

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a biometeorologie**



**Hodnocení nástupu a doby trvání fáze kvetení  
u vybraných druhů polních plevelů**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Daniel Trefil**

**Vedoucí práce: Ing. Josef Holec, PhD.**

**Praha, 2016**

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "**Hodnocení nástupu a doby trvání fáze kvetení u vybraných druhů polních plevelů**", jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 4.4. 2016

---

**Poděkování:**

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Josefu Holcovi, PhD. za vstřícný přístup, za odbornou pomoc při monitoringu a poskytnutí cenných rad při zpracování vlastní diplomové práce. Dále děkuji celé rodině na poskytnuté zázemí a podporu při studiu.

# Hodnocení nástupu a doby trvání fáze kvetení u vybraných druhů polních plevelů

## Souhrn

Plevele jsou v zemědělství chápány převážně jako škodlivý organismus při pěstování kulturních rostlin. Na druhou stranu plevele poskytují potravu pro bezobratlé živočichy, kteří se živí pylem a nektarem. Plodiny ji nemohou dlouhodobě poskytovat, protože kvetou synchronizovaně. Plevele kvetou během vegetačního období kontinuálně a v této fenologické fázi nalézáme různé druhy po celé vegetační období. Pro hmyz tak poskytují stabilní zdroj potravy.

Cílem předkládané práce bylo stanovit počátek rozkvětu a délku trvání fáze kvetení u vybraných druhů polních plevelů. Hodnoceny byly plochy areálu Pokusného a demonstračního pozemku FAPPZ, přilehlé plochy a demonstrační parcelky se vzácnějšími druhy plevelů, které se na pozemku přirozeně nevyskytují. Soupis kvetoucích druhů byl prováděn v týdenním intervalu. Monitoring byl zahájen v 9. kalendářním týdnu po odeznění mrazů, poté pozorování pokračovalo až do 48. kalendářního týdnu. Celkem bylo pozorováno 160 druhů polních plevelů, z čehož se 67 druhů vyskytovalo v demonstračních parcelkách.

Bylo zjištěno, že nejdříve rozkvétají fotoperiodicky neutrální druhy, převážně ze skupiny jednoletých ozimých plevelů, následovány jsou jednoletými efemérními plevely. Mezi pozdně rozkvétající druhy řadíme především zástupce pozdně jarních plevelů, ale také některé druhy vytrvalých plevelů.

Již v prvním týdnu pozorování kvetlo 11 druhů plevelů, postupně toto číslo stoupalo až do maximálního počtu 118 druhů ve 27. kalendářním týdnu, poté rostlinné druhy přirozeně ubývaly. Nově kvetoucí druhy byly zaznamenávány až do 36. kalendářního týdne, od této doby se už žádný nově rozkvétající zástupce nevyskytl.

Statisticky bylo prokázáno, že plevele rozdělené do skupin dle vytrvalosti mají ve většině případů rozdílný počátek rozkvětu. Délka kvetení sledovaných plevelných druhů se lišila podle systematického zařazení do čeledí.

**Klíčová slova:** agrobiodiverzita, fenologie, opylovači, potravní řetězce

# **Beginning and duration of flowering period in selected arable weed species**

## **Summary**

Arable weeds are usually perceived as harmful organisms in crops. On the other hand, the weeds provide a stable source of food for insects and other invertebrates that feed on pollen and nectar. Majority of crops are not able to provide long-term food component for invertebrates because their flowering is synchronized. Arable weeds flower continuously throughout the growing season. There is possible to find many flowering species for the whole year.

The main aim of the study was to determine the onset and duration time of flowering period for selected arable weed species. The observation was conducted at the Demonstration and experimental field of Faculty of Agrobiolology, Food and Natural Resources neighbouring areas as well as demonstration plots with rare weed species that do not occur in fields naturally. Inventory of flowering species was performed weekly from 9<sup>th</sup> calendar week (after frost period) and finished at 48<sup>th</sup> calendar week. There were found and evaluated 160 plant species of which 67 were the rare species from demonstration plots.

First flowering weeds were photoperiodically neutral species, mainly from the group of winter annual weeds followed by ephemeral annual weeds. Among others, the late-flowering species were particularly from the group of summer annual weeds, but also some from perennial species.

During the first week of observation, 11 flowering species were found. The number gradually increased up to a maximum of 118 flowering species in the 27<sup>th</sup> calendar week; then the number of flowering plant species naturally decreased. Newly flowering species were being found until 36<sup>th</sup> calendar week. Weed differed significantly in onset of the flowering according to perennality, in most cases. Length of flowering period in individual species was in relation to particular families.

**Keywords:** agricultural biodiversity, phenology, pollinators, food chains

## Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce a hypotézy</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Literární přehled</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1 Význam plevelů</b> .....	<b>10</b>
3.1.1 Škodlivost plevelů.....	10
3.1.1.1 Konkurence .....	11
3.1.1.2 Alelopatie .....	12
3.1.1.3 Parazitismus .....	13
3.1.1.4 Snížení kvality produkce.....	13
3.1.1.5 Hostitelství chorob a škůdců .....	14
3.1.1.6 Toxicita plevelů.....	15
3.1.2 Užitečnost plevelů.....	16
3.1.2.1 Plevelé a člověk.....	16
3.1.2.2 Plevelé a půda .....	17
3.1.2.3 Plevelé a zvíř .....	17
<b>3.2 Klasifikace plevelů</b> .....	<b>17</b>
3.2.1 Plevelé jednoleté .....	18
3.2.1.1 Plevelé jednoleté efemérní .....	18
3.2.1.2 Plevelé jednoleté časně jarní .....	18
3.2.1.3 Plevelé jednoleté pozdně jarní.....	18
3.2.1.4 Plevelé jednoleté ozimé.....	19
3.2.2 Plevelé dvouleté až víceleté rozmnožující se převážně generativně .....	19
3.2.3 Plevelé vytrvalé rozmnožující se převážně vegetativně .....	19
3.2.4 Plevelé poloparazitické a parazitické.....	20
3.2.4.1 Plevelé poloparazitické .....	20
3.2.4.2 Plevelé parazitické .....	20
<b>3.3 Herbivorie</b> .....	<b>20</b>
3.3.1 Pre-disperzní predace.....	21
3.3.2 Post-disperzní predace .....	21
3.3.3 Predace semen v půdě nebo z půdní zásoby uvolněných .....	21
<b>3.4 Druhová diverzita plevelných společenstev</b> .....	<b>22</b>
3.4.1 Hodnocení druhové diverzity.....	22
3.4.2 Historický vývoj plevelů na území ČR.....	23

3.4.3	Faktory ovlivňující změny druhového spektra plevelů.....	24
3.4.4	Invazní plevele.....	25
3.4.5	Vyhynulé a ohrožené plevelné druhy .....	27
<b>3.5</b>	<b>Interakce mezi plevelely a bezobratlými živočichy .....</b>	<b>30</b>
<b>3.6</b>	<b>Fenologie .....</b>	<b>32</b>
3.6.1	Pojem fenologie .....	32
3.6.2	Kvetení.....	33
<b>4</b>	<b>Materiál a metody .....</b>	<b>35</b>
4.1	Podmínky stanoviště .....	35
4.2	Geologie a pedologie.....	36
4.3	Klimatické a povětrnostní podmínky .....	36
4.4	Metodika pozorování .....	37
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>Diskuse.....</b>	<b>67</b>
6.1	Vliv srážek a teploty na vývoj plevelných rostlin .....	67
6.2	Počátek kvetení a délka kvetení plevelných rostlin.....	68
6.3	Kvetení efemérních plevelů .....	69
6.4	Kvetení časně jarních plevelů .....	70
6.5	Kvetení pozdně jarních plevelů.....	70
6.6	Kvetení ozimých plevelů .....	71
6.7	Kvetení dvouletých až víceletých plevelů, rozmnožujících se převážně generativně a plevelů vytrvalých .....	72
6.8	Plevele a opylovači.....	72
<b>7</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>75</b>
<b>8</b>	<b>Seznam literárních zdrojů.....</b>	<b>76</b>
<b>9</b>	<b>Samostatné přílohy.....</b>	<b>90</b>

