

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra biologie

Význam řepky olejky (*Brassica napus*) pro původní
opylovače

Bakalářská práce

Autor:	Zuzana Bartíková
Studijní program:	Biologie a ekologie B0511A030001
Studijní obor:	Biologie a ekologie
Vedoucí práce:	doc. Mgr. Petr Bogusch, Ph.D.

Zadání bakalářské práce

Autor: Zuzana Bartíková

Studium: S20BI001BP

Studijní program: B0511A030001 Biologie a ekologie

Studijní obor: Biologie a ekologie

Název bakalářské práce: **Význam řepky olejky (*Brassica napus*) pro původní opylovače**

Název bakalářské práce A): The importance of yellow rape (*Brassica napus*) for native pollinators

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Cílem práce je vytvořit rešerši o opylovačích, navštěvujících květy řepky olejky, a zjistit, které druhy lze zaznamenat na této rostlině v našich podmínkách. Výzkum bude prováděn ve východních Čechách a na jižní Moravě v době kvetení řepky metodou smyku.

Bogusch P, Bláhová E, Horák J (2020) Pollen specialists are more endangered than non-specialised 244 bees even though they collect pollen on flowers of non-endangered plants. *Arthropod-Plant Int* 14: 245 759–769.

Shakeel M. et al. 2019: Insect pollinators diversity and abundance in *Eruca sativa* Mill. (*Arugula*) and *Brassica rapa* L. (*Field mustard*) crops. *Saudi Journal of Biological Sciences* 26: 1704-1709.
Stanley D.A. et al. 2013: Pollinators and pollination of oilseed rape crops (*Brassica napus* L.) in Ireland: ecological and economic incentives for pollinator conservation. *Journal of Insect Conservation* 17: 1181-1189.

Zadávací pracoviště: Katedra biologie,
Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: doc. Mgr. Petr Bogusch, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 20.1.2022

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, ze kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne:

.....

Zuzana Bartíková

Poděkování:

Ráda bych poděkovala především vedoucímu mé práce doc. Petru Boguschovi za nespočet užitečných rad a správných nasměrování, které byly obohacující daleko nad rámec psaní této bakalářské práce, a skvělému okruhu inspirativních přátel, jejichž podpora usnadňuje pokoření jakékoliv výzvy.

Anotace

BARTÍKOVÁ, Z. *Význam řepky olejky (Brassica napus) pro původní opylovače*. Hradec Králové, 2023. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce Petr Bogusch. 29 s.

Řepka olejka (*Brassica napus*) má jako nejpěstovanější olejnina České republiky velkou roli v naší krajině, jen málo výzkumů se ale zabývá tím, jaký vliv má její intenzivní pěstování na naše původní opylovače, přestože z jejichž služeb plodina těží. Tento výzkum má za úkol alespoň částečně vyplnit jakousi mezeru ve zkoumání vztahu původních opylovačů a řepky olejky v teplejších oblastech střední Evropy, a to pomocí sledování výskytu a četností různých druhů na 11 kvetoucích polích, kvantifikace jejich diverzity a porovnání různých vlastností polí, jako je velikost či zastoupení přírodních stanovišť v okolí. Celková návštěvnost i diverzita opylovačů byla relativně vysoká, zároveň byly patrné výrazné rozdíly mezi jednotlivými sledovanými poli, a to hlavně v celkovém počtu pozorovaných jedinců. Řepková pole nalákala mimo jiné několik druhů opylovačů z Červeného seznamu, a to hlavně teplomilné druhy s areálem rozšíření omezeným hlavně na jižní Moravu. Pozorovány byly i tři druhy specializované na brukvovité rostliny. Vliv pěstování řepky olejky bude nejspíš závislý primárně na dalších důležitých faktorech, jako je skladba okolí, zemědělské postupy a chemická zátěž, či lokální dominance určitých druhů, např. včely medonosné (*Apis mellifera*) nebo ploskočelky pospolné (*Lasioglossum marginatum*).

Klíčová slova:

Řepka olejka – *Brassica napus* – původní opylovači – včely – zemědělská plodina

Annotation

BARTÍKOVÁ, Z. *The importance of yellow rape (Brassica napus) for native pollinators*. Bachelor thesis at Faculty of Science, University of Hradec Králové. Thesis supervisor Petr Bogusch, Hradec Králové. 29 p.

Yellow rape (*Brassica napus*) plays a big role in Czech natural landscape, as it is the most cultivated oilseed crop. However, only a handful of studies deals with how this intensive agriculture influences our native pollinators, even though the crop benefits from their pollination services. This study aspires to at least partially fill in the gap in the knowledge of the link between native pollinators and yellow rape in warmer regions of Central Europe. The research has been done through observations of the abundances and frequencies of visiting pollinator species in 11 different flowering fields, quantification of species diversity and comparing various characteristics of studied fields, such as size or adjoining habitats. The visiting rate and diversity were relatively high. Moreover, noticeable differences (mainly in visiting rates) between studied fields occurred. Yellow rape fields attracted several species included in the IUCN Red List, mainly thermophilic bees with only small area of occurrence including the South Moravia region. Three of the observed species were specialists on *Brassicaceae* plant family. The influence of yellow rape cultivation is presumably dependent primarily on other relevant factors, such as the surrounding environment, agricultural techniques and chemical use, or local dominance of some species, for example honeybee (*Apis mellifera*) or *Lasioglossum marginatum*.

Key words:

Yellow rape – *Brassica napus* – native pollinators – bees – crop

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Rešerše	2
2.1 Charakteristika a význam řepky olejky.....	2
2.2 Opylovači v České republice i ve světě, potravní specializace včel....	3
2.3 Vztah mezi řepkou olejkou a opylovači	4
3. Metodika	7
4. Výsledky	11
5. Diskuse	16
6. Závěr	19
7. Seznam použité literatury.....	21
8. Přílohy.....	25

1. Úvod

Pěstování řepky olejky (*Brassica napus*) se v České republice těší celospolečenské pozornosti a nad jejím vlivem v české krajině visí spousta otazníků, a to zejména v době květu, kdy lze jen těžko přehlédnout všudypřítomná rozsáhlá žluté pole. Intenzivní pěstování řepky olejky ale není výsadou České republiky, ale i řady dalších států celého světa, kde se pěstuje zejména pro své využití v chemickém a potravinářském průmyslu (Ouvrard et Jacquemart, 2019). Existuje ale jen málo studií zaměřujících se vztah této plodiny s opylovači, navíc většina z nich studuje primárně (či výhradně) včelu medonosnou (*Apis mellifera*), která ale nepatří mezi naše původní opylovače.

Opylovači zajišťují reprodukci většiny rostlin světa včetně zemědělských plodin (Ollerton et al., 2011), je na ně ale vyvíjen silný tlak paradoxně hlavně ze strany zemědělství, jehož intenzifikace způsobuje eliminaci původních stanovišť vhodných pro jejich hnízdění a shánění potravy či přímo ničení populací pomocí pesticidů určených k ochraně proti škůdcům (Kremen et al. 2002). Ochrana původních opylovačů však přináší výhody nejen pro přirozené ekosystémy, ale i pro člověka, a to díky zvýšení výnosu z hmyzem opylovaných plodin a stabilnější spolupráci s opylujícím hmyzem, jehož vysoká diverzita může fungovat jako „pojistka“ při náhlém poklesu jednoho z opylovačů, např. včely medonosné (Kremen et al. 2002).

Cílem práce proto bylo zjistit 1) jaké druhy (a v jakém množství) se na řepkových polích objevují, 2) jaký je vztah diverzity opylovačů a charakteristikami (velikostí a okolím) řepkového pole a 3) průniky pozorování s Červeným seznamem ohrožených druhů a výčtem známých oligolektických včel vázaných na brukvovité rostliny.

2. Rešerše

2.1 Charakteristika a význam řepky olejky

Řepka olejka je jednoletá rostlina z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*) patřící mezi základní zemědělské plodiny. Začala se masivně pěstovat v Evropské unii v roce 1990, dnes je to nejpěstovanější olejnina na českém území, kde zároveň působí jako hlavní nektarodárná a pylodárná zemědělská plodina, v období květu (duben, květen) je tedy i významnou medonosnou rostlinou (Diekötter, 2010). Během druhé světové války byla považována za nejdůležitější rostlinu pro produkci medu, celosvětově se nárůst produkce řepky olejky zvýšil od 60. let 20. století do současnosti více než 10x (Ouvrard et Jacquemart, 2019). V České republice se v roce 2020 řepka pěstovala na více než 368 000 ha, tedy téměř 15 % celkové výměry orné půdy, zatímco v 90. letech 20. století to bylo pouze 5 %. Z evropských států je to nejvyšší podíl, následují státy Slovensko, Německo a Estonsko, kde se řepka pěstuje na téměř 11 % orné půdy (FAOSTAT, 2022).

