

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



**Životní strategie majkovitých brouků (Meloidae) a vybrané aspekty
ekologie včelovníka velikonočního *Apalus bimaculatus* (Linnaeus, 1761)
a jeho rozšíření v ČR**

Bakalářská práce



Studijní program: Biologie pro vzdělávání

Studijní obor: Biologie pro vzdělávání / Geografie pro vzdělávání (BIma-Zmi)

Autor: Beáta Lysáková

Vedoucí práce: doc. RNDr. Milan Veselý, Ph.D.

Olomouc 2024

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora:	Beáta Lysáková
Název práce:	Životní strategie majkovitých brouků (Meloidae) a vybrané aspekty ekologie včelovníka velikonočního <i>Apalus bimaculatus</i> (Linnaeus, 1761) a jeho rozšíření v ČR
Typ práce:	Bakalářská práce
Pracoviště:	Katedra botaniky
Vedoucí práce:	doc. RNDr. Milan Veselý, Ph.D.
Rok obhajoby práce:	2024
Počet stran:	45
Počet příloh:	4
Jazyk:	český

Abstrakt

Apalus bimaculatus (Linnaeus, 1761) je vzácný druh naší fauny, který byl v ČR nedávno objeven. Jedná se o kleptoparazita samotářské včely *Colletes cunicularius* (Linnaeus, 1761) a přes jeho rozsáhlý palearktický areál jsou údaje o jeho ekologii překvapivě kusé. Tato bakalářská práce je především literární rešerší popisující životní strategie majkovitých brouků (Meloidae) a vybrané aspekty ekologie druhu *Apalus bimaculatus* (Linnaeus, 1761). Kromě této nejobsáhlejší části bylo cílem studie získat data o početnosti, mobilitě, poměru pohlaví, závislosti aktivity na počasí, hostitelské specifitě a dalších charakteristikách populace na lokalitě v Uherském Hradišti. Dosud byly zaznamenány jen základní informace o populaci, které spolu s nasbíranými daty poslouží jako výchozí bod pro budoucí výzkum. Zatím bylo v roce 2023 zaznamenáno celkem 237 jedinců. V roce 2024 to bylo 247 jedinců.

Klíčová slova: Meloidae, *Apalus bimaculatus*, kantaridin, *Colletes cunicularius*
Uherskohradištsko, Uherské Hradiště

Bibliographical identification

Author's first name and surname:	Beáta Lysáková
Title:	Live strategies of blister beetles (Meloidae) and selected aspects of the ecology of <i>Apalus bimaculatus</i> (Linnaeus, 1761) and its distribution in the Czech Republic
Type of thesis:	Bachelor's thesis
Department:	Department of Botany
Supervisor:	doc. RNDr. Milan Veselý, Ph.D.
The year of presentation:	2024
Number of pages:	45
Number of appendices:	4
Language:	Czech

Abstract

Apalus bimaculatus (Linnaeus, 1761) is a rare species of our fauna, which was recently discovered in the Czech Republic. It is a kleptoparasite of the solitary bee *Colletes cunicularius* (Linnaeus, 1761) and despite its extensive Palaearctic range, data on its activity are surprisingly scarce. This bachelor thesis is primarily a literature review describing the life strategies of the blister beetles (Meloidae) and selected aspects of the ecology of *Apalus bimaculatus* (Linnaeus, 1761). Apart from this most comprehensive part, the aim of the study was to collect data on abundance, mobility, sex ratio, activity dependence on weather, host specificity and other characteristics of the population in Uherské Hradiště. Only basic information about the population has been recorded, which together with the collected data will serve as a starting point for future research. A total of 237 individuals have been recorded in 2023. In 2024, there were 247 individuals.

Key words: Meloidae, *Apalus bimaculatus*, cantharidin, *Colletes cunicularius*
Uherskohradišťsko, Uherské Hradiště

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu své práce doc. RNDr. Milanu Veselému, Ph.D. za pomoc, vstřícnost, věcné připomínky a především trpělivost při vedení mé práce. Rovněž bych chtěla poděkovat RNDr. Ondřeji Konvičkovi za pomoc při realizaci terénní práce.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství. Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

V Olomouci dne

.....

Beáta Lysáková

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíle práce.....	8
3	Charakteristika čeledi Meloidae Gyllenhal, 1810	9
3.1	Kantharidin.....	9
4	Morfologie jednotlivých stádií	12
4.1	Morfologie imaga	12
4.2	Morfologie larvy	12
4.2.1	Instar I (triungulin)	13
4.2.2	Instar II až V (první ponrava).....	13
4.2.3	Instar VI (koarktátní fáze)	13
4.2.4	Instar VII (druhá ponrava).....	13
4.3	Morfologie pupy.....	13
5	Životní cyklus.....	15
5.1	Příjem potravy	15
5.2	Rozmnožování.....	15
5.3	Schopnost šíření	16
6	Ekologické nároky ovlivňující výskyt jednotlivých druhů	17
6.1	Půdní charakteristiky	17
6.2	Klimatické podmínky	17
6.3	Rostlinné druhy na typických stanovištích.....	17
6.4	Rozšíření.....	17
7	<i>Apalus bimaculatus</i> (Linnaeus, 1761).....	19
7.1	Ekologické nároky.....	19
7.1.1	Hostitel	19
7.2	Životní cyklus.....	21
7.3	Rozšíření.....	21

7.4	Schopnost šíření	22
8	Metodika.....	23
8.1	Charakteristika oblasti.....	23
8.1.1	Vymezení	23
8.1.2	Geomorfologické a geologické poměry	23
8.1.3	Klimatické podmínky	23
8.2	Charakteristika lokality	24
8.3	Sběr dat.....	24
8.4	Zpracování dat.....	26
9	Výsledky.....	27
10	Didaktická analýza odborného tématu	28
11	Diskuze.....	33
12	Závěr.....	37
13	Použitá literatura	38
14	Přílohy	44

1 Úvod

Brouci (Coleoptera) představují jeden z nejpočetnějších řádů hmyzu a zároveň druhově nejpočetnější řád v celé živočišné říši. V současné době je známo více než 400 000 druhů brouků (Ślipiński et al., 2011), přičemž z Evropy je jich známo přes 20 000 (Hůrka, 2006).

V Seznamu Československých brouků (Jelínek, 1993) je uvedeno z České republiky více než 6 000 druhů, zařazených do 113 čeledí (Konvička et al., 2017).

Do čeledi majkovitých (Meloidae) celosvětově přísluší asi 3 000 známých druhů ve zhruba 120 rodech. V České republice se uvádí výskyt 25 druhů majkovitých brouků. Jde o tvarově značně různorodé brouky, jejichž nejmenší zástupci měří několik milimetrů, největší cca 8 cm. Společným znakem je počet chodidlových článků (5, 5, 4), jenž ukazuje na příslušnost této čeledi do skupiny Heteromera, dále obsah živočišného alkaloidu — kantaridinu, který je znám jako afrodiziakum a složka mnoha středověkých jedů. Pro čeleď je charakteristický tvar aedagu (tenké trubičkovité části penisu) a paramer (párové doprovodné součásti penisu). Majkovití brouci jsou rovněž charakterističtí složitým parazitickým vývojem u blanokřídlých (Hymenoptera) či rovnokřídlých (Orthoptera) hostitelů, který díky přítomnosti dalšího klidového stadia mimo kuklu (pojmenovaného pseudochrysalis) označujeme jako nadproměnu (hypermetabolii). Není divu, že vzhledem k tak složitým vývojovým vztahům, neschopnosti letu u podstatné části druhů vyskytujících se v ČR a předpokládané značné hostitelské specifitě jsou tyto parazitičtí brouci na ústupu (Vrabec, 2005).

2 Cíle práce

Hlavním cílem této práce je zpracování literární rešerše týkající se životních strategií majkovitých brouků (Meloidae). Důraz je kladen na vybrané aspekty ekologie včelovníka velikonočního *Apalus bimaculatus* (Linnaeus, 1761) a jeho rozšíření v ČR. Dalším cílem je nasbírat data o aktivitě, abundanci a hostitelské specifitě tohoto druhu na zájmové lokalitě a částečně tato nasbíraná data vyhodnotit.

Dalším z cílů je také zařazení tématu „Biologické jedy v rostlinné a živočišné říši České republiky“ do vyučování a vytvoření pracovního listu, který je svou náročností určen studentům středních škol.

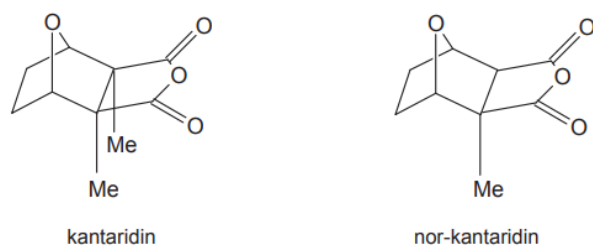
3 Charakteristika čeledi Meloidae Gyllenhal, 1810

Čeď majkovitých brouků (*Meloidae*) tvoří vyhraněnou a výjimečnou skupinu mezi všemi brouky (Dvořák, 1983). Je čeledí celosvětově rozšířenou s přibližně 3000 druhy (Vrabec, 2005) v přibližně 120 rodech. Obvykle se v rámci čeledi rozlišují 4 podčeledi: *Eleticinae*, *Meloinae*, *Tetraonycinae* a *Nemognathinae* (Bologna, 1991). Někteří autoři však považují podčeď *Tetraonycinae* za tribus v rámci *Nemognathinae* (Selander, 1991). Od *Anthicidae* a většiny ostatních příbuzných čeledí se majkovití odlišují v průběhu larválního vývoje šesti znaky a v dospělosti znaky třemi. Nejvýraznějšími larválními znaky jsou znaky ztrátové (absence mandibulární moly, labiální ligula a urogomphi); mezi znaky dospělců patří přítomnost ventrální čepele na drápech (přítomna u *Stenotrachelidae*), endofalický háček (pravděpodobně ztracen u *Nemognathinae*) a produkce kantharidinu (také u některých *Oedemeridae*) (Bologna & Pinto, 2001). Pestré, nápadné až výstražné zbarvení brouků tedy upozorňuje na jejich jedovatost. Hemolymfa a tudíž celé tělo obsahuje prudký jed se souhrnným chemickým vzorcem $C_{10}H_{12}O_4$ (Dvořák, 1983). V rámci Coleoptera mají *Meloidae* neobvyklý životní cyklus s nadpočetnými vývojovými stádii. Takový cyklus nazýváme hypermetamorfóza či hypermetabolie. První larvální instar těchto brouků je velmi pohyblivá larva triungulin, která zodpovídá za šíření druhu. Jak bylo uvedeno v dřívějším článku (Pinto et al., 1996), čeď nelze rozlišit podle triungulinového prvního larválního instaru, který je často uváděn jako charakteristický znak čeledi, protože taková larva chybí u nejprimitivnější podčeledi *Eleticinae* (Bologna & Pinto, 2001). Až na výjimky jsou meloidní larvy parazity. V závislosti na taxonomickém postavení a výskytu se larvy živí vajíčky sarančí (Orthoptera: Acridoidea) nebo zásobami a larvami různých včel (Apoidea) či jiných žahadlových (Bologna, 1991).