# 1 Úvod

Žádný organismus na světě neexistuje osamoceně, vždy je součástí různých společenstev, v rámci nichž dochází k mnoha komplexním interakcím. Plodiny i plevely vytvářejí agrofytocenózy, tzn. společenstva rostlin na orné půdě. Obě tyto složky na sebe vzájemně působí, ale interagují i s členy ostatních společenstev. Tyto vztahy mohou být jak antagonistické, kdy jeden ze zúčastněných druhů strádá, tak i synergické, kdy je interakce pro zúčastněné druhy výhodná.

Od počátku zemědělství je prováděna regulace plevelů v plodinách, kvůli jejich negativnímu dopadu na rostoucí plodiny. Jakkoliv jsou v zemědělské produkci považovány za nežádoucí vegetaci, představují však důležitou složku potravních řetězců. Plevely se rozmnožují převážně generativním způsobem, a to dává příležitost pro ty druhy bezobratlých živočichů, které se živí pylem, nektarem či semeny.

Současná skladba pěstovaných plodin skýtá velmi málo zdrojů potravy pro opylovače a další hmyz. Obilniny, které tvoří převážnou složku osevních postupů, nenabízí pro opylovače příležitost potravy, neboť se jedná o větrosnubné rostliny a některé plodiny vůbec nevykvétají. Významným zdrojem pylu a nektaru tak zůstává řepka, která po odkvětu na konci května rapidně sníží zdroje obživy, mezi další plodiny patří mák, hořčice či slunečnice. Nevýhodou je jednorázové a synchronizované kvetení, kdy po skočení kvetení zdroj potravy již nepředstavují.

Plevely rozkvétají kontinuálně během celého vegetačního období. Efemérní druhy rozkvétají již brzy zjara a poslední kvetoucí rostliny hynou až s příchodem mrazů a zimy. Díky této nepřetržité nabídce potravy mohou opylovači přežívat v okolí agrosystémů, vyskytovat se ve vyšších populačních hustotách a následně zvyšovat opylení i těch plodin, které to vyžadují.



## 2 Cíl práce a hypotézy

Cílem práce je stanovit dobu kvetení a počátek této fáze pro ty druhy rostlin, které můžeme označit jako polní plevely. Hodnoceny budou plevely vyskytující se v porostech hlavních skupin zemědělských plodin a ty druhy, které rostou na přilehlých plochách zájmového území.

Tyto informace budou významné z pohledu potravní nabídky pro užitečné bezobratlé druhy živočichů, živící se pylem či nektarem. Pro tyto účely byly stanoveny následující hypotézy:

### **Hypotézy:**

- 1) Jednotlivé druhy plevelů se liší jak co do délky kvetení, tak i pokud jde o počátek nástupu této fáze.
- 2) Ve vybraném zájmovém území se kvetoucí druhy polních plevelů vyskytují po celé vegetační období.

## **3 Literární přehled**

### **3.1 Význam plevelů**

Definice plevelů se v průběhu let s vývojem herbologie měnila. Kohout et al. (1996) uvádí nejstarší definici od Mehlera z roku 1795, který za plevele považuje: „Slovem plevel rozumí zemědělec ony rostliny, které na újmu jím úmyslně pěstovaným, užitečným, proti jeho a bez jeho námahy na polích divoce rostou, bují a do polí šíří a dobrým potravu odnímají a jejichž vyhubení mu způsobuje mnohé obtíže práce a výlohy.“

Hron a Vodák (1959) v plevelech spatřují rostliny, které se vyskytují na poli proti vůli pěstitelově vedle určité pěstované plodiny.

Současná zemědělská praxe považuje za plevele všechny druhy rostlin rostoucí ve větším počtu mezi kulturními rostlinami proti vůli pěstitele, a které snižují množství a jakost sklizených produktů (Kohout et al., 1996).

Podle definice Evropské společnosti pro výzkum plevelů (EWRS) je plevelem každá rostlina, která překáží cílům a požadavkům člověka (Urban et Šarapatka, 2003).

V porostech pěstovaných plodin se mohou vyskytovat jak rostliny plevelné, tak i rostliny zaplevelující. Rostliny zaplevelující jsou druhy pěstované, vyšlechtěné, které se vyskytují v pěstovaných plodinách jako příměs v osivu, nebo se na pole dostávají při sklizni a následně rostou jako tzv. výdrol a zaplevelují následné plodiny (Mikulka, 2014b).

Plevelné rostliny hrají na pozemku především negativní roli. Odčerpávají z půdy živiny, vodu, prostorově konkurují kulturním rostlinám, znehodnocují rostlinnou produkci, komplikují sklizeň. Jiné druhy jsou jedovaté pro člověka i hospodářská zvířata.

Pozitivní význam mají plevele jako léčivé rostliny, mnoho plevelů je také vyhledáváno opylovači jako nektarodárné rostliny. Další plevele slouží jako potrava pro hmyz, ptáky a savce (Mikulka, 2014b).

#### **3.1.1 Škodlivost plevelů**

Plevele, stejně tak jako kulturní rostliny, potřebují ke svému vývoji vodu, živiny, světlo a životní prostor. O tyto faktory se musí pěstované rostliny dělit s plevele. Zvláště některé druhy plevelů dokáží velmi rychle a ve velkém množství využít dostupné zdroje, a tím převýší rostliny kulturní. Plevele dokáží využít ke svému růstu i chladnějšího počasí (Deyl,

1964). Nejčastější interakcí mezi plodinou a plevelem je konkurence, může to však být i parazitismus či alelopatie (Jursík et al., 2011).

### 3.1.1.1 Konkurence

Konkurence je negativní interakce mezi jedinci (populace, druhy), kteří soutěží o možnost využívat stejné zdroje (živiny, světlo, voda). Čím méně je dostupný zdroj, tím větší konkurence nastává. (Jursík et al., 2011). Konkurence mezi plevelem a plodinou je zásadním faktorem, který snižuje výnos a kvalitu zemědělských produktů (Buchanan et Burns, 1970). Pokud jsou oba jedinci postiženi stejnou měrou, hovoříme o symetrické konkurenci. Naopak asymetrická konkurence je forma interakce mezi rostlinami, kdy je nerovný přístup ke zdrojům (světlo, voda, živiny) a jeden z účastníků je zvýhodněný (Weiner, 1990). Klem a Váňová (2000) dokázali v laboratorním pokusu mezi pšenicí a svízelem přítulou, že čím je vyšší počáteční výhoda jednoho druhu, tím silnější je vliv na tempo růstu konkurence. Tento faktor měl větší vliv, než samotná hustota jednotlivých rostlin.

