

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Sledování výskytu kvetoucích druhů rostlin v zatravněném
meziřadí ovocného sadu**

Bakalářská práce

**Autor práce: Helena Marková
Ekologické zemědělství**

Vedoucí práce: Ing. Josef Holec, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Sledování výskytu kvetoucích druhů rostlin v zatravněném meziřadí ovocného sadu" 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu Ing. Josefu Holcovi, Ph.D. za cenné rady, trpělivost a především velkou pomoc při sledování v terénu. Dále děkuji mým spolužákům Ing. Gozel Challyjevě a Karlu Dvořáčkovi za vzájemnou podporu při studiu.

Sledování výskytu kvetoucích druhů rostlin v zatravněném meziřadí ovocného sadu

Souhrn

Cílem bakalářské práce bylo sledovat v průběhu vegetačního období jednotlivé druhy rostlin, které v dané době kvetly v prostoru zatravněného meziřadí ovocného sadu na Demonstračním a pokusném pozemku Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů (FAPPZ) v Praze a vyhodnotit počty kvetoucích druhů v monitorovaných týdnech. Sad byl založen postupně, nejstarší část sadu v roce 2013, dále rozšířen v roce 2017 a nejnovější část sadu vznikla v roce 2021. Celkem bylo sledováno devět meziřadí, v každé části sadu tři meziřadí. V závěru každého týdne byla procházena jednotlivá meziřadí a do záznamových archů zaneseny všechny druhy kvetoucích dvouděložných rostlin. Sledování započalo v 7. týdnu a ukončeno bylo v 45. týdnu kalendářního roku 2022. Po ukončení studie byly výsledky zaneseny do grafů. V meziřadí sadu bylo zachyceno celkem 54 druhů kvetoucích planých dvouděložných rostlin. Největší počet kvetoucích druhů byl monitorován v nejnovější části sadu S2021, celkem 35 druhů. V části sadu S2017 bylo sledováno nejméně kvetoucích druhů – 28. V nejstarší části sadu S2013 kvetlo celkem 32 druhů. Ve dříve založených částech sadu byl zdokumentován postupný snižující se počet jednoletých kvetoucích druhů. Od 22. týdne po odkvětu ovocných stromů došlo k výraznému nárůstu počtu sledovaných druhů a velkým výkyvům v množství právě kvetoucích druhů mezi jednotlivými po sobě následujícími týdny. Nejvíce druhů kvetlo v 26. týdnu, kdy v S2021 kvetlo 13 druhů, v S2017 kvetlo 9 druhů a v S2013 kvetlo celkem 15 druhů rostlin. Nejnižší počet kvetoucích druhů byl zachycen v 27. a 31. týdnu ve všech sledovaných částech sadu. Z výsledků vyplynulo, že v průběhu let došlo ke změně plevelného spektra v jednotlivých částech sadu. Sečí meziřadí byly potlačeny zejména jednoleté rostliny a nahrazeny vytrvalými druhy a trávou, což mohlo mít za následek snížení biologické rozmanitosti sadu. Zároveň bylo i přes intenzivní údržbu sadu zachyceno velké množství planých kvetoucích rostlin, které mohly být jediným zdrojem potravy pro hmyzí společenstva po odkvětu ovocných stromů.

Klíčová slova: plevel, kvetení, opylovači, biodiverzita, změna klimatu

Monitoring of flowering plant species in grass-sowed interrow space of fruit orchard

Summary

The objective of this Bachelor's thesis was to monitor during the growing season the individual plant species that blossomed in the grassy inter-row spaces of the orchard at the Demonstration and Experimental Plot of the Faculty of Agrobiological Sciences, Food and Natural Resources (FAPPZ) in Prague and to evaluate the number of flowering species in the monitored weeks. The orchard was established gradually, with the oldest part of the orchard established in 2013, further expanded in 2017, and the newest part of the orchard was established in 2021. A total of nine inter-rows were monitored, with three inter-rows in each part of the orchard. At the end of each week, each inter-row was walked and all species of flowering dicotyledons were entered into the recording sheets. Monitoring began in week 7 and was completed in week 45 of the calendar year 2022. After the study was completed, the results were recorded as graphs. A total of 54 species of flowering wild dicotyledonous plants were recorded in the inter-rows of the orchard. The largest number of flowering species was monitored in the newest part of the orchard, S2021, with a total of 35 species. In the S2017 section of the orchard, the fewest flowering species were monitored, 28. In the oldest section of the orchard, S2013, a total of 32 species were blossoming. A gradual decrease in the number of annual flowering species was documented in the earlier established parts of the orchard. From the 22nd week after the fruit trees had blossomed, there was a marked increase in the number of species observed and large fluctuations in the number of species just flowering between successive weeks. Most species flowered in the 26th week, when 13 species flowered in S2021, 9 species flowered in S2017 and a total of 15 plant species flowered in S2013. The lowest number of flowering species was recorded in weeks 27 and 31 in all monitored parts of the orchard. The results showed that there was a change in the weed spectrum in different parts of the orchard over the years. In particular, annual plants were suppressed by inter-row mowing and replaced by perennial species and grasses, which may have resulted in a reduction in orchard biodiversity. At the same time, despite the intensive maintenance of the orchard, a large number of species of wild flowering plants were captured, which may have been the only source of food for the insect community for certain periods of the growing season.

Keywords: weeds, flowering, pollinators, biodiversity, climate change

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1 Úvod | 7 |
| 2 Cíl práce..... | 8 |
| 3 Přehled literatury..... | 9 |
| 3.1 Ovocné sady v České republice..... | 9 |
| 3.1.1 Biodiverzita..... | 9 |
| 3.1.2 Biodiverzita sadu | 10 |
| 3.1.3 Agrobiodiverzita – zemědělská diverzita | 10 |
| 3.1.4 Ekosystémová služba: opylování..... | 12 |
| 3.1.5 Vliv agrochemikálií na hmyzí opylovače a přirozené nepřátelé škůdců .. | 14 |
| 3.1.6 Ekosystémová služba: přirozená regulace škůdců v sadech..... | 15 |
| 3.2 Charakteristika plevelných rostlin | 19 |
| 3.2.1 Biologické vlastnosti plevelných druhů..... | 20 |
| 3.2.2 Plevelné druhy | 21 |
| 3.3 Životní projevy rostlin a vliv vnějšího prostředí (fenologie)..... | 21 |
| 3.3.1 Fenologické reakce na změnu klimatu | 22 |
| 3.3.2 Kvetení rostlin | 23 |
| 3.4 Zvýšení druhové rozmanitosti v ovocných sadech..... | 24 |
| 3.4.1 Opatření k podpoře užitečných organismů sadu..... | 25 |
| 4 Metodika | 26 |
| 4.1 Data z meteorologické stanice za rok 2022 | 27 |
| 4.2 Metodika a průběh výzkumu | 28 |
| 5 Výsledky..... | 31 |
| 5.1 Celkový počet druhů v jednotlivých částech ovocného sadu | 31 |
| 5.2 Počty kvetoucích druhů v S2021..... | 32 |
| 5.3 Počty kvetoucích druhů v S2017..... | 32 |
| 5.4 Počty kvetoucích druhů v S2013..... | 33 |
| 5.5 Souhrn počtu pozorovaných druhů v S2021, S2017 a S2013..... | 34 |
| 6 Diskuze | 35 |
| 7 Závěr | 37 |
| 8 Literatura..... | 38 |
| 9 Samostatné přílohy | I |

1 Úvod

Intenzitou zemědělství se v posledních desetiletích výrazně snížila biologická rozmanitost krajiny a druhové složení jednotlivých plevelů. S tím úzce souvisí i dramatický pokles hmyzu. Především velké zemědělské plochy s vysokým zastoupením obilnin omezují opylovačům přirozenou možnost potravy a dochází k narušení celého ekosystému. Plevelné druhy mohou pro hmyzí společenstva představovat po určité časové úseky vegetační doby jedinou nabídku potravy v podobě kvetoucích rostlin.

Vysoká úroveň biodiverzity je předpokladem funkčnosti a stability ekosystémů. Stabilní produkční systémy, jako např. ovocné sady, zajišťují naši obživu. Opylující hmyz a přirození nepřátelé škůdců jsou nepostradatelní pro kvalitní růst a zrání ovoce na ovocných stromech a tím i pro výnos plodin. Možné příčiny poklesu biodiverzity jsou různorodé a není snadné je jednoduše posoudit. Nicméně z různých studií je zřejmé, že úbytek a degradace stanovišť hmyzu v důsledku nedostatku rozmanitosti a dostupnosti kvetoucích rostlin má na biodiverzitu velký dopad. Osvědčená a úspěšná opatření na podporu biologické rozmanitosti v sadech a jejich okolí jsou známa, ale je nezbytná jejich implementace do běžné praxe a jejich přizpůsobení místní odlišné vegetaci. Z aktuálních zkušeností vyplývá, že opatření na ochranu biodiverzity nejsou zcela schopna nahradit chemickou ochranu plodin (Eben & Herz 2022).

V České republice pochází většina vyprodukovaného ovoce z intenzivních sadů. Významnou roli (asi 50 %) má rovněž samozásobení ovocem z vlastních zahrad a sadů (Holec & Poláková 2019). Při opylování ovocných stromů v sadech mají největší význam opylovači z umělých chovů s přirozeně se vyskytujícími druhy. Podpora opylovačů a zvýšení biodiverzity je cílem, který by měl být prosazován jak v integrované, tak v ekologické produkci. Samotná doba kvetení ovocných stromů je příliš krátká, než aby zajistila hmyzu přežití do další sezóny. Stav meziřadí, ve kterém jsou zastoupeny většinou jednoděložné rostliny, neposkytuje opylovačům dostatek potravy. Ti potřebují během sezóny plynulou nabídku kvetoucích rostlin. Podle Švamberka (2015) je jednostranná výživa včel, která se skládá pouze z jednoho druhu pylu, riziková a snižuje jejich kondici. Je proto účelné vyšší zastoupení pestrého společenství rostlin v trávnicích, střídavě kvetoucích po celé vegetační období. Významnou úlohu mohou sehrát právě dvouděložné plevele. Vhodné je současně omezení seče v meziřadí s cíleným výsevem rostlin. Časté seče nízko u země vedou postupně k ústupu dvouděložných rostlin (Holý et al. 2017).

Mění se klimatické podmínky se promítly do života rostlin a ostatních organismů. Je již všeobecně známo, že rostliny vykvétají o několik dní či týdnů dříve. Odborníci napříč obory odhalili pomocí satelitních snímků změny životních projevů rostlin (fenologie), včetně dřívějšího ozelenění zemského povrchu (Cleland et al. 2007). Tento nesporný fakt byl prokázán v mnoha publikacích. Studie Blanke & Kunz (2009) za pomoci 50letých meteorologických záznamů prokazuje dopady nedávných klimatických změn na ovocnářské oblasti kolem města Meckenheim. Sledovány byly fenologické fáze květu, sklizně a opadu listů u jablek a hrušek. Výsledky naznačují, že vyšší teploty v březnu mohou u jablek a hrušek vést k časnému začátku kvetení, a to až o 10 dní dříve, v závislosti na odrůdě.

2 Cíl práce

Zatavněné meziřadí, které je ošetřováno pouze mechanickou sečí, představuje i v intenzivních ovocných sadech plochu s výskytem řady druhů kvetoucích rostlin. Tyto plané, spontánně se vyskytující rostliny, představují potravu pro opylovače a další druhy, živící se nektarem a pylem. Jejich význam roste především v době před a po období kvetení ovocných dřevin. Cílem bakalářské práce bylo sledovat v průběhu vegetačního období jednotlivé druhy dvouděložných plevelů, které v dané době kvetly v prostoru zatavněného meziřadí ovocného sadu na Demonstračním a pokusném pozemku FAPPZ v Praze. Dalším cílem bylo zaznamenat a vyhodnotit počty kvetoucích druhů v monitorovaných týdnech a celkový počet druhů kvetoucích rostlin v prostoru sadu.

3 Přehled literatury

3.1 Ovocné sady v České republice

První záznamy o pěstování ovoce u nás pochází z 11. – 12. století. Dříve se produkcí ovoce zabývala převážně církev a šlechta, později i prosté obyvatelstvo. Ovocné stromy se současně vysazovaly ve stromořadích a alejích.

Ovocné sady v České republice zaujímají plochu kolem 16 tis. ha. Jabloně jsou nejčastěji pěstovanými ovocnými stromy u nás, následují je hrušně, třešně, slivoně aj.

Česká republika je specifická tím, že velká část vyprodukovaného ovoce pochází se samozásobitelské produkce, tedy vlastních zahrad obyvatelstva. Toto ovoce však neodpovídá požadovaným standardům. Rozhodující úlohu v produkci tak hrají intenzivní sady. V současnosti produkční sady zaujímají plochu přibližně 13 tisíc hektarů.

Zpřísnění dotačních podmínek ve veřejném registru půdy LPIS způsobilo znatelný pokles rozloh intenzivních sadů. Byla podrobněji definována kultura *sad*. Tímto opatřením musely být některé staré výsadby ovocných stromů zrušeny a kultura *sad* se převedla na *jinou trvalou kulturu* (eAGRI 2022).

3.1.1 Biodiverzita

Existuje celá řada definic zaměřených na biologickou diverzitu. Světový fond na ochranu přírody (WWF) formuluje biodiverzitu jako „*bohatství života na Zemi, miliony rostlin, živočichů a mikroorganismů, včetně genů, které obsahují, a složité ekosystémy, které vytvářejí životní prostředí.*“ Je možné konstatovat, že biodiverzitou lze rozumět pestrost a různorodost všeho, co se kolem nás nachází. Biologická diverzita je genetická variabilita. Druhová diverzita živočichů nebo rostlin znamená množství a pestrost druhů (Šarapatka 2010). Rozmanitost plevelných společenstev není snadné vzhledem k její nestabilitě jednoznačně vyjádřit (Martinková et al. 2008).

Pro laickou veřejnost je obtížné rozlišit biodiverzitu od druhové rozmanitosti. Biodiverzita ale není pouze druhovou rozmanitostí. Je to i genetická rozmanitost, pestrost ekosystémů, diverzita na úrovni konkrétních lokalit atd. Zahrnuje také pestrost společenstev a ekosystémů. Změna klimatu ovlivňuje všechny prvky biologické rozmanitosti. Reakce na klimatické změny lze nalézt na všech organizačních úrovních života, od biomolekuly po biosféru. Změna biodiverzity je ovlivněna několika důležitými faktory. Jedná se o využívání půdy lidmi a přeměnu stanovišť, změnu klimatu, zvyšující se přísun živin (dusičnanů), zvyšující se koncentraci CO₂ v atmosféře a rozšiřování druhů do nových stanovišť (Klotz & Settele 2017). Snižováním přepravních nákladů jsou plodiny častěji exportovány na velké vzdálenosti. Jako příklad lze uvést nárůst exportu produkce sóji z Brazílie do Evropské unie a Číny. Monokultury sóji mají na svědomí ztrátu biodiverzity. Původní vegetace v podobě pralesů zadržuje více uhlíku než pole se sójou a dochází zároveň k nepříznivým vlivům na koloběh vody a ke vzniku eroze (Frouz & Frouzová 2021).

3.1.2 Biodiverzita sadu

Biodiverzita sadu a opatření na její zvýšení se zaměřují v prvé řadě na zvýšení počtu užitečných organismů. To jsou zejména parazitoidi, predátoři a opylovači. V současné době jejich počet limituje především nízká druhová struktura sadu a okolní krajiny. Mezi nejdůležitější opatření patří zajistit dostatek kvetoucích rostlin s dostatkem pylu a nektaru v průběhu celého vegetačního období. Je nutné, aby stále kvetly alespoň některé rostliny a opylovači měli pestrou nabídku potravy. Před květem ovocných stromů jsou pro opylovače důležité plané vrby, které jsou první potravou většiny hmyzu. Dalším významným zdrojem pylu je kvetoucí řepka. Po odkvětu ovocných stromů hrají zásadní roli kvetoucí rostliny v meziřadí ovocného sadu a jeho okolí. Pro bezobratlé jsou v tomto směru zajímavé dvouděložné plevelné rostliny (Holý et al. 2017).

Joshi et al. (2016) dochází k podobným výsledkům: zachování neobhospodařovaných stanovišť v blízkosti komerčních jabloňových sadů (do 500 m) udrží biologickou rozmanitost v krajině a zajistí stromům dostatečnou návštěvnost opylovači. Podle Campbell et al. (2017b) květinové pásy mohou zvýšit početnost stávajících druhů, ale pouze zachování (polo)přirozených stanovišť ve větším měřítku udrží diverzitu opylovačů v jabloňových sadech.

Z hlediska ochrany ovoce je nejdůležitější především druhová diverzita, tedy početnost predátorů a parazitoidů, kteří zvyšují kvalitu ovoce a výnosy (mají přímý ekonomický efekt) a zároveň snižují náklady na chemickou ochranu rostlin. Funkční diverzita, tedy dle variability vlastností organismů, je zakotvena v legislativě. Jedná se například o vyhlášku č. 205/2012 Sb., o obecných zásadách integrované ochrany rostlin (Holý et al. 2017).

Z naší krajiny mizí stromy starých místních prověřených odrůd a jsou nahrazovány moderními zahraničními odrůdami. V posledních letech přesto opět vzrůstá zájem o výsadbu klasických odrůd. Původní druhy jsou přizpůsobené místním podmínkám a současně jsou odolnější vůči chorobám a škůdcům. V neposlední řadě nevyžadují tolik chemického ošetření. Extenzivní sady mají velký význam pro krajinu. Jsou důležitým biotopem pro četné druhy ptáků. Mezi časté zástupce ptáků vyskytujících se v sadech jsou bramborníček černohlavý (*Saxicola rubicola*), ťuhák obecný (*Lanius collurio*), krutihlav obecný (*Jynx torquilla*) nebo na zemi hnízdící strnad luční (*Emberiza calandra*). Vysokokmeny ovocných odrůd mají významné postavení při obnovování mezí a biokoridorů (Tetera 2017).

Horton et al. (2003) získali výsledky vlivu frekvence sečení na složení půdního pokryvu a na počty predátorů, parazitoidů a vybraných členovců hrušňových sadů. Snížení frekvence sečení na jednou za měsíc, popř. jednou za vegetační období vedlo ke zvýšení pokryvnosti dvouděložných rostlin v květu. Při omezení seče se podstatně zvýšily počty predátorů a parazitoidů.