3.1 Kantharidin

Kanharidin, terpenoid 7-oxabicyclo-[2.2.1]-heptanového typu (Obr. 1), je chemická sloučenina, vylučovaná mnoha druhy brouků z čeledi majkovitých (Patočka & Kuča, 2013). Jedná se o anhydrát jednoduché aromatické kyseliny kanharidové (3:6 epoxy-1:2- dimethylcyklohexan-1:2-dikarboxylový anhydrid), který byl poprvé izolován v roce 1810. Látka má podobu bezbarvého krystalu, který je bez zápachu, špatně rozpustný ve vodě a málo rozpustný v alkoholu, acetonu, éteru a tucích. Při reakci se zásadami tvoří biologicky aktivní, ve vodě rozpustnou sůl (Karras et al., 1996).

Jed, běžně známý jako španělské mušky, má dlouhou a pestrou historii, která se udržuje díky pověsti afrodisiaka a je přerušována zprávami o otravách v důsledku jeho toxicity.



Obr. 1: Struktura kantaridinu a nor-kantaridinu (demethylkantariidinu, palasoninu) (převzato z Patočka & Kuča, 2013).

Pestré až nápadné zbarvení různých druhů je tedy vzhledem k jedovatosti brouka odstrašujícím zbarvením (Dvořák, 1983). Kantharidin je obranná chemická látka, která se nachází jak v larválním stádiu brouka, tak i u dospělců. Larvy při podráždění vylučují kantaridin ve formě mléčného ústního exsudátu, zatímco dospělci jej uvolňují nejčastěji z kloubů nohou (Karras et al., 1996), kde tvoří nápadně barevné kapičky žluté, hnědavé, oranžové či červené barvy (Dvořák, 1983). Obsah kantharidinu v jednom broukovi se pohybuje od 0,6 % do více než 5 % suché tělesné hmotnosti. Dospělí samci brouků jsou mnohem silnějšími producenty kantharidinu než samice. Ty, pokud jsou izolovány, ztrácejí téměř všechny své zásoby. V přírodě je pak opakovaně od samců získávají během kopulace. Smrtelná dávka pro člověka se u dospělých odhaduje na 10 až 80 mg, ale nejčastěji se uvádí méně než 60 mg (Karras et al., 1996)

Jed byl znám už ve starověku, brouci sežraní na pastvě ve větším množství mohli být příčinou úhynu skotu. Podobné záznamy jsou uváděny také z Afriky, kde přemnožení brouci otrávilí tamější stáda (Karras et al., 1996). Oproti tomu ochrana proti hmyzožravým živočichům není vždy účinná. Jed nepůsobí například na hrabavé ptáky, ovšem ukládá se v jejich těle. Rovněž ježci a netopýři jsou velmi odolní (Dvořák, 1983).

Kantaridin se od starověku používal ke zvýšení sexuální potence, což souvisí s nálezy priapismu u mužů a zduřením pohlavních orgánů u žen, které jsou důsledkem expozice vysokým dávkám jedu. Legenda o afrodiziaku vychází ze schopnosti kantharidinu vyvolat překrvení cév a zánět močopohlavního ústrojí, což je pocit, který si někteří mohou vykládat jako zvýšení sexuality. Při kontaktu látky s pokožkou či sliznicí se vytvářejí puchýře. Častá příčina úmrtí způsobená touto látkou je hemoragická mukositida sliznice úst, jícnu a žaludku. Kantaridin také dále může způsobovat silné krvácení močových cest v důsledku tubulární nekrózy a glomerulárního poškození, kromě toho i tvorbu puchýřů v oblasti dolních močových cest (Karras et al., 1996).

V lékařství se používá již nejméně 2000 let. V minulém století byl běžně užíván jako lék pleuritidy, pneumonie, artritidy, neuralgií a různých dermatitid. Zatímco v Jižní Africe a Číně se uvádí jako bylinkáři široce používaná látka, jeho četné toxické účinky způsobily, že se v západní medicíně přestal používat pro většinu legitimních lékařských účelů a v současné době nemá žádné schválené nedermatologické využití (Karras et al., 1996). Podle aktuálních lékařských informací však kantaridin, stejně jako jeho některé analogy, zejména nor-kantaridin (Obr. 1), vykazuje potenciální protinádorovou aktivitu u lidských rakovinných buněk. Způsobuje zastavení cyklu buněčného dělení a vyvolává apoptózu u mnoha typů nádorových buněk (Patočka & Kuča, 2013).

4 Morfologie jednotlivých stádií

4.1 Morfologie imaga

Tvar těla dospělců je různorodý, většinou však silně protáhlý, a to zejména u samic. Délkou se pohybují v rozmezí 3 až 30 mm, obvykle však mezi 10 až 20 mm (výjimkou je několik rodů, např. *Berberomeloe* Bologna, *Wagneronota* Denier, *Cissites* Latreille, *Synhoria* Kolbe atd. dosahujících délky 60 až 70 mm). Integument je měkký a barva proměnlivá. Kutikula bývá silně chitinizovaná, což ji dělá neprůhlednou. (Bologna et al., 2010).

Hlava je hypognátní, obvykle širší než přední část prothoraxu. Existují i rody s výraznou megacefálií (například *Meloetyphlus fuscatus*, r. *Cissites* a *Synhoria* z tribu *Horiini*). Povrch hlavy je často drsný nebo tečkovaný, zcela výjimečně hladký. Oči jsou laterální, oválné nebo emarginátní, zvětšené u nočních druhů, ventrálně rozšířené a dole se k sobě přibližující u *Lydomorphus* (*Lyttini*), u *Pseudozonitis* a *Zonitoschema* a některých *Zonitis* (*Nemognathini*) Druhům neotropického tetraonycinního rodu *Meloetyphlus* se oči nevyvinuly. Tykadla se obvykle nachází nad bází mandibul mezi očima a jsou složena zpravidla z jedenácti článků. Mandibuly mají imaga čeledi *Meloidae* většinou robustní a zakřivené. Zatímco maxily zůstávají nemodifikované. Labrum je různě tvarované a obvykle sahá až k vrcholu mandibul. Clypeus je zřetelný. Čelo je obvykle široké a konvexní, vzácně zploštělé nebo brázdité. Pronotum má různý tvar a je laterálně neohrazené. Krovky jsou plně vyvinuté a málo sklerotizované, tedy poměrně měkké, u některých druhů bývají zkrácené. Křídla jsou u většiny skupin plně vyvinutá a funkční, avšak právě u skupin se zkrácenými krovkami mohou taktéž být zkrácená nebo úplně chybí. Let brouků je těžkopádný a většinou jim slouží pouze k přemísťování se na menší vzdálenosti, a to pouze za příznivých podmínek. Nohy mají zpravidla štíhlé, delší s úzkými polštářky pod články, zakončené drápky. Abdomen je měkký, tvořený šesti ventrity, výjimku opět tvoří silně sklerotizované druhy (Bologna et al., 2010).

4.2 Morfologie larvy

V typickém případě se larvální vývoj jedince odehrává v sedmi instarech (Obr. 2). U naprosté většiny popsáných larev čeledi *Meloidae* je však znám pouze první instar zvaný triangulin. Pozdější instary jsou popsány pouze u několika druhů podčeledí *Meloinae* a *Nemognathinae*. U *Eleticinae* je první instar larvy znám pouze u dvou rodů, *Eletica* a *Iselma* (Bologna et al., 2010).

4.2.1 Instar I (triungulin)

Larva je campodeiformní, se štíhlým tělem a prodlouženými a štíhlými nohami. Tělo je dobře sklerotizované s výjimkou podčeledi *Eleticinae*. Hlava je prognátní. Jeden pár stemmat je přítomen u *Meloinae* a *Tetraonycinae*, dva páry u většiny *Nemognathinae*, stemmata zcela chybí u *Eleticinae*. Tykadla jsou složena ze tří článků. Labrum je obvykle zřetelné a viditelné dorzálně, ale u většiny foretických skupin je částečně nebo zcela srostlé s clypeem. Mandibuly mají hladký nebo zubatý povrch. Rovina pohybu je většinou příčná, u foretických skupin však téměř vertikální. Gula je dobře vyvinutá. Na konci nohou jsou přítomny tři drápky, které slouží k přichycení na svého hostitele a přenosu na místo vývoje. Abdomen je složený z devíti článků. Tergity jsou dobře sklerotizované, sternity v různém stupni (Bologna et al., 2010).

4.2.2 Instar II až V (první ponrava)

Larva je scarabeiformní s tělem měkčím než má triungulin, jen lehce sklerotizovaným. Hlava je prognátní nebo hypognátní, užší než thorax. Má jeden pár redukovaných očí a tykadla složená ze tří segmentů. Mandibuly jsou na vrcholu zahnuté a nesou jeden apikální zub. Gula je přítomna. Nohy jsou přítomny, avšak mnohem kratší a robustnější než u prvního instaru. Abdomen je více než dvakrát delší než hrudník, skládá se z deseti viditelných segmentů (Bologna et al., 2010).

4.2.3 Instar VI (koarktátní fáze)

Tělo je rovnější než u přechozího instaru a povrch je hladký. Kutikula bývá obvykle silně sklerotizovaná a tmavě zbarvená (u *Meloe* však poměrně světlá). Hlavu má hypognátní a užší než thorax. Stemmata chybí a tykadla mají pouze jeden článek. Mandibuly jsou opět zahnuté s jedním apikálním zubem. Gula chybí. Nohy jsou silně redukované, tvarem připomínají pupen. Abdomen je více než dvakrát delší než hrudník, skládá se z devíti viditelných segmentů (Bologna et al., 2010).

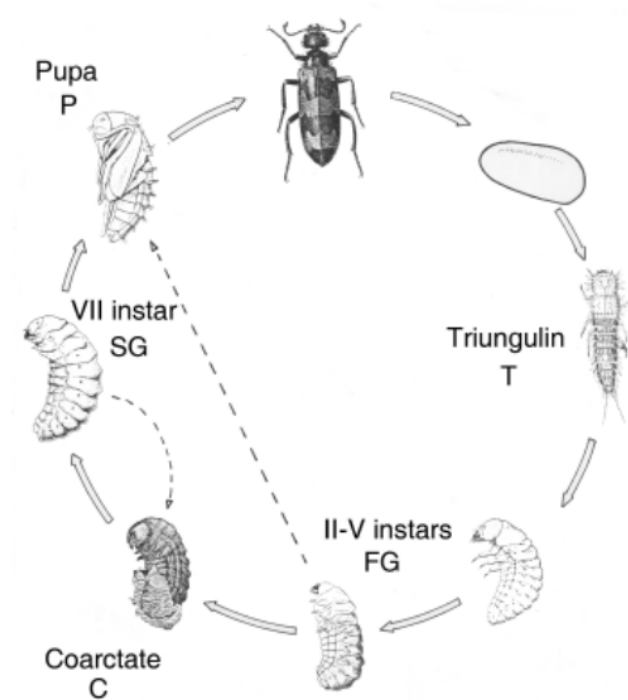
4.2.4 Instar VII (druhá ponrava)

Morfologicky je larva velice podobná II až V instaru. Většinou bývá větší a podstatně méně sklerotizovaná (Bologna et al., 2010).

