.952	0.8762
							12_flower - 12_control	-0.03917	0.0131	5972	-2.984	0.0239
							12_flower - 36_control	-0.00833	0.0131	5972	-0.635	0.9694
							36_flower - 12_control	-0.05167	0.0131	5972	-3.937	0.0008
							36_flower - 36_control	-0.02083	0.0131	5972	-1.587	0.5055
							12_control - 36_control	0.03083	0.0131	5972	2.349	0.1297
Chybějící vajíčka - Perioda												
Period	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
1st	-3.12	0.191	Inf	-3.5	-2.75	1	1st - 2nd	-0.0695	0.0102	5972	-6.836	<.0001
2nd	-2.27	0.181	Inf	-2.63	-1.92	2	1st - 3rd	-0.083	0.0125	5972	-6.666	<.0001
4th	-2.16	0.191	Inf	-2.53	-1.78	2	1st - 4th	-0.082	0.0125	5972	-6.586	<.0001
3rd	-2.15	0.191	Inf	-2.52	-1.77	2	2nd - 3rd	-0.0135	0.0125	5972	-1.084	0.6992
							2nd - 4th	-0.0125	0.0125	5972	-1.004	0.7471
							3rd - 4th	0.001	0.0144	5972	0.07	0.9999
Divná vajíčka - Pozice transektu												
Position	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
Flower_strip	-1.563	0.1046	Inf	-1.768	-1.358	1	Flower_strip - 12_flower	-0.09583	0.0174	5972	-5.511	<.0001
12_control	-1.016	0.0991	Inf	-1.21	-0.822	2	Flower_strip - 36_flower	-0.12667	0.0174	5972	-7.284	<.0001
12_flower	-0.977	0.0986	Inf	-1.17	-0.784	2	Flower_strip - 12_control	-0.09	0.0174	5972	-5.175	<.0001
36_control	-0.836	0.0976	Inf	-1.027	-0.645	2	Flower_strip - 36_control	-0.12167	0.0174	5972	-6.996	<.0001
36_flower	-0.806	0.0973	Inf	-0.997	-0.615	2	12_flower - 36_flower	-0.03083	0.0174	5972	-1.773	0.3895
							12_flower - 12_control	0.00583	0.0174	5972	0.335	0.9973
							12_flower - 36_control	-0.02583	0.0174	5972	-1.486	0.572
							36_flower - 12_control	0.03667	0.0174	5972	2.108	0.2165
							36_flower - 36_control	0.005	0.0174	5972	0.288	0.9985
							12_control - 36_control	-0.03167	0.0174	5972	-1.821	0.3614
Divná vajíčka - Perioda												
Period	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
3rd	-1.692	0.0923	Inf	-1.873	-1.511	1	1st - 2nd	-0.3975	0.0135	5972	-29.509	<.0001
1st	-1.581	0.0676	Inf	-1.713	-1.449	1	1st - 3rd	0.0155	0.0165	5972	0.94	0.7835
4th	-1.226	0.0824	Inf	-1.387	-1.064	2	1st - 4th	-0.0565	0.0165	5972	-3.425	0.0035
2nd	0.341	0.0562	Inf	0.231	0.451	3	2nd - 3rd	0.413	0.0165	5972	25.033	<.0001
							2nd - 4th	0.341	0.0165	5972	20.669	<.0001
							3rd - 4th	-0.072	0.0191	5972	-3.78	0.0009
Brouk - Pozice transektu												
Position	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
Flower_strip	-1.016	0.127	Inf	-1.266	-0.76695	1	Flower_strip - 12_flower	-0.12417	0.0171	5972	-7.25	<.0001
36_flower	-0.283	0.126	Inf	-0.53	-0.03635	2	Flower_strip - 36_flower	-0.12167	0.0171	5972	-7.104	<.0001
12_flower	-0.267	0.126	Inf	-0.514	-0.01976	2	Flower_strip - 12_control	-0.13333	0.0171	5972	-7.785	<.0001
36_control	-0.24	0.126	Inf	-0.488	0.00669	2	Flower_strip - 36_control	-0.12833	0.0171	5972	-7.493	<.0001
12_control	-0.207	0.126	Inf	-0.454	0.04033	2	12_flower - 36_flower	0.0025	0.0171	5972	0.146	0.9999
							12_flower - 12_control	-0.00917	0.0171	5972	-0.535	0.9837
							12_flower - 36_control	-0.00417	0.0171	5972	-0.243	0.9992
							36_flower - 12_control	-0.01167	0.0171	5972	-0.681	0.9606
							36_flower - 36_control	-0.00667	0.0171	5972	-0.389	0.9952
							12_control - 36_control	0.005	0.0171	5972	0.292	0.9984
Brouk - Perioda												
Period	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
2nd	-2.8079	0.1056	Inf	-3.015	-2.601	1	1st - 2nd	0.562	0.0133	5972	42.4	<.0001
4th	-0.0052	0.0839	Inf	-0.17	0.159	2	1st - 3rd	-0.004	0.0162	5972	-0.246	0.9948
1st	0.59151	0.0707	Inf	0.453	0.73	3	1st - 4th	0.131	0.0162	5972	8.062	<.0001
3rd	0.61062	0.086	Inf	0.442	0.779	3	2nd - 3rd	-0.566	0.0162	5972	-34.866	<.0001
							2nd - 4th	-0.431	0.0162	5972	-26.557	<.0001
							3rd - 4th	0.135	0.0188	5972	7.196	<.0001

5.1.4 Stanovení velikosti přirozené populace *Oulema* spp. na obilných polích

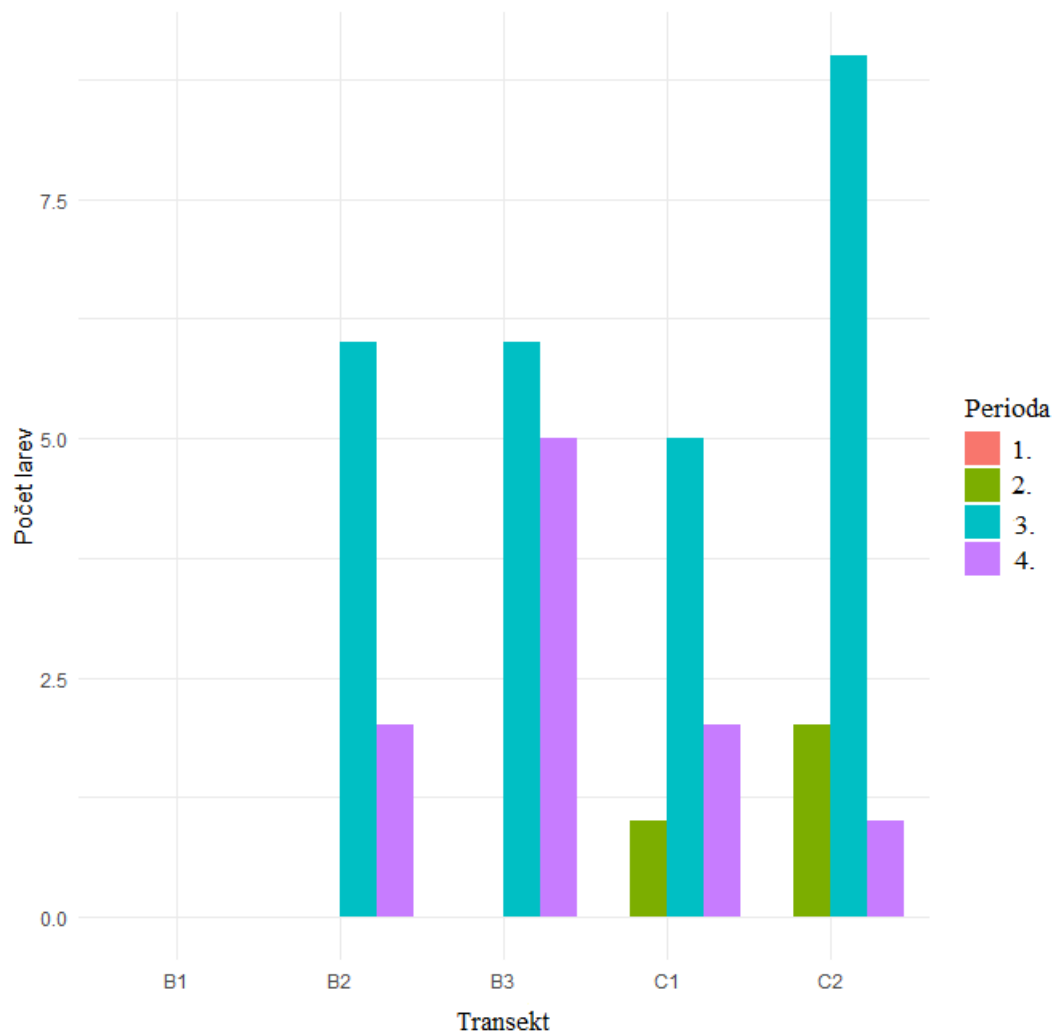
Z hlediska přirozené populace jsme analyzovali kategorie nalezených vajíček ($n = 467$), larev ($n = 72$) a dospělců ($n = 162$) na jednotlivých transektech v různých periodách.

Nezávisle na periodách byl při srovnání všech transektů mezi sebou nejnižší výskyt vajíček *Oulema* spp. na transektu uvnitř biopásu (B1) ($p < 0,0001$). U zbylých transektů nebyly hodnoty statisticky průkazné (viz Tab. 5). Nejvyšší hodnoty výskytu vajíček se nacházely v 1. a 2. periodě, které se statisticky lišily od 3. ($p = 0,0001$; $p = 0,0001$) a 4. periody ($p < 0,0001$; $p < 0,0001$).



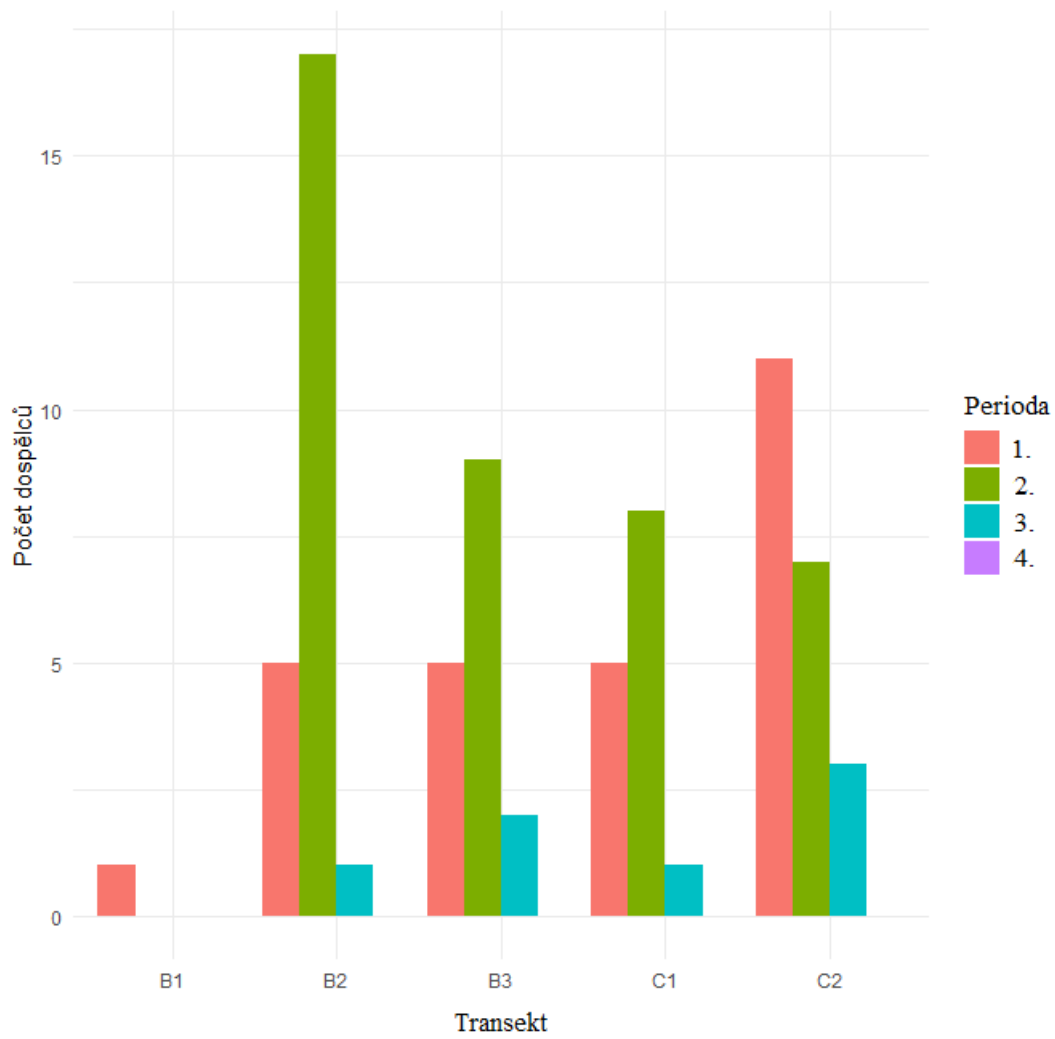
Obrázek 19: Graf znázorňující počet přirozeně se vyskytujících vajíček v jednotlivých transektech a periodách.

Mezi jednotlivými transkety nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v počtu nalezených larev (viz Tab. 5). Nejvíce larev bylo nalezeno na kontrolním transektu C2. U period byl nalezen statisticky významný rozdíl, kdy největších hodnot v počtu larev nabyla 3. perioda v porovnání se 2. ($p = 0,0001$) a 4. periodou ($p = 0,0472$).



Obrázek 20: Graf znázorňující počet přirozeně se vyskytujících larev v jednotlivých transektech a periodách.

V případě celkového počtu zjištěných dospělců *Oulema* spp. byly nalezeny nejnižší hodnoty u transektu B1. Tyto hodnoty byly statisticky významné v porovnání počtu dospělců nalezených na zbylých transektech ($p = 0,0147$). Mezi ostatními transekty nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v počtu nalezených dospělců (viz Tab. 5). Z hlediska period dosahovaly nejvyšších počtů nalezených dospělců 1. a 2. perioda, které se hodnotami statisticky lišily od hodnot 3. periody ($p = 0,0004$; $p < 0,0001$). U 4. periody byly pouze nulové hodnoty.



Obrázek 21: Graf znázorňující počet přirozeně se vyskytujících dospělých v jednotlivých transektech a periodách.

Tabulka 5: Souhrnná tabulka pro hodnoty přirozené populace *Oulema* spp.

