

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



**Kvetoucí pásy pro opylovače a přirozené nepřátele škůdců
v polních plodinách**

Bakalářská práce

Autor práce: Eva Hellebrandová

Vedoucí práce: Ing. Jan Kazda, CSc.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Kvetoucí pásy pro opylovače a přirozené nepřátele škůdců v polních plodinách“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17.4.2015

podpis autora práce

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Janu Kazdovi, CSc. za zprostředkování tohoto tématu a zaštitění mé práce ze strany fakulty. Dále děkuji Ing. Kamilu Holému, PhD. za četné konzultace během zpracovávání bakalářské práce.

Kvetoucí pásy pro opylovače a přirozené nepřátele škůdců v polních plodinách

Souhrn

Důsledkem pěstování jen malého množství ekonomicky významných komodit je snižující se druhová pestrost nektarodárných rostlin a s nimi funkčně propojených užitečných organismů a opylovačů. Nedostatek nektar poskytujících rostlin v krajině může nahradit výsev nektarodárných biopásů, které by měly být od roku 2016 součástí tzv. greeningu.

V roce 2013 byl na pokusném pozemku v Kněževsi u Prahy v blízkosti porostu pšenice ozimé, řepky ozimé, jarního ječmene a kukuřice založen pokus, ke sledování vlivu kvetoucích pásů na opylovače a užitečné organismy. Pokus byl založen ve dvou variantách. V průběhu léta byla v rozdílných termínech polovina pásů zmulčována. Jednalo se o srovnání časného a pozdního letního mulče. Četnost vybraných druhů hmyzu byla sledována metodou tzv. transektového sčítání od počátku května do konce října. Současně byla vizuálně hodnocena intenzita kvetení, včetně plevelů či rostlin pocházejících z náletu, půdní zásoby či nečistot ve směsi. Sledované skupiny užitečného hmyzu: predátoři (sluněčkovití, pestřenkovití, páteříčkovití, síťokřídli), parazitoidi (lumkovití, lumčíkovití, chalcidky, kuklicovití) a opylovači (včela medonosná, čmeláci, samotářské včely). Pro každou variantu a taxon byl zjištěn průměrný měsíční výskyt jedinců na 100 m² a jeho směrodatná odchylka.

Populace užitečných organismů a opylovačů se vlivem kvetoucích pásů mnohonásobně zvýšila (desítky až tisíce jedinců na 100 m² podle druhu), oproti kontrolním porostům pšenice ozimé a řepky ozimé, kde se vyskytovali jen sporadicky v počtu do 2 jedinců na 100 m².

Nejatraktivnější byla varianta U silnice. Časná letní seč poloviny pásu, způsobila rozfázování kvetení, poskytující nektar po celou dobu sledování. Na začátku vegetace nektar poskytovala nesekaná polovina, v průběhu jejího odkvétání na konci července, byl zdrojem nektaru již zregenerovaný porost sekané poloviny pásu. Oproti tomu pozdní letní seč v pásu U větrolamu způsobila téměř nulovou regeneraci porostu, v druhé polovině vegetace pás nekvetl a nektar neposkytoval.

Ze škůdců se v pásech nacházela pilatka řepková a kovařík začoudlý, bez vlivu na kontrolní porosty, kde byl jejich výskyt pod prahem škodlivosti.

Klíčová slova: kvetoucí pásy, predátor, parazitoid, opylovač, integrovaná ochrana rostlin

Floral belts for pollinators and natural enemies of pests in field crops

Summary

As a consequence of growing of limited amount of economically important plants, the diversity of nectar plants, organisms functionally interconnected with them and pollinators, decreases. A lack of nectar providing plants in the landscape can be compensated with establishment of species diverse strips of nectar-rich plants, which should become a part of so-called “greening” since year 2016.

In 2013, an experiment focused on the research of influence of flowering strips on pollinators and beneficial organisms has been founded on the experimental plot in Kněževes near Prague located in vicinity of *Triticum aestivum*, *Brassica napus* var. *napus*, *Hordeum vulgare* conv. *distichon* var. *nici* and *Zea mays* field. The experiment comprised of two variants. Half of the strips was mulched in different vegetation periods during the summer in order to obtain a comparison of early and late mulching. Occurrence of selected species of insect was examined using the transect method from the beginning of May up to the end of October. Simultaneously, visual control of flowering intensity, including weeds and self-seeding plants, soil reserves and mixture impurity were evaluated. Examined beneficial insect species belong to groups of predators (Coccinellidae, Syrphidae, Cantharidae, Neuroptera), parasitoids (Tachinidae, Ichneumonidae, Braconidae, Chalcidoidea) and pollinators (*Apis mellifera*, *Bombus* spp., solitary bees). For every variant and taxon, average species occurrences per 100 m² per month, including uncertainties, were determined.

It was found that the population of beneficial species and pollinators was many times increased thanks to the flowering strips (from tens to thousands of individuals per 100 m² depending on insect species) in comparison with control field (*Triticum aestivum* and *Brassica napus* var. *napus*), where the observed occurrences were lower than 2 individuals per 100 m².

The most attractive part of the examined area was the post „U silnice. Early summer mulching phased out the plants flowering and provided nectar for the whole observation period. At the beginning, the nectar was supplied by the non-mulched part of the strips. During its fading, the nectar was supplied by the plants from already regenerated, previously mulched part of the strips. In contrast to previous, late summer mulching of the strips at post „U větrolamu“ was a cause of almost zero regeneration of the plants. Hence, in the second part of the vegetation period, the mulched strips did not supply the nectar.

Pest species abundant in the strips were *Athalia rosae* and *Agriotes ustulatus*. These species did not cause any damage in the surrounding agricultural fields.

Keywords: flowering strips, predator, parasitoid, pollinators, integrated pest management

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Hypotéza a cíl práce.....	10
3	Literární rešerše	11
3.1	Význam užitečných organismů.....	11
3.2	Sledovaný užitečný hmyz	13
3.2.1	Predátoři.....	13
3.2.2	Parazitoidi	15
3.2.2	Opylovači.....	17
3.3	Podpora užitečných organismů	18
3.3.1	Komplexnost krajiny, důsledek pěstování plodin v monokulturách.....	18
3.3.2	Negativní vliv agrochemikálií na užitečné organismy	19
3.3.3	Důsledky nedostatku vhodných rostlinných druhů, náhradní hostitelé	20
3.3.4	Vliv potravy na podporu dlouhověkosti a plodnosti užitečných organismů	21
3.3.5	Refugia a biokoridory	22
3.3.6	Greening a biopásy	23
3.4	Vliv kvetoucích pásů na užitečné organismy	25
3.4.1	Vhodné druhy rostlin	25
3.4.2	Vliv nektarodárných rostlin na jednotlivé skupiny užitečných organismů.....	26
3.4.3	Rostlinné druhy ve směsích	31
3.4.4	Založení porostu	32
3.4.5	Údržba pásů	34
4	Materiál a metody	36
4.1	Popis stanoviště.....	36
4.2	Agrotechnika.....	36
4.2.1	U větrolamu V2 – nesekaná.....	37
4.2.2	U větrolamu V1 – sekaná.....	37
4.2.3	U větrolamu V – kombinovaná.....	37
4.2.4	U silnice S1 – nesekaná	37
4.2.5	U silnice S2 – sekaná	37
4.2.6	U silnice S – kombinovaná	37

4.2.7	Kontrola	38
4.3	Metodika	38
4.3.1	Sledovaný hmyz.....	38
4.3.2	Transektové sčítání hmyzu a zpracování výsledků.....	38
4.3.3	Hodnocení kvetení	39
5	Výsledky	40
5.1	U větrolamu	40
5.1.1	V2 – nesekaná.....	40
5.1.2	V1 – sekaná.....	41
5.1.3	V – kombinovaná.....	42
5.2	U silnice	44
5.2.1	S1 – nesekaná.....	44
5.2.2	S2 – sekaná	45
5.2.3	S – kombinovaná	46
5.3	Kontrola	48
5.4	Srovnání variant.....	48
5.4.1	slunéčkovití.....	48
5.4.2	pestřenkovití.....	48
5.4.3	páteříčkovití	48
5.4.4	sít'okřídli	48
5.4.5	kuklicovití	48
5.4.6	lumkovití.....	49
5.4.7	lumčíkovití	49
5.4.8	chalcidky.....	49
5.4.9	opylovači.....	49
5.4.10	škůdci.....	49
5.5	Nejatraktivnější varianta, optimální režim seče.....	50
6	Diskuze	51
7	Závěr	54
8	Seznam literatury	55
9	Seznam příloh	61
10	Přílohy.....	62

1 Úvod

Důležitost ochrany rostlin vyplývá z významu rostlin, které jsou součástí výživy všech ostatních organismů a to buď přímo nebo nepřímo. Proto je celosvětově věnována ochraně rostlin velká pozornost. V celých dějinách pěstování rostlin se setkáváme se snahou člověka chránit rostliny před vlivy škodlivých činitelů jako jsou choroby, škůdci a plevelné rostliny (Kazda et al., 2010).

Současné zemědělství kryje potravní potřeby světové populace. Existují však obavy z ekonomických, sociálních a především ekologických následků tohoto způsobu hospodaření. Integrované zemědělství nabízí určitou alternativu ke konvenčnímu způsobu hospodaření. Jedná se o kompromis mezi konvenčním a ekologickým hospodařením. Nabízí prostředky k řešení potenciálních problémů, především zvýšení udržitelnosti. Klíčovým aspektem udržitelnosti je schopnost přizpůsobit se budoucím výzvám. Rozhodujícími faktory v integrované produkci je aplikace hnojiv a pesticidů, která by měla být vyvážená, jak z ekologického, tak ekonomického hlediska. Množství se určuje podle použité agrotechniky, vybrané odrůdy a především půdní úrodnosti daného půdního bloku. V integrovaném zemědělství se dá využít výsev kvetoucích pásů jako podpora opylovačů a přirozených nepřátel vedoucí ke snížení množství použitého insekticidu (Hendrickson et al., 2008).

Neustále se snižující počet blanokřídlých opylovačů je předmětem mnoha prací. Biesmeijer et al. (2006) i Scheper et al. (2014) pozorovali snížení druhové rozmanitosti v přímé souvislosti s úbytkem funkčně propojených rostlin. Pokles včelstev je reakcí na více interagujících stresorů. Velkou roli hraje neustále se snižující množství a rozmanitost kvetoucích rostlin v krajině, dalším stresorem jsou agrochemikálie používané v konvenčním zemědělství, opylovači jsou vystaveni novým parazitům rozšířeným vlivem člověka. Řešením je zakládání na květy bohaté porosty v zemědělské krajině a snížení používání pesticidů využitím udržitelných metod v zemědělství (Goulson et al. 2015).

Procentuální zastoupení nektarodárných rostlin v osevních postupech ČR.

V současnosti jsou zdroje nektaru pro opylovače a užitečné organismy značně omezené. Nejvyšší zastoupení má dnes na polích často viditelná řepka, která byla v roce 2013 zaseta na 17 % osetých ploch. Problém nastává po jejím odkvětu koncem května, kdy se začíná

projevovat akutní nedostatek hmyzosnubných rostlin. Ojedinele se můžeme setkat s plochou jetelovin (v roce 2013 se jednalo o 7 %), jejichž plochy se zmenšují díky snižování živočišné výroby v ČR. Ještě méně významné jsou plochy slunečnice, hořčice, máku, zeleniny či léčivých rostlin. V roce 2013 bylo jejich procentuální zastoupení 0,9%, 0,7%, 0,8%, 0,3 % a 0,1%, celkem tedy zaujímalí 2,8 % z celkové rozlohy osetých ploch. Jiné hmyzosnubné plodiny nejsou v osevních postupech používaných v ČR zastoupeny (Šrámková et al., 2013; Český statistický úřad, 2013).

Vývoj osevních ploch nektarodárných rostlin ČR.

V roce 2014 oproti roku 2013 došlo ke snížení plochy řepky ze 17 % na 15,8 % z celkových osetých ploch. Plocha jetelovin v roce 2014 činila 6,8 %, slunečnice 0,8%, hořčice 0,7%, máku 1,1 %, zeleniny 0,4 %, léčivých rostlin 0,1 %. Celkem tyto doplňkové kvetoucí rostliny po odkvětu řepky zaujímalí 9,9 % osetých ploch, což je o 0,1 % více než v předcházejícím roce (Český statistický úřad, 2014).

Pokles ploch nektarodárných rostlin v osevních postupech byl důvodem přípravy návrhu dotačního programu na výsev nektarodárných biopásů, jak je tomu v jiných zemích Evropy, k podpoře rozvoje biodiverzity, opylovačů a jiných užitečných organismů (Šrámková et al., 2013). Dalším způsobem motivace zemědělce k diverzifikaci krajiny je zavedení přímé platby na greening. Pro přiznání dotace na greening by od 1. ledna 2015 měl zemědělský podnik obhospodařující více než 15 ha orné půdy vyčlenit ze své výměry minimálně 5 % jako tzv. plochu v ekologickém zájmu – EFA (eagri, 2014). Pro tyto účely lze využít kvetoucí pásy například k vodotečím, kde se ve vzdálenosti 3 metrů od vodního zdroje nesmí aplikovat hnojiva, zároveň by sloužily k rozvoji biodiverzity a plocha by byla využita jako zdroj nektaru pro opylovače a přirozené nepřátele škůdců. Biopásy je tedy možné od roku 2015 využít jako ekvivalentní opatření ke greeningu, platba za tento způsob ozelenění je však o třetinu nižší oproti klasické platbě za greening (Ministerstvo zemědělství, 2014).

2 Hypotéza a cíl práce

Hypotéza:

Kvetoucí pásy zvýší výskyt opylovačů, predátorů a parazitoidů v zemědělské krajině. Různé způsoby zakládání a údržby kvetoucích pásů mohou mít vliv na účinnost tohoto opatření.

Cíl práce:

Porovnat atraktivitu nektarodárných pásů pro opylovače, predátory, parazitoidy a škůdce polních plodin. Porovnat různé způsoby údržby nektarodárných pásů s ohledem na výskyt kvetoucích rostlin a sledovaný hmyz.

3 Literární rešerše

3.1 Význam užitečných organismů

Ochrana rostlin, též možno použít termín rostlinolékařství, je obor zabývající se širokou problematikou zdraví rostlin (Kazda et al., 2007). Dělí se na biologickou, integrovanou a konvenční. V biologické a integrované ochraně se přednostně využívá užitečných organismů k omezení velikosti populace organismů škodlivých. Základním principem je jejich vzájemný, přirozený antagonismus, kdy je využitelná celá škála organismů od virů až po obratlovce. V praxi se dají použít tři způsoby využití užitečných organismů a to podpora a udržování užitečných organismů, introdukce nových užitečných organismů a umělé masové namnožení a jejich vysazení (Kazda et al., 2003).

Historie využívání užitečných organismů proti škůdcům sahá až do starého Egypta, kde se na boj proti myším využíval masožravý savec promyka – ichneumon (*Herpestes ichneumon*). Odtud pochází název čeledi lumkovití – Ichneumonidae. První zmínky o novodobém využití užitečných organismů pochází z Ameriky z druhé poloviny devatenáctého století, kdy bylo introdukováno australské dravé sluněčko (*Rodolia cardinalis*) jako přirozený nepřítel významného škůdce citrusových plantáží - perlovce zhoubného (*Peryceria purchasi*). O novodobé biologické ochraně jako takové je možné mluvit od konce devatenáctého století spolu s rozvojem zemědělství (Hudec and Gutten, 2007).

Opylovači mají nenahraditelnou úlohu v opylování zemědělských entomofilních rostlin. Příkladem může být řepka, kde při nízkém stavu opylovačů - zejména včely medonosné nebo vlivem nepříznivého počasí může výnos na základě odrůdy či hybridu klesnout o 5-30 % (Holý et al., 2012).

Význam užitečných organismů stále roste. Tento způsob ochrany je čistě biologický a nezatěžuje životní prostředí. Je velmi důležitý v ekologickém zemědělství ale i v integrovaném způsobu hospodaření má své opodstatnění, může vést ke značnému omezení používání insekticidů. Predátor je schopen během jednoho životního cyklu zahubit až tisíce jedinců škodlivých organismů, čehož je využíváno v biologické ochraně rostlin (Kazda et al., 2003; Šefrová, 2006).

Soubor přirozených nepřátel má na populace škodlivých organismů stejný účinek jako abiotické a potravní faktory (Honěk et al., 2008). Využitím vzájemných antagonistických vztahů přirozených nepřátel a škůdců výrazně snižujeme potřebu chemického ošetření a tím ekonomické výdaje s tím spojené (Kazda et al., 2003).

Pochopitelně není ostatně jako žádná metoda ani tato bez rizika. V praxi si můžeme jednoduše zavléct významného škůdce spolu s pěstovanou plodinou, ten pak nemá v našem prostředí žádného přirozeného nepřitele, který by přirozeně reguloval jeho populaci. V tomto případě je vhodné si vytipovat vhodné organismy v původních místech výskytu a pokusit se je introdukovat k naší plodině. Toto jednání však může mít negativní dopad na původní faunu a flóru nově zavlečeným druhem, proto je potřeba tento krok náležitě zvážit (Kazda et al., 2003).

V našich podmínkách se tato metoda příliš nevyužívá. V konkrétních případech byl úspěch zaznamenán například při introdukci přirozeného nepřitele mšice - vlnatky krvavé, drobné chalcidky mšicovníka vlnatkového ze severní Ameriky. Neúspěchem skončily například pokusy o vysazení přirozených nepřátel mandelinky bramborové (Kazda et al., 2003).

Dalším způsobem biologické ochrany je umělé masové namnožení a vysazení užitečných organismů. Jedná se o stále se rozvíjející způsob ochrany. Existuje dokonce možnost si zakoupit hotový prostředek - přirozený bioagens proti celé řadě škodlivých organismů u specializovaných prodejců. Tento způsob ochrany je však založen na odborných znalostech a zkušenostech pěstitele. Velká výhoda oproti ochraně chemické spočívá v její délce, která je u biologické ochrany na rozdíl od chemické podstatně delší. Účinek biologické ochrany může trvat až několik měsíců. V našich podmínkách je této metody využíváno především v krytých prostorech, hlavně sklenicích, lze ji však použít i ve venkovním prostředí, v ovocných sadech a vinicích, kde se využívají draví roztoči (Kazda et al., 2003).

V biologické ochraně se využívá diagnostika zdroje poškození, čímž detekujeme původce. Na základě znalostí jejich antagonismu s přirozenými nepřáteli určíme konkrétní druh parazita či parazitoida použitelného k řešení daného problému. Užitečný organismus uměle vysadíme nebo ho můžeme výsevem vhodných nektarodárných rostlin přirozeně nalákat a tím zvýšit jeho hustotu v dané lokalitě (Kazda et al., 2003).

3.2 Sledovaný užitečný hmyz

Nežádoucí druhy z velmi početné třídy hmyzu zaujímají zhruba jen 3 %, oproti tomu za užitečné lze podle dnešních vědeckých poznatků považovat 50 % druhů hmyzu. Velmi důležité místo mezi užitečnými organismy zaujímá skupina opylovačů (zahrnující 2–3 tisíce druhů hmyzu, což je cca 10 % všech našich druhů). Do této skupiny patří včela medonosná, asi 500 druhů samotářských včel, čmeláci, další zástupci z řádů blanokřídlých, dvoukřídlých, motýli a brouci. Samotářské včely mají při opylování velký význam, zejména díky specifčnosti na určitý rostlinný druh, kdy existuje úzká vazba mezi opylovačem a rostlinou. Samotářské včely jsou velmi citlivé na rozmanitost prostředí a dostatečný příjem nektaru. Vlivem pěstování monokultur dochází k jejich úbytku či vymírání. Velký praktický význam má skupina parazitoidů a predátorů, kteří se živí nebo ke svému životu, například vývoji larev, využívají jiný organismus, čímž regulují jejich počet. Druhově nejbohatší čeledi parazitoidů jsou lumkovití (Ichneumonidae). Jen na našem území je známo více než 2000 druhů. Další čeledi jsou lumčíkovití (Braconidae) a celá nadčeď chalcidek (Chalcidoidea). Z predátorů jsou důležité některé skupiny brouků například: střevlíkovití (Carabidae), drabčíkovití (Staphylinidae), slunéčkovití (Coccinellidae), páteříčkovití (Cantharidae) a další, z blanokřídlých například vosovití (Vespidae) a mravenci (Formicidae), dále některé druhy ploštic, rovnokřídlých, celé řady vážky, síťokřídlých, škvorů. Celá skupina parazitů a predátorů na našem území zahrnuje více než 7000 druhů, což je téměř 25 % všeho hmyzu. Další skupinou užitečného hmyzu zaujímající 5 – 10 % druhů jsou dekompozitoři, dalších 10 % zaujímá skupina hmyzu využívaných k bioindikačním účelům. Celkově se mezi druhy užitečné řadí 50 – 55 % hmyzích druhů (Šefrová and Laštůvka, 2013).