Pěstování řepky nachází využití pěstování řepky v potravinářství jako třetí nejdůležitější zdroj rostlinného oleje (po palmovém a sojovém) či v chemickém průmyslu jako biosložka do pohonných hmot (Piazza et Foglia, 2001). Dle Situační a výhledové zprávy Ministerstva zemědělství (2020) se z celkového množství vypěstované řepky olejky jako hlavní olejniny z domácí produkce využívá přibližně ½ semen k výrobě tzv. MEŘO (metylesteru řepkového oleje) přidávaného do nafty jako biosložka, zhruba ½ se pak využívá k výrobě potravinářského oleje. Při lisování jako odpad vznikají pokrutiny využitelné pro organické hnojení (Vašák, 2000), konkrétní procentuální využití řepky pro zelené či organické hnojení ale v aktuálních zdrojích není uvedeno. V době květu je řepka olejka také hlavní včelařskou bylinou České republiky (Haragsim, 2008; Štrachová, 2018).

Vzhledem k tomu, že tlak na vysoký výnos je díky bohatému využití obrovský, pěstuje se ve velmi rozsáhlém areálu zahrnujícím všechny kontinenty kromě Antarktidy. První pokusy o genetickou modifikaci proběhly již v 90. letech 20. století v USA, při kterých byly vyšlechtěny rostliny s vyšší produkcí vyšších mastných kyselin, další genetické modifikace usilovaly o odolnost vůči herbicidům.

Dnes je známo 15 geneticky modifikovaných odrůd s různými povolenými oblastmi pěstování (Kadeřábek et Zdeňková, 2007).

Dvěma hlavními kultivary jsou zimní a jarní kultivar, přičemž výrazně v zemědělské produkci převažuje pěstování zimní varianty, která činí 86 % produkce řepky olejky (Ouvrard et Jacquemart, 2019).

2.2 Opylovači v České republice i ve světě, potravní specializace včel

Dominantní většina opylovačů celého světa se řadí do nadčeledi Apoidea. Ta se větví na dvě vývojové linie: kutilky (Spheciformes) a včely (Apiformes). Kutilky jsou často hnízdícími predátory či kleptoparazity a v České republice se vyskytují čeledi žirafíkovití (Ampulicidae), kutilkovití (Sphecidae) a šíronožkovití (Crabronidae), mimo Českou republiku pak ještě čeled' Heterogynaeidae. Včely (Apiformes) jsou zpravidla nektar sbírající herbivoři, u nás se vyskytují čeledi pilorožkovití (Melittidae), čalounicovití (Megachilidae), včelovití (Apidae), pískorypkovití (Andrenidae), ploskočelkovití (Halictidae) a hedvábnicovití (Colletidae), na jiných územích pak i čeled' Stenotritidae (Bogusch et al., 2007). Dohromady se v České republice v těchto 6 čeledích skupiny Apiformes vyskytuje 596 druhů včel (Straka et Bogusch, 2017). Celosvětově se vyskytuje v 11 čeledích přes 20 000 včel (Michener, 1974).

Významným, nejvíce detailně studovaným, početným a jednoznačně nejznámějším opylovačem je včela medonosná. Patří do podčeledi Apinae nejpočetnější včelí čeledi Apidae. Většina českých i cizokrajných včel je ale na rozdíl od včely medonosné samotářských. Apidae se dělí na 4 monofyletické skupiny: vysoce eusociální včely *Apini* (včely medonosné) a *Meliponini* (*stingless bees*, bezžihadlové včely), primitivněji eusociální *Bombini* (čmeláci) a samotářské nebo málo sociální včely *Euglossini* (*orchid bees*, orchidejové včely). Zatímco u *Apini* a *Meliponini* je královna morfologicky odlišná od dělnic a nová hnízda zakládají roje, *Bombini* mají královnu morfologicky stejnou (odlišující se pouze velikostí) a nová hnízda zakládají jednotlivé zakladatelky. Neparazitické *Euglossini* jsou sice obecně označovány za včely samotářské, ale u řady druhů jsou známé náznaky sociálního chování, jako je kooperativní péče o potomstvo (Cardinal et Danforth, 2011).

V souvislosti s potravní specializací týkající se sběru pylu můžeme včely rozdělit na generalisty (polylektické včely), kteří jsou při výběru potravy nespécializovaní a navštěvují květy různých skupin rostlin, a specialisty (monolektické či oligolektické včely), kteří sbírají pyl pouze na specifické skupině, rodu, či dokonce jen druhu rostliny. Ve střední Evropě se většinou (až ve dvou třetinách) setkáváme s generalisty, což se z hlediska udržitelnosti populace ukazuje jako výhodná strategie, neboť právě specialisté se častěji nacházejí na seznamech s ohroženými druhy. V České republice 75 % druhů včel sbírá pyl, zbylých 25 % druhů jsou hnízdní kleptoparazité či sociální parazité jiných druhů včel. Ze včel sbírajících pyl je 65 % generalistů a 35 % specialistů (21 % oligolektických a 14 % monolektických) napříč čeleděmi (Bogusch et al., 2020).

Mezi českými specialisty z řad včel jsou brukvovité rostliny poměrně oblíbeným zdrojem potravy, tato potravní specializace se objevuje u 10 % druhů, větší zastoupení mají pouze hvězdnicovité (*Asteraceae*, 24 %) a bobovité (*Fabaceae*, 19 %) rostliny. Většina druhů (16 z 17) specialistů na brukvovité rostliny patří do čeledi Andrenidae, jeden druh pak do čeledi Megachilidae (Bogusch et al., 2020). Z čeledi Andrenidae je to hlavně rod pískorypka (*Andrena*) zastoupená v 17 druzích, z nichž 2 jsou u nás vyhynulé, 3 kriticky ohrožené, 1 ohrožený, 7 zranitelných a 6 málo dotčených. Z čeledi Megachilidae se jedná o málo dotčený druh zednice (*Osmia*) (Straka et Bogusch, 2017).

2.3 Vztah mezi řepkou olejkou a opylovači

Přibližně 75 % plodin je závislých na entomogamii, tedy opylování rostlin hmyzem (Gallai et al., 2009), více než 87 % kvetoucích rostlin ale alespoň nějakým způsobem z opylení živočichy profituje (Fairhurst et al., 2021). Porozumění vztahu zemědělských plodin a opylovačů je tedy stěžejní nejen pro opylovače na lokalitě pěstování dané plodiny, zachování biodiverzity a prevenci potravinového nedostatku, ale také pro dosažení co nejvyššího výnosu za účelem zisku (Gallai et al., 2009; Fairhurst et al., 2021).

Závislost řepky na opylovačích je stále studována a není jednoznačná. Je obecně považována za hmyzem opylovanou rostlinu, ale o míře závislosti na anemogamii (opylování pomocí větru) stále probíhají debaty (Ouvrard et al., 2017). Většina studií byla uskutečněna na evropských řepkových polích na zimním

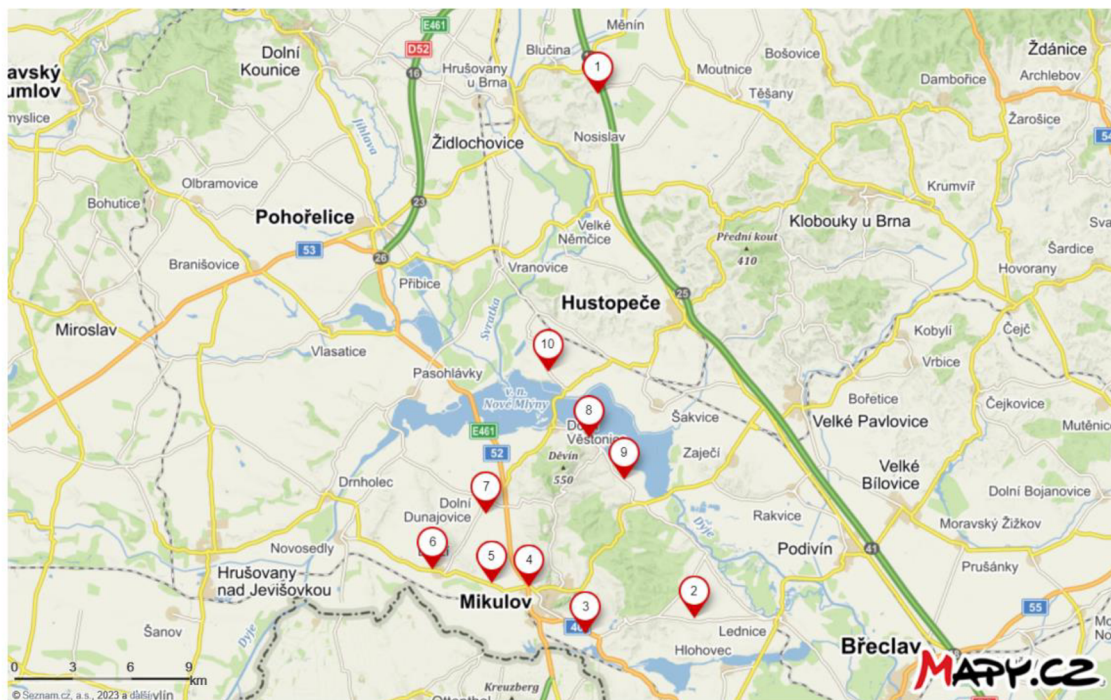
kultivaru za monitoringu pouze včel medonosných, výsledky výzkumu Ouvrarda a Jacquemarta (2019) ale ukázaly, že závislost na opylujícím hmyzu se v jiných oblastech a na odlišných kultivarech různí. Výzkum také ukazuje, že přestože nejčastějším návštěvníkem řepkových polí byla včela medonosná, nedá se považovat za pro řepku efektivního opylovače, protože v 88 % případech návštěv květu zůstaly reprodukční orgány rostliny netknuté a působily pouze v zájmu včely pro sběr nektaru. Jiné druhy opylovačů, jejichž výskyt byl v této studii pozorován, jako jsou samotářské včely, čmeláci či pestřenky, byly v opylování květů výrazně efektivnější a pro rostlinu přínosnější, jelikož 71 % návštěv vedlo k uložení pylu na blizny květů (Ouvrard et Jacquemart, 2019).