4.3 Morfologie pupy

Čeď majkovitých má stejně jako ostatní brouci kuklu volnou – pupa exarata. Kutikula je tenká a průhledná. Může nést řadu různě dlouhých ostnů na hřbetě hlavy, thoraxu a abdomenu. Hlava je zahnutá ventrálně, zatímco tykadla laterálně. Nohy jsou dobře vyvinuté. Krovky a křídla jsou

umístěna laterálně a směřují ventrálně asi do poloviny abdomenu. Ten je rozdělen na devět viditelných segmentů (Bologna et al., 2010).



Obr. 2: Životní cyklus brouků z čeledi *Meloidae*. Čárkované šipky označují odchylku od obvyklé ontogenetické dráhy (převzato z Bologna, 1991).

5 Životní cyklus

5.1 Příjem potravy

Larvy se živí obsahem medových buněk i s vajíčkem či drobnou larvou blanokřídlých (*Hymenoptera*). Samotný med totiž k proměně nestačí, triungulin potřebuje k dalšímu vývoji živočišnou bílkovinu (Dvořák, 1983).

Dospělci jsou fytofágní, živí se listy a rostlinami několika čeledí rostlin nebo vůbec nepřijímají potravu (viz kapitola Rostlinné druhy na typických stanovištích).

5.2 Rozmnožování

Vzhledem ke složitému způsobu vývoje kladou samičky majkovitých brouků obrovské množství vajíček, počty se uvádějí v desetitisících (Dvořák, 1983). U *Meloinae* jsou vajíčka kladena do půdy, u *Tetraonycinae* a *Nemognathinae* jsou vajíčka kladena na vegetaci nebo méně často, u *Horiini* a některých *Nemognathini*, do hostitelských hnízd nebo pod kameny (Bologna, 1991). První larvální stádium se výrazně liší od ostatních. Z vajíček se líhnou čilé, většinou vzhůru po různých rostlinách lezoucí drobné larvičky se třemi drápkami na chodidlech dlouhých nohou, které označujeme jako triunguliny. Podaří-li se jim vlézt do květu rostliny, snaží se přichytit na zástupci z řádu *Hymenoptera* či *Orthoptera*, který je přenese do svého hnízda. Je samozřejmé, že spousta larev zahyne, když vyleze na nekvetoucí rostlinu nebo když se přichytí na nesprávného živočicha (Dvořák, 1983). V hnízdě vnikne triungulin k vajíčkům či drobným larvám hostitele a začne je požírat. V této fázi přetrvává dokud se nenasytí a dokud nenastane čas svlékání. Jakmile se triungulin svleče, stane se skarabeiformní larvou a vstoupí do období prudkého růstu, který trvá až do konce pátého či šestého instaru. U některých druhů, které se živí včelími zásobami a larvami, využívá larva pouze jednu buňku, zatímco u jiných se zavrtává i do okolních buněk, kde požírá jejich obsah. U podčeledi *Meloinae* si plně vykrmená larva obvykle vyhloubí komůrku mimo místo krmení. V šestém nebo sedmém instaru je larva silně sklerotizovaná a imobilní. Dochází k hluboké degeneraci svaloviny a dýchání je sníženo na extrémně nízkou úroveň. V tomto stavu je larva schopna v případě potřeby přežít i více než rok. Po přečkání nepříznivého období a obnovení vývoje se larva znovu stává larvou skarabeiformní. Svaly postupně regenerují a úroveň dýchání se zvyšuje. V této fázi si larva může, ale nemusí, vyhloubit komůrku vhodnou pro zakuklení (Selander & Fasulo, 2000). Velikost vylíhnutého brouka zjevně ovlivňuje kvalita a množství zásob shromážděných hostitelem, takže mezi jedinci stejného druhu nacházíme výrazné individuální rozdíly ve

velikosti (Vrabec, 2005). Dospělec běžně žije tři měsíce nebo déle a samice kladou vajíčka po celou dobu dospělosti.

5.3 Schopnost šíření

Dospělci brouků čeledi *Meloidae* mají značně omezený disperzní potenciál (Ohnishi et al., 2021). Morfologií nejsou uzpůsobeni k letu na větší vzdálenosti a jejich možnosti šíření jsou proto velice limitované. Některé skupiny mají dokonce zcela zdegenerovaná zadní křídla a schopnost létat ztrácí úplně. U mnoha organismů s takto nízkou úrovní autodisperze se vyvinula řada alternativních disperzních strategií (Hulsmans et al., 2007; Macchioni, 2007; Vanschoenwinkel et al., 2008) a jednou z takových strategií pasivního transportu je forézie, tedy využití jiného organismu (hostitele) k transportu. Možnost se takto přemísťovat mají brouci pouze během jediné části svého životního cyklu, a to během prvního instaru larválního stádia nazývaného triungulin (Ohnishi et al., 2021). Larvy se přemístí na stanoviště navštěvované zástupci z řádu *Hymenoptera* či *Orthoptera* – nejčastěji na rostlinu, kde vyčkávají na svého hostitele. Drápky na konci chodidel se na něj přichytí a ten jim umožní nejen rozptýlit na širší území a překonání fyzických bariér, ale zároveň je přemístí na potravní stanoviště, tedy místo jejich dalšího ontogenetického vývoje. Při tomto přemísťování hrozí vysoké riziko vyhladovění. Triungulini nepřijímají potravu, dokud se jim nepodaří napadnout hnízdo svého hostitele. Dále musí dosáhnout posledního stádia – dospělce, který je schopný se rozmnožovat. Pokud se jim nepodaří zplodit potomstvo, je překonání všech předchozích překážek marné. Ve srovnání s hmyzem, který se v dospělosti aktivně pohybuje a je schopen samostatně se přemísťovat na delší vzdálenosti, jsou proto možnosti disperze meloidních brouků na velké vzdálenosti značně omezené (Ohnishi et al., 2021).

6 Ekologické nároky ovlivňující výskyt jednotlivých druhů

6.1 Půdní charakteristiky

Brouci z čeledi majkovitých (*Meloidae*) kvůli kleptoparazitickému způsobu života potřebují pro svůj vývoj jiný hmyz. Vyhledávají proto písčité biotopy nebo lehčí půdy, které preferují jejich hostitelé. K vytvoření a udržení prostředí vhodného pro výskyt těchto brouků je třeba udržovat obnažený půdní povrch. Přírozené procesy, jako jsou eroze podél vodních toků, sesuvy půdy a laviny, stejně jako působení větru a antropogenní vliv mohou tyto podmínky vytvářet. Ke své aktivitě potřebují mimo jiné i přísun teplých slunečních paprsků a proto preferují svahy s jižní expozicí.

6.2 Klimatické podmínky

Meloidae jsou rozšířeni především v mírných stepích a aridních oblastech, ale vyskytují se také v subtropických a tropických savanách a dalších otevřených biotopech (Bologna et al., 2010). I navzdory svému měkkému tělu jsou tyto brouci běžně velmi aktivní v suchých oblastech během dne a v ročních obdobích charakteristických vysokými teplotami. Zdá se, že přinejmenším část jejich úspěchu v těchto podmínkách je podmíněna vysokou teplotní tolerancí a dostupností čerstvého rostlinného materiálu, který vyrovnává relativně rychlou ztrátu vody (Cohen & Pinto, 1977). Stresovým podmínkám se mohou vyhýbat také noční aktivitou (Bologna et al., 2010).

6.3 Rostlinné druhy na typických stanovištích

Dospělci jsou fytofágní, živí se listy a květy různých rostlin. Ve starém světě (Afrika, Evropa a Asie) jsou to převážně čeledi *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Malvaceae*, *Convolvulaceae* a *Solanaceae*. *Zygophyllaceae* a *Aizoaceae*, v novém světě (Severní až Jižní Amerika) pak také *Cactaceae*, *Amaranthaceae* a *Rhamnaceae*. Dospělci několika specializovaných druhů z tribů *Horiini* a *Nemognathini* (*Nemognathinae*) nepřijímají potravu vůbec (Bologna et al., 2010).

6.4 Rozšíření

Brouci čeledi *Meloidae*, známí jako majkovití, jsou prakticky kosmopolitní (Obr. 3), nevyskytují se pouze na Novém Zélandu, v Antarktidě a na většině polynéských ostrovů. Diverzita je největší v suchých a polosuchých oblastech. Nejrozšířenější podčeleď,

Nemognathinae, se vyskytuje ve všech oblastech. Nejrozmanitější podčeleď *Meloinae* je rovněž široce rozšířená, ale v Austrálii se nevyskytuje. Podčeleď *Eleticinae*, která se vyznačuje více pleziomorfními znaky než všechny ostatní meloidní podskupiny, vykazuje typické gondwanské rozšíření, vyskytuje se v Jižní Americe, Africe jižně od Sahary, Indii a jihovýchodní Asii. A konečně *Tetraonycinae*, která je omezena na americký kontinent, je rozšířená především v neotropických oblastech s malým zásahem do jižní části nearktické oblasti (Bologna et al., 2010).

Ačkoli tři největší podčeledi jsou široce rozšířené, druhové rozšíření je podstatně omezenější. Například ze 120 rodů čeledi se pouze pět (*Epicauta* Dejean, *Lytta* Fabricius, *Meloe* Linnaeus, *Nemognatha* Illiger a *Zonitis* Fabricius) vyskytuje na východní i západní polokouli. A ze 49 rodů vyskytujících se na západní polokouli se pouze osm široce překrývá mezi Severní a Jižní Amerikou (Pinto & Bologna, 1999). Nejcharakterističtější faunu ukrývá jihozápadní Afrika. Téměř 10 % rodů čeledi se vyskytuje pouze tam. Dalšími zónami značného rodového endemismu jsou středomořská a saharská oblast, suchý a polosuchý jihozápad Severní Ameriky a severozápadní neotropické oblasti. Rozmanitost je omezená v Austrálii, kde je čeleď zastoupena pouze podčeledí *Nemognathinae* s nejspecializovanějšími larválními stadii (Bologna et al., 2010).

PODČELEDI A RODY	NEARKTICKÁ OBLAST	PALEARKTICKÁ OBLAST	AFROTROPICKÁ OBLAST	ORIENTÁLNÍ OBLAST	NEOTROPICKÁ OBLAST	AUSTRALSKÁ OBLAST
Eleticinae	-	-	+	+	+	-
Morphozonitini	-	-	+	-	-	-
Derideini	-	-	+	-	+	-
Eleticini	-	-	-	-	+	-
Spasticini	-	-	+	+	+	-
Meloinae	+	+	+	+	+	-
Lyttini	+	+	+	+	+	-
Pyrotini	+	-	-	-	+	-
Eupomphini	+	-	-	-	-	-
Cerocomini	-	+	+	-	-	-
Epicautini	+	+	+	+	+	-
Mylabrini	-	+	+	+	-	-
Meloini	+	+	+	+	+	-
Tetraonycinae	+	-	-	-	+	-
Tetraonycini	+	-	-	-	+	-
Nemognathinae	+	+	+	+	+	+
Stenoderini	-	+	-	-	-	-
Horini	+	+	+	+	+	+
Nemognathini	+	+	+	+	+	+

Obr. 3: Rozšíření podčeledí a rodů čeledi *Meloidae* v zoogeografických oblastech a podoblastech (převzato z Bologna, 1991).