3.2.1 Predátoři

3.2.1.1 Slunéčkovití (Coccinellidae)

Dospělci mají okrouhlý tvar těla, velikost do 10 mm, s výraznou barevnou kresbou (jedná se o černé skvrny na červeném či žlutém pozadí nebo červené skvrny na černém pozadí). Larvy černé, velikost 15 mm, pohyblivé s dlouhými nohama. Dospělci i larvy dravých druhů jsou predátoři mšic, červců nebo svilušek. Další druhy se živí pylem, sporama hub či jinou rostlinnou potravou. Z celkového počtu 73 druhů se u nás hojně v polních porostech vyskytuje:

- slunéčko sedmítečné (*Coccinella septempunctata*),

- slunéčko pětičetné (*Coccinella quinquepunctata*),
- slunéčko čtrnáctitečné (*Propylea quatuordecimpunctata*),
- slunéčko dvoučtové (*Adalia bipunctata*),
- slunéčko drobné (*Adonia variegata*) (Honěk et al., 2008).

Slunéčka jsou především predátoři. Jejich hlavní potravou jsou mšice. Slunéčko sedmíčetné je jejich významným regulátorem. Jedna jeho larva zahubí během svého vývoje až 600 mšic. Slunéčka ve všech stádiích vývoje mohou být dostatečnou ochranou před obilními škůdci, kdy již není zapotřebí další chemická opatření. V době od konce květu do začátku tvorby obilí stačí výskyt 5 dospělců, 20–40 vajíček nebo 10–20 larev na 1 m² (Šefrová, 2006).

3.2.1.2 Pestřenkovití (*Syrphidae*)

Dospělci svým zbarvením připomínají vosy, odtud jejich lidové pojmenování „vosičky“ (Holý et al., 2012). Dravé druhy jsou střední velikosti 8–15 mm. Larvy kapkovitého tvaru, bez viditelné hlavové schránky. Z celkového počtu 320 u nás se vyskytujících druhů je jen menší část dravá (Honěk et al., 2008). Podčeleď Syrphinae a tribus Pipizini jsou velmi významné díky svým dravým larvám, které jsou nejvýkonnějšími hubiteli mšic a třásněnek (Mazánek and Beran, 2006; Honěk et al., 2008). Pestřenky kladou vajíčka do blízkosti kolonií kořisti. Larvy mají noční aktivitu, dospělci živí se pylem a cukernatými látkami denní. Mají typický způsob letu, stojí na místě. Mají schopnost migrovat na velké vzdálenosti až stovky kilometrů. Tvoří dvě generace za rok. V porostech polních plodin se vyskytují především:

- pestřenka pruhovaná (*Episyrphus balteatus*) má nepravidelný sádrově bílý vzor překrytý bezbarvou průhlednou pokožkou,
- pestřenka velká (*Scaeva pyrastris*), je sytě zelená se žlutými podélnými pruhy na hřbetě, neprůhlednou pokožkou pokrytou bradavkami (Honěk et al., 2008).

3.2.1.3 Páteříčkovití (*Cantharidae*)

Dospělci jsou draví o velikosti 10–15 mm. Živí se larvami a dospělci převážně škodlivých druhů hmyzu (Kocourek et al., 2013). Požirají mšice, savý hmyz, housenky, dospělé hmyzu a prašníky. Vzhledem ke své velikosti mají velkou spotřebu potravy. Jsou dobří letci. V polních podmínkách se u nás vyskytuje:

- páteříček chloupkový (*Cantharis lateralis*),
- páteříček sněhový (*Cantharis fusca*),

- klanodrápník žlutý (*Rhagonycha fulva*) (Honěk et al., 2008).

3.2.1.4 Síťokřídli (*Neuroptera*)

Tvoří velmi rozmanitou skupinu organismů. Síťokřídli mohou být využiti díky svým vysokým nárokům na životní prostředí jako cenní ukazatelé pro hodnocení přírodních a polopřírodních stanovišť. Některé druhy síťokřídlych jsou významní predátoři hmyzích škůdců sajících na rostlinách, především z čeledi zlatoočkovití (*Chrysopidae*), denivkovití (*Hemerobiidae*) a bělotkovití (*Coniopterygidae*). Díky těmto vlastnostem se stal umělý odchov zlatooček a jejich masivní vypouštění do napadených porostů standardní metodou biologické ochrany (Stelzl and Devetak, 1999).

Zlatoočkovití mají tělo 10–20 mm velké, dva páry křídel s bohatou žilnatinou, zelené zbarvení se zlatým leskem. Zlatoočkovití jsou významní predátoři mšic a mer. Larva středně velká, pohyblivá, s mečovitými kusadly, v noci vysává hmyz – významný polyfágní predátor. Během svého vývoje zahubí stovky jedinců kořisti. Dospělci se živí pylem a nektarem. V polních kulturách se u nás vyskytují 3 druhy:

- zlatoočka obecná (*Chrysopa carnea*) – komplex, tvoří 90 % jedinců v polních podmínkách, čistě zelené zbarvení bez černého vybarvení na křídlech a hlavě, nezapáchají, v jednom roce tvoří 2 generace, přezimují barevně změnění dospělci,
- zlatoočka plamková (*Chrysopa commata*) se liší v černém vybarvení, na hlavě má 2 černé tečky, černý proužek po stranách zadečku, zapáchá,
- zlatoočka zelená (*Chrysopa phyllochroma*), pouze se 2 tečkami na temeni hlavy.

Denivkovití jsou menší druhy o velikosti 4–8 mm, s jednodušší žilnatinou. Larvy jsou dravé, vyskytují se později než larvy zlatooček, takže nedochází k jejich vzájemné konkurenci, živí se menšími druhy hmyzu. V polních porostech se nejčastěji vyskytují:

- denivka průsvitná (*Hemerobius humuli*),
- denivka skvrnitá (*Micromus variegatus*) na porostech vojtěšky (Honěk et al., 2008; Kocourek et al., 2013).

3.2.2 Parazitoidi

Dospělci se živí pylem a nektarem či medovicí mšic a červců, některé druhy jsou dravé. Vajíčka parazitoidů jsou kladena na povrch nebo do těla hostitele. Larva svého hostitele vysává z povrchu nebo zevnitř, před svým zakuklením ho zahubí (Bogusch, 2010).

3.2.2.1 Parazitičtí blanokřídli

Lumkovití (Ichneumonidae)

Středně velké druhy. Samice s dlouhým kladélkem (Kocourek et al., 2013). V polních porostech na území České republiky se můžeme setkat s lumky z rodu *Tersilochus*, patřící mezi parazitoidy larev blýskáčka řepkového a krytonosců. V larvách bodrušky obilné parazituje *Collyria coxator*, schopen dlouhodobě udržet bodrušku pod prahem škodlivosti (Holý et al., 2012).

Lumčíkovití (Braconidae)

Vzhledově velice podobní lumkům, dospělci bývají menší než dospělci lumků, u různých druhů se však velikosti značně liší a není možné je takto rozlišovat. Lumčíci se od lumků odlišují chybějící druhou střední příčkou v předním křídle a srůstem druhého a třetího článku zadečku (Kocourek et al., 2013).

Chalcidky (Chalcidoidea)

Velikost do několika mm a méně. Malé druhy parazitují ve vajíčkách jiného hmyzu, například rod *Trichogramma* (Kocourek et al., 2013). Přípravky na bázi parazitické vosičky *Trichogramma* spp. slouží k biologické ochraně zavíječe kukuřičného. Jde o příklad masivního odchovu tohoto parazitoida následně v kapslích umístěného do napadeného porostu, po vylíhnutí jedinci kapsle opouštějí. Samičky aktivně vyhledávají vajíčka zavíječe, do kterých kladou svá vajíčka. Následně probíhá vývoj ve vajíčkách zavíječe, čímž dochází k jejich zahubení. Po vyžrání obsahu vajíčka se larvy kuklí ve vajíčku. Dospělci opouštějí vaječný obal vykousaným otvorem. Cyklus se opakuje, v jednom roce může dojít k vývoji až několika generací parazitických vosiček (Kocourek et al., 2008). Chalcidky větší velikosti napadají larvy, kukly a dospělé členovců. Jeden hostitel nabízí místo pro současný vývoj většího počtu larev (Kocourek et al., 2013).

3.2.2.2 Kuklicovití (Tachinidae)

Vzhledem dospělec připomíná mouchu nebo masařku s dlouhými a silnými chlupy na vrchní straně zadečku (Kocourek et al., 2013). Kuklice v porostech napadají především housenky (Holý et al., 2012).

3.2.2 Opylovači

Opylující hmyz, který je předmětem této práce, náleží do řádu blanokřídlého hmyzu. Jedná se o skupinu včel (Apiformes). Ta zahrnuje včelu medonosnou, čeledi volně žijících tzv. samotářských včel a čmeláky (Macek et al., 2012).

3.2.3.1 Včela medonosná (*Apis mellifera*)

Včela medonosná je producentem medu, propolisu, mateří kašičky, pylu a jedu. Největší význam včel však spočívá v opylení rostlin (Macek et al., 2010). V posledních letech dochází ke snižování počtu včelstev a zároveň zvyšování ploch osetých plodinami závislými na opylení včelou medonosnou, zejména olejin (řepka olejka) pěstovaných pro produkci biopaliv. Použitím dat ze 41 evropských zemí Breeze et al. (2014) zjistili, že doporučený počet včel schopných opylit rostliny to vyžadující, vzrostl 4,9krát rychleji než populace včelstev. V roce 2005 byla včela medonosná schopna opylit více než 90 % ploch, zatímco v roce 2010 méně než 50 %. Ve světové produkci je ze 115 nejpěstovanějších plodin pro výživu lidí 87 plodin závislých na opylovačích. Procentuálně k objemu pěstovaných plodin je to 35 % ploch závislých na opylovačích ku 60 % nezávislých (Klein et al., 2007).

Včely jsou býložravé, živí se převážně pylem a nektarem. Zatímco většina ostatních druhů hmyzu se živí pylem a nektarem až v dospělosti, včely se jím živí po celou dobu vývoje. Je to dáno mobilností včel, mohou urazit značné vzdálenosti za řídké roztroušenými kvetoucími rostlinami a hierarchií ve včelstvu. Matka klade vajíčka a dělnice se starají o vylíhlé larvy a sbírají potravu (Goulson, 2010). Patří mezi florokonstantní druhy (jeden druh květu je navštěvován jednou dělnicí), snižuje se konkurence s čmeláky a samotářskými včelami (Holý et al, 2012).

3.2.3.2 Čmeláci

Hlavní význam spočívá v opylování rostlin, především v horších klimatických podmínkách. Oproti včele medonosné jsou odolnější vůči nízkým teplotám, silnému větru či nedostatku slunečního svitu. I za těchto zhoršených klimatických podmínek jsou čmeláci schopni rostliny opylovat (Goulson, 2010). V polních porostech se nejčastěji vyskytují:

- čmelák zemní
- čmelák skalní (Holý et al., 2012).

3.2.3.3 Samotářské včely

Samotářské včely hnízdí jednotlivě a nasbíraný pyl a nektar ukládají do předem připravených komůrek v hníždě (například na volných plochách v písku). Jejich výskyt je omezen nedostatkem potravy nebo zánikem vhodných lokalit k vybudování hnízda (Holý et al., 2012).

3.3 Podpora užitečných organismů

3.3.1 Komplexnost krajiny, důsledek pěstování plodin v monokulturách

Mnoho studií prokázalo, že populace přirozených nepřátel jsou tím vyšší a zároveň tlak škůdců tím nižší, čím větší je komplexnost krajiny s nižším podílem obilnin (Alomar et al., 2006).

Přirození nepřátelé škůdců potřebují neustálý přísun potravy a to nejen v době, kdy daný škůdce opravdu škodí, ale i mimo ni. V původních přirozených podmínkách díky pestrým společenstvům rostlin nebyl problém nalézt dostatek potravy pro všechna vývojová stádia během celého roku. V člověkem uměle vytvořených monokulturách se naopak velmi často setkáváme s problémem nedostatečného množství potravy pro užitečné organismy, a to alespoň u některých vývojových stadií. Proto se užitečné organismy na těchto lokalitách vyskytují méně. Pochopitelně v současném zemědělství, kde je nutné z ekonomického hlediska pěstovat plodiny v monokulturách, hraje roli i používání pesticidů, které mohou rovněž snižovat populace užitečných organismů. Řešením pak může být rozdělení velkých ploch na menší a zároveň ponechání některých ploch neobdělávaných. Z těchto neobdělávaných ploch (refugií) se v případě přemnožení některých škůdců mohou užitečné druhy šířit do škůdci napadených plodin (Kazda et al., 2003).

Trendem dnešního zemědělství je pěstování monokultur na rozsáhlých plochách vedoucí ke zcelování původně většího množství menších polí do jednoho velkého půdního bloku. V roce 1948 byla průměrná plocha pozemku v ČR 0,23 ha, v současnosti se pohybujeme okolo 20 ha (Marada, 2009).

Winkler (2005) dnešní způsob pěstování v monokulturách nazývá „ekologickými pouštěmi“. Pásům kvetoucích plodin podél monokultur přisuzuje velký význam, neboť zajišťují dostatečný přísun potravinových zdrojů pro užitečné organismy. Zemědělství zaznamenalo v několika posledních desetiletích velkých změn zejména v intenzifikaci produkce. Tlak je vyvíjen na pěstování pouze několika ekonomicky zajímavých plodin, tím dochází k vytěsnění

plodin pěstovaných pro speciální účely na menších plochách (ne tolik finančně atraktivních), které ovšem mají důležitou roli jak v tvorbě krajiny, tak v podpoře biodiverzity a užitečných organismů. Z polí zmizely živé ploty, jednotlivé pozemky nebývají od sebe odděleny, neboť se plodiny pěstují v monokulturách. Zmizely hranice, které původní pozemky dělily na menší a zároveň mohly sloužit jako zdroj potravy či úkryt pro užitečné organismy.

3.3.2 Negativní vliv agrochemikálií na užitečné organismy

Trendem posledních desetiletí je vysoký nárůst agrochemikálií používaných při pěstování plodin. Příkladem je chemické ošetření kukuřice proti zavíječi kukuřičnému. Používání neselektivních insekticidů má negativní dopad na biodiverzitu společenstev členovců, konkrétně na populace přirozených nepřátel škůdců. V našich podmínkách jsou v letním a podzimním období porosty kukuřice největším rezervoárem a refugiem užitečných a indiferentních druhů členovců. V porostech kukuřice se vyskytují kukuřiční neškodící populace mšic, které slouží jako biologický materiál pro namnožení přirozených nepřátel. Neselektivní insekticidy nemají účinek pouze na zavíječe, ale též na jeho predátory (sluněčka, zlatoočka, dravé ploštice) a parazitoidy (parazitické vosičky z rodu *Trichogramma* a kuklice z rodu *Lydella*). Tím sekundárně zvyšujeme výskyt zavíječe v oblastech se zvyšující se intenzitou chemické ochrany, což není dlouhodobě udržitelná strategie (Kocourek et al., 2008).

Velmi důležité je udržení rovnováhy mezi škůdci a užitečnými organismy. Tato velmi křehká rovnováha se dá velmi snadno narušit například registrací nového přípravku, čímž může velmi snadno dojít ke kalamitnímu přemnožení některého ze škodlivých organismů. To se velmi rychle projeví na biodiverzitě daného prostředí. Navrácení do původního stavu však může trvat až několik let (Holý et al., 2012).

Blanokřídlí parazitoidi se vyskytovali na pozemcích s integrovaným způsobem pěstování rostlin řepky častěji než při klasickém konvenčním způsobu hospodaření, kde poslední insekticidní ošetření negativně ovlivnilo populaci parazitoidů, v období jejich náletu. Druhé ohrožení populace užitečných organismů nastává při ošetření proti šešulovým škůdcům, při kvetení i odkvétání. Parazitoidi v tuto dobu na řepce vyhledávají larvy hostitelů. Aplikace insekticidů snížila diverzitu obou skupin organismů. Škůdce i parazitoida. Dle zahraničních pozorování se mění i samotná parazitace larev v širokém rozpětí. Příkladem parazitoida regulujícího populaci blýskačka řepkového jsou lumčící a vejřítky (Proctotrupidae). Populace

krytonosce šešulového je regulována lumčíky a chalcidkami, mšice zelná mšicomarem (Kazda and Škeřík, 2008).

3.3.3 Důsledky nedostatku vhodných rostlinných druhů, náhradní hostitelé

Pro zvýšení stability agrocenózy je jednou z možností zaměřit se na podporu druhové pestrosti rostlin, na nichž je hmyz silně závislý. Druhová pestrost hmyzu je přímo úměrná druhovému počtu rozdílných rostlinných druhů v dané lokalitě. V případě přímého konzumenta, tedy býložravce, kde je vztah dán potravním řetězcem, lze jeho výskyt jen těžko předpokládat, pokud se v dané lokalitě konkrétní rostlina nevyskytuje. Což dále zasahuje do vztahu mezi škůdci a jejich predátory či parazitoidy. Další neméně důležitou složkou potravy užitečných organismů je nektar a pyl produkovaný rostlinami. Při jeho nedostatku dochází ke zkrácení délky života dospělců, kladení menšího počtu vajíček, apod. (Holý et al., 2012).

Většina parazitoidů a predátorů jsou polyfázové nebo oligofágové, vyvíjí se na více druzích hostitelů podle jejich výskytu. Pokud se v dané lokalitě nevyskytuje škůdce, vyvíjejí se na jiném, zemědělsky neškodném druhu, vyskytujícím se na nekulturních druzích. Při nedostatku těchto nekulturních rostlin v porostech nemají užitečné organismy v případě nedostatku škůdců alternativní možnost namnožení se na náhradních hostitelích. V důsledku opouští tuto lokalitu. Při následném výskytu škůdce není populace užitečných organismů dostatečně velká k jejich redukci, zemědělec musí provést aplikaci zoocidu (Holý et al., 2012).

Scheper et al. (2014) zkoumali základní příčiny úbytku samotářských včel. Jeden z hlavních faktorů spojených s poklesem početnosti jejich populací v Nizozemsku je ztráta vhodných druhů hostitelských rostlin. Druhy včel využívající nektar širší skupiny rostlin (byť rostlin taxonomicky blízkých) mají stabilní nebo rostoucí populace. Naopak skupiny včel využívající výhradně konkrétní rostlinné druhy jsou ohroženy. Proto je pro zmírnění snižování populací samotářských včel nutné se zaměřit na konkrétní hostitelské rostliny, kterých je v dnešní volné přírodě nedostatek.

3.3.4 Vliv potravy na podporu dlouhověkosti a plodnosti užitečných organismů

3.3.4.1 Vliv na predátory

Predátoři potřebují především díky ne příliš dobré mobilitě a krátké životnosti poblíž monokultur místo, kde najdou dostatek kořisti (například mšice), úkryt a specifické potravinové zdroje především na začátku sezóny. Ty jsou důležité k samotnému přežití a rozmnožování. Nejdůležitější je na aminokyseliny a cukry bohatý nektar, nižší význam má pyl (bohatý na aminokyseliny a bílkoviny) a medovice (bohatá jen na cukr), (Boller et al., 2004).

3.3.4.2 Vliv na parazitoidy

Williams and Hendrix (2008), Winkler (2005), Araj et al. (2006) a Johanowicz and Mitchel (2000) sledovali na svých pokusech vliv konkrétních hostitelských rostlinných druhů (turanka, hluchavka, kokoška, pohanka, svazenka, koriandr, tařice, tařicovka) na škůdce (klopuška rodu *Lygus*, zapředníček, ...), jejich přirozené nepřátele, parazity a parazitoidy (lumci, mšicomáři) či hyperparazitoidy. Sledovanými znaky byl vliv nektaru na prodloužení životnosti parazitoidů, obsahy cukru ve střevech škůdců a jejich parazitoidů k získání informací o vzájemném vztahu, využití přidaného nektaru oběma skupinami organismů a čichová atraktivita konkrétních rostlin pro jednotlivé organismy.

3.3.4.2.1 Vliv na lumky

Winkler (2005) pozoroval jedince zapředníčka polního (*Plutella xylostella*) a jeho parazitoida *Diadegma semiclausum* z čeledi lumkovitých. Na základě obsahu cukrů v zažívacím traktu byl dokázán příjem rostlinného nektaru jak u škůdce tak parazitoida. Pozitivní vliv na dlouhověkost a plodnost parazitoida *Diadegma semiclausum* měla pohanka.

Johanowicz and Mitchell (2000) sledovali lumka *Diadegma insulare*. Při rozšíření výživy o med nebo tařicovku přímořskou (*Lobularia maritima*) z čeledi brukvovitých byla délka života lumka prodloužena 12,7krát oproti kontrole s čistou vodou. K mnohonásobnému prodloužení délky života postačí kvetení pouze několika divoce rostoucích rostlin tařicovky.

3.3.4.2.2 Vliv na lumčíky

Délka života *Cotesia marginiventris* byla prodloužena 4,8krát, oproti kontrole s vodou, v pokusných variantách s přístupem dospělců k medu nebo květům tařicovky přímořské (Johanowicz and Mitchell, 2000).

3.3.4.2.3 Vliv na mšicomary

Araj et al. (2006) zkoumali vliv rostlin (pohanka, svazenka, koriandr, tařice) na délku života mšicomarů (*Aphidius ervi*) a jeho hyperparazitoida (*Dendrocerus aphidum*). Mšicomar na květu pohanky přežil oproti kontrole (čistá voda) 4–5krát déle, hyperparazitoid 5–6krát déle. Koriandr, tařice a svazenka prodlouřila životaschopnost mšicomara 3–4krát, hyperparazitoida 3–5krát. Délka života mšicomarů se výrazně prodlouřila bez vlivu na svého hostitele – mšice, které se nektarem neřiví. Současně se ovšem prodlouřila i délka života hyperparazitoida a to dokonce více než u mšicomarů, což může nepřímó zvyřit populace mšic.