Kombinace různých druhů opylovačů vede tedy k lepší kvalitě opylení a tím i k výnosu plodiny (Ouvrard et Jacquemart, 2019). Řepka olejka je sama schopna reprodukce i bez pomoci opylovačů, návštěvy opylujícího hmyzu ale zvyšují počet, váhu i výnos semen, což značí vysokou míru interdependence mezi rostlinou a opylovači, kteří z návštěv květů profitují díky obsahu aminokyselin, minerálů a sacharidů (zejména sacharózy, glukózy a fruktózy) v nektaru, který tak dodává opylovačům dostatek energie pro shánění potravy, hnízdění, rozmnožování a další fyziologické procesy (Fairhurst et al., 2021). Řepková pole tak v době květu můžou sloužit např. u čmeláků a samotářských včel jako bohatý zdroj energie pro zakládání nových kolonií, hnízd a růst populací, tento počáteční významný růst ale nemusí nutně znamenat úspěšnou následující reprodukci a tím i dlouhodobé udržení kolonie v životaschopném počtu, nejspíš kvůli tzv. *hunger gaps* („*hladovým mezerám*“), které jsou zapříčiněny odkvětem plodin, které poskytly většinu zdrojů v době rozvoje kolonií, ale na jejich stanovišti nevyroste jiná (později kvetoucí) rostlina, která by zdroje poskytovala nadále (Westphal et al., 2009). Tento jev ukazuje na nutnost diverzifikace zdrojů pro opylovače na zemědělských lokalitách (Westphal et al., 2009). Existuje znatelný pozitivní vztah mezi diverzitou včel a diverzitou rostlin na lokalitě (Potts et al., 2003), což úzce souvisí s vyšším výskytem včel v přirozených ekosystémech než v zemědělsky využívaných oblastech s vysazovanými monokulturami rostlin a zastavených lokalitách (Fairhurst et al., 2021).

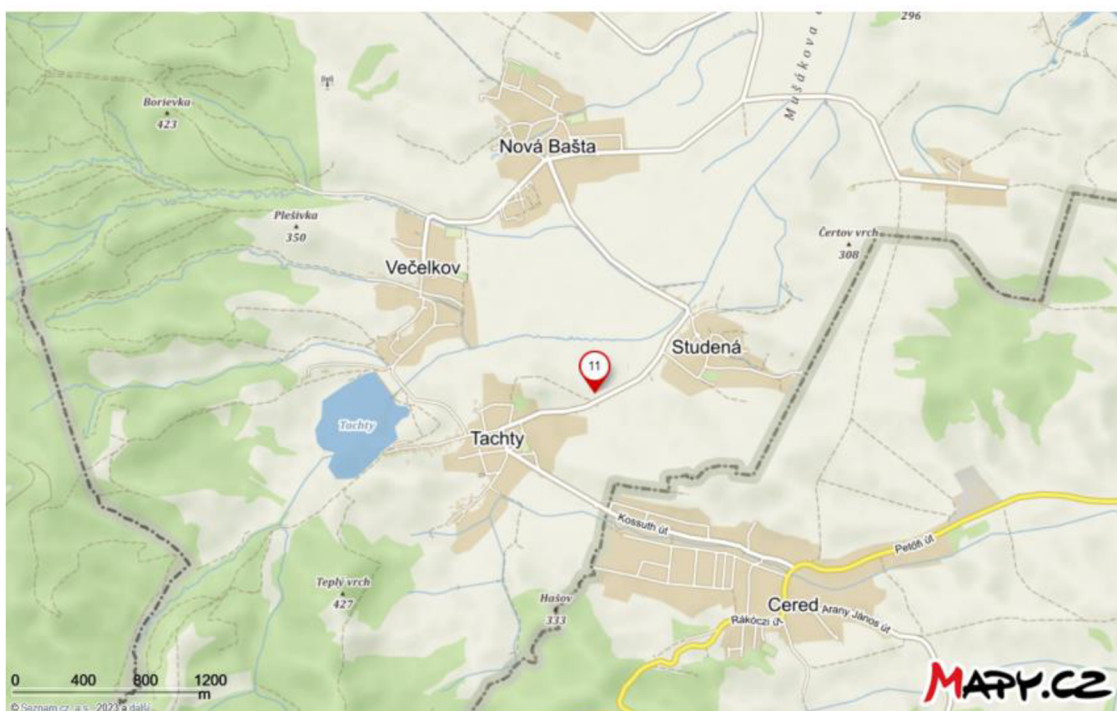
Velkou překážkou pro zdravé komunity opylovačů je také chemická zátěž a zemědělská degradace půdy, kterou s sebou masové pěstování řepky olejky může přinášet. U tzv. geneticky modifikované řepky tolerantní k herbicidům (GMHT, Genetically Modified Herbicide Tolerant) dochází k extenzivnímu aplikování herbicidů a zemědělské pole pak působí jako odpuzovač přírodních ekosystémů a rostlinné diverzity, což může být výhodné pro růst řepky, která tak na svém stanovišti nemá žádnou konkurenci, na kterou je tato plodina velice náchylná, ale bez zdravých přilehlých stanovišť neexistuje šance ani pro hnízdění komunit opylovačů kvůli ztrátě (polo)přirozeného habitatu (O'Brien et Arathi 2018). Používání tohoto kultivaru (respektive nadužívání jeho tolerance) snadno u zemědělských polí vede k zániku míst s volně rostoucími rostlinami a druhově bohatých okrajových ploch, ve kterých opylovači často hnízdí, ale také shánějí část potravy, kterou jim řepka olejka neposkytne, či chybí po jejím odkvětu (O'Brien et Arathi 2018). Na rozdíl od včely medonosné totiž samotářské včely obecně létají na menší vzdálenosti, je pro ně tudíž stěžejní hnízdit blíže ke zdrojům. Pro doletovou vzdálenost českých samotářských včel specializovaných na brukvovité rostliny bohužel nejsou dostupné studie, ale u jiných druhů rodu *Andrena* byla doletová vzdálenost za potravou měřena ve studiích (Franzen et al., 2009; Gathman et Tschardtke, 2002; Gebhardt et Röhr, 1987; Beil et al. 2008; Wesserling et Tschardtke, 1995), ve kterých se pohybuje okolo 500 m. Ostatní samotářské včely dolétávají za potravou 100-2000 m. U eusociálních včel jsou naměřené doletové vzdálenosti výrazně větší, u včely medonosné 1-14 km, u čmeláků (*Bombus*) pak od 0,5-10 km (Zurbuchen et al., 2010; Gathman et Tschardtke, 2002).

3. Metodika

Výzkum byl proveden pomocí odchyty včel sbírajících pyl na řepkových polích jižní Moravy v době kvetení v květnu 2022. Bylo vybráno 11 různých nesousedících polí v regionu s různými výměrami a prvky okolí. Následně byla pole roztržena dle velikosti a charakteru bezprostředního okolí, a to na základě Veřejného registru půdy – LPIS vedeného Ministerstvem zemědělství a Národního geoportálu INSPIRE Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK).



Obrázek 1: Vyznačené lokality s navštívenými řepkovými poli 1-10 na jižní Moravě.
Zdroj: mapy.cz (upraveno).



Obrázek 2: Vyznačená lokality 11 s navštíveným řepkovým polem na Slovensku. Zdroj: mapy.cz (upraveno).