7 *Apalus bimaculatus* (Linnaeus, 1761)

Apalus bimaculatus (včelovník velikonoční) je brouk patřící do čeledi majkovití (Meloidae). Jeho determinace je velmi jednoduchá a brouka lze jen těžko s něčím zaměnit. Dá se však jednoduše přehlédnout a to i přes svou nápadnost a velikost. Tento druh se vyznačuje žlutohnědými krovkami s jednou nedokonale ohraničenou černou skvrnou různé velikosti v zadní třetině každé z krovek (Evangelista, 2009). Brouk má černou hlavu, tykadla, pronotum, thorax, nožičky i abdomen a je poměrně silně ochlupen, zejména na hlavě. Jeho velikost se pohybuje v rozmezí 9 až 11 mm (Evangelista, 2009). Pohlaví se rozlišuje podle toho, že samice má kratší tykadla a poněkud zduřelejší abdomen, kde několik jeho článků jsou částečně žlutohnědé (Lönnell & Edelsjö, 2004).

7.1 Ekologické nároky

Apalus bimaculatus obývá písčité biotopy, otevřené louky nebo mýtiny listnatých i jehličnatých lesů. Jeho reprodukční biologie je úzce spjata se samotářskou včelou *Colletes cunicularius* (Linnaeus, 1761) z řádu blanokřídlých (Hymenoptera), která je obligátním hostitelem tohoto brouka (Evangelista, 2009). Předpokládá se, že *Apalus bimaculatus* je citlivý na množství stromů v oblasti stanoviště (Lönnell & Edelsjö, 2004), protože hustší porosty stromů v okolí mají za následek menší oslunění a chladnější mikroklima. Vysoká specializace druhu, závislost na sukcesním stanovišti (Lönnell & Edelsjö, 2004) a jeho fragmentovaný výskyt v čase a prostoru jsou vlastnosti, které ho činí citlivým na vymizení (Ahlbäck, 2010).

Jedná se o časně jarní druh. Dospělci žijí jen krátce a lze je zastihnout již za prvních slunečných dnů v únoru a březnu, kdy se pohybují po zemi a vegetaci a příležitostně za teplého počasí poletují (Konvička, 2020).

7.1.1 Hostitel

Hedvábnice hrabavá – *Colletes cunicularius* (Linné, 1761) patří do čeledi hedvábnicovití (Hymenoptera: Colletidae). Tato čeleď je morfologicky velice rozmanitá. Včely mohou být malé až středně velké, nenápadně i výrazně zbarvené, lysé i ochlupené. Společným znakem je krátký spodní pysk s dvojlaločným jazýčkem (Bláhová, 2021). Na tomto jazýčku mají včely husté chloupky, které slouží k roztírání směsi sekretu Dufouroy žlázy (Michener, 2007; Macek et al., 2010). Ta na vzduchu tuhne a na povrchu plodové komůrky vytváří ochrannou vrstvičku v podobě lesklého povlaku. Díky této vrstvě se nektar s pylem nevsakuje do okolního prostředí a zároveň je v plodové komůrce vytvořeno optimální klima pro vývoj plodu. Kromě těchto

Dufourových žláz mají včely této čeledi také kusadlové žlázy, které vylučují baktericidní a fungicidní sekrety (Bláhová, 2021). Tato čeleď se dále dělí do pěti podčeledí, z níž dvě (Colletinae a Hylaeinae) jsou zastoupeny v České republice (Macek et al., 2010). Z podčeledi Colletinae lze v České republice nalézt pouze zástupce rodu *Colletes*. Tyto včely preferují písčité půdy na rovné ploše či v mírně ukloněném svahu. Zpravidla hnízdí samostatně, ale některé druhy mohou utvářet hnízdní agregace (Bischoff et al., 2003; Michener, 2007; Macek et al., 2010). Hnízdo je tvořeno kolmou chodbou, na jejímž konci se nachází plodové komůrky, které jsou od sebe oddělené přepážkami tvořenými celofánovitou hmotou z Dufourových žláz. Po umístění vajíčka na strop plodové komůrky, ji touto celofánovitou hmotou uzavírají a zbylou chodbu zasypávají okolní zeminou (Bláhová, 2021). *Colletes cunicularius* je druh jarní samotářské včely, který má černé tělo hustě pokryté žlutohnědými chloupky, a je velký zhruba 1 cm. Vyskytuje se po celé Evropě, ale vzhledem k nároku na hnízdní substrát se jedná o velmi lokální druh včely (Michener, 2007; Macek et al., 2010). Svá hnízda umísťuje do jemného písku do hloubky několika centimetrů (Lönnell & Edelsjö, 2004) a sdružuje je do jasně oddělených subpopulací (Larsson & Tengö, 1989). Hedvábnice hrabavá je jednou z nejdříve se objevujících jarních včel (Peakall & Schiestl, 2004), přičemž samci se vyvíjejí a objevují dříve než samice (Larsson & Tengö, 1989). Bylo prokázáno, že i když plocha pokrytá hnízdy může být velká, každý samec při hledání dospělých samic střeží jen značně omezený prostor (~ 10 m²). Často se vytvářejí shluky samců svádějící boje o nově se objevující samice (Larsson & Tengö, 1989; Peakall & Schiestl, 2004). Velikost populace může v době největší aktivity dosahovat až několika tisíc dospělých jedinců (Peakall & Schiestl, 2004) s hustotou 15 až 21 jedinců na m² (Larsson & Tengö, 1989). Hedvábnice hrabavá sbírá pyl a nektar především z vrb rodu *Salix*. Na její potravě se mohou podílet také jarní kvetoucí druhy rostlin z čeledí *Asteraceae*, *Aceraceae* a *Fabaceae* (Müller & Kuhlmann, 2008). Obecně mají samotářské včely poměrně malý potravní areál (Gathmann & Tschardtke, 2002; Steffan-Dewenter et al., 2002). Pokusy totiž ukázaly, že na základě velikosti těla druhu lze nejlépe odhadnout velikost jejich potravního areálu (Gathmann & Tschardtke, 2002). Včely o délce těla od 5 mm do 25 mm mají maximální dolet 100 až 1200 m. U středně velké *C. cunicularius* (v uvedené studii měřená jako 13,5 mm) je tedy odhadovaná hodnota 350 m. Již dříve však bylo prokázáno, že vzdálenost 2 km mezi písčitymi stanovišti nepředstavuje pro divoké včely bariéru (Wesserling & Tschardtke, 1995), velikost druhů zahrnutých do této studie však není známa (Ahlbäck, 2010).

7.2 Životní cyklus

Životní cyklus včelovníka velikonočního poprvé studoval už Notini (1942), kterému se podařilo pozorovat i larvy. Následující údaje jsou převzaty z této práce. V březnu nebo dubnu samice klade asi padesát vajíček do mělké jamky v písku. Vajíčka jsou dlouhá 0,7 mm a procházejí embryonálním vývojem, který v Notiniho pokusech trval 33 dní v polních podmínkách s různou teplotou, ale pouze 17 dní, pokud byla teplota udržována na konstantní hodnotě +16 °C. Na rozdíl od jiných druhů majkovitých brouků se larva včelovníka velikonočního nesnaží do včelího hnízda dostat vyšplháním do květu a přichycením na včelu (Cederberg, 2003). Místo toho se triungulin plazí po písku a pomocí svých vyvinutých smyslů vyhledává hnízdní jamky hedvábnice hrabavé. Zdá se, že larva žije tři až čtyři týdny. Když najde včelí buňku, sežere zásoby potravy a později pravděpodobně i včelí vajíčko či malou larvu. Poté prochází dalším larválním stadiem a kuklí se, aby se vylíhla někdy koncem léta nebo na podzim. Plně zformovaný brouk přezimuje v půdě a čeká na jaro, aby vylezl, spářil se a po úspěšném rozmnožení uhynul (Lönnell & Edelsjö, 2004).

V České republice se první brouci objevují na konci února v závislosti na teplotě, intenzitě a délce oslunění během dne. Období největší aktivity dospělců obvykle probíhá od konce února do začátku března. Včely *Colletes cunicularius* máji poněkud pozdější období aktivity převážně v březnu až květnu (Notini, 1942).

7.3 Rozšíření

Apalus bimaculatus (Linnaeus, 1760) je široce rozšířeným palearktickým druhem brouka (Konvička, 2020). V rámci Evropy je znám z Bosny a Hercegoviny, Bulharska, České republiky, Francie, Chorvatska, Itálie, Kazachstánu (evropská část), Litvy, Lotyšska, Maďarska, Německa, Norska, Rakouska, Rumunska, Ruska, Slovenska, Švýcarska a Ukrajiny (Ruiz et al., 2013; Kubisz et al., 2015; Vrabec et al., 2017; Bologna, 2020; Král et al., 2020). Nejseverněji je znám ze Švédska, dále byl také nalezen v Dánsku, jižním Norsku, jižním Finsku, Estonsku (Gärdenfors et al., 2002). V Asii je známý z Íránu, Japonska, Kazachstánu, Ruska (Sibiř), Sýrie, Turecka a Turkmenistánu. Uváděn je také ze severní Afriky (Bologna, 2020). V České republice recentně existují záznamy ze dvou lokalit na Moravě, a to v Chropyni, kde byl *Apalus bimaculatus* zjištěn na náměstí (Král et al., 2020) a na Uherskohradištsku.

7.4 Schopnost šíření

Existují různé teorie o šíření včelovníka velikonočního. Tento brouk je poměrně těžkopádný letec (Notini, 1942; Lönnell & Edelsjö, 2004) a schopnost efektivně se rozšířit má převážně larva prvního instaru (Notini, 1942). Několik studií ukázalo, že mnoho majkovitých využívá k nalezení zdroje potravy foresii – využití jiného živočicha (hostitele) jako transportní prostředek. Tato taktika také umožňuje druhu rozptýlit se dále, než by byl schopen samostatně (Houck & O'Connor, 1991). Neexistují však žádné studie, které by prokazovaly, že larvy včelovníka velikonočního využívají k rozptylu své včelí hostitele, ale přítomnost této strategie u několika příbuzných druhů (Bologna & Pinto, 2001) činí pravděpodobným, že k ní dochází i u tohoto druhu (Bologna et al., 2008). Notini (1942) navíc ukázal, že u včelovníka velikonočního existuje behaviorální reakce na sekret z hedvábnice hrabavé. Poznamenal, že *triangulini* rádi zalézají do srsti čerstvě uhynulých včel, kde mohou zůstat i několik hodin. Z toho vyvodil závěr, že šíření probíhá převážně pasivně se včelami jako přenašeči. K přichycení na včelu pravděpodobně dochází v hnízdních norách nebo jiných dutinách v zemi, kde včely obvykle nocují, nebo v jejich blízkosti. Pokud mají larvy štěstí a dopadnou na oplodněnou samičku, která odletí a založí nové včelstvo, mohou se tak rozšířit a usadit mimo včelstvo, v němž se vylíhly. K prozkoumání biologie šíření broučích parazitoidů včel je zapotřebí dalších studií (Lönnell & Edelsjö, 2004).