Konkurence se může projevovat mezi jedinci, patřícími k různým druhům (mezidruhová, interspecifická). Tato interakce nastává mezi populacemi dvou či více druhů. Např. na orné půdě vzniká mezi plevelely a plodinami, kde může docházet ke konkurenci nadzemních či podzemních orgánů. Kořenová konkurence je nejsilnější mezi druhy, které mají kořenový systém koncentrovaný ve stejném půdním prostoru, neboť odebírají živiny z téhož místa a jejich vegetační perioda je shodná. Vnitrodruhová (intraspecifická) konkurence nastává, pokud si konkurují jedinci téhož druhu. Hlavními aspekty, které ovlivňují výsledek konkurence, jsou: rychlost klíčení, růst v počátečních fázích vývoje, délka vegetačního období, způsob reprodukce, regenerační schopnost, schopnost adaptace a další (Mikulka et Kneifelová, 2004).

Podle zásad integrované ochrany rostlin by regulace zaplevelení na jednotlivých pozemcích měla odpovídat skutečnému výskytu jednotlivých druhů. Pro posouzení nutnosti zásahu byly vytvořeny tzv. prahy škodlivosti. Jejich hodnota udává, při jaké míře výskytu daného plevelného druhu začíná docházet k negativnímu působení na pěstovanou plodinu a ovlivnění jejího výnosu. Pro příklad jsou v tabulce č. 1 uvedeny prahové hodnoty pro obilniny.

**Tab. 1** Prahy škodlivosti vybraných polních plevelů

Druh	práh škodlivosti
svízel přítula	0,1 – 0,5 rostlin/m <sup>2</sup>
pcháč oset	0,1 – 0,2 rostlin/m <sup>2</sup>
ostatní dvouděložné plevele	10 – 30 rostlin/m <sup>2</sup>
trávovité plevele	10 -20 rostlin/m <sup>2</sup>

Zdroj: (Jursík et al., 2011).

Na správné načasování postemergentního herbicidního zásahu má velký význam tzv. kritická perioda. Jedná se období, kdy přítomnost plevelů vytváří silný konkurenční tlak na plodinu a má tak negativní význam na její výnos (Knezevic et al., 2002). V počátečních fázích vegetace plevele v porostu obvykle konkurenci nezpůsobují. U ozimých obilovin nastává kritická perioda na počátku odnožování, ukončenou ji lze považovat v době, kdy je plodina natolik vzrostlá, že nově vzcházející plevele ji nejsou schopny konkurenčně omezit. Aby byla regulace efektivní, musí být zásah uskutečněn vždy před započítáním kritické periody (Jursík et al., 2011).

### 3.1.1.2 Alelopatie

Alelopatie je všeobecně označován specifický vliv jednoho druhu rostlin na klíčení, růst a vývoj jiného druhu prostřednictvím tzv. alelochemikálií. Alelochemikálie jsou přírodní herbicidy produkované i odrůdami kulturních rostlin, jako je například oves setý, ječmen, slunečnice roční, rýže nebo řepka. Tyto látky jsou uvolněné do prostředí v dostatečné koncentraci, aby ovlivnily sousední rostlinu (Rizvi et al., 1992). Mezi alelochemikálie patří především sekundární metabolity, jako jsou alkaloidy, fenoly, terpeny či glykosidy. Většina těchto látek se v rostlině nachází v neaktivní formě a prostřednictvím různých chemických reakcí se vytváří sloučeniny alelopatické povahy (Piršelová, 2014).

Souza et al. (2011) uvádí, že jedním z alelopatických plevelů je rod laskavec (*Amaranthus*), který zahrnuje přibližně 60 druhů, z toho 20 druhů je významnými plevele. Alelochemikálie obsažené v laskavci ovlivňují klíčivost a růst okolních rostlin. Extrakty z laskavce obsahují chemikálie, jako jsou aldehydy, ketony, alkaloidy, saponiny, steroidy, flavonoidy, které jsou vylučované z laskavce volatilizací a prostřednictvím dešťové nebo závlahové vody se dostávají do půdy (Piršelová, 2014). Laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*) dokáže snížit výnos kukuřice (*Zea mays*) až o 15—20 % (Souza et al. 2011).

Pilipavicius (2012) v laboratorních podmínkách dokázal vliv alelopatických látek pýru plazivého (*Elytrigia repens*) na růst pšenice ozimé. Extrakt z oddenků pýru v různých koncentracích má zásadní vliv na růst kořenového systému pšenice.

Přílišné užívání syntetických herbicidů má za následek rostoucí obavy veřejnosti z dopadu na lidské zdraví, životní prostředí a také ze vzniku rezistentních plevelů. Přírodní látky extrahované z rostlin (mimo jiné také alelochemikálie) nabízejí vynikající potenciál pro vznik přírodních herbicidů. Například fyto toxický triketon izolovaný z rostliny *Callistemon citrinus*, jehož hlavní struktura byla upravena, dal za vznik komerčnímu herbicidu mesotrion (Pratley et al., 2005).

### 3.1.1.3 Parazitismus

Parazitické rostliny vysávají živiny přímo z kořenů nebo z nadzemních částí hostitele, a tím je oslabují. Mezi parazity, kteří nemají listovou zeleň, a tudíž nemají schopnost asimilace, patří především kokotice a zárazy (Deyl, 1964). Těmto druhům se říká holoparazité. Kokotice (*Cuscuta*) však obsahují malé množství chlorofylu a mají schopnost fotosyntézy. Avšak nedokáží přežít bez připojení na hostitele, ze kterého odčerpávají asimiláty a vodu. Téměř 99% uhlíku, který kokotice využívá, pochází z hostitelské rostliny. V průběhu infekce produkuje parazit hyfy, které pronikají do hostitelské tkáně (Birschwilks et al., 2006). Zárazy z dolní hlízovité části lodyhy vysílají množství kořenů, prostřednictvím nichž jsou spojeny s hostitelskou rostlinou a odebírají jí důležité živiny (Münker, 1998). Posléze vytváří žlutavé či červenohnedě zbarvené lodyhy nesoucí květy (Jursík et al., 2011).

Jiné parazitické druhy mají listovou zeleň a čerpají ze svého hostitele především vodu a minerální látky. Takovéto rostliny nazýváme poloparazity (též hemiparazity). Z plevelů mezi ně řadíme černýše (*Melampyrum*), kokrhel (*Rhinanthus*) a zdravínek (*Odontites*) (Deyl, 1964). Tyto plevele parazitují především na kořenech trav a v minulosti byly významnými plevele obilnin (Jursík et al., 2011).

### 3.1.1.4 Snížení kvality produkce

Plevele znehodnocují zemědělské výrobky. Zelené plody plevelů se mohou dostat do obilí a mohou zvyšovat jeho vlhkost, čímž vzrůstají nároky na sušení. Příměsí semen, plodů nebo cibulek plevelů může dojít k znehodnocení mouky a moučných výrobků. Cibulky česneku viničného mohou dát nepříjemnou chuť mléku, pokud jsou zkrmovány krávám. Červenou barvu mouce dávají obilky sveřepu nebo pohanky tatarské, hořkou chuť pak

semena čiorky. Semena vesnovky dávají mouce palčivou chuť (Deyl, 1964). Jedovatá mohou být semena jílku mámivého nebo koukolu (Čulíková, 2013).

Některé plevely, jako jsou svlaček, vikve, svízel přitula aj. splétají stébla obilí, způsobují jeho poléhání, a tím znesnadňují práci mechanizaci. Pýr plazivý ztěžuje svými dlouhými oddenky kultivaci polí, neboť se zaplétá do kypřících strojů (Deyl, 1964).