3.1.3 Agrobiodiverzita – zemědělská diverzita

Klíčovou roli v ochraně přírody a druhové diverzity má zemědělská hospodářská činnost a agroekosystémy (Šarapatka 2010). Hlavním úkolem agroekosystémů je produkce potravin. Jsou též velmi nestabilní a potřebují trvalou lidskou péči. Vyžadují neustálý přísun živin, chemických látek na ochranu rostlin, energie, umělých hnojiv atd. (Červinka 2020). Agrobiodiverzitu můžeme definovat jako rozmanitost na všech úrovních, která souvisí se

zemědělstvím a výrobou potravin. Agrobiodiverzita je utvářena člověkem. Biodiverzita volně žijících organismů je naproti tomu důsledkem přírodního výběru. V porovnání s celkovou diverzitou rostlin a živočichů na planetě je diverzita pěstovaných a chovaných druhů podstatně chudší. Celosvětově je v zemědělství využíván jen malý počet rostlin pro základní výživu lidstva. Jedná se pouze o přibližně 15 druhů rostlin, hlavně obilovin, které pokrývají kolem 90 % lidské spotřeby. V USA je pěstováno přes 200 druhů zemědělských plodin. Z toho 80 % tvoří pouze čtyři komodity, a to sója, kukuřice, pšenice a seno. V živočišné výrobě je situace podobná jako v rostlinné. V zemědělských chovech je využíváno asi 60 druhů, stěžejní jsou pouze 4 druhy (Šarapatka 2010).

Rostliny opylované hmyzem tvoří velký podíl na zdroji lidské potravy. Opylovači jsou důležití u jetelovin, luštěnin a mnoha druhů ovoce a zeleniny (Tintěra et al. 2018). Celosvětový úbytek hmyzu za posledních několik desetiletí je dokumentován velkým množstvím studií. To má masivní dopad na biodiverzitu, související ekosystémové služby a základní produkci potravin. Opatření k podpoře rozmanitosti hmyzu vyžadují změnu spotřebitelského chování, nastavení nových směrů v zemědělství, zakládání květinových pásů ve městech i ve venkovském prostoru. Především však musí být kladen důraz na vzdělávání v této oblasti (Gross & Zimmermann 2019).

Světové společenství se v mezinárodních dohodách zavázalo k zachování biologické rozmanitosti. To platí i pro agrární krajinu a její zemědělskou půdu. Vzhledem k intenzifikaci středoevropského zemědělství v posledních sto letech lze pozorovat zřetelný pokles biodiverzity. Ztráty rozmanitosti plevelů na orné půdě byly patrné zvláště před rokem 1980. Zatímco původních typických druhů plevelů vyskytujících se na orné půdě nadále ubývá, etablojí se i nové druhy, které pocházejí z jiných stanovišť. Přesto oproti letům 1950–1960 dochází v jednotlivých oblastech ke snížení druhové diverzity o 20 %. K zamezení úbytku původních druhů plevelů je třeba přijímat cílená opatření, která jsou založena na konkrétních plánech jednotlivých zemědělských podniků. Stávající trendy zjednodušených výrobních metod lze zvrátit při omezení nadměrného používání herbicidů a insekticidů (Wahmhoff & Hofmann 2018).

Hlavní strategií pro podporu agrobiodiverzity by měla být snaha o zachování rostlinných a živočišných genetických zdrojů v zemědělských podnicích a farmách. Důležitou roli zde sehrávají spotřebitelé svou poptávkou po druhově pestrých produktech. Spotřebitelé by měli být jednoduchým a srozumitelným způsobem informováni o přidané hodnotě potravin, které biologickou rozmanitost zachovávají. Ze studie Lauterbach & Bantle (2019) vyplývá, že konzumenti nejsou dostatečně a účelně informováni a stavu ohrožených odrůd zeleniny a původních plemen hospodářských zvířat. Na podporu agrobiodiverzity probíhá v sousedním Německu diskuze o zavedení státního označení, které by zlepšilo komunikaci se spotřebiteli a jejich informovanost.

Konvenční zemědělství je založeno na vysoké úrovni vstupů, jako jsou pesticidy a hnojiva. To vede k vážným dopadům na životní prostředí a ztrátě biologické rozmanitosti v agrosystémech. Prioritou by mělo být snížení používání pesticidů v intenzivně postříkovaných systémech, jako jsou sady (Sylvaine et al. 2011).

3.1.4 Ekosystémová služba: opylování

Opylování rostlin je jednou z nejvýznamnějších ekosystémových služeb poskytovaných biodiverzitou a zároveň nenahraditelným procesem, který zajišťuje výnosy v rostlinné výrobě a v ovocnářství. Přenos pylu je zajištěn různými abiotickými faktory, především větrem a vodou. Živočichové zajišťují téměř 90 % opylování všech rostlin, vůbec nejvýznamnějšími opylovači jsou hmyzí společenstva (Saska et al. 2020). Dle Ollerton et al. (2011) neexistuje přesný publikovaný podíl z přibližně 352 tis. druhů krytosemenných rostlin, které interagují s opylovači. Ve společenstvech mírného pásma je podíl kvetoucích rostlin opylovaných zvířaty průměrně 78 % a v tropických oblastech se tento podíl zvyšuje na 94 %. Vzhledem k současnému úbytku opylovačů panují obavy z možných negativních dopadů na přírodní společenstva a zemědělské plodiny. Není pochyb o tom, že interakce mezi rostlinou a opylovači hrají významnou úlohu při zachování funkční integrity většiny suchozemských rostlinných ekosystémů.

Hlavním cílem opylování je přenos pylu na bliznu. Tím dochází k jejímu oplodnění. Rostliny nemají způsob opylení vždy stejný. Záleží především na druhu. Existují i druhy rostlin, které jsou schopny vytvářet semena, aniž by došlo k oplození. Některé rostliny jsou samosprašné, a jsou tedy opyleny pouze vlastním pylem. U cizosprašných rostlin je potřeba k opylení pylu z jiných rostlin, popř. odrůd (Pritsch 2016).

Termíny opylovač (*pollinator*) a opylovatel (*pollinizer*) je vhodné od sebe odlišovat. *Opylovač* je označení pouze pro rostlinu, která je zdrojem pylu. *Opylovatel* je nové označení, kterým je nazýván hmyz nebo živočich, který pyl přenáší. V literatuře se běžně setkáváme s oběma názvy a je možné je považovat za správné. Význam slova vyplývá z kontextu (Tintěra et al. 2018). Opylování brouky bylo považováno za základní typ opylování krytosemenných rostlin. Postupem času se stali významnými opylovači motýli, dvoukřídlý a blanokřídlý hmyz. Dvoukřídlý hmyz navštěvuje květy za účelem vlastní výživy nektarem. Blanokřídlý hmyz sbírá pyl pro výživu svého potomstva. Nejčastějším opylovačem je v současné době blanokřídlý hmyz z nadčeledi včelovitých (Švamberg 2015).

V mírném zeměpisném pásmu je jablň (*Malus domestica*) považována za jednu z nejdůležitějších ovocných plodin. Zisková produkce ovocných sadů je závislá na mnoha ekosystémových službách, včetně snížení poškození škůdci a zajištění dostatečné úrovně opylení stromů (Samnegård et al. 2019). Aby jabloně dosahovaly vysokých výnosů a získaly plody přijatelné tržní kvality, jsou do značné míry závislé na opylování hmyzem. Studie ukazují, že divocí opylovači se hojně vyskytují v ovocných sadech a jsou často účinnějšími opylovači než včely (Pardo & Borges 2020). Podle Porcel et al. (2018) má úspěšné opylení pozitivní vliv na hmotnost plodů, obsah vápníku, draslíku a hořčíku.

García & Miñarro (2014) prozkoumali půdní pokryv v devíti jablečných sadech. Květiny v sadech nepřetržitě kvetly a lišily se v bohatosti, rozmanitosti a hojnosti květin. Kvetoucí rostliny navštívila bohatá škála hmyzu, především blanokřídlých (70 %) a dvoukřídlých (25 %). Divoké včely tvořily 27 % blanokřídlých a pestřenky 30 % dvoukřídlých. Z půdního pokryvu bylo sebráno celkem 16 159 členovců. Z tohoto počtu patřilo k taxonům zapojených do opylování celkem 2 064 jedinců. Členovci i opylovači byli silně ovlivněni rostlinným společenstvím. Jejich přítomnost podporovala především druhová bohatost a početnost některých rostlinných druhů. Početnost květů měla na tato společenstva jen okrajový vliv.

Výsledky naznačují, jak významně druhová diverzita ovlivnila opylovače. Správná péče o meziřadí ovocných sadů by mohla znamenat výhody pro pěstitele i zlepšení opylovacích služeb.

Opylovači chovaní člověkem

Včela medonosná (*Apis mellifera* L.) patří mezi blanokřídlý hmyz. Kdysi se u nás vyskytovala včela tmavá (*Apis mellifera mellifera*), lidově nazývána česká včela. V současné době je na našem území nejrozšířenější včela kraňská (*Apis mellifera carnica*) a v praxi se setkáváme s různými variantami jejich kříženců (Včely a jiný hmyz na pozemku: role včel v ekosystému a jejich chov 2016). Včela medonosná je jedním z nejznámějších zástupců společenského hmyzu. V České republice je kolem 50 tis. chovatelů a asi 500 tis. včelstev (Kamler 2016). Včela je schopná doletět do vzdálenosti i 5 kilometrů a je důležitým opylovačem zahrad, lučních porostů, polí, sadů (Kloutvorová 2018). Mezi ostatními opylovači má zásadní postavení. Včely jsou aktivní při okolní teplotě nad 12 °C. Včela je nucena navštívit velké množství květin, aby zajistila dostatek potravy pro svá přezimující včelstva (Tintěra et al. 2018).

Dalším významnějším opylovačem je **čmelák zemní** (*Bombus terrestris* L.). V ovocných sadech je vysazován v období květu ovocných stromů. V sadech představuje vhodný doplněk k opylování včelou medonosnou. Přezimující samice jsou aktivní již během března. Mladí čmeláci vylétají přibližně v polovině července. Komerční chov čmeláků v ČR zajišťují laboratoře Výzkumného ústavu pícninářského v Troubsku (Kloutvorová 2018).

Zednice rezavá (*Osmia bicornis*) patří mezi opylovatele, které lze chovat komerčně. V České republice se vyskytuje běžně a v naší přírodě se s ní můžeme setkat poměrně hojně. V komerčních chovech se využívá v sousedním Polsku. Je to velmi rozšířený druh, který se vyskytuje prakticky všude. Aktivní je v průběhu dubna až července. Vyhledává především růžovité dřeviny jako hrušně, jabloně a třešně. Přezimují dospělí jedinci (Kloutvorová 2018).

Modrá sadová včela (*Osmia lignaria*) je zhruba 1 centimetr dlouhá zednice, která má zelenomodrou barvu s kovovým leskem. Pro svůj typický vzhled získala anglické jméno Blue Orchard Mason Bee – „modrá sadová zednice“. Vyskytuje se na území USA a Kanady. Modrá sadová včela zednice byla nasazena v komerčních chovech v Kalifornii v USA k opylení největších mandloňových sadů světa. Masové nasazení zednice *Osmia lignaria* se v umělém velkochovu neosvědčilo. Podalo ale jasný důkaz, že komerční chov těchto samotářských včel je technicky zvládnutelný (Petr 2018). Boyle et al. (2020) se ve svém výzkumu zabývali příčinami špatné implementace a malým reprodukčním úspěchem modré sadové včely při umělém odchovu. V letech 2015 a 2016 byly instalovány a udržovány původní druhy divoce rostoucích druhů květin podél okrajů mandloňových sadů, aby doplňovaly včelí potravu. Byla zaznamenávána a měřena návštěvnost vysazených květů včelami a vyhodnocována reprodukce včel. *Osmia lignaria* byla často pozorována při návštěvách výsadb divokých květin během odkvětu mandlí i po něm. Tato studie zdůrazňuje význam doplňkových květinových zdrojů při podpoře samotářských včel jako alternativních řízených opylovačů v komerčních chovech.

Volně žijící opylovači

Nejnámějším řádem přirozeně se vyskytujících opylovačů jsou blanokřídlí, nadčeled včely, kteří zahrnují stovky druhů. Jedná se především o samotářské volně žijící včely. **Samotářských včel** je v České republice asi 400 druhů. Samotářské včely jsou většinou specializované na některé druhy a taxony a aktivní bývají od února až do října (Tintěra et al. 2018). Včely samotářky hnízdí různým způsobem – nejčastěji v půdě, v dutinách nebo ve dřevě. Pro jejich druhovou diverzitu je důležité zachování přírodních méně obhospodařovaných stanovišť, jako jsou rumiště, pískovny a lomy. Ty poskytují samotářkám potřebné útočiště (Šlachta et al. 2021). Samotářské včely nemají dělnice, pouze samičky a samce. Podle způsobu sběru je dělíme na nahosběrné a břichosběrné (Rotrekl & Kolařík 2014). Populace divokých včel prodělaly v posledních letech poklesy ve většině zemí západního světa a současně omezují výnosy plodin závislých na opylování. Wood et al. (2018) ve své studii dokladují, jak důležité je poskytování dalších květinových zdrojů pro komunity opylovačů divokých včel. Po dobu 5 let byla sledována a vzorkována včelí společnost, která navštěvují zemědělské plochy a sady doplněné květinovými pásy. Cílem práce bylo lépe porozumět mezerám při hledání jejich potravy a rozeznat potenciálně důležité alternativní hostitelské rostliny. Výsledky prokazují, že zkoumání pylu shromážděného divokými včelami může identifikovat rostlinné druhy, které jim pomohou přežít v zemědělsky intenzivně obhospodařované krajině.

Čmeláků se v České republice vyskytuje asi 30 druhů. Čmeláci zakládají jednoleté kolonie a přezimují jen mladé matky. Samci žijí volně v přírodě. Čmeláci mají velký význam pro transport pylu a zajišťují dokonalé opylení. Na rozdíl od včel létají i za špatných povětrnostních podmínek a dokáží se dobře přizpůsobit omezenému prostoru (Rotrekl & Kolařík 2014).

Mezi opylující hmyz patří také **brouci, mouchy, motýli** atd. (Tintěra et al. 2018). Ovocný sad je pro brouky přechodovým společenstvem mezi lesem a bezlesem. Asi polovina je jich vázána na dřeviny a lesní prostředí (Horáková & Horák 2010).

3.1.5 Vliv agrochemikálií na hmyzí opylovače a přirozené nepřátelé škůdců

Díky pesticidům, které zemědělci rádi nazývají „prostředky na ochranu rostlin“, se zvýšila produktivita zemědělství. Chemické pesticidy jsou nedílnou součástí většiny systémů rostlinné výroby a jsou hlavním nástrojem k likvidaci plevelů, hmyzích škůdců a rostlinných patogenů. U většiny plodin se herbicidy používají ve větší míře než insekticidy a fungicidy, jejich použití se však u jednotlivých plodin liší. Většina herbicidů je navržena tak, aby svým selektivním účinkem chránila plodiny před poškozením. V důsledku toho jsou méně toxická pro zvířata než insekticidy a běžně nemají škodlivé dopady na hmyz. Ve skutečnosti nebylo prokázáno, že by většina herbicidů měla přímé účinky na členovce. Fyziologii hmyzu však mohou některé herbicidy výrazně narušit, někdy vést až k jejich úhynu (Korres et al. 2019).

Dle Švamberka (2015) je toxicita pesticidů vůči nejvýznamnějším opylovačům vyjádřena hodnotou LD₅₀. To je množství látky, které způsobí úhyn 50 % opylovačů během 24 hodin. Tato dávka může být podána buď potravou, tedy orálně, nebo dozárně – povrchem těla. V České republice byly před několika desítkami let zaznamenány rozsáhlé otravy včel organofosfátovými insekticidy. Pesticidy se liší ve svém účinku a v jejich toxicita může působit

přímo. U systematicky působících přípravků, které jsou v rostlině šířeny vodivými pletivy, dochází k otravám se zpožděním několika dnů i týdnů po aplikaci. Ke kontaktu s jedovatými látkami dochází přímým kontaktem (aerosol, prach), gutační vodou z rostlin, nektarem nebo pylem.

Tintěra et al. (2018) upozorňuje, že zejména v sadech je nejdůležitější dobrá komunikace mezi včelaři a pěstiteli. Laická veřejnost se domnívá, že stačí jednoduše uzavřít včelstva v době aplikace. V uzavřeném úlu však rychle narůstá teplota, která může dosáhnout až 55 °C. Pokud je to možné, je lepší včelstva přesunout do vzdálenosti minimálně 6 km a po ukončení postřiku včely opět přemístit zpět. Vždy je dobré používat přípravky, které pro včely nejsou jedovaté. Při aplikaci tank-mixu stačí nevhodná kombinace dvou přípravků, které jsou samostatně bezpečné, a výsledný roztok může být pro včely toxický.

Mills et al. (2016) ve srovnávací analýze výsledků získaných z laboratorních testů prokázali, že pesticidy běžně používané k ochraně před škůdci v jabloňových a hrušňových sadech na západě USA narušily biologickou ochranu přirozených nepřátel škůdců v těchto plodinách. Přestože většina testovaných pesticidů byla se sníženým rizikem, způsobila více než 80% akutní úmrtnost alespoň jednoho vývojového stádia.

Kloutvorová et al. (2018) se zaměřují na vliv pesticidů na naše nejvýznamnější opylovače. Je hodnocena toxicita jednotlivých pesticidů a tank-mixů (kombinace přípravků na ochranu rostlin), které se nejběžněji využívají k ochraně ovocných sadů. Výsledky přináší kvalitní základ pro posouzení rizik aplikace přípravků a jejich kombinací v tank-mixu. Především tank-mixy jsou s opatrností zařazovány o stupeň přísněji. Z výsledků vyplývá, že čtyři zkoumané tank-mixy zvýšené riziko nepředstavují.

Naopak Zaller (2020) si ve své studii klade otázku: Jak je možné, že pesticidy, které prošly složitým a časově náročným schvalovacím procesem, mají na organismy tak škodlivé účinky? Výsledky dokazují, že povinné hodnocení rizik pesticidů pro životní prostředí nedostatečně zohledňuje aplikační postupy v zemědělství. Dalším důležitým aspektem je fakt, že pesticidy, které jsou používány v zemědělství, kladou na uživatele velké kvalifikační nároky. Při použití pro soukromé účely nic takového vyžadováno není. Současně je znepokojivé, že v soukromém sektoru pravděpodobně nejsou dodržovány termíny aplikací, doby trvání ochrany, doporučené postupy a dávkování výrobcem.

Podle Samnegård et al. (2019) přístup k řízení ochrany rostlin (integrovaná vs. organická ochrana proti škůdcům) představuje neodmyslitelný kompromis, protože každý má jiný dopad na druhovou bohatost, ekosystémové služby a produkci ovoce.

3.1.6 Ekosystémová služba: přirozená regulace škůdců v sadech

V přirozených ekosystémech existují autoregulační mechanismy, které brání přemnožení organismů. V agroekosystému, který je neustále ovlivňován činností člověka, jsou přirozené regulační schopnosti systému jako celku neustále vychylovány, čímž dochází k narušení celkové rovnováhy mezi organismy. Za nepřátele škůdců můžeme označit i mikroskopické organismy (viry, bakterie, popř. houby), které mohou přispět k jejich přirozené regulaci přenosem chorob (Saska et al. 2020). Proti škůdcům je možné bojovat v zásadě dvěma způsoby. Chemickými prostředky, případně biologickou ochranou rostlin, která je pěstiteli v posledních letech stále častěji využívána.