8 Metodika

8.1 Charakteristika oblasti

8.1.1 Vymezení

Okres Uherské Hradiště se nachází v jihovýchodní části České republiky. Je jedním ze čtyř okresů Zlínského kraje. Na severu sousedí s okresy Zlín a Kroměříž (Zlínský kraj), na jihozápadě s okresem Hodonín (Jihomoravský kraj) a na jihovýchodě s okresem Trenčín kopíruje hranice mezi Českou republikou a Slovenskem. Rozloha činí 991,37 km². Území se svým tvarem podobá nepravidelnému lichoběžníku a rozprostírá se od západu k východu mezi 17°12' a 17°55' východní délky, od severu k jihu mezi 49°11' a 48°51'. Centrem regionu a zároveň okresním městem je Uherské Hradiště (Buráňová, 2016).

Většina území má pahorkatinný charakter. Průměrná nadmořská výška činí 318 m n. m. Nejvyšším bodem je vrchol Velké Javořiny v Bílých Karpatech ve výšce 970 m n. m. Nejnižším bodem je hladina řeky Moravy v Uherském ostrohu se 173 m n. m. Okres lze charakterizovat jako průmyslově zemědělský. Z celkové plochy okresu připadá 58 % na zemědělské pozemky, které ze tří čtvrtin tvoří orná půda, lesy tvoří 30 % rozlohy (Buráňová, 2016).

8.1.2 Geomorfologické a geologické poměry

Území většinou spadá do provincie Západní Karpaty. Uherským Hradištěm prochází hranice dvou subprovincií, a to Vnější Západní Karpaty a Vněkarpatské sníženiny. Okrajově zasahuje okres svou jižní částí do subprovincie Vídeňská pánev, která je součástí provincie Západopanonská pánev (Buráňová, 2016).

Z hlediska geologické stavby je území okresu Uherské Hradiště poměrně jednotvárné. Převažuje karpatský flyš, který se vyznačuje rytmicky střídajícími se vrstvami jílovce a pískovce. Právě přítomnost jílu podmiňuje vznik častých sesuvů půdy. Na území můžeme ojediněle nalézt i žíly vyvřelin ze skupiny čedičů (Buráňová, 2016).

8.1.3 Klimatické podmínky

Okres Uherské Hradiště většinou částí svého území spadá do klimatické oblasti teplé až velmi teplé. Výjimku tvoří ta část území, která se nachází u hranic se Slovenskou republikou, kde výskyt vyšších pohoří, jmenovitě Bílých Karpat a Javorníků, podmiňuje chladnější podnebí. Na území okresu můžeme vymezit sedm konkrétních klimatických regionů, z nichž jeden náleží k oblasti chladné, čtyři regiony k oblasti mírně teplé a dva regiony k oblasti teplé.

S ohledem na klimatické oblasti je nejteplejší území Dolnomoravského úvalu. Toto území se vyznačuje průměrnou červencovou teplotou vzduchu mezi 18 a 20 °C, průměrná lednová teplota dosahuje -2 až -3 °C, průměrný roční srážkový úhrn se pohybuje mezi 500 až 700 mm. Nejvyšší průměrné roční teploty vzduchu se v teplé oblasti pohybují kolem 8,5 až 9,5 °C (Buráňová, 2016).

8.2 Charakteristika lokality

Lokalita se nachází na okraji okresního města Uherské Hradiště necelých 1,2 km jižně od budovy Slováckého muzea a 1,8 km severně od Kostelu sv. Petra a Pavla v Kunovicích. Svou částí zasahuje do bývalého židovského hřbitova a trasy Cyrilometodějské stezky. Je tvořena osluněnými uměle vytvořenými hlinitopísčitymi až písčitymi svahy, které obklopují cestu z betonových panelů o šířce asi 3 m. Svah s východní až jihovýchodní expozicí je místy holý, z většiny ale pokryt nízkou vegetací s dominancí rozchodníku ostrého (*Sedum acre*) a několika výmladky keřů. Půdy svahu se západní až severozápadní expozicí jsou mírně vlhčí a místy na nich roste mech rodu *Brachythecium*. Na lokalitě převládají čeledi *Rosaceae* a to především rod *Prunus*, *Salicaceae* rod *Populus*, dále *Malvaceae* rod *Tilia*, *Oleaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Asteraceae*, *Plantaginaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae* a *Laminaceae*. Můžeme zde také nalézt zástupce z čeledí *Geraniaceae*, *Rubiaceae*, *Asparagaceae*, *Euphorbiaceae*, *Primulaceae* a *Ranunculaceae*. Rozloha biotopu vhodného pro výskyt včelovníka velikonočního (*Apalus bimaculatus*) činí jen několik metrů čtverečních.

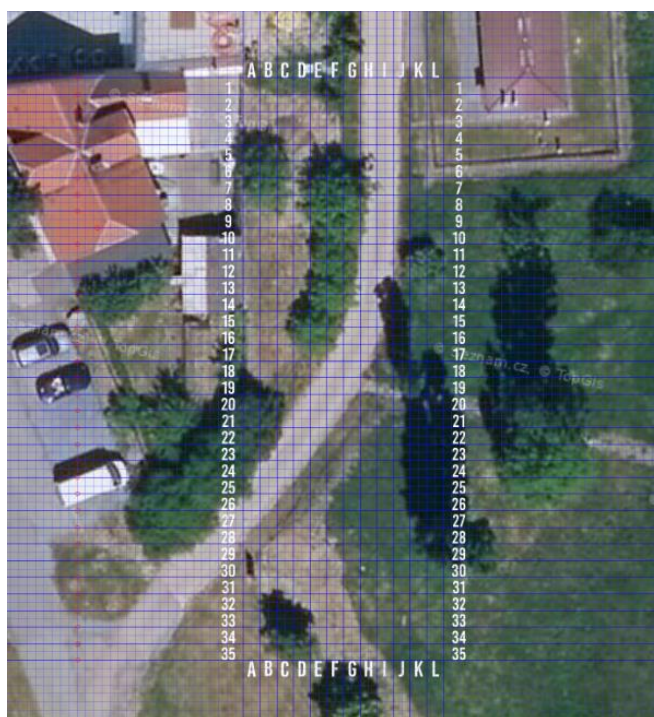
8.3 Sběr dat

Před samotným začátkem terénního výzkumu bylo třeba vytvořit záznamový arch pro jednodušší a rychlejší zapisování pozorovaných atributů, dále vytyčit na lokalitě čtvercové pole pro snadnější orientaci v prostoru a jednodušší zápis a k tomu zhotovit mapu (Obr. 4).

Na dané lokalitě jsem 20. února 2023 nejprve vytyčila 420 čtvercových ploch. Každý čtverec byl vyznačen pomocí kolíků s vrcholy nabarvenými na červeno, křídly nebo již přítomných antropogenních (plot, památník) či přírodních (strom, výmladek) prvků. Rozměr jednoho čtverce činí 1 × 1 m a celková plocha zkoumané lokality je 420 m². Pro snadnější orientaci při zaznamenávání údajů měl každý čtverec své označení v číselné řadě 1 až 35 a abecední řadě A až L. Záznamový arch byl vytvořen 20. února 2023 a následně vytisknut. Do archu byly během každého pozorování zaznamenávány tyto údaje: číslo záznamu, datum a čas návštěvy, čas odchyty jednotlivých brouků, číslo odchyty a číslo brouka, jejich pohlaví, chování, podklad, na kterém byli nalezeni, počasí, oslunění, teplota ve stínu, intenzita větru, expozice svahu, číslo

čtverce neboli segment, popřípadě je-li brouk poškozen anebo jiná poznámka. Každý odchycený brouk dostal své číselné označení na krovky. Arabská číslice ukazovala pořadí odchyceného jedince. V případě odchytu stejného brouka vícekrát bylo do archu zaznamenáno písmenko R značící „recapture“. Chování bylo roztríděno do šesti kategorií: kopuluje, letí, leze, sedí připraveně, sedí apaticky a je mrtvý. Podklad byl taktéž rozdělen do šesti skupin: tráva, mech, hlína, rozchodník, suché listí a beton. V počasí byly rozlišovány pouze tři kategorie (zataženo, polojasno a slunečno). Oslunění vyjadřovalo, do jaké míry na brouka svítilo slunce, varianty byly: stín, polostín, oslunění. Intenzita větru se dělila na: bezvětří, lehký, střední a silný. Všechny údaje byly následně ze záznamového archu přepsány do elektronické podoby ve formě tabulek v excelu.

Lokalita byla navštěvována pouze za příznivého počasí v časovém rozmezí od 10.00 do 15.00, tedy v čase, kdy kvůli teplotě a oslunění rostla pravděpodobnost, že brouci budou aktivní. Každý záznam z terénu trval přesně dvě hodiny, při čemž lokalita byla dvakrát detailně prozkoumána. Trasa byla vždy stejná. Začínalo se na svahu s jihozápadní expozicí označeného čtvercem 30D a okolními čtverci. Pokračovalo se na západní až severozápadní svah (nacházející se na pravé straně mapy), poté se přešlo na druhou stranu cestičky, tedy na severovýchodní, východní až jihovýchodní svah. Na závěr byly prozkoumány dvě roviny – první na soukromém pozemku, na který nám byl po domluvě povolen přístup (levá strana mapy), a druhá otevřená rovina nad jihozápadně, západně, severozápadně až severně ukloněným svahem.



Obr. 4: Mapa lokality výskytu *A. bimaculatus* na Uherskohradištsku rozdělená do segmentů (www.mapy.cz)

8.4 Zpracování dat

Za účelem stanovení velikosti populace budou v budoucnu data vyhodnocena pomocí statistických metod v programu R.

9 Výsledky

Za pozorované období roku 2023 bylo v období od 21. února do 8. března odchyceno celkem 237 imág včelovníka velikonočního, z čehož bylo 131 samců a 106 samic. Nález prvního brouka byl učiněn 21. února v 12:10 za slunečného počasí při teplotě 10 °C. Poslední brouk byl zaznamenán 8. března v 12:49, bylo zataženo a teplota dosahovala 7 °C. V roce 2023 bylo reodchyceno 65 brouků.

Za rok 2024 bylo od 15. února do 29. února odchyceno celkem 247 brouků, z čehož bylo 149 samců a 98 samic. První dospělec byl spatřen již 14. února za slunečného počasí při teplotě 9 °C. Poslední brouk byl nalezen 29. února v 13:39 za slunečného počasí při teplotě 15 °C. V roce 2024 bylo reodchyceno 67 brouků.