Vajíčka - Pozice transektu												
Position	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	z.ratio	p.value
B1	-4.159	1.018	Inf	-6.1541	-2.164	1	B1 - B2	-4.5343	1.025	Inf	-4.425	0.0001
B2	0.375	0.209	Inf	-0.0342	0.785	2	B1 - B3	-4.9123	1.022	Inf	-4.806	<.0001
C1	0.503	0.204	Inf	0.1036	0.902	2	B1 - C1	-4.6619	1.023	Inf	-4.556	0.0001
C2	0.715	0.2	Inf	0.3242	1.107	2	B1 - C2	-4.8746	1.023	Inf	-4.764	<.0001
B3	0.753	0.197	Inf	0.3679	1.139	2	B2 - B3	-0.3781	0.233	Inf	-1.619	0.485
							B2 - C1	-0.1276	0.239	Inf	-0.534	0.9839
							B2 - C2	-0.3403	0.238	Inf	-1.431	0.6073
							B3 - C1	0.2505	0.228	Inf	1.098	0.8076
							B3 - C2	0.0378	0.228	Inf	0.166	0.9998
							C1 - C2	-0.2127	0.233	Inf	-0.913	0.8922

Vajíčka - Perioda												
Period	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	z.ratio	p.value
4th	-3.0478	0.551	Inf	-4.129	-1.967	1	1st - 2nd	-0.139	0.194	Inf	-0.717	0.8905
3rd	-0.0468	0.256	Inf	-0.548	0.455	2	1st - 3rd	0.8	0.213	Inf	3.757	0.001
1st	0.7529	0.239	Inf	0.284	1.222	3	1st - 4th	3.801	0.532	Inf	7.145	<.0001
2nd	0.8918	0.237	Inf	0.427	1.357	3	2nd - 3rd	0.939	0.211	Inf	4.442	0.0001
							2nd - 4th	3.94	0.531	Inf	7.417	<.0001
							3rd - 4th	3.001	0.539	Inf	5.572	<.0001

Larvy - Pozice transektu												
Period	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	z.ratio	p.value
B1	-30.18	44325	Inf	-86905	86845	1	B1 - B2	-23.9392	44283.89	Inf	-0.001	1
B2	-6.24	1901	Inf	-3731	3719	1	B1 - B3	-24.4559	44283.89	Inf	-0.001	1
C1	-6.16	1901	Inf	-3731	3719	1	B1 - C1	-24.017	44283.89	Inf	-0.001	1
B3	-5.72	1901	Inf	-3731	3719	1	B1 - C2	-24.5739	44283.89	Inf	-0.001	1
C2	-5.61	1901	Inf	-3731	3719	1	B2 - B3	-0.5167	0.52	Inf	-0.986	0.8616
							B2 - C1	-0.0778	0.56	Inf	-0.139	0.9999
							B2 - C2	-0.6347	0.53	Inf	-1.199	0.7517
							B3 - C1	0.4389	0.53	Inf	0.833	0.9204
							B3 - C2	-0.118	0.5	Inf	-0.238	0.9993
							C1 - C2	-0.5569	0.53	Inf	-1.049	0.8323

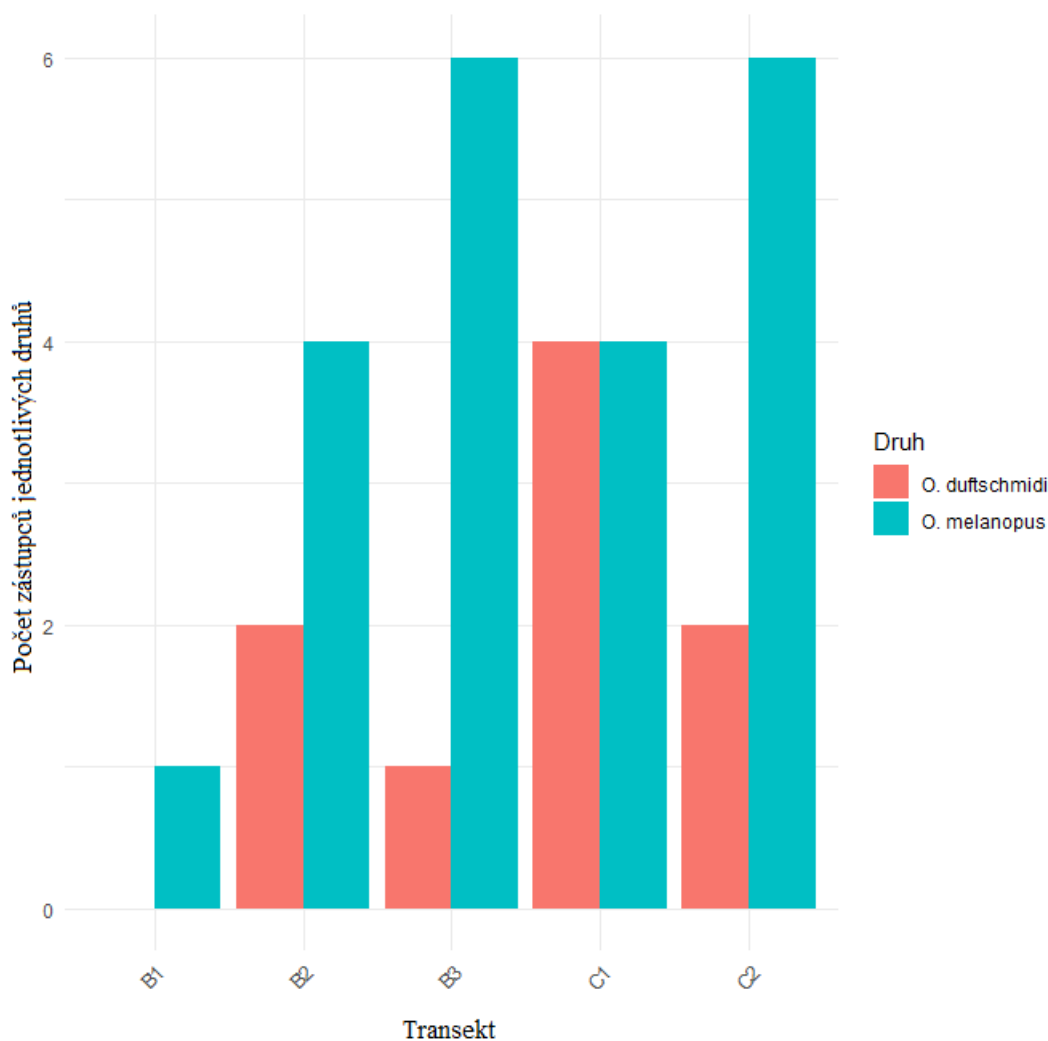
Larvy - Perioda												
Period	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	z.ratio	p.value
1st	-26.22	11672	Inf	-22903	22850	12	1st - 2nd	-19.24	7602.092	Inf	-0.003	1
2nd	-6.98	8857	Inf	-17366	17352	1	1st - 3rd	-21.79	7602.092	Inf	-0.003	1
4th	-5.49	8857	Inf	-17364	17353	1	1st - 4th	-20.74	7602.092	Inf	-0.003	1
3rd	-4.43	8857	Inf	-17363	17355	2	2nd - 3rd	-2.55	0.598	Inf	-4.265	0.0001
							2nd - 4th	-1.5	0.634	Inf	-2.359	0.0852
							3rd - 4th	1.05	0.407	Inf	2.591	0.0472

Dospělci - Pozice transektu												
Period	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	z.ratio	p.value
B1	-8.84	1706	Inf	-3352	3334	1	B1 - B2	-3.451	1.088	Inf	-3.172	0.0131
C1	-5.42	1706	Inf	-3348	3337	2	B1 - B3	-3.7473	1.086	Inf	-3.449	0.0051
B2	-5.39	1706	Inf	-3348	3337	2	B1 - C1	-3.4212	1.09	Inf	-3.138	0.0147
B3	-5.1	1706	Inf	-3348	3338	2	B1 - C2	-4.013	1.084	Inf	-3.701	0.002
C2	-4.83	1706	Inf	-3348	3338	2	B2 - B3	-0.2963	0.446	Inf	-0.665	0.9639
							B2 - C1	0.0298	0.455	Inf	0.065	1
							B2 - C2	-0.562	0.441	Inf	-1.274	0.7075
							B3 - C1	0.3261	0.45	Inf	0.724	0.951
							B3 - C2	-0.2657	0.432	Inf	-0.614	0.9729
							C1 - C2	-0.5918	0.444	Inf	-1.332	0.6714

Dospělci - Perioda												
Period	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	z.ratio	p.value
4th	-21.889	6822.021	Inf	-1.34E+04	13349.027	12	1st - 2nd	-0.409	0.342	Inf	-1.194	0.6305
3rd	-1.946	0.433	Inf	-2.79E+00	-1.098	1	1st - 3rd	1.827	0.455	Inf	4.011	0.0004
1st	-0.119	0.31	Inf	-7.27E-01	0.489	2	1st - 4th	21.77	6822.021	Inf	0.003	1
2nd	0.289	0.296	Inf	-2.92E-01	0.87	2	2nd - 3rd	2.235	0.45	Inf	4.969	<.0001
							2nd - 4th	22.179	6822.021	Inf	0.003	1
							3rd - 4th	19.943	6822.021	Inf	0.003	1

5.1.4.1 Druhové spektrum *Oulema* spp.

Při zkoumání druhového spektra *Oulema* spp. na jednotlivých transektech jsme identifikovali dva druhy a to *O. melanopus* a *O. duftschmidi*. Na všech transektech se vyskytovaly oba druhy, s výjimkou transektu uvnitř biopásu (B1), kde jsme našli pouze *O. melanopus*. I přes to, nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi hodnotami jednotlivých transektů (viz Tab. 6).



Obrázek 22: Graf znázorňující zastoupení druhů *Oulema* spp. v jednotlivých transektech.

Tabulka 6: Porovnání mezi hodnotami jednotlivých transektů.

Bonferroni comparison				
p - value	B1	B2	B3	C1
B2	0.8986			
B3	1.0000	1.0000		
C1	0.3682	1.0000	0.8986	
C2	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

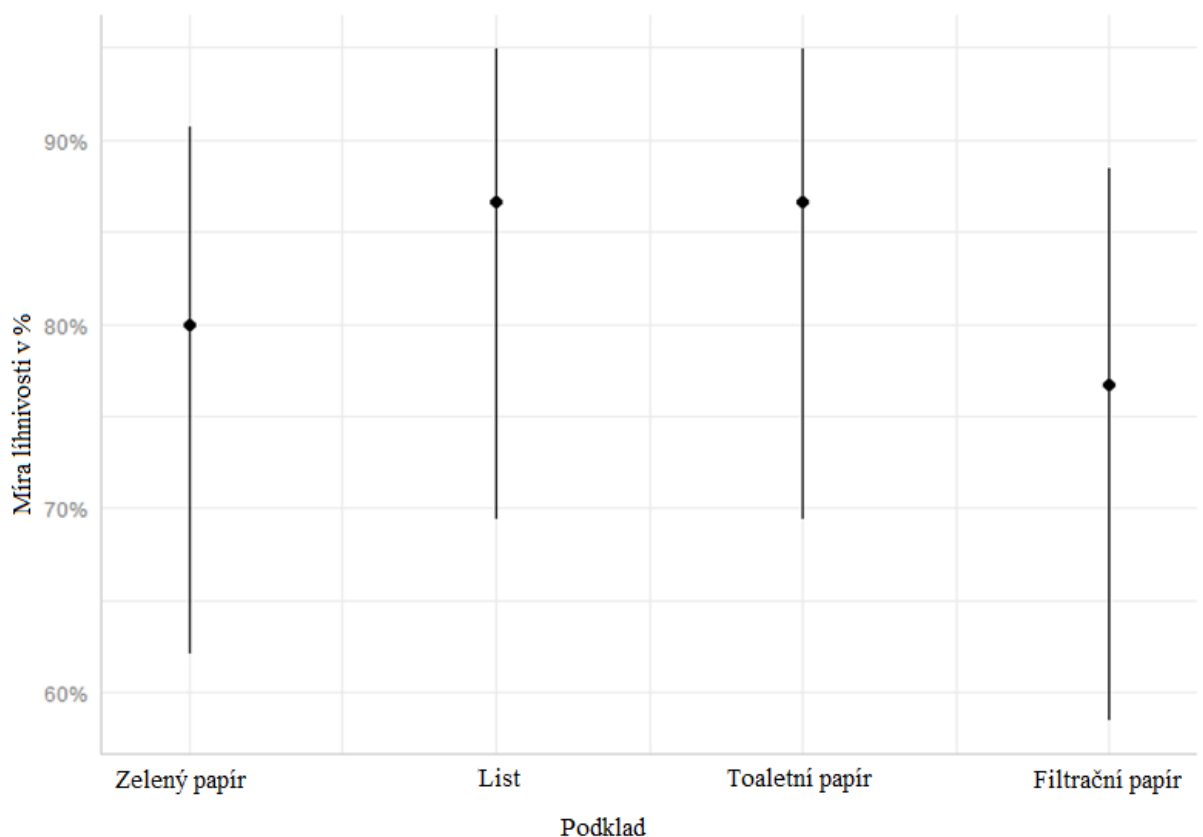
5.2 Kontrolní laboratorní experimenty

5.2.1 Přílnavost vajíček *Oulema* spp. na deskách

Z vajíček ($n = 80$) exponovaných na kartách ($n = 8$) v laboratorních podmínkách (teplota 23 ± 2 °C; fotoperioda 16:8; relativní vlhkost 40–60 %) byla změřena nulová míra opadu vajíček, tzn. všechna vajíčka se udržela na podkladu pomocí přirozené vrstvy lepu na jejich povrchu.

5.2.2 Míra líhnivosti larev *Oulema* spp

Při kontrolním experimentu, zjišťující procentuální míru líhnivosti *Oulema* spp. jsme analyzovali vajíčka ($n = 120$) na čtyřech typech podkladů: filtrační papír, toaletní papír, zelený papír a list ječmenu jarního. Mezi těmito podklady nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v úrovni líhnivosti (viz Tab. 7), která dosahovala hodnot v rozmezí 76,6–86,6 % na všech typech podkladů.



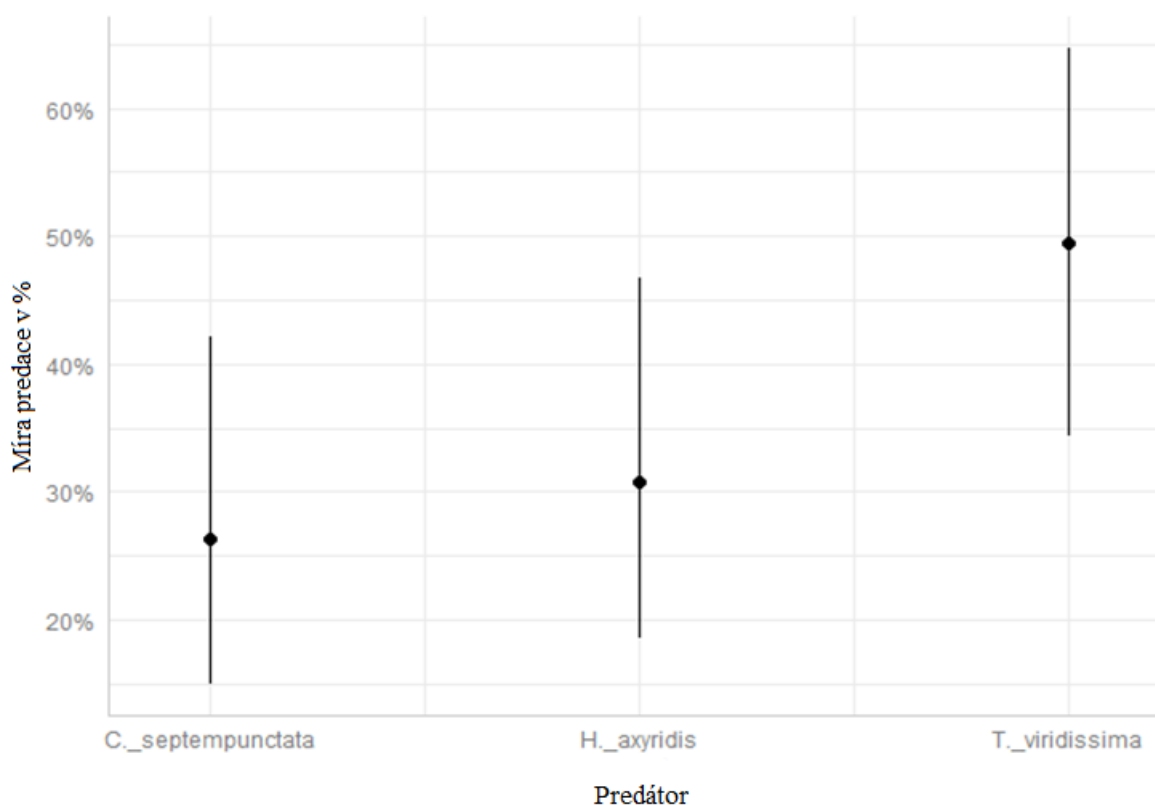
Obrázek 23: Graf znázorňující míru líhnivosti v závislosti na typu podkladu. Vyobrazeny jsou hodnoty předikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.