3.3.4.2.4 Vliv na chalcidky

Sledovanými rostlinami byly: turanka roční – *Erigeron annuus*, *Oenothera speciosa*, kokořka pastuří tobolka – *Capsella bursa-pastoris* a hluchavka objímavá – *Lamium amplexicaule*. Jedná se o významné hostitelské rostliny klopušek rodu *Lygus* (hl. *L. lineolaris*), které nemají vřbec řádný nebo jen velmi malý vliv na délku života brvušek (*Anaphes iole*), přirozeného nepřitele klopušek. Varianta destilované vody s přídavkem sacharózy měla podstatně lepší výsledky, střední délka života brvušek se prodlouřila na 5,30–12,46 dnů oproti kontrole, kde byla střední délka života 1,46–2,81 dní (Williams and Hendrix, 2008).

3.3.5 Refugia a biokoridory

Refugia jsou místa v krajině důležitá pro úkryt přirozených nepřátel v době agrotechnických zásahů jako je orba, sklizeň apod. Významným úkolem refugií je také poskytnutí kvetoucích rostlin pro přirozené nepřátele vyřadující pyl. Příkladem vhodným pro polyfágní predátory (střevlíkovití, drabčikovití) jsou zatravněné meze, sekané, málo frekventované polní cesty porostlé rdesnem ptačím. Pro predátory mšic (sluněčkovití, plořtice, pestřenkovití) jsou vhodnější plochy porostlé kopřivami, vratičem a pelyňkem (vytrvalé byliny) (Honěk et al., 2008). V našich podmínkách jsou v kulturní krajině s vysokým procentem zornění největřím dočasným refugiem užitečných druhů členovců porosty kukuřice, zejména po sklizni obilnin (Kocourek et al., 2008). Význam neobdělávaných částí pozemků (refugií) není jen ve výživě a poskytnutí úkrytu, ale hraje významnou roli téř v přezimování užitečných organismů, které není na půdách běžně obdělávaných možné. Při splnění obou podmínek, což je dostatek potravy a možnost přezimování, vytvoříme ideální podmínky pro udržení užitečných organismů (Kazda et al., 2003).

Biokoridor je plocha odlišné vegetace (remízky, potůčky s doprovodnou zelení, aleje, křovinné meze, živé ploty, ...) prostupující jinak monotónní krajinou, pro zvířata špatně prostupná. Propojují biocentra a umožňují migraci organismů (Váchal et al., 2011).

Okraje polí mají velký význam jako skrýš, zdroj potravy a biokoridory jak pro obratlovce tak i bezobratlé. Zvýšením fragmentace zemědělské půdy mohou být tyto funkce narušeny. Současně mohou i jiné zábrany typu živý plot, umělé oplocení či výsadba řady stromů mít dopad na rozptýlení létajícího hmyzu v krajině. Wratten et al. (2003) využívali jako marker pyl svazenky (*Phacelia tanacetifolia*), obsažený ve střevech létajícího hmyzu, ke stanovení jejich pohybu v zemědělské krajině. Pokus byl prováděn v Anglii a na Novém Zélandu. Jako létající hmyz byly pro sledování použity druhy: v Anglii pestřenka pruhovaná (*Ephisyrrhus balteatus*) a *Metasyrrhus corollae*, na Novém Zélandu pak *Melanostoma fasciatum*. Rozptyl hmyzu obsahujících ve střevech pyl svazenky byl na ploše bez bariér či jiných lapačů hmyzu větší než 200 metrů od zdroje. V pokusu byly pozemky rozfragmentovány. Testovány byly čtyři typy bariér: laťkový plot, drátěný plot, výsadba řady topolů vysázeny ve dvou typech: husté a řídké. Poslední byla varianta kontrolní bez potenciálních bariér. Svazenka byla vyseta vždy pouze na jedné straně bariéry a to ve středu kontrolovaného pozemku. Po prozkoumání obsahu pylu ve vnitřnostech hmyzu na obou stranách bariér bylo dokázáno, že výsadbou topolů, a to jak při hustém, tak řídkém vysázení, byl pohyb hmyzu omezen, zatímco umělé oplocení nebylo pro pestřenky žádnou překážkou (Wratten et al., 2003).

3.3.6 Greening a biopásy

Konkrétní možnost rozvoje biodiverzity je tzv. greening, neboli česky ozelenění, který má vést k diverzifikaci plodin a zachování trvalých travních porostů. Jedná se o plochu využívanou v ekologickém zájmu. Základní podmínky pro získání dotací jsou dány velikostí podniku. Pokud má podnik 10–30 ha orné půdy, pak musí pro získání dotace za greening pěstovat alespoň dvě plodiny. Hlavní plodina se může pěstovat na ploše maximálně 75 % z orné půdy. Pro podniky hospodařící na více než 30 ha orné půdy je podmínkou pěstování alespoň tří plodin, přičemž hlavní plodina může zaujímat maximálně 75 % orné půdy a dvě hlavní plodiny pak maximálně 95 % orné půdy. Pokud se na více než 75 % orné půdy pěstují trávy nebo bylinné pícniny, či půda leží ladem, není nutné dodržet poměry mezi

hlavními plodinami (eagri, 2014). Výsev pásů pro podporu opylovačů a užitečných organismů je jednou z možností, jak splnit podmínky a získat dotace na greening.

Další možný způsob podpory biodiverzity je vytvoření kvetoucích pásů, tzv. nektarodárných biopásů podél vysévaných plodin na malou část celkové výměry pozemku. Výsevem konkrétních vhodných druhů rostlin poskytujeme dostatečné množství nektaru pro zásobování užitečných organismů, které by se zde za jiných ne příliš vhodných podmínek tj. bez potravy, nezdržovali (Holý et al., 2012).

Biopás – jedná se o pruhové potravní poličko o šířce 6–12 metrů. Směs na biopásy se skládá z rostlin vhodných jako potrava a úkryt pro širokou škálu živočichů. V České republice jsou biopásy financovány z agroenvironmentálních opatření Programu rozvoje venkova Ministerstva zemědělství. Při splnění podmínek je zemědělcům udělována dotace ke kompenzaci nákladů spojených s biopásem (výsev, ošetřování, ...) a zároveň vynahrazují ztrátu vznikající vyčleněním části orné půdy pro biopásy. Složení směsi určuje příloha č. 16 Nařízení vlády č. 79/2007 pro provádění agroenvironmentálních opatření: jarní obilovina (pšenice jarní, oves setý, ječmen jarní – možná je i směs) s minimálním množstvím ve směsi 65 kg/ha (73,06 %), pohanka obecná s minimálním množstvím ve směsi 30 kg/ha (33,72 %), proso s minimálním množstvím ve směsi 15 kg/ha (16,86 %), kapusta krmná s minimálním množstvím ve směsi 0,4 kg/ha (0,45 %) a lupina bílá s minimálním množstvím ve směsi 2 kg/ha (2,25 %). Biopásy se umísťují na okraj půdních bloků (podél polních cest, větrolamů, lesů, mezí, vodotečí) nebo uvnitř půdních bloků. Význam biopásů tkví především v rozvoji biodiverzity krajiny. Tím se zvyšuje spektrum potravy pro volně žijící druhy – ptáky (koroptev, bažant, konopka, stehlík, zvonek, strnad či vrabec), eliminace monodiet, především v období po sklizni, dále mohou být zdrojem pylové snůšky pro včely. Další funkce spočívá v ochraně fauny, která zde nachází úkryt. Na svažitých pozemcích eliminuje vznik eroze. Posledním, nikoli však zanedbatelným je význam biopásů ve výživě a útočišti přirozených predátorů pro škůdce (Havlát et al., 2007). Od letošního roku budou platit nová pravidla pro biopásy, ale v době psaní bakalářské práce ještě nebyla známa konečná verze druhového složení a podmínek údržby biopásů.

Dotační tituly jsou významným nástrojem hospodaření v krajině. Extenzivní druh hospodaření v krajině je klíčový nejen pro přežívání rostlinných druhů, tedy rozvoji biodiverzity, ale i celé řady dnes již ohrožených druhů bezobratlých (Šarapatka et al., 2008).

3.4 Vliv kvetoucích pásů na užitečné organismy

3.4.1 Vhodné druhy rostlin

3.4.1.1 Sluněčkovití

K lákání sluněček se v Kalifornii využívá v meziřadí zaseté **žito** (Altieri, 2005). Kopta et al. (2012) pozorovali silný vztah mezi více druhy sluněček a **chrpou polní** (*Centaurea cyanus*). Sluněčka se vyskytovala též na **kopru vonném** (*Anethum graveolens*) a **fenyklu obecném** (*Foeniculum vulgare*). Holý et al. (2012) pozorovali výskyt sluněček na porostech napadených mšicí. Jednalo se o porosty **pšenice, hořčice a slunečnice**.

3.4.1.2 Lumkovití

Kopr vonný (*Anethum graveolens*) je vysoce atraktivní pro lumka *Xenoschysis fulvipes*. Dále se lumci vyskytovali na **fenyklu, měsíčku a chrpě** (Kopta et al., 2012). Dle Johanowicze and Mitchella (2000) je **tařicovka přímořská** vhodná rostlina pro zvýšení populace lumků. **Pohanka** je atraktivní pro lumka *Diadegma semiclausum* (Winkler, 2005). Dle Šrámkové et al. (2013) lumci preferují miříkovité rostliny (**mrkev, kmín**). Holý et al. (2012) pozorovali roje lumků z rodu *Tersilochus* okolo květů **hořčice**. Lumek *Collyria coxator* (parazitoid bodrušky obilné) hojně navštěvoval **řepku**.

3.4.1.3 Lumčíkovití

Belz et al. (2012) testovali atraktivitu vůně květů **pakmínu většího** (*Ammi majus*), **chrpy polní** (*Centaurea cyanus*), **pohanky obecné** (*Fagopyrum esculentum*), **štěničníku hořkého** (*Iberis amara*) a **dobromyslu obecného** (*Origanum vulgare*) v Y-nové trubici olfaktometru pro lumčíka *Microplitis mediator*. Při párových testech mezi květy a vzduchem bez vůně byly všechny rostliny vyhodnoceny jako vysoce atraktivní pro parazitoidea. V párových testech, kde byla porovnávána vzájemná atraktivnost pohanky, chrpy a štěničníku mezi sebou, vyšli stejně atraktivní chrpa a štěničník, kteří byli přitažlivější než pohanka. **Pohanka** podporuje výskyt lumčíka *Dolichogenidea tasmanica* (Sandhu et al., 2010). **Tařicovka přímořská** je vhodnou rostlinou pro zvýšení populace lumčků (Johanowicz and Mitchell, 2000). Dle Šrámkové et al. (2013) lumčiči preferují miříkovité rostliny (**mrkev, kmín**).

3.4.1.4 Mšicomarovití

Pohanka, svazenka, koriandr i tařice jsou vyhledávané mšicomary (*Aphidius ervi*) (Araj et al., 2006).

3.4.1.5 Pestřenkovití

Kopr vonný (*Anethum graveolens*) a **pohanka obecná** (*Fagopyrum esculentum*) byli vysoce atraktivní pro pestřenky. Dále byly pozorovány na **měsíčku lékařském** (*Calendula officinalis*), **chrpě polní**, **fenyklu obecném**, **aksamitníku rozkladitém** (*Tagetes patula*) a **bobu obecném** (*Vicia faba*) (Kopta et al., 2012). Atraktivní květinou pro pestřenky je dle Šrámkové et al. (2013) **heřmánkovec nevonný** (*Tripleurospermum inodorum*).

3.4.1.6 Chalcidky

Vhodnou rostlinou pro brvušky je **pohanka**, neatraktivní je jetel plazivý (*Trifolium repens*) a srha laločnatá (*Dactylis glomerata*) (English-Loeb et al., 2003). Turanka roční (*Erigeron annuus*), *Oenothera speciosa*, hluchavka objímavá (*Lamium amplexicaule*) a kokoška pastušů (*Capsella bursa-pastoris*) neměli na brvušky (*Anaphes iole*) vliv (Williams and Hendrix, 2008).

3.4.1.7 Kuklicovití

Atraktivní květinou pro kuklice je **heřmánkovec nevonný** (*Tripleurospermum inodorum*) (Šrámková et al., 2013).

3.4.1.8 Hladěnkovití

Orius spp. preferovali **měsíček lékařský** (*Calendula officinalis*) (Kopta et al., 2012).

3.4.2 Vliv nektarodárných rostlin na jednotlivé skupiny užitečných organismů

3.4.2.1 Zvýšení druhové pestrosti a hustoty populace přirozených nepřátel

Jednou z možných cest ke zlepšení biologické ochrany na Floridě je setí tařicovky přímo do zelných polí, čímž se zvýší populace přirozených nepřátel (lunků a lumčků) škůdců z řádu motýlů (Johanowicz and Mitchell, 2000).

Vliv kvetoucích pásů na podporu opylovačů a užitečných organismů v zemědělské krajině pozorovali v Kněževsi u Prahy Holý et al. (2012). Vyseta byla jednoletá a víceletá směs kvetoucích rostlin. Nedostatek srážek v jarním období negativně ovlivnil druhové složení směsí. V jednoleté směsi převažoval měsíček s příměsí slunečnice, ve víceleté směsi svazenka, hořčice, měsíček a komonice bílá. Z plevelů se prosadil heřmánkovec a pcháč. Pásky byly porovnávány s kontrolními porosty, porost ozimé pšenice, na podzim ozimé řepky. Obě směsi měly pozitivní vliv na zvýšený výskyt opylovačů (včel medonosných, čmeláků a samotářských včel), sluníček, pestřenek a denních motýlů. Vlivem nevzešlých okoličnatých

rostlin, které jsou parazitoidy upřednostňovány díky snadné dostupnosti nektaru z kvítků s mělkým kalichem, byl výskyt parazitoidů nízký. Výskyt škůdců byl také nízký, bez potenciálního nebezpečí pro okolní zemědělské porosty.

V kvetoucích pásech v Kněževsi u Prahy se ve dvouletých směsích prosadili v červnu hojně kvetoucí hořčice a svazenka, v červenci svazenka, komonice a jetele, v srpnu komonice, jetele, vojtěška a štírovník. Pro prodloužení doby kvetení byla na začátku léta část pásů zmulčována, díky tomu koncem srpna znovu vykvetla komonice, svazenka, jetel a vičeneč, na rozdíl od nezmulčované části pásu, která již byla v tuto dobu z velké části odkvetlá a pro hmyz nezajímavá. Ve víceleté směsi zregeneroval jetel, minoritně štírovník a čičorka. V srpnu a září již byla intenzita kvetení nízká. Z plevelů se prosadil penízek, heřmánkovec a pcháč. Od poloviny června do konce října byl pozorován výskyt blanokřídlých opylovačů, včel medonosných, tří druhů čmeláků a samotářských včel. Nejhojněji se vyskytovali během července, druhý vrchol byl stejně jako v minulém roce v polovině září, kdy okolní porosty neposkytovaly zdroj nektaru, zatímco zmulčované části pásů obnovily květenství. Z užitečných organismů byly pozorovány především pestřenky, kuklice, slunéčko sedmitečné a larvy dravých bejlmerek. Parazitoidi byli zaznamenáni minimálně díky nízkému zastoupení miříkovitých rostlin ve směsi. Zřídka se vyskytovali škůdci polních plodin, mšice zelná tvořící tisícové kolonie na rostlinách hořčice, sloužila jako potrava pro dospělé slunéček a larvy dravých bejlmerek a přitom okolní porost nijak nepoškozovala. Dalším vyskytujícím se škůdcem byl blýskáček, poškozující poupata, kovolessklec gama a bělásci. Škůdci se nevyskytovali v množství, které by mohlo jakkoli ovlivnit výnos okolních plodin (pšenice, řepka) (Šrámková et al., 2013).

English-Loeb et al. (2003) sledovali ve vinicích v New Yorku vliv nektarodárných rostlin na zvýšení parazitace vajíček kříška révového (*Erythroneura* spp.) podporou jeho přirozeného nepřítel brvušky (*Anagrus* spp.). V meziřadí byl založen porost různých plodin. V jedné variantě byla vyseta pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum*), ve druhé jetel plazivý (*Trifolium repens*) a ve třetí srha laločnatá (*Dactylis glomerata*). V roce 1996 nebyl pozorován žádný vliv vysetých rostlin na výskyt dospělců brvušek, zatímco v roce 1997 byly části vinic s vysetou pohankou brvuškami navštěvované hojněji. Z jednotlivých variant se nejvíce osvědčil vliv pohanky na výskyt brvušek. Jednalo se zejména o počátek sezóny. Zvýšení výskytu brvušek a současné zvýšení parazitace vajíček kříška révového může být

na vinici podpořen poskytnutím dostatečného množství vhodného nektaru. Jako nejvhodnější plodinou pro výsev do meziřadí vinic je pohanka obecná.

Je-li vhodných kvetoucích rostlin méně než 1 %, je hustota pestřenek velmi nízká. Je-li hustota kvetoucích rostlin 1–5 %, pak hustota pestřenek dosahuje 50 % potenciální hustoty. Plné hustoty pestřenek je pak dosaženo při hustotě kvetení vhodných druhů nad 20 %, což vyžaduje nejméně 10 vhodných alternativních kvetoucích rostlinných druhů k poskytnutí potravy na celou periodu trvající 5–6 měsíců (Boller et al., 2004).

3.4.2.2 Zvýšení parazitace

Berndt et al. (2006) zkoumali na vinicích Nového Zélandu vliv výsevu kvetoucí pohanky (*Fagopyrum esculentum*) na míru parazitace skupiny housenek obaleče (*Ctenopseustis obliquana*, *C. herana* Dugdale, *Planotortrix excessana*, *P. octo* Dugdale, *Cnephasia jactatana* a exotického druhu *Epiphyas postvittana*). V experimentu se prokázal vliv kvetoucí pohanky na zvýšení parazitace na larvách obaleče o více než 50 %. Parazitace vajíček kříška révového (*Erythroneura* spp.) brvuškou (*Anagrus* spp.) byla vyšší na vinicích s vysetou pohankou, oproti porostům s jetelem či srhou (English-Loeb et al., 2003).

Kazda and Škeřík (2008) prokázali na provozních plochách ozimé řepky bez aplikace insekticidů, vliv použitých agrochemikálií na parazitaci larev blýskačka. Při parazitaci 94 % na okraji a 67 % ve středu pole, přežilo pouze 25 % původně založené generace škůdců.

3.4.2.3 Vliv na škůdce

Na bavlníkové plantáži v Jižní Georgii byly ponechány rostlinné zbytky na povrchu půdy bez následného použití insekticidů. Díky tomu bylo v půdě nalezeno téměř 120 druhů užitečných organismů (Altieri, 2005). Po přesazení lilku vejcoplodého (*Solanum melongema*) napadeného mandelinkou bramborovou (*Leptinotarsa decemlineata*) do porostu jetele inkarnátu (*Trifolium incarnatum*) v devět hodin ráno, byly mandelinky do večera zahubeny užitečným hmyzem. Stejně tak škůdci okurek byli zahubeni během jednoho dne. Jednalo se o kombinaci vysetých plodin a konzervativního zpracování půdy, kterým se podstatně zvýšil obsah organické hmoty z méně než 1 % na 3–8 % (Altieri, 2005).

3.4.2.3.1 Nevhodné rostliny podporující výskyt škůdců

Winkler (2005) demonstroval pozitivní vliv některých nektarodárných rostlin, prioritně použitých k výživě parazitoidů, na zvýšení výskytu škůdců. Např. chrpa luční (*Centaurea jacea*) zvýšila výskyt housenek běláška řepového (*Pieris rapae*) na hlávkovém zelí.

3.4.2.3.2 Rostlinné pásy snižující populace škůdců

V Kalifornii se vysévají pásy kvetoucí tařicovky přímořské (*Lobularia maritima*), které rozdělují pozemky s produkcí salátu k posílení ochrany proti mšicím (Sandhu et al., 2010).

Na fragmentovaných pozemcích s nízkým stupněm intenzifikace by se měla snížit hojnost obilných mšic v důsledku zvýšeného výskytu a druhové pestrosti nepřátelských organismů, zahrnující parazitoidy z řádu blanokřídlých. Byl pozorován účinek krajinné struktury a zemědělské intenzifikace na rychlost parazitace, druhovou pestrost a hojnost mšic a jejich parazitoidů v Evropě. Celkový počet mšic se napříč regiony příliš nelišil. Výrazné rozdíly byly zaznamenány pouze mezi skandinávským a středoevropským druhovým složením mšic, jejich parazitoidů a rychlosti parazitace. Pozorována byla specifická reakce na konkrétní rostlinné druhy. Dále bylo pozorováno zvýšení druhové pestrosti parazitoidů na půdách s nízkou intenzifikací (Hawro et al., 2015).