Hranice pole s okolím byla rozdělena do 3 typů podle typu sousedícího stanoviště, a to s přírodními plochami (širšími než 20 m), zástavbou a zemědělskými plochami, ne vždy byly zastoupeny všechny 3 typy. Pokud pole lemovala cesta (či silnice), bylo stanoviště charakterizováno prostředím vyskytující se za touto cestou. Navíc byl vypočten i podíl okrajů lemovaných zeleným pruhem (definovaným jako přírodním prostředím užším než 20 m), který často tvořil hranici s dalším polem, a proto není zahrnut v hlavních 3 typech stanovišť.

	katastr	O (km)	S (km)	zelený pruh (%)	příroda (%)	zeměděl. plocha (%)	zástavba (%)	poznámka
1	Blučina	2,86	0,33	0,00	0,00	100,00	0,00	
2	Bulhary	3,62	0,63	68,10	0,00	100,00	0,00	
3	Mikulov	3,19	0,64	41,35	19,94	80,06	0,00	
4	Mikulov	1,35	0,08	0,00	29,35	36,33	34,32	
5	Břeclav	2,64	0,34	61,31	57,48	42,52	0,00	syntéza dvou sousedních polí
6	Březí	0,77	0,03	30,27	0,00	100,00	0,00	
7	Dolní Dunajovice	1,59	0,07	25,68	0,00	80,99	19,01	
8	Dolní Věstonice	0,54	0,01	0,00	62,99	37,01	0,00	zemědělská plocha = vinice
9	Pavlov	0,66	0,01	0,00	87,44	12,56	0,00	úsek pole
10	Strachotín	2,17	0,02	9,49	14,52	85,48	0,00	
11	Tachty	3,26	0,33	0,00	85,56	14,14	0,00	úsek pole

Tabulka 1: Sledovaná pole, jejich zeměpisné určení, rozloha, obvod a typy sousedících stanovišť.

Na každém poli byly včely po dobu 15 minut chytány do entomologické sítě, a to na okraji i uprostřed pole. Včely byly chytány smykem z květů řepky, vždy po nějaké době v závislosti na počtu odchycených jedinců byly všechny druhy vyjma včely medonosné přesunuty do zkumavek naplněných lihem a rozdělených zvláště pro každou navštívenou lokalitu. Kromě včely medonosné byly pouze zapsáni odchycení čmeláci (které bylo možné určit do druhu) a některé dobře poznatelné druhy samotářských včel (např. *Osmia bicolor* nebo *Andrena cineraria*). Zbytek odchyceného hmyzu byl vypuštěn.

V laboratoři byly poté všechny odchycené včely určeny a jejich výskyt, četnost a pohlaví byly zaznamenány pro každou lokalitu. Na základě těchto veličin byly následně porovnány a seřazeny. Zároveň byly vytrženy a odděleně uschovány ty včely, které na sobě měly viditelné pylové rousky, a to pro analýzu pylových zrn v eventuálních navazujících výzkumech. Zaznamenané druhy včel

byly porovnány s Červeným seznamem a seznamem včel specializovaných na brukvovité rostliny.

Na základě počtu pozorovaných druhů a jedinců byly vypočítány hodnoty α -diverzity, a to odhadovaná druhová bohatost na všech lokalitách dohromady pomocí indexu Chao1 a indexy druhové diverzity – Shannonův a Simpsonův – ukazující míru vyrovnanosti či naopak dominance druhů ve zkoumaném vzorku. Pro sledované druhy byla následně vytvořena rarefakční křivka znázorňující vztah mezi počtem jedinců a počtem druhů na sledovaných lokalitách. Stejně ukazatele α -diverzity byly vypočítány i pro včely s pylými rousky.

Z naměřených charakteristik jednotlivých polí byla následně vypočítána korelace diverzity (Shannonův i Simpsonův index) s velikostí (obvodu a výměry) pole. Stejným způsobem pak byla vypočítána i korelace diverzity s procentuálním zastoupením přírodních stanovišť a zeleného pruhu. Pro stanovení korelace byla použit Pearsonův korelační koeficient r . Na základě korelací byly následně vytvořeny křivky lineární regrese.

4. Výsledky

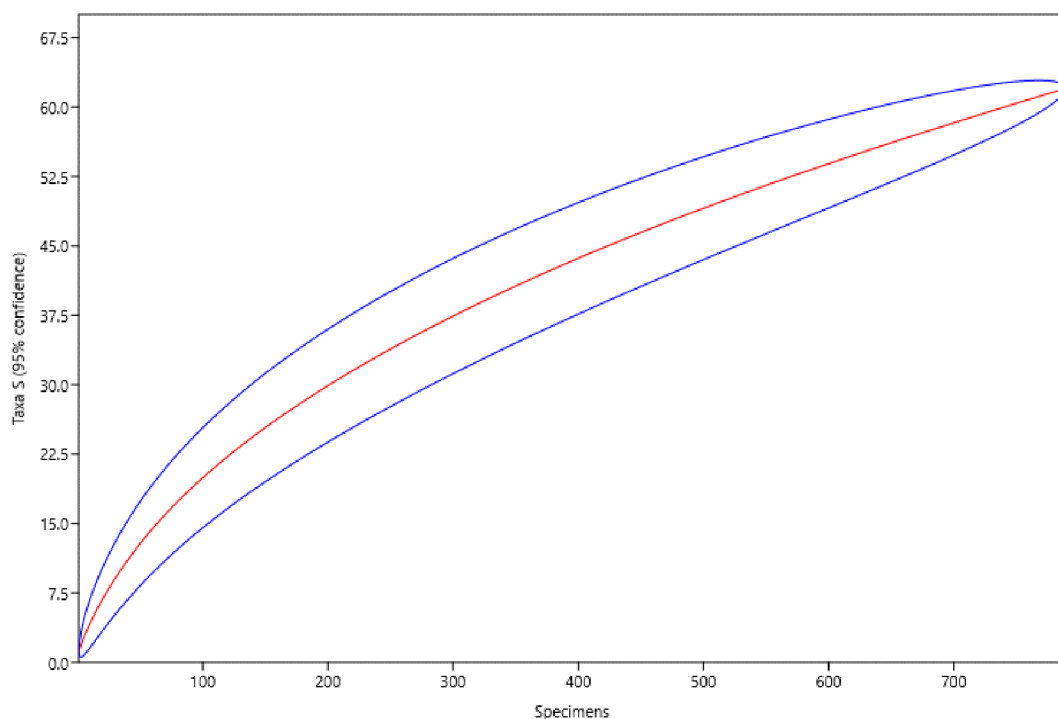
Celkový počet odchycených včel na všech 11 polích se vyšplhal na 789 jedinců v 62 druzích (a 6 čeledích). Mezi druhy, které se vyskytovaly na většině sledovaných polí (9 z 11), patřily *Andrena flavipes* (pískorypka obecná), *Andrena lagopus* a *Lasioglossum marginatum* (ploskočelka pospolná), mezi další druhy vyskytující na vyšším počtu lokalit patřily *Andrena impunctata* a *Lasioglossum interruptum*. Nejpočetnějším druhem byl *Lasioglossum marginatum*, který tvořil 64 % všech odchycených jedinců a byl zastoupen více než osminásobně oproti druhému nejpočetnějšímu druhu *Seladonia kessleri*. Další druhy s vysokou četností byly *Andrena flavipes*, *Andrena lagopus*, *Halictus maculatus* a *Lasioglossum interruptum*. Naopak více než polovina zaznamenaných druhů byla nalezena jen na jedné z lokalit a většina byla zastoupena pouze jedním jedincem.

Dle výskytu na lokalitách		Dle četnosti	
Druh	počet lokalit	druh	počet jedinců
<i>Andrena flavipes</i>	9	<i>Lasioglossum marginatum</i>	505
<i>Andrena lagopus</i>	9	<i>Seladonia kessleri</i>	62
<i>Lasioglossum marginatum</i>	9	<i>Andrena flavipes</i>	24
<i>Andrena impunctata</i>	8	<i>Andrena lagopus</i>	23
<i>Lasioglossum interruptum</i>	7	<i>Lasioglossum interruptum</i>	15
<i>Halictus maculatus</i>	6	<i>Halictus maculatus</i>	15
<i>Lasioglossum lineare</i>	6	<i>Lasioglossum lineare</i>	15
<i>Seladonia kessleri</i>	6	<i>Lasioglossum politum</i>	12
<i>Lasioglossum morio</i>	5	<i>Andrena impunctata</i>	10
<i>Lasioglossum politum</i>	4	<i>Lasioglossum morio</i>	9

Tabulka 2: Nejčastěji pozorované druhy včel dle počtu lokalit, kterých byly odchyceny (levý sloupec) a celkového počtu na všech lokalitách (pravý sloupec).