Tabulka 7: Hodnoty pro míru lihnivosti v laboratorních testech.

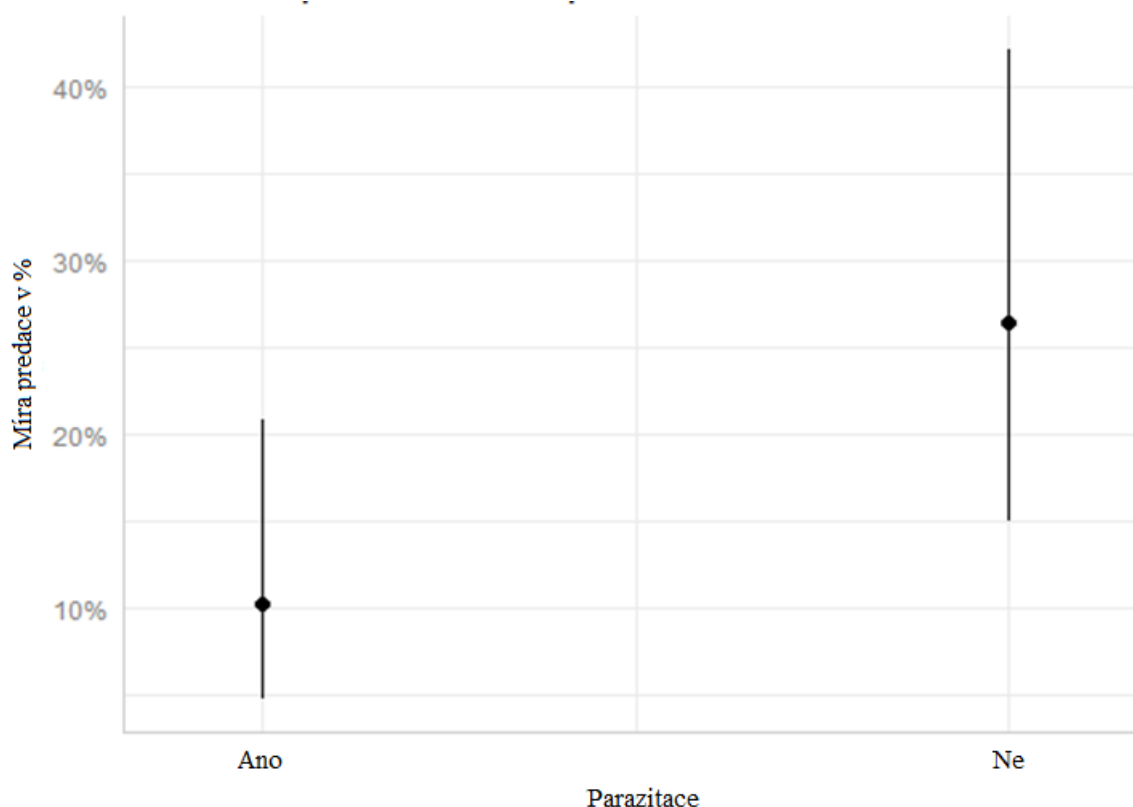
Líhnivost LP												
Substrate	emmean	SE	df	asypm.LCL	asypm.UCL	group	contrast	estimate	SE	df	z.ratio	p.value
Filter_paper	1.19	0.432	Inf	0.344	2.04	1	Filter_paper - Green_paper	-0.197	0.628	Inf	-0.313	0.9894
Green_paper	1.39	0.456	Inf	0.492	2.28	1	Filter_paper - Leaf	-0.682	0.689	Inf	-0.99	0.7551
Leaf	1.87	0.537	Inf	0.819	2.92	1	Filter_paper - Toilet_paper	-0.682	0.689	Inf	-0.99	0.7551
Toilet_paper	1.87	0.537	Inf	0.819	2.92	1	Green_paper - Leaf	-0.486	0.705	Inf	-0.689	0.9014
							Green_paper - Toilet_paper	-0.486	0.705	Inf	-0.689	0.9014
							Leaf - Toilet_paper	0	0.76	Inf	0	1

5.2.3 Predace vajíček *Oulema* spp.

Mezi analyzovanými predátory *C. septempunctata* (n = 10), *H. axyridis* (n = 10) a *T. viridissima* (n = 10) nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v úrovni predace (viz Tab. 8), Oproti tomu, byl nalezen statisticky průkazný rozdíl mezi úrovní predace parazitovaných (n = 90) a neparazitovaných vajíček (n = 90), kdy neparazitovaná vajíčka byla predována ve vyšším počtu (p = 0,0023).



Obrázek 24: Graf znázorňující míru predace pro jednotlivé predátory. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.



Obrazek 25: Graf znázorňující míru predace v závislosti na přítomnosti parazitoida ve vajíčku. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.

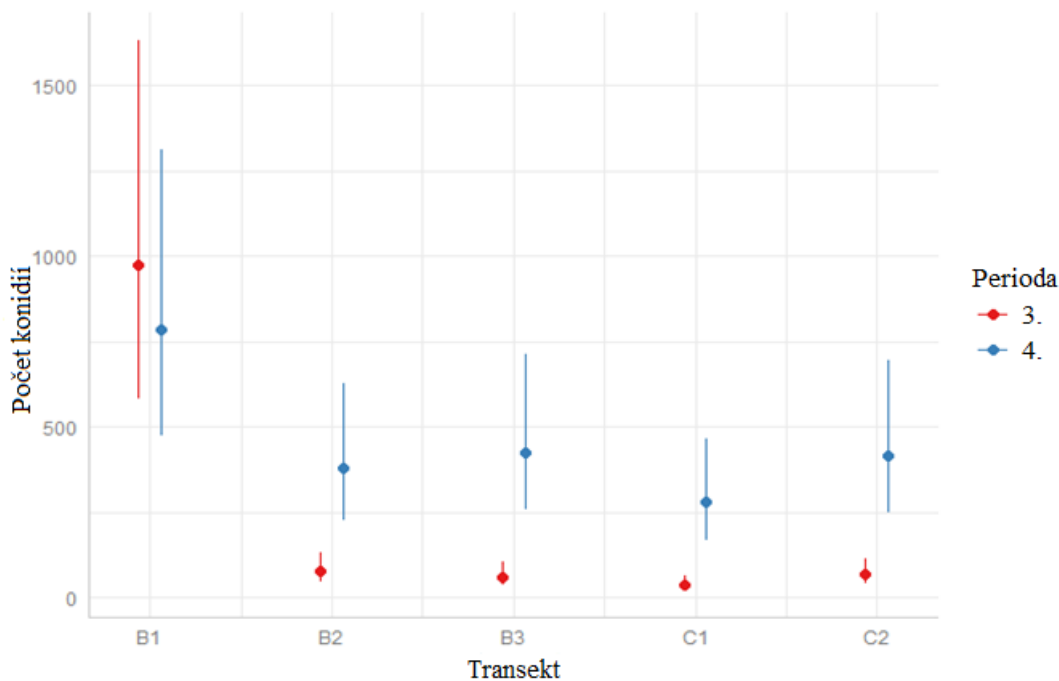
Tabulka 8: Hodnoty pro míru predace v laboratorních testech.

Predátoři													
Predator	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	z.ratio	p.value	
C._sempunctata	-1.596	0.347	Inf	-2.28	-0.915	1	C._sempunctata - H._axyridis	-0.219	0.469	Inf	-0.467	0.8868	
H._axyridis	-1.377	0.327	Inf	-2.02	-0.736	1	C._sempunctata - T._viridissima	-1.005	0.441	Inf	-2.277	0.0591	
T._viridissima	-0.591	0.279	Inf	-1.14	-0.043	1	H._axyridis - T._viridissima	-0.786	0.426	Inf	-1.846	0.1548	
Predace parazitovaných/neparazitovaných													
parasitation	emmean	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL	.group	contrast	estimate	SE	df	z.ratio	p.value	
Yes	-1.757	0.3	Inf	-2.34	-1.17	1	No - Yes	1.14	0.373	Inf	3.055	0.0023	
No	-0.619	0.226	Inf	-1.06	-0.176	2							

5.2.4 Abundance mikroskopických hub

Nejvyšší počet konidií hub ($n = 28\,724$) byl nalezen vždy na transektech B1. Statisticky se lišil u transektu B1 od ostatních transektů ve 3. periodě ($p < 0,0001$) a u C1 ve 4. periodě ($p = 0,0063$). Zatím co ve 4. periodě se našel statisticky významný rozdíl mezi počtem konidií u transektu B1 a to pouze od kontrolního transektu C1 ($p = 0,047$). Zbylé transekty se od sebe výrazně nelišily (viz Tab. 9).

Z hlediska period, byl nalezen vyšší počet konidií na transektech u biopásu (B2, B3) a kontrolních transektech (C1 a C2) ve 4. periodě oproti 3. periodě se statisticky významným rozdílem ($p < 0,0001$). Naopak u transektu B1 bylo nalezeno více konidií ve 3. periodě, ovšem bez statisticky významného rozdílu ($p = 0,9998$)



Obrazek 26: Graf znázorňující počet nalezených konidií v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.

Tabulka 9: Hodnoty pro počet konidií na jednotlivých transektech.

Abundance konidií na transektech														
Transect	Period	emmean	SE	df	asympt.LCL	asympt.UCL	group	contrast	estimate	SE	df	z.ratio	p.value	
C1	P3	3.63	0.267	Inf	3.1	4.15	1	B1 P3 - B2 P3	2.5387	0.335	Inf	7.573	<.0001	
B3	P3	4.11	0.264	Inf	3.59	4.63	1	B1 P3 - B3 P3	2.7717	0.333	Inf	8.333	<.0001	
C2	P3	4.2	0.264	Inf	3.68	4.72	1	B1 P3 - C1 P3	3.2546	0.338	Inf	9.619	<.0001	
B2	P3	4.34	0.265	Inf	3.82	4.86	1	B1 P3 - C2 P3	2.6811	0.335	Inf	8.008	<.0001	
C1	P4	5.63	0.26	Inf	5.12	6.14	2	B1 P3 - B1 P4	0.2133	0.331	Inf	0.644	0.9998	
B2	P4	5.93	0.26	Inf	5.42	6.44	23	B1 P3 - B2 P4	0.949	0.333	Inf	2.849	0.1204	
C2	P4	6.03	0.262	Inf	5.52	6.54	23	B1 P3 - B3 P4	0.8268	0.335	Inf	2.47	0.2849	
B3	P4	6.05	0.261	Inf	5.54	6.57	23	B1 P3 - C1 P4	1.2507	0.332	Inf	3.771	0.0063	
B1	P4	6.67	0.26	Inf	6.16	7.18	3	B1 P3 - C2 P4	0.85	0.336	Inf	2.533	0.2509	
B1	P3	6.88	0.264	Inf	6.36	7.4	3	B2 P3 - B3 P3	0.2331	0.332	Inf	0.701	0.9995	
								B2 P3 - C1 P3	0.7159	0.335	Inf	2.14	0.4988	
								B2 P3 - C2 P3	0.1424	0.334	Inf	0.426	1	
								B2 P3 - B1 P4	-2.3254	0.332	Inf	-6.997	<.0001	
								B2 P3 - B2 P4	-1.5897	0.333	Inf	-4.774	0.0001	
								B2 P3 - B3 P4	-1.7118	0.333	Inf	-5.148	<.0001	
								B2 P3 - C1 P4	-1.288	0.332	Inf	-3.876	0.0042	
								B2 P3 - C2 P4	-1.6887	0.333	Inf	-5.072	<.0001	
								B3 P3 - C1 P3	0.4829	0.335	Inf	1.442	0.914	
								B3 P3 - C2 P3	-0.0906	0.335	Inf	-0.271	1	
								B3 P3 - B1 P4	-2.5585	0.333	Inf	-7.675	<.0001	
								B3 P3 - B2 P4	-1.8228	0.332	Inf	-5.482	<.0001	
								B3 P3 - B3 P4	-1.9449	0.332	Inf	-5.851	<.0001	
								B3 P3 - C1 P4	-1.521	0.332	Inf	-4.577	0.0002	
								B3 P3 - C2 P4	-1.9217	0.334	Inf	-5.748	<.0001	
								C1 P3 - C2 P3	-0.5735	0.336	Inf	-1.706	0.7923	
								C1 P3 - B1 P4	-3.0413	0.335	Inf	-9.088	<.0001	
								C1 P3 - B2 P4	-2.3056	0.334	Inf	-6.91	<.0001	
								C1 P3 - B3 P4	-2.4278	0.333	Inf	-7.294	<.0001	
								C1 P3 - C1 P4	-2.0039	0.334	Inf	-6.002	<.0001	
								C1 P3 - C2 P4	-2.4046	0.333	Inf	-7.215	<.0001	
								C2 P3 - B1 P4	-2.4678	0.33	Inf	-7.478	<.0001	
								C2 P3 - B2 P4	-1.7321	0.33	Inf	-5.253	<.0001	
								C2 P3 - B3 P4	-1.8543	0.329	Inf	-5.63	<.0001	
								C2 P3 - C1 P4	-1.4304	0.328	Inf	-4.362	0.0005	
								C2 P3 - C2 P4	-1.8311	0.329	Inf	-5.573	<.0001	
								B1 P4 - B2 P4	0.7357	0.325	Inf	2.266	0.4116	
								B1 P4 - B3 P4	0.6136	0.326	Inf	1.883	0.6808	
								B1 P4 - C1 P4	1.0374	0.326	Inf	3.184	0.047	
								B1 P4 - C2 P4	0.6367	0.328	Inf	1.943	0.6393	
								B2 P4 - B3 P4	-0.1221	0.325	Inf	-0.376	1	
								B2 P4 - C1 P4	0.3017	0.326	Inf	0.926	0.9957	
								B2 P4 - C2 P4	-0.099	0.328	Inf	-0.302	1	
								B3 P4 - C1 P4	0.4239	0.327	Inf	1.297	0.9545	
								B3 P4 - C2 P4	0.0232	0.328	Inf	0.07	1	
								C1 P4 - C2 P4	-0.4007	0.326	Inf	-1.229	0.9679	

5.2.5 Zjištění druhového spektra mikroskopických hub

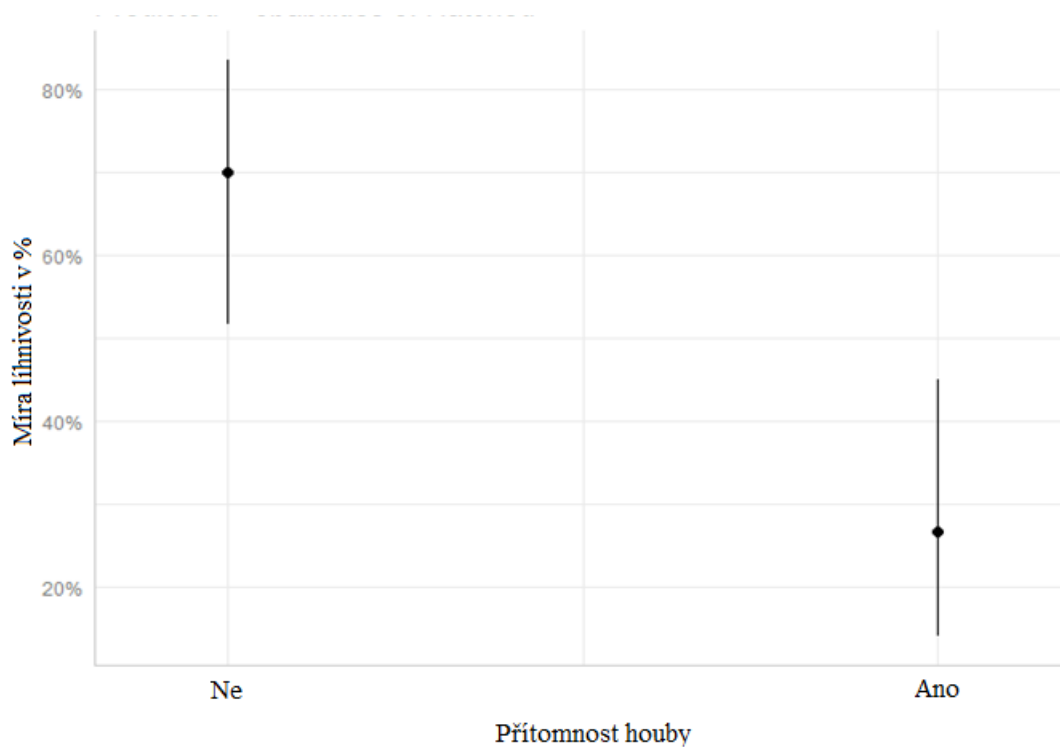
Konidie hub odebrané z povrchu vajíček *Oulema* spp. (n = 30), která byla exponovaná na kartách a ve kterých byl dokončen vývoj larev, náležely k rodům *Alternaria* (Nees), *Cladosporium* (Link) a *Davidiella* (Crous & U. Braun). Při odběru konidií z vajíček *Oulema* spp., ve kterých nebyl dokončen vývoj larev (n = 30), bylo nalezeno 5 druhů hub rodu *Alternaria* (Nees) a dva druhy hub rodu *Mucor* (Fresen). U konidií odebraných z mycelia vytvořeného na povrchu karty (n = 20) byly determinovány taktéž druhy z rodu *Alternaria* (Nees).