Holland et al. (2008) sledovali vliv přirozených nepřátel na kyjátku osenní (*Sitobion avenae*) a zavedení širších pásů na okrajích polí ke zvýšení predace. Dopad zemních predátorů a užitečných organismů naletujících do porostů z okolí (pavouci, střevlíkovití, drabčíkovití, páteříčkovití, lupicovití, výkalnicovití, kroužilkovití, Dolichopodidae, síťokřídlý) byl pozorován v izolaci i kooperaci v porostu pšenice ozimé na pěti polích se standardní souvratí o šířce 2 m a pěti polích s rozšířenou souvratí o šířce 6 m. Nejefektivnější byly dvoukřídly (kroužilkovití, lupicovití a Dolichopodidae), páteříčkovití a síťokřídly, kteří samostatně redukovali výskyt kyjátky o 90 % a 93 %, zatímco pozemní (střevlíkovití, drabčíkovití a pavouci z čeledi plachetnákovití a slídákovití) jen o 40 % a 18 % v polích se standardní a rozšířenou souvratí. Nebyl prokázán vliv šířky souvratí na zvýšení počtu přirozených nepřátel, měřeno pomocí zemních pastí, odběrem pomocí sacího zařízení a lepových desek. Široké souvratě neměly na snížení výskytu kyjaty význam, neboť užitečné organismy jsou schopny doletu i ze vzdálenějších polí, kde mají příznivé podmínky a zdroj alternativní potravy.

Dennis and Wratten (1991) sledovali zástupce jednotlivých druhů z čeledi drabčíkovití (Staphylinidae) v obilninách a jejich vliv na populaci kyjaty osenní (*Sitobion avenae*). Jednotlivé dravé druhy z čeledi drabčíkovití (*Philonthus cognatus*, *Tachyporus obtusus*, *T. chrysomelinus*) byly izolovaně pozorovány v porostech pšenice, zejména jejich vliv na vývoj populace kyjaty. Výsledky byly porovnány s porosty bez přístupu predátorů i parazitoidů systémem speciálních klecí. Schopnost drabčíkovitých redukovat populaci kyjaty zaleží na fázi jejího rozvoje. Během fáze s vysokou hustotou populace kyjaty byl pouze *P.cognatus* schopen významně redukovat jejich počet. Při nízkých hustotách kyjaty v porostu byli všichni sledovaní zástupci schopni snížit její populaci. Výsledky ukázaly schopnost *Tachopyrus* spp. snížit počet kyjatek v porostu pšenice pouze před exponenciální fází růstu populace, zatímco *P.cognatus* byl schopen redukovat jejich množství v obou fázích růstu populace.

3.4.2.4 Opylovači

Opylovači přednostně vyhledávají kvetoucí pozemky. Holzschuh et al. (2008) sledovali vliv chemicky neošetřených částí pozemků na větší druhovou pestrost a hojnost opylovačů. Nárůst sklizně v okolí těchto pásů byl od 5 % do 20 %. Zvýšení druhové pestrosti včel na neobdělávaných pásech vzrostlo o 50 %, hustota samotářských včel o 60 % a čmeláků o 150 %. Druhová pestrost včel a čmeláků se projevovала nejsilněji v okolní krajině v kruhu o poloměru 50 m, samotářských včel v kruhu o poloměru 250 m. Plodiny i neobhospodařované části pozemků jsou pevně propojeny pomocí včel a čmeláků, hledajících potravu v krajině. Včely hnízdí v neobdělávaných částech pozemků, kde sbírají potravu z bohaté květové nabídky, poskytnuté dvouděložnými plevely. Holzschuh et al. (2008) doporučují začlenění chemicky neošetřených pozemků (například biopás) do konvenčně obhospodařovaných zemědělských oblastí, s cílem poskytnout potravinové zdroje pro zvýšení druhové pestrosti opylovačů.

Opylovači hrající důležitou úlohu při opylování entomofilních zemědělských plodin, nemají v současné krajině dostatečné zdroje snůšek, ty jsou pouze nárazové a po odkvětu řepky a nedostatku jiných kvetoucích rostlinných druhů nebo producentů medovice, nastává bezsnůškové období s negativním vlivem na opylovače (Holý et al., 2012). Tomuto problému je možné předcházet výsevem nektarodárných směsí, které při vhodném termínu letní seče poskytnou opylovačům, zejména včele medonosné, dostatečné množství nektaru, jak

pro letní, tak podzimní snůšku důležitou pro přežití dlouhého zimního období (Šrámková et al., 2013).

3.4.3 Rostlinné druhy ve směsích

Při zakládání kvetoucích pásů podél monokultur poukazuje Winkler (2005) na důležitost výběru vhodných rostlinných druhů. K dosažení dobrých výsledků biologické ochrany je nezbytný selektivní přístup a citlivý výběr rostlinných druhů.

Ne všechny rostliny, které jsou vhodné k výživě užitečných organismů, je výhodné ve směsi použít, mohou mít stejný pozitivní vliv na výživu škůdců, což je nežádoucí (Araj et al., 2006).

3.4.3.1 Funkční skupiny rostlin ve směsi

Osevní směsi se skládají ze tří funkčních rostlinných skupin. První skupina jsou rychle klíčící rostliny nízkého vzrůstu, rychle zakrývající osetou plochu důležitou pro snížení vzcházivosti nežádoucích plevelů, například luštěniny. Druhou skupinou jsou ranně kvetoucí druhy středního vzrůstu, jako je hořčice nebo pohanka, které poskytují pevnou strukturu a přitahují užitečné organismy, zejména na začátku sezóny. Třetí skupina obsahuje různé druhy rostlin, důležitá je jejich atraktivnost a výživová hodnota pro přirozené nepřátele škůdců (Boller et al., 2004).

3.4.3.2 Výběr rostlin z pěstitelského hlediska

Boller et al. (2004) poukazuje na důležitost výběru rostlinných druhů vzhledem k jejich umístění a účelu. Každá oblast vyžaduje jiné druhy na základě místního klimatu, půdních vlastností a nadmořské výšky. Všechny tyto vlivy velmi výrazně ovlivňují výsledné složení vysévaných rostlinných druhů, proto je třeba při výběru rostlinného složení směsí na ně brát zřetel. Hlavním cílem vysévaných směsí je výživa konkrétních druhů užitečných organismů. Na základě znalostí rostlinné atraktivnosti a využitelnosti užitečnými organismy určujeme konkrétní vhodné, méně vhodné či nevhodné rostliny.

3.4.3.3 Výběr dle fyziologie rostliny

Biopásy by měly poskytovat pyl a nektar širokému spektru užitečných organismů, predátorů či parazitoidů polních škůdců, benefit z nektarodárných rostlin by měli mít také opylovači. Při sestavování směsí je důležitý tvar a barva květů vyhovující cílovým organismům (Šrámková et al., 2013).

Důležitá je fyziologická stavba rostliny, nektar musí být pro parazitoida lehce dostupný. Vhodné jsou květiny s otevřenou architekturou květů jako miříkovité (mrkev, pastinák, bolševník) a některé hvězdnicovité rostliny jako například řebříček. Parazitoid trpí nedostatkem potravy během relativně krátkých časových intervalů, proto je velmi důležité časové i prostorové uspořádání kvetoucích rostlin (Boller et al., 2004).

3.4.3.4 Složení směsí

Směs by měla obsahovat alespoň čtyři na nektar bohaté rostliny (jetel luční, jetel zvrhlý, vikev setá, vikev ptačí, tollice dětelová, vičenec ligrus nebo štírovník růžkatý) a žádná složka směsi by neměla přesahovat 50 % její hmotnosti. Směs může obsahovat divoce rostoucí květiny poskytující nektar delší dobu (sléz pižmový, řebříček obecný, chrastavec rolní nebo chrpa černá – *Centaurea nigra*) (Green et al., 2011). Ve švýcarských směsích převažují plané luční druhy (Boller et al., 2004).

U víceletých směsí je důležité, aby v prvním roce vykvetl dostatek jednoletých druhů bohatých na pyl a nektar (svazenka, hořčice) a ve druhém roce prosazení víceletých druhů (jeteloviny) (Šrámková et al., 2013). Standardní složení směsi s výsevem 10 kg/ha (pohybuje se v rozmezí od 10 do 20 kg/ha) dle Greena et al. (2011): 20 % štírovník růžkatý, 20 % vičenec ligrus, 20 % jetel zvrhlý, 36 % jetel luční, 2 % sléz pižmový, 2 % chrpa černá. Kopta et al. (2012) doporučuje pohanku (střed sezóny), kopr, měsíček, chrpu a fenykl (pozdní část sezóny) jako rostliny v České republice vhodné k výsevu do pásů kvetoucích rostlin sloužících ke zvýšení populace užitečného hmyzu.

3.4.4 Založení porostu

3.4.4.1 Výběr stanoviště

Pro nektarodárné pásy je nejvhodnější slunečné stanoviště s jižní expozicí a nízkou zásobou živin k omezení růstu plevelů. Plevely, hlavně ty vytrvalé jako pcháč rolní, by měly být z pozemku odstraněny před založením porostu. Aby nedošlo k zaplevelení pozemku nepůvodním, divoce kvetoucím druhem, je důležité se vyhýbat přírodním a polo – přírodním stanovištím (Green et al., 2011).

3.4.4.2 Vzdálenost pásů

Výběr stanoviště, vzdáleností pásů a rozptylu jsou velmi důležité podmínky při zakládání ploch sloužících jako zdroj výživy a úkrytu pro přirozené nepřátele škůdců. Cílem této studie

bylo prokázat možnost využití rubidium chloridu (RbCl) k měření pohybu parazitoida *Dolichogenidea tasmanica* z porostů kvetoucí pohanky obecné. *D. tasmanica* je nejčastější parazitoid obaleče na vinicích Austrálie a Nového Zélandu. RbCl byl aplikován na pás pohanky ve středu každé z pěti vinic. Lepové desky byly vzdáleny 0, 4, 10 a 30 metrů od porostu pohanky, interval odběru byl sedm dní. Velikost rozptylu jedinců byla 30 m od porostu pohanky. Samice *D. tasmanica* se vyskytovala se stejnou frekvencí ve všech vzdálenostech od pohanky. Samci *D. tasmanica* se vyskytovali s nejmenší hustotou ve vzdálenosti 10 m od pohanky, zbylé vzdálenosti (0 m, 4 m, 30 m) byly navštěvovány hojněji stejným množstvím jedinců. Doletová vzdálenost hmyzu je klíčovým faktorem k určení vzdálenosti mezi jednotlivými kvetoucími pásy (Scarratt et al., 2008).

Altieri (2005) doporučuje výsev více různorodých rostlin jako vratiče obecného (*Tanacetum vulgare*) a pohanky do pásů, které rozdělují pěstovanou monokulturu každých 50–100 m. Jedná se o přiměřenou vzdálenost doletu přirozených nepřátel. V ČR je legislativou určena minimální vzdálenost mezi biopásy 50 m (Ministerstvo zemědělství, 2014).

3.4.4.3 Setí

Možné termíny setí jsou na jaře, během léta a na podzim. Jarní setí je možné od poloviny března do konce dubna, kdy porost využije jarní vláhu. Velmi důležité je načasování podle průběhu teplot a srážek s přihlédnutím na půdní druh (Boller et al., 2004). Letní setí od poloviny července do konce srpna. Dle Greena et al. (2011) je setí na konci léta úspěšnější než jarní, půda je prohřátá a poskytuje dostatek vláhy pro vzházení směsí. Podzimní setí není vhodné zejména pro jetele, jejich pomalý počáteční růst nezajistí dostatečně zapojený porost do začátku zimy.

Ministerstvo životního prostředí ČR uvádí jako optimální termín setí biopásů od 1. do 31. 5. k zajištění včasného vzejití porostu a poskytnutí bohaté potravní nabídky pro živočichy po sklizni ostatních zemědělských plodin. Z hlediska zisku dotací na biopásy je v ČR nutné dodržet termín setí daný legislativou (do 31. května) (Ministerstvo zemědělství, 2014). Osev se provádí do zpracované půdy s kvalitní předseťovou přípravou, do hloubky 1–2 cm s následným zavlačením k docílení rovnoměrně vzházejícího porostu (Havlát et al., 2007). Vzhledem k malé velikosti semen je nejvhodnější setí na povrch půdy s následným uválením pozemku. Secí lůžko musí být jemné bez hrud a pevné k získání kontaktu mezi semenem a půdou. Standardní výsevek se pohybuje v rozmezí od 10 do 20 kg/ha (Green et al., 2011).

Kopta et al. (2012) doporučují pěstovat více řádků jednoho druhu kvetoucích rostlin, které budou následovány řádky se směsí. Toto uspořádání splňuje požadavek na kombinaci všech kvetoucích rostlin a zároveň jsou kvetoucí druhy více viditelné pro přirozené nepřátele škůdců.

3.4.5 Údržba pásů

K získání dotačního titulu Nektarodárné biopásy je v ČR z legislativy podmínkou provedená seč s odklizem biomasy celého biopásu v termínu od 1. 8. do 31. 8 (Ministerstvo zemědělství, 2014).

3.4.5.1 Odplevelující seč

Obecně vysoká půdní úrodnost podporuje vzházivost plevelů, které mohou zadusit pomaleji rostoucí druhy ve směsi. Řešením je opakovaná seč, zejména v prvním roce, která likviduje plevele, nikoli vyseté druhy. Green et al. (2011) doporučuje během prvních dvanácti měsíců 2–3 seče. Riziko spojené s usmrcením volně žijících druhů, zejména ptáků minimalizujeme časnou sečí co nejdříve na jaře (koncem března). Porost v této době není pro hnízdící druhy atraktivní. Pokud již víme o hnízdění ptáků v daném pásu, je nutno seč vynechat (Boller et al., 2004).

3.4.5.2 Regenerační seč

Letní seči pásů od druhého roku se stimuluje pozdní kvetení rostlin, čímž se zajistí dostatek nektaru na konci léta (Green et al., 2011).

Vhodný termín regenerační seče je dle Šrámkové et al. (2013) v období od konce června do začátku července. Výška mulče je odvislá od jeho termínu, při časném provedení je možné mulč provést u země. V pozdějších termínech je nutné zachovat rostliny ve výšce cca 20 cm k rychlejší regeneraci tak, aby kvetly již v druhé polovině srpna. V Kněževsi u Prahy byly v roce 2013 provedeny 9. července oba typy mulče. Porost zmulčovaný u země začal kvést ve druhé polovině září (zregenerovala komonice, heřmánkovec, jetele a vičenec), což je pro většinu druhů hmyzu pozdě. Varianta zkrácená na 20 cm kvetla od poloviny srpna do poloviny října (komonice, měsíček, jetele, svazenka, vičenec), což zajistilo dostatečné a včasné množství nektaru nutné pro podzimní snůšku, zejména včely medonosné.

Význam letní seče nespočívá pouze v obnovení kvetení rostlin ve druhé polovině září, nutné pro podzimní snůšku včely medové, ale má též velký význam pro potlačení vývinu plevelů.

Velmi důležitý je zde termín seče. Nutné je ji provést před vysemeněním dozrálých plevelů, tedy co nejdříve. Při neprovedeném mulči porost od konce července pomalu odkvétá a hrozí riziko zanesení pozemku vysemeněným plevellem (Šrámková et al., 2013).

V Austrálii se do vinic vysévá pohanka v množství 45 kg/ha do každého desátého meziřadí, třikrát za sezónu (od listopadu do března) se současným odstraněním odumřelých květenství k indukci nového květu. Jedná se o podporu pro opylovače a parazitické vosičky *Dolichogenidea tasmanica*, přirozeného nepřitele obaleče *Epiphyas postvittana* (Sandhu et al., 2010).

3.4.5.3 Typy žacích strojů a jejich dopad na faunu

K seči nektarodárných pásů se nejčastěji používají mulčovací, diskové a cepové žací stroje. Na základě porovnání počtu mrtvých a zmrzačených zvířat nejvíce faunu poškozuje mulč. Oproti tomu diskové žací stroje neměli na faunu téměř žádný vliv. Seč by se měla provádět od středu pozemku ke kraji nebo v navazujících pruzích z důvodu minimalizace úhynu zvířat (Boller et al., 2004).

Terénní pozorování ukázalo, že nejpomaleji reagující faunou na blížící se sekačí zařízení jsou včely. Jedná-li se o vyšší květinové porosty, kdy jsou květy, tím pádem i včely relativně vysoko od sekačího zařízení, je úhyn včel menší než u nižších porostů kvetoucích relativně blízko u země (například jetel bílý). Sekačky s žacím mačkačem zvyšují poškození včel sedminásobně ve srovnání s žacím strojem bez tohoto zařízení. Doporučuje se sekání v době nízké aktivity včel, to je velmi časně ráno před sedmou hodinou nebo večer po osmnácté hodině. Výška pokosu se doporučuje 8 cm, lépe však 10–12 cm nad zemí, aby mohla fauna utéct (Boller et al., 2004).

3.4.5.4 Likvidace plevelů

Kvetoucí pásy jsou zakládány jako víceleté porosty, proto je důležité se vyvarovat jejich zaplevelení. Před založením porostu je pozemek nutno herbicidně ošetřit a zbavit ho tak veškerých plevelů. Během růstu rostlin v pásech se bráníme zaplevelení mechanicky vhodně zvolenými termíny seči (Green et al., 2011). V některých případech, jedná-li se o významné trvalé plevele, je vhodné využít bodové likvidace pomocí herbicidů. Příkladem je velmi invazivní druh plevelu – pcháč, který se dokáže prosadit i v zapojeném porostu. Z kvetoucí směsi rostlinných druhů se tak může stát téměř monokultura pcháče (Šrámková et al., 2013).

4 Materiál a metody

4.1 Popis stanoviště

Pokus byl založen na pozemku v Kněževsi u Prahy (Obr. 1, Přílohy), v nadmořské výšce 352 m n. m., s hlinitou hnědozemí a průměrnými ročními srážkami 526 mm. Stanoviště se nachází v těsné blízkosti hlavního města v intenzivně obhospodařované zemědělské krajině s převahou řepky ozimé a pšenice ozimé. Pozemek se nachází v doletové vzdálenosti několika včelstev včely medonosné z Kněževsi u Prahy (Šrámková, 2014).

V roce 2013 byla vyseta směs kvetoucích rostlin namíchaná dle platného návrhu směsi na biopásky (Tab. 1, přílohy).

Pro výsev kvetoucích pásů byly na pozemku vybrány dvě stanoviště:

- stanoviště dále nazývané **U větrolamu** (Obr. 2, přílohy) nacházející se na okraji pozemku poblíž aleje dubů, jedná se o část pozemku s poměrně vysokou půdní zásobou semen plevelů,
- stanoviště dále nazývané **U silnice** (Obr. 3, přílohy) je od prvního vzdáleno cca 50 m a leží podél silnice lemované alejí ovocných dřevin, výskyt plevelů je na něm poměrně nízký, jedná se o část pozemku s půdní zásobou semen nektarodárných rostlin vysetých v předcházejících letech.

Obě stanoviště se nacházejí v blízkosti pokusných pozemků přibližně 50 m, kde je každoročně pěstován jarní ječmen, ozimá řepka, ozimá pšenice a kukuřice.

4.2 Agrotechnika

Výsev směsi byl proveden 17. 4. 2013, výsevek činil 20 kg/ha. Před setím byl pozemek vždy odplevelen obvyklými agrotechnickými opatřeními. Na podzim předešlého roku byla půda zpracována střední orbou. Jarní zpracování půdy zahrnovalo dvojité stržení ornice s prokypřením svrchní vrstvy, první v březnu, druhé po třech týdnech těsně před setím. Hloubka setí 1–2 cm. V obou pásech byl v průběhu vegetace, v různých termínech proveden mulč k regeneraci porostu a obnově kvetení v druhé polovině vegetace.

4.2.1 U větrolamu V2 – nesekaná

Tato varianta dvouleté směsi byla vyseta na stanovišti u větrolamu. Jedná se o podélnou polovinu pásu dvouleté směsi o rozměrech 6 x 51 m, která byla během vegetace 2014 ponechána bez seče. V roce 2013 byl u této poloviny pásu proveden letní mulč. Varianta je tvořena pruhem rozděleným na 3 opakování o rozměrech 3 x 17 m. Celková výměra varianty je 153 m².

4.2.2 U větrolamu V1 – sekaná

Tato varianta směsi je druhou podélnou polovinou téhož pásu dvouleté směsi o rozměrech 6 x 51 m. 14. 7. 2014 byla tato varianta zmulčována, ve výšce 20 cm nad zemí k regeneraci porostu. V roce 2013 byla tato polovina pásu ponechána bez mulče po celou dobu vegetace. Po ukončení vegetace byla zmulčována přízemním mulčem v obou letech.

4.2.3 U větrolamu V – kombinovaná

Tato varianta odpovídá celému pásu dvouleté směsi zahrnujícímu obě podélné poloviny s rozfázovaným režimem seče, čili varianty 5.1.1 a 5.1.2. Je teoretickou variantou pro komplexní hodnocení výsledků pásu u větrolamu sestávajícího z předchozích dvou variant.

4.2.4 U silnice S1 – nesekaná

Tato varianta dvouleté směsi byla vyseta na stanovišti u silnice. Jedná se o podélnou polovinu pásu dvouleté směsi o rozměrech 6 x 51 m, která byla od setí do přízemního mulče na konci vegetace ponechána bez seče stejně jako v roce 2013. Varianta je tvořena pruhem rozděleným na 3 opakování o rozměrech 3 x 17 m. Celková výměra varianty je 153 m².

4.2.5 U silnice S2 – sekaná

Tato varianta směsi je druhou podélnou polovinou téhož pásu u silnice o rozměrech 6 x 51 m. Tato varianta byla 10. 6. 2014 zmulčována na 20 cm k obnově kvetení stejně jako v roce 2013.