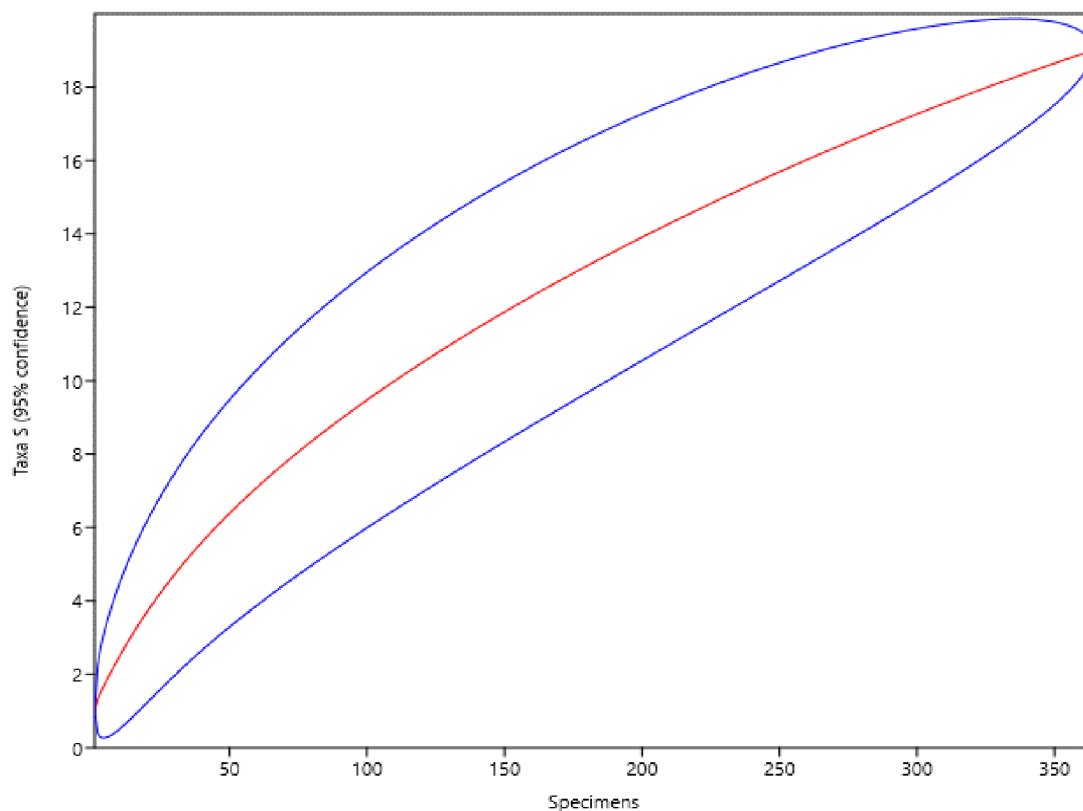
Z druhů specializovaných na brukvovité rostliny byly zaznamenány tři, a to *Andrena oralis* (pískorypka trýzelová), *Andrena fulvicornis* (pískorypka žltorohá) a *Andrena lagopus*. Celkem 14 zaznamenaných druhů je zapsáno v Červeném seznamu, z nichž dva jsou ohrožené (*Andrena danuvia*, *Lasioglossum sexstrigatum*), sedm zranitelných (*Andrena floricola*, *Andrena impunctata*, *Andrena oralis*, *Lasioglossum crassepunctatum*, *Lasioglossum lineare*, *Lasioglossum tricinctum*, *Vestitohalictus pollinosus*), čtyři téměř ohrožené (*Andrena rugulosa*, *Halictus quadricinctus*, *Hylaeus cornutus*, *Seladonia leucahenea*) a jeden s chybějícími údaji (*Halictus langobardicus*).

Druhová bohatost byla pomocí indexu Chao1 stanovena na možný počet 132,9 druhů na sledovaných lokalitách. Druhová diverzita byla pomocí Simpsonova indexu (1-D) stanovena na hodnotu 0,58, Shannonův index na hodnotu 1,82. Tyto hodnoty ukazují, že diverzita včel na sledovaných lokalitách není nijak výrazně narušena dominancí některého či některých z druhů. Z rarefakční křivky lze vyvodit, že druhová bohatost by u menšího vzorku nejspíš také nekolísala (viz Graf 1).



Graf 1: Rarefakční křivka vztahu mezi počtem jedinců (na ose x) na všech lokalitách a celkovou druhovou bohatostí (na ose y).

Ze všech nasbíraných jedinců neslo pylové rousky 364 jedinců celkem v 19 druzích, tedy téměř polovina všech jedinců. Dle indexu Chao1 byl odhadovaný celkový počet druhů s pylovými rousky stanoven na 25. Druhová diverzita pak u těchto včel byla stanovena na hodnoty 0,3 dle Simpsonova indexu (1-D) a 0,83 dle Shannonova indexu, což indikuje určitou nevyrovnanost a dominanci jednoho či více z pozorovaných druhů. Rarefakční křivka taktéž ukazuje na stabilní odhad druhové bohatosti u jiných velikostí vzorku (viz Graf 2).



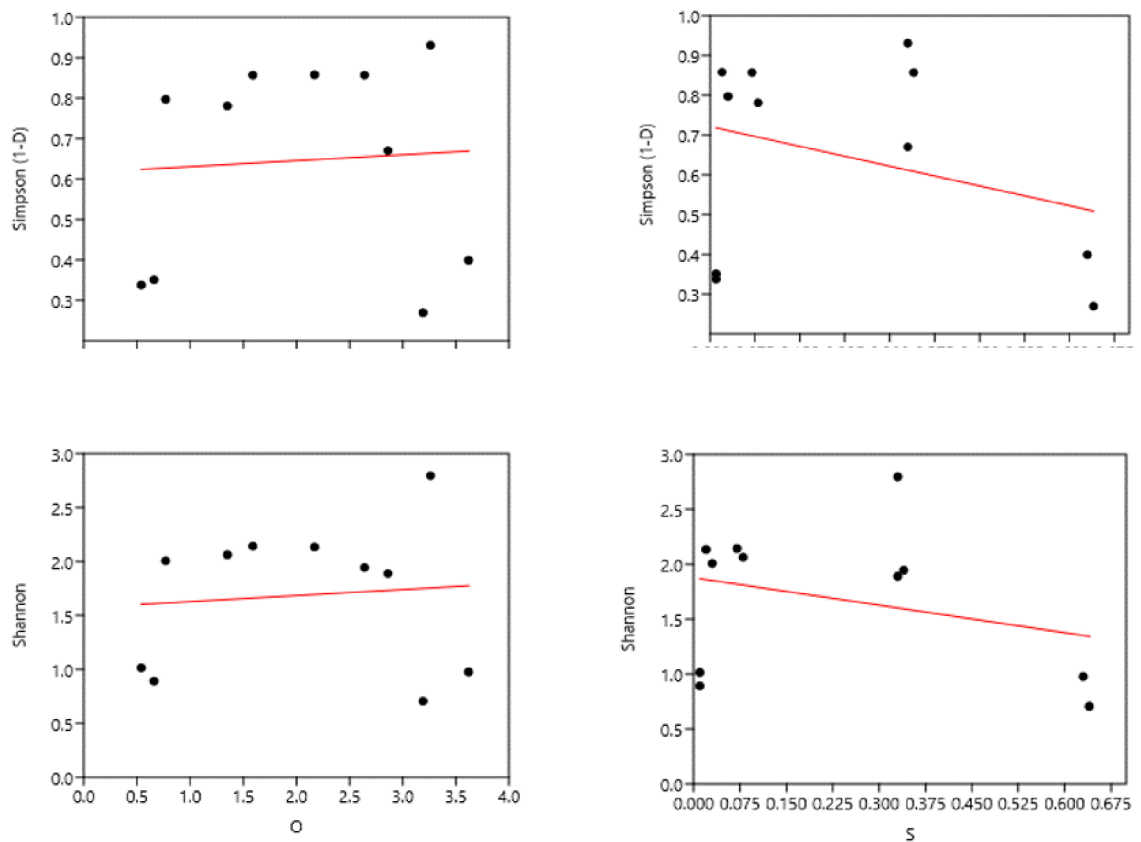
Graf 2: Rarefakční křivka vztahu mezi počtem jedinců (na ose x) s pylými rousky a jejich druhovou bohatostí (na ose y).

Korelace velikosti pole a druhové diverzity byly stanoveny na hodnoty v tabulce níže:

	Obvod pole	Výměra pole
Simpsonův index	0,065505	-0,31733
Shannonův index	0,09409	-0,30019

Tabulka 3: Hodnoty korelace r mezi velikostí pole a indexy diverzity.

Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu r se ve všech případech blíží hodnotě 0, což značí malou korelaci. Křivky lineární regrese naznačují totéž.