Například Adler (2010) prezentuje jako přijatelný způsob přirozené regulace škůdců využití parazitoidů v umělých stanovištích (např. ve skladech) na rozdíl od polních podmínek. Ve skladových halách dochází k rychlému přemnožení škůdců. Pokud je při nízké hustotě škůdců vypuštěn vhodný užitečný hmyz, je možné efektivně potlačit jejich populaci ve skladech. Zároveň je možné zabránit kontaminaci skladovaného zboží, pokud jsou prostory patřičně vyčištěny a k parazitizaci dochází mimo uskladněné zásoby.

Driesche et al. (2008) zdůraznili jako možnost přirozené biologické regulace využití hmyzu, roztočů a rostlinných patogenních hub. Podle studie Brown & Schmitt (2001) jsou broskvoně atraktivní jak pro predátory, tak pro parazitoidy, a proto by mohly být cenným doplňkem jabloňových sadů pro zvýšení množství druhů biologické ochrany.

Bone et al. (2009) došli ve své práci, která se věnovala pěstování krycích plodin ve třech 5–6 let starých jabloňových sadech ve Victorii v Austrálii, k cenným poznatkům. Ve studii byly běžně dostupné komerční travní směsi porovnány s krycími plodinami, které byly vybrány pro jejich potenciální příznivé účinky na přirozené nepřátele škůdců. Testované krycí plodiny byly morač větší (*Ammi Majus* L., *Queen Annes Lace*), fenykl obecný (*Foeniculum vulgare* L.), čekanka obecná (*Cichorium intybus* L.), řebříček obecný (*Achillea millefolium* L.), hořčice bílá (*Sinapis alba* L.), pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum* L.) a pískavice řecké seno (*Trigonella foenum-graecum* L.). Opětovný výsev těchto krycích plodin v místních sadech nepřinesl očekávané výsledky. Výskyt přirozených nepřátel hmyzích škůdců byl zaznamenáván pomocí lepkavých pastí, přímým vyhledáváním a zkoumáním ovoce. Nebyly nalezeny žádné důkazy o zvýšené aktivitě přirozených nepřátel na stromech jabloní. Naopak byl zaznamenán zvýšený počet škůdců, problémy s rzivostí a celkový škodlivý vliv na produkci jablek. Výsledky práce prokázaly důležitost místního testování. Krycí plodiny mohou za kontrolovaných podmínek zlepšit produkci v sadech. Při komerčním využití se však nemusí dostavit očekávaný výsledek, zejména pak v oblastech s nižšími ročními srážkami (<800 mm).

Podle Kazdy et al. (2007) dochází v současné době k velkému rozvoji biologických metod ochrany rostlin zejména v sadech, vinicích, chmelnicích a při pěstování zeleniny, kde častěji nahrazují chemické prostředky. Jako příklad autoři uvádí možnost trojího využití živých organismů v biologické ochraně:

- podpora již přirozeně se vyskytujících organismů na stanovišti;
- vysazení nových užitečných organismů mimo jejich lokalitu;
- vysazení nových užitečných organismů, které byly předem masově namnoženy.

Podle průzkumů se v jabloňových sadech vyskytuje více než 200 druhů přirozených nepřátel škůdců. Jen málo z nich však bylo důkladně prozkoumáno (Zhou et al. 2014). Holý et al. (2017) prezentují jako nejvýznamnější regulátory škůdců v sadech především organismy z třídy hmyzu (*Insecta*).

Jedná se zejména o tyto nejdůležitější zástupce hmyzu:

Predátoři

Predátor je označení pro lovce nebo také kořistníka. Predátoři jsou schopni během svého životního cyklu ulovit desítky až stovky škůdců. Většinou se jedná o dravé larvy, popř. dospělce (Holý et al. 2017).

Slunéčka jsou predátory mšic a dalších škůdců a dokáží účinně zabránit jejich přemnožení. Užiteční jsou jak dospělí jedinci, tak žravé larvy (Dušková & Kopřiva 2009). Potravou dospělců a larev jsou mšice, je tedy stejná jako u dospělců (Kazda et al. 2007). V České republice se vyskytuje cca 70 druhů slunéčkovitých. Všeobecně známé je slunéčko sedmítečné (*Coccinella septempunctata*) a slunéčko dvoutečné (*Adalia bipunctata*). Barva slunéček je proměnlivá a existuje mnoho jejich odchylek i v rámci jednoho druhu. Jejich larvy a kukly mohou být zaměněny za larvy škůdců, a pěstitelé zlikvidovány. Výskyt slunéček můžeme v sadech podpořit zejména podporou jejich zimních stanovišť. Proto je dobré ponechat v sadech staré dřevo nebo neudržované okraje pozemků (Dušková & Kopřiva 2009).

Mravenci patří mezi jednu z největších skupin hmyzu a zároveň k významným hmyzím predátorům. Většina druhů mravenců žije v symbióze s mšicemi tím, že sbírá jejich medovici a současně je chrání před přirozenými nepřáteli (např. slunéčky). V sadech v České republice žije kolem 36 druhů mravenců (Stýblo 2018), nejhojněji je zastoupen mravenec obecný (*Lasius niger*). Podle Cross et al. (2015) by bylo možné výrazně snížit negativní dopad mravence obecného poskytnutím umělých alternativních zdrojů potravy, ale vhodné formulace a způsoby jejich aplikace ještě nebyly identifikovány a zavedeny do komerční praxe.

Mravenci jsou schopni ulovit obrovské množství přemnožených škůdců. Úspěšně uloví i větší kořist, než jsou oni sami. Jejich potravou jsou motýli, pilatky, obaleči, mandelinky či nosatci. Jsou schopni zahubit jak dospělce, tak housenky a housenice (Kopřiva 2019).

V sadech České republiky se vyskytuje sedm druhů **škvorů**. Nejpočetnějším zástupcem je škvor obecný (*Forficula auricularia*). Přes den se ukrývá na temných a vlhkých místech a aktivní je převážně v noci. V našich podmínkách má jednu generaci v roce (Holý al. 2017). Mueller et al. (1988) porovnávají predaci škvorem obecným (*Forficula auricularia*) a dalšími predátory na plochách vzrostlých jabloních s vysokou, střední a nízkou hustotou škvorů v experimentálním sadu v Nizozemsku. Ze záznamovaných údajů vyplývá, že kolonie mšic byly objeveny a vyhubeny primárně škvory mnohem rychleji na plochách s vysokou a střední hustotou výskytu než na plochách s nízkou hustotou výskytu. Tam, kde byly použity lapací pásy kolem kmenů bránící škvorům v predaci, bylo mšicemi zamořeno kolem 30–35 % nových výhonků jabloní. Tam, kde pásy použity nebyly a škvoři se vyskytovali v hojných počtech, bylo napadeno pouze 10 % výhonků. Výsledky experimentu byly ovlivněny několika faktory, zejména dostupností alternativní kořisti, např. mšice jabloňové (*Aphis pomi* De Geer), počasím a vývojovými stádii škvorů. Nicméně lze konstatovat, že škvoři hrají důležitou roli při potlačování populací mšic v jabloňových sadech a jsou důležitým přirozeným regulátorem tohoto škůdce. Moerkens et al. konstatují, že přirozené populace škvorů jsou velmi nestabilní a vykazují velké meziroční rozdíly v početnosti, což omezuje jejich praktické využití v biologické ochraně rostlin. Cross et al. (2015) uvádí, že pro mnoho škůdců, jako např. obaleče jablečného (*Cydia pomonella*), nebyly přínosy škvorů prokázány.

Draví roztoči

Mezi nejvýznamnější čeleď dravých roztočů, která se vyskytuje v ovocných sadech, je čeleď Phytoseiidae, konkrétně druh *Typhlodromus pyri*. Tento druh dravého roztoče je schopen zlikvidovat celé populace svlušek, které se v sadech hojně vyskytují. Soustředí se na zejména na dospělé jedince, dále vajíčka, ale i na všechna jejich vývojová stádia. Existuje velké množství dalších druhů roztočů, kteří se živí nejčastěji drobným hmyzem, při nedostatku potravy i pylem rostlin (Holý et al. 2017). Studie ukazují, že dominantní roli v potravě *Typhlodromus pyri* hraje v první polovině vegetačního období pyl opylovačů, který je roznášený větrem. Během léta konzumuje tento dravý roztoč zejména larvy svlušky a třásněnky, pokud jsou přítomny. Svlušky tvoří hlavní část potravy *Typhlodromus pyri* teprve od konce léta (Engel & Ohnesorge 1994). Dosse (1961) ve své publikaci upřesňuje, že čerstvý pyl v poupatech jabloní je dostatečnou potravou pro samice *Typhlodromus pyri* a umožňuje populaci dravých roztočů překonat období nedostatku hmyzích škůdců. Generace F1 (první generace potomků) *T.pyri* je naproti tomu schopná rozmnožování pouze na masožravé stravě. Pyl, který již opadl a je na listech, slouží pouze jako nouzová potrava přezimujícím samičkám, které je sice udržuje při životě, ale na kladení vajíček jim nestačí.

Parazitoidi

Parazitoidi jsou představiteli nejběžnějšího typu přirozeného nepřitele škůdců. Parazitoidi, na rozdíl od skutečných parazitů, zabijí svého hostitele a vyvíjí se v něm. Každé životní stádium hmyzu je možné parazitovat. Existují druhy, které napadají pouze vajíčka. Ty se nazývají vaječní parazitoidi. Druhy napadající housenky jsou larvální parazitoidi. Pokud se parazitoid vyvíjí uvnitř hostitele, jedná se o endoparazitoida (Driesche et al. 2008).

Dle Holého et al. (2017) jsou parazitoidi většinou užiteční. Některé druhy se však mohou vyvíjet na ostatních druzích užitečných organismů, a mohu tak být považovány za škůdce. V ovocných sadech je hodně parazitoidů zaměřených na škůdce, kteří se tam nacházejí. Jako příklad lze uvést čeleď s názvem kuklicovití (Tachinidae), parazitující převážně v larvách či dospělých jiného hmyzu (motýlů, brouků atd.). Kuklice kladou vajíčka přímo do těla hostitele nebo na jeho povrch.

V severní a střední Evropě jsou škůdci jabloní a hrušní hostiteli velkého a rozmanitého množství parazitoidní fauny. Přesto mnoho parazitoidů hraje pouze malou roli v regulaci populací svého hostitele. Mnoho parazitoidních druhů jsou důležitými přirozenými nepřáteli a některé účinně regulují populace škůdců v ekologických i komerčních jabloňových nebo hrušňových sadech. Mezi významné zástupce patří druh vosy (*Lathrolestes ensator*) z čeledi Ichneumonidae a druh lumka (*Aptesis nigrocincta*), kteří jsou přirozenými regulátory pilatky jablečné (*Hoplocampa testudinea*). Zástupci obalečovitých jsou regulováni parazitickou vosou (*Colpoclypeus florus*) a lumkem (*Teleutaea striata*). *Platygaster demades* parazituje v larvách bejlomorky jabloňové (*Dasineura mali*). Metody hromadné produkce a komerčního využití parazitoidů jsou obtížné a nákladné. I když jsou již k dispozici levné techniky hromadné kultivace, nemusí být regulace dostatečná k tomu, aby zabránila poškození škůdci. Vhodnost prostředí sadů je považována za klíčovou pro úspěch jednotlivých parazitoidů. Dále je nezbytná přiměřená populace škůdců nebo alternativních hostitelů, vhodný úkryt, přezimovací místa

a zamezení škodlivých účinků insekticidů. Cílem budoucího výzkumu by mělo být nastolení rovnováhy mezi důležitými škůdci a jejich parazitoidy, aby poškození škůdci nepřekročilo ekonomický práh škodlivosti (Cross et al. 1999).

Podle Mody et al. (2011) se ukazuje, že důležitou roli v podpoře přirozené ochrany rostlin parazitoidy v sadech hrají místní faktory, jako jsou odrůda plodin, přítomnost mravenců a umístění plodin. Množství parazitoidních druhů může navíc v závislosti na aktuálních podmínkách prostředí významně ovlivnit tuto ekosystémovou službu.

3.2 Charakteristika plevelných rostlin

Jako plevel označujeme takový druh rostliny, který je spojen se zemědělskou činností člověka. O plevelech tedy začínáme hovořit při prvních formách obdělávání půdy v samých počátcích zemědělství. Plevel je možné považovat za jakési „pionýrské“ rostliny. Tedy rostliny, které osidlují stanoviště jiným druhům nevyhovují. Tyto rostliny jsou schopny přizpůsobit se kultivaci zemědělské půdy (Winkler 2013).

Z biologického hlediska můžeme plevele označit za rostliny, které tvoří společenství s užitkovými rostlinami. Jejich spolupůsobení je pro tyto rostliny snesitelné, potřebné, a někdy dokonce životně důležité. Z hospodářského hlediska jsou plevele nežádoucími rostlinami, které rostou na zemědělské půdě a přinášejí jí větší škody než užitek. Z tohoto pohledu můžeme plevele rozdělit na nepodmíněné (absolutní) a podmíněné (relativní). Mezi nepodmíněné plevele patří takové, které jsou výlučně nebo převážně škodlivé. Jsou to parazitické, jedovaté, popř. vysloveně škodící plevele. Naproti tomu podmíněné plevele mohou být částečně nebo dočasně užitečné. Zároveň je velmi tenká hranice mezi užitkovými a plevelnými druhy. Z mnoha plevelů se mohou stát užitkové rostliny a naopak (Rademacher 1948).

Podle Deyla & Ušáka (1964) bychom mohli plevele definovat jako rostliny, které negativně ovlivňují zemědělské výnosy. Jursík et al. (2018) považují za plevelnou rostlinu jakoukoliv rostlinu, která se vyskytuje na stanovišti proti vůli člověka. Nemusí se jednat vždy o zemědělské porosty, ale také zahrady, parky, chodníky, veřejné komunikace a podobně.

Deyl & Ušák (1964) jsou toho názoru, že přesná definice plevelných rostlin je velmi obtížná, protože mezi rostlinami nejsou přesné hranice. Plevel nelze kategorizovat na základě určitých znaků, např. tvaru nebo způsobu života. Jedná se v podstatě pouze o vztah k člověku, jenž rostliny pěstuje. Dle Mikulky (2014a) plevelné druhy, které neprokázaly dostatečnou flexibilitu a schopnost se přizpůsobit podmínkám, postupně vymizely. Jako příklad je možné uvést koukol polní (*Agrostemma githago* L.), který se nedokázal efektivně reprodukovat a postupně se z polí zcela vytratil.

Podle Mikulky (2014a) mají plevele především negativní dopady na okolní vegetaci. Plevelné rostliny významně konkurují pěstovaným rostlinám a odčerpávají jim značné množství živin a vody. Horn & Kohout (1988) uvádějí, že škodlivé účinky plevelů lze definovat jako přímé a nepřímé. Mezi přímé účinky zařazují lepší schopnost plevelů přizpůsobit se klimatickým podmínkám, mohutnější kořenový systém, lepší příjem živin, vody a vzduchu z půdy. Jako příklad nepřímé škodlivosti uvádějí podporu chorob a škůdců, jichž jsou plevele častými hostiteli.

Naproti tomu Nimal (2014) upozorňuje, že plevele nelze vnímat pouze záporně. Zvláště ve vyspělých západních státech je negativní postoj obzvláště patrný. Jsou ignorovány důkazy

o prospěšném využití plevelných druhů. Plevelé udržují biologickou rozmanitost krajiny, poskytují potravu hmyzu a zároveň jim zajišťují úkryt. Opylovači využívají plevelné druhy zvláště v době, kdy ostatní polní rostliny nejsou v květu. Není možné také přehlížet estetickou stránku divoké přírody. Mnoho druhů plevelů je využíváno od pradávna do současné doby pro své léčivé účinky. Dle Zwegera (1995) plevelé díky půdnímu pokryvu zabraňují erozi, vyplavování živin z půdy a zmírňují monokulturní charakter krajinného prostoru. Šarapatka (2010) demonstruje prospěšnost některých plevelných druhů na příkladu nízkých bylin v meziřadí vinné révy, kde může zvýšit vzdušnou vlhkost, zabránit vysychání půdy a pozitivně působit na mikroklima stanoviště. Stejně pozitivní účinek mohou mít jarní nízké ozimé drobné plevelé v obilninách. Jejich vývoj většinou končí koncem jara a kulturním plodinám konkurují jen slabě. Současně mohou potlačit později klíčící plevelné druhy.

3.2.1 Biologické vlastnosti plevelných druhů

Základní biologickou vlastností všech organismů a rostlin je rozmnožování, které zajišťuje přežití druhu. Podobně je tomu i u plevelných rostlin. Jsou dva základní způsoby reprodukce. Plevelné rostliny se reprodukcují dvěma způsoby. Prvním je nepohlavní způsob rozmnožování, tzv. vegetativní. Druhý, pohlavní způsob rozmnožování je označován jako generativní způsob reprodukce. Generativně se rozmnožují všechny druhy, vegetativně (a zároveň generativně) jen některé (Kazda et al. 2010).

Některé biologické vlastnosti poskytují plevelným druhům výhodu oproti ostatním zemědělským plodinám. Jedná se především jejich schopnost vyklíčit postupně, i když se nacházejí v naprosto stejných podmínkách. Vždy dochází k vyklíčení jen určité části vyprodukovaných semen, ostatní semena vyklíčí druhým, třetím rokem nebo až za několik let. Z tohoto důvodu je nemožné dosáhnout úplného vyhubení plevelů (Deyl & Ušák 1964). Obdobné hodnocení prováděli Prchal & Forchtsam (1960). Z jejich výsledků je zřejmá pozoruhodná klíčivost jednotlivých plevelných druhů. Přesnými pokusy bylo zdokumentováno, že klíčivost semen je rozdělena na léta a u některých druhů až na desetiletí. Klíčivá semena ohnice byla nalezena po vykácení šedesátiletého lesa. Semena vikve jsou schopna vyklíčit po 32 letech, semena ovsa po 10 letech apod. Dle Schrade et al. (2003) provedené zkoušky ukazují, že kvašení bioplynu významně ovlivňuje klíčivost semen plevelných rostlin, čímž dochází k omezení jejich šíření. Kromě faktorů, mezi které patří aktivita mikroorganismů a škodlivých plynů, které vznikají jako důsledek rozkladu organické hmoty a vlhkosti semen, zde hrají hlavní roli teplota substrátu a délka pobytu semen v bioplynovém základu. Z uvedených pokusů vyplývá, že díky aplikaci hnoje a následnému kvašení bioplynu je možné snížit klíčivost plevelé a semen plodin. Hůla & Procházková (2008) uvádějí jako významný faktor změny zaplevelení technologii zpracování půdy. Při používání minimalizační technologie počet druhů plevelů klesá, ale celkový počet jedinců plevelů se naopak zvyšuje.