Tabulka 10: Přehled identifikovaných druhů mikroskopických hub nalezených na jednotlivých substrátech.

Vajíčka s dokončeným vývojem						
Druh	Pozice	Shoda (%)	E - value	Identita (%)	Délka alignmentu (bp)	Genový identifikátor
<i>Alternaria alternata</i>	972	99%	0.0	98.21%	558	MT102716.1
<i>Alternaria alternata</i>	972	100%	0.0	98.04%	569	OP630521.1
<i>Alternaria sp.</i>	972	99%	0.0	98.21%	576	OP630493.1
<i>Alternaria sp.</i>	1002	99%	0.0	99.09%	576	OP630508.1
<i>uncultured Alternaria</i>	1000	99%	0.0	98.92%	564	MF535529.1
<i>Alternaria alternata</i>	1000	98%	0.0	99.09%	561	OP630502.1
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	944	98%	0.0	98.49%	700	MF472943.1
<i>Cladosporium sp. RR71</i>	944	98%	0.0	98.49%	547	KU238142.1
<i>uncultured Davidiella</i>	944	98%	0.0	98.49%	816	HG935265.1
Vajíčka s nedokončeným vývojem						
Druh	Pozice	Shoda (%)	E - value	Identita (%)	Délka alignmentu (bp)	Genový identifikátor
<i>Alternaria alternata</i>	1009	99%	0.0	99.28%	564	MT524319.1
<i>Alternaria brassicae</i>	1009	99%	0.0	99.28%	606	OQ633074.1
<i>Alternaria brassicae</i>	1009	99%	0.0	99.28%	620	JX290140.1
<i>Alternaria ethzedia</i>	1070	94%	0.0	98.99%	602	KT281913.1
<i>Alternaria infectoria</i>	1068	94%	0.0	98.99%	605	MN534845.1
<i>Alternaria poaceicola</i>	1068	94%	0.0	98.99%	601	KY026587.1
<i>Mucor hiemalis</i>	1131	98%	0.0	98.74%	656	MT514370.1
<i>Mucor hiemalis</i>	1131	98%	0.0	98.74%	668	MF615073.1
<i>Mucor sp.</i>	1131	98%	0.0	98.74%	939	MH550503.1
Mycelium na povrchu karet						
Druh	Pozice	Shoda (%)	E - value	Identita (%)	Délka alignmentu (bp)	Genový identifikátor
<i>Alternaria alternata</i>	1014	99%	0.0	99.46%	611	OK513444.1
<i>Alternaria brassicae</i>	1011	99%	0.0	99.28%	606	OQ633074.1
<i>Alternaria sp.</i>	1011	99%	0.0	99.28%	579	OP630499.1
<i>Alternaria sp.</i>	1027	98%	0.0	99.47%	575	MK640576.1
<i>Alternaria sp.</i>	1026	98%	0.0	99.47%	572	MK640592.1
<i>Alternaria sp.</i>	1026	98%	0.0	99.47%	571	MK640573.1

5.2.6 Míra líhivosti larev *Oulema* spp. po infekci houbou *Mucor* sp.

Mezi mírou líhivosti larev *Oulema* spp. z uměle infikovaných (n = 30) a neinfikovaných (n = 30) vajíček byl prokázán statisticky významný rozdíl (p = 0,0012; viz Tab. 11), kdy úroveň líhivosti larev z infikovaných vajíček dosahovala 27 % a líhivost z neinfikovaných vajíček dosahovala až 70 %.



Obrázek 27: Graf znázorňující míru líhnivosti v závislosti na přítomnosti roztoku hub. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.

Tabulka 11: Hodnoty pro míru líhnivosti infikovaných vajíček v laboratorních testech.

Líhnivost - houba												
Fungi	emmean	SE	df	asypm.LCL	asypm.UCL	group	contrast	estimate	SE	df	z.ratio	p.value
Fungi	-1.012	0.413	Inf	-1.8208	-0.202	1	Fungi - no_Fungi	-1.86	0.574	Inf	-3.24	0.0012
no_Fungi	0.847	0.398	Inf	0.0664	1.628	2						

6 Diskuze

Hlavní experiment v této práci byl založený na principu „sentinel prey“, jehož smyslem je manipulace dostupnosti kořisti pro přirozené nepřátele, díky čemuž lze získat kvantitativní data z polních podmínek. V této práci představují kořist vajíčka kohoutků (*Oulema* spp.) exponovaná na deskách uprostřed porostu obilných polí a biopásů. V této souvislosti byla změřena míra predace a míra líhnivosti larev kohoutků (*Oulema* spp.).

Do celkové predace jsme počítali vajíčka kategorií V (vajíčka zpredovaná bodavě-sacím ústním ústrojím), K (vajíčka zpredována kousacím ústním ústrojím) a Ch (chybějící vajíčka). Ačkoliv byla tendence pro míru celkové predace být vyšší u transektů lokalizovaných na straně s biopásem než u jejich kontrolních protějšků, nevyšel mezi nimi statisticky významný rozdíl. Tschumi et al. (2016) zkoumal míru predace na vajíčkách a larvách kohoutků (*Oulema* spp.) na transektech přilehlých k biopásu oproti kontrolním transektům. Zvýšená míra predace vyšla u transektech vzdálených 5 m od biopásu, zatím co u transektů vzdálených 10 m nevyšel statisticky významný rozdíl oproti kontrole. V našem experimentu byly transekty vzdálené od biopásu 12 a 36 m.

Pro vajíčka zpredované predátory bodavě-sacím ústním ústrojím (kategorie V) byly statisticky prokazatelně vyšší hodnoty predace v transektu uvnitř biopásu a v transektu nejbližší biopásu. Už i v jiných studiích (Frank & Künzle 2006; Haaland et al. 2011; Huusela-Veistola et al. 2016) byl podán výsledek, že biopásy obohacují okolí o ploštice (Heteroptera), které by mohli mít na svědomí právě predaci bodavě-sacím ústním ústrojím (De Clercq et al. 2023). Mezi dravé ploštice predující na kohoutcích (*Oulema* spp.) jsou řazeni především čeledi Nabidae a Miridae (Meindl et al. 2001; viz Tab. 1). Balzan et al. (2014) uvádí, že s větší diverzitou kvetoucích rostlin se zvyšuje i abundance ploštic *Nabis* spp. a čeledi Miridae. Ovšem ve své studii uvádí tři úrovně, kdy zvýšená abundance ploštic byla naměřena pouze ve druhé, kde byla diverzita vyšší než v první úrovni, ale nižší než v třetí úrovni. V našem experimentu byly ovšem dva extrémy, tedy plocha pouze s plodinou a plocha s biopásem, kde je více kvetoucích rostlin a pravděpodobně i vyšší abundance dravých ploštic.

Při porovnávání míry predace predátory s kousacím ústrojím se ukázala nejvyšší míra opět v transektu uvnitř biopásu, což bylo i statisticky průkazné. Tendence vyšší míry predace byla u transektů lokalizovaných u biopásu, ovšem bez statisticky významného rozdílu oproti kontrolním transektům. Mezi nejzmiňovanější predátory s kousacím ústrojím predujících na kohoutcích se řadí brouci z čeledi Coccinellidae (Meindl et al. 2001; Kheirodin et al. 2019; viz Tab. 1) Hatt et al. (2017b) ve své studii rozdělil biopásy na několik úseků podle úrovně

funkční diverzity, kdy zaznamenal vyšší výskyt zástupců čeledi Coccinellidae v úsecích s nižší funkční diverzitou rostlin. V této studii ovšem porovnávali různé úseky biopásu mezi sebou, zatímco v naší studii porovnáваме porost kulturní plodiny s porostem biopásu, tedy více s diverzifikovaným porostem. Serée et al. (2022) uvádí, že efekt vyšší diverzity kvetoucích rostlin nemusí mít vliv na čelď Coccinellidae z důvodu nižší potřeby rostlinného nektaru u dospělců. Naopak Tschumi et al. (2014) uvádí výsledky, kdy naměřili nižší abundanci zástupců čeledi Coccinellidae v klasickém biopásu, než na kontrolních úsecích v plodině, ale vyšší abundanci ve speciálně vyšetém biopásu. Tyto výsledky poukazují více na důležitost druhů kvetoucích rostlin než na jejich počet. Je potřeba zmínit, že v roce 2023, ve kterém probíhal tento experiment, již byly biopásy značně zaplevelené, především druhy jako sveřep jalový (*Bromus sterilis*), jílek vytrvalý (*Lolium perenne*) a šťovík kadeřavý (*Rumex crispus*). Tyto rostliny v určitých místech značně dominovaly nad původními vyšetými druhy, což by mohlo ovlivnit funkci a služby poskytované těmito biopásy.

Chybějící vajíčka jsme počítali jako zpredovaná vajíčka na základě kontrolních laboratorních testů. Prvním takovým testem byla přilnavost vajíček *Oulema* spp. na deskách, kdy jsme došli k výsledku, že po 48 hodinové expozici v laboratorních podmínkách (teplota 23±2 °C; fotoperioda 16:8; relativní vlhkost 40–60 %), bez přístupu přirozených nepřátel nedošlo ke zmizení či spadnutí žádného z pokusných vajíček. Další kontrolní laboratorní experiment podkládající toto tvrzení je experiment s predací parazitovaných a neparazitovaných vajíček *H. axyridis*, *C. septempunctata* a *T. viridissima*, kdy jsme pozorovali, že tito predátoři zkonzumují celé vajíčko bez zbytků.

V laboratorních podmínkách bez vnějších klimatických vlivů a přístupu přirozených nepřátel je dokumentována míra líhnivosti pro kohoutky (*Oulema* spp.) v rozmezí od 60–80 % (Wellso et al. 1975). Ačkoliv nebyla nalezena novější studie s uvedenou mírou líhnivosti pro kohoutky, jsou i u jiných rodů z čeledi Chrysomelidae zaznamenány podobné hodnoty (Zheng et al. 2008) či případně vyšší (Kutcherov 2015). Míra líhnivosti kohoutků (*Oulema* spp.) v našem experimentu v polních podmínkách se lišila v závislosti na periodě výjezdu. Nejnižší hodnoty dosahovala míra líhnivosti ve 2. periodě a to 6,9 %, a nejvyšší hodnoty pak ve 3. periodě, kdy byla míra líhnivosti 69,9%. Celková míra líhnivosti byla 42,5%, což je nižší číslo oproti studiím, ovšem v naší studii je hodnota ovlivněna predací přirozenými nepřáteli a polními podmínkami. Z pohledu pozice transektu jsme zaznamenali nejnižší míru líhnivosti u transektu uvnitř biopásu, tedy B1, u kterého zároveň byla nejvyšší hodnota celkové predace.

Nižší míru líhnivosti ve 2. periodě by mohla zapříčinit kvalita vajíček z laboratorního chovu, který byl pro první dvě periody uchovávan v 10 °C v klimaboxu, aby se zpomalilo

kladění vajíček. Využitá vajíčka k pokusu byla čerstvá a nakladená již v laboratorních podmínkách (teplota 23 ± 2 °C; relativní vlhkost 40–60 %; fotoperioda 16:8), kam jsme vyndali plastové boxy s brouky dva dny před výjezdem. I přes to mohla mít nižší teplota vliv na dospělce a kvalitu jejich vajíček. Mathiasen et al. (2015) se ve své studii zaměřil na vliv teploty na reprodukční systém a vývoj *Psylliodes chrysocephalus* (Linnaeus 1758), který pochází ze stejné čeledi jako kohoutek (*Oulema* spp.). Výsledkem bylo zjištění, že při nižších teplotách (4 °C) je zpomalen vývoj tohoto brouka, ale také se výrazně snižuje míra přežití a míra líhnivosti jeho vajíček. Tento efekt se v našem experimentu neprojevil při 1. periodě, pravděpodobně kvůli uplynutí kratší doby od založení laboratorního chovu.

Výskyt přirozené populace se měnil v závislosti na periodě, kdy nejvíce dospělců a vajíček jsme zaznamenali při 2. periodě (24.5.2023) a nejvíce larev pak ve 3. periodě (7.6.2023). Ve 4. periodě (21.6.2023) jsme našli pouze larvy. Naše výsledky odpovídají rostlinolékařského portálu UKZÚZ (2023), dle něhož jsou v našich podmínkách vajíčka kladena samičkami od poloviny dubna do začátku června. Z vajíček se líhnou larvy po 8–14 v závislosti na počasí a teplotě. Nejméně zástupců přirozené populace u každé kategorie jsme vždy našli na transektu uvnitř biopásu. U ostatních transektů nebyl statisticky významný rozdíl, kdy důvodem by také mohl být vysoký výskyt nulových hodnot. Tschumi et al. (2016) uvádí nižší výskyt dospělců, vajíček a larev ve vzdálenosti 5 m od biopásu ve srovnání s kontrolním polem, zatímco u transektu vzdáleném 10 m jsou již hodnoty nesignifikantní. Je nutné zmínit, že celkový výskyt přirozené populace a tedy i počet nalezených zástupců v našem experimentu byl také ovlivněn aplikací insekticidu Sumi-Alpha 5 EW a to v datech 19.–20. 5. 2023 a 25. 5. 2023 a Karis Max v datech 1. 6. 2023, 3. 6. 2023 a 9. 6. 2023.