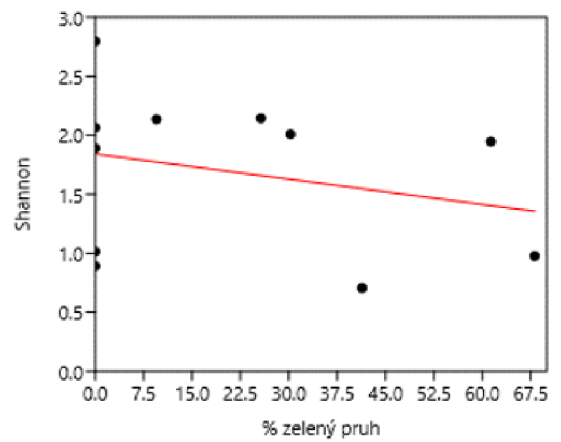
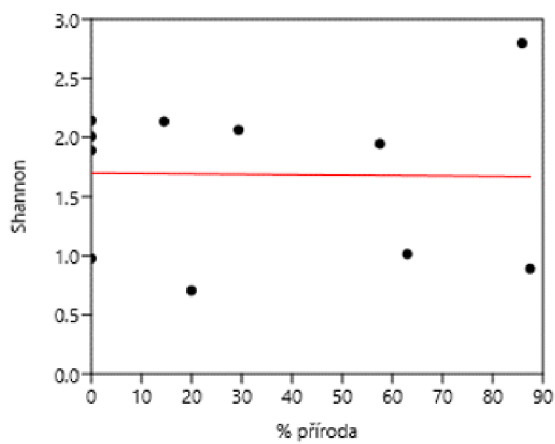
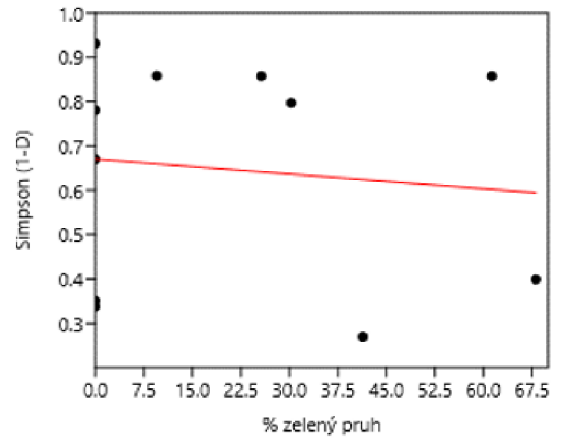
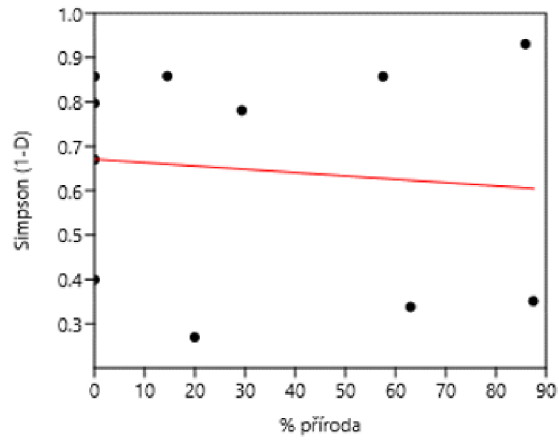


Graf 3-6: Křivky lineární regrese pro korelaci velikosti (obvodu O a rozlohy S) pole a indexů diverzity.

Podobně zanedbatelnou korelaci vykazuje i vztah diverzity s přírodními stanovišti sousedícími se sledovanými poli, viz tabulka a graf lineární regrese níže:

	Zelený pruh	Přírodní stanoviště
Simpsonův index	-0,11415	-0,10387
Shannonův index	-0,27324	-0,01817

Tabulka 4: Hodnoty korelace r mezi délkou hranice se zeleným pruhem nebo přírodním stanovištěm a indexy diverzity.



Graf 6-9: Křivky lineární regrese pro korelaci typu sousedících stanovišť (zeleného pruhu a přírodního stanoviště) a indexů diverzity.

5. Diskuse

Celkový počet 789 jedinců v 62 druzích ukazuje, že pole řepky olejky je pro opylovače vcelku atraktivním zdrojem potravy. Mezi jednotlivými lokalitami a zároveň i zaznamenanými druhy byly ale výrazné rozdíly v abundanci i diverzitě. Celková diverzita na zkoumaných lokalitách byla oproti ostatním studiím poměrně vysoká, což je nejspíš způsobeno dominancí včely medonosné, jejíž úly se na okrajích polí často nacházejí, a která ve výzkumu nebyla brána v potaz, protože se nejedná o u nás původního opylovače. Dominance včely medonosné je ve studiích znatelná, např. v pákistánské studii (Akhtar et al., 2018) patřilo do tohoto druhu 87 % pozorovaných jedinců. V irské studii (Stanley et al., 2013) měla včela medonosná nejhojnější výskyt spolu s pestřenkami rodu *Eristalis*. Pokud by včela medonosná byla počítána mezi pozorované opylovače, diverzita by zřejmě klesla. Dominantním druhem na zkoumaných lokalitách je ale i *Lasioglossum marginatum*. Jedná se o eusociální druh nepříliš rozšířený v ČR, ale v minulosti zaznamenaný právě v okolí sledovaných polí. *L. marginatum* zakládá z našich původních včel nejpočetnější kolonie (Macek et al. 2010), jejichž přítomnost v bližším okolí sledovaných lokalit vysvětluje jeho výraznou dominanci na některých lokalitách a zároveň nepřítomnost na jiných. Dalším početným druhem byla *Seladonia kessleri* (ploskočelka olivová), jejíž rozšíření je v ČR omezeno právě na jižní Moravu, jelikož obývá stepní lokality na sprašových půdách. Naopak běžným druhem je u nás *Andrena flavipes* (pískorypka obecná) hnízdící v teplých lokalitách, není tedy divu, že její výskyt v tomto výzkumu byl hojný. Také primitivně eusociální *Halictus maculatus* (ploskočelka skvrnitá) je v ČR běžným teplomilným druhem (Macek et al., 2010).

Z oligolektických druhů specializovaných na brukvovité rostliny byly ve výzkumu zaznamenány pouze tři. Specialisté na brukvovité rostliny ale nejsou nijak zvlášť prosperující a rozšířená skupina včel (Bogusch et al., 2020), a tak druhů, které by na této lokalitě mohly být zaznamenány, je jen 11, z nichž pouze čtyři nenajdeme na Červeném seznamu (*Osmia brevicornis*, *A. mocsaryi* a zaznamenané *A. fulvicornis* a *A. lagopus*). Ostatní rozšířením blízké druhy jsou v Červeném seznamu (Straka et Bogusch, 2017) označeny jako ohrožené (*A. distinguenda*) nebo zranitelné (*A. anglicissima*, *A. floricola*, *A. truncatilabris*, *A. tscheki*,

Panurginus labiatus a zaznamenaná *A. oralis*). I přes vysokou oblíbenost brukvovitých rostlin u specialistů se řepka olejka nejeví (na zkoumané lokalitě) jako vhodný zdroj potravy pro tyto druhy, navíc některé z nich mohou mít užší specializaci na určitý rod (nebo druh) rostliny, jako např. *P. labiatus*, který dle dostupné literatury (Macek et al. 2010) preferuje šedivky šedé (*Berteroa incana*).

Ze všech dotčených včel Červeného seznamu je ale ve vzorku relativně velké zastoupení. Některé pozorované druhy nebyly dle AOPK (2023) zaznamenány v daném areálu od roku 2010, mezi ty patří dva ohrožené druhy *Andrena danuvia* a *Lasioglossum sexstrigatum*, čtyři zranitelné druhy (*Andrena impunctata*, *Lasioglossum crassepunctatum*, *Lasioglossum lineare*, *Lasioglossum tricinctum*), jeden téměř ohrožený druh (*Andrena rugulosa*) a jeden z chybějícími údaji (*Halictus langobardicus*). Z toho lze usuzovat určitý pozitivní přínos řepky olejky pro opylovače z řad ohrožených druhů, ale také významné mezery ve výzkumech opylovačů naší nejvýznamnější olejniny.

Korelace druhové diverzity a velikosti pole či typu přírodních sousedních stanovišť nebyla navzdory jiným studiím (Westphal et al., 2009; Potts et al., 2013) nevýrazná. Pro výpočet korelace byl nejspíš zvolen příliš malý vzorek a výsledek tak není dostatečně objektivní. Ve zmíněných studiích bylo navíc studováno širší okolí než samotné lokality sousedící se zkoumanými řepkovými poli a byla tak zkoumána (polo)přirozená stanoviště pro hnízdění opylovačů až několik km od zkoumaného pole, což vzhledem k doletové vzdálenosti včel mohlo také poskytnout přesnější výsledky (Zurbuchen et al., 2010). Pro studium významu řepky olejky na jednotlivé druhy opylovačů by byla nutná podrobnější rešerše na jejich hnízdní nároky a doletové vzdálenosti.

Nejdůležitějším faktorem pro výskyt opylovačů bude nejspíš nestejnost fázi květu řepky olejky. Přestože byl výzkum na jižní Moravě prováděn v jeden den a na polích s malou vzájemnou vzdáleností, rozdíl mohl být způsoben odlišnými mikroklimatickými podmínkami, jako je orientace svahu nebo stanoviště v okolním prostředí. Tato skutečnost mohla mít přímý vliv na výskyt a počet opylovačů a výsledky z více odkvetlých polí by tak byly méně objektivní. Roli mohlo hrát i chemické ošetření sledovaných polí, které se mohlo lišit jak typem postřiku, tak jeho načasováním a frekvencí v době před sběrem dat (Billeter et al.,

2008). Chemická zátěž mohla být také odlišná kvůli přítomnosti zástavby a silnic (výfukové plyny, posypové soli, průmyslové odpady, ...). V neposlední řadě na výskyt opylovačů působí vztahy ekologické, jako je mezidruhová konkurence např. mezi druhy původních včel a včel medonosných. Pole využívaná včelaři jako zdroj potravy pro včelstva mají diverzitu opylovačů výrazně nižší nejen kvůli „naředění“ počtu vyskytujících se druhů, ale nejspíš i právě kvůli silné konkurenci (Akhtar et al., 2018).

6. Závěr

Řepce olejce se dostává prostoru jak v nespočtu vědeckých prací, tak v mediích a společenských debatách, i přesto existuje jen málo studií o jejím vztahu s opylovači, natož s těmi původními. Přispět ke znalostem vztahu řepky olejky a původních opylovačů bylo hlavní snahou i tohoto výzkumu.