Za obě pozorovaná období dohromady byly spočteny migrační vzdálenosti imág. Maximální migrační vzdálenost samců včelovníka velikonočního je 21 m, zatímco minimální činí 1 m. Průměrná migrační vzdálenost samců je 6,5 m. Maximální migrační vzdálenost samic včelovníka velikonočního je 7 m, zatímco minimální činí 1 m. Průměrná migrační vzdálenost samic je 3,5 m.

10 Didaktická analýza odborného tématu

V didaktické části se zabývám vytvořením pracovního listu, který má za úkol propojit znalosti z více vyučovaných okruhů. Tento pracovní list propojuje biologii rostlin, zvířat i člověka, a zasahuje i do jiných předmětů jako např. chemie a geografie. Cílem je ukázat žákům širší souvislosti a spojitosti mezi jednotlivými tématy, zároveň ukázat praktické využití jejich znalostí a přimět je kriticky přemýšlet.

Pracovní list je složen z šesti úkolů různých obtížností. V úvodu se žáci formou doplňovacího cvičení dozví základní informace o daném tématu. V dalších cvičeních si ověří své znalosti a schopnost tyto znalosti propojovat do souvislých celků a kriticky řešit danou problematiku. V závěrném cvičení je čeká krátká úvaha na konkrétní téma při níž musí být schopni porozumět textu.

Samotná výuka na téma „biologické jedy“ by se skládala ze tří oddílů: teoretická část, praktická část a samostatná práce. V teoretické části bych kladla důraz především na kompetenci k učení. Žáky bych formou prezentace seznámila s daným tématem. Dále bych rozdala zápis, který by jim sloužil jako pomocník a průvodce v dalších oddílech vyučovací hodiny. V praktické části bych je seznámila s jedovatými zástupci flory a fauny České republiky. Společně bychom si ukázali, které části přítomných zástupců rostlin jsou pro člověka nebezpečné nebo jak se chovat v přítomnosti (jedovatých) zvířat, případně jak poskytnout první pomoc (při otravě). Během této i následující části rozvíjím u dětí kompetenci k řešení problémů a kompetenci komunikativní. Poslední částí by byla věnována samostatné práci formou vyplňování pracovního listu. Během níž bych u žáků rozvíjela rovněž kompetenci pracovní. Pracovní list bychom si společně prošli a vysvětlili si případné nejasnosti. V samotném závěru hodiny bych žákům pokládala praktické dotazy, na které bychom se snažili společně (formou diskuse) najít odpovědi. Jako příklad bych uvedla: K čemu slouží zvířatům výrazné zbarvení? Znamená výrazné zbarvení vždy varování před jedovatostí organismu? Poté, co bychom si na otázku odpověděli, bych se vždy snažila uvést příklad (ideálně z České republiky).

PRACOVNÍ LIST BIOLOGICKÉ JEDY V ROSTLINNÉ A ŽIVOČIŠNÉ ŘÍŠI ČESKÉ REPUBLIKY

Jedy, označované jako mohou být látky původu i

Organické jedy se vyskytují v přírodě např. v

Vědní obor zabývající se jedy se nazývá

Toxické sloučeniny mohou organismus ovlivňovat nebo

u postihnutého organismu se mohou projevovat např. jako

.....

Stavu, který vzniká přítomností jedu v organismu, říkáme.....

Antidotum neboli je látka, která neutralizuje účinek jedu.

Pojmenuj všechny organismy na obrázcích a označ ty, které jsou pro člověka jedovaté a přirozeně se vyskytují v přírodě České republiky.



Jak se nazývají žlázy u obojživelníků produkující jedovatý sekret? Kde se nacházejí u mloka skvrnitého? U kterého dalšího zástupce české fauny se tyto žlázy vyskytují?



.....

.....

.....

.....

Jak se jmenuje rostlina na obrázku? Do jaké čeledi patří? Jaké jsou další druhy v této čeledi?
Která část této rostliny není jedovatá?



.....
.....
.....

Přiřaď jed k živočichovi nebo rostlině.

MAJKA FIALOVÁ

ROPUCHA OBECNÁ

PUCHÝŘNÍK LÉKAŘSKÝ

HOUSENKA BOUROVČÍKATOULAVÉHO

RULÍK ZLOMOCNÝ

VRANÍ OKO ČTYŘLISTÉ

KANTHARIDIN

PARISTYFNIN

BUFOTOXIN

ATROPIN

THAUMETOPOEIN

PARIDIN

"Všechny sloučeniny jsou jedy. Neexistuje sloučenina, která by jedem nebyla. Rozdíl mezi lékem a jedem tvoří dávka." Co vyplývá z tohoto tvrzení? Uveď příklad a odůvodni.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

PRACOVNÍ LIST BIOLOGICKÉ JEDY V ROSTLINNÉ A ŽIVOČIŠNÉ ŘÍŠI ČESKÉ REPUBLIKY

Jedy, označované jako **TOXINY** mohou být látky původu **ORGANICKÉHO** i **ANORGANICKÉHO**.
Organické jedy se vyskytují v přírodě např. v **BAKTERIÍCH, SINICÍCH, ŘASÁCH, ROSTLINÁCH, HOUBÁCH**
A ŽIVOČIŠÍCH.

Vědní obor zabývající se jedy se nazývá **TOXIKOLOGIE**.

Toxické sloučeniny mohou organismus ovlivňovat **BEZPROSTŘEDNĚ** nebo **DLOUHODOBĚ**.
u postihnutého organismu se mohou projevovat např. jako **TOXICITA, MUTAGENITA, RAKOVINOTVORNOST,**
TERATOGENITA NEBO ALERGIE.

Stavu, který vzniká přítomností jedu v organismu, říkáme **INTOXIKACE (OTRAVA)**.

Antidotum neboli **PROTILÁTKA** je látka, která neutralizuje účinek jedu.

Pojmenuj všechny organismy na obrázcích a označ ty, které jsou pro člověka jedovaté a přirozeně se vyskytují v přírodě České republiky.



MAJKA FIALOVÁ



UŽOVKA PODPLAMATÁ



ZÁPŘEDNICE JEDOVATÁ



VRANÍ OKO ČTYŘLÍSTÉ



PODBĚL LÉKAŘSKÝ



RUJ VLASATÁ

Jak se nazývají žlázy u obojživelníků produkující jedovatý sekret? Kde se nacházejí u mloka skvrnitého?
U kterého dalšího zástupce české fauny se tyto žlázy vyskytují?



TYTO JEDOVÉ ŽLÁZY SE NAZÝVAJÍ PAROTIDY.
U MLOKA SKVRNITÉHO JE NAJDEME NA HLAVĚ, ZA OČIMA.
DALŠÍM ZÁSTUPCEM FAUNY ČR, U KTERÉHO SE PAROTIDY
VYSKYTUJÍ, JE ROPUCHA OBECNÁ.

Jak se jmenuje rostlina na obrázku? Do jaké čeledi patří? Jaké jsou další druhy v této čeledi?
Která část této rostliny není jedovatá?



ROSTLINA NA OBRÁZKU JE TIS ČERVENÝ ZE STEJNOJMENNÉ ČELEDI TISOVITÉ. DALŠÍMI ZÁSTUPCI JSOU NAPŘ. TOREJA A HLAVOTIS. JEDOVATÁ NENÍ DUŽINA.

Přiřaď jed k živočichovi nebo rostlině.

MAJKA FIALOVÁ	—————	KANTHARIDIN
ROPUCHA OBECNÁ	—————	PARISTYFNIN
PUCHÝŘNÍK LÉKAŘSKÝ	—————	BUFOTOXIN
HOUSENKA BOUROVČÍKATOULAVÉHO	—————	ATROPIN
RULÍK ZLOMOCNÝ	—————	THAUMETOPOEIN
VRANÍ OKO ČTYŘLISTÉ	—————	PARIDIN

"Všechny sloučeniny jsou jedy. Neexistuje sloučenina, která by jedem nebyla. Rozdíl mezi lékem a jedem tvoří dávka." Co vyplývá z tohoto tvrzení? Uveď příklad a odůvodni.

KAŽDÁ LÁTKA SE ZA URČITÝCH PODMÍNEK MŮŽE STÁT JEDEM A ZÁLEŽÍ JEN NA MNOŽSTVÍ PODANÉ DÁVKY. I LÁTKA ZA NORMÁLNÍCH PODMÍNEK NEŠKODNÁ MŮŽE PŮSOBIT VE VELKÝCH DÁVKÁCH NA ORGANISMUS ŠKODLIVĚ, NAPŘ. KUCHYŇSKÁ SŮL.

11 Diskuze

Apalus bimaculatus je snadno určitelný brouk se zajímavou ekologií. Přesto byl tento druh často přehlížen kvůli krátkému období aktivity ve stále poměrně chladných měsících, kdy je v terénu jen málo entomologů (Lönnell & Edelsjö, 2004). Přesné načasování, kdy se druh objeví, závisí na klimatických mikrofaktorech i makrofaktorech, stejně jako jeho následná aktivita. To znamená, že reálná doba, po kterou lze druh na lokalitě pozorovat, je ještě kratší. Jak je patrné z dostupných zdrojů a vlastního pozorování, *Apalus bimaculatus* byl v ČR v posledních letech dosud zaznamenán pouze na dvou lokalitách – a to v Chropyni a v Uherském Hradišti, domnívám se však, že výskyt tohoto brouka může mít mnohem větší rozsah. S tím souhlasí i Konvička (2020), který tuto myšlenku rozvíjí o možné propojení populací podél řeky Moravy mezi Hornomoravským a Dolnomoravským úvalem a předpoklad, že rozsáhlejší výskyt druhu *A. bimaculatus* může být v okolí Bzence a Hodonína, kde dominují písčité půdy preferované hostitelskou včelou.

Populace zkoumaná na Uherskohradištsku, byla objevena v roce 2021 (Konvička 2023, pers. comm.). Nález imag byl učiněn v 11:30 za slunečného počasí při teplotě 7 °C. Jednalo se o první celý slunečný jarní den v Uherském Hradišti v roce 2021. Včelovníci se vyhřívali na zbytcích loňské vegetace. Jeden samec byl pozorován za letu, přičemž následně přistál poblíž samice. Během sběru byla pozornost upřena taktéž na hledání hostitelských včel hedvábnic hrabavých (*C. cunicularius*), ovšem jejich přítomnost nebyla zaznamenána. V dubnu roku 2020 zde však bylo pozorováno několik desítek včel *C. cunicularius*. Při odpolední kontrole lokality ve stejný den, kdy byl učiněn nález včelovníků, nebyli již další jedinci *Apalus bimaculatus* a opět ani hedvábnic hrabavých zaznamenáni. Z uvedeného zjištění vyplývá, že jarní aktivita včelovníků může začínat i dříve než u hostitelských včel. Vylíhlí brouci tak musí být zjevně schopni sami vylézt z hlínou uzavřených zemních včelích hnízd (Konvička, 2020).