Při druhové determinaci nasbíraných dospělců *Oulema* spp., byly na základě preparace pohlavních orgánů dle metodiky Bezděk & Baselga (2015) zjištěny dva druhy, *O. melanopus* zastoupený ze 70 % a *O. duftschmidi* ze 30 %. Vyššímu výskytu *O. melanopus* odpovídají mapy výskytu dle AOPK ČR (2023) (Obr. 2 a 3), ovšem tyto údaje mohou být zkresleny, jelikož jejich determinace na základě exteriéru je složitá.

Při výzkumu, zda mezi přirozenými nepřáteli existuje konkurence jsme testovali míru predace parazitovaných (pomocí *A. flavipes*) a neparazitovaných vajíček *Oulema* spp. vybranými predátory. Zaznamenali jsme, že predátory byla preferována neparazitovaná vajíčka. Tento výsledek by mohl vypovídat, že při dostatku kořisti není mezi parazitoidy a predátory konkurence, čímž je regulace škůdců podpořena. Podobné výsledky u čeledi

Coccinellidae vycházely i ve studii Xue et al. (2012), kde predátoři preferovali neparazitovaná vajíčka mšic před parazitovanými.

Kromě předem rozvržených experimentů byla zaznamenána i přítomnost mikroskopických hub. Z počtu konidií zachycených na exponovaných deskách jsme zaznamenali jejich největší výskyt na transektech uvnitř biopásu. Rozdíl od transektů v poli byl pravděpodobně způsoben ošetřováním plodiny fungicidem Mandarin Gold 19. 5. 2023 a 20. 5. 2023 a fungicidem Delaro 1. 6. 2023, 3. 6. 2023 a 9. 6. 2023. Pomocí molekulárních metod (DNA izolace a sekvenace) jsme zjistili druhové spektrum mikroskopických hub a z nich vybrali druh *Mucor* sp., který je známý pro své entomopatogenní účinky (Zhu et al. 2023). Vytvořeným roztokem *Mucor* sp. jsme infikovali vajíčka *Oulema* spp. u kterých jsme měřili míru líhnivosti. Rozdíl v líhnivosti byl průkazný, kdy neinfikovaná vajíčka dosahovala 70% líhnivosti larev, zatímco infikovaná pouze 27% líhnivosti larev. To poukazuje na silnou redukci počtu vylíhnutých larev. Zároveň jsme pozorovali i sníženou pohyblivost a míru přežití u larev vylíhnutých z infikovaných vajíček. Je tedy pravděpodobné, že aplikací fungicidů se zemědělci připravují o část biologické regulace škůdců.

7 Závěr

- V rámci této diplomové práce bylo potvrzeno, že na lokalitách uvnitř biopásu byla statisticky významná tendence pro nižší míru líhnivosti larev *Oulema* spp. než na lokalitách bez biopásů.
- Na lokalitách uvnitř biopásu byla statisticky významně vyšší míra predace vajíček *Oulema* spp. než na ostatních lokalitách, kdy zde byla tendence pro vyšší míru predace u lokalit blízko biopásů.
- Statisticky průkazně nižší výskyt přirozené populace *Oulema* spp. byl zaznamenán na lokalitách uvnitř biopásů oproti ostatním lokalitám, mezi kterými nebyl nalezen statisticky významný rozdíl.
- U druhového zastoupení *Oulema* spp. byla tendence nižšího počtu druhů na lokalitách s biopásy oproti lokalitám bez biopásů, ovšem bez statisticky průkazného rozdílu.
- Naše definované cíle byly splněny. Na základě dosažených výsledků a kontrolních pokusů, jsme se snažili optimalizovat metodu měření líhnivosti larev *Oulema* spp. ve venkovním prostředí, tak aby co nejméně ovlivňovala výsledky. Námi navrhovaná metoda spočívá v expozici vajíček *Oulema* spp. v Petriho misce s filtračním papírem jako podkladem, kdy umístění Petriho misky do porostu je adekvátní výšce porostu, a aby bylo zabráněno vlivu klimatických podmínek.
- Naše zjištění vedlo k potvrzení významnosti začlenění biopásů do zemědělské krajiny z hlediska biologické ochrany rostlin. Bylo by vhodné pokračovat ve výzkumu na stejných lokalitách s nově vyšetými biopásy a i na plochách vedených pod ekologickým zemědělstvím, kde by mohl být význam biologické ochrany rostlin vyšší.

8 Literatura

- Albrecht M et al. 2020. The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecology Letters* **23**:1488–1498.
- 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.
- Allen P, Van Dusen D. 1988. Sustainable agriculture: Choosing the future. Pages 1–14 in Appen P, Van Dusen D, editors. *Global Perspectives on Agro-Ecology and Sustainable Agricultural Systems*. University of California, Santa Cruz.
- Anderson RC, Paschke JD. 1968. The Biology and Ecology of *Anaphes flavipes* (Hymenoptera: Mymaridae), an Exotic Egg Parasite of the Cereal Leaf Beetle. *Annals of the Entomological Society of America* **61**:1–5.
- Anderson RC, Paschke JD. 1970. A biological evaluation of five European cultures of *Anaphes flavipes* [Hymenoptera: mymaridae], an egg parasite of *Oulema melanopus* [Coleoptera: chrysomelidae]. *Entomophaga* **15**:107–120.
- AOPK ČR. 2023. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Available at <https://www.nature.cz/> (accessed November 14, 2023).
- Baggen LR, Gurr GM, Meats A. 1999. Flowers in tri-trophic systems: Mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **91**: 155–161.
- Baggen LR, Gurr GM. 1998. The Influence of Food on *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae), and the Use of Flowering Plants as a Habitat Management Tool to Enhance Biological Control of Potato Moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera. *Biological Control* **11**:9–17.
- Baker BP, Green TA, Loker AJ. 2020. Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. *Biological Control* **140**.
- Balzan MV, Bocci G, Moonen A-C. 2014. Augmenting flower trait diversity in wildflower strips to optimise the conservation of arthropod functional groups for multiple agroecosystem services. *Journal of Insect Conservation* **18**:713–728.
- Bass C, Denholm I, Williamson MS, Nauen R. 2015. The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology* **121**:78–87.
- Bates D, Maechler M, Bolker B, Walker S. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* **67**:1–48.
- Bezděk J, Baselga A. 2015. Revision of western Palaearctic species of the *Oulema melanopus* group, with description of two new species from Europe (Coleoptera: Chrysomelidae: Criocerinae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae* **55**: 273–304.

- Bharati L, Lee K-H, Isenhardt T, Schultz R. 2002. Soil–water infiltration under crops, pasture, and established riparian buffer in Midwestern USA. *Agrofor Syst* **3**:249–57.
- Bianchi FJJA, Wäckers FL. 2008. Effects of flower attractiveness and nectar availability in field margins on biological control by parasitoids. *Biological Control* **46**:400–408.
- Bjegovic P. 1967. *Meigenia mutabilis* (Fallén) as a parasite of the cereal leaf beetle (*Lema melanopa*) and its behavior toward the Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). *Zastita Bilja* **18**:93–100.
- Blaauw BR, Isaacs R. 2015. Wildflower plantings enhance the abundance of natural enemies and their services in adjacent blueberry fields. *Biological Control* **91**:94–103.
- Brooks ME, Kristensen K, Benthem KJ, Magnusson A, Berg CW, Nielsen A, Skaug HJ, Mächler M, Bolker BM. 2017. GlmmTMB Balances Speed and Flexibility Among Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed Modeling. *The R Journal* **9**.
- Bucureaun E, Marnea IA. 2013. Research regarding pest insect fauna and polyphagous predators in grains cereal crops in western part of the country. *Analele Universității din Oradea* **21**:27–32.
- Buntin GD, Flanders KL, Slaughter RW, Delamar ZD. 2004. Damage Loss Assessment and Control of the Cereal Leaf Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in Winter Wheat. *Journal of Economic Entomology* **97**:374–382.
- Cock MJ, van Lenteren JC, Brodeur J, Barratt BI, Bigler F, Bolckmans K, Côté FL, Haas F, Mason PG, Parra JRP. 2010. Do new access and benefit sharing procedures under the convention on biological diversity threaten the future of biological control? *BioControl* **55**: 199–218.
- Comba L, Corbet SA, Barron A, Bird A, Collinge S, Miyazaki N, Powell M. 1999. Garden Flowers: Insect Visits and the Floral Reward of Horticulturally-modified Variants. *Annals of Botany* **83**:73–86.
- Cox ML 1994. The Hymenoptera and Diptera parasitoids of Chrysomelidae. Pages 419–467 in Jolivet PH, Cox ML, Petitpierre E, editors. *Novel aspects of the biology of Chrysomelidae*.
- ČSÚ. 2020. Český statistický úřad. Integrované šetření v zemědělství - analytické vyhodnocení – 2020. Available at <https://www.czso.cz/csu/czso/integrované-setreni-v-zemedelstvi-analyticke-vyhodnoceni-2020> (accessed February 10, 2024).
- ČSÚ. 2022. Český statistický úřad. Available at <https://www.czso.cz> (accessed January 29, 2024).
- ČÚZK. 2024. Geoportál. Available at <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec> (accessed February 20, 2024).
- Damalas CA, Eleftherohorinos IG. 2011. Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **8**:1402–1419.

- De Clercq P, Coudron TA, Riddick EW. 2023. Production of heteropteran predators. Pages 37–69 in Morales-Ramos JA, Guadalupe Rojas M, Shapiro-Ilan DI, editors. Mass Production of Beneficial Organisms. Academic Press.
- Dorioz J-M, Wang D, Poulenard J, Trevisan D. 2006. The effect of grass buffer strips on phosphorus dynamics—a critical review and synthesis as a basis for application in agricultural landscapes in France. *Agric Ecosyst Environ* **117**:4–21.
- Dresselhaus T, Hückelhoven R. 2018. Biotic and Abiotic Stress Responses in Crop Plants. *Agronomy* **8**:1–6.
- Duan JJ, Bauer LS, Ulyshen MD, Gould JR, van Driesche R. 2011. Development of methods for the field evaluation of *Oobius agrili* (Hymenoptera: Encyrtidae) in North America, a newly introduced egg parasitoid of the emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae). *Biological Control* **56**:170–174.
- Dysart RJ, Maltby HL, Brunson MH. 1973. Larval parasites of *Oulema melanopus* in Europe and their colonization in the United States. *Entomophaga* **18**:133–167.
- Eckelt A et al. 2018. “Primeval forest relict beetles” of Central Europe: a set of 168 umbrella species for the protection of primeval forest remnants. *Journal of Insect Conservation* **22**:15–28.
- Eilenberg J, Hajek A, Lomer C. 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl* **46**:387–400.
- Elimem M, Lahfef C, Limem-Sellemi E. 2022. The emerging problem in cereal crops in North-Eastern Tunisia: The cereal leaf beetles *Oulema* spp. (Coleoptera; Chrysomelidae; Criocerinae) dynamic populations and infestation rate. *Journal of Entomology and Zoology Studies* **10**:09–12.
- Emmerson M et al. 2016. How Agricultural Intensification Affects Biodiversity and Ecosystem Services. *Advances in Ecological Research* **55**:43–97.
- EU Commission. 2020. EU Biodiversity Strategy for 2030. Available at https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030_en (accessed January 29, 2024).
- Evans EW. 2009. Lady beetles as predators of insects other than Hemiptera. *Biological Control* **51**:255–267.
- Evropská Komise. 2018. Prováděcí nařízení Komise EU 2018/785: kterým se mění prováděcí nařízení (EU) č. 540/2011, pokud jde o podmínky schválení účinné látky thiamethoxam. 2018.
- Evropská Komise. 2020. Prováděcí nařízení Komise EU 2020/18: kterým se v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh neobnovuje schválení účinné látky chlorpyrifos a kterým se mění příloha prováděcího nařízení Komise (EU) č. 540/2011. 2020.

- Evropská Komise. 2022. Prováděcí nařízení Komise EU 2022/801: kterým se mění prováděcí nařízení (EU) č. 540/2011 za účelem aktualizace seznamu účinných látek schválených nebo považovaných za schválené podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009
- Evropská Komise. 2023. Prováděcí nařízení Komise EU 2023/1446: kterým se mění prováděcí nařízení (EU) č. 540/2011, pokud jde o prodloužení doby platnosti schválení účinných látek methylester 2,5-kyseliny dichlorbenzoové, kyselina octová, síran hlinitoamonný, fosfid hlinitý, křemičitan hlinitý, karbid vápníku, cymoxanil, dodemorf, ethylen, výtažek z kajeputu střídavolistého (tea tree), destilační zbytky tuku, mastné kyseliny C7 až C20, flonikamid (IKI-220), giberelová kyselina, gibereliny, halosulfuron-methyl, hydrolyzované bílkoviny, síran železnatý, fosfid hořečnatý, maltodextrin, metamitron, rostlinné oleje / hřebíčkový olej, rostlinné oleje / řepkový olej, rostlinné oleje / máťový olej, pyrethriny, sulcotrion, tebukonazol a močovina
- Evropský parlament. 2009. Nařízení Evropského parlamentu a rady ES č. 1107/2009: o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh a o zrušení směrnic Rady 79/117/EHS a 91/414/EHS. 2009.
- Fiedler AK, Landis DA. 2007. Plant Characteristics Associated with Natural Enemy Abundance at Michigan Native Plants. *Environmental Entomology* **36**:878–886.
- Foley JA et al. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature* **478**:337–342.
- Frank T, Künzle I. 2006. Effect of early succession in wildflower areas on bug assemblages (Insecta: Heteroptera). *European Journal of Entomology* **103**:61–70
- Gallo J. 2007. Parasites on *Oulema (Lema) lichenis* Voet 1826. Pages 446–448 in Pimentel D, editor. *Encyclopedia of Pest Management, Volume II*. CRC Press.
- Ganser D, Mayr B, Albrecht M, Knop E. 2018. Wildflower strips enhance pollination in adjacent strawberry crops at the small scale. *Ecology and Evolution* **8**:11775–11784.
- Giunti G, Canale A, Messing RH, Donati E, Stefanini C, Michaud JP, Benelli G. 2015. Parasitoid learning: Current knowledge and implications for biological control. *Biological Control* **90**:208–219.
- Glare TR, O'Callaghan M. 2000. *Bacillus thuringiensis*: biology, ecology and safety. Wiley, New York.
- Gossner MM, Gazzea E, Diedus V, Jonker M, Yaremchuk M. 2020. Using sentinel prey to assess predation pressure from terrestrial predators in water-filled tree holes. *European Journal of Entomology* **117**:226–234.
- Haaland C, Naisbit RE, Bersier LF. 2011. Sown wildflower strips for insect conservation: a review. *Insect Conservation and Diversity* **4**:60–80.
- Haenke S, Scheid B, Schaefer M, Tschardt T, Thies C. 2009. Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs. complex landscapes. *Journal of Applied Ecology* **46**:1106–1114.