Například Brant et al. (2016) zdůraznil jako jednu ze zásadních podmínek pro klíčení semen teplotu a dostupnost vody.

3.2.2 Plevelné druhy

Plevelné druhy rostlin můžeme rozřadit dle velkého množství kritérií. Nejčastěji podle způsobu reprodukce a regulace, podle typu životního cyklu, škodlivosti atd. (Hron & Kohout 1988). Křen et al. (2015) označují jako nejvýznamnější skupinu plevelu, které se vyskytují jako nežádoucí rostliny na orné půdě. Je to skupina polních plevelů. Dalšími významnými plevelemi jsou plevelu luční, plevelu vodní a plevelu v trvalých travních porostech a další.

Jednoleté a vytrvalé plevelu

Dle Jursíka et al. (2018) se jednoleté plevelu rozmnožují pouze generativně semeny, popř. plody, a svůj životní cyklus zakončují během jednoho vegetačního období. V zimě dochází k odumření rostliny, zimní období přečkávají pouze semena. V ojedinělých případech a za velmi mírné zimy mohou některé exempláře prezimovat (Deyl & Ušák 1964). Většina zimních druhů přečkává zimu ve vegetativním stavu. Naopak jarní druhy klíčí začátkem roku a svůj životní cyklus zakončují obvykle ve stejné vegetační periodě vytvořením diaspor (Zweger et al. 2002).

Vytrvalé plevelu patří mezi nejobtížnější plevelné druhy, které jsou schopny se prosadit ve všech plodinách. Mezi nejvýznamnější zástupce patří pýr plazivý (*Elytrigia repens* L.) (Mikulka 2014b).

Jednoděložné a dvouděložné plevelu

Plevelu můžeme rovněž rozčlenit na jednoděložné a dvouděložné. Jednoděložné rostliny (*Liliopsida*) patří do třídy krytosemenných rostlin a u plevelných rostlin se jedná zejména o trávy z čeledi lipnicovitých (Křen et al. 2015). Jednoděložné rostliny se od dvouděložných odlišují zejména stavbou orgánů, tvorbou vedlejších adventivních kořenů a jednou dělohou v zárodku. Šáchorovité a sítinovité traviny řadíme současně mezi jednoděložné (Šikula & Větvička 2016). Všechny ostatní plevelu patří ke dvouděložným rostlinám (*Magnoliopsida*). Jedná se především o čeledi hvězdicovité, hluchavkovité a další. Dvouděložné plevelu mohou být označovány jako širokolisté plevelné druhy (Křen et al. 2015).

3.3 Životní projevy rostlin a vliv vnějšího prostředí (fenologie)

Fenologie je vědecký obor, který se zabývá studiem opakujících se projevů rostlin a živočichů. Slovo fenologie je odvozeno od řeckého slova *phaino*, tedy projev, vzhled. U živočichů nazýváme tyto úseky jako zoofenologické fáze, u rostlin pak fytofenologické fáze. Fenologická fáze, zkráceně fenofáze, je jev, který se opakuje každoročně, nemusí však nastat ve stejném termínu a intenzitě. Na stupni vývinu rostlin se výrazně podílí vnější prostředí a další faktory, zejména dědičnost (Rožnovský et al. 2006). Odhad faktorů zapříčiňujících fenologické jevy je komplikovaný, protože k jejich výskytu dochází mnohem dříve než k projevu fenologické fáze. Doba nástupu fenofáze je závislá zejména na překročení určité teploty (Larcher 1988).

Pozorování fenofází je v České republice zajištěno sítí pozorovacích stanic a Českým hydrometeorologickým ústavem. Výstupy fenologických pozorování jsou využívány pro

studium klimatických změn a zároveň slouží jako praktická data využitelná v zemědělství, lesnictví a ochraně krajiny. Od 1. ledna 2005 se stal závaznou pomůckou pro síť stanic Českého hydrometeorologického ústavu *Fenologický atlas*. Ten významně zjednodušuje pozorování vybraných fenologických fází rostlin i běžnému pozorovateli. Do té doby byly k dispozici pouze slovní popisy, které kladly velké nároky na pozorovatele z řad laické veřejnosti. Fenologický atlas je sjednocený popis, který uvádí, jakým způsobem provádět pozorování ve třech oblastech: Návod na činnost fenologických stanic – Polní plodiny, Ovocné dřeviny a Lesní rostliny (Coufal 2004). V současné době dochází k postupné digitalizaci historických dat pomocí postupů World Meteorological Organization (Kožnarová & Klabzuba 2005).

Podle Trnky et al. (2013) se při sledování zaměřujeme na dobře rozpoznatelné znaky nadzemních orgánů rostliny. U všech typů rostlin se v průběhu vývoje vyskytují následující životní projevy, a to klíčení, tvorba vegetativních orgánů, kvetení, tvorba plodů a opad listů a rašení. Předmětem fenologického sledování může být i například zralost plodů, počátek jarní mízy, datum sklizně, sloupkování nebo metání.

3.3.1 Fenologické reakce na změnu klimatu

Změna klimatu se v posledních desetiletích stala palčivým problémem. Její dopady jsou různé, od zvyšujícího se množství CO₂ v atmosféře, globálního oteplování, ohřívání oceánů až po změny ve vzorci počasí (Kniha ekologie 2020). Sezonní načasování fenologických fází je základním indikátorem klimatických změn. Fenologické události jsou většinou vyhodnocovány z neúplných dat, například prvního dne, kdy byla daná událost zaznamenána („fenologické prvenství“). Většinou se jedná o první datum květu. Pomocí studie komplexního souboru dat z 39letého fenologického pozorování z Colorado Rocky Mountain jsou vyhodnocovány údaje fenologických posunů na úrovni druhu. Výsledky práce zpochybňují přesnost předchozích dlouhodobých odhadů fenologických změn. U 60 druhů bylo prokázáno, že první, vrcholné a poslední kvetení se jen zřídka posouvá rovnoměrně a místo toho dochází k posunům nezávisle na sobě (CaraDonna et al. 2014).

Dopadům zvyšující se průměrné denní teploty na rostliny se věnují rovněž Ahas et al. (2002). Evropská fytofenologická databáze 5. rámcového projektu EU „POSITIVE“ umožnila zmapovat rychlost změn v jarní fenologii v celé Evropě. Data byla shromážděna, sestavena a následně vyhodnocena z různých národních databází východní a západní Evropy za časové období 1951–1998. Výsledky dokazují, že jarní fáze v západní a střední Evropě započaly o čtyři týdny dříve a ve východní Evropě byly naopak zpožděny až o dva týdny. Západoevropské jaro začíná dříve kvůli intenzivnímu proudění teplejších atlantických vzduchových mas. Ve východní části Evropy panuje odlišný fenologický rytmus a trendy, což lze vysvětlit vlivem sibiřské výšiny. K nejvýznamnějším fenologickým změnám dochází v oblastech západní Evropy a Baltského moře u časně jarní fáze lísky a podbělu. Jarní fáze břízy, jabloně a šeríku a letní fáze, jako je kvetení lípy, mají tendenci nastat dříve s průměrnou rychlostí -0,1 až 0,3 dne za rok. Kolodziej & Frühauf (2018) zmiňují například kvetení vrby jívy (*Salix caprea*) v Sasku-Anhaltsku za poslední desetiletí, které začíná o 20 dní dříve v reakci na teplý únor a březen. Mírné podzimní teploty rovněž zpozdily vybarvení listů dubu letního (*Quercus robur*) o sedm dní. Rutishauser & Studer (2007) konstatují, že zvýšení teploty o jeden stupeň by v závislosti na rostlinném druhu a regionu urychlilo fenologické jarní fáze o 2 až 10 dní.

Zatímco nárůst teploty za posledních 30–40 let prokázal jasné účinky na fenologii ovocných stromů a hmyzích škůdců, takové korelace a studie zabývající se hnilobami a plísněmi ovoce v sadech stále chybí. Příklady patogenů hniloby ovoce jasně ukazují, že škodlivé plísně reagují na změnu klimatu odlišně kvůli své složité infekční biologii. Výskyt černé letní hniloby (*Diplodia seriata*) v severozápadní Evropě je možné vysvětlit rostoucími teplotami během vegetačního období. Zvýšený výskyt nektriové rakoviny (*Nectria galligena*) se očekává, pokud se vyplní předpovědi mírného a vlhkého zimního počasí, které povedou ke zvýšenému zamoření větví a větviček ovocných stromů (Weber 2009).

Podle Hansena et al. (2001) budou změny klimatu a využívání půdy pravděpodobně takového rozsahu, že způsobí ještě větší změny v biologické rozmanitosti. Některé druhy, společenstva a biomy se pravděpodobně rozšíří, zatímco jiné se budou zmenšovat, dokonce může dojít až k vytvoření zcela nových druhových společenstev.

Ze studie Piao et al. (2019) vyplývá, že se fenologické reakce v návaznosti na změnu klimatu v současné době zpomalily, v některých případech mají dokonce opačný trend vývoje. Stále nemáme k dispozici dostatek informací k pochopení mechanismů opakujících se projevů rostlin a klimatických změn. Působení více faktorů komplikuje předpověď ve vývoji fenologie rostlin. I drobné odchylky a výkyvy ve vývojových stádiích rostlin mají nedozírné důsledky pro koloběh dusíku v ekosystému. Pozorování a zaznamenávání fenologických projevů nám umožní predikovat budoucí vývoj a zahájit přípravu na globální změny životního prostředí.

3.3.2 Kvetení rostlin

Každá rostlina kvete v jiný čas. Doba kvetení je silně závislá na rostlinném druhu a jeho reprodukční strategii. Čas kvetení je přizpůsoben podnebí, ve kterém se rostliny nachází a současně momentálním vlivům počasí. Pro rostlinu je životně důležité stihnout vytvořit dostatečné množství plodů a semen, které jí zajistí další reprodukci. Důležitým faktorem, který ovlivňuje kvetení rostlin, je určitá délka dne. Některé rostliny kvetou výhradně na jaře, tedy v době, kdy je den kratší. Jsou proto označovány jako rostliny krátkodenní. Rostliny, které vyžadují delší letní dny, nazýváme dlouhodenní rostliny. Celkově se tento jev označuje jako fotoperiodizmus, tedy citlivost na vnímání délky dne a noci. Délka dne je důležitá jak pro živočichy, tak pro rostliny. Dále je kvetení regulováno vnitřními autonomními mechanismy rostliny, jako je například dosažení určité výšky vzrostlého vrcholu (meristému) atd. Kvetení rovněž ovlivňují další signály z vnějšího prostředí, ať už klimatické změny nebo jiné faktory. Pro kvetení rostlin je tedy zásadní dostatek světla, teplotní podmínky, stupeň vývoje a další (Smýkal 2008).

Spohn (2016) souhlasí, že u většiny rostlin se projevuje více či méně vyhraněná závislost na průběhu roku, tedy na určité teplotě, osvětlení a vlhkostních poměrech. Některé druhy však mohou mít dobu květu do značné míry nezávislou na ročním období, např. rostliny tzv. krátkého života, které kvetou několik týdnů po vyklíčení semene. Doba kvetení rostlin silně odráží lokální poměry stanoviště, např. severní a jižní svah. Ještě výraznější je rozdíl v rozkvětu rostlin při různé nadmořské výšce. Rozdíl u stejného druhu může činit dokonce 1–3 měsíce.

Rostliny, které se rozmnožují semeny, mají květ. Květ má samčí pohlavní orgány, které tvoří nitka, váciky a prašník. Oproti tomu samičí pohlavní ústrojí tvoří semeník, čnělka a blizna.

V semeníku jsou uložena vajíčka, ze kterých po opylení vzniknou semena. Pritsch (2016) ve své publikaci uvádí příklady květů semenných rostlin (viz Tabulka I).

Tabulka I Typy květenství semenných rostlin

| Název květenství | Popis | Příklad |
|------------------|---|----------------------|
| hrozen | nerozvětvené květenství s dlouhým větvenem, květy na stejně dlouhých stopkách | <i>řepka</i> |
| klas | hroznovité květenství s přisedlými květy na prodlouženém pevném větvení | <i>jitrocel</i> |
| jehněda | hroznovité květenství s přisedlými květy na ochablém, převislém větvení | <i>líška</i> |
| lata | hroznovité květenství, z hlavního větene vyrůstají kratší větve | <i>jírovec maďal</i> |
| okolík | hroznovité květenství se zcela potlačeným větvenem, stopky květů stejně dlouhé | <i>třešeň</i> |
| dvojitý okolík | složený okolík, stopky okolíků jsou zakončeny okolíčky | <i>mrkev</i> |
| chocholík | hroznovité květenství s dolními stopkami prodlouženými a směrem vzhůru se | <i>jabloň</i> |
| vidlan | dicházium, z větene vyrůstají 2 větve v paždí listenů a přerůstají koncový květ | <i>hvozdík</i> |
| hlávka | hlávka, strboul, hroznovité květenství se zkráceným větvenem kulovitého nebo válcovitého tvaru. | <i>jetel</i> |
| úbor | květy přisedlé na rozšířeném či plochém zakončení stonku, lůžka úboru | <i>slunečnice</i> |

Zdroj: Pritsch, 2019

Podle Diggle & Mulder (2019) kvete mnoho krytosemenných rostlin dříve v reakci na rostoucí teplotu. Ve fenologii těchto druhů jsou poměrně dobře předvídatelné modely, které zohledňují jarní a zimní teploty. Překvapivě však existují běžné výjimky z obecného vzorce předčasného kvetení. Mnoho druhů buď nereaguje, nebo dokonce zpomaluje kvetení v teplých vegetačních obdobích nebo po nich. Abychom pochopili, jaké procesy přispívají k tomuto vzorci, je nutné budoucí výzkum zaměřit na taxony, které zřejmě nereagují na teplotu nebo zpomalují kvetení v reakci na vysoké teploty.

3.4 Zvýšení druhové rozmanitosti v ovocných sadech

Dle Stýbla (2018) jsou hlavními zásadami pro zvýšení druhové rozmanitosti v ovocných sadech následující:

- nepoužívat, nebo používat jen minimálně pesticidy a umělá hnojiva;
- zachovat ve stromech dutiny, ponechat staré dřevo;
- seče maximálně 2 x ročně, ponechat vždy část plochy neposekanou;
- k seči využívat šetrné prostředky, kosa, srp atd.;
- výsev rostlin vždy místního původu;
- udržovat plochy co nejpestřejší;
- pokud je nedostatek přirozených úkrytů, vybudovat umělé úkryty;
- poskytnou vodu;
- ponechat část úrody v sadu pro živočichy;
- bioodpad neodvážet ze sadu, ale kompostovat na okraji sadu;
- pěstovat stromy různého stáří, dosazovat nové stromky.

3.4.1 Opatření k podpoře užitečných organismů sadu

Zvýšení počtu užitečných organismů v sadech je vhodné zajistit různými postupy. Nejdůležitějším opatřením je bezesporu zvýšení druhové pestrosti kvetoucích rostlin v meziřadí a bezprostředním okolí. Čím vyšší je nabídka a pestrost kvetoucích rostlin, tím vyšší jsou počty neškodných škůdců a na ně navázaných užitečných predátorů a parazitoidů. K tomuto účelu jsou v sadech zakládány kvetoucí pásy v meziřadí, podél cest a na dalších vhodných místech. Stejně důležité je vhodné udržování kvetoucích pásů a meziřadí. Campbell et al. (2017a) dochází při testování květinových pásů v alejích jablečných sadů k překvapivým závěrům. Predace škůdců přirozenými nepřáteli byla zvýšena na všech kvetoucích plochách s cíleně založenými květinovými pásy, ale hustoty mšic a výnos plodů nebyly květinami pruhy ovlivněny. „Multifunkční“ květinové pásy, které obsahují kvetoucí rostlinné druhy s různými květinovými vlastnostmi, mohou poskytnout nektar a pyl jak opylovačům, tak přirozeným nepřátelům. Je však zapotřebí dalších výzkumů, abychom pochopili potenciál květinových pásů pro zlepšení služeb v oblasti hubení škůdců a výnosů jablečných sadů.

Stýblo (2018) varuje před zavlečením nepůvodních druhů rostlin. Pozornost by měla být věnována výběru semenné směsi pro výsev květin, které jsou, pokud možno, regionálního původu. Výška a omezení seče na 1 – 2x ročně má pozitivní vliv na nektarodárné druhy. Časté seče vedou k ústupu dvouděložných plevelných druhů, které jsou nahrazeny trávou. Jako další podporu druhové pestrosti hmyzu můžeme jmenovat např. uváženou aplikaci pesticidů, nabídku úkrytů a hnízdišť vhodných pro určitý druh hmyzu (Holý et al. 2017).

Holý et al. (2017) doporučuje zvýšit počet užitečných organismů v sadech:

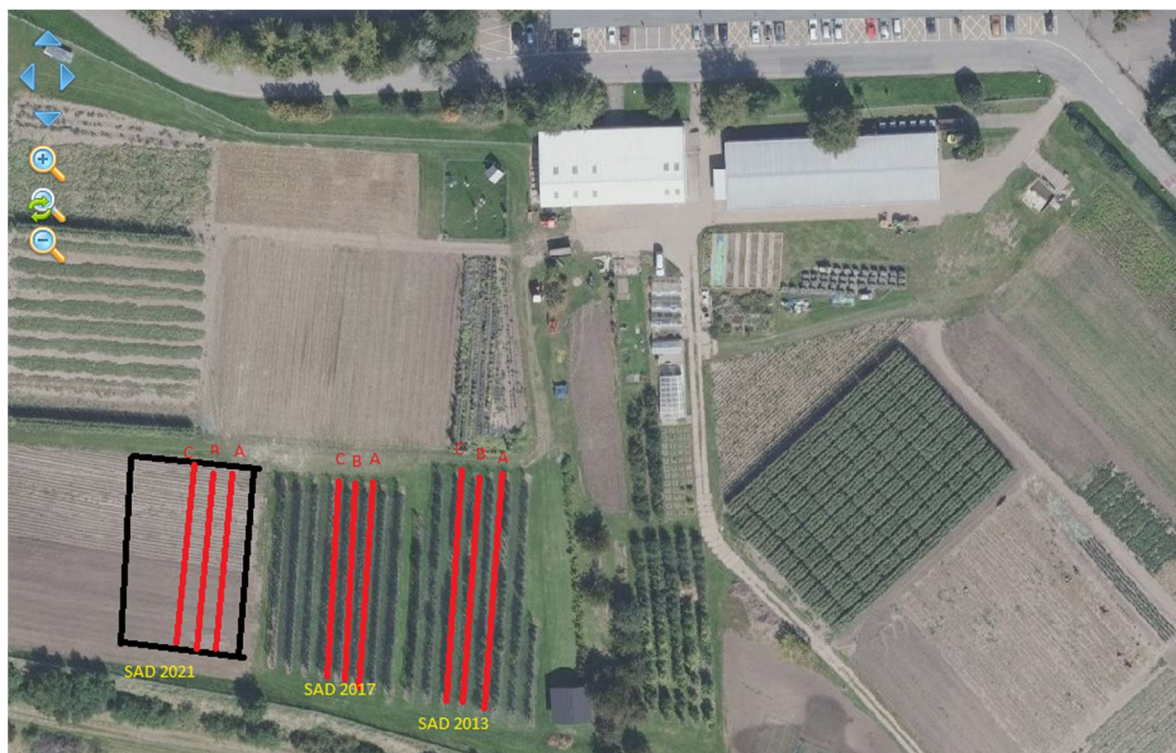
- **zvýšení druhové diverzity rostlin;**
- **uvážlivá aplikace pesticidů;**
- **vytváření refugií** (*místa v sadech a okolí využívaná užitečnými organismy jako úkryt před aplikací pesticidů. Z těchto ploch se po odeznění účinků znovu šíří do okolí*);
- **vytváření biokoridorů** – (*souvislé plochy, linie nebo pásy, které využívají hmyzí jedinci k migraci krajinou. Jedná se o okraje cest a lesů, břehy, meze a remízky*);
- **úkryty a hnízdiště.**

Intenzivní zemědělství je závislé na vysokých agrochemických vstupech. To má za následek škodlivé dopady na životní prostředí a ztrátu biologické rozmanitosti. Do budoucna jsou vyžadovány udržitelnější ekologické metody zemědělské výroby. Cílem by mělo být zvýšit produkci využitím ekosystémových služeb odvozených z biologické rozmanitosti a současně nahradit agrochemické vstupy všude tam, kde je to možné. Toho lze dosáhnout zejména podporou užitečných druhů organismů poskytujících ekosystémové služby (Webber 2017).