### 3.1.1.5 Hostitelství chorob a škůdců

Mnozí parazité pěstovaných rostlin (houby, viry, hmyz) mohou přežívat i na plevelech. Bývají to většinou botanicky příbuzné druhy. Nádorovitost košťálovin (*Plasmodiophora brassicae*) napadá řadu brukvovitých plevelů. Tato choroba byla prokázána u kokošky pastuší tobolky (*Capsella bursa-pastoris*), penízku rolního (*Thlaspi arvense*), řeřichy ladní (*Lepidium sativum*), ředkve ohnice (*Raphanus raphanistrum*), vesnovky obecné (*Cardaria draba*), lničky drobnokvěté (*Camelina microcarpa*) a dalších. Zoospory byly zjištěny i na kořenech máku vlčího (*Papaver rhoes*). K tvorbě nádorů u jiných čeledí nedochází, proto nemohou být ani zdrojem šíření nákazy (Chytilová et Dušek, 2007).

Skolotneva et al. (2013) uvádí, že rez travní (*Puccinia graminis*) má složitý vývojový cyklus vyžadující více hostitelů, a to dřišťálů a trav. Ve stádiu rostoucím na travách nenapadá pouze obilí, ale i plevelné trávy, např. pýr plazivý (*Elytrigia repens*), bojínek luční (*Phleum pratense*) nebo srhu laločnatou (*Dactylis glomerata*). Na pýru může parazitovat i paličkovice nachová (*Claviceps purpurea*), napadající převážně žito (Deyl, 1964).

Stobbs et Stirling (1990) prezentují, že plevelné druhy může napadnout virus mozaiky tuřínu (TuMV). Většina z citlivých plevelů přísluší do čeledi brukvovitých, nicméně může napadat i laskavce, merlíky či hvozdík. Virus je přenosný prostřednictvím mšic.

V lesním hospodářství je významným patogenem rez jehlicová (*Coleosporium tussilaginis*), která infikuje jehličí borových sazenic a se sadebním materiálem se rozšiřuje do porostů. Následně dochází k odumření napadených jedinců. Jako druhý hostitel se zde uplatňuje starček obecný (*Senecio vulgaris*), který je v blízkosti borovicových školek nutno hubit (Jančařík et Procházková, 2000).

Volně pohyblivá háďátka z rodu *Pratylenchus*, která jsou široce polyfágní, způsobují na obilninách předčasné žloutnutí listů, zbrždění růstu a následné odumírání rostlin. Plevelné rostliny jsou častým rezervoárem těchto háďátek, např. *Avena*, *Brassica*, *Bromus*, *Hordeum*, *Malva*, *Raphanus*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Solanum nigrum* a další (Mikušková, 2016).

Mezi dva významné druhy mšic, které jsou schopny kolonizovat porosty cukrové řepy, řadíme mšici broskvoňovou (*Myzus persicae*) a mšici makovou (*Aphis fabae*). Tyto druhy mají široké hostitelské spektrum a přežívají i na plevelných rostlinách. Jejich výskyt byl prokázán na rozrazilu břechťanolistém (*Veronica hederifolia*) a lilku černém (*Solanum nigrum*), kde se tyto mšice byly schopny množit (Fernandez-Quintanilla et al., 2002).

Lethmayer et al. (1997) zkoumali výskyt škůdců z řádu *Coleoptera* ve vysetých plevelných pásech v blízkosti polí. Z jejich pozorování vyplývá, že pro blýskáčka řepkového je prvořadým zdrojem kvetoucí řepka, ale po jejím odkvětu je schopen vyhledávat žluté kvetoucí plevele ve kvetoucích pásech. Na plevelích se však vyskytuje v nízkých populačních hustotách.

#### 3.1.1.6 Toxicita plevelů

Mnohé plevele jsou toxické pro člověka, ale i domácí zvířata. Jedovatost je jedním z ochranných prostředků rostlin proti spásání býložravci. Takové rostliny se pak mohou lépe reprodukovat, protože nejsou poškozovány zvířaty ani člověkem (Deyl, 1964). Toxicita může být rozdílná pro různé druhy zvířat. Jedovaté látky obsažené v rostlinách mohou otrávit zvířata na pastvě, občas se vyskytnou intoxikace ve stájovém chovu nebo u domácích zvířat. Častější bývají chronické otravy, kdy se jedná o kumulativní působení účinných látek. Příkladem mohou být mnohé druhy z čeledi pryskyřníkovitých, v nichž je obsažena látka ranunkulin, která může způsobit oslabení zvířat a otravy. Známa je také citlivost koní k hrachoru, kdy dochází ke zrychlení srdeční činnosti a zvýšené podrážděnosti (Novák, 2007).

Mezi nejedovatější plevele u nás patří bolehlav plamatý (*Conium maculatum*). Jedná se o velice jedovatou rostlinu, obsahující množství alkaloidů, které v době dozrávání dosahují přibližně 2 %, hlavním alkaloidem je coniin. Alkaloidy se rychle vstřebávají sliznicí a dokonce i nepoškozenou pokožkou. Prvotní příznaky se projevují pálením v ústech, trnutím jazyka a zvracením. Nakonec dochází k zástavě dechu, většinou za plného vědomí. Jako letální dávka je považováno 0,5 až 1,0 g coniinu (Brant et al., 2005).

Durman obecný (*Datura stramonium*) obsahuje alkaloidy atropin, hyoscyamin, skopalamin, které mohou být nebezpečné zvláště mladému dobytku. Konopice polní (*Galeopsis tetrahit*) způsobuje po dlouhém zkrmování slámy s příměsí konopice otravy u koní. Jedovatá jsou zvláště semena a květenství (Deyl, 1964).

Lilek černý (*Hyoscyamus niger*) byl v minulosti využíván jako lék. Všechny části rostliny obsahují alkaloidy (atropin, hyoscyamin, tropan, skopolamin), které mohou způsobit halucinace. Akutní projevy otravy jsou široké, zahrnující tachykardii, arytmii, sucho v ústech, žízeň, potíže s mluvením, světlolachost, agresivitu a další (Alizadeh et al., 2014).

### 3.1.2 Užitečnost plevelů

Ačkoliv výskyt plevelů v porostu považujeme především za nežádoucí, je možné najít i kladné aspekty jejich výskytu (Jursík et al., 2011). V případě synergických interakcí dochází k vzájemnému ovlivňování plodin a plevelů. Plevelé podporují další skupiny živých organismů, mohou být využívány člověkem jako léčivé či jedlé rostliny (Holec et Soukup, 2007).

#### 3.1.2.1 Plevelé a člověk

Plevelé vyskytující se v porostech polních plodin může ke svému prospěchu využívat v určité míře i člověk. Podmínkou však je, aby sbírané rostliny nebyly ošetřeny pesticidem (Jursík et al., 2011).

Mezi léčivé rostliny můžeme zařadit zemědělný lékařský, který obsahuje různé alkaloidy a jeho nať se využívá při křečovitých potížích se žlučníkem, onemocnění jater a revmatismu. Sušené nadzemní části truskavce ptačího jsou používány při zánětech dutiny ústní a hrtanu. Květy podbělu lékařského se využívají při léčbě kašle a chrapotu, podběl také tlumí záněty. Listy jitrocele kopinatého se používají při bodnutí hmyzem a na drobné rány, čerstvá šťáva působí antibakteriálně a zabraňuje zánětům (Hensel, 2009).

Využití plevelů coby jedlých rostlin je dnes spíše úsměvnou záležitostí. V minulosti však byly plevelé hojně využívány jako potrava v době neúrody. Bylo zaznamenáno pojídání semen merlíků, laskavce nebo prosovitých plevelů. Mnoho dalších plevelů (merlík, lebeda) může být využito jako salátová zelenina (Holec et Soukup, 2007).