- Harrison XA, Donaldson L, Correa-Cano ME, Evans J, Fisher DN, Goodwin CED, Robinson BS, Hodgson DJ, Inger R. 2018. A brief introduction to mixed effects modelling and multi-model inference in ecology. *PeerJ* **6**.
- Hartig F. 2022. DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level/Mixed) Regression Models. R package version 0.4.6. Available at <https://CRAN.R-project.org/package=DHARMA> (accessed January 29, 2024).
- Hatt S, Lopes T, Boeraeve F, Chen J, Francis F. 2017a. Pest regulation and support of natural enemies in agriculture: Experimental evidence of within field wildflower strips. *Ecological Engineering* **98**:240–245.
- Hatt S, Uyttenbroeck R, Lopes T, Mouchon P, Chen J, Piqueray J, Monty A, Francis F. 2017b. Do flower mixtures with high functional diversity enhance aphid predators in wildflower strips? *European Journal of Entomology* **114**:66–76.
- Hatt S, Uyttenbroeck R, Lopes T, Mouchon P, Osawa N, Piqueray J, Monty A, Francis F. 2019. Identification of flower functional traits affecting abundance of generalist predators in perennial multiple species wildflower strips. *Arthropod-Plant Interactions* **13**:127–137.
- Hawkins NJ, Bass C, Dixon A, Neve P. 2019. The evolutionary origins of pesticide resistance. *Biological Reviews* **94**:135–155.
- Haynes DL, Gage SH. 1981. The Cereal Leaf Beetle in North America. *Annual Review of Entomology* **26**: 259–287.
- He X, Kiær LP, Jensen PM, Sigsgaard L. 2021. The effect of floral resources on predator longevity and fecundity: A systematic review and meta-analysis. *Biological Control* **153**.
- Heimpel GE, Mills NJ. 2017. *Biological control: Ecology and Applications*. Cambridge University Press.
- Hervet VAD, Cárcamo HA, Dosdall LM, Miller TD, Kher SV. 2016. Assessment of potential non-target effects of *Tetrastichus julis*, a biological control agent of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus*. *BioControl* **61**:399–411.
- Hoffman GD, Rao S. 2011. Oviposition site selection on oats: the effect of plant architecture, plant and leaf age, tissue toughness, and hardness on cereal leaf beetle, *Oulema melanopus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **141**:232–244.
- Hokkanen HMT, Menzler-Hokkanen I. 2018. Insect Pest Suppressive Soils: Buffering Pulse Cropping Systems Against Outbreaks of Sitona Weevils. *Annals of the Entomological Society of America* **111**:139–143.
- Hothorn T, Bretz F, Westfall P. 2008. Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal* **50**:346–363.
- Howe A, Lövei GL, Nachman G. 2009. Dummy caterpillars as a simple method to assess predation rates on invertebrates in a tropical agroecosystem. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **131**:325–329.

- Hrabák J, Konečný O. 2018. Multifunctional agriculture as an integral part of rural development: Spatial concentration and distribution in Czechia. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography* **72**:257–272.
- Humber RA. 2016. Seeking stability for research and applied uses of entomopathogenic fungi as biological control agents. *Journal of Asia-Pacific Entomology* **19**:1019–1025.
- Hummel RL, Walgenbach JF, Barbercheck ME, Kennedy GG, Hoyt GD, Arellano C. 2002. Effects of Production Practices on Soil-Borne Entomopathogens in Western North Carolina Vegetable Systems. *Environmental Entomology* **31**:84–91.
- Huusela-Veistola E, Hyvönen T, Norrdahl K, Rinne V, Saarijärvi I, Söderman G. 2016. Different response of two Hemiptera species groups to sown wildflower strips: True bugs and leafhoppers. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **222**:93–102.
- Ishizaki T, Ishikawa T. 2010. Pteromalid parasitoids (Hymenoptera) of *Oulema oryzae* (Kuwayama) (Coleoptera: Chrysomelidae) from Japan, with notes on *Pteromalus bifoveolatus*. *Entomological Science* **13**:144–149.
- Jeloková M, Gallo J. 2008. Parasitoids of cereal leaf beetle, *Oulema gallaeciana* (Heyden, 1879). *Plant Protect. Sci.* **44**:108–113.
- Khalaim AI. 2013. Afrotropical species of *Diaparsis* Förster, 1869 (Hymenoptera: Ichneumonidae: Tersilochinae). *African Invertebrates* **54**:127–159.
- Kheirodin A, Costamagna AC, Cárcamo HA. 2019. Laboratory and field tests of predation on the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Biocontrol Science and Technology* **29**:451–465.
- Kheirodin A, Sharanowski BJ, Cárcamo HA, Costamagna AC. 2020. Consumption of cereal leaf beetle, *Oulema melanopus*, by generalist predators in wheat fields detected by molecular analysis. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **168**:59–69.
- Kheirodin A. 2019. Effects of landscape structure and natural enemies on the abundance of cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* L. (Coleoptera: Chrysomelidae), in wheat fields in southern Alberta [Ph.D. thesis]. The University of Manitoba, Winnipeg, Canada.
- Kher SV, Cárcamo, HA, Dosedall LM, Goettle M. 2012. Laboratory bioassay of *Beauveria bassiana* strain GHA (BotaniGard™) efficacy on cereal leaf beetle (*Oulema melanopus*) and non-target effects on its parasitoid *Tetrastichus julis*. Proceedings of the 60th Entomological Society of Alberta Annual Meeting, Alberta.
- Kher SV, Dosedall LM, Cárcamo HA. 2011. The Cereal Leaf Beetle: Biology, Distribution and Prospects for Control. *Insects and Diseases* **4**:32–41.
- Kher SV, Dosedall LM, Cárcamo HA. 2016. Biology, host preferences and fitness of *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae), a recent invasive pest in Western Canada. *Arthropod-Plant Interactions* **10**:365–376.

- Kher SV, Kulkarni SS, Dosdall LM, Cárcamo HA. 2024. Life history and host preferences of *Tetrastichus julis* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae), the principal parasitoid of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* (L.) (Coleoptera). *Biological Control* **188**.
- Kher SV. 2014. Sustainable management of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae), a new invasive insect pest of cereal crops in western Canada [Ph.D. Thesis]. University of Alberta, Department of Agricultural, Food and Nutritional Science.
- Kidd NAC, Jervis MA. 2007. Population Dynamics. Pages 435–523 in Jervis MA editor. *Insects As Natural Enemies*. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Kim K-H, Kabir E, Jahan SA. 2017. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of The Total Environment* **575**:525–535.
- Kirmer A, Rydgren K, Tischew S. 2018. Smart management is key for successful diversification of field margins in highly productive farmland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **251**:88–98.
- Klingen I, Eilenberg J, Meadow R. 2002. Effects of farming system, field margins and bait insect on the occurrence of insect pathogenic fungi in soils. *Agriculture Ecosystems and Environment* **91**:191–198.
- Koim-Puchowska B, Lamparski R, Drózdź-Afelt JM. 2023. Evaluation of the utility of surfactin produced by the native strain of *Bacillus subtilis* natto BS19 in reducing the feeding and development of *Oulema melanopus* and *Oulema gallaeciana*. *Journal of Plant Protection Research* **63**: 208–218.
- Kowalska J, Antkowiak M, Sienkiewicz P. 2022. Flower Strips and Their Ecological Multifunctionality in Agricultural Fields. *Agriculture* **12**.
- Kreft A, Skrzypek H, Kazimierczak W, Skrzypek T. 2013. Susceptibility of *Oulema melanopus* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae to entomopathogenic nematodes (Rhabditida) rural development. Pages 146–148 in *The Sixth International Scientific Conference Proceedings*, Aleksandras Stulginskis University Akademija, Kaunas district, Lithuania.
- Kujawa K, Bernacki Z, Kowalska J, Kujawa A, Oleszczuk M, Sienkiewicz P, Sobczyk D. 2020. Annual Wildflower Strips as a Tool for Enhancing Functional Biodiversity in Rye Fields in an Organic Cultivation System. *Agronomy* **10**.
- Kumaraswamy S, Shetty PK. 2016. Critical abiotic factors affecting implementation of technological innovations in rice and wheat production: A review. *Agricultural Reviews* **37**:268–278.
- Kutcherov D. 2015. Egg-hatching synchrony and larval cannibalism in the dock leaf beetle *Gastrophysa viridula* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Zoology* **118**:433–438.
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM. 2000. Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture. *Annual Review of Entomology* **45**:175–201.

- Laznik Ž, Tóth T, Lakatos T, Vidrih M, Trdan S. 2010. *Oulema melanopus* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae) adults are susceptible to entomopathogenic nematodes (Rhabditida) attack: results from a laboratory study. *Journal of Plant Diseases and Protection* **117**:30–32.
- Laznik Ž, Vidrih M, Vučajnk F, Trdan S. 2012. Is foliar application of entomopathogenic nematodes (Rhabditida) an effective alternative to thiametoxam in controlling cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) on winter wheat? *Journal of Food, Agriculture & Environment* **10**:716–719.
- Lee JC, Heimpel GE, Leibe GL. 2004. Comparing floral nectar and aphid honeydew diets on the longevity and nutrient levels of a parasitoid wasp. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **111**:189–199.
- Lenth R. 2023. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.8.8. Available at <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans> (accessed January 29, 2024).
- Leroy J, Chapelin-Viscardi J-D, Genson G, Haran J, Pierre E, Streito J-C. 2020. Distinct barcodes for the Cereal leaf beetles *Oulema melanopus* and *Oulema duftschmidi* (Coleoptera: Chrysomelidae), two syntopical sibling species. *European Journal of Entomology* **117**:490–503.
- Lövei GL, Ferrante M. 2017. A review of the sentinel prey method as a way of quantifying invertebrate predation under field conditions. *Insect Science* **24**:528–542.
- Lüdecke D 2018. ggeffects: Tidy Data Frames of Marginal Effects from Regression Models. *Journal of Open Source Software* **26**.
- Lüdecke et al. 2021. performance: An R Package for Assessment, Comparison and Testing of Statistical Models. *Journal of Open Source Software* **60**:3139.
- Machowicz-Stefaniak Z, Miczulski B. 1985. Tests to determine the pathogenicity of the fungus *Alternaria alternata* Keissler to the larvae of the blue cereal leaf beetle. *Roczniki Nauk Rolniczych* **15**:151–157.
- Malschi D. 2000. Actual aspect regarding the control of cereal leaf beetles (*Oulema melanopus* L.) in Central Transylvania. *Probleme de Protecția Plantelor* **28**:17–28.
- Maltby HL, Stehr FW, Anderson RC, Moorehead GE, Barton LC, Paschke JD. 1971. Establishment in the United States of *Anaphes flavipes*, an Egg Parasite of the Cereal Leaf Beetle. *Journal of Economic Entomology* **64**:693–697.
- Mamedov AA. 1995. On quantitative estimation of the effectiveness of natural enemies of *Oulema melanopus* L. (Coleoptera, Chrysomelidae) on winter wheat. *Entomological Review* **74**:1–9.
- Mateos-Fierro Z, Fountain MT, Garratt MPD, Ashbrook K, Westbury DB. 2021. Active management of wildflower strips in commercial sweet cherry orchards enhances natural enemies and pest regulation services. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **317**.

- Mathiasen H, Sørensen H, Bligaard J, Esbjerg P. 2015. Effect of temperature on reproduction and embryonic development of the cabbage stem flea beetle, *Psylliodes chrysocephala* L., (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Applied Entomology* **139**:600–608.
- Mazurkiewicz A, Jakubowska M, Tumialis D, Bocianowski J, Roik K. 2021. Foliar Application of Entomopathogenic Nematodes against Cereal Leaf Beetle *Oulema melanopus* L. (Coleoptera: Chrysomelidae) on Wheat. *Agronomy* **11**.
- Meindl P, Kromp B, Bartl B, Ioannidou E. 2001. Arthropod natural enemies of the cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) in organic winter wheat fields in Vienna, Eastern Austria. *IOBC wprs Bulletin* **24**:79–86.
- Meissle M, Knecht S, Waldburger M, Romeis J. 2012. Sensitivity of the cereal leaf beetle *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae) to Bt maize-expressed Cry3Bb1 and Cry1Ab. *Arthropod-Plant Interactions* **6**:203–211.
- Meyling NV, Thorup-Kristensen K, Eilenberg J. 2011. Below – and aboveground abundance and distribution of fungal entomopathogens in experimental conventional and organic cropping systems. *Biological Control* **59**:180–186.
- Miczulski B, Machowicz-Stefaniak Z. 1977. Fungi associated with the cereal leaf beetle *Oulema gallaeciana* (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Invert. Pathol.* **29**:386–387.
- Mondor EB, Warren JL. 2000: Unconditioned and conditioned responses to colour in the predatory coccinellid, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Eur. J. Entomol.* **97**:463–467.
- Montgomery VE, Dewitt PR. 1975. Morphological Differences among Immature Stages of Three Genera of Exotic Larval Parasitoids Attacking the Cereal Leaf Beetle in the United States. *Annals of the Entomological Society of America* **68**:574–578.
- Mze. 2022. Strategický plán SZP na období 2023–2027. Available at <https://eagri.cz/public/portal/-q305569---SmWIAEpX/strategicky-plan-szp-na-obdobi-2023-2027> (accessed January 29, 2024).
- Nařízení vlády č. 80/2023 Sb o stanovení podmínek provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření.
- Nicholls CI, Altieri MA. 2013. Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **33**:257–274.
- Noordijk J, Ulenberg S, Zwakhals CJK, Heijerman T, Luske B. 2016. Parasitaire wespen van graanhaantjes (Coleoptera: Chrysomelidae: *Oulema*). *Entomologische berichten* **76**.
- Oldfield EE, Bradford MA, Wood SA. 2019. Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields. *SOIL* **5**:15–32.
- Page A. 2016. Biopásy: informační materiál pro zemědělce. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Paschke JD. 1965. Infection of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopa* (Linnaeus) by *Beauveria bassiana* (Balsamol) Vuillemin. *Journal of Invertebrate Pathology* **7**: 101–102.

- Patt J, Hamilton GC, Lashomb J. 1997. Foraging success of parasitoid wasps on flowers: Interplay of insect morphology, floral architecture and searching behavior. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **83**: 21–30.
- Pavlov A. 1981. Parasites on *Oulema melanopus* L. (Col. Chrysomelidae). *Plant Science* **16**: 116–123.
- Pfiffner L et al. 2019. Design, implementation and management of perennial flower strips to promote functional agrobiodiversity in organic apple orchards: A pan-European study. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **278**:61–71.
- Pfiffner L, Wyss E. 2004. Use of sown wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. Pages 167–188 in Gurr GM, Wratten SD, Altieri MA, editors. *Ecological engineering for pest management*. CABI-Publishing, Collingwood, Australia.
- Philips CR, Herbert DA, Kuhar TP, Reisig DD, Thomason WE, Malone S. 2011. Fifty Years of Cereal Leaf Beetle in the U.S: An Update on Its Biology, Management, and Current Research. *Journal of Integrated Pest Management* **2**:1–5.
- Piqueray J, Gilliaux V, Decruyenaere V, Cornelis JT, Uyttendbroeck R, Mahy G. 2019. Management of Grassland-like Wildflower Strips Sown on Nutrient-rich Arable Soils: The Role of Grass Density and Mowing Regime. *Environmental Management* **63**:647–657.
- Polaszek A, Vilhemsen L. 2023. Biodiversity of hymenopteran parasitoids. *Current Opinion in Insect Science* **56**.
- Pondělíček M, Šilhánková V. 2020. Vesnice jako spontánně vzniklá biocentra a zásobníky biodiverzity v současné české zemědělské krajině. Pages 554–560 in 23rd International Colloquium on Regional Sciences. Masaryk University Press, Brno.
- Pontin DR, Wade MR, Kehrl P, Wratten SD. 2006. Attractiveness of single and multiple species flower patches to beneficial insects in agroecosystems. *Annals of Applied Biology* **148**:39–47.
- R Core Team. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Registr přípravků na ochranu rostlin. 2023. Ministerstvo zemědělství ČR. Available at <https://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/> (accessed January 29, 2024).
- Roberts DE. 2016. Classical biological control of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae), in Washington State and rôle of field insectaries, a review. *Biocontrol Science and Technology* **26**:877–893.
- Samková A, Hadrava J, Skuhrovec J, Janšta P. 2020. Host Specificity of the Parasitic Wasp *Anaphes flavipes* (Hymenoptera: Mymaridae) and a New Defence in Its Hosts (Coleoptera: Chrysomelidae: *Oulema* spp.). *Insects* **11**:175.
- Samková A, Janšta P, Huber JT. 2017. *Anaphes flavipes*: redescription, neotype designation, and comparison with *A. nipponicus* (Hymenoptera. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae* **57**:677–712.