4 Metodika

V průběhu vegetační sezóny 2022 bylo na Demonstračním a pokusném pozemku Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů (FAPPZ) v meziřadí ovocného sadu prováděno pozorování a pravidelné zaznamenání všech kvetoucích dvouděložných plevelných rostlin. Založení Demonstračního a pokusného pozemku Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů se datuje k roku 1978. Pozemek má celkovou rozlohu přibližně 7 hektarů. Orná půda z celkové plochy zabírá asi 5 hektarů. Trvalé kultury tvoří celkem 2 hektary (sady, vinice, trvalé travní plochy atd.), přilehlé budovy a cesty. Pokusný pozemek se nachází v řepařské výrobní oblasti, podoblast Ř1. Dle Švachuly et al. (1992) jsou půdy v Praze 6 – Suchdole vyvinuté převážně na spraších. Zásoba živin v půdě obsahuje humus kolem 2,5 %. Půdy mají neutrální reakci. Půdy jsou drobtovité struktury a jsou označovány jako hnědozemě.

Na Obrázku 1 je zaznamenán jablečný sad, ve kterém byly rostliny sledovány. Sad byl založen postupně, jak je naznačeno na obrázku. Nejstarší část sadu byla založena devět let před vznikem této práce, tedy v roce 2013. Postupně došlo k rozšíření jablečného sadu v roce 2017 a poslední část sadu byla založena v roce 2021, tedy pouhý rok před monitorovaným obdobím. V každé části sadu dle roku založení byly zaznamenány kvetoucí rostliny vždy ve třech meziřadích. Přesné souřadnice sadu jsou 50°07'37.88"N; 14°22'25.23". Meziřadí ovocného sadu nebylo během sledování chemicky ošetřováno. Aplikace herbicidů probíhala v prostoru řad ovocných stromů. Meziřadí bylo pravidelně sečeno. Seče a aplikace herbicidů byly zaznamenány.

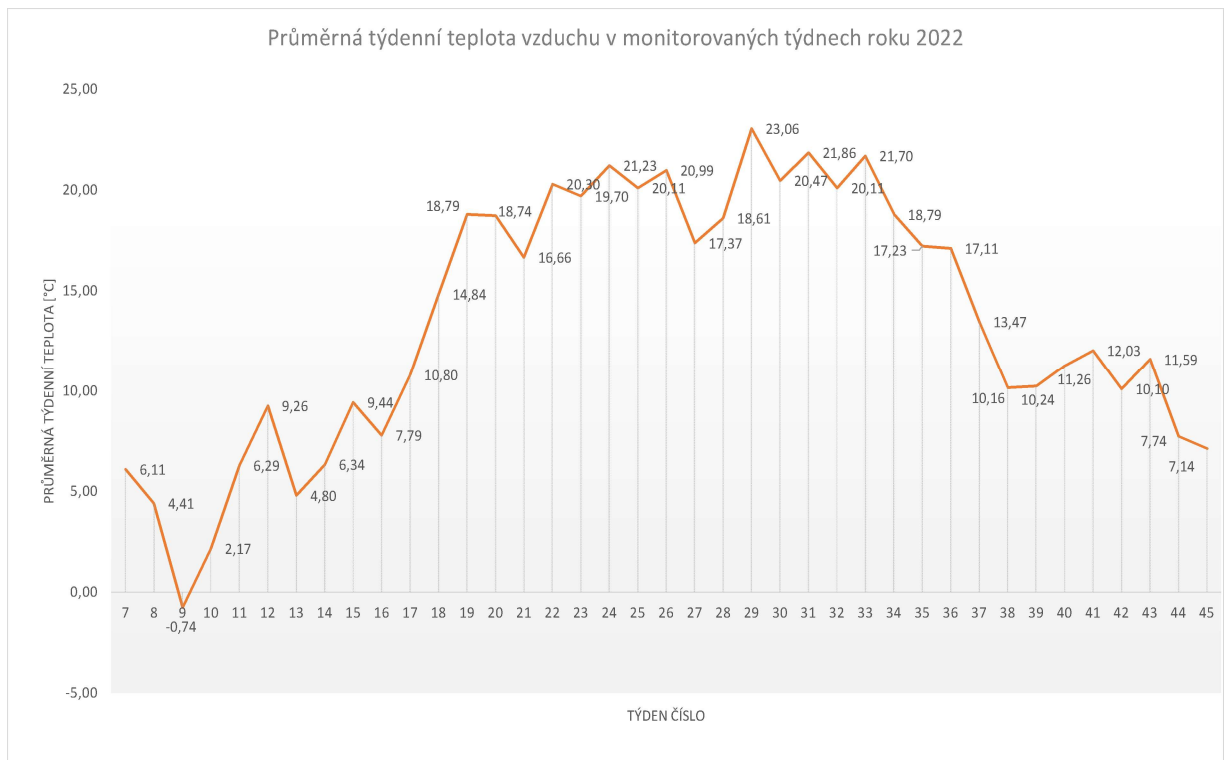


Obrázek 1 Mapa zájmového území, zdroj: (Veřejný registr půdy – LPIS, 2022)

4.1 Data z meteorologické stanice za rok 2022

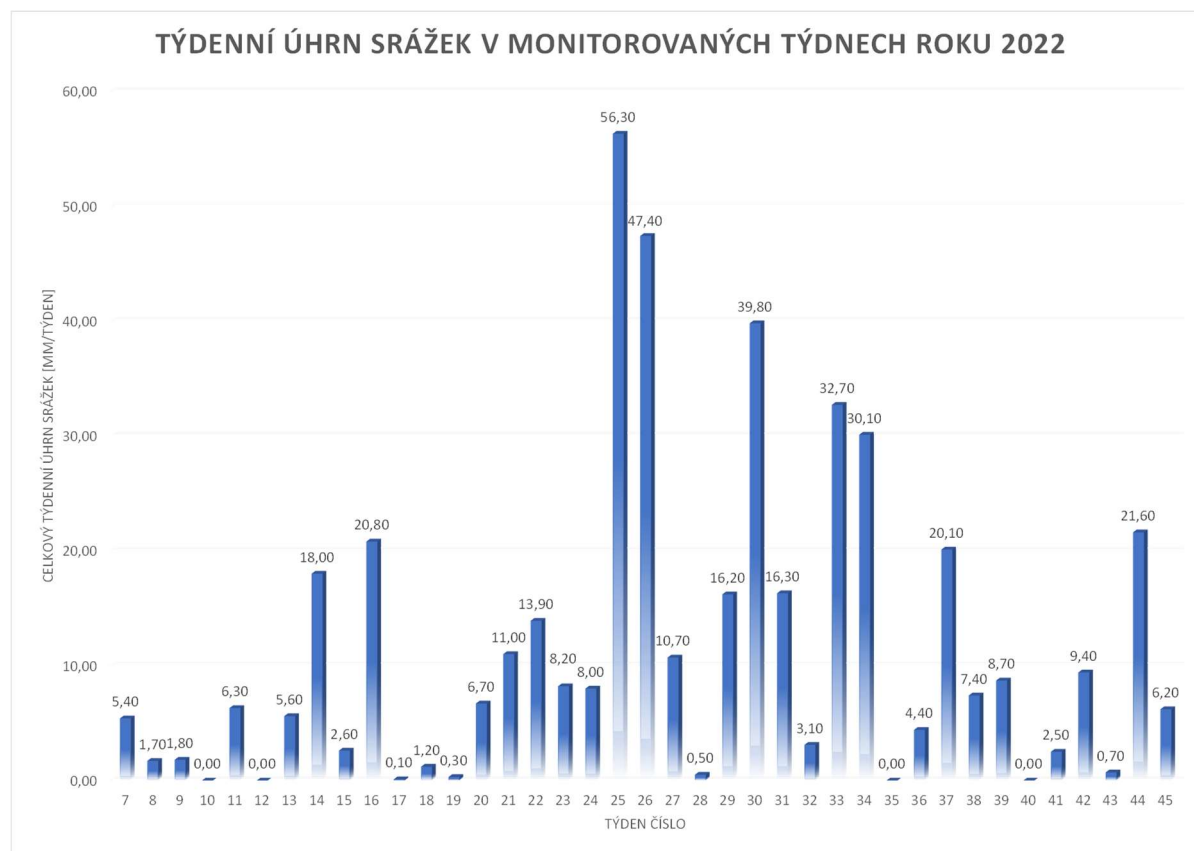
Meteorologická stanice v areálu ČZU v Praze 6 – Suchdole se nachází v nadmořské výšce 286 m, zeměpisná šířka: N 50°08'N, zeměpisná délka: 14°24'E. Průměrná teplota vzduchu činí 9,2 °C a absolutní minimum dosáhlo -29,1 °C a bylo naměřeno v roce 1929 (Švachula et al. 1992). Průměrný roční úhrn srážek je kolem 500 mm (Meteorologická stanice České zemědělské univerzity v Praze 2022).

V Grafu 1 je uvedena průměrná týdenní teplota vzduchu od 7. do 45. týdne roku 2022. Data byla převzata z webu Meteorologické stanice České zemědělské univerzity v Praze.



Graf 1 Průměrná týdenní teplota vzduchu monitorovaného období v roce 2022

V Grafu 2 je uveden týdenní úhrn srážek od 7. do 45. týdne roku 2022. Data byla převzata z webu Meteorologické stanice České zemědělské univerzity v Praze.



Graf 2 Celkový týdenní úhrn srážek v roce 2022

4.2 Metodika a průběh výzkumu

Byly zaznamenány a následně vyhodnoceny všechny kvetoucí druhy planých dvouděložných rostlin, které se v průběhu vegetační sezóny nacházely v zájmovém území. Sledování započalo v 7. týdnu (17. února 2022). Ukončeno bylo v 45. týdnu (10. listopadu 2022), kdy se denní teplota pohybovala kolem 3 °C.

V závěru každého týdne byla jednotlivá meziřadí procházena pomalou chůzí a do záznamových archů byly zaznamenány všechny druhy kvetoucích dvouděložných rostlin, které se v meziřadí vyskytovaly. Kvetoucí druhy v prostoru mimo meziřadí, např. pod ovocnými stromy, do archů nebyly zaneseny.

Celkem bylo sledováno devět meziřadí (viz Obrázek 1). Následně byly počty kvetoucích rostlin vyhodnoceny za jednotlivé týdny. Výsledky byly vypočítány následujícím způsobem. Byl zaznamenán celkový počet všech nalezených druhů v jednotlivých částech sadu dle roku založení a následně bylo vyhodnoceno, zda se jedná o druhy jednoleté nebo vytrvalé. Počty kvetoucích druhů zaznamenaných v jednotlivých týdnech ve třech meziřadích ze sadu založeného v roce 2013 (dále jen S2013) byly zprůměrovány. Byl tedy vypočten průměrný počet kvetoucích rostlin za každý monitorovaný týden celkově za S2013. Zprůměrováním třech meziřadí byl získán objektivnější přehled o počtu kvetoucích rostlin v dané části sadu.

Stejným způsobem byla vyhodnocena data získaná z později založené části sadu z roku 2017 (dále jen S2017) i v nejnovější části sadu, který byl založen v roce 2021 (dále jen S2021).

V S2021 nebyla v počátku monitoringu zaseta travní směs a v meziřadí rostlo pouze malé množství planých rostlin. Vzhledem k nedostatečným dešťovým srážkám v období zasetí travní směsi na přelomu dubna/května od 17. týdne (viz Graf 2) došlo k zaschnutí většiny travních semen. S2021 tedy obrostlo zcela spontánně plevelnými druhy rostlin.

Abecední seznam všech zaznamenaných druhů kvetoucích dvouděložných rostlin je uveden v Tabulce II. Pro označení vědeckých názvů rostlin (latinsky, česky) a čeledí (latinsky, česky) byl použit Klíč ke květeně České republiky (Kaplan et al. 2019). EPPO kódy (Bayer code) byly vyhledány v mezinárodní online databázi *EPPO Global Database* (EPPO 2022).