Některé druhy plevelů mohou být využity jako píce pro krmení hospodářských zvířat. K silážování se dají použít merlíkovité plevelé, avšak kvalita krmiva není příliš velká. Druhy plevelů, které tvoří velká semena (laskavec, merlík, lebeda, rdesno), je možné použít jako ptačí zob (Deyl, 1964).



### 3.1.2.2 Plevelle a půda

Rostlinný pokryv plní ve vztahu k půdě ochrannou funkci bez rozdílu, jestli se jedná o kulturní rostlinu či plevel (Jursík et al., 2011). Především na neosetých plochách mohou plevelle chránit půdu před vodní a větrnou erozí. Zvláště pak při přívalových deštích bývají ohroženy svažité terény, a tak mohou dobře kořenící plevelle působit příznivě a zmenšit množství odplavené ornice (Deyl, 1964). Zapojené porosty plevelů dobře zadržují povrchovou vodu a umožňují její vsakování do půdy. Hustým zápojem vytvářejí speciální mikroklima, omezující nadměrný výpar vody, tzv. evaporaci (Kohout et al., 1996).

### 3.1.2.3 Plevelle a zvěř

Pro „polní“ druhy zvěře představují plevelle ozvláštňení potravní nabídky (Jursík et al., 2011). Zvyšující se plochy kukuřice a řepky přitahují do polí stále více černou zvěř. Prase divoké způsobuje v porostech svými destruktivními stravovacími návyky značné škody (Barrios-Garcia et Ballari, 2012). Zaplevelené porosty jsou prasaty častěji vyhledávány k odchovu mláďat (Jursík et al., 2011).

Z pernaté zvěře se můžeme na poli setkat s koroptví polní, bažantem obecným či křepelkou. Zaplevelené porosty mají pro tyto druhy větší atraktivitu než monokultury (Hoft et Gerowitt, 2006). Orłowski et Czarnecka (2013) uvádí, že koroptev polní zprostředkovává disperzi plevelných semen v zemědělské krajině. Jejich výzkum naznačuje, že vysoká konzumace semen zvyšuje možnost, že některá semena budou nepoškozena vyloučena spolu se stolicí, ve které bylo nalezeno nejvíce semen kokošky pastuší tobolky, laskavce ohnutého a merlíku bílého.

## 3.2 Klasifikace plevelů

Plevelle je možné rozčlenit podle mnohých kritérií do různých skupin. Hron et Kohout (1988) uvádí, že zcela jednoznačná je klasifikace plevelů podle botanického systému. Ta však není pro praxi příliš vhodná, neboť nezohledňuje škodlivost plevelle, či možnost účinného hubení. V dřívější době bylo využíváno rozdělení podle výskytu plevelů v určitých polních plodinách, dalším způsobem bylo členění dle vztahu plevelů ke stanovištním podmínkám. Významným rozdělením je klasifikace plevelů podle biologických vlastností ve vztahu k určitým způsobům hubení. Toto rozdělení zohledňuje důležité biologické vlastnosti (vytrvalost, rozmnožování, zakořenění, fytoecologii, aj.) a zároveň přihlíží k určité možnosti hubení.

### 3.2.1 Plevelle jednoleté

Tyto druhy se rozmnožují pouze generativním způsobem, pomocí semen a plodů, v rámci jednoho vegetačního období. Některé druhy jsou schopné na podzim vyklíčit, přezimovat a v příštím roce dozrát. Ostatní druhy kvetou a plodí v témže roce (Jursík et al., 2011).

#### 3.2.1.1 Plevelle jednoleté efemérní

Tyto druhy se prezentují velmi krátkou vegetační dobou. Vzdchávají na podzim, během zimy nebo velmi časně zjara, zimu přečkávají ve fázi listové růžice či děložních listů. Brzy na jaře obnovují růst, začínají kvést a vytvářejí semena. Většinou se jedná o druhy, proti kterým se cíleně neprovádí regulační zásahy. Významnými zástupci této skupiny jsou rozrazil brečťanolistý, huseníček rolní, kozlíček polníček, osívka jasná, plevel okoličnatý (Kohout, 1997).

#### 3.2.1.2 Plevelle jednoleté časně jarní

Zástupci této skupiny se vyskytují v časně setých jarních plodinách. Klíčení probíhá již při teplotách kolem 1 °C, brzy zjara vzdchávají. Za běžných podmínek nemají schopnost přežít zimu, produkují stovky až tisíce semen. Dobře se uplatňují v porostech obilnin, luskovin či širokořádkových plodin. Mezi nejškodlivější druhy patří hořčice polní, konopice polní, truskavec ptačí, ředkev ohnice, oves hluchý (Jursík et al, 2011).

#### 3.2.1.3 Plevelle jednoleté pozdně jarní

Sem jsou řazeny teplomilnější druhy, které pro vzdcházení vyžadují teploty kolem 10 °C, masově tedy vzdchávají koncem dubna až začátkem června. Bývají citlivé na zastínění, vytvářejí bohatou produkci drobných semen (desetitisíce až statisíce), čímž vytváří početnou půdní zásobu semen. Rostliny jednoletých pozdně jarních plevelů se objevují v porostech širokořádkových plodin (okopaniny, zelenina), ale mohou se vyskytnout i v časněji setých jařinách. Typickými zástupci jsou laskavec srstnatý, laskavec zelenoklasý, merlík bílý, bažanka roční, pět'our maloúborný (Hron et Kohout, 1988; Jursík et al., 2011).

#### 3.2.1.4 Plevelle jednoleté ozimé

Plevelle této skupiny se vyznačují tím, že jsou schopny vzcházet na podzim i přes zimu v porostech ozimých plodin, víceletých píceňin nebo na neoseté půdě, kde vytvoří listovou růžici. V tomto stavu přezimují a časně z jara pokračují ve svém vývoji. Zaplevelují všechny typy plodin a kultur. Mezi významné zástupce patří svízel přítula, heřmánkovec nevonný, mák vlčí, chrpa modrá, penízek rolní, hluchavka nachová (Hron et Kohout, 1988; Mikulka et Kneifelová, 2005).

#### 3.2.2 Plevelle dvouleté až víceleté rozmnožující se převážně generativně

Díky jejich životnímu cyklu se nejedná o typické plevelle jednoletých kultur. V prvním roce vytvářejí zpravidla listovou růžici, ve druhém roce pak vykvétají a tvoří semena či plody. Typicky dvouleté druhy následně odumírají, víceleté druhy setrvávají na stanovišti, ale jsou většinou odkázány na generativní produkci semen. Zaplevelují trvalé kultury nebo půdu ponechanou ladem. Zástupci jsou locika kompasová, šťovík tupolistý, šťovík kadeřavý, pelyněk černobýl, sedmikráska chudobka (Jursík et al., 2011).

#### 3.2.3 Plevelle vytrvalé rozmnožující se převážně vegetativně

Tato skupina zahrnuje plevelle se schopností intenzivního vegetativního šíření pomocí nadzemních či podzemních orgánů. Obvykle však mají schopnost vegetativního i generativního šíření. Další členění vychází z hloubky, do které vegetativní orgány pronikají:

##### a) plevelle mělčeji kořenící

- s plazivými kořenicemi lodyhami (mochna husí, popenec břečťanolistý)
- s pevnými a tuhými oddenky (troskut prstnatý, pýr plazivý)
- s měkkými a křehkými výběžky (máta rolní, čistec bahenní)
- vytvářející hlízy, cibule a ztlustlé kořeny (hrachor hlíznatý, rukev obecná)

##### b) plevelle hlouběji kořenící

- vytvářející oddenky (rdesno obojživelné, bršlice kozí noha)
  - vytvářející kořenové výběžky (pcháč rolní, svlačec rolní, mléč rolní)
- (Hron et Kohout, 1988; Jursík et al., 2011).