S pozorováním druhu *Apalus bimaculatus* jsem začala v roce 2023 v období od 15. února do 10. března, kdy první brouk byl spatřen 21. února a poslední 8. března. Roku 2024 jsem s výzkumem pokračovala a to v období od 15. února do 1. března, kdy první exemplář byl spatřen již 14. února a poslední 29. února. Vzhledem k závislosti tohoto druhu na včele *Colletes cunicularius* zaznamenávám i první nález tohoto druhu. Roku 2023 to bylo 1. března, zatímco v roce 2024 byla spatřena mnohem dříve a to již 16. února. První výskyt včel *C. cunicularius* je tedy zpravidla pozdější než výskyt druhu *A. bimaculatus*. To potvrzuje hypotézu, že vylíhlí brouci jsou schopni sami vylézt z včelích hnízd a dostat se na povrch. Většina imag z čeledi

Meloidae (včetně včelovníka velikonočního) má robustní a zakřivené mandibuly (Bologna et al., 2010), které jim umožňují prokousat se ze včelího hnízda ven. Hedvábnice hrabavá pro svá hnízda využívá písčité stanoviště (Larsson & Tengö, 1989) či erodované půdy a umísťuje je do hloubky několika centimetrů (Lönnell & Edelsjö, 2004). Měkké tělo majkovitých brouků, které zmiňují Cohen & Pinto (1977) a přidávají se k nim i Bologna et al. (2010) a štíhlé, delší nohy zakončené drápkami (Bologna et al., 2010), pak nejspíš včelovníkovi velikonočnímu pomáhají prolézt úzkými prostory narušené půdy a vyhrabat se na povrch. Hlavní faktor ovlivňující narušování půdy na této lokalitě, což je podmínkou pro úspěšný růst včelí populace, je lidská činnost.

V blízkosti hnízd potřebují včely také zdroj živin (Cederberg, 2003). Samice sbírají pyl od března do května, avšak názory na pylovou preferenci se u této samotářské včely liší (Bláhová, 2021). Westrich (1989) a Macek et al. (2010) uvádějí, že *Colletes cunicularius* je oligolektický druh včely a že preferuje pylová zrna z vrby (*Salix*) z čeledi vrbovité (*Salicaceae*). To vyvrací práce Bischoffa et al. (2003), ve které tvrdí, že samice tohoto rodu nelze považovat za oligolektické, protože při nedostatku kvetoucích vrb (*Salix*) či snížení jejich počtu, začnou samice včel sbírat i pyl z jiných rostlin, které v blízkosti hnízd hojně kvetou. Scheuchl et Willner (2016) uvádějí, že více než polovina pylu sbíraného samičkami Hedvábnice hrabavé je z vrby, ale že rod *Salix* není jediný, který včely navštěvují. Edwards et al. (1997), kteří rovněž pozorovali tento druh, zaznamenali samice kromě vrby i na pampelišce lékařské (*Taraxacum officinale*) z čeledi *Asteraceae*. Tuto informaci potvrzují Falk et Lewington (2015) a dodávají, že *Colletes cunicularius* sbírá na pampeliškách pouze nektar, ale pyl sbírá i z rostlin *Prunus spinosa*, *Prunus avium* a z čeledi miříkovité (*Apiaceae*) (Bláhová, 2021). Na zkoumané lokalitě převládají čeledi *Rosaceae* a to především rod *Prunus*, *Salicaceae* rod *Populus*, dále *Malvaceae* rod *Tilia*, *Oleaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Asteraceae*, *Plantaginaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Laminaceae* a další. Živin je zde tedy dostatek.

Aktivitu dospělců značně ovlivňuje míra oslunění, teplota a vítr. Dle mého názoru je míra oslunění nejdůležitější faktor. Za slunečného počasí, kdy byla obloha jasná, bylo vždy nejvíce brouků aktivních. Teplota pak většinou ovlivňovala typ aktivity – za teplejších dní jsem našla více kopulujících páru, zatímco během chladnějších dní jsem pozorovala brouky spíše ložit či nehybně sedět s tykadly směřujícími dopředu. U druhu *Apalus bimaculatus* jsem pozorovala část procesu kladení, který probíhá podobně jako u některých příbuzných druhů. Samice vložila do vyhloubené díry konec abdomenu, ale hlavu, thorax a končetiny nechala venku. Abdomenem pulsovala a kladla vajíčka. Celý proces kladení trval asi jednu hodinu.

U příbuzného druhu *Berberomeloe majalis* (Linnaeus, 1758) popsali ovipozici například Gorriz (1882) a Cros (1912) a pozoroval ji i Bologna (1988). Samice vyhloubí mandibulami vertikální otvor v zemi a nohama odstraňuje zeminu. Do jamky zavádí abdomen, klade 1000 až 2500 vajíček a poté jamku zasypává (Bologna, 1988). Kladení vajíček se několikrát opakuje. Bylo zaznamenáno, že samice kladou vajíčka do sběrných boxů (Thalman, 1968). Podobně tomu je tomu například u druhu *Physomeloe corallifer*, kdy samice vyhrabala předními nohama a mandibulami šikmou jamku. Po vyhloubení do ní vložila abdomen, ale hlavu, hrudník a nohy nechala (stejně jako u *A. bimaculatus*) venku, poté nakladla vajíčka a současně s kladením pulzovala abdomenem. Po jedné hodině vylezla a nohama zasypala jamku. Další samice v noci kladly vajíčka do stejné jamky (Bologna, 1994).

Vítr ovlivňoval počet létajících brouků. Z vlastního pozorování jsem zjistila, že letu jsou schopná obě pohlaví. Zatímco samci se pohybují na delší vzdálenosti (na lokalitě byli bez problému schopni přeletět z jednoho svahu na druhý) a jsou schopni letu i za silnějšího větru, samice využívají tuto schopnost jen zřídka kdy a přemísťují se na velmi krátké vzdálenosti – v řádech desítek centimetrů. Samci nejsou při letu nijak omezováni velikostí svého těla (zaznamenávala jsem lety samců různých velikostí), naopak pouze samice menších velikostí využívají ke svému přesunu let a to jen velice neochotně. Jejich neochota či menší schopnost letu je však neomezuje v přemístění v rámci dané lokality. Jak jsem uvedla ve výsledcích – maximální migrační vzdálenost samic zaznamenána během dvou let na této lokalitě je 7 m. Což je oproti samcům (21 m) o dvě třetiny méně, avšak pro pohyb ve prostoru, kde se mohou samice rozmnožovat a hlavně klást vajíčka, v rámci dané lokality to je více než dostačující. V literatuře jsem nenašla publikované podobně detailní informace pro srovnání s lokalitou na Uherskohradištsku.

V období nejvyšší aktivity, začali někteří ze samců při odchytu vypouštět oranžovočervenou až hnědočervenou páchnoucí látku – kantharidin. Látku brouk vypouští nejspíše někde v oblasti scutella, protože mi zabraňovala v popisu krovek. V bibliografii jsou taktéž známy případy tanaózy (Cros, 1917); toto chování mohu potvrdit, pozorovala jsem ho téměř u všech živých exemplářů. Brouk při vyrušení sklání hlavu v pravém úhlu k tělu, přičemž tykadla směřují dopředu, a přitahuje nohy k břichu. Ve většině případů zůstal brouk zcela nehybný i poté, co jsem ho položila zpět na místo nálezu. Vykazoval pouze mírný třes končetin.

S koncem výskytu brouků se zmenšovala i aktivita jednotlivců. Většina brouků velmi pomalu lezla či apaticky seděla. Počet nálezů mrtvých brouků se rovněž zvyšoval. Obecně můžeme tedy tvrdit, že na začátku pozorovaného období vykazovala většina exemplářů mírnější aktivitu,

ta s časem stoupala, a jakmile dosáhla vrcholu, začala znovu postupně klesat. Stejně tomu bylo i s početností populace. Další závěry budeme moci vyvozovat až po získání většího množství dat z následujících měření.

12 Závěr

V rámci své bakalářské práce jsem zpracovávala dostupné zdroje pojednávající o čeledi majkovitých (*Coleoptera: Meloidae*) a v závěru práce jsem se zaměřila na samotného včelovníka velikonočního (*Apalus bimaculatus*). Ze získaných zdrojů jsem následně vypracovala literární rešerši o životních strategiích majkovitých brouků (*Meloidae*) a vybraných aspektech ekologie včelovníka velikonočního (*Apalus bimaculatus, Meloidae, Coleoptera*) a jeho rozšíření v ČR.

Součástí této práce bylo i zahájení terénního výzkumu populace včelovníka velikonočního na území Uherského Hradiště. V tomto výzkumu se budu zabývat aktivitou, abundancí a hostitelskou specifitou daného druhu. Vzhledem k tomu, že tyto vzácné brouky jsou známy jen na 2 lokalitách Čech a Moravy, mohla by případná zjištění z pozorování přinést nové informace o jejich ekologii.

V rámci terénního výzkumu bylo na vymezené lokalitě v roce 2023 zaznamenáno celkem 237 jedinců. V roce 2024 to bylo 247 jedinců. Byly zjištěny podrobnější informace o jejich chování vzhledem k počasí, oslunění, teplotě ve stínu, větru, expozici svahu a podkladu a zastoupení pohlaví v rámci populace v průběhu času.

Tato výzkumná činnost bude probíhat po dobu dalších let v rámci mé diplomové práce, aby bylo možné zjistit, jaká je skutečná velikost populace, detailněji zaznamenávat jejich aktivitu, a také sbírat dílčí informace o tomto zřídka prozkoumaném druhu.

13 Použitá literatura

Ahlbäck, L. (2010). Habitatpreferens och spridning hos en sandlevande skalbagge, bibaggen (*Apalus bimaculatus*). [Habitat preference and dispersal of a sand associated beetle, *Apalus bimaculatus*, Master's thesis biology, Swedish University of Agricultural Sciences]. ResearchGate.

https://www.researchgate.net/publication/41793716_Habitat_preference_and_dispersal_of_a_sandassociated_beetle_Apalus_bimaculatus

Bischoff, I., Feltgen, K., & Breckner, D. (2003). Foraging strategy and pollen preferences of *Andrena vaga* (Panzer) and *Colletes cunicularius* (L.) (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 12(2), 220-237.

Bláhová, E. (2021). Pylová specializace samotářských včel během hnízdní sezóny. [Master's thesis, Univerzita Hradec Králové]. Theses. <https://theses.cz/id/dv98dm/>

Bologna M. A. (2020). Meloidae. In: Darius I. & Löbl I. (eds) (2020). *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 5. Tenebrionoidea. Revised and Updated Edition*. Brill, Leiden/Boston, pp. 500–562

Bologna, M. A. (1988). *Berberomeloe*, a new west Mediterranean genus of Lyttini for *Meloe majalis* Linné (Coleoptera, Meloidae). *Systematics and bionomics. Italian Journal of Zoology*, 55(1-4), 359-366.

Bologna, M. A. (1991). *Coleoptera Meloidae-Fauna d'Italia*. XXVIII. *Bologna Calderini*, 14, 541.