Tabulka II Abecední seznam všech druhů kvetoucích dvouděložných rostlin

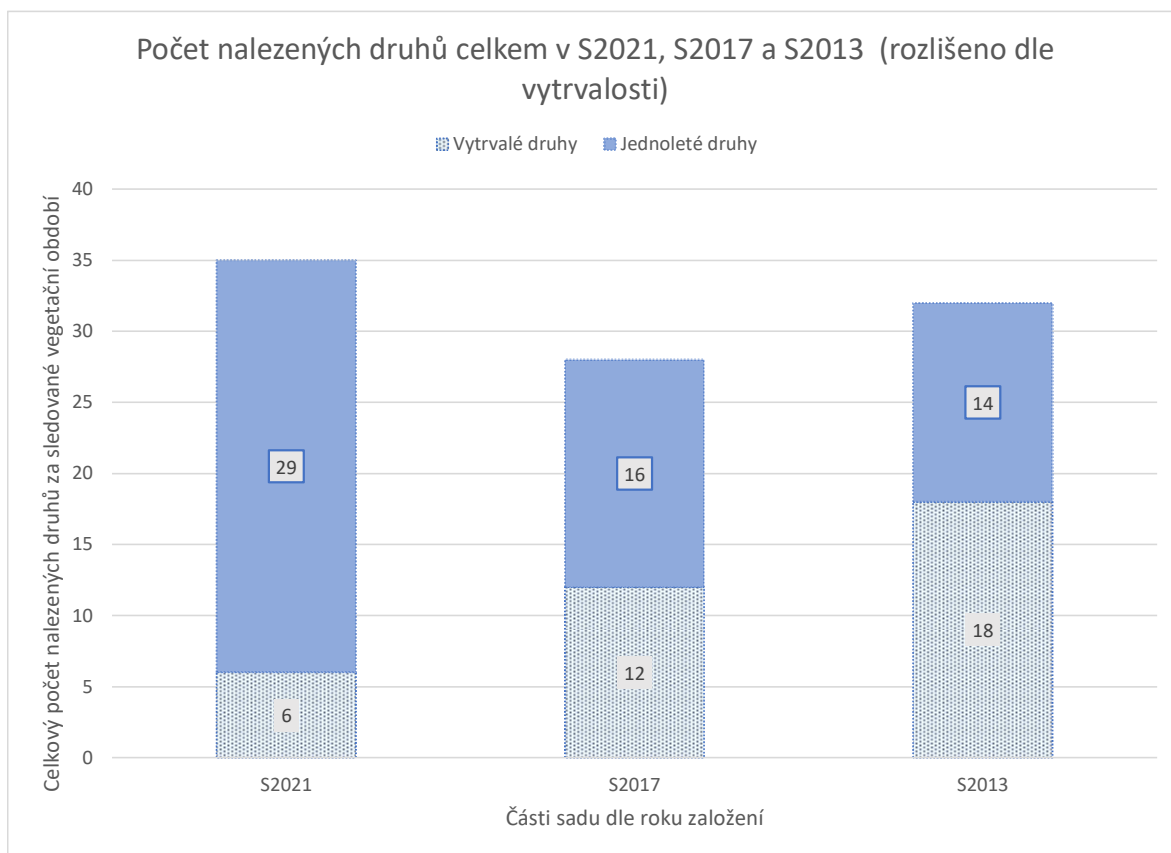
| Název druhu latinsky | Název druhu česky | Název čeledi latinsky | Název čeledi česky | EPPO (Bayer) kód |
|--|-------------------------|-------------------------|--------------------|------------------|
| 1. <i>Amaranthus powellii</i> S. Watson | laskavec zelenoklasý | <i>Amaranthaceae</i> | laskavcovité | AMAPO |
| 2. <i>Amaranthus retroflexus</i> L. | laskavec ohnutý | <i>Amaranthaceae</i> | laskavcovité | AMARE |
| 3. <i>Bellis perennis</i> L. | sedmikráska obecná | <i>Asteraceae</i> | hvězdnicovité | BELPE |
| 4. <i>Beta vulgaris</i> L. | řepa obecná | <i>Chenopodiaceae</i> | merlíkovité | BEAVX |
| 5. <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. | kokoška pastuší tobolka | <i>Brassicaceae</i> | brukvovité | CAPBP |
| 6. <i>Cerastium vulgare</i> L. | rožec rolní pravý | <i>Caryophyllaceae</i> | hvozdíkovité | CERAR |
| 7. <i>Convolvulus arvensis</i> L. | svlačec rolní | <i>Convolvulaceae</i> | svlačcovité | CONAR |
| 8. <i>Datura stramonium</i> L. | durman obecný | <i>Solanaceae</i> | lilkovité | DATST |
| 9. <i>Duchesnea indica</i> (Jacks.) Focke | jahodka indická | <i>Rosaceae</i> | růžovité | DUCIN |
| 10. <i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf. | turan roční | <i>Asteraceae</i> | hvězdnicovité | ERIAN |
| 11. <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. | pumpava obecná | <i>Geraniaceae</i> | kakostovité | EROCI |
| 12. <i>Euphorbia helioscopia</i> L. | prýšec kolovratec | <i>Euphorbiaceae</i> | prýšcovité | EPHHE |
| 13. <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve | opletka obecná | <i>Polygonaceae</i> | rdesnovité | POLCO |
| 14. <i>Galium aparine</i> L. | svízel přítula | <i>Rubiaceae</i> | mořenovité | GALAP |
| 15. <i>Geranium pusillum</i> L. | kakost maličký | <i>Geraniaceae</i> | kakostovité | GERPU |
| 16. <i>Geum urbanum</i> L. | kuklík městský | <i>Rosaceae</i> | růžovité | GEUUR |
| 17. <i>Glechoma hederacea</i> L. | popenec obecný | <i>Lamiaceae</i> | hluchavkovité | GLEHE |
| 18. <i>Chenopodium album</i> L. | merlík bílý | <i>Chenopodiaceae</i> | merlíkovité | CHEAL |
| 19. <i>Chenopodium hybridum</i> L. | merlík zvrhlý | <i>Chenopodiaceae</i> | merlíkovité | CHEHY |
| 20. <i>Lamium amplexicaule</i> L. | hluchavka objímava | <i>Lamiaceae</i> | hluchavkovité | LAMAM |
| 21. <i>Lamium purpureum</i> L. | hluchavka nachová | <i>Lamiaceae</i> | hluchavkovité | LAMPU |
| 22. <i>Lotus corniculatus</i> L. | štírovník růžkatý | <i>Fabaceae</i> | bobovité | LOTCO |
| 23. <i>Malva neglecta</i> Wallr. | sléz přehlížený | <i>Malvaceae</i> | slézovité | MALNE |
| 24. <i>Medicago lupulina</i> L. | tolice dětelová | <i>Fabaceae</i> | bobovité | MEDLU |
| 25. <i>Mercurialis annua</i> L. | bažanka roční | <i>Euphorbiaceae</i> | prýšcovité | MERAN |
| 26. <i>Oxalis stricta</i> L. | šťavel evropský | <i>Oxalidaceae</i> | šťavelovité | OXAST |
| 27. <i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre | rdesno blešník | <i>Polygonaceae</i> | rdesnovité | POLLA |
| 28. <i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth. | svazenka vratičolistá | <i>Boraginaceae</i> | brutnákovité | PHCTA |
| 29. <i>Plantago lanceolata</i> L. | jitrocel kopinatý | <i>Plantaginaceae</i> | jitrocelovité | PLALA |
| 30. <i>Plantago major</i> L. | jitrocel větší | <i>Plantaginaceae</i> | jitrocelovité | PLAMA |
| 31. <i>Polygonum aviculare</i> L. | truskavec ptačí | <i>Polygonaceae</i> | rdesnovité | POLAV |
| 32. <i>Portulaca oleracea</i> L. | šrucha zelná | <i>Portulacaceae</i> | šruchovité | POROL |
| 33. <i>Potentilla reptans</i> L. | mochna plazivá | <i>Rosaceae</i> | růžovité | PTLAN |
| 34. <i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser | rukev obecná | <i>Brassicaceae</i> | brukvovité | RORSY |
| 35. <i>Rumex crispus</i> L. | šťovík kadeřavý | <i>Polygonaceae</i> | rdesnovité | RUMCR |
| 36. <i>Senecio vulgaris</i> L. | starček obecný | <i>Asteraceae</i> | hvězdnicovité | SENVU |
| 37. <i>Silene noctiflora</i> L. | silenska noční | <i>Caryophyllaceae</i> | hvozdíkovité | MELNO |
| 38. <i>Solanum nigrum</i> L. | lilek černý | <i>Solanaceae</i> | lilkovité | SOLNI |
| 39. <i>Solanum physalifolium</i> Rusby | lilek leskloplodý | <i>Solanaceae</i> | lilkovité | SOLPS |
| 40. <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill | mléč drsný | <i>Asteraceae</i> | hvězdnicovité | SONAS |
| 41. <i>Sonchus oleraceus</i> L. | mléč zelinný | <i>Asteraceae</i> | hvězdnicovité | SONOL |
| 42. <i>Stellaria media</i> (L.) Vill. | ptačinec prostřední | <i>Caryophyllaceae</i> | hvozdíkovité | STEME |
| 43. <i>Taraxacum</i> F.H. Wigg. | pampeliška (smetánka) | <i>Asteraceae</i> | hvězdnicovité | 1TARG |
| 44. <i>Thlaspi arvense</i> L. | penízek rolní | <i>Brassicaceae</i> | brukvovité | THLAR |
| 45. <i>Trifolium campestre</i> Schreb. | jetel ladní | <i>Fabaceae</i> | bobovité | TRFCA |
| 46. <i>Trifolium dubium</i> Sibth. | jetel pochybný | <i>Fabaceae</i> | bobovité | TRFDU |
| 47. <i>Trifolium pratense</i> L. | jetel luční | <i>Fabaceae</i> | bobovité | TRFPR |
| 48. <i>Trifolium repens</i> L. | jetel plazivý | <i>Fabaceae</i> | bobovité | TRFRE |
| 49. <i>Veronica agrestis</i> L. | rozrazil polní | <i>Scrophulariaceae</i> | krtičníkovité | VERAG |
| 50. <i>Veronica arvensis</i> L. | rozrazil rolní | <i>Scrophulariaceae</i> | krtičníkovité | VERAR |
| 51. <i>Veronica persica</i> Poir. | rozrazil perský | <i>Scrophulariaceae</i> | krtičníkovité | VERPE |
| 52. <i>Veronica polita</i> Fr. | rozrazil lesklý | <i>Scrophulariaceae</i> | krtičníkovité | VERPO |
| 53. <i>Vicia angustifolia</i> L. | vikev úzkolistá | <i>Fabaceae</i> | bobovité | VICAN |
| 54. <i>Viola arvensis</i> Murray | violka rolní | <i>Violaceae</i> | violkovité | VIOAR |

5 Výsledky

Za vegetační sezónu 2022 bylo monitorováno v prostoru jablečného sadu v areálu Pokusného a demonstračního pozemku FAPPZ celkem 54 druhů planých dvouděložných rostlin. Výsledky byly vyhodnoceny a zaneseny do grafů dle metodiky.

5.1 Celkový počet druhů v jednotlivých částech ovocného sadu

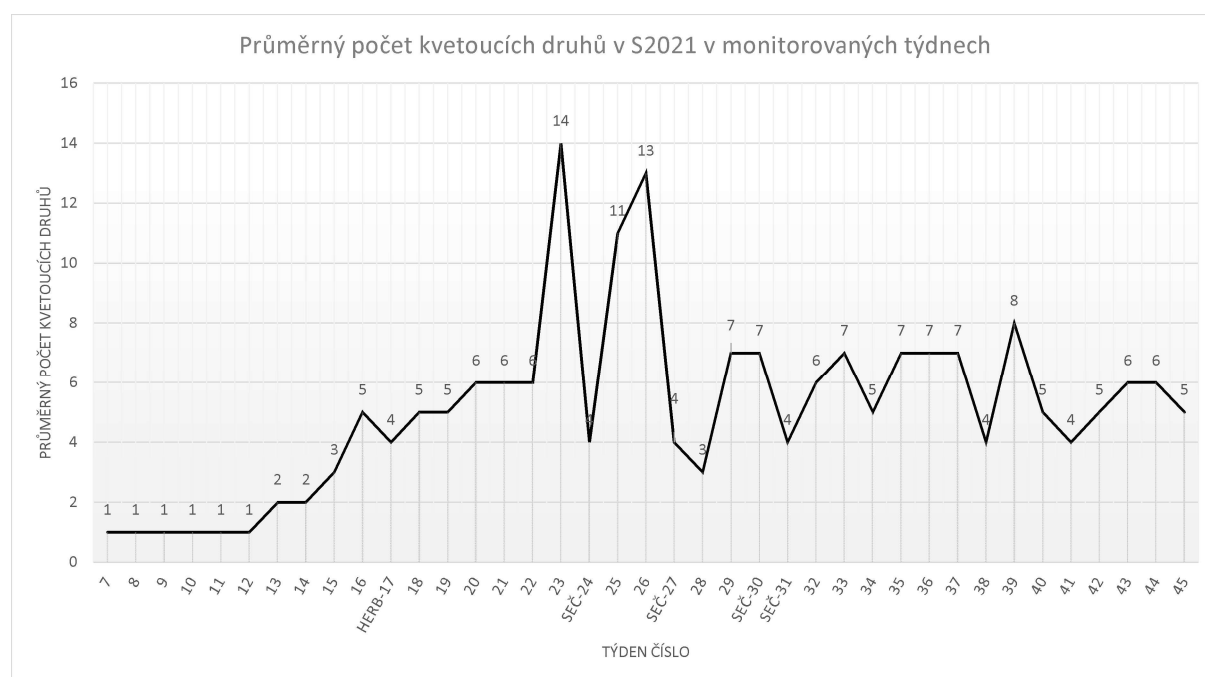
V Grafu 3 vyplynulo, že v S2021 bylo nalezeno největší množství kvetoucích druhů rostlin, a to celkem 35. V S2017 se vyskytovalo celkem 28 druhů. V nejstarší části sadu S2013 bylo zaznamenáno 32 kvetoucích druhů. V Grafu 3 je zachyceno, jaké druhy dle vytrvalosti se v jednotlivých částech sadu vyskytovaly. V původní části sadu S2013, založené devět let před zahájením sledování, bylo zachyceno pouze 14 jednoletých druhů a převládly druhy vytrvalé, kterých bylo napočítáno 18. Oproti tomu v nejnovější části sadu S2021 se v době monitoringu vyskytovalo 29 jednoletých plevelných druhů. Druhové spektrum se značně odlišovalo v jednotlivých částech sadu dle založení. V S2021 dominovaly jednoleté druhy, které nebyly v S2017 a S2013 vůbec monitorovány. Druhy, které kvetly pouze v S2021, byly *Amaranthus powelli*, *Beta Vulgaris*, *Datura stramonium*, *Euphorbia helioscopia*, *Fallopia Convolvulus*, *Chenopodium album*, *Chenopodium hybridum*, *Phacelia tanacetifolia*, *Persicaria lapathifolia*, *Silene noctiflora*, *Solanum nigrum*, *Sonchus oleraceus* a *Veronica agrestis*.



Graf 3 Počet druhů nalezených ve sledovaném období v S2021, S2017 a S 2013 vč. rozlišení dle vytrvalosti

5.2 Počty kvetoucích druhů v S2021

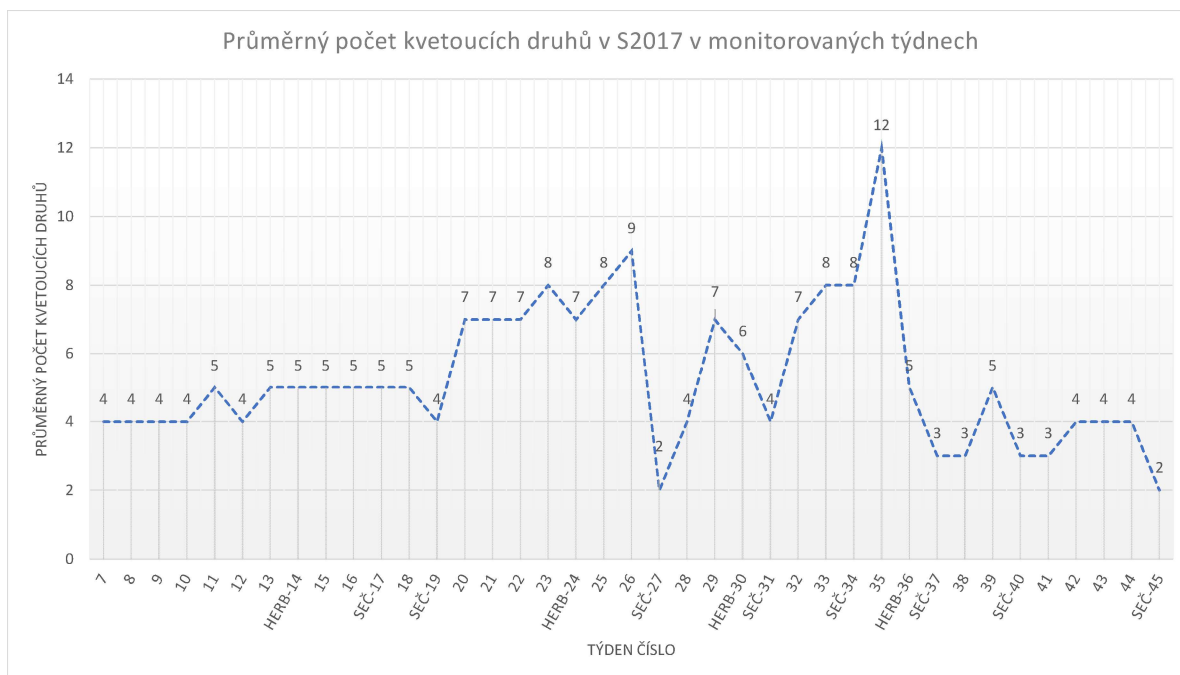
V Grafu 4 bylo zobrazeno, kolik druhů plevelných rostlin kvetlo v každém týdnu monitorovaného období. Vypočet průměru probíhal dle metodiky. Od 7. do 12. týdne byl zaznamenán pouze jeden kvetoucí druh. Nárůst počtu kvetoucích druhů byl velmi pozvolný. Do 22. týdne kvetlo maximálně 6 druhů. Prudký nárůst kvetoucích druhů byl zachycen ve 23. týdnu, kdy týdně kvetlo celkem 14 druhů rostlin, což bylo maximum za sledované období v S2021. Počty kvetoucích druhů v jednotlivých týdnech nebyly kontinuální a byl zdokumentován velké rozdíly v jejich množství. Například z 23. týdne na 24. týden poklesl počet kvetoucích druhů o 10. Z 24. týdne na 25. týden opět stoupl počet kvetoucích druhů o 7.



Graf 4 Průměrný počet kvetoucích druhů plevelných rostlin zaznamenaný v jednotlivých týdnech v S2021

5.3 Počty kvetoucích druhů v S2017

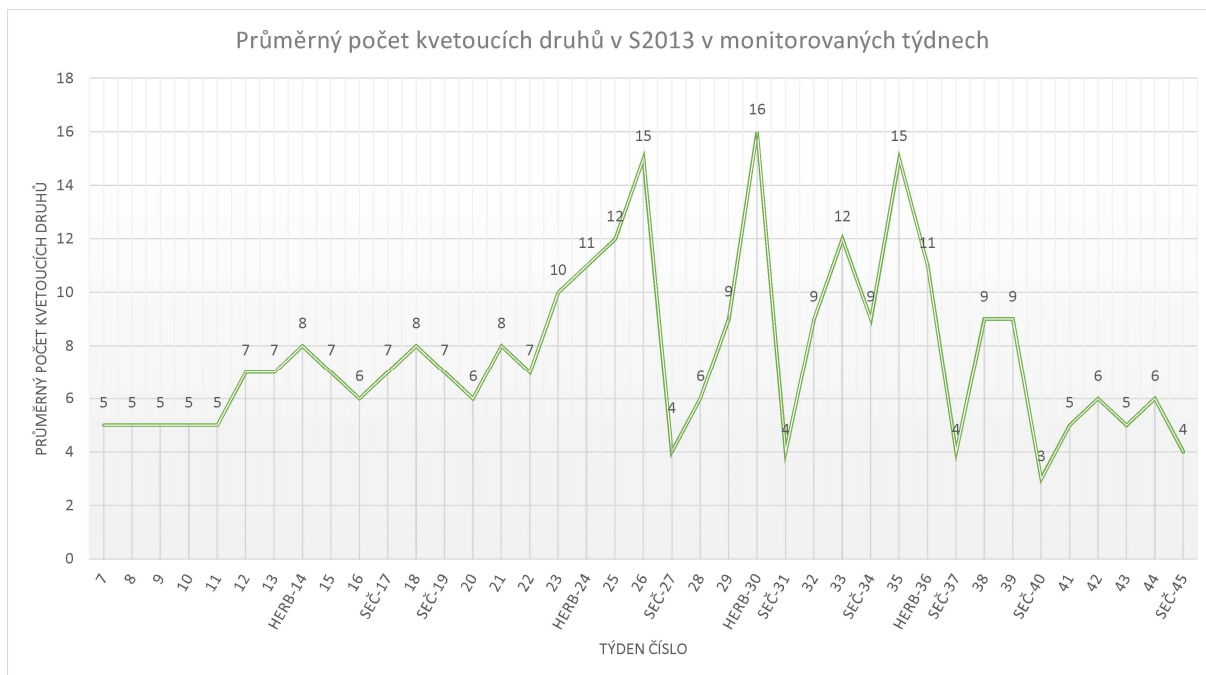
V Grafu 5 byl vyhodnocen dle metodiky průměrný počet kvetoucích druhů v S2017. Z výsledků vyplynulo, že od 7. do 19. týdne se počet kvetoucích druhů pohyboval od 4 do 5 druhů. Minimální počet kvetoucích druhů byl monitorován v 27. týdnu a maximální počet druhů pak v 35. týdnu, kdy kvetlo 12 druhů. Byly zaznamenány značné výkyvy v počtech nalezených druhů v po sobě následujících týdnech.



Graf 5 Průměrný počet kvetoucích druhů plevelných rostlin zaznamenaný v jednotlivých týdnech v S2017

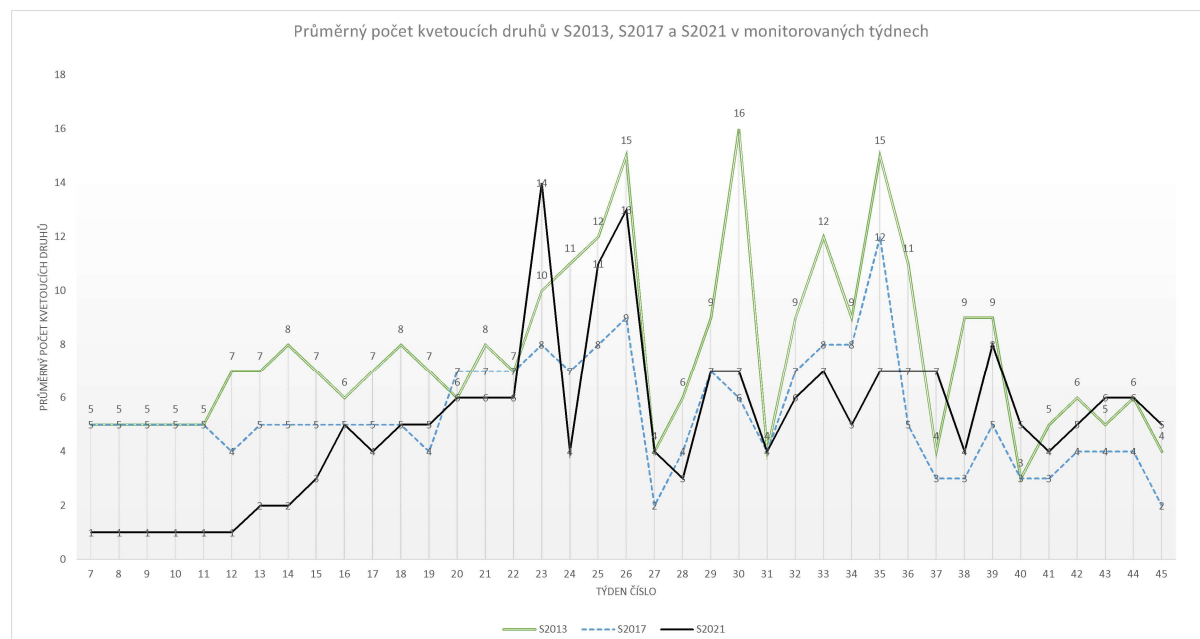
5.4 Počty kvetoucích druhů v S2013

V Grafu 6 jsou zachyceny průměrné počty kvetoucích rostlin v S2013 obdobně jako v S2017 a S2021. Počet kvetoucích druhů byl až do 22. týdne plynulý a pohyboval se v rozmezí 5 až 8 kvetoucích druhů. Pozvolný nárůst nastal od 23. týdne, kdy nejvíce druhů kvetlo ve 26., 30. a 35. týdnu. Mezi jednotlivými týdny byly zaznamenány velké propady a nárůsty počtu kvetoucích druhů. Nejméně druhů kvetlo ve 40. týdnu, kdy byly nalezeny jen 3 kvetoucí druhy.