### **3.2.4 Plevelle poloparazitické a parazitické**

#### **3.2.4.1 Plevelle poloparazitické**

Od hostitele odebírají především vodu a minerální látky, zřídka také organické látky. Bez hostitele nejsou schopny dokončit životní cyklus. Poloparazitické druhy lze nalézt v čeledi krtičníkovitých, které parazitují na kořenech trav. Patří sem zdravínky jarní, černýš rolní (Jursík et al., 2011).

#### **3.2.4.2 Plevelle parazitické**

Tyto druhy jsou celou svou výživou odkázány na hostitele. Zcela postrádají chlorofyl a nemají vlastní kořenové systémy. Do těla hostitele vysílají přísavky, jimiž odsávají živiny a vodu. Z hlediska napadeného orgánu je lze rozčlenit na druhy napadající nadzemní orgány hostitele (kokotice jetelová, kokotice ladní) a druhy napadající kořeny hostitele (záraza žlutá, záraza menší) (Kohout, 1997).

## **3.3 Herbivorie**

Ekosystém je definován jako funkční systém vzájemných vztahů mezi živými organismy a jejich prostředím, který je řízen zevnitř, s cílem dosáhnout stabilního stavu a udržovat vysokou diverzitu (Gliessman, 2007). Zatímco agroekosystémy patří mezi uměle utvořené, antropogenně ovlivněné ekosystémy s cílem vytvoření a exportu zemědělské produkce (Martinková et al., 2008).

Herbivorie je odborným označením pro býložravost, kdy živočich požívá rostliny nebo pouze jejich části (Lundgren, 2009). Všichni škůdci plodin nebo plevelů jsou považováni za herbivory. Rostlinní škůdci jsou fytofágové a využívají plodinu jako zdroj jejich obživy (Norris et Kogan, 2010).

Predace semen (granivorie) je považována za speciální případ herbivorie. Semena plevelů jsou požívána živočichy kvůli svému vysokému nutričnímu obsahu. Významnými predátory semen jsou bezobratlí živočichové, kteří dokáží sežrat velký podíl vyprodukovaných semen (Martinková et al., 2008).

Podle toho, v jakém stádiu jsou semena požívána, rozdělujeme predaci do třech skupin: pre-disperzní predaci, post-disperzní predaci a predaci semen uvolněných do půdní zásoby (White et al., 2007).

### 3.3.1 Pre-disperzní predace

Pre-disperzní predace semen je spotřeba semen organismy ještě před rozptýlením do okolního prostoru. Tato specifická forma predace obvykle vyplývá z poškození hmyzem, nicméně se vyskytují i poškození obratlovci. Nejčastěji se dospělí jedinci hmyzu živí na rostlině a do květenství nakladou vajíčka (Crawley, 1992). Larvy brouků *Olibrus bicolor* a *Glocianus punctiger* konzumují semena pampelišky (*Taraxacum* agg.). Koprdová et Martinková (2006) uvádí, že klíčení semen chrpy čekánku (*Centaurea scabiosa*) významně koreluje s podílem poškozených semen. Poškození květu výrazně snížilo hmotnost zdravých semen. Dominantním druhem poškozujícím květy chrpy polní byl *Terellia colon*, který poškodil 11 % semen.

### 3.3.2 Post-disperzní predace

Semena jsou šířena do okolí rostliny větrem, vodou nebo zvířaty. Předtím, než se dostanou do půdní zásoby, kde přetrvávají řadu let, jsou vystavena post-disperzní predaci, která je významnou složkou úmrtnosti semen (Cardina, 1996).

Post-disperzní predace semen může způsobit značné snížení počtu semen plevelů, které dopadnou na povrch půdy a v důsledku toho snížit počet vzešlých plevelů v následujícím období (Chauhan et al., 2010). Semena na povrchu půdy jsou požírána především různými druhy členovců nejen z řad hmyzu, ale i stínkami a plži (Martinková et al., 2008). Další významnou skupinou predátorů semen jsou ptáci, hlodavci a brouci (O'Rourke et al., 2006).

Honěk et al. (2013) uvádí, že v mírném pásu je významná predace semen zástupci čeledi *Carabidae*, u nás se vyskytuje přibližně 500 druhů. Semena sbírají z povrchu půdy, osemení rozdrtí kusadly a vyžerou energeticky významné části (endosperm, klíček, dělohy).

### 3.3.3 Predace semen v půdě nebo z půdní zásoby uvolněných

Třetí kategorií je predace semen v půdě nebo z půdní zásoby uvolněných. Tento typ predace nebyl doposud příliš prostudován. Ukazuje se však, že výraznou roli mohou hrát stejné druhy jako v post-disperzní predaci, kdy semena dopadají na povrch půdy. Jedná se především o zástupce z čeledi střevlíkovitých: *Amara aeana*, *Amara similata*, *Amara familiaris*, *Harpalus luteicornis*, *Pseudoophonus rufipes* (Martinková et al., 2008).

### 3.4 Druhá diverzita plevelných společenstev

Pojem biodiverzita (biologická diverzita) je odvozen z anglického spojení „biodiversity“ (biological diversity) a má různorodé definice. Za nejjednodušší můžeme považovat pouhou početnost druhů daného společenstva (Swingland, 2000). Biodiverzitu můžeme chápat v širším pojetí jako vlastnost dané oblasti, která je vztažena zejména k různorodosti živých organismů, jejich seskupení, biologických společenstev a procesů, ať již vyskytujících se přirozeně nebo ovlivněných lidskou činností. Diverzita může být měřena ve smyslu genetické diverzity, druhové bohatosti, výskytu skupin druhů, společenstev a to jak z kvantitativního hlediska (abundance, biomasa, pokryvnost), tak z hlediska struktury. Může být měřena na všech prostorových úrovních od mikrohabitátů až po celou biosféru (Jarkovský et al, 2012).

#### 3.4.1 Hodnocení druhové diverzity

Z prostorového hlediska lze diverzitu hodnotit třemi možnými způsoby:

**$\alpha$ - (alfa) diverzita** představuje druhovou diverzitu v rámci jednoho vzorku nebo biocenózy,

**$\beta$ - (beta) diverzita** charakterizuje stupeň vzájemné odlišnosti (podobnosti) společenstev v dané oblasti,

**$\gamma$ - (gama) diverzita** udává celkovou druhovou bohatost území (krajiny) a je složena z alfa a beta diverzity (Kovář, 2014).

Biodiverzitu na úrovni stanoviště ( $\alpha$ -diverzitu) je možné vyjádřit jako druhovou pestrost a vyrovnanost druhů (Molles, 1999). Pozorování se v případě rostlin provádí pomocí fytocenologického snímkování. Velikost snímku je zpravidla 10 – 100 m<sup>2</sup>, ve kterém identifikujeme jednotlivé rostlinné druhy a jejich dominanci (Martinková et al., 2008). K vyjádření  $\alpha$ -diverzity se používá Shannon-Wienerův index druhové diverzity ( $H'$ ), podle vzorce:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i, \text{ přičemž } p_i = \frac{1}{S}$$

$p_i$  = relativní zastoupení i-tého druhu,

S = početnost druhů.