Během sběru dat v květnu 2022 bylo pozorováno 789 jedinců různých druhů včel, nejčastěji z čeledí ploskočelkovití (Halictidae) a pískorypkovití (Andrenidae). Výrazně nejpočetnější byl druh *Lasioglossum marginatum*, který byl díky svým koloniím na několika lokalitách velice dominantním druhem. Naopak většina ostatních druhů měla na lokalitách jen malý výskyt, často po jednom jedinci. Většina pozorovaných druhů patřila mezi potravní generalisty, z druhů specializovaných na brukvovité rostliny se vyskytly pouze tři. Naopak relativně velké zastoupení (14 z 62 pozorovaných druhů) měly druhy zahrnuté v Červeném seznamu. Z toho lze usuzovat, že řepka olejka patří mezi významné zdroje potravy minimálně na jižní Moravě, která je častým areálem rozšíření právě u těchto nepříliš hojných druhů.

Diverzitu bylo možné objektivně kvantifikovat pouze z celého vzorku všech polí dohromady, hodnoty jejích indexů (Simpsonův (1-D) 0,58; Shannonův 1,82) jsou relativně vysoké. Na jednotlivých polích byl ale sledovaný vzorek pro výpočet diverzity příliš malý, navíc mezi poli byly velké rozdíly ve výskytu i abundanci druhů. Rozdíly ve vzorcích měly pravděpodobně více odůvodnění, z nichž nejdůležitější byla nespíš fáze květu řepky olejky, mezidruhová konkurence (hlavně u lokalit s dominancí některého z druhů) a zemědělské postupy. Vliv měl zřejmě i rozdíl ve skladbě okolí sledovaných polí, nebyla ale pravděpodobně zvolena vhodná metoda k výzkumu korelace diverzity a charakteristik polí, jelikož nezahrnovala dostatečně rozsáhlé okolí sledovaných lokalit.

Tato bakalářská práce nastínila atraktivitu řepky olejky pro původní opylovače České republiky, a to zejména ty, kteří se vyskytují v regionu jižní Moravy. Vhodnou návazností by byla práce zkoumající podobným způsobem druhy, které se na rozkvetlé řepce olejce nacházejí v Čechách či jiných částech střední Evropy, jelikož tyto informace v dostupné literatuře zatím chybí. Navázat

lze také detailnějším výzkumem pomocí palynologické analýzy, která by mohla určit potravní preference nasbíraných včel s pylovými rousky.

Pochopení vztahů mezi druhy původních opylovačů a řepkou olejkou by v budoucnu mohlo být důležitým stavebním kamenem pro účinnou ochranu biodiverzity v krajině ovlivněné zemědělstvím i pro samotné efektivnější pěstování člověkem využívaných plodin.

7. Seznam použité literatury

1. Akhtar, T., Aziz, M. A., Naeem, M., Ahmed, M. S., & Bodlah, I. (2018). Diversity and Relative Abundance of Pollinator Fauna of Canola (*Brassica napus* L. Var Chakwal Sarsoon) with Managed *Apis mellifera* L. in Pothwar Region, Gujar Khan, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, 50(2).
2. AOPK ČR. Nálezová databáze ochrany přírody. [on-line databáze; portal.nature.cz]. Cit. 2023-04-15.
3. Beil, M., Horn, H., Schwabe, A. (2008). Analysis of pollen loads in a wild bee community (Hymenoptera: Apidae) – a method for elucidating habitat use and foraging distances. *Apidologie* 39, 456–467.
4. Billeter, R., Liira, J., Bailey, D., Bugter, R., Arens, P., Augenstein, I., ... & Edwards, P. J. (2008). Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. *Journal of Applied ecology*, 45(1), 141-150.
5. Bogusch, P., Bláhová, E., & Horák, J. (2020). Pollen specialists are more endangered than non-specialised bees even though they collect pollen on flowers of non-endangered plants. *Arthropod-Plant Interactions*, 14(6), 759-769. nnnnnnnnn
6. Bogusch, P., Straka, J., & Kment, P. (2007). Annotated checklist of the Aculeata (Hymenoptera) of the Czech Republic and Slovakia *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae. Supplementum*, 11(1), 300.
7. Cardinal, S., & Danforth, B. N. (2011). The antiquity and evolutionary history of social behavior in bees. *PLOS one*, 6(6), e21086.
8. Diekötter, T., Kadoya, T., Peter, F., Wolters, V. and Jauker, F. (2010). Oilseed rape crops distort plant–pollinator interactions. *Journal of Applied Ecology*, 47: 209–214. doi:10.1111/j.1365-2664.2009.01759.x
9. Fairhurst, S. M., Cole, L. J., Kocarkova, T., Jones-Morris, C., Evans, A., & Jackson, G. (2021). Agronomic traits in oilseed rape (*Brassica napus*) can predict foraging resources for insect pollinators. *Agronomy*, 11(3), 440.

10. FAOSTAT: Food and Agriculture Organization of the United Nations [online]. 2022 [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
11. Franzen, M., Larsson, M., Nilsson, S. (2009). Small local population sizes and high habitat patch fidelity in a specialised solitary bee. *J. Insect Conserv.* 13, 89–95.
12. Gallai, N., Salles, J. M., Settele, J., & Vaissière, B. E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological economics*, 68(3), 810-821.
13. Gathmann, A., Tschardt, T. (2002). Foraging Ranges of Solitary Bees. *J. Anim. Ecol.* 71, 757–764
14. Gebhardt, M., Röhr, G. (1987). Zur Bionomie der Sandbiene *Andrena clarkella* (Kirby), *A. cineraria* (L.), *A. fuscipes* (Kirby) und ihrer Kuckucksbienen (Hymenoptera: Apoidea). *Drosophila* 87, 89–114
15. Haragsim, O. (2008). *Včelařské byliny* (Vol. 91). Grada Publishing as.
16. Kadeřábek, L., Zdeňková, K. (2007). Zjištění geneticky modifikované řepky olejky metodou PCR. *Živa* 2007(04), 184-185. Dostupné z: doi: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/zjisteni-geneticky-modifikovane-repky-olejky-metod.pdf>
17. Kremen, C., Williams, N. M., & Thorp, R. W. (2002). Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(26), 16812-16816.
18. Macek, J. a spol. *Blanokřídlí České republiky I.* (2010). Praha: Academia. ISBN 978-80-200-1772-7.
19. Michener, C. D., & Michener, C. D. (1974). *The social behavior of the bees: a comparative study.* Harvard University Press.
20. Národní geoportál INSPIRE [online]. Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK) [cit. 2023-01-22]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>
21. O'Brien, C., & Arathi, H. S. (2018). Bee genera, diversity and abundance in genetically modified canola fields. *GM crops & food*, 9(1), 31-38.
22. Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals?. *Oikos*, 120(3), 321-326.

23. Ouvrard, P., & Jacquemart, A. L. (2019). Review of methods to investigate pollinator dependency in oilseed rape (*Brassica napus*). *Field Crops Research*, 231, 18-29.
24. Ouvrard, P., Quinet, M., & Jacquemart, A. L. (2017). Breeding system and pollination biology of Belgian oilseed rape cultivars (*Brassica napus*). *Crop Science*, 57(3), 1455-1463.
25. Piazza, G. J., & Foglia, T. A. (2001). Rapeseed oil for oleochemical usage. *European journal of lipid science and technology*, 103(7), 450-454.
26. Potts, S. G., Vulliamy, B., Dafni, A., Ne'eman, G., & Willmer, P. (2003). Linking bees and flowers: how do floral communities structure pollinator communities?. *Ecology*, 84(10), 2628-2642.
27. Situační a výhledová zpráva (2020). Ministerstvo zemědělství České republiky. ISBN 978-80-7434-614-9. ISSN 1211-7692.
28. Stanley, D. A., Gunning, D., & Stout, J. C. (2013). Pollinators and pollination of oilseed rape crops (*Brassica napus* L.) in Ireland: ecological and economic incentives for pollinator conservation. *Journal of Insect Conservation*, 17, 1181-1189.
29. Straka, J., Bogusch, P. (2017). Apiformes (včely). pp. 236–249. In: Hejda R, Farkač J, Chobot K (eds) Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red List of Invertebrates of the Czech Republic. *Příroda* 36: 1–612.
30. Štrachová, M. (2018). Palynologická analýza pylu sebraného včelou medonosnou (*Apis mellifera*) v oblasti Praha-západ. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra biologie a environmentálních studií. Vedoucí práce Říhová, Dagmar.
31. Vašák, J. (2000). Řepka olejná (9-31) -In: VAŠÁK, J. a kol. (2000) *Řepka*. Agrospoj, Praha.
32. Veřejný registr půdy – LPIS [online]. Ministerstvo zemědělství ČR [cit. 2023-01-22]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>

33. Wesslering, J., Tschardtke, T. (1995). Das Heimfindevermögen von Stechimmen und die Verinselung von Lebensräumen. *Mitt. DGaaE*, 10, 323–326
34. Westphal, C., Steffan-Dewenter, I., & Tschardtke, T. (2009). Mass flowering oilseed rape improves early colony growth but not sexual reproduction of bumblebees. *Journal of Applied Ecology*, 46(1), 187-193.
35. Zurbuchen, A., Landert, L., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S., & Dorn, S. (2010). Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation*, 143(3), 669-676.