Graf 6 Průměrný počet kvetoucích druhů plevelných rostlin zaznamenaný v jednotlivých týdnech v S2013

5.5 Souhrn počtu pozorovaných druhů v S2021, S2017 a S2013



Graf 7 Průměrný počet kvetoucích druhů plevelných rostlin zaznamenaný v jednotlivých týdnech v S2021, S2017 a S2013

V Grafu 7 byl zobrazen počet kvetoucích druhů v S2021, S2017 a S2013. Až do 22. týdne byly počty kvetoucích druhů ve všech částech sadu stabilní a nebyly zachyceny výrazné odchylky. Od 22. týdne dochází ke značnému nárůstu a velkým rozdílům v počtu kvetoucích druhů v jednotlivých týdnech. Velký propad v počtu kvetoucích druhů byl zachycen v 27. a 31. týdnu ve všech sledovaných částech sadu. Naopak nejvíce druhů kvetlo v 26. týdnu, kdy v S2021 kvetlo 13 druhů, v S2017 kvetlo 9 druhů a v S2013 kvetlo celkem 15 druhů rostlin.

6 Diskuze

Tato práce sledovala pouze druhy a počty dvouděložných planých rostlin. Délka kvetení jednotlivých taxonů nebyla vyhodnocena. Také četnost jednotlivých druhů nebyla součástí této studie. Hodnocení probíhalo po dobu 39 týdnů a bylo zdokumentováno celkem 54 druhů kvetoucích rostlin.

Meziřadí byla pravidelně sečena a prostory pod ovocnými stromy chemicky ošetřovány. Na průběh kvetení jednotlivých druhů působily vnější vlivy počasí, jak je patrné z Grafu 1 a Grafu 2. Lze konstatovat, že v průběhu roku 2022 se v monitorovaném období nevyskytovaly extrémní výkyvy počasí a podmínky pro vývoj rostlin byly příznivé. Rok 2022 (Tolasz et al. 2023) byl v Česku teplotně nadnormální s průměrnou teplotou 9,2 °C (s odchylkou +0,9 °C od normálu 1991–2020). Roční úhrn srážek byl s 632 mm srážkově normální (normál za období 1991–2020 je 684 mm). Nejvíce srážek spadlo v Česku v červnu, nejméně v březnu. To odpovídá i srážkovému úhrnu naměřenému v zájmovém území (viz Graf 2).

V 7. týdnu kvetlo pět druhů plevelných rostlin. Jednalo se o *Bellis perennis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Senecio Vulgaris*, *Stellaria media* a *Veronica polita*. Zde je patrný vliv teplotně nadprůměrného měsíce února a brzký nástup kvetení jednotlivých druhů rostlin (Cleland et al. 2007; CaraDonna et al. 2014; Rutishauser & Studer 2007; Diggle & Mulder 2019). Například u *Senecio Vulgaris* a *Stellaria media* byla očekávaná doba rozkvetu v březnu, což odpovídá zhruba 10. týdnu (Mikulka 2014a). Samotářské včely (Tintěra et al. 2018) bývají aktivní již od února (od 6. týdne). Jelikož v tomto období kvetlo pouze malé množství vegetace, lze předpokládat, že uvedené plané kvetoucí druhy mohly poskytnout volně žijícím opylovačům potřebné zdroje potravy. Poskytování květinových zdrojů (Wood et al. 2018) je důležité pro populace opylovačů divokých včel i dalších druhů živících se nektarem (Nimal 2014; Zweger 1995). Zároveň jim pomáhá přežít v intenzivně obhospodařované krajině zvláště z kraje vegetačního období, kdy je nabídka nektarodárných druhů omezená.

Do 22. týdne kvetlo ve všech třech vyhodnocovaných částech sadu maximálně 8 druhů rostlin (Graf 7). Velké rozdíly v počtech kvetoucích druhů mezi jednotlivými týdny nebyly zaznamenány. V tomto období, přibližně od 15. do 19. týdne, kvetly v sadu jablečné stromy. Většina opylovatelů byla tedy zaměřena na kvetoucí dřeviny. Od 22. týdne došlo k strmému nárůstu kvetoucích druhů ve všech sledovaných částech jablečného sadu. Přispělo k tomu více vnějších faktorů, zejména vyšší průměrné denní teploty (v 20. týdnu byl zaznamenán první tropický den) a především dostatek srážek. Jak je patrné v Grafu 2, v 25. a 26. týdnu napadlo největší množství srážek za celé vegetační období. V 26. týdnu bylo monitorováno nejvíce kvetoucích taxonů ve všech částech sadu za celé sledované období. V této době již odkvetly ovocné stromy i většina ostatních dřevin v okolí a pro opylovače byly kvetoucí dvouděložné plevelné rostliny opět atraktivním zdrojem potravy (Holý et al. 2017).

Od 23. týdne byly sledovány značné rozdíly v počtech druhů v jednotlivých po sobě následujících týdnech. Největší propad v počtu druhů kvetoucích rostlin byl zaznamenán mezi 26. a 27. týdnem. Jak je znázorněno v Grafu 1 a Grafu 2, v tomto období panovaly příznivé meteorologické podmínky. Rozdíly v počtech kvetoucích druhů mezi jednotlivými týdny připisují agrotechnickým zásahům. Jak lze vyčíst z Grafu 4, Grafu 5 a Grafu 6, největší vliv na počty kvetoucích druhů měly dle očekávání seče nízkou u země (Holý et al. 2017). Sucho, jako fenomén poklesu dostupnosti vody, by nemohlo způsobit tak velké rozdíly v kvetoucích družích

v odstupu jednoho týdne. Sucho je typické svým pozvolným začátkem, dlouhodobým trváním a malou dynamikou (Pecha et al. 2022). Například v S2013 byl monitorován mezi 26. a 27. týdnem rozdíl v 11 kvetoucích druzích. Herbicidní ošetření v prostoru pod kvetoucími stromy se na počtech kvetoucích druhů neprojevovalo. Z výsledků nelze konkrétně vyvodit závěry, jaký měly chemické zásahy vliv na hmyzí opylovače a ostatní bezobratlé (Korres et al. 2019; Kloutvorová et al. 2018), popř. zda došlo k narušení biologické ochrany přirozených nepřátel škůdců (Mills et al. 2016). Po seči bylo nalezeno jen malé množství kvetoucích rostlin, které díky své morfologii nebyly přímo ovlivněny použitou technikou. Celkem stabilně po seči kvetly zejména *Bellis perennis*, *Trifolium repens* a *Duchesnea indica*.

Nejvíce kvetoucích druhů, a to celkem 35, bylo zaznamenáno v nejnovější části sadu (S2017 – 28 druhů a S2013 – 32 druhů). Jak dokládá Graf 3, v S2021 výrazně převládaly jednoleté druhy. Naproti tomu v S2013 bylo zaznamenáno více vytrvalých druhů.

Druhovým složením se nejvíce odlišovala sledovaná část sadu S2021. Druhy, které byly nalezeny pouze v S2021, byly tyto jednoleté rostliny: *Amaranthus powelli*, *Beta Vulgaris*, *Datura stramonium*, *Euphorbia helioscopia*, *Fallopia Convolvulus*, *Chenopodium album*, *Chenopodium hybridum*, *Phacelia tanacetifolia*, *Persicaria lapathifolia*, *Silene noctiflora*, *Solanum nigrum*, *Sonchus oleraceus* a *Veronica agrestis*. V nejstarší části sadu S2013 naopak kvetly převážně vytrvalé rostliny a pouze zde byly zaznamenány tyto jednoleté i vytrvalé druhy: *Duchesnea indica*, *Galium aparine*, *Geum urbanum*, *Glechoma hederacea*, *Oxalis stricta*, *Potentilla reptans*, *Rumex crispus*, *Thlaspi arvense* a *Vicia angustifolia*.

Z porovnání výsledků z jednotlivých částí sadu vyplývá, že časté seče mají negativní vliv na nektarodárné druhy (Stýblo 2018). Během let pravidelné údržby meziřadí nízkou sečí došlo ke ztrátě především jednoletých taxonů, jejich nahrazení vytrvalými druhy a trávou (Holý et al. 2017), která již není pro hmyzí opylovače atraktivní. Přitom druhová bohatost kvetoucích rostlin (García & Miñarro 2014) má velký vliv na biologickou rozmanitost opylovačů, predátorů, parazitoidů i ostatních bezobratlých v intenzivních i extenzivních sadech. To může mít v konečném důsledku pozitivní vliv na zvýšení výnosů a ziskovost ovocných plodin (Samnegård et al. 2019).

7 Závěr

Z výsledků vyplynulo, že v průběhu let došlo ke změně plevelného spektra v jednotlivých částech sadu. Intenzivní sečí meziřadí byly potlačeny zejména jednoleté plevelné rostliny a nahrazeny vytrvalými druhy a trávou, což mohlo mít za následek snížení biologické rozmanitosti sadu.

I přes intenzivní údržbu sadu bylo zachyceno velké množství planých kvetoucích rostlin (54 druhů).

Největší počet kvetoucích druhů byl zaznamenán v nejnovější části sadu S2021, a to celkem 35 druhů.

V části sadu S2017 bylo sledováno nejméně kvetoucích druhů, a sice 28. V nejstarší části sadu S2013 kvetlo celkem 32 druhů.

Byl zdokumentován postupně se snižující počet jednoletých kvetoucích druhů ve dříve založených částech sadu. V S2021 bylo zaznamenáno 29, v S2017 pak 16 a v S2013 pouze 14 jednoletých druhů.

Počty vytrvalých plevelných druhů kontinuálně narůstaly v starších částech sadu: v S2021 bylo pozorováno pouze 6 vytrvalých druhů, v S2017 již 12 a v S2013 dokonce 18 vytrvalých druhů.

Do 22. týdne byly počty kvetoucích taxonů ve všech sledovaných částech sadu stabilní, mezi jednotlivými týdny nebyly zachyceny výrazné rozdíly v počtech.

Od 22. týdne došlo k výraznému nárůstu počtu sledovaných druhů a velkým výkyvům v množství právě kvetoucích druhů mezi jednotlivými po sobě následujícími týdny.

Nejvíce druhů kvetlo v 26. týdnu, kdy v S2021 kvetlo 13 druhů, v S2017 kvetlo 9 druhů a v S2013 kvetlo celkem 15 druhů plevelných rostlin.

Nejnižší počet kvetoucích druhů byl zachycen v 27. a 31. týdnu ve všech sledovaných částech sadu.

8 Literatura

- Adler C. 2010. Biologische Schädlingsbekämpfung im Vorratsschutz: Besonderheiten rund um den Schutz gelagerter Lebensmittel. *Journal für Kulturpflanzen*. **62**(3):93-96.
- Ahas R, Aasa A, Menzel V, Fedotova VG, Scheifinger H. 2002 Changes in European spring phenology. *International Journal of Climatology*. **22**(14):1727-1738.
- Blanke M, Kunz A. 2009. Einfluss rezenter Klimaveränderungen auf die Phänologie bei Kernobst am Standort Klein-Altendorf – anhand 50-jähriger Aufzeichnungen. *Erwerbs-Obstbau*. **51**:101–114.
- Bone NJ, Thomson LJ, Ridland PM, Cole P, Hoffmann AA. 2009. Cover crops in Victorian apple orchards: Effects on production, natural enemies and pests across a season. *Crop Protection*. **28**(8):675-683. Available from <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.03.021> (accessed October 1, 2022).
- Boyle NK, Artz DR, Lundin O, Ward K, Picklum D, Wardell GI, NM, Pitts-Singer TL. 2020. Wildflower plantings promote blue orchard bee, *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae), reproduction in California almond orchards. *Ecology and Evolution*. **10**(7): 3189-3199. Available from <https://doi.org/10.1002/ece3.5952> (accessed October 4, 2022).
- Brant V, Bečka D, Cihlář P, Fuksa P, Hakl J, Holec J, Chyba J, Jursík M, Kobzová D, Krček V, Kroulík M, Kusá H, Novotný I, Pivec J, Prokinová E, Růžek P, Smutný V, Škeříková M, Záborský P. 2016. Pásové zpracování půdy (strip tillage): klasické, intenzivní a modifikované. Profi Press, Praha.
- Brown MW, Schmitt JJ. 2001. Seasonal and Diurnal Dynamics of Beneficial Insect Populations in Apple Orchards Under Different Management Intensity. *Environmental Entomology*. **30**(2):415–424. Available from <https://doi.org/10.1603/0046-225X-30.2.415> (accessed October 15, 2022).
- Campbell AJ, Wilby A, Sutton P, Wäckers F. 2017a. Getting More Power from Your Flowers: Multi-Functional Flower Strips Enhance Pollinators and Pest Control Agents in Apple Orchards. *Insects*. **8**(3):101. Available from <https://doi.org/10.3390/insects8030101> (accessed October 15, 2022).
- Campbell AJ, Wilby A, Sutton P, Wäckers F. 2017b. Do sown flower strips boost wild pollinator abundance and pollination services in a spring-flowering crop? A case study from UK cider apple orchards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. **239**:20-29. Available from <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.01.005>. (accessed October 15, 2022).
- CaraDonna PJ, Iler AM, Inouye DW. 2014. Shifts in flowering phenology reshape a subalpine plant community. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **111**(13):4916-4921. Available from <https://doi.org/10.1073/pnas.1323073111> (accessed June 27, 2022).
- Cleland EE, Chuine I, Menzel A, Mooney HA, Schwartz MD. 2007. Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology & Evolution*. **22**(7):357-365. Available from <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.04.003> (accessed June 20, 2022).
- Coufal L. 2004. Fenologický atlas. Český hydrometeorologický ústav, Praha.

- Cross J, Fountain M, Markó V, Nagy C. 2015. Arthropod ecosystem services in apple orchards and their economic benefits. *Ecological Entomology*. **40**(S1):82-96. Available from <https://doi.org/10.1111/een.12234> (accessed October 04, 2022).
- Cross JV, Solomon MG, Babandreier D, Blommers L, Easterbrook MA, Jay CN, Jenser G, Jolly RL, Kuhlmann U, Lilley R, Olivella E, Toepfer S, Vidal S. 1999. Biocontrol of Pests of Apples and Pears in Northern and Central Europe: 2. Parasitoids. *Biocontrol Science and Technology*. **9**(3):277-314. Available from DOI: 10.1080/09583159929569 (accessed October 07, 2022).
- Červinka P. 2020. *Ekologie a životní prostředí: učebnice pro střední odborné školy a učiliště. České geografické společnosti, Praha.*
- Deyl M, Ušák O. 1964. *Plevele polí a zahrad. Nakladatelství československé akademie věd, Praha.*
- Diggle PK, Mulder CHPH. 2019. Diverse Developmental Responses to Warming Temperatures Underlie Changes in Flowering Phenologies. *Integrative and Comparative Biology*. **59**(3): 559–570. Available from <https://doi.org/10.1093/icb/icz076> (accessed October 7, 2022).
- Dosse G. 1961. Über die bedeutung der Pollennahrung für *Typhlodromus (t) pyri* scheuten (=tiliae oud.) (acari, phytoseiidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*. **4**(3):191-195. Available from <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1961.tb02134.x> (accessed October 10, 2022).
- Driesche RV, Hoddle M, Center T. 2008. *Control of pests and weeds by natural enemies: an introduction to biological control. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.*
- Dušková L, Kopřiva J. 2009. *Ochrana rostlin proti chorobám a škůdcům. Grada, Praha.*
- eAGRI. 2022. Ministerstvo zemědělství. *Zemědělství. Available <https://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinna-vyroba/roslinne-komodity/ovoce-a-zelenina/?fullArticle=1> (accessed October 22, 2022).*
- Eben A, Herz A. 2022. Online – Fachgespräch zum Thema „Biodiversität im Obstbau“. *Journal für Kulturpflanzen*. **74**(01-02):11–18. Available from DOI:10.5073/JfK.2022.01-02.02 (accessed June 29, 2022).
- Engel R, Ohnesorge B. 1994. Die Rolle von Ersatznahrung und Mikroklima im System *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari, Phytoseiidae)-*Panonychus ulmi* Koch (Acari, Tetranychidae) auf Weinreben I. Untersuchungen im Labor. *Journal of Applied Entomology*. **118**(1-5): 129-150. Available from <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1994.tb00788.x> (accessed October 10, 2022).
- EPPO. 2022. EPPO Global Database. Available from <https://gd.eppo.int> (accessed November 20, 2022).
- Frouz J, Frouzová J. 2021. *Aplikovaná ekologie. Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, Praha.*
- García RR, Miñarro M. 2014. Role of floral resources in the conservation of pollinator communities in cider-apple orchards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. **183**:118-

126. Available from <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.017> (accessed October 01, 2022).
- Gross J, Zimmermann O. 2019. Der Verlust der Insektenvielfalt – ein Kommentar der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie (DGaE). *Zeitschrift für Naturschutz und Landschaftspflege*. **94**(6,7):304-305. Available from DOI: 10.17433/6.2019.50153715.304.305 (accessed October 02, 2022).
- Hansen AJ, Neilson RP, Dale VH, Flather CH, Iverson LR, Currie DJ, Shafer S, Cook R, Bartlein PJ. 2001. Global Change in Forests: Responses of Species, Communities, and Biomes. *BioScience*. **51**(9):765-779. Available from [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0765:GCIFRO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0765:GCIFRO]2.0.CO;2) (accessed July 18, 2022).
- Holec J, Poláková J. 2019. *Zemědělství a potraviny*. Profi Press, Praha.
- Holý K, Falta V, Kovaříková K, Šenk J. 2017. *Podpora výskytu užitečných organismů v sadech*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Horáková J, Horák J. 2010. Fauna bezobratlých v ovocném sadu: příspěvek k poznání biodiverzity a populačních hustot pomocí pasivních kmenových nárazových pastí. *Acta Pruhoniciana*. **96**:53–64.
- Horn F, Kohout V. 1988. *Plevele polí a zahrad*. Ministerstvo zemědělství a výživy ČR, Praha.
- Horton DR, Broers DA, Lewis RR, Granatstein D, Zack RS, Unruh TR, Moldenke AR, Brown JJ. 2003. Effects of mowing frequency on densities of natural enemies in three Pacific Northwest pear orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. **106**(2):135-145. Available from <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2003.00018.x> (accessed October 01, 2022).
- Hůla J, Procházková B. 2008. *Minimalizace zpracování půdy*. Profi Press, Praha.
- Joshi NK, Otieno M, Rajotte EG, Fleischer SJ, Biddenger DJ. 2016. Proximity to Woodland and Landscape Structure Drive Pollinator Visitation in Apple Orchard Ecosystem. *Frontiers in Ecology and Evolution*. **4**(38):1-9. Available from 10.3389/fevo.2016.00038 (accessed October 11, 2022).
- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. *Biologie a regulace plevelů*. Kurent, České Budějovice.
- Jursík M, Brant V, Holec J, Hamouz P. 2008. Biologie a regulace dalších významných plevelů České republiky: Pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris* L.). *Listy cukrovarnické a řepářské*. **124**(2):48-53.
- Kamler F. 2016. *Správná praxe v chovu včel. 2., doplněné vydání*. Výzkumný ústav včelařský, Dol.
- Kaplan Z, Danihelka J, Chrtěk J, et al. 2019. *Klíč ke květeně České republiky. Druhé, aktualizované a zcela přepracované vydání*. Academia, Praha.
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. *Encyklopedie ochrany rostlin*. Vydavatelství Profi Press, Praha.