4.2.6 U silnice S – kombinovaná

Tato varianta odpovídá celému pásu dvouleté směsi zahrnujícímu obě podélné poloviny s rozfázovaným režimem seče čili varianty 5.2.1 a 5.2.2. Je teoretickou variantou pro komplexní hodnocení výsledků pásu u silnice sestávajícího z předchozích dvou variant.

4.2.7 Kontrola

Kontrolou byl porost pšenice ozimé od počátku vegetace do 19. 8. Od 29. 8. byl kontrolou vzcházející porost řepky ozimé. Hodnocen byl kontrolní pás o výměře 162 m² rozdělený na 3 opakování o rozměrech 3 x 18 m.

4.3 Metodika

4.3.1 Sledovaný hmyz

Sledovány byly tyto taxony:

- **Predátoři**
 - slunéčkovití (Coccinellidae), Coleoptera
 - pestřenkovití (Syrphidae), Diptera
 - páteříčkovití (Cantharidae), Coleoptera
 - síťokřídli (Neuroptera)
- **Parazitoidi**
 - kuklicovití (Tachinidae), Diptera
 - lumkovití (Ichneumonidae), Hymenoptera
 - lumčíkovití (Braconidae), Hymenoptera
 - chalcidky (Chalcidoidea), Hymenoptera
- **Opylovači (Hymenoptera)**
 - včela medonosná (*Apis mellifera*)
 - čmeláci (*Bombus* spp.)
 - samotářské včely

4.3.2 Transektové sčítání hmyzu a zpracování výsledků

Četnost vybraných druhů hmyzu byla během vegetace sledována metodou tzv. transektového sčítání, které je běžnou terénní metodou používanou při sčítání hmyzu (Svensson, 2002). Transektové sčítání bylo prováděného v intervalu 4–20 dnů (v závislosti na počasí a fenologii) během celé doby vegetace. V letošním roce byly porosty hodnoceny od 6. 5. do ukončení kvetení 21. 10. Sčítání bylo prováděno během dne mezi 10 a 16 hodinou v době nejvyšší aktivity hmyzu za teplot nad 15 °C.

Výskyt hmyzu byl zjišťován vizuálním pozorováním za volné chůze podél variant v celé její šířce a délce. Každá varianta byla rozdělena do tří opakování. Výsledky pozorování byly

ihned zaznamenány do protokolu. Tím byly získány data o četnosti výskytu sledovaných druhů u obou variant ve všech opakováních.

4.3.3 Hodnocení kvetení

Během každého transektového sčítání hmyzu, bylo současně hodnoceno kvetení rostlinných druhů. Intenzita kvetení jednotlivých druhů byla hodnocena na stupnici od 0,5 do 3. Číslíci 3 byly označeny nejhojněji se vyskytující kvetoucí druhy, druhy se střední hustotou kvetení číslíci 2, číslíci 1 druhy kvetoucí jen na malé ploše a velmi řídké se vyskytující druhy číslíci 0,5.

Hodnoceny byly v daném pásu všechny kvetoucí druhy včetně kvetoucích plevelů, či jiných druhů pocházejících z náletu, nečistot osiva, půdní zásoby či výdrolu z předchozích směsí nektarodárných pásů. V takto obohacené směsi byl hodnocen podíl kvetoucích plevelů a dalších necílových druhů rostlin na atraktivitě varianty.

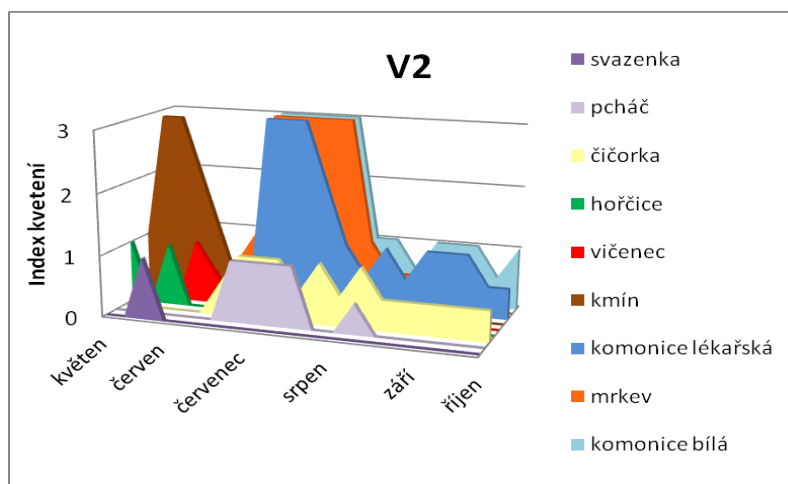
Získaná data byla zpracována v MS Excel 2010 a vyhodnocena pomocí statistického programu STATGRAPHICS Plus 4.0 statistickou metodou analýzy rozptylu (ANOVA) a testováním pomocí metody Duncans' s test na hladině významnosti 0,05.

5 Výsledky

5.1 U větrolamu

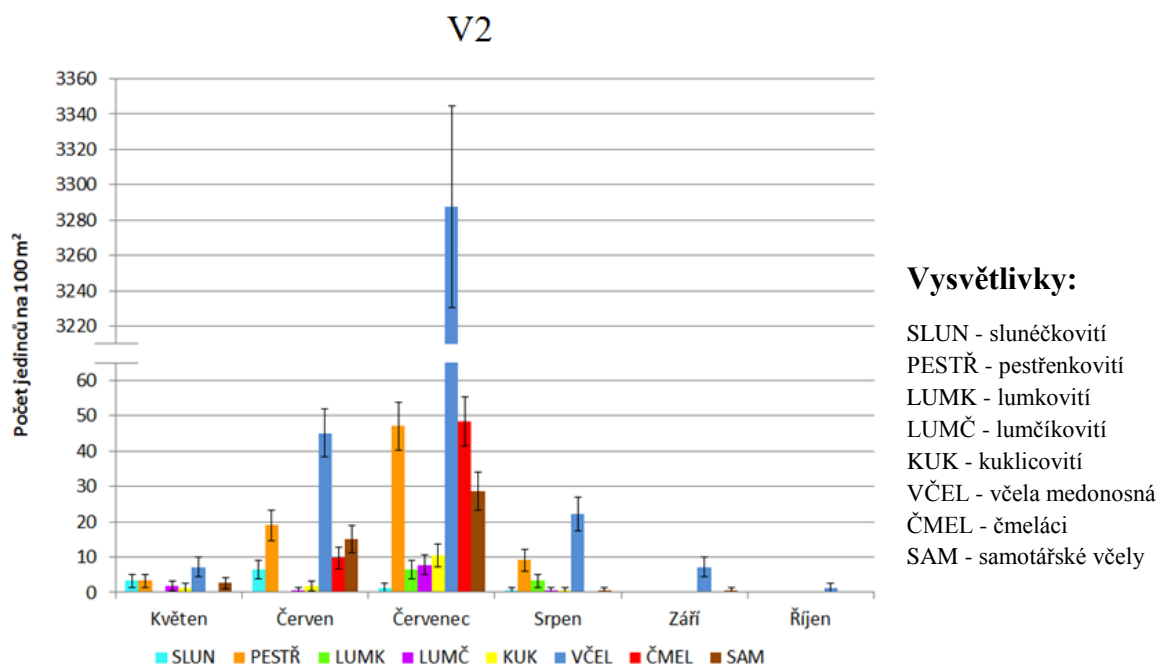
5.1.1 V2 – neseaná

Graf 1. Intenzita kvetení rostlinných druhů: U větrolamu V2 – neseaná.



Tato varianta kvetla po celou dobu vegetace od začátku května do října (Graf 1). Během **května** nejintenzivněji kvetl **kmín**. Koncem června a v **červenci** dosahovaly nejvyšší intenzity kvetení **komonice bílá, lékařská a mrkev**. Z **plevelů** se z půdní zásoby uplatnil **pcháč**.

Graf 2. Průměrný počet jedinců na 100 m²: U větrolamu V2 – neseaná.

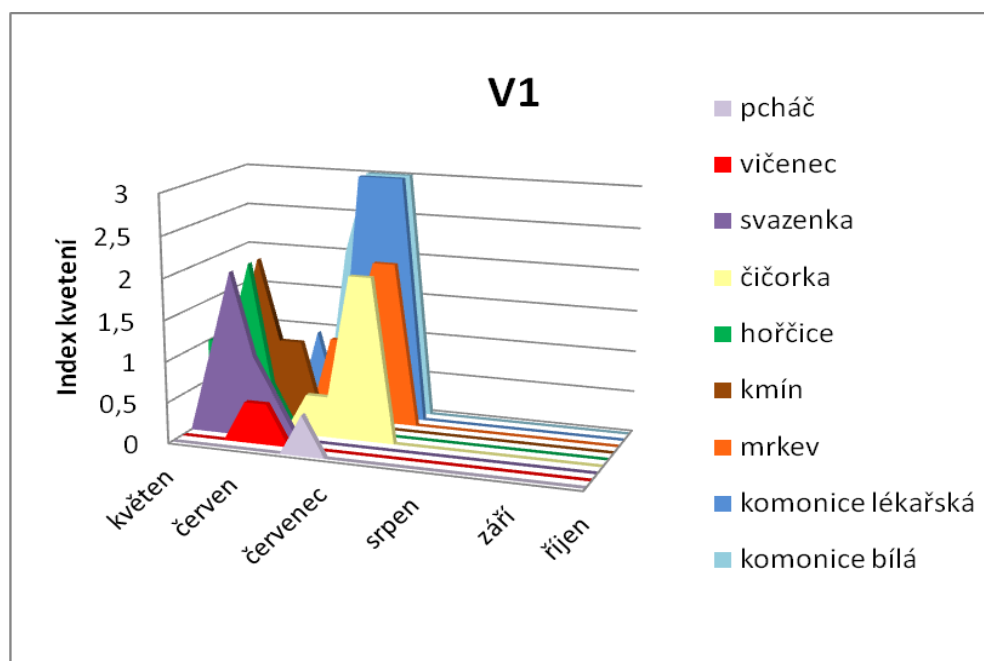


Výskyt všech sledovaných skupin hmyzu je uveden v Tab. 3–5, přílohy.

Nejvyšší hustota **včel** byla na této variantě pozorována v červenci (3288/100 m²). Stejně tak výskyt **čmeláků** (48/100 m²), **pestřenek** (47/100 m²) a **samotářských včel** (29/100 m²) byl nejvyšší v **červenci**. Včela medonosná se v menším množství vyskytovala až do října (Graf 2).

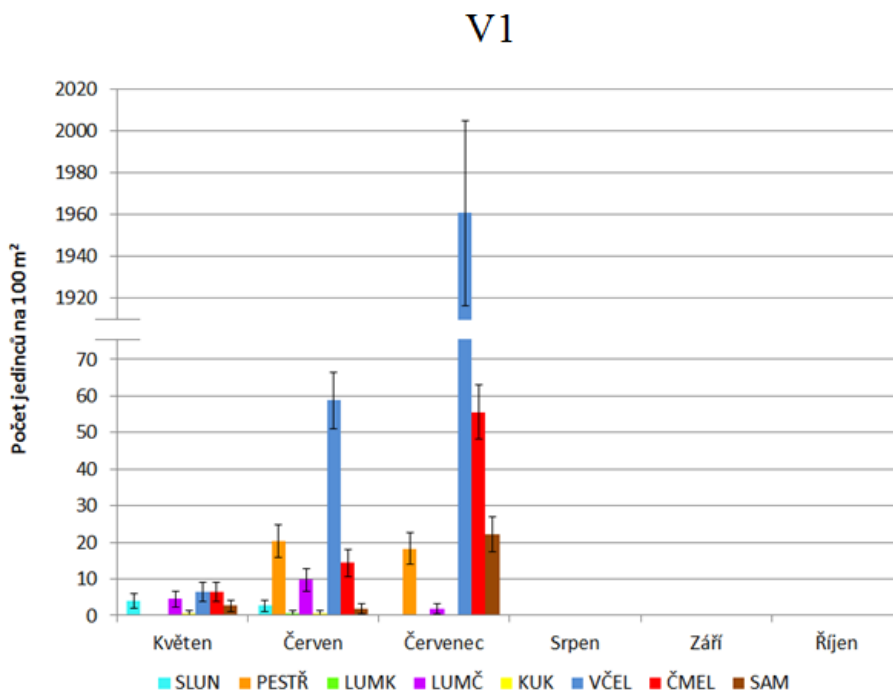
5.1.2 V1 – sekaná

Graf 3. Intenzita kvetení rostlinných druhů: U větrolamu V1 – sekaná.



Z grafu 3 lze pozorovat průběh kvetení od začátku května do poloviny července. V **květnu** kvetl porost **svazenky**, **hořčice** a **kmínu**. V **červnu** byly pro užitečné organismy nejvíce atraktivní květy **miříkovitých** a **komoníc**. V první půli **července** kvetla střední intenzitou čičorka a mrkev, s vysokou intenzitou **komonice bílá** a **lékařská**. 14. 7. 2014 byl porost zmulčován, vysoký nárůst biomasy komonice bílé a lékařské potlačil ostatní rostliny. V tomto termínu provedený pozdní mulč způsobil téměř **nulovou regeneraci** porostu a nelze ho v praxi doporučit.

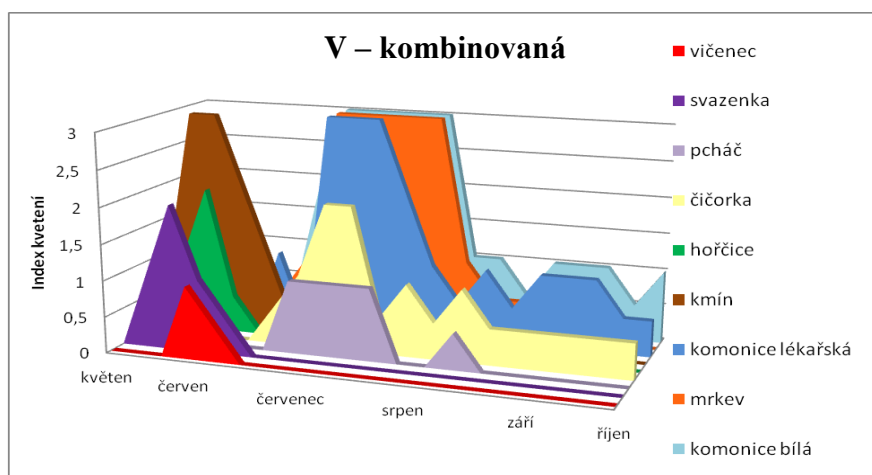
Graf 4. Průměrný počet jedinců na 100 m²: U větrolamu V1 – sekaná.



Počet užitečných organismů se zvyšoval od května do července, kde byl jejich maximální výskyt (Graf 4). Po zbytek sezóny se díky pozdnímu mulči užitečné organismy již nevyskytovaly. **Nejvyšší** výskyt včely medonosné byl v **červenci**, její hustota dosahovala 1961/100 m². **Nejvyšší** hustota čmeláků v **červenci** dosahovala téměř stejných hodnot jako výskyt včely medonosné v červnu 58 /100 m². **Samotářské včely** měli **maximum** výskytu v **červenci** (22/100m²). V **červnu** a **červenci** byl pozorován výskyt **pestřenek** v průměru 19/100m².

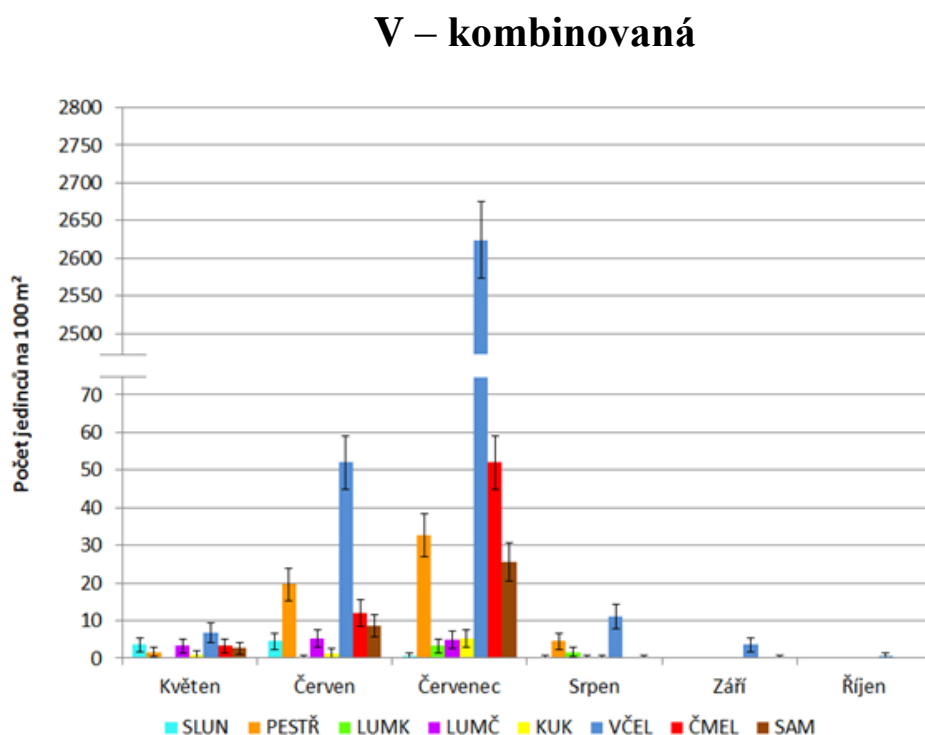
5.1.3 V – kombinovaná

Graf 5. Intenzita kvetení rostlinných druhů: U větrolamu V – kombinovaná.



Kombinovaná varianta u větrolamu (Graf 5), obsahuje souhrnně data z varianty 5.1.1. (U větrolamu V2 – neseaná) a 5.1.2 (U větrolamu V1 – seaná), se příliš nelišila od varianty 5.1.1. Díky pozdnímu mulči a silnému zastoupení komonice bílé i lékařské v porostu, které zadusily ostatní druhy ve směsi, se na výživě užitečných organismů podílela především neseaná varianta. **Maximální** hustoty kvetení dosáhl v **květnu kmín**, v **červenci komonice bílá, lékařská a mrkev**. Z kvetoucích **plevelů** se v porostu zapojil **pcháč**.

Graf 6. Průměrný počet jedinců na 100 m²: U větrolamu V – kombinovaná.

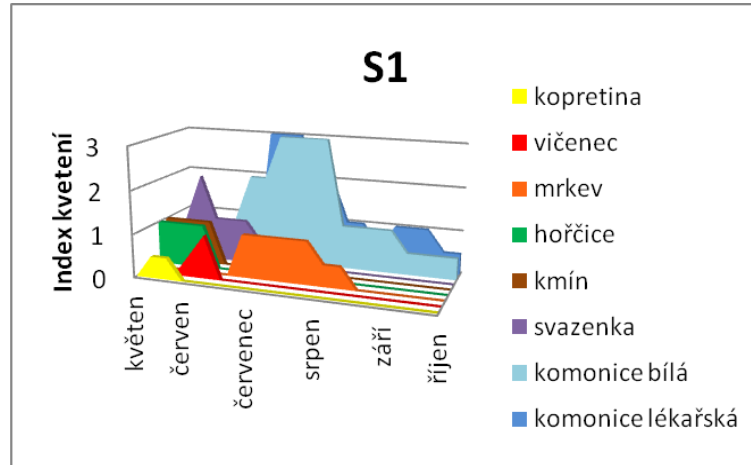


Kombinovaná varianta U větrolamu (Graf 6) obsahuje souhrnně data z varianty 5.1.1. (U větrolamu V2 – neseaná) a 5.1.2 (U větrolamu V1 – seaná). Počet užitečných organismů stoupal do **července** v době maximálního květu komonice bílé, lékařské a mrkve, kdy byl jejich výskyt nejvyšší. Ve **významné** míře se vyskytovaly **pestřenky** (33/100m²), **včely medonosné** (2624/100m²), **čmeláci** (52) a **samotářské včely** (26/100m²). Po provedení pozdního mulče varianta 5.1.2 nezregenerovala a veškerým zdrojem potravy se stala varianta 5.1.1, která již odkvétala. Množství užitečných organismů v průběhu **srpna, září a října** byl proto **minimální** (do 11/100m²).