Minimální hodnota pro index druhové diverzity ( $H'$ ) je 0, což znamená, že druh má absolutní zastoupení. Tím, jak se hodnota zvyšuje, narůstá druhová bohatost a vyšší druhová diverzita (Molles, 1999). Často bývá pro vyjádření druhové pestrosti užíván též Simpsonův index druhové diverzity:

$$Simpson = \frac{1}{\sum_i p_i^2}$$

Index nabývá hodnot od 0, kdy nastává absolutní dominance jednoho druhu, až do 1/S při absolutní vyrovnanosti (Matějka 2007; Martinková et al., 2008).

Pro vyjádření podobnosti dvou společenstev ( $\beta$ -diverzity) se používá Jaccardův koeficient podobnosti (Jaccard's Coefficient of Community):

$$CC = \frac{C}{A + B - C}$$

A = počet druhů ve společenstvu A,

B = počet druhů ve společenstvu B,

C = počet druhů společných pro obě společenstva (Rahel, 1990).

Součinem průměrné  $\alpha$ -diverzity a  $\beta$ -diverzity dostaneme celkovou diverzitu ( $\gamma$ ) dané oblasti.  $\gamma$ -diverzita je obdobou  $\beta$ -diverzity, avšak ve větším měřítku, porovnávající rozdíly mezi druhovým složením společenstev v různých regionech (Sepkoski Jr., 1988).

### 3.4.2 Historický vývoj plevelů na území ČR

První zemědělci se na území ČR objevili v neolitu (mladší doba kamenná) přibližně v období před 7 — 7,5 tis. lety a přinesli s sebou nové polní plodiny (pšenice jednozrnka, pšenice dvouzrnka, ječmen), ale také plevely šířící se osivem (Kühn, 1984; Jursík et al., 2011). Na území ČR se v období 4500 — 2000 let př. n. l. vyskytovalo nejméně 30 druhů plevelů, vesměs na obilných polích, jejichž semena se podařilo identifikovat v archeologickém materiálu. V této době se na polích nacházel například svízel přítula (*Galium aparine*), pýr plazivý (*Elytrigia repens*) či sveřep stoklasa (*Bromus secalinus*), dříve nazývaný sveřep obilný (Lososová et Šumberová, 2005). První plevelné společenstvo, které vzniklo spojením introdukovaných a domácích plevelů se nazývá *Bromo-Lapsanetum*

*praehistoricum*. Kromě již zmíněných plevelů se zde uplatňovaly i tyto druhy: merlík bílý (*Chenopodium album*), opletka obecná (*Falopia convolvulus*), rdesno blešník (*Persicaria lapathifolia*), ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), kapustka obecná (*Lapsana communis*) aj. (Bakels, 1978; Jursík et al., 2011). Ve stejné době začaly objevovat i další plevele, jako koukol polní (*Agrostemma githago*), tetlucha kozí pysk (*Aethusa cynapium*), penízeck rolní (*Thlaspi arvense*), zemědělský lékařský (*Fumaria officinalis*), hluchavka nachová (*Lamium purpureum*), mák vlčí (*Papaver rhoeas*), hořčice polní (*Sinapis arvensis*), ředkev ohnice (*Raphanus raphanistrum*) a další (Martinková et al., 2008).

V době bronzové byly např. ve Šlapanicích běžné světlomilné druhy plevelů jako černucha polní (*Nigella arvensis*) či tořice polní (*Torilis arvensis*), rohatec růžkatý (*Glaucium corniculatum*), chrpa modrá (*Centaurea cyanus*), bažanka roční (*Mercurialis annua*) a lopuchy (Kühn, 1984; Jursík et al., 2011).

Druhy zavlečené do českých zemí do konce 15. století označujeme jako tzv. arechofyty, druhy introdukované po roce 1500 považujeme za neofyty (Danihelka, 2013).

Z doby novověku jsou již přesnější údaje o prvních výskytech. Například turanka kanadská (*Conyza canadensis*) byla u nás poprvé objevena roku 1750 (Jursík et Holec, 2008). Roku 1809 byl zaznamenán výskyt durmanu obecného (*Datura stramonium*) a stejně tak rozrazilu perského (*Veronica persica*), laskvec srstnatý (*Amaranthus retroflexus*) v roce 1818 (Jursík et al, 2011). Poprvé byl v roce 1890 pozorován na jižní Moravě merlík trpasličí (*Chenopodium pumilo*), který byl zavlečen z Austrálie (Fajmon et Simonová, 2008). Kolem poloviny 20. století se začal významně šířit pětour maloúborný (*Galinsoga parviflora*) a laskavec zelenoklasý (*Amaranthus powelli*) (Jursík et al., 2011).

Současné plevelné spektrum na našem území zaujímá 30 % původních druhů, archeofytů je 60 % a neofyty dotváří pouze 10 % druhů polních plevelů (Martinková et al, 2008).

### **3.4.3 Faktory ovlivňující změny druhového spektra plevelů**

Zásadními faktory pro výskyt daných plevelů jsou především změny ve střídání plodin, dávky hnojení, zpracování půdy, použití herbicidů a další.

Do struktury plevelných společenstev bezesporu zasahují osevní postupy. Klasický osevní postup udržuje vyrovnaný poměr mezi ozimými a jarními plevely. Jakýkoliv posun ve prospěch obilnin, či ve prospěch ozimých nebo jarních plodin, má za následek posun i v plevelovém společenstvu. V případě zvýšení výskytu ozimých obilnin a ozimých plodin



začnou převládat tyto druhy plevelů: chundelka metlice (*Apera spica-venti*), heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*), svízel přitula (*Galium aparine*), mák vlčí (*Papaver rhoeas*), violka rolní (*Viola arvensis*). V opačném případě, při převaze jarních plodin, se přemnoží oves hluchý (*Avena fatua*), merlík bílý (*Chenopodium album*), rdesno blešník (*Persicaria lapathifolia*) aj. (Mikulka, 2014b). Mikulka et Záknavský (2007) uvádí, že například kamýšník polní (*Balboschoenus planiculmis*) vytrvává na témže místě řadu let i přes střídání plodin, nebyla zjištěna striktní vazba na jednu plodinu.

Zpracování půdy je jedním ze základních prostředků při regulaci zaplevelení. U současných minimalizačních technologií je plevelohubný efekt orby nahrazen použitím herbicidů (Winkler, 2008). Mikulka (1999) uvádí, že v následných letech po zavedení minimalizační technologie dochází k silnému zaplevelení, které je nutné řešit použitím herbicidní ochrany. To je však nutné provést ve správném termínu a ve vhodné růstové fázi plevelu. Druhá diverzita klesá při používání minimalizace, ale celková početnost jedinců má rostoucí charakter. Dle Mikulky (2014a) je hluboká orba vhodná pro zaklopení vzházejících jednoletých plevelů, výdrolu, posklizňových zbytků, kořenů či kořenových výběžků píru plazivého, které nejsou v hluboké vrstvě půdy schopny další reprodukce.

Počátkem 60. let minulého století došlo k masovému používání herbicidů. Herbicidy významně zasáhly do druhového spektra plevelů. Chemická regulace způsobila vyhubení celé řady druhů plevelů, proto se dnes můžeme setkat s paradoxem, kdy některé druhy je nutno chránit, aby nedošlo k jejich vyhubení (Winkler, 2013). Velkoplošné a opakované používání herbicidů nese řadu rizik. Dlouholeté opakování stejného přípravku má za následek změny ve druhovém složení plevelů. Citlivé plevely ustupují velmi rychle, na polích pak zůstává pouze několik tolerantních druhů (svízel přitula, violka rolní, chundelka metlice, laskavce aj.). Další reakcí plevelů může být vznik rezistence vůči těmto látkám (Mikulka et Andr, 2012).