- Serée L, Chiron F, Valantin-Morison M, Barbottin A, Gardarin A. 2022. Flower strips, crop management and landscape composition effects on two aphid species and their natural enemies in faba bean. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **331**.
- Serée L, Legras S, Chiron F, Valantin-Morison M, Gardarin A. 2023. People prefer arable fields and flower strips with continuous soil cover and diversified vegetation. *Ecology and Society* **28**.
- Shade RE, Hansen HL, Wilson MC. 1970. A Partial Life Table of the Cereal Leaf Beetle, *Oulema melanopus*, in Northern Indiana. *Annals of the Entomological Society of America* **63**:52–59.
- Shah PA, Pell JK. 2003. Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Applied Microbiology and Biotechnology* **61**:413–423.
- Shaukat MA. 2018. Feeding behaviour and life durations of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) feeding on variety of hosts. *Journal of Entomology and Zoology studies* **6**:691–697.
- Schaller M, Nentwig W. 2000: Olfactory orientation of the seven-spot ladybird beetle, *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae): Attraction of adults to plants and conspecific females. *Eur. J. Entomol.* **97**:155–159.
- Scheper J et al. 2015. Local and landscape-level floral resources explain effects of wildflower strips on wild bees across four European countries. *Journal of Applied Ecology* **52**:1165–1175.
- Schmale I, Wäckers FL, Cardona C, Dorn S. 2001. Control Potential of Three Hymenopteran Parasitoid Species against the Bean Weevil in Stored Beans: The Effect of Adult Parasitoid Nutrition on Longevity and Progeny Production. *Biological Control* **21**:134–139.
- Schmied H, Getrost L, Hamm A, Dünzkofer T. 2023. The flower strip dilemma (FSD): An overlooked challenge in nature conservation and a possible first step towards a solution by combining different aged flower strips. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **347**.
- Suzuki TN, Sakurai R. 2015. Bent posture improves the protective value of bird dropping masquerading by caterpillars. *Animal Behaviour* **105**:79–84.
- Svobodová E, Trnka M, Dubrovský M, Semerádová D, Eitzinger J, Štěpánek P, Žalud Z. 2014. Determination of areas with the most significant shift in persistence of pests in Europe under climate change. *Pest Management Science* **70**:708–715.
- Swingland IR. 2001. Biodiversity, definition of. *Encyclopedia of biodiversity* **1**:377–391.
- Symondson WOC, Sunderland KD, Greenstone MH. 2002. Can Generalist Predators be Effective Biocontrol Agents? *Annual Review of Entomology* **47**:561–594.
- Šedivý J. 1995. Hodnotenie poškodenia pšenice ozimé nej kohútikmi (Coleoptera, Chrysomelidae). *Ochrana rastlin* **31**:107–119.
- Škorpík M. 2015. Zemědělská krajina a praktické problémy ochrany hmyzu. *Živa* **4**:173–178.

- Tandzi NL, Mutengwa SH. 2020. Factors affecting yield of crops. Pages 9–24 in Amanullah K, editor. *Agronomy – Climate Change and Food Security*. IntechOpen, United Kingdom.
- Triapitsyn SV, Rugman-Jones PF, Kusuhara H, Nakano R, Janšta P, Arikawa S, Adachi-Hagimori T, Lou Y. 2023. Genetic analysis reveals conspecificity of two nominal species of *Anaphes* fairyflies (Hymenoptera: Mymaridae), egg parasitoids of *Oulema* leaf beetle (Coleoptera). *PLOS ONE* **18**.
- Triltsch H. 1999. Food remains in the guts of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) adults and larvae. *European Journal of Entomology* **96**:355–364.
- Tschumi M, Albrecht M, Bärtschi C, Collatz J, Entling MH, Jacot K. 2016. Perennial, species-rich wildflower strips enhance pest control and crop yield. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **220**:97–103.
- Tschumi M, Albrecht M, Entling MH, Jacot K. 2014. Targeted flower strips effectively promote natural enemies of aphids. *IOBC-WPRS Bulletin* **100**:131–135.
- UKZÚZ: Rostlinolékařský portál. 2023. Ministerstvo zemědělství. Available at https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/ (accessed November 14, 2023).
- UN. 2022. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Population Prospects 2022: Summary of Results* **3**.
- ÚZEI. 2023. Ústav zemědělské ekonomiky a informací. Available at <https://www.uzei.cz/> (accessed January 29, 2024).
- Van de Vijver E, Landschoot S, Van Roie M, Temmerman F, Dillen J, De Ceuleners K, Smaghe G, De Baets B, Haesaert G. 2019. Inter – and Intrafield Distribution of Cereal Leaf Beetle Species (Coleoptera: Chrysomelidae) in Belgian Winter Wheat. *Environmental Entomology* **48**:276–283.
- Van Dijk P, Kwaad F, Klapwijk M. 1996. Retention of water and sediment by grass strips. *Hydrol Process* **10**:1069–80.
- van Rijn PCJ, Wäckers FL, Cadotte M. 2016. Nectar accessibility determines fitness, flower choice and abundance of hoverflies that provide natural pest control. *Journal of Applied Ecology* **53**:925–933.
- Velchev D, Takov D, Todorov I, Pilarska D, Toshova T. 2023. Effect of *Beauveria bassiana* (strain ATCC 74040) on two leaf beetle pests of maize under laboratory conditions. *Journal of Central European Agriculture* **24**:434–446.
- Vollset SE et al. 2020. Fertility, mortality, migration, and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: a forecasting analysis for the Global Burden of Disease Study. *The Lancet* **396**:1285–1306.
- Wäckers FL. 2009. Suitability of (extra-)floral nectar, pollen, and honeydew as insect food sources. Pages 17–74 in *Plant-Provided Food for Carnivorous Insects*. Cambridge University Press.

- Wang C-H. 2014. Farming Methods Effects on the Soil Fertility and Crop Production Under a Rice-Vegetables Cropping Sequences. *Journal of Plant Nutrition* **37**:1498–1513.
- Wellso SG, Hoxie RP. 1969. *Hyalomyodes triangulifer* Parasitizing the Cereal Leaf Beetle, *Oulema melanopus*. *Annals of the Entomological Society of America* **62**:923–924.
- Wellso SG, Hoxie RP. 1988. Biology of *Oulema*. Pages 497–511 in Jolivet P, Petitpierre E, Hsiao TH. *Biology of Chrysomelidae*. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Wellso SG, Ruesink WG, Gage SH. 1975. Cereal Leaf Beetle: Relationships between Feeding, Oviposition, Mating, and Age. *Annals of the Entomological Society of America* **68**:663–668.
- Wenda-Piesik A, Kazek M, Piesik D. 2017. Cereal leaf beetles (*Oulema* spp., Coleoptera: Chrysomelidae) control following various dates of wheat sowing and insecticidal treatments. *International Journal of Pest Management* **64**:157–165.
- White T, Bruns T, Lee S, Taylor J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Pages 315–322 in Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, editors. *PCR protocols: a guide to methods and applications*. New York, NY, USA. Academic Press.
- Wickham H, François R, Henry L, Müller K, Vaughan D. 2023. dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.1.3. Available at <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr> (accessed January 29, 2024).
- Winiarska W. 1973. Z obserwacji nad biologią *Lema cyanella* L. (Col., Chrysomelidae, Criocerinae). *Polskie Pismo Entomologiczne* **43**:373–382.
- Winkler K, Wäckers F, Bukovinszkyne-Kiss G, van Lenteren J. 2006. Sugar resources are vital for *Diadegma semiclausum* fecundity under field conditions. *Basic and Applied Ecology* **7**:133–140.
- Xue Y, Bahlai CA, Frewin A, McCreary CM, Des Marteaux LE, Schaafsma AW, Hallett RH. 2012. Intraguild predation of the aphid parasitoid *Aphelinus certus* by *Coccinella septempunctata* and *Harmonia axyridis*. *BioControl* **57**:627–634.
- Yıldırım H. 2021. The first record of a hostounsky sp. nov. Infection in the blue shieldbug, *Zicrona caerulea* Linnaeus, 1758 (Hemiptera: Pentatomidae). *Microbial Pathogenesis* **155**.
- Zárubová L, Kouřimská L, Zouhar M, Nový P, Douda O, Skuhrovec J. 2014. Botanical pesticides and their human health safety on the example of *Citrus sinensis* essential oil and *Oulema melanopus* under laboratory conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science* **65**:89–93.
- Zheng F-S, Du Y-Z, Wang Z-J, Xu J-J. 2008. Effect of temperature on the demography of *Galerucella birmanica* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Insect Science* **15**:375–380.

Zhu G, Ding W, Zhao H, Xue M, Chu P, Jiang L. 2023. Effects of the Entomopathogenic Fungus *Mucor hiemalis* BO-1 on the Physical Functions and Transcriptional Signatures of *Bradysia odoriphaga* Larvae. *Insects* **14**.

9 Seznam zkratk

AEKO	Agroenvironmentálně-klimatická opatření
AOPK	Agentura ochrany přírody a krajiny
CLB	Cereal leaf beetle (kohoutek)
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
ČÚZK	Český ústav zeměměřičský a katastrální
ČZU	Česká zemědělská univerzita
EC	Evropská komise
EU	Evropská unie
FAPPZ	Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
GLMM	Generalizované lineární smíšené modely
MZe	Ministerstvo zemědělství
PCR	Polymerázová řetězová reakce
PDA	Potato dextrose agar
SZIF	Státní zemědělský intervenční fond
ÚKZUZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
UN	Spojené národy
USA	Spojené státy americké
ÚZEI	Ústav zemědělské ekonomiky a informací

10 Seznam obrázků a tabulek

10.1 Seznam obrázků:

Obrázek 1: Flagellum <i>Oulema</i> spp. (zleva <i>O. duftschmidi</i> , <i>O. melanopus</i> , <i>O. melanopus</i>) (Bezděk & Baselga 2015)	11
Obrázek 2: Výskyt druhu <i>O. melanopus</i> na území ČR (AOPK ČR 2023).....	13
Obrázek 3: Výskyt druhu <i>O. duftschmidi</i> na území ČR (AOPK ČR 2023).....	13
Obrázek 4: Výskyt druhu <i>O. obscura</i> na území ČR (AOPK ČR 2023)	14
Obrázek 5: Chov <i>Oulema</i> spp. v plastových boxech (© Matěj Trnka).	23
Obrázek 6: Vytvořená deska s vajíčky <i>Oulema</i> spp (© Matěj Trnka).....	24
Obrázek 7: Ilustrativní foto biopásu na lokalitě K10 (GPS 50.1562 N, 14.5479 E) (© Matěj Trnka).....	25
Obrázek 8: Mapa polí využitých pro hlavní experiment (ČÚZK 2024, upraveno).	26
Obrázek 9: Experimentální design jednotlivých transektů (ČÚZK 2024, upraveno).....	26
Obrázek 10: Stanovení míry predace a líhivosti vajíček <i>Oulema</i> spp. na základě kategorií: B1 – B3 (úspěšně dokončený vývoj kohoutka); V1 – V3 (zpredované vajíčko, bodavě-savé ústní ústrojí predátora); K1 – K3 (zpredované vajíčko, kousací ústní ústrojí predátora); D1 – D3 (vajíčko bez formace larvy kohoutka) a NB1 – NB3 (viditelná formace larvy kohoutka s nedokončeným vývojem) (© Matěj Trnka).	28
Obrázek 11: Konidie mikroskopických hub přichycené na povrchu vajíček <i>Oulema</i> spp (©Matěj Trnka).....	30
Obrázek 12: Procentuální zastoupení jednotlivých kategorií vajíček <i>Oulema</i> spp. (Ch = chybějící; B = vylihnutý brouk; V = zpredované bodavě-sacím ústrojím; K = zpredované kousacím ústrojím; D = nevylihnutý brouk) v rozdílných periodách.	33
Obrázek 13: Graf znázorňující úroveň líhivosti v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.	34
Obrázek 14: Graf znázorňující úroveň celkové míry predace v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.	35
Obrázek 15: Graf znázorňující míru predace vajíček <i>Oulema</i> spp. predátory s bodavě-sacím ústrojím v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.	36
Obrázek 16: Graf znázorňující úroveň predace kousacím ústrojím v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.	37
Obrázek 17: Graf znázorňující množství chybějících vajíček v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.	38
Obrázek 18: Graf znázorňující úroveň nevylihnutých vajíček v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.	39
Obrázek 19: Graf znázorňující počet přirozeně se vyskytujících vajíček v jednotlivých transektech a periodách.....	42
Obrázek 20: Graf znázorňující počet přirozeně se vyskytujících larev v jednotlivých transektech a periodách.....	43
Obrázek 21: Graf znázorňující počet přirozeně se vyskytujících dospělců v jednotlivých transektech a periodách.....	44
Obrázek 22: Graf znázorňující zastoupení druhů <i>Oulema</i> spp. v jednotlivých transektech.....	46

Obrázek 23: Graf znázorňující míru líhivosti v závislosti na typu podkladu. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.	47
Obrázek 24: Graf znázorňující míru predace pro jednotlivé predátory. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.	48
Obrázek 25: Graf znázorňující míru predace v závislosti na přítomnosti parazitoida ve vajíčku. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.	49
Obrázek 26: Graf znázorňující počet nalezených konidií v jednotlivých transektech a periodách. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.	50
Obrázek 27: Graf znázorňující míru líhivosti v závislosti na přítomnosti roztoku hub. Vyobrazeny jsou hodnoty predikované modelem, nikoliv hrubá data naměřená v terénu.	52

10.2 Seznam tabulek:

Tabulka 1: Predátoři <i>Oulema</i> spp.	17
Tabulka 2: Parazitoidi <i>Oulema</i> spp.	18
Tabulka 3: Entomopatogeny <i>Oulema</i> spp.	21
Tabulka 4: Souhrnná tabulka pro hlavní experiment s hodnotami pro jednotlivé kategorie.	40
Tabulka 5: Souhrnná tabulka pro hodnoty přirozené populace <i>Oulema</i> spp.	45
Tabulka 6: Porovnání mezi hodnotami jednotlivých transektů.	46
Tabulka 7: Hodnoty pro míru líhivosti v laboratorních testech.	48
Tabulka 8: Hodnoty pro míru predace v laboratorních testech.	49
Tabulka 9: Hodnoty pro počet konidií na jednotlivých transektech.	50
Tabulka 10: Přehled identifikovaných druhů mikroskopických hub nalezených na jednotlivých substrátech.	51
Tabulka 11: Hodnoty pro míru líhivosti infikovaných vajíček v laboratorních testech.	52
Tabulka 12: Seznam povinných druhů používaných na vyšetí krmného biopásu (Nařízení vlády č. 80/2023).	I
Tabulka 13: Seznam volitelných druhů používaných na vyšetí krmného biopásu (Nařízení vlády č. 80/2023).	I
Tabulka 14: Seznam jetelovin používaných na vyšetí nektarodárného biopásu (Nařízení vlády č. 80/2023).	II
Tabulka 15: Seznam plodin používaných na vyšetí nektarodárného biopásu (Nařízení vlády č. 80/2023).	II
Tabulka 16: Seznam bylin používaných na vyšetí nektarodárného biopásu (Nařízení vlády č. 80/2023).	III
Tabulka 17: Seznam povolených pesticidních přípravků na kohoutky (<i>Oulema</i> spp.).	IV
Tabulka 18: Seznam vyšetých druhů na biopásy firmy VIN Agro s.r.o.	V
Tabulka 19: Přehled chemických zásahů firmou VIN Agro s.r.o. na pokusných obilných polích za rok 2023.	VI

11 Samostatné přílohy

Tabulka 12: Seznam povinných druhů používaných na vysetí krmného biopásu (Nařízení vlády č. 80/2023).