Bologna, M. A. (1995). A New Eleticinae Genus from Ethiopia and Remarks on the Tribe Morphozonitini (Coleoptera: Meloidae). *Annales de La Société Entomologique de France* (N.S.), 31(2), 185–193. <https://doi.org/10.1080/21686351.1995.12277885>

Bologna, M. A. (2009). Taxonomic and biogeographical review of the Afrotropical tribe Morphozonitini (Coleoptera, Meloidae, Eleticinae) with the description of three new taxa and a key to the genera. *African Entomology*, 17(1), 34-42.

Bologna, M. A., & Aloisi, G. (1994). Systematics and bionomics of *Physomeloe* Reitter, 1911, with description of the first instar larva (Coleoptera, Meloidae). In: Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN). *Revista española de entomología* 69(1), 45-56.

- Bologna, M. A., & Pinto, J. D. (2001). Phylogenetic studies of Meloidae (Coleoptera), with emphasis on the evolution of phoresy. *Systematic Entomology*, 26(1), 33-72.
- Bologna, M. A., & Pinto, J. D. (2002). The Old World genera of Meloidae (Coleoptera): a key and synopsis. *Journal of Natural History*, 36(17), 2013-2102.
- Bologna, M. A., Oliverio, M., Pitzalis, M., & Mariottini, P. (2008). Phylogeny and evolutionary history of the blister beetles (Coleoptera, Meloidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48(2), 679-693.
- Bologna, M. A., Turco, F., & Pinto, J. D. (2010). Meloidae Gyllenhal 1810. *Coleoptera, Beetles*, 2, 681-693.
- Buráňová, K. (2016). Geografie Uherskohradištska - projekt učebního textu pro střední školy. [Master's thesis, Univerzita Palackého v Olomouci]. Thesis. <https://theses.cz/id/51rb0k/>
- Cederberg, B. (2003). Apalus bimaculatus behöver både blommor och bin. [Apalus bimaculatus needs both flowers and bees]. *Fauna och flora, Stockholm*, 98(1), 30-33.
- Cohen, A. C., & Pinto, J. D. (1977). An evaluation of xeric adaptiveness of several species of blister beetles (Meloidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 70(5), 741-749.
- Cros, A. (1912). Moeurs et évolution du Meloe majalis L. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord*, 2, 45-48.
- Cros, A. (1917). Forme des ongles des larves primaires des Meloidae et valeur du termetriungulin'. In *Annales de la Société entomologique de France*, 86, 159-164 pp.
- Dvořák, M. (1983). Majkovití brouci Československa. *Coleoptera, Meloidae. Klíče k určování hmyzu 4. Zprávy Československé Společnosti Entomologické, Praha*, 4, 1-40.
- Edwards, R. (1997). Provisional atlas of the aculeate Hymenoptera of Britain and Ireland. Part 1. Centre for Ecology & Hydrology, Lancaster 139 pp.
- Evangelista, M. (2009). Apalus bimaculatus (L., 1761)(Coleoptera, Meloidae) specie nuova per il Piemonte.[Apalus bimaculatus (L., 1761) (Coleoptera, Meloidae): first records from Piedmont]. *Rivista Piemontese di Storia Naturale*, 30, 169-172.
- Falk, S., & Lewington, R. (2015). *Field Guide to the Bees of Great Britain and Ireland*. British Wildlife Publishing, London, 432 pp.

- Gärdenfors, U., Aagaard, K., Biström, O., & Holmer, M. (2002). Hundraelva nordiske evertebrater: handledning för övervakning av rödlistade småkryp. Nordiska ministerrådet.
- Gathmann, A., & Tschardt, T. (2002). Foraging ranges of solitary bees. *Journal of animal ecology*, 71(5), 757-764.
- Górriz Muñoz, R. J. (1882). Ensayo para la monografía de los coleópteros melóidos indígenas con aplicación a las ciencias médicas. Zaragoza: Sanz y Navarro, 2.
- Houck, M. A., & OConnor, B. M. (1991). Ecological and evolutionary significance of phoresy in the Astigmata. *Annual review of entomology*, 36(1), 611-636.
- Hulsmans, A., Moreau, K., De Meester, L., Riddoch, B. J., & Brendonck, L. (2007). Direct and indirect measures of dispersal in the fairy shrimp *Branchipodopsis wolfi* indicate a small scale isolation-by-distance pattern. *Limnology and oceanography*, 52(2), 676-684.
- Hůrka K. (2005). Brouci České a Slovenské republiky. Beetles of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín, 565 pp.
- Jelínek, J. (1993). Seznam československých brouků. [Check-list of Czechoslovak Insects IV (Coleoptera)]. *Folia Heyrovskyana, Supplementum*, 1(1), 172 pp.
- Karras, D. J., Farrell, S. E., Harrigan, R. A., Henretig, F. M., & Gealt, L. (1996). Poisoning from "Spanish fly"(cantharidin). *The American journal of emergency medicine*, 14(5), 478-483.
- Konvička, O. (2020). Druhá lokalita včelovníka velikonočního (*Apalus bimaculatus*)(Coleoptera: Meloidae) v České republice. *Acta Carpathica Occidentalis*, 11, 33-35.
- Konvička, O., Hauck, D., Trnka, F., Sekerka, L., Vávra, J., Straka, M., & Čížek, L. (2017). Metodika zajištění ochrany a lokalit výskytu vybraných druhů brouků. *Biologické centrum AV ČR. Certifikovaná metodika MŽP*.
- Král, D., Kubáň, V., & Štěpánek, D. (2020). Faunistic records from the Czech Republic—494 Coleoptera: Meloidae. *Klapalekiana*, 56(3-4), 293-294.
- Kubisz, D., Iwan, D., & Tykarski, P. (2015). Tenebrionoidea: Mycetophagidae, Ciidae, Mordellidae, Zopheridae, Meloidae, Pyrochroidae, Salpingidae, Anthicidae: Critical Checklist,

Distribution in Poland and Meta-analysis. *Coleoptera Poloniae*, Vol. 3. University of Warsaw. Faculty of Biology, Natura optima dux Foundation. Warszawa, 744 pp.

Larsson, F. K., & Tengö, J. (1989). The effects of temperature and body size on the mating pattern of a gregariously nesting bee, *Colletes cunicularius* (Hymenoptera: Colletidae). *Ecological Entomology*, 14(3), 279-286.

Lönnell, N., & Edelsjö, J. (2004). Bibagge *Apalus bimaculatus* (Coleoptera, Meloidae) i Södermanland och södra Uppland—en fråga om att vara på rätt plats vid rätt tid [*Apalus bimaculatus* (Coleoptera, Meloidae) in the provinces of Södermanland and southern Uppland—a matter of timing]. *Entomologisk Tidskrift*, 125(4), 161-171.

Macek, J., Straka, J., Bogusch, P., Dvořák, L., Bezděčka, P., & Tyrner, P. (2010). *Blanokřídli České republiky: Žahadloví. I.* Academia. Praha, 524 pp.

Macchioni, F. (2007). Importance of phoresy in the transmission of Acarina. *Parassitologia*, 49(1-2), 17-22.

Michener, C. D. (2007). *The bees of the world* (second edition). The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 992 pp.

Müller, A., & Kuhlmann, M. (2008). Pollen hosts of western palaeartic bees of the genus *Colletes* (Hymenoptera: Colletidae): the Asteraceae paradox. *Biological Journal of the Linnean Society*, 95(4), 719-733.

Notini, G. (1942). Några iakttagelser om *Apalus bimaculatus* L. [Some observations about *Apalus bimaculatus* L.]. *Populär Biologisk Revy*, 4, 8-16.

Ohnishi, O., Takenaka, M., Okano, R., Yoshitomi, H., & Tojo, K. (2021). Wide-scale gene flow, even in insects that have lost their flight ability: presence of dispersion due to a unique parasitic ecological strategy of piggybacking hosts. *Zoological Science*, 38(2), 122-139.

Patočka, J., & Kuča, K. (2013). Kantaridin: přírodní bioaktivní molekula s dlouhou historií. *Kontakt*, 15(4), 463.

Peakall, R., & Schiestl, F. P. (2004). A mark-recapture study of male *Colletes cunicularius* bees: implications for pollination by sexual deception. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 56, 579-584.

- Pinto, J. D. (1999). The New World genera of Meloidae (Coleoptera): a key and synopsis. *Journal of Natural History*, 33(4), 569-620.
- Ruiz, J. L., Bahillo, P., López-Colón, J. I., Bercedo, P., Arnáiz, L., & García-París, M. (2013). Caracterización taxonómica, distribución y primeros registros europeos de *Apalus cinctus* (Pic, 1896)(Coleoptera, Meloidae). *Graellsia*, 69(2), 201-216.
- Selander, R. B. (1991). On the nomenclature and classification of the Meloidae (Coleoptera). *Insecta Mundi*, 5, 65-94
- Selander, R. B., & Fasulo, T. R. (2000). Blister Beetles (Insecta: Coleoptera: Meloidae). *DPI Entomology Circular*, 268.
- Scheuchl, E., & Willner, W. (2016). *Taschenlexikon der Wildbienen Mitteleuropas: Alle Arten im Porträt*. Quelle & Meyer Verlag, Berlin, 920 pp.
- Ślipiński, S. A., Leschen, R. A. B., & Lawrence, J. F. (2011). Order Coleoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q.(Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148(1), 203-208.
- Steffan-Dewenter, I., Münzenberg, U., Bürger, C., Thies, C., & Tscharnkte, T. (2002). Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. *Ecology*, 83(5), 1421-1432.
- Thalman J. (1968). Note sur la ponte de *Meloe majalis* (Col. Meloidae). *C.R. Soc. Sci. nat. phys. Maroc*, 16-17.
- Vanschoenwinkel, B., Gielen, S., Seaman, M., & Brendonck, L. (2008). Any way the wind blows-frequent wind dispersal drives species sorting in ephemeral aquatic communities. *Oikos*, 117(1), 125-134.
- Vrabec V., Král D. & Černý L. (2017): Meloidae (majkovití) [třída/class: Insecta; řád/order: Coleoptera; čeleď/family: Meloidae]. Pp. 385–386. In: Hejda R., Farkač J. & Chobot K. (eds): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threatened species in the Czech Republic. *Invertebrates. Příroda*, Praha, 36, 1-612.
- Vrabec, V. (2005). Na okraj červeného seznamu brouků—majkovití. *Živa*, 53, 270-272.
- Wesslering, J., & Tscharnkte, T. (1995). Habitatwahl von bodennistenden Wildbienen und Grabwespen-Pflegemaßnahmen im Experiment. [Habitat selection of bees and digger wasps -

experimental management of plots]. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie*, 697-701.

Westrich, P. (1998). *Wildbienen Baden-Württembergs. Teil 1: Lebensräume, Verhalten, Ökologie und Schutz. Teil 2: Die Gattungen und Arten.* Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 972 pp.

14 Přílohy



Samice *Apalus bimaculatus*



Samec *Apalus bimaculatus*



Kopulující pár



Tanaóza u *Apalus bimaculatus*