5.2 U silnice

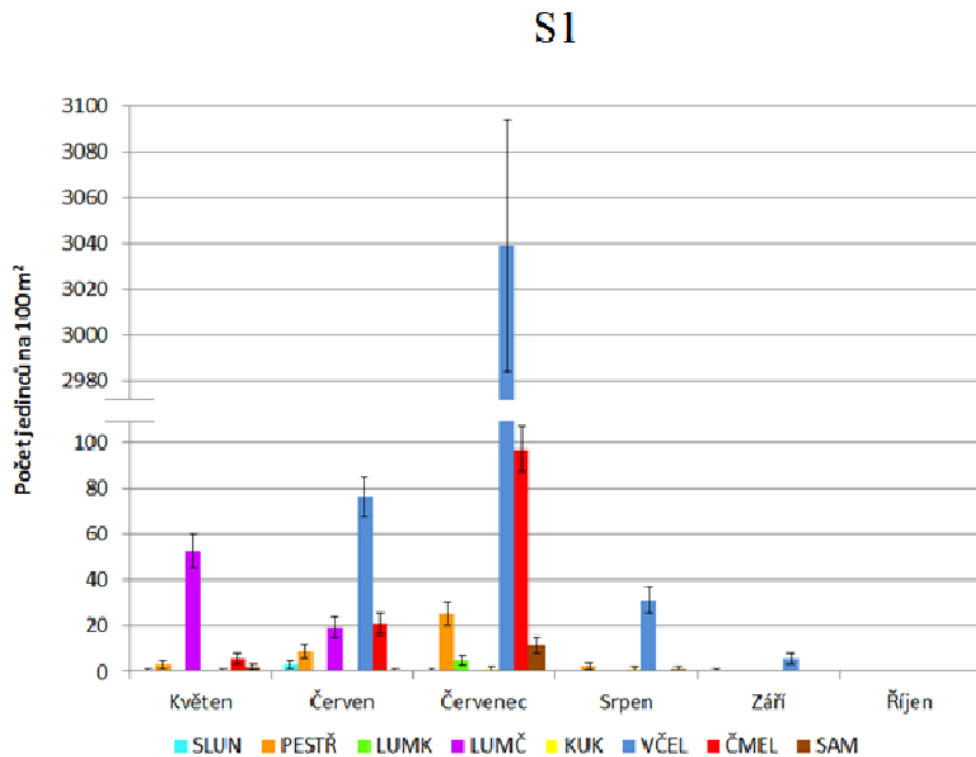
5.2.1 S1 – nesezaná

Graf 7. Intenzita kvetení rostlinných druhů: U silnice S1 – nesezaná.



Varianta S1 kvetla po celou dobu vegetace od května do října (Graf 7). **Květen** se vyznačoval **nejhojněji** kvetoucí **hořčicí**, **kmínem** a **svazenkou**. Maxima kvetení dosáhla varianta v **červenci**, kdy s **nižší** intenzitou kvetla **mrkev**, s **vysokou komonice bílá** a **lékařská**, které potlačily ostatní rostliny v porostu. Do konce vegetace kvetla pouze komonice bílá a lékařská.

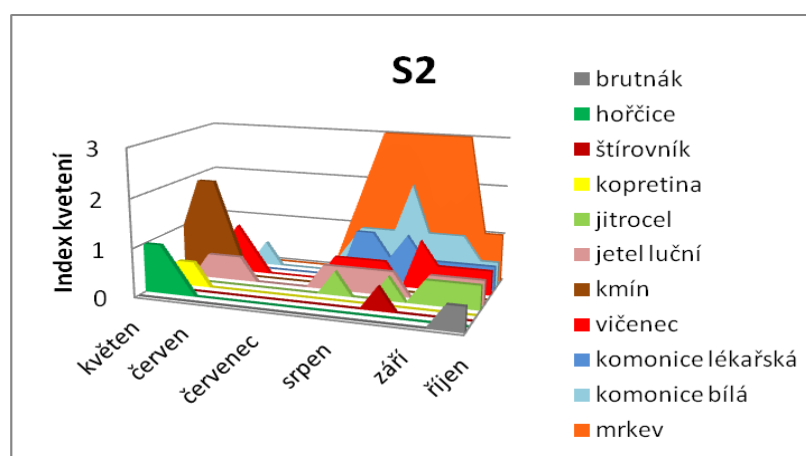
Graf 8. Průměrný počet jedinců na 100 m²: U silnice S1 – nesezaná.



Počet užitečných organismů v této variantě (Graf 8) se zvyšoval od května do července, v průběhu srpna a září klesal. V květnu byl zaznamenán vysoký počet lumčíkovitých (53/100m²), v červnu klesl (20/100m²). Pestřenky se vyskytovaly s rostoucí frekvencí do července, kdy bylo zaznamenáno jejich maximum 26/100m². Stejnou tendenci měl výskyt čmeláků, jehož maximální hustota v červenci dosahovala 97/100m². Vzestupný průběh měl výskyt včely medonosné, jeho maximum v červenci bylo 3039/100m², do září se počet včel snižoval.

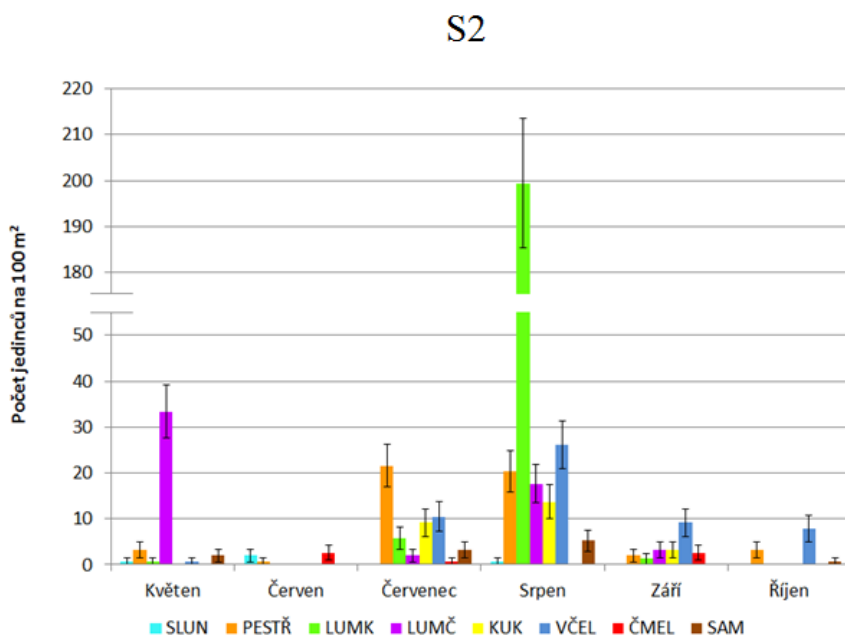
5.2.2 S2 – sekaná

Graf 9. Intenzita kvetení rostlinných druhů: U silnice S2 – sekaná.



V této variantě (Graf 9) kvetla na počátku vegetace hořčice, kopretina, jetel luční, vičenec, kmín a komonice bílá. 10. 6. 2014 byl proveden letní mulč, porost zreženeroval, od poloviny července bylo kvetení trvajícím do října obnoveno. S nízkou intenzitou kvetení kvetli téměř všechny druhy v průběhu celé vegetace: brutnák, jetel luční, jitrocel, komonice bílá, komonice lékařská, štírovník i vičenec. Od začátku srpna do poloviny října dosáhla mrkev maxima kvetení.

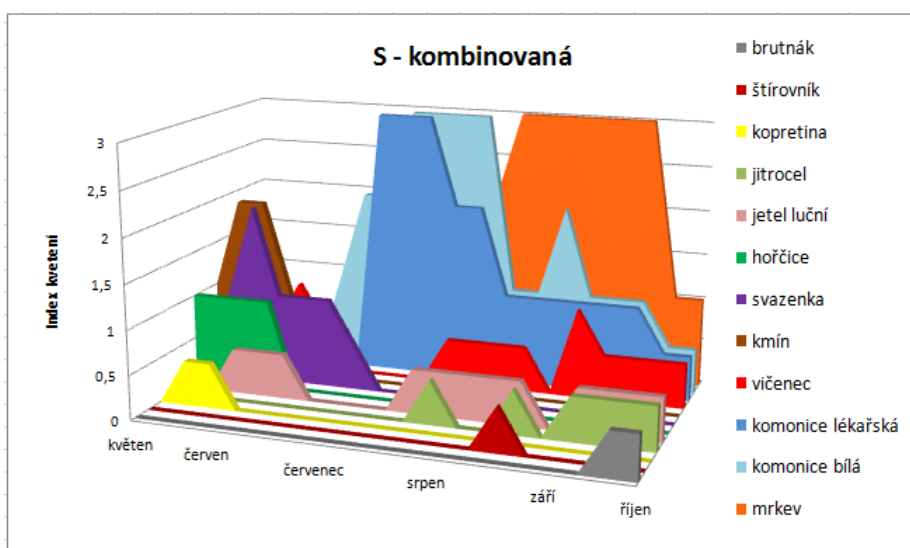
Graf 10. Průměrný počet jedinců na 100 m²: U silnice S2 – sekaná.



Varianta 5.2.2 (U silnice S2 – sekaná) (Graf 10) byla velmi atraktivní pro přirozené nepřátele, kteří se zde ve velkém počtu nacházeli v průběhu celé vegetace kromě června, kdy byl porost zmulčován. Od května do září byl zaznamenán výskyt **lumčíkovitých**, s maximální hodnotou v **květnu** 33/100m². Hustota **lumkovitých** byla nejvyšší v **srpnu**, kdy dosahovala 199/100m². **Maximální** počet **kuklic** byl zaznamenán v **srpnu** (14/100m²). **Pestřenky** dosahovaly stejných hodnot v **červenci** i **srpnu** (21/100m²). Počet **včel** byl v této variantě oproti ostatním podstatně **nižší**. Včely při svém maximu v srpnu dosahovali počtu 26/100m².

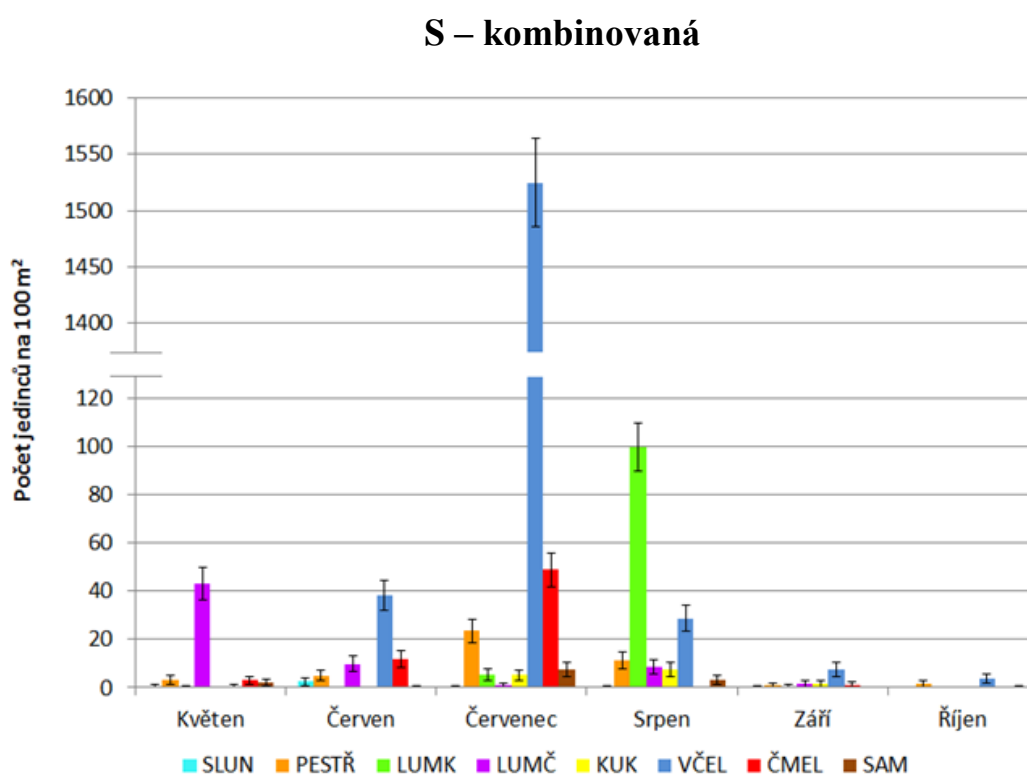
5.2.3 S – kombinovaná

Graf 11. Intenzita kvetení rostlinných druhů: U silnice S – kombinovaná.



Varianta 5.2.3 (U silnice S – kombinovaná) (Graf 11), obsahuje souhrnně data z varianty 5.2.1. (U silnice S1 – neseaná) a 5.2.2 (U silnice S2 – seaná). Kvetla s vysokou intenzitou po celou dobu vegetace od začátku května do začátku října. V **květnu** byla **vyšší** intenzita kvetení zaznamenána u **hořčice, svazenky a kmínu**. V průběhu **června** se nejvíce zapojil porost **svazenky**, ke konci června začaly intenzivně kvést **komice bílá a lékařská**, tento trend pokračoval v průběhu měsíce července. Od konce **července do října** kvetl s nižší intenzitou porost **jitrocele, vičence, jetele lučního, kominice bílé a lékařské**. Vysokou intenzitu kvetení měla od počátku srpna do poloviny září **mrkev**.

Graf 12. Průměrný počet jedinců na 100 m²: U silnice S – kombinovaná.



Varianta 5.2.3 (U silnice S – kombinovaná) (Graf 11), obsahuje souhrnně data z varianty 5.2.1. (U silnice S1 – neseaná) a 5.2.2 (U silnice S2 – seaná). **Maximální** výskyt **lumčíkovitých** byl v **květnu** (43/100m²) díky kvetoucímu kmínu. Hustota **pestřenkovitých** byla **nejvyšší** v **červenci** (24/100m²), stejně tak opylovačů – **včel medonosných** (1525/100m²) a **čmeláků** (49/100m²), v době nejhojněji kvetoucí kominice bílé a lékařské. **Srpen** byl **nejvýznamnějším** zdrojem potravy (kvetoucí mrkev) pro **lumky**, jejich počet byl 100/100m².

5.3 Kontrola

Kontrolní variantou byl od počátku vegetace do 19. 8. porost pšenice ozimé, po sklizni byl sledován výskyt hmyzu na strništi. Od 29. 8. byl kontrolou vzcházející porost řepky ozimé.

Výskyt sledovaného hmyzu byl v kontrolní variantě téměř nulový s výjimkou ojedinělého výskytu pestřenek ($2/100\text{m}^2$) a slunéček ($1/100\text{m}^2$) na dozrávající pšenici v průběhu července.

5.4 Srovnání variant

5.4.1 slunéčkovití

Slunéčka se nejhojněji vyskytovala v průběhu května a června v počtu do $6/100\text{m}^2$. Maxima výskytu dosáhla ve variantě 5.1.1 (U větrolamu V2 – nesekaná) v měsíci červnu.

5.4.2 pestřenkovití

Pestřenky (Obr. 4, přílohy) se vyskytovaly ve všech variantách. V červnu byl jejich výskyt ($20/100\text{m}^2$) vázán na variantu 5.1.2 (U větrolamu V1 – sekaná) a variantu 5.1.1 (U větrolamu V2 – nesekaná). V červenci se nejhojněji vyskytovali ve variantě 5.1.1 ($47/100\text{m}^2$). V srpnu ve variantě 5.2.2 (U silnice S2 – sekaná) v počtu $20/100\text{m}^2$. Výskyt pestřenek se statisticky lišil od kontroly ve všech variantách, nejvíce ve variantě V1 (Tab. 2, přílohy).

5.4.3 páteříčkovití

Páteříčkovití (Obr. 5, přílohy) se do července vyskytovali minimálně v množství do $8/100\text{m}^2$ (Tab. 3; 4; 5, přílohy). Maximální výskyt s velkým rozdílem oproti ostatním variantám, kde se téměř nevyskytovali, byl v červenci – varianta 5.1.1 (U větrolamu V2 – nesekaná) a dosáhl hodnoty $219/100\text{m}^2$.

5.4.4 síťokřídli

Zlatoočka se vyskytovala v průběhu května, června a července v počtu do $3/100\text{m}^2$. Maximálního výskytu dosáhla v červenci ve variantách 5.1.1 (U větrolamu V2 – nesekaná) a 5.2.1 (U silnice S1 – nesekaná).

5.4.5 kuklicovití

Ve variantě 5.1.1 (U větrolamu V2 – nesekaná) se kuklice (Obr. 6, přílohy) ve větší míře vyskytovaly jen v červenci ($11/100\text{m}^2$). Významnější výskyt kuklic byl sledován ve variantě 5.2.2 (U silnice S2 – sekaná) v průběhu července ($9/100\text{m}^2$), srpna ($14/100\text{m}^2$) i září ($3/100\text{m}^2$).

5.4.6 lumkovití

Lumkovití se ve významné míře vyskytovali u varianty 5.2.2 (U silnice S2 – sekaná) především v srpnu (199/100m²). Výskyt lumků se statisticky lišil od kontroly ve variantách S1, S2, S – kombinovaná, se stejnou hodnotou (Tab. 2, přílohy).

5.4.7 lumčíkovití

Lumčíkovití (Obr. 7, přílohy) byli zaznamenáni ve větší míře především u varianty 5.2.1 (U silnice S1 – nesekaná) v květnu (53/100m²) a červnu (20/100m²), v menší míře u varianty 5.2.2 (U silnice S2 – sekaná) v květnu (33/100m²) a srpnu (18/100m²). V malém množství také u zbývajících variant. Výskyt lumčíků se od kontroly statisticky lišil ve variantách S2 a S – kombinovaná, kde byl jejich rozdíl nejvyšší (Tab. 2, přílohy).

5.4.8 chalcidky

Nebyly zaznamenány.

5.4.9 opylovači

Opylovači se významně vyskytovali ve třech variantách 5.1.2 (U větrolamu V1 – sekaná), 5.1.1.(U větrolamu V2 – nesekaná), 5.2.1. (U silnice S1 – nesekaná). Včela medonosná dosahovala v těchto variantách hodnot 1961/100m², 3288/100m², 3040/100m². Čmeláci (Obr. 8, přílohy) v počtu pod 97/100m². Samotářské včely (Obr. 9, přílohy) se vyskytovaly v počtu pod 29/100m². Výskyt včely medonosné se statisticky lišil od kontroly ve všech variantách (S1 – nejvyšší odlišnost). Výskyt čmeláků se od kontroly statisticky lišil ve variantách V1, V2, V – kombinovaná, S1 (dosáhl největšího rozdílu), S – kombinovaná. Výskyt samotářských včel se od kontroly statisticky lišil ve všech variantách, nejvíce ve variantě V1 (Tab. 2, přílohy).

5.4.10 škůdci

V pásech se ve větší míře vyskytovali pouze dva škůdci, kovařík začoudlý (*Agriotes ustulatus*) a pilatka řepková (*Athalia rosae*) (Tab. 1). Kovařík se vyskytoval červenci a srpnu. Maxima výskytu dosáhl v červenci ve variantě 5.1.1 (U větrolamu V2 – nesekaná) 143/100m². Statisticky se jeho výskyt od kontroly lišil ve variantách V1 (největší statistický rozdíl), V – kombinovaná, S1, S2, S – kombinovaná (Tab. 2, přílohy). Pilatka (Obr. 10, přílohy) se vyskytovala v menší míře po celou dobu vegetace. Nejvyšší hustota pilatek byla ve variantě 5.2.2 (U silnice S2 – sekaná), svého maxima 299/100m² dosáhla

v září. Výskyt pilatky řepkové se od kontroly lišil ve variantách V1, V – kombinovaná, S2 (největší rozdíl) a S – kombinovaná (Tab. 2, přílohy).

Tab. 1. Průměrný výskyt škůdců na 100 m². Zvýrazněny jsou maximální hodnoty jednotlivých variant.

V1	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
kovařík začoudlý			14			
pilatka řepková	6	1	3			
V2	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
kovařík začoudlý			143	1		
pilatka řepková	12	5	34	2	1	
V - kombinovaná	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
kovařík začoudlý			78,5	0,5		
pilatka řepková	9	3	18,5	1	0,5	
S1	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
kovařík začoudlý			50			
pilatka řepková	1		4			
S2	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
kovařík začoudlý			36	53		
pilatka řepková	7		4	152	299	12
S - kombinovaná	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
kovařík začoudlý			43	26,5		
pilatka řepková	4		4	76	149,5	6

5.5 Nejatraktivnější varianta, optimální režim seče

Atraktivitu variant lze hodnotit na základě výskytu lumkovitých, lumčíkovitých, kuklic, pestřenek a opylovačů. Z variant s fázovaným režimem seče byla pro přirozené nepřátele nejatraktivnější varianta 5.2.2 (U silnice S2 – sekaná). Tato varianta měla nejvyšší výskyt pestřenek, lumkovitých, lumčíkovitých i kuklic. Pro opylovače, zejména včelu medonosnou byla nejatraktivnější varianta 5.1.1.(U větrolamu V2 – nesekaná) a varianta 5.2.1. (U silnice S1 – nesekaná) s hustotou včel nad 3000/100m².

Z kombinovaných variant byla nejatraktivnější 5.2.3 (U silnice S – kombinovaná), s rozfázovaným režimem seče. Časně provedený mulč 10. 6. 2014 zajistil regeneraci porostu a dostatek kvetoucích rostlin po celou dobu vegetace. Oproti tomu pozdně provedený mulč 14. 7. 2014 ve variantě 5.1.3 (U větrolamu V – kombinovaná), způsobil téměř nulovou regeneraci porostu a je lepší v takových případech fázovou sklizeň neprovádět.

6 Diskuze

Experiment prokázal významný vliv kvetoucích pásů na hustotu populace užitečných organismů a opylovačů v zemědělské krajině. Oproti kontrole (porost pšenice ozimé a řepky ozimé), na které byl zaznamenán pouze sporadický výskyt pestřenek a slunéček, bylo na kvetoucích pásích pozorováno široké spektrum užitečných organismů a opylovačů. Holý et al. (2012), taktéž prokázali vliv kvetoucích rostlin na zvýšený výskyt opylovačů, pestřenek, slunéček a denních motýlů.