Krmný biopás - povinné druhy	
Druh	Minimální množství ve směsi (kg/ha)
Jarní obilovina (oves setý (<i>Avena sativa</i> L.), pšenice jarní (<i>Triticum aestivum</i> L.) nebo ječmen jarní (<i>Hordeum vulgare</i> L.))	65
Proso seté (<i>Panicum miliaceum</i> L.)	15
Kapusta krmná (<i>Brassica oleracea</i> L. conv. <i>acephala</i> (DC) Alof. var. <i>Medullosa</i>)	0,8
Pohanka obecná (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)	15

Tabulka 13: Seznam volitelných druhů používaných na vysetí krmného biopásu (Nařízení vlády č. 80/2023).

Krmný biopás - volitelné druhy	
Druh	Minimální množství ve směsi (kg/ha)
Slunečnice roční (<i>Helianthus annuus</i> L.)	2,5
Ěsknice kanárská (<i>Phalaris canariensis</i> L.)	5
Svazenka vratičolistá (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.)	5
Svazenka shloučená (<i>Phacelia congesta</i>)	5
Len olejný (<i>Linum usitatissimum</i> L.)	20
Bobovité (hrách setý polní (<i>Pisum sativum</i> L. ssp. <i>Speciosum</i>), hrách setý pravý (<i>Pisum sativum</i> L. ssp. <i>Sativum</i>), bob koňský polní (<i>Vicia faba</i> L. var. <i>Equina</i>) nebo vikev setá (<i>Vicia sativa</i>))	30
Lupina bílá (<i>Lupinus albus</i> L.)	5
Čirok zrnový (dvoubarevný) (<i>Sorghum bicolor</i> L.)	3
Bér italský (<i>Setaria italica</i> L.)	4
Poznámka: V případě slunečnice roční se může použít množství odpovídající 1/20 výsevní jednotky na 1 hektar biopásu	

Tabulka 14: Seznam jetelovin používaných na vysetí nektarodárného biopásu (Nařízení vlády č. 80/2023).

Nektarodárný biopás - jeteloviny
Druh
Jetel luční - diploidní odrůdy (<i>Trifolium pratense</i> L.)
Komonice bílá (jednoleté i dvouleté odrůdy) (<i>Melilotus albus</i> Med.)
Úročník bolhoj (<i>Anthyllis vulneraria</i> L.)
Vičenec ligrus (<i>Onobrychis viciaefolia</i> L.)
Vikev setá (<i>Vicia sativa</i> L.)
Vojtěška setá (<i>Medicago sativa</i> L.)
Čičorka pestrá (<i>Securigera varia</i> L.)
Poznámka: Ve směsi osiv jsou použity nejméně 4 druhy ze seznamu v minimálním celkovém množství ve směsi 15 kg/ha

Tabulka 15: Seznam plodin používaných na vysetí nektarodárného biopásu (Nařízení vlády č. 80/2023).

Nektarodárný biopás - plodiny
Druh
Hořčice bílá (<i>Sinapis alba</i> L.)
Pohanka obecná (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)
Svazenka vratičolistá (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.)
Svazenka shloučená (<i>Phacelia congesta</i>)
Slunečnice roční (<i>Helianthus annuus</i> L.)
Poznámka: Ve směsi osiv jsou použity nejméně 2 druhy plodin ze seznamu v minimálním celkovém množství 5 kg/ha a maximálním celkovém množství 7 kg/ha. Zastoupení hořčice bílé ve směsi osiv činí maximálně 1,5 kg/ha, zastoupení svazenky vratičolisté činí maximálně 1,0 kg/ha.

Tabulka 16: Seznam bylin používaných na vysetí nektarodámého biopásu (Nařízení vlády č. 80/2023).

Nektarodárný biopás - byliny
Druh
Kmín kořený (<i>Carum carvi</i> L.)
Mrkev krmná (<i>Daucus carota</i> L. ssp. <i>sativus</i>)
Sléz lesní (<i>Malva sylvestris</i> L.)
Divizna velkokvětá (<i>Verbascum densiflorum</i> Bertol.)
Poznámka: Ve směsi osiv je použit nejméně 1 druh ze seznamu bylin v minimálním celkovém množství 2,5 kg/ha a maximálním celkovém množství 5 kg/ha.

Tabulka 17: Seznam povolených pesticidních přípravků na kohoutky (*Oulema* spp.).

Název přípravku	Název účinné látky	Použití přípravku povoleno max. do	Plodiny	Škodlivý organismus	Dávkování
Agrosalés - Lambda-cyhalotrin	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	obilniny	bejlomorka sedlová, kohoutci, mšice	0,15 l/ha ; 200-600 l vody/ha
BEC Lamcy	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	obilniny	bejlomorka sedlová, kohoutci, mšice	0,15 l/ha ; 200-600 l vody/ha
CMI DELTA 2.5 EC	Deltamethrin	31.10.2024	pšenice ozimá	kohoutci	0,1 l/ha ; 200-300 l vody/ha
Cyberfor 100 EW	Cypermethrin	31.10.2025	pšenice, ječmen, žito, oves, tritikale	kohoutci	0,05 l/ha ; 200-600 l vody/ha
CYPERKIL MAX	Cypermethrin	31.10.2025	pšenice, ječmen, žito, oves	kohoutci	0,05 l/ha ; 200-600 l vody/ha
Cytrin	Cypermethrin	31.10.2025	obilniny	kohoutci	0,1-0,15 l/ha
Decis Mega	Deltamethrin	15.08.2027	obilniny	kohoutci	0,3-0,5 l/ha
Decis Protech	Deltamethrin	15.08.2027	obilniny	bejlomorka sedlová, kohoutci, mšice	0,15 l/ha ; 200-600 l vody/ha
Defendia	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	obilniny	kohoutci	0,1 l/ha ; 200-300 l vody/ha
DelCaps 050 CS	Deltamethrin	15.08.2027	pšenice ozimá	kohoutci	0,1 l/ha ; 200-300 l vody/ha
DelTop 050 CS	Deltamethrin	15.08.2027	pšenice ozimá	kohoutci	0,1 l/ha ; 200-300 l vody/ha
Dinastia	Deltamethrin	31.10.2024	obilniny	kohoutci	0,1-0,15 l/ha
Esfenvalerát	Esfenvalerát	31.12.2023	pšenice, žito, tritikale, oves, ječmen	kohoutci rodu <i>Oulema</i> , mšice	0,1 l/ha ; 300-400 l vody/ha
Fury Power	Gamma-cyhalotrin	31.03.2025	obilniny	kohoutci	0,08 l/ha
GAZELLE LIQUID	Acetamiprid	28.02.2034	pšenice, tritikale	kyjalka osemmi, mšice, kyjalka travní, kohoutci	0,35 l/ha
Hunter SPU	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	ječmen, pšenice, žito, oves, tritikale	kohoutci, obaleč obilní, kněžice obilná, mšice jako přenašeč vířoz	0,15 kg/ha ; 200-400 l vody/ha
Jager	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	ječmen, pšenice, žito, oves, tritikale	kohoutci, obaleč obilní, kněžice obilná, mšice jako přenašeč vířoz	0,15 kg/ha ; 200-400 l vody/ha
Kaiso Sorbie	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	ječmen, pšenice, žito, oves, tritikale	kohoutci, obaleč obilní, kněžice obilná, mšice jako přenašeč vířoz	0,15 kg/ha ; 200-400 l vody/ha
Karate se Zeon technologií 5 CS	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	obilniny	bejlomorka sedlová, kohoutci, mšice	0,15 l/ha ; 200-600 l vody/ha
Karate Zeon 050 CS	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	obilniny	bejlomorka sedlová, kohoutci, mšice	0,08 l/ha
Karés Max	Gamma-cyhalotrin	31.03.2025	obilniny	kohoutci	0,15 l/ha ; 200-600 l vody/ha
Kendo 5 CS	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	obilniny	bejlomorka sedlová, kohoutci, mšice	0,15 l/ha ; 200-600 l vody/ha
Koron 100 CS	Deltamethrin	15.08.2027	ječmen, pšenice	kohoutci	0,05 l/ha
MOSPIAN MIZU 1.20 SL	Acetamiprid	28.02.2034	pšenice, tritikale	kyjalka osemmi, mšice, kyjalka travní, kohoutci	0,35 l/ha
Nexide	Gamma-cyhalotrin	31.03.2025	obilniny	kohoutci	0,08 l/ha
ODRG - Lambda-cyhalotrin	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	obilniny	bejlomorka sedlová, kohoutci, mšice	0,15 l/ha ; 200-600 l vody/ha
Poleci	Deltamethrin	31.10.2024	pšenice ozimá	kohoutci	0,1 l/ha ; 200-300 l vody/ha
POLECI 2.5. EC	Deltamethrin	31.10.2024	pšenice ozimá	kohoutci	0,1 l/ha ; 200-300 l vody/ha
PREY-GOLD	Silice pomerančová	30.04.2025	obilniny-ekologická produkce	kohoutci, mšice, třásněňky	1,6-2,4 l/ha ; 400-1000 l vody/ha
Rafan Max	Cypermethrin	31.10.2025	pšenice, ječmen, žito, oves	kohoutci	0,05 l/ha ; 200-600 l vody/ha
Rapid	Gamma-cyhalotrin	31.03.2025	obilniny	kohoutci	0,08 l/ha
RC-Lambda-cyhalotrin 50 CS	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	obilniny	bejlomorka sedlová, kohoutci, mšice	0,15 l/ha ; 200-600 l vody/ha
Rhago 50 EW	Deltamethrin	15.08.2027	obilniny	kohoutci	0,1-0,15 l/ha
Sherpa 100 EW	Cypermethrin	31.10.2025	pšenice, žito, tritikale, oves, ječmen	kohoutek	0,25 l/ha
Streightfighter 5 CS	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	obilniny	bejlomorka sedlová, kohoutci, mšice	0,15 l/ha ; 200-600 l vody/ha
Sumi - Alpha 5EW	Esfenvalerát	31.12.2023	pšenice, žito, tritikale, oves, ječmen	kohoutci rodu <i>Oulema</i> , mšice	0,1 l/ha ; 300-400 l vody/ha
Sumicidm	Esfenvalerát	31.12.2023	pšenice, žito, tritikale, oves, ječmen	kohoutci rodu <i>Oulema</i> , mšice	0,1 l/ha ; 300-400 l vody/ha
SumiUp	Esfenvalerát	31.12.2023	pšenice, žito, tritikale, oves, ječmen	kohoutci rodu <i>Oulema</i> , mšice	0,2 l/ha
Vzatak Active	Alfa-cypermethrin	26.11.2023	obilniny	bejlomorka sedlová, kohoutci, mšice	0,1 l/ha ; 300-400 l vody/ha
WOODO	Esfenvalerát	31.12.2023	pšenice, žito, tritikale, oves, ječmen	kohoutci rodu <i>Oulema</i> , mšice	0,1 l/ha ; 300-400 l vody/ha
Zravit škůdci STOP	Lambda-cyhalotrin	31.03.2024	obilniny	bejlomorka sedlová, kohoutci, mšice	1,5 ml ; 2-6 l vody/100 m ²

Tabulka 18: Seznam vysetých druhů na biopásy firmy VIN Agro s.r.o.

Druh	kg/ha
Vikev setá <i>Vicia sativa</i>	3,18
Vičenec ligrus <i>Onobrychis viciifolia</i>	3,18
Jetel luční <i>Trifolium pratense</i>	2,55
Jetel plazivý <i>Trifolium repens</i>	0,26
Jetel hybridní (švédský) <i>Trifolium hybridum</i>	0,26
Štírovník růžkatý <i>Lotus corniculatus</i>	0,13
Komonice bílá <i>Melilotus albus</i>	0,64
Pohanka obecná <i>Fagopyrum esculentum</i>	1,59
Hořčice bílá <i>Sinapis alba</i>	0,96
Svazenka vratičolistá <i>Phacelia tanacetifolia</i>	0,64
Kmín kořený <i>Carum carvi</i>	1,59
Sléz lesní <i>Malva sylvestris</i>	0,03
Řebříček obecný <i>Achillea millefolium</i>	0,01
Kostřava drsnolistá * <i>Festuca brevipila</i>	5,41
Kostřava červená * <i>Festuca rubra</i>	1,35
Lipnice luční * <i>Poa annua</i>	1,69
Kmín kořený (Kamín) * <i>Carum carvi</i>	0,68
Mrkev obecná * <i>Daucus carota</i>	0,23
Pastinák setý * <i>Pastinaca sativa</i>	0,45
Šalvěj přeslenitá * <i>Salvia verticillata</i>	0,05
Hvozdík kartouzek * <i>Dianthus carthusianorum</i>	0,01
Chrpa luční * <i>Centaurea jacea</i>	0,02
Krvavec menší * <i>Sanguisorba minor</i>	0,09
Šedivka šedá * <i>Berteroa incana</i>	0,02
Poznámka: * přidané druhy obohacující původní směs „nektarodárný biopás“	

Tabulka 19: Přehled chemických zásahů firmou VIN Agro s.r.o. na pokusných obilných polích za rok 2023.

pole ID	plodina 2020	Kód DPB	Termin výsevu biopásu	Plodina 2023	Poznámka	datum	přípravek/dávka	datum	přípravek/dávka	datum	přípravek/dávka	datum	přípravek/dávka
K1	JJ	2801/2	jaro	pšenice ozim	byla meziplodina, no till	13.4.	mustang forte/1	20.4.	fixator/0,25				
K4	PO	3701/7	jaro	pšenice jarní	byla meziplodina, no till	4.5.	mustang/0,5	25.5.	hutton/0,8; fabulis/0,75; sumialfa/0,1				
K5	PO	3602/4	podzim	pšenice ozim	peluška v meziřádku (pouze v pásu 24 m od biopásu?)	17.10.	delfin/0,25; transform/48g	20.3.	prodigiv/0,27%g (souvat u biopásu 24m)	7.4.	fixator/0,3	19.5.	mandarin gold/0,8, sumialfa 0,1, coptrac/0,25, zintrac/0,3, thiotrac/1
K6	ŘO	3603/3	podzim	ječmen jarní		24.3.	insektiv/3, před setím	21.4.	celstar/0,6	5.5.	mustang forte/0,8	18.5.	fabulis/0,8 délaro/0,75, karis max/0,08
K9	JJ	1601/8 2702	podzim	pšenice ozim	peluška v meziřádku	17.10.	delfin/0,25; transform/48g	7.4.	fixator/0,3	10.5.	zypar/1	20.5.	mandarin gold/0,8, sumialfa 0,1, coptrac/0,25, zintrac/0,3, thiotrac/1
K10	ŘO	2002/4	podzim	ječmen jarní		21.4.	celstar/0,6	5.5.	mustang forte/0,8	18.5.	fabulis/0,8	3.6.	délaro/0,75, karis max/0,08
K11	ŘO	2002/4	podzim	ječmen jarní		21.4.	celstar/0,6	5.5.	mustang forte/0,8	19.5.	fabulis/0,8	1.6.	délaro/0,75, karis max/0,08
K12	PO	3701/9	jaro	pšenice jarní	byla meziplodina, no till	4.5.	mustang/0,5	25.5.	hutton/0,8; fabulis/0,75; sumialfa/0,1				