- Kazda J, Prokinová E, Ryšánek P. 2007. Škůdci a choroby rostlin: domácí rostlinolékař. Knižní klub, Praha.
- Klotz S, Settele J. 2017. Biodiversität. Pages 290–307 in Brasseur G, Jacob D, Schuck-Zöllner S, editors. Klimawandel in Deutschland. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg. Available from https://doi.org/10.1007/978-3-662-50397-3_15 (accessed June 29, 2022).
- Kloutvorová J. 2018. Metodika ochrany ovoce proti škůdcům s důrazem na ochranu hmyzích opylovačů. Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy, Hlovousy.
- Kniha ekologie. 2020. Přeložil Roth P. Euromedia Group. Universum, Praha.
- Kohout V. 1993. Regulace zaplevelení polí. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.
- Kolodziej A, Frühauf M. 2018. Phänologische Veränderungen wild wachsender Pflanzen in Sachsen-Anhalt 1962-2005. N.F. Hercynia. **41**(1):23-37
- Kopřiva J. 2019. Škůdci nebo užiteční predátoři? Zahrádkářská poradna. Available from <https://zahradkarskaporadna.cz/clanek-145311-skudci-nebo-uzitecni-predatori> (accessed July 14, 2022).
- Korres NE, Burgos NR, Duke SO. 2019. Weed Control: Sustainability, Hazards and Risk in Cropping Systems Worldwide. Taylor & Francis Group, New York.
- Kožnarová V, Klabzuba J. 2005. Aplikovaná meteorologie a klimatologie. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Křen J, Neudert L, Procházková B, Smutný V, Hůla J. 2015. Obecná produkce rostlinná – 2. část. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- Larcher W. 1988. Fyziologická ekologie rostlin. Academia, Praha.
- Lauterbach J, Bantle Ch. 2019. (K)Ein Label für die Vielfalt? Verbrauchereinstellungen zur Agrobiodiversität. In Mühlrath D, Albrecht J, Finckh MR, Hamm U, Heß J, Knierim U, Möller D, editors. Innovatives Denken für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft. Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 5. bis 8. März 2019. Verlag Dr. Köster, Berlin. Available from <https://orgprints.org/id/eprint/36167> (accessed July 02, 2022).
- LPIS. 2022. Veřejný registr půdy. Available from <https://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/> (accessed October 05, 2022).
- Martinková Z, Soukup J, Hamouz P, Honěk A, Holec J, Koprďová S, Nečasová M, Saska P, Tyšer L. 2008. Biodiverzita plevelových společenstev, její význam a udržitelné využívání: uplatněná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Meteorologická stanice České zemědělské univerzity v Praze. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů – katedra agroekologie a biometeorologie. 2022. Available from <http://meteostanice.agrobiologie.cz/index.php> (accessed November 05, 2022).
- Mikulka J. 2014a. Plevel polních plodin. Profi Press, Praha.

- Mikulka J. 2014b. Biologie a regulace pýru plazivého (*Elytrigia repens*) v cukrové řepě. Listy cukrovarnické a řepářské. **130**(2):64.
- Mills NJ, Beers EH, Shearer PW, Unruh TR, Amarasekare KG. 2016. Comparative analysis of pesticide effects on natural enemies in western orchards: A synthesis of laboratory bioassay data. *Biological Control*. **102**:17-25. Available from <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.05.006> (accessed October 01, 2022).
- Mody K, Spoerndli C, Dorn S. 2011. Within-orchard variability of the ecosystem service ‘parasitism’: Effects of cultivars, ants and tree location. *Basic and Applied Ecology*. **12**(5): 456-465. Available from <https://doi.org/10.1016/j.baae.2011.05.005> (accessed October 12, 2022).
- Moerkens R, Leirs H, Peusens G, Gobin B. 2009. Are populations of European earwigs, *Forficula auricularia*, density dependent? *Entomologia Experimentalis et Applicata*. **130**(2):198-206. Available from <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00808.x> (accessed October 06, 2022).
- Mueller TF, Blommers LHM, Mols PJM. 1988. Earwig (*Forficula auricularia*) predation on the woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. **47**(2):145-152. Available from <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1988.tb01129.x> (accessed October 06, 2022).
- Nimal Ch. 2014. Living with weeds – a new paradigm. *Indian Journal of Weed Science*. **46**:96-110.
- Ollerton J, Winfree R, Tarrant S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*. **120**(3):321-326.
- Pardo A, Borges PAV. 2020. Worldwide importance of insect pollination in apple orchards: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. **293**:106839. Available from <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106839> (accessed October 14, 2022).
- Pecha M, Čekal R, Ledvinka O, Lamačová A, Vlnas R, Vizina A, Georgievová I, Pavlík P. 2022. Informační systém o stavu a vývoji sucha na území České republiky. *Meteorologické zprávy*: **75**:165-169. Available from <https://www.chmi.cz/> (accessed February 08, 2023).
- Petr J. 2018. Nahradí zednice včelu medonosnou? *Včelařství – Časopis Českého svazu včelařů*. **71**(153):202-203
- Piao S, Liu Q, Chen A, Janssens IA, Fu Y, Dai J, Liu L, Lian X, Shen M, Zhu X. 2019. Plant phenology and global climate change: Current progresses and challenges. **25**(6):1922-1940
- Porcel M, Andersson GKS, Pålsson J, Tin M. 2018. Organic management in apple orchards: Higher impacts on biological control than on pollination. *Journal of Applied Ecology*. **55**(6):2779–2789. Available from <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13247> (accessed October 14, 2022).
- Pritsch G. 2016. Pastva pro včely. Víkend, Líbeznice.

- Prchal J, Frochsam V. 1961. Zemědělská výroba v kostce. Zemědělská výroba. SZN, Praha.
- Rademacher B. 1948. Gedanken über Begriff und Wesen des „Unkrauts“. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. **55**:3-10.
- Rotrekl J, Kolařík P. 2014. Výskyt užitečného hmyzu v zemědělské krajině. Úroda. Vědecká příloha časopisu. **12**:57-64.
- Rožnovský J, Litschmann T, Vyskot I. 2006. Fenologická odezva proměnlivosti podnebí: sborník referátů [z mezinárodního vědeckého semináře, Brno 22.3.2006]. Česká bioklimatologická společnost v nakl. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
- Rutishauser T, Studer S. 2007. Klimawandel und der Einfluss auf die Frühlingsphänologie. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. **158**(5):105-111. Available from <https://doi.org/10.3188/szf.2007.0105> (accessed October 10, 2022).
- Samnegård U, Alins G, Boreux V, et al. 2019. Management trade-offs on ecosystem services in apple orchards across Europe: Direct and indirect effects of organic production. Journal of Applied Ecology. **56**(4):802-811. Available from DOI: 10.1111/1365-2664.13292 (accessed October 11, 2022).
- Saska P, Skuhrovec J, Foffová H, Řezáč M. 2020. Ekosystémové služby poskytované bezobratlými v zemědělství: opylování a regulace škůdců a plevelů. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Schrade S, Pekrun C, Oechsner H, Claupein W. 2003. Untersuchungen zum Einfluss der Biogasgärung auf die Keimfähigkeit von Unkraut- und Kulturpflanzensamen unter besonderer Berücksichtigung des Ampfers (*Rumex obtusifolius*). Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau: Ökologischer Landbau der Zukunft. **7**:531-532.
- Smýkal P. 2008. Čas květů. Vesmír. **87**(4):230-235
- Spohn M. 2016. Co tu kvete? originální průvodce přírodou. Knižní klub, Praha.
- Stýblo P. 2018. Podpora biodiverzity v ovocných sadech. Český svaz ochránců přírody, Praha.
- Sylvaine S, Bouvier JCH, Debras JF. 2011. Biodiversity and Pest Management in Orchard Systems. Pages 693–709 in Lichtfouse E, Hamelin M, Navarrete M, Debaeke P, editors. Sustainable Agriculture Volume 2. Springer, Dordrecht. Available from https://doi.org/10.1007/978-94-007-0394-0_30 (accessed July 07, 2022).
- Šarapatka B. 2010. Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření. Bioinstitut, Olomouc.
- Šikula J, Větvička V. 2016. Trávy: traviny a trávničky v ilustracích Vojtěcha Štolfy a Zdenky Krejčové. Aventinum, Praha.
- Šlachta M, Erban T, Votavová A, Cudlín O, Cudlín P, Halešová T. 2021. Metodika podpory populací samotářských včel v agroekosystémech: certifikovaná metodika. Zemědělský výzkum, Troubsko.
- Švachula V, et al. 1992. Pokusná a demonstrační pracoviště agronomické fakulty VŠZ Praha – 1992. Vysoká škola zemědělská Praha, Praha.

- Švamberg V. 2015. Prostředí a včely: ekologie (nejen) pro včelaře. V Praze: Mája, spolek pro rozvoj včelařství, Praha.
- Tetera V. 2017. Malý průvodce genofondovým sadem ve Velké nad Veličkou. ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou.
- Tintěra D, Kamler F, Kamler M. 2018. Využití včelstev v sadech a jiných porostech pro opylování. Výzkumný ústav včelařský, Dol.
- Tolasz R, Čekal R, Lamačová A, Škáchová H. 2023. Zpráva: Rok 2022 v Česku. Český hydrometeorologický ústav. Available from <https://www.chmi.cz/> (accessed February 06, 2023).
- Trnka M, Hájková L, Bartošová L, Štěpánek P, Zahradníček P, Možný M, Dížková P. 2013. Fenologické fáze. Ústav výzkumu globální změny AV ČR, Český hydrometeorologický ústav. Available from <https://www.fenofaze.cz/cz/> (accessed June 25, 2022).
- Včely a jiný hmyz na pozemku: role včel v ekosystému a jejich chov. 2016. Permakultura (CS), Brno.
- Wahmhoff W, Hofmann L. 2018. Biodiversität in Agrarlandschaften. Tagungsband 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und – bekämpfung, 27. Februar - 1. März 2018, Braunschweig. **458**:14-18. Available from <https://doi.org/10.5073/jka.2018.458.001> (accessed July 30, 2022).
- Webber SM. 2017. Managing biodiversity for ecosystem services in apple orchards. [PhD. Thesis]. University of Reading, Reading.
- Weber RWS. 2009. Betrachtung möglicher Auswirkungen des Klimawandels auf Schadpilze im Obstbau am Beispiel von Fruchtfäuleerregern an Äpfeln. Erwerbs-Obstbau. **51**:115–120.
- Winkler J. 2013. Plevelle v ekologickém zemědělství. *Zemědělec* **37**:34.
- Wood TJ, Gibbs J, Rothwell N, Wilson JK, Gut L, Brokaw J, Isaacs R. 2018. Limited phenological and dietary overlap between bee communities in spring flowering crops and herbaceous enhancements. *Ecological Application – Ecological Society of America*. **28**(7):1924-1934. Available from <https://doi.org/10.1002/eap.1789> (accessed October 04, 2022).
- Zaller JG. 2020. Insektensterben – inwiefern sind Pestizide dafür verantwortlich. *Entomologia Austriaca*. **27**:285–295.
- Zhou H, Yu Y, Tan X, Chen A, Feng J. 2014. Biological control of insect pests in apple orchards in China. *Biological Control*. **68**:47-56. Available from <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.06.009> (accessed October 15, 2022).
- Zweger P. 1995. Unkraut oder Wildkraut – Ein Diskussionsbeitrag zum Begriff und Wesen der Unkrauts. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. **47**(12):321-325.

Zweger P, Arlt K, Baumann DT, Berendes KH, Berger B, Gerowitt B, Gut D, Mahn EG, Müller-Schärer H, Pallutt B, Niemann P, Nordmeyer H, Verschwele A. 2002. Unkraut – Ökologie und Bekämpfung. Eugen Ulmer, Stuttgart.

9 Samostatné přílohy

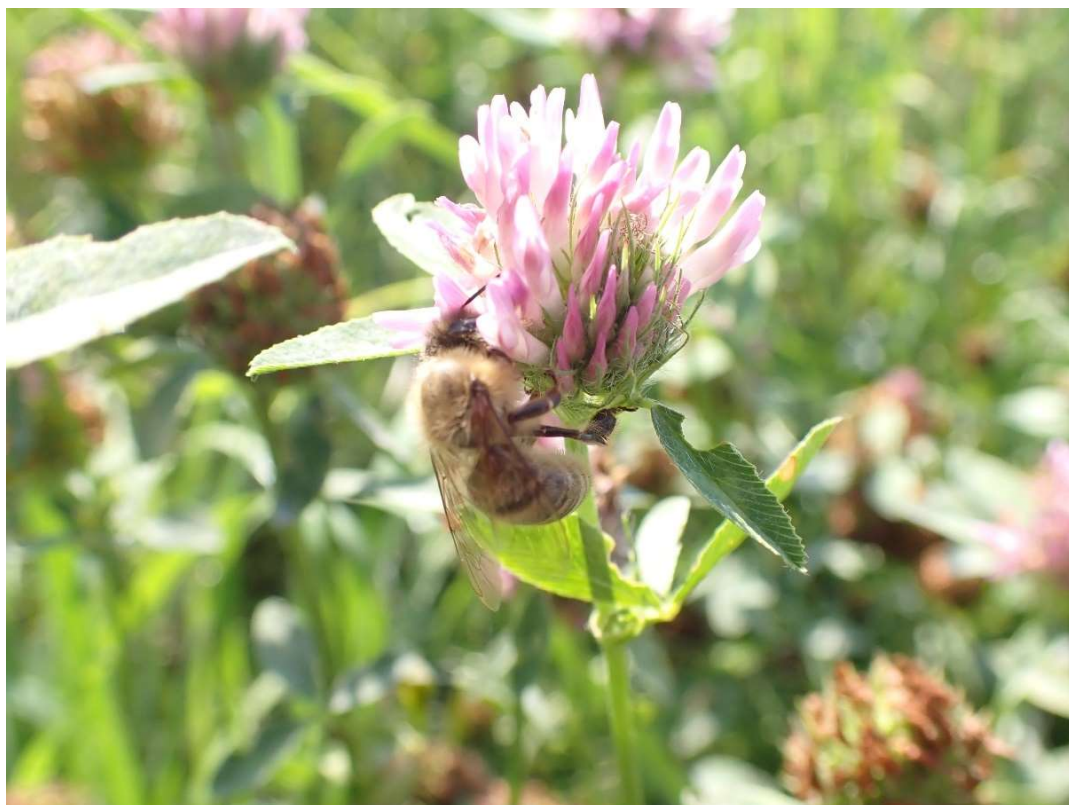
Příloha č. 1 – Fotografická příloha



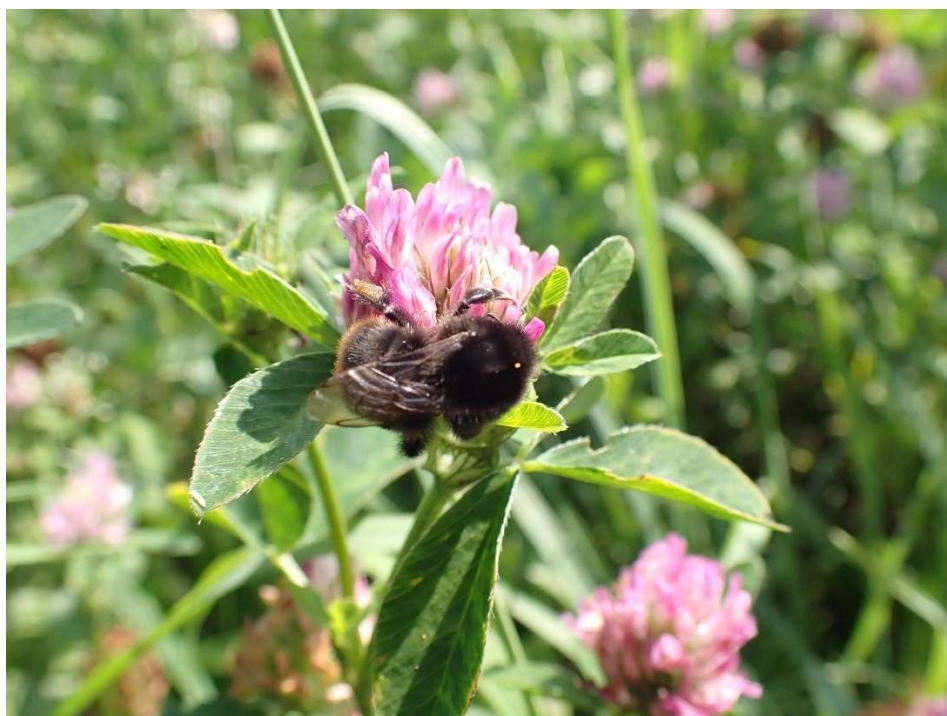
Obrázek I – Kvetoucí meziřadí ovocného sadu (foto: H. Marková)



Obrázek II – Spontánně kvetoucí plevelné rostliny v meziřadí. (foto: H. Marková)



Obrázek III – Včela medonosná *Apis mellifera* L. (foto: H. Marková).



Obrázek IV – Čmelák zemní *Bombus terrestris* L. (foto: H. Marková).



Obrázek V – Pumpava obecná *Erodium cicutarium* L. (foto: H. Marková)