8. Přílohy

Všechna pozorování						
Čeď	Rod	Druh	Lokalita	Samec	Samice	Celkem
Andrenidae	Andrena	cineraria	4	0	1	1
Andrenidae	Andrena	cineraria	5	0	1	1
Andrenidae	Andrena	cineraria	8	0	2	2
Andrenidae	Andrena	danuvia	4	0	1	1
Andrenidae	Andrena	danuvia	7	0	1	1
Andrenidae	Andrena	danuvia	8	0	2	2
Andrenidae	Andrena	flavipes	1	0	1	1
Andrenidae	Andrena	flavipes	2	3	2	5
Andrenidae	Andrena	flavipes	3	0	1	1
Andrenidae	Andrena	flavipes	4	1	1	2
Andrenidae	Andrena	flavipes	6	1	3	4
Andrenidae	Andrena	flavipes	7	0	1	1
Andrenidae	Andrena	flavipes	8	1	0	1
Andrenidae	Andrena	flavipes	9	0	6	6
Andrenidae	Andrena	flavipes	11	1	2	3
Andrenidae	Andrena	floricola	1	0	1	1
Andrenidae	Andrena	florivaga	8	1	0	1
Andrenidae	Andrena	florivaga	11	1	2	3
Andrenidae	Andrena	fulvicornis	2	0	1	1
Andrenidae	Andrena	gravida	3	0	1	1
Andrenidae	Andrena	helvola	1	0	1	1
Andrenidae	Andrena	impunctata	1	1	1	2
Andrenidae	Andrena	impunctata	2	0	2	2
Andrenidae	Andrena	impunctata	4	1	0	1
Andrenidae	Andrena	impunctata	5	1	0	1
Andrenidae	Andrena	impunctata	8	0	1	1
Andrenidae	Andrena	impunctata	9	1	0	1
Andrenidae	Andrena	impunctata	10	1	0	1
Andrenidae	Andrena	impunctata	11	0	1	1
Andrenidae	Andrena	lagopus	1	1	0	1
Andrenidae	Andrena	lagopus	2	4	2	6
Andrenidae	Andrena	lagopus	3	0	1	1
Andrenidae	Andrena	lagopus	4	3	0	3
Andrenidae	Andrena	lagopus	6	3	1	4
Andrenidae	Andrena	lagopus	8	3	2	5
Andrenidae	Andrena	lagopus	9	0	1	1
Andrenidae	Andrena	lagopus	10	1	0	1
Andrenidae	Andrena	lagopus	11	1	0	1

Příloha č. 1: tabulka pozorovaných druhů, 1. část.

Andrenidae	Andrena	minutula	1	0	1	1
Andrenidae	Andrena	minutula	2	0	1	1
Andrenidae	Andrena	minutula	8	0	1	1
Andrenidae	Andrena	nitida	4	0	1	1
Andrenidae	Andrena	oralis	2	0	1	1
Andrenidae	Andrena	oralis	11	1	0	1
Andrenidae	Andrena	pusilla	1	0	1	1
Andrenidae	Andrena	pusilla	6	0	2	2
Andrenidae	Andrena	rugulosa	1	0	1	1
Andrenidae	Andrena	rugulosa	5	0	1	1
Andrenidae	Andrena	rugulosa	6	0	1	1
Andrenidae	Andrena	strohrella	4	0	1	1
Apidae	Anthophora	furcata	11	1	0	1
Apidae	Bombus	campestris	10	0	1	1
Apidae	Bombus	lapidarius	4	0	4	4
Apidae	Bombus	rupestris	5	0	1	1
Apidae	Bombus	rupestris	8	0	1	1
Apidae	Ceratina	cucurbitina	1	0	1	1
Apidae	Ceratina	cyanea	7	2	0	2
Apidae	Ceratina	nigrolabiata	8	1	0	1
Apidae	Eucera	longicornis	7	1	0	1
Apidae	Nomada	fucata	8	1	0	1
Apidae	Nomada	sp.	8	1	0	1
Colletidae	Colletes	cunicularius	4	0	1	1
Colletidae	Hylaeus	cornutus	10	1	0	1
Halictidae	Halictus	langobardicus	11	0	1	1
Halictidae	Halictus	maculatus	3	0	7	7
Halictidae	Halictus	maculatus	5	0	1	1
Halictidae	Halictus	maculatus	6	0	1	1
Halictidae	Halictus	maculatus	7	0	1	1
Halictidae	Halictus	maculatus	10	0	2	2
Halictidae	Halictus	maculatus	11	0	3	3
Halictidae	Halictus	quadricinctus	4	0	1	1
Halictidae	Halictus	scabiosae	5	0	1	1
Halictidae	Halictus	scabiosae	6	0	1	1
Halictidae	Halictus	scabiosae	10	0	1	1
Halictidae	Halictus	simplex	5	0	1	1
Halictidae	Halictus	simplex	10	0	2	2
Halictidae	Lasioglossum	calceatum	2	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	crassepunctatum	8	0	1	1

Příloha č. 2: tabulka pozorovaných druhů, 2. část.

Halictidae	Lasioglossum	glabriusculum	1	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	interruptum	3	0	2	2
Halictidae	Lasioglossum	interruptum	4	0	2	2
Halictidae	Lasioglossum	interruptum	6	0	3	3
Halictidae	Lasioglossum	interruptum	7	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	interruptum	9	0	3	3
Halictidae	Lasioglossum	interruptum	10	0	2	2
Halictidae	Lasioglossum	interruptum	11	0	2	2
Halictidae	Lasioglossum	laevigatum	8	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	lativentre	4	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	lineare	1	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	lineare	4	0	2	2
Halictidae	Lasioglossum	lineare	6	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	lineare	9	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	lineare	10	0	5	5
Halictidae	Lasioglossum	lineare	11	0	5	5
Halictidae	Lasioglossum	malachurum	1	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	malachurum	2	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	marginatum	1	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	marginatum	2	0	63	63
Halictidae	Lasioglossum	marginatum	3	0	150	150
Halictidae	Lasioglossum	marginatum	4	0	25	25
Halictidae	Lasioglossum	marginatum	6	0	13	13
Halictidae	Lasioglossum	marginatum	7	0	4	4
Halictidae	Lasioglossum	marginatum	8	0	121	121
Halictidae	Lasioglossum	marginatum	9	0	125	125
Halictidae	Lasioglossum	marginatum	11	0	3	3
Halictidae	Lasioglossum	minutulum	8	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	morio	4	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	morio	8	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	morio	9	0	3	3
Halictidae	Lasioglossum	morio	10	0	2	2
Halictidae	Lasioglossum	morio	11	0	2	2
Halictidae	Lasioglossum	pauxillum	1	0	2	2
Halictidae	Lasioglossum	pauxillum	2	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	pauxillum	3	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	politum	1	0	3	3
Halictidae	Lasioglossum	politum	8	0	3	3
Halictidae	Lasioglossum	politum	9	0	5	5
Halictidae	Lasioglossum	politum	11	0	1	1

Příloha č. 3: tabulka pozorovaných druhů, 3. část.

Halictidae	Lasioglossum	punctatissimum	6	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	pygmaeum	8	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	sexstrigatum	7	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	tricinctum	3	0	4	4
Halictidae	Lasioglossum	tricinctum	8	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	tricinctum	9	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	tricinctum	11	0	2	2
Halictidae	Lasioglossum	trichopygum	3	0	1	1
Halictidae	Lasioglossum	trichopygum	11	0	2	2
Halictidae	Seladonia	confusa	11	0	2	2
Halictidae	Seladonia	kessleri	1	0	27	27
Halictidae	Seladonia	kessleri	3	0	7	7
Halictidae	Seladonia	kessleri	4	0	15	15
Halictidae	Seladonia	kessleri	8	0	1	1
Halictidae	Seladonia	kessleri	9	0	9	9
Halictidae	Seladonia	kessleri	11	0	3	3
Halictidae	Seladonia	leucahenea	11	0	5	5
Halictidae	Seladonia	subaurata	7	0	1	1
Halictidae	Sphecodes	ephippius	6	0	1	1
Halictidae	Sphecodes	puncticeps	4	0	1	1
Halictidae	Vestitohalictus	pollinosus	4	0	1	1
Megachilidae	Chelostoma	rapunculi	9	1	0	1
Megachilidae	Osmia	bicolor	1	0	1	1
Megachilidae	Osmia	bicolor	7	0	1	1
Megachilidae	Osmia	bicolor	8	0	1	1
Megachilidae	Osmia	bicolor	11	0	1	1
Megachilidae	Osmia	bicornis	1	0	1	1
Megachilidae	Osmia	bicornis	6	1	0	1
Syrphidae	Sphaerophoria	scripta	3	0	1	1

Příloha č. 4: tabulka pozorovaných druhů, 4. část.