Výskyt **slunéček** v porostech byl nízký, přesto že obsahovaly kvetoucí miříkovité rostliny, které jsou pro dospělce slunéček atraktivní (Kopta et al., 2012) a minimální výskyt mšic v porostu nemohl sloužit jako alternativní zdroj potravy. Mšice se nevyskytovaly ani v blízkém okolí, což bylo hlavním důvodem nízkého výskytu slunéček na sledované lokalitě, respektive na kvetoucích rostlinách.

Kuklicovití se v pásích vyskytovali minimálně. Atraktivní skupina rostlin pro kuklicovité jsou hvězdicovité, konkrétním velmi atraktivním příkladem je heřmánkovec (Šrámková et al., 2013), které v porostech v roce 2014 nevzešly v dostatečném počtu.

V našem pokusu se potvrdil vliv kmínu na výskyt **lumčíkovitých** (viz. Graf 9, 10; varianta 5.2.2 U silnice S2 – sekaná; též Graf 7, 8; varianta 5.1.2 U silnice S1 – nesekaná) a mrkve na výskyt **lumkovitých** (viz. Graf 9, 10; varianta 5.2.2 U silnice S2 – sekaná), které mají vhodnou anatomickou stavbu květu a nektar je pro parazitoidy lehce dostupný (Boller et al., 2004). Vhodnost mrkve a kmínu pro podporu výskytu lumčíků doporučují i jiní autoři (např. Šrámková et al., 2013).

Chalcidky nebyly v pokusu zaznamenány. Důvodem byl nejspíše vliv okolní kulturní krajiny s velmi nízkou biodiverzitou. Chalcidky vzhledem ke své malé velikosti létají jen na krátké vzdálenosti (desítky metrů) a kvetoucí pásy byly pro ně příliš vzdálené.

Komonice bílá a komonice lékařská patří mezi významné nektarodárné rostliny. Výskyt **včely medonosné** byl v našich pokusech významně vázán na jejich květ. Holý et al. (2012) označili komonici bílou a svazenku jako nejdůležitější rostliny pro podporu výskytu opylovačů, díky vysokému obsahu nektaru a dlouhé době kvetení. Tyto rostliny by neměly chybět ve směsi nektarodárných pásů.

Díky časně provedenému mulči 10. 6. 2014 ve variantě 5.2.2 (U silnice S2 – sekaná) bylo obnoveno květenství pásu, obnovené kvetení mělo význam zejména pro včelu medonosnou jako zdroj podzimní snůšky. Význam pásů pro opylovače v pozdním létě studovali Holý et al. (2012) a Šrámková et al. (2013). V daném období je výskyt přirozeně kvetoucích rostlin velmi nízký, kvetoucí pásy jsou díky tomu opylovači hojně navštěvované a důležité jako zdroj pylu a nektaru.

Škůdci se vyskytovali na kvetoucích rostlinách v malém počtu druhů. V hojně míře se vyskytovala pilatka řepková, jejíž housenice škodí na rostlinách z čeledi brukvovitých. Vyskytovala se zejména v době květu mrkve a komonic. Druhým hojněji se vyskytujícím škůdcem byl kovařík začoudlý, poškozující podzemní části rostlin, který se vyskytoval na okolicích mrkve. Okolní porosty polních plodin nebyly nijak zasaženy škůdci vyskytujícími se na kvetoucích pásích. Vliv škůdců vyskytujících se v biopásích na okolní porosty sledovali Holý et al. (2012) a Šrámková et al. (2013). V žádném z těchto pokusů neměli škůdci negativní vliv na přilehlé kontrolní porosty (pšenice ozimé, řepky ozimé).

Údržba kvetoucích pásů

Důležitost správného načasování termínu seče byla porovnána mezi variantami 5.1.2 (U větrolamu V1 – sekaná) a 5.2.2 (U silnice S2 – sekaná). Varianta 5.1.2 zmulčována 14. 7. 2014 ve výšce 20 cm, měla vysoké zastoupení komonice bílé a lékařské, které potlačily ostatní druhy ve směsi. Vlivem pozdně provedeného mulče nebyla varianta 5.1.2 schopna do října zregenerovat. Ostatní druhy rostlin v podrostu v té době již odumřely a rostliny komonic byly vyrostlé do výšky přesahující 2 m (z důvodu brzkého a srážkově optimálního jarního období), proto ani ponechání strniště 20 cm neumožnilo regeneraci rostlin komonic. U takto přerostlého porostu by muselo být ponecháno strniště ve výšce alespoň 0,5 m. V tomto případě je provádění fázované seče kontraproduktivní a místo prodloužení doby kvetení dojde ke snížení potravních zdrojů pro cílové druhy hmyzu. Oproti tomu varianta 5.2.2 zmulčována 10. 6. 2014 ve výšce 20 cm, zregenerovala, od poloviny července bylo kvetení obnoveno. S nízkou intenzitou kvetení zregeneroval brutnák, štírovník, jitrocel, jetel luční, vičenec, komonice lékařská, komonice bílá. Mrkev zregenerovala s maximální intenzitou kvetení. Optimální termín seče je dle Šrámkové et al. (2013) od konce června do začátku července. Při časnějším termínu seče je možné mulč provést níže u země. Pozdní

mulč vyžaduje ponechání rostlin o výšce cca 20 cm, k urychlení regenerace, vytvoření květů v druhé polovině srpna.

Výběr vhodného stanoviště pro založení biopásu je možné demonstrovat na variantě 5.1.3 (U větrolamu V – kombinovaná), který byl založen na pozemku se zásobou semen plevelů v půdě. Plevelé, hlavně ty vytrvalé jako pcháč rolní, by měly být z pozemku odstraněny před založením porostu (Green et al., 2011). V našem případě opakovaným zpracováním půdy a chemickým ošetřením v roce 2013 při zakládání porostu. Přesto se rostliny pcháče vyskytovaly ve směsi i v roce 2014.

Vliv vhodného termínu seče na redukci plevelů byl pozorován ve variantě 5.1.1 (U větrolamu V2 – nesekaná). V červenci se v porostu vyskytnul pcháč, který kvetl se střední intenzitou až do srpna a dozralá semena byla rozšiřována do okolí. Oproti tomu ve variantě 5.1.2 (U větrolamu V1 – sekaná) se pcháč v porostu prosadil pouze na začátku července s velmi nízkou intenzitou. Vlivem následného mulče nedošlo k regeneraci kvetoucích rostlin do konce vegetace a biopás nebyl zdrojem semen tohoto nebezpečného plevelu. Význam letní seče k omezení možnosti dozrání a následného vysemenění plevelů uvádějí i Šrámková et al.(2013).

7 Závěr

Experiment jednoznačně prokázal vliv kvetoucích pásů na zvýšení populací a diverzity užitečných organismů a opylovačů. Oproti kontrolním porostům (pšenice ozimá, později vzcházející řepka ozimá), kde se vyskytovali užitečné organismy jen sporadicky v počtu do 2 jedinců/100 m², byl výskyt užitečných organismů v pásích vysoký. Lumkovití dosahovali množství až 199 jedinců/100m² (varianta S2), lumčíkovití až 53 jedinců/100m² (varianta S1), pestřenkovití až 47 jedinců/100m² (varianta V2), včela medonosná až 3287 jedinců/100m² (varianta V2).

Výskyt ostatních sledovaných druhů (slunéčkovití, síťokřídlý, kuklicovití a chalcidky) byl minimální do 14 jedinců/100 m² nebo nulový. Páteříčkovití, byli pozorováni ve větším počtu pouze u varianty U větrolamu – nesekaná v červenci v počtu 219 jedinců/100m².

Potvrdil se vliv miříkovitých rostlin na výskyt parazitoidů. Varianta U silnice S2 – sekaná byla nejatraktivnější variantou pro lumčíky a lumky. Výskyt lumčíků byl vázán na kvetoucí kmín. Lumci navštěvovali ve velkém počtu mrkev. Včela medonosná se nejhojněji vyskytovala ve variantě U větrolamu V2 – nesekaná, vázána na květ kominice bílé a lékařské.

Údržba kvetoucích pásů má významný vliv na intenzitu a dobu kvetení. Časně provedená letní seč (10. 6.) v pásu U silnice, poskytla bohatý zdroj nektaru k pokrytí potravních potřeb užitečných organismů a opylovačů. Nesekaná část pásu kryla potravní potřeby užitečných organismů a opylovačů do konce července, kdy začala odkvétat. Sekaná varianta zregenerovala a poskytovala nektar od srpna do října. Kombinovaný způsob seče je optimální a kontinuálně poskytuje nektar a pyl po celou dobu vegetace. Tato varianta byla nejhojněji navštěvovaná užitečnými organismy.

V době provedení pozdní letní seče (14. 7.) v pásu U větrolamu, byl porost již značně narostlý a rostliny kominice bílé a lékařské potlačily růst ostatních rostlin. Pozdní mulč způsobil téměř nulovou regeneraci porostu, kdy ani rostliny kominic nedokázaly při výšce strniště 20 cm obrazit a odumřely. V takových případech je lepší fázovou sklizeň neprovádět a celý porost posekat až na podzim.

Z významných škůdců polních plodin se v pásích vyskytovala pilatka řepková a kovařík začoudlý, bez negativního vlivu na okolní porosty pšenice ozimé a řepky ozimé.

Testovaná hypotéza byla potvrzena. Kvetoucí pásy zvýšily výskyt opylovačů, predátorů a parazitoidů v zemědělské krajině. Způsob zakládání a údržby pásů má vliv na jeho účinnost.

8 Seznam literatury

- Alomar, O., Gabarra, R., González, O., Arnó, J. 2006. Selection of insectary plants for ecological infrastructure in Mediterranean vegetace crops. *Landscape Management for Functional Biodiversity*. IOBC/WPRS Bulletin. 29. 5–8.
- Altieri, M., A., Nicholls, C., I., Fritz, M., A. 2005. Manage your insects on your farm. A guide to ecological strategies. *Sustainable Agriculture Research and Education*. College Park. 119. ISBN: 1-888626-10-0.
- Araj, S., A., Wratten, S., D., Lister, A., J., Buckley, H., L. 2006. Floral nectar affects longevity of the Aphid parasitoid *Aphidius ervi* and its hyperparasitoid *Dendrocerus aphidum*. *New Zealand Plant Protection*. 59. 178–183.
- Belz, E., Kölliker, M., Balmer, O. 2012. Olfactory attractiveness of flowering plants to the parasitoid *Microplitis mediator*: potential implications for biological control. *BioControl*. 58 (2). 1–11.
- Berndt, L., A., Wratten, S., D., Scarratt, S., L. 2006. The influence of floral resource subsidies on parasitism rates of leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) in New Zealand vineyards. *Biological Control*. 37. 50–55.
- Biesmeijer, J., C., Roberts, S., P., M., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A., P., Potts, S., G., Kleukers, R., Thomas, C., D., Settele, J., Kunin, W., E. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*. 313. 351–354.
- Bogusch, P. 2010. Parazitické strategie blanokřídlých. *Živa*. 57. 222–224.
- Boller, E., F., Häni, F., Poehling, H., M. 2004. Ecological infrastructures: Ideabook on Functional Biodiversity at the Farm Level. First edition. Switzerland. 212. ISBN: 3906776-07-7.

- Breeze, T., D., Vaissière, B. E., Bommarco, R., Petanidou, T., Seraphides, N., Kozák, L., Scheper, J., Biesmeijer, J. C., Kleijn, D., Gyldenkerne, S., Moretti, M., Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Potts, S. G. Agricultural Policies Exacerbate Honeybee Pollination Service Supply-Demand Mismatches Across Europe [online]. Plos One. 8th January 2014. [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0082996>>.
- Český statistický úřad. Soupis ploch osevů - 2013 - plodiny sklizené na zeleno, ostatní plodiny [online]. 11. července 2013 [cit. 2015-2-15]. Dostupné z: <<https://www.czso.cz/documents/10180/20543411/21041304.pdf/c8e536e1-290c-43f2-88f6-fd39f1c405ae?version=1.0>>.
- Český statistický úřad. Soupis ploch osevů - 2013 - zrniny, okopaniny, technické plodiny [online]. 11. července 2013 [cit. 2015-2-15]. Dostupné z: <<https://www.czso.cz/documents/10180/20543411/21041303.pdf/b685e629-6c7f-4bb7-acea-955903ef49a7?version=1.0>>.
- Český statistický úřad. Soupis ploch osevů - 2014 - plodiny sklizené na zeleno, ostatní plodiny [online]. 11. července 2014 [cit. 2015-2-15]. Dostupné z: <<https://www.czso.cz/documents/10180/20543415/2701431404.pdf/26d7df7a-4ab7-46e1-943d-edfd98d23c22?version=1.0>>.
- Český statistický úřad. Soupis ploch osevů - 2014 - zrniny, okopaniny, technické plodiny [online]. 11. července 2014 [cit. 2015-2-15]. Dostupné z: <<https://www.czso.cz/documents/10180/20543415/2701431403.pdf/ffd5e8c9-54cd-492f-b084-55962a7f1668?version=1.0>>.
- Dennis, P., Wratten, S., D. 1991. Field manipulation of populations of individual staphylinid species in cereals and their impact on aphid populations. *Ecological Entomology*. 16 (1). 17–24.

- Eagri. Dotace na tzv. ozelenění neboli greening, na opatření Ekologického zemědělství a Dobré životní podmínky zvířat [online]. 12. srpna 2014 [cit. 2015-3-9]. Dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/zahranicni-vztahy/cr-a-evropska-unie/spolecna-zemedelska-politika/dotace-na-tzv-ozeleneni-neboli-greening.html>>.
- English-Loeb, G., Rhainds, M., Martinson, T., Ugine, T. 2003. Influence of flowering cover crops on *Anagrus* parasitoids (Hymenoptera: Mymaridae) and *Erythroneura* leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) in New York vineyards. *Agricultural and Forest Entomology*. 5. 173–181.
- Goulson, D. 2010. *Bumblebees. Behaviour, ecology and conservation*. Oxford university press. New York. 317. ISBN: 9780199553075.
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., Rotheray, E., L. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers [online]. *Science*. 26. února 2015 [cit. 2015-3-9]. Dostupné z: <<http://www.sciencemag.org/content/early/2015/02/25/science.1255957>>.
- Green, M., Ward, D., Whiting, D. How to grow nectar flower mixtures. *Natural England Technical Information Note TIN094*. [online]. Natural England. 2011. [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <<http://publications.naturalengland.org.uk/file/94020>>.
- Havlát, F., Potočiarová, E., Zámečník, V., Černá, M. 2007. BIOPÁSY Agroenvironmentální dotační titul. Brožura vydaná Ministerstvem životního prostředí a Agro Havlát s.r.o. 2–8.
- Hawro, V., Ceryngier, P., Tschardtke, T., Thies, C., Gagic, V., Bengtsson, J., Bommarco, R., Winqvist, C., Weisser, W., W., Clement, L., W., Japoshvili, G., Ulrich, W. 2015. Landscape complexity is not a major trigger of species richness and food web structure of European cereal aphid parasitoids. *BioControl*. 60 (1).
- Hendrickson, J., R., Hanson, J., D., Tanaka, D., L., Sassenrath, G. 2008. Principles of integrated agricultural systems: Introduction to processes and definition. *Renewable agriculture and Food Systems*. 23 (4). 265–271.

- Holland, J., M., Oaten, H., Southway, S., Moreby, S. 2008. The effectiveness of field margin enhancement for cereal aphid control by different natural enemy guilds. *Biological Control*. 47 (1). 71–76.
- Holý, K. 2012. Podpora výskytu přirozených opylovačů a užitečných organismů v zemědělské krajině. *Agrotip*. 11–12. 26–29.
- Holý, K., Falta, V., Vávra, R. 2012. Vliv kvetoucích rostlin na výskyt užitečných organismů v jabloňovém sadu. *Zahradnictví*. 11(10). 14–17.
- Holzschuh, A., Dewenter, I., S., Tschardtke, T. 2008. Agricultural landscapes with organic crops support higher pollinator diversity. *OIKOS*. 117 (3). 354–361.
- Honěk, A., Lukáš, J., Martínková, Z., Pultar, O., Řezáč, M. 2008. Význam predátorů a parazitoidů v integrovaných systémech ochrany rostlin. *Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně*. 64. ISBN: 978-80-87011-60-7.
- Hudec, K., Gutten, J. 2007. *ENCYKLOPEDIÉ CHOROBY A ŠKUDCŮ Komplexní ochrana vaší zahrady*. Computer Press. Brno. 248. ISBN: 978-80-251-1768-2.
- Johanowicz, D., L., Mitchell, E., R. 2000. Effects of Alyssum Flowers on the Longevity of the Parasitoid Wasps *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) and *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *The Florida Entomologist*. 83 (1). 41–47.
- Kazda, J., Jindra, Z., Kabiček, J., Prokinová, E., Ryšánek, P., Stejskal, V. 2003. *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. Vydavatelství odborných časopisů Zemědělec, Farmář, Úroda. Praha. 157. ISBN: 8086726037.
- Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. 2010. *Encyklopedie ochrany rostlin*. Profi Press s. r. o. Praha. 399. ISBN: 9788086726342.
- Kazda, J., Prokinová, E., Ryšánek, P. 2007. *Škůdci a choroby rostlin*. Euromedia Group k. s. Praha. 288. ISBN: 9788024218861.
- Kazda, J., Škeřík, J., et al. *Metodika integrované ochrany řepky*. 2008. SPZO s.r.o. 77.

- Klein, A., M., Vaissière, B., E., Cane, J., H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S., A., Cunningham, S., A. Tscharntke, T. 2007. Importance of Pollinators in Changing Landscapes for World Crops. *Proceedings of the Royal Society B Biological science*. 274. 303–313.
- Kocourek, F., Falta, V., Stará, J., Holý, K., Horská, T., Vávra, R. 2013. Minimalizace rizik pesticidů v integrované produkci jádovin. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. 71. ISBN: 978-80-7427-145-8.
- Kocourek, F., Stará, J., Falta, V., Rotrekl, J. 2008. Metody ochrany kukuřice proti zavíječi kukuřičnému – ochrana genetická, chemická, biologická a agrotechnická. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. 37. ISBN: 978-80-87011-90-4.
- Kopta, T., Pokluda, R., Psota, V. 2012. Attractiveness of flowering plants for natural enemies. *Hort. Sci. Prague*. 39 (2). 89–96.
- Macek, J., Straka, J., Bogusch, P., Dvořák, L., Bezděčka, P., Tyrner, P. 2012. Blanokřídli České republiky I. – žahadloví. Academia. Praha. 524. ISBN: 978-80-200-1772-7.
- Marada, P. 2009. Zaměřeno na ochranu přírody a krajiny a myslivost. Biopásy – požadavky na tvorbu a související dotační politika [online]. Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky MZLU v Brně. [cit. 2015-4-10]. Dostupné z: <http://web2.mendelu.cz/pcentrum/publikace/34_biopasy.pdf>.
- Mazánek, L., Beran, L. 2006. Pestřenkovití (Syrphidae, Diptera) CHKO Kokořínsko. *Bohemia centralis*. Praha. 27. 443–455.
- Ministerstvo zemědělství. Program rozvoje venkova na období 2014 – 2020. Verze schválená vládou ČR dne 9. 7. 2014 [online]. 9. července 2014 [cit. 2015-4-10]. Dostupné z: <file:///C:/Users/pc1/Desktop/PRV_do_vlady.pdf>.
- Sandhu, H., S., Wratten S., D., Cullen R. 2010. Organic agriculture and ecosystem services. *Environmental Science & Policy*. 13. 1–7.
- Scarratt, S., L., Wratten, S., D., Shishehbor, P. 2008. Measuring parasitoid movement from floral resources in a vineyard. *Biological Control*. 46. 107–113.

- Scheper, J., Reemer, M., Kats, R., Ozinga, W., A., Linden, G., T., J., Schaminée, J., H., J., Siepel, H., Kleijn, D. 2014. Museum specimen reveal los sof pollen host plants as key factor driving wild bee decline in The Netherlands. PNAS. 111 (49). 17552–17557.
- Stelzl, M., Devetak, D. 1999. Neuroptera in agricultural ecosystems. Agriculture, Ecosystems & Environment. 74 (1-3). 305–321.
- Svensson, B. 2002. Foraging and nesting ekology of bumblebees (*Bombus* spp.) in agricultural landscapes in Sweden. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. 125. ISBN: 91-5765-847-1.
- Šarapatka, B., Urban, J., Dyrtrtová, K., Čížková, S. 2008. Doporučení pro ekologické zemědělství vedoucí k vyššímu přínosu pro přírodu a krajinu. Bioinstitut, o.p.s. 59.
- Šefrová, H. 2006. Rostlinolékařská entomologie. Brno: Konvoj. 257. ISBN: 80-7302-086-6.
- Šefrová, H., Laštůvka, Z. 2013. Hmyz nejsou jen škůdci. Rostlinolékař. 24 (3). 28–29.
- Šrámková, A. Podpora populací opylovačů a dalšího užitečného hmyzu v intenzivním zemědělství – diplomová práce. 2014. ČZU v Praze. 80.
- Šrámková, A., Holý, K., Nerad, D. 2013. Podpora výskytu opylovačů a užitečného hmyzu v zemědělské krajině. Agrotip. 11-12. 28–31.
- Váchal, J., Němec, J., Hladík, J. 2011. Pozemkové úpravy v České republice. Consult. 208. ISBN: 80-903482-8-9.
- Williams, L., Hendrix, D., L. 2008. Comparing different floral resources on longevity of a parasitic wasp. Agricultural and Forest Entomology. 10. 23–28.
- Winkler, K. 2005. Assessing the risk and benefits of flowering field edges. Strategic use of nectar sources to boost biological kontrol. Thesis Wageningen University. 118. ISBN: 90-8504-319-0.
- Wratten, S., D., Bowie, M., H., Hickman, J., M., Evans, A., M., Sedcole, J., R., Tylianakis, J., M. 2003. Field boundaries as barriers to movement of hoverflies (Diptera: Syrphidae) in cultivated land. Oecologia. 134 (4). 605–611.

9 Seznam příloh

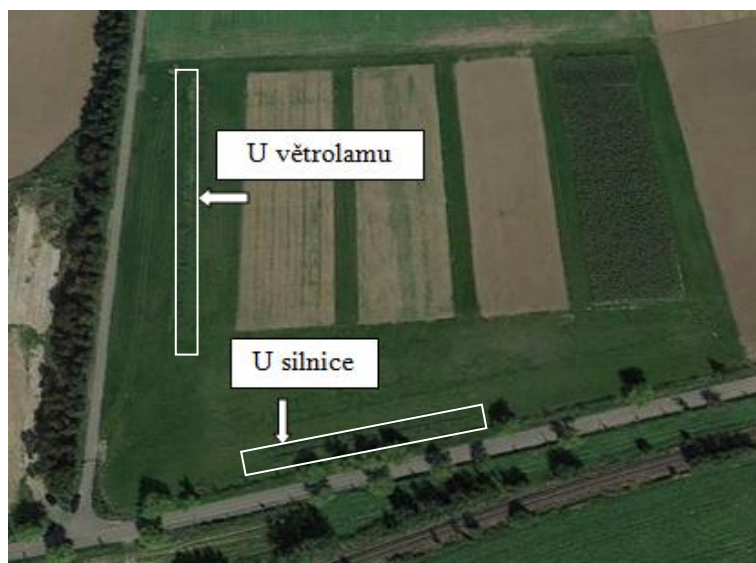
Obrázky

Obr. 1. Pokusný pozemek v Kněževsi u Prahy.....	62
Obr. 2. Pás U větrolamu – průběh vegetace	62
Obr. 3. Pás U silnice – průběh vegetace	63
Obr. 4. Pestřenka psaná.....	63
Obr. 5. Páteříček.....	63
Obr. 6. Kuklice.....	64
Obr. 7. Lumčík.....	64
Obr. 8. Čmelák skalní.....	64
Obr. 9. Samotářská včela	64
Obr. 10. Pilatka řepková.....	64

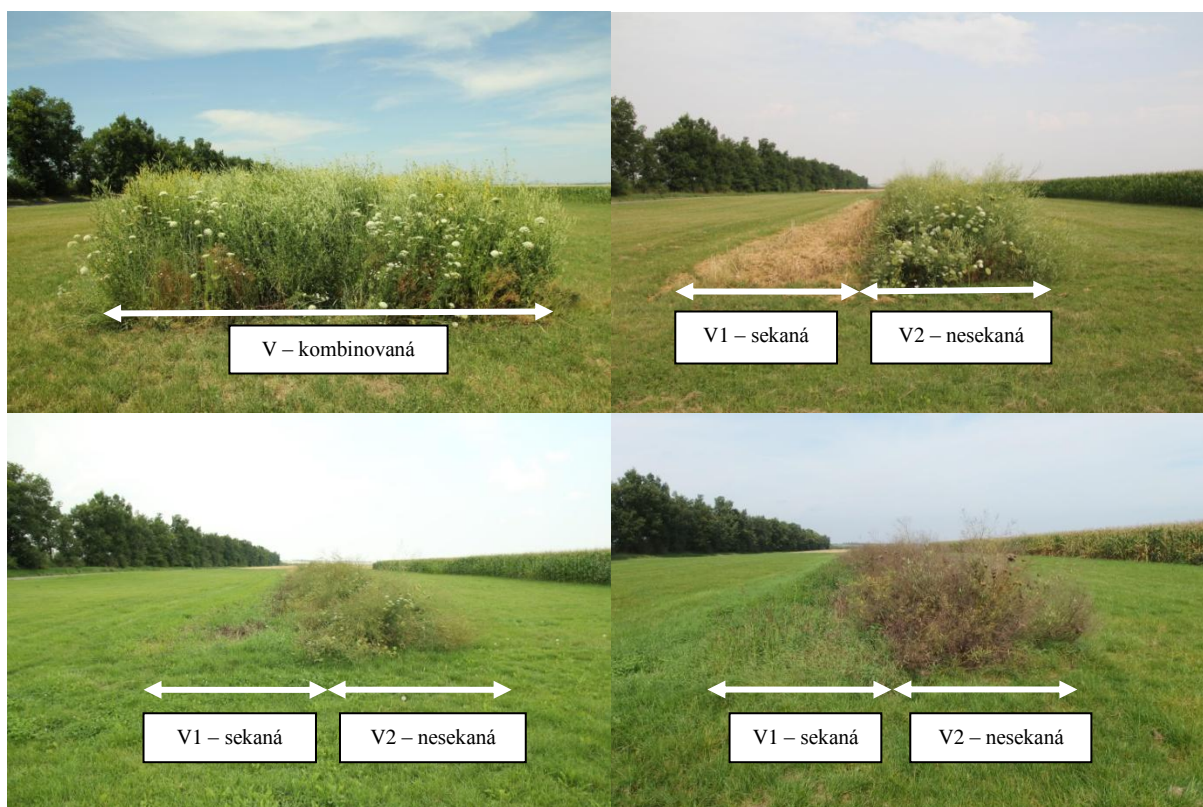
Tabulky

Tab. 1. Seznam druhů a podíl ve směsi.....	65
Tab. 2. Srovnání výskytu užitečných org., opylovačů a škůdců v jednotlivých variantách.	65
Tab. 3. Průměrný počet užitečných organismů na 100 m ² – KONTROLA.....	65
Tab. 4. Průměrný počet užitečných organismů na 100 m ² – U VĚTROLAMU.....	66
Tab. 5. Průměrný počet užitečných organismů na 100 m ² – U SILNICE.....	67

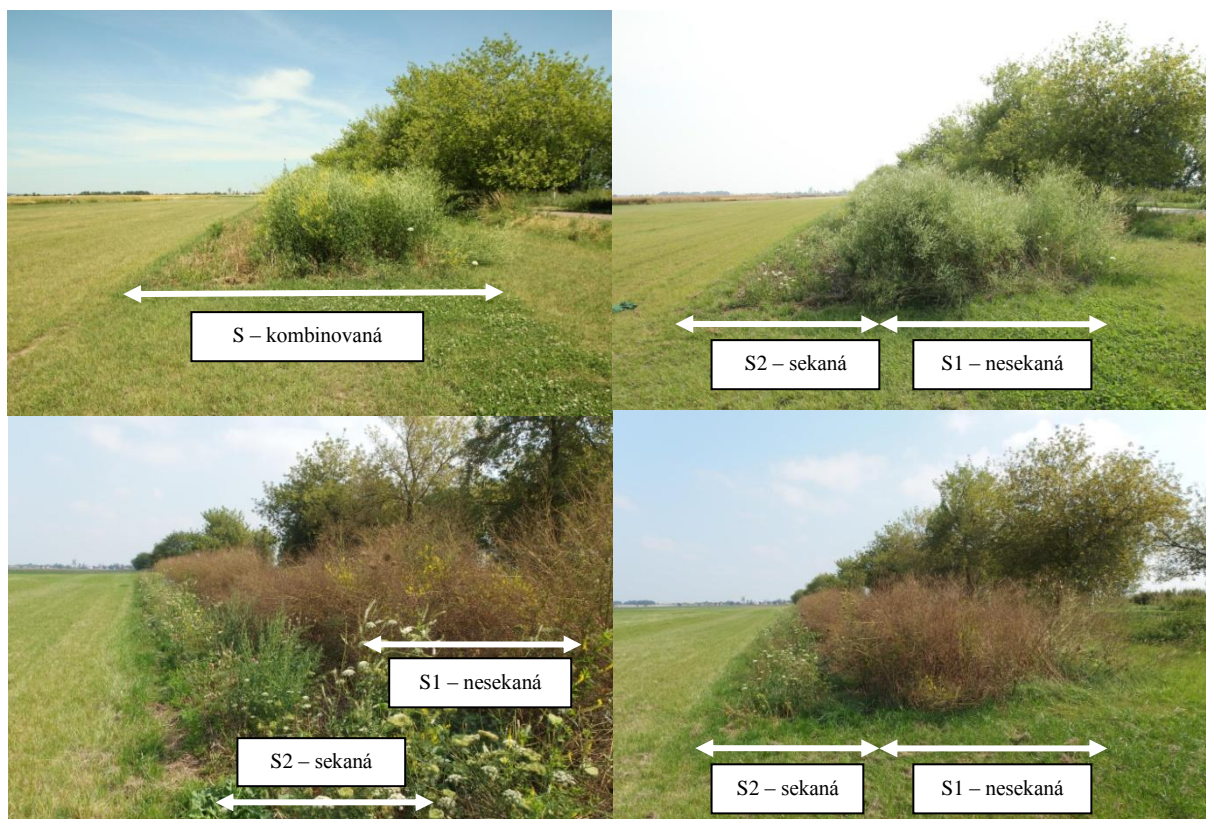
10 Přílohy



Obr. 1. Pokusný pozemek v Kněževsi u Prahy. Naznačená poloha pásů. Zdroj: Google Earth.



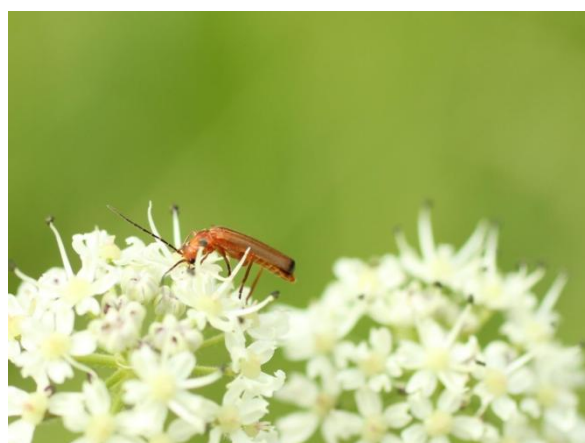
Obr. 2. Pás U větrolamu – průběh vegetace před (kvetoucí porost), během a po provedeném mulči (nezregenerovaný porost). Foto: Kamil Holý.



Obr. 3. Pás U silnice – průběh vegetace během mulče (kvete nezmulčovaná část) a po provedeném mulči (postupná regenerace porostu). Foto: Kamil Holý.



Obr. 4. **Pestřenka psaná**. Foto: Kamil Holý.



Obr. 5. **Páteříček**. Foto: Kamil Holý.



Obr. 6. **Kuklice.** Foto: Kamil Holý.



Obr. 7. **Lumčík.** Foto: Kamil Holý.



Obr. 8. **Čmelák zemní.** Foto: Kamil Holý.



Obr. 9. **Samotářská včela.** Foto: Kamil Holý.



Obr. 10. **Pilatka řepková.** Foto: Kamil Holý.

Tab. 1. Seznam druhů a podíl ve směsi.

Víceletá směs vysetá v roce 2013					
Druh		Čeleď		Délka vegetace (v letech)	hmotnostní podíl (v %)
Hořčice bílá	<i>Sinapis alba</i>	brukvovité	Brassicaceae	1	5
Jetel	<i>Trifolium nigrescens</i>	bobovité	Fabaceae	1	2,5
Jetel alexandrijský	<i>Trifolium alexandrinum</i>	bobovité	Fabaceae	1	2,5
Jetel luční	<i>Trifolium pratense</i>	bobovité	Fabaceae	více	3
Jetel panonský	<i>Trifolium pannonicum</i>	bobovité	Fabaceae	více	2
Jetel plazivý	<i>Trifolium repens</i>	bobovité	Fabaceae	více	5
kmín dvouletý	<i>Carum carvi</i>	mříkovité	Apiaceae	2	10
Komonice bílá - dvouletá	<i>Melilotus albus</i>	bobovité	Fabaceae	2	5
Komonice bílá - jednoletá	<i>Melilotus albus</i>	bobovité	Fabaceae	1	5
mrkev krmná	<i>Daucus carota</i>	mříkovité	Apiaceae	2	5
Pohanka obecná	<i>Fagopyrum esculentum</i>	rdesnovité	Polygonaceae	1	14
Svazenka sp.	<i>Phacelia spp.</i>	stružkovcovité	Hydrophyllaceae	1	16
Úročník bolhoj	<i>Anthyllis vulneraria</i>	bobovité	Fabaceae	2	10
Vičenec setý	<i>Onobrychis viciifolia</i>	bobovité	Fabaceae	více	15
Dodatečně přidána (nad 100 % hmotnostního podílu):					
Slunečnice roční (okrasná)	<i>Helianthus annuus</i>	hvězdnicovité	Asteraceae	1	2

Tab. 2. Srovnání výskytu užitečných organismů, opylovačů a škůdců v jednotlivých variantách.

	Srovnání výskytu užitečných organismů, opylovačů a škůdců v jednotlivých variantách							
	Pestřenky	Čmeláci	Včela medonosná	Samotářské včely	Lumčíci	Lumci	Pilatka řepková	Kovaříkoviti
V1	40±4,3c	29,7±4,9b	1719,0±24,5f	24,7±4,5e	5,3±2,9a	5,7±2,9a	27,0±8,5b	73,7±8,7d
V2	19,7±9,5b	39±8,0b	1033,3±1,7d	13,7±3,3cd	0,7±0,9a	8,4±6,1a	4,7±2,6a	7,0±3,6a
V-kombinovaná	29,8±3,2bc	34,3±3,1b	1376,2±12,5e	19,2±3,8de	3,0±1,9a	7,0±1,6a	15,8±5,5ab	40,3±6,1c
S1	21,0±1,6b	62,3±7,9c	1608,3±12,5f	8,7±2,9bc	2,7±1,7a	37,0±30,6b	2,3±0,9a	25,7±9,5b
S2	26,0±5,4b	3,0±1,4a	27,7±3,8b	6,7±2,4b	105,7±30,3c	28,7±25,7b	242±16,1d	45,3±6,8c
S-kombinovaná	23,5±3,5b	32,7±3,5b	818,0±7,6c	7,7±1,9bc	54,2±15,5b	32,8±28,1b	122,2±8,5c	35,5±1,8bc
Pšenice	0,7±0,9a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a	0,0±0,0a

pozn. Tučné hodnoty označují variantu s nejvyšším výskytem daného taxonu. Barevné odstupňování znázorňuje rozdíl od kontroly.

Tab. 3. Průměrný počet užitečných organismů na 100 m² – KONTROLA.

	PRŮMĚRNÝ POČET UŽITEČNÝCH ORGANISMŮ NA 100 m ²					
	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
KONTROLA						
SLUNĚČKOVITÍ	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
PESTŘENKOVITÍ	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0
LUMKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LUMČÍKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
KUKLICOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VČELA MEDONOSNÁ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ČMELÁCI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SAMOTÁŘSKÉ VČELY	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PÁTEŘIČKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CHALCIDKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SÍŤOKŘÍDLÝ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tab. 4. Průměrný počet užitečných organismů na 100 m² – U VĚTROLAMU.

PRŮMĚRNÝ POČET UŽITEČNÝCH ORGANISMŮ NA 100 m ²						
	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
U větrolamu V2 – neseaná						
SLUNĚČKOVITÍ	3,3	6,5	1,3	0,7	0,0	0,0
PESTRĚNKOVITÍ	3,3	19,0	47,1	9,2	0,0	0,0
LUMKOVITÍ	0,0	0,0	6,5	3,3	0,0	0,0
LUMČÍKOVITÍ	2,0	0,7	7,8	0,7	0,0	0,0
KUKLICOVITÍ	1,3	2,0	10,5	0,7	0,0	0,0
VČELA MEDONOSNÁ	7,2	45,1	3287,6	22,2	7,2	1,3
ČMELÁCI	0,0	9,8	48,4	0,0	0,0	0,0
SAMOTÁŘSKÉ VČELY	2,6	15,0	28,8	0,7	0,7	0,0
PÁTEŘÍČKOVITÍ	0,0	0,0	219,0	0,0	0,0	0,0
CHALCIDKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SÍŤOKŘÍDLÝ	1,3	2,0	3,3	0,0	0,0	0,0
U větrolamu V1 – seaná						
SLUNĚČKOVITÍ	3,9	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0
PESTRĚNKOVITÍ	0,0	20,3	18,3	0,0	0,0	0,0
LUMKOVITÍ	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
LUMČÍKOVITÍ	4,6	9,8	2,0	0,0	0,0	0,0
KUKLICOVITÍ	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
VČELA MEDONOSNÁ	6,5	58,8	1960,8	0,0	0,0	0,0
ČMELÁCI	6,5	14,4	55,6	0,0	0,0	0,0
SAMOTÁŘSKÉ VČELY	2,6	2,0	22,2	0,0	0,0	0,0
PÁTEŘÍČKOVITÍ	0,0	0,0	28,1	0,0	0,0	0,0
CHALCIDKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SÍŤOKŘÍDLÝ	1,3	1,3	1,3	0,0	0,0	0,0
U větrolamu V – kombinovaná						
SLUNĚČKOVITÍ	3,6	4,6	0,7	0,3	0,0	0,0
PESTRĚNKOVITÍ	1,6	19,6	32,7	4,6	0,0	0,0
LUMKOVITÍ	0,0	0,3	3,3	1,6	0,0	0,0
LUMČÍKOVITÍ	3,3	5,2	4,9	0,3	0,0	0,0
KUKLICOVITÍ	1,0	1,3	5,2	0,3	0,0	0,0
VČELA MEDONOSNÁ	6,9	52,0	2624,2	11,1	3,6	0,7
ČMELÁCI	3,3	12,1	52,0	0,0	0,0	0,0
SAMOTÁŘSKÉ VČELY	2,6	8,5	25,5	0,3	0,3	0,0
PÁTEŘÍČKOVITÍ	0,0	0,0	123,6	0,0	0,0	0,0
CHALCIDKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SÍŤOKŘÍDLÝ	1,3	1,7	2,3	0,0	0,0	0,0

Tučně jsou vyznačeny nejvyšší hodnoty pro danou skupinu organismů.

Tab. 5. Průměrný počet užitečných organismů na 100 m² – U SILNICE.

PRŮMĚRNÝ POČET UŽITEČNÝCH ORGANISMŮ NA 100 m ²						
	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
U silnice S2 – sekaná						
SLUNÉČKOVITÍ	0,7	2,0	0,0	0,7	0,0	0,0
PESTRĚNKOVITÍ	3,3	0,7	21,6	20,3	2,0	3,3
LUMKOVITÍ	0,7	0,0	5,9	199,3	1,3	0,0
LUMČÍKOVITÍ	33,3	0,0	2,0	17,6	3,3	0,0
KUKLICOVITÍ	0,0	0,0	9,2	13,7	3,3	0,0
VČELA MEDONOSNÁ	0,7	0,0	10,5	26,1	9,2	7,8
ČMELÁCI	0,0	2,6	0,7	0,0	2,6	0,0
SAMOTÁŘSKÉ VČELY	2,0	0,0	3,3	5,2	0,0	0,7
PÁTEŘÍČKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CHALCIDKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
SÍŤOKŘÍDLÝ	0,0	0,7	1,3	0,7	0,0	0,0
U silnice S1 – nesekaná						
SLUNÉČKOVITÍ	0,7	3,3	0,7	0,0	0,7	0,0
PESTRĚNKOVITÍ	3,3	9,2	25,5	2,6	0,0	0,0
LUMKOVITÍ	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0
LUMČÍKOVITÍ	52,9	19,6	0,0	0,0	0,0	0,0
KUKLICOVITÍ	0,0	0,0	1,3	1,3	0,0	0,0
VČELA MEDONOSNÁ	0,7	76,5	3039,2	31,4	5,9	0,0
ČMELÁCI	5,9	20,9	97,4	0,0	0,0	0,0
SAMOTÁŘSKÉ VČELY	2,0	0,7	11,8	1,3	0,0	0,0
PÁTEŘÍČKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CHALCIDKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SÍŤOKŘÍDLÝ	0,7	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0
U silnice S – kombinovaná						
SLUNÉČKOVITÍ	0,7	2,6	0,3	0,3	0,3	0,0
PESTRĚNKOVITÍ	3,3	4,9	23,5	11,4	1,0	1,6
LUMKOVITÍ	0,3	0,0	5,6	99,7	0,7	0,0
LUMČÍKOVITÍ	43,1	9,8	1,0	8,8	1,6	0,0
KUKLICOVITÍ	0,0	0,0	5,2	7,5	1,6	0,0
VČELA MEDONOSNÁ	0,7	38,2	1524,8	28,8	7,5	3,9
ČMELÁCI	2,9	11,8	49,0	0,0	1,3	0,0
SAMOTÁŘSKÉ VČELY	2,0	0,3	7,5	3,3	0,0	0,3
PÁTEŘÍČKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CHALCIDKOVITÍ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
SÍŤOKŘÍDLÝ	0,4	0,4	2,3	0,4	0,0	0,0

Tučně jsou vyznačeny nejvyšší hodnoty pro danou skupinu organismů.