Výživa rostlin má zásadní vliv na plevelová společenstva. Plevely reagují na dávky hnojiv zvýšením růstu, a tím zvýšením konkurenceschopnosti vůči dané plodině. Zaplevelenost výrazně ovlivňovalo i používání statkových hnojiv a tekuté kejdy. Jejich aplikací se značně rozšířila ježatka kuří noha, béry, rdesna, laskavce, merlíky a další (Mikulka, 2014b).

#### **3.4.4 Invazní plevely**

Invazní druh je nepůvodní, naturalizovaný druh, který se na novém území nekontrolovaně šíří. Postupně roste početnost osídlených lokalit a velikost populací, potlačuje původní druhy a poškozuje přirozené ekosystémy. Invazní druhy mohou mít negativní

důsledky v zemědělství a lesnictví, některé druhy mohou ohrožovat zdraví člověka (Státní rostlinolékařská správa, 2010).

Většina druhů introdukovaných před rokem 1500 (tzv. archeofyty) jsou mediteránního původu, zatímco původ druhů introdukovaných až po roce 1500 (tzv. neofyty) se téměř rovnoměrně rozděluje mezi všechny světadíly. Tyto rostlinné druhy se mohou do nového území dostat dvěma způsoby. Prvním z nich je úmyslné dovážení, nejčastěji jako okrasné druhy či pro technické účely. Druhou cestou je neúmyslná introdukce například jako příměs rostlinných produktů (osivo, ovoce, sadba). Běžným zdrojem šíření je železniční a silniční síť, překladiště, říční přístavy (Mlíkovský et Stýblo, 2006). Jehlík (1998) uvádí, že na území ČR ústí tři hlavní dopravní cesty introdukce rostlin: labská (z Hamburku do Děčína, Mělníka, Ústí nad Labem), panonská (z Balkánského poloostrova na jižní Moravu) a východní cesta.

Z agrofytocenóz vymizelo mnoho druhů plevelů díky intenzifikaci zemědělství a nové otevřené prostory mohou být následně obsazeny invazivními druhy. Tyto druhy mohou být potlačovány stejnými strategiemi jako původní (naturalizované) plevele, ale díky malým znalostem o jejich chování v nových environmentálních podmínkách musí být provedena správná a komplexní preventivní opatření (Soukup et al., 2004).

Vyhláška č. 215/2008 Sb., o opatřeních proti zavlékání a rozšiřování škodlivých organismů rostlin a rostlinných produktů uvádí invazní škodlivé organismy a jejich výskyt podléhající monitoringu a průzkumu podle § 10 odst. 1 zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů. V příloze č. 8 této vyhlášky jsou uvedeny tyto škodlivé organismy:

1. *Cabomba caroliniana* Gray
2. *Crassula helmsii* (Kirk) Cockayne
3. *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms
4. *Heracleum mantegazzianum* Sommier et Levier
5. *Heracleum persicum* Desf. ex Fisch.
6. *Heracleum sosnowskyi* Mandenova
7. *Hydrocotyle ranunculoides* L.
8. *Lysichiton americanus* Hultén et H. St. John.
9. *Polygonum perfoliatum* L.
10. *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi
11. *Senecio inaequidens* DC.
12. *Sicyos angulatus* L.
13. *Solanum elaeagnifolium* Cav.

Režim přímých zemědělských podpor zahrnuje od roku 2010 mimo jiné opatření přijímaná proti některým invazivním druhům rostlin. Žadatelé jsou povinni dodržovat podmínky dobrého zemědělského a environmentálního stavu (DZES), které se týkají regulace rostlin bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*) a netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*), která však není škodlivým organismem podle rostlinolékařského zákona, ale má obecný charakter nepůvodního škodlivého druhu (Česko, 2009; Státní rostlinolékařská správa, 2010).

Tak například mračňák Theofrastův (*Abutilon theophrasti*) pochází původně z teplejších území Asie, kde roste jako plevel v zahradách, parcích či křovinách. V České republice byl poprvé zaznamenán v roce 1894 na Moravě. Je též textilní rostlinou, vlákno je možné využít jako náhražku juty a má také široké použití v lékařství. K dalším významným polním plevelům patří laskavec zelenoklasý (*Amaranthus powellii*), jehož původní areál rozšíření je západní Amerika, středoamerické a jihoamerické Kordillery. Tento druh byl poprvé v ČR sbírán v roce 1931 u nádraží Řevnice u Prahy. Zapleveluje především okopaniny a patří k nebezpečným polním plevelům (Jehlík, 1998).

Jedním z nejvýznamnějších invazních druhů na našem území představuje bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*). Tento druh byl v 19. století introdukovan ze západní části Kavkazu, dnes je rozšířen na většině území Evropy, dále v Rusku, Kanadě a na Novém Zélandu (Lvončík et al., 2010). Jedovatost této rostliny spočívá v přítomnosti fototoxických látek (furanokumarinů), které způsobují na kůži špatně se hojící puchýře (Pyšek, 1995). Jeho výskyt má negativní dopad na druhové složení společenstev, neboť je velmi silnou konkurenční rostlinou, může docházet i k degradaci půdy a erozi. Pro chemickou regulaci na jaře lze použít herbicidy na bázi glyphosatu. Mechanickou likvidaci je možné provést opakovanou sečí 2x až 3x za vegetaci více let za sebou. V EU není bolševník velkolepý úředně regulován, všechna opatření tak pochází z národních legislativ (Lvončík et al., 2010).

### **3.4.5 Vyhynulé a ohrožené plevelné druhy**

Obecně lze říci, že ohroženy jsou především druhy s malým počtem populací, druhy s klesající velikostí populace, druhy s nízkou hustotou populace, druhy s nízkou genetickou variabilitou a druhy se specifickými stanovištními požadavky. Skupina ohrožených druhů je značně různorodá. Obsahuje druhy, které se na našem území nikdy hojně nevyskytovaly, tak i druhy, které v minulosti patřily k běžným polním plevelům (Martinková et al., 2008).

Výčet vyhynulých a ohrožených druhů rostlin je publikován pomocí tzv. černých (vyhynulé druhy) a červených (ohrožené) seznamů. Tyto seznamy se dále člení do kategorií a podkategorií podle typu ohrožení:

➤ **A Vyhynulé a neznámé taxony** (tabulka č. 2)

• **A1 Vyhynulé**

Takové taxony, které nebyly na našem území zjištěny již po velmi dlouhou dobu (25 – 50 let). Patří sem i ty, které nebyly nalezeny na svých obvyklých stanovištích po dobu 50 let a druhy s úzkou ekologickou amplitudou, které vyhynuly vzhledem ke změně stanovištních podmínek.

• **A2 Neznámé (pravděpodobně vyhynulé)**

Jejich výskyt nebyl potvrzen po dobu 20 – 30 let, ale ještě trvá možnost jejich opětovaného nalezení nebo objevení nových lokalit.

• **A3 Nejasné případy vyhynulých a neznámých druhů**

Tato skupina zahrnuje různorodé případy, kdy chybí dostatečně průkazné doklady o přítomnosti druhu. Patří sem i taxony s nejasnou taxonomickou hodnotou, případně může jít o omyly v určování (Grulich, 2011; Procházka et al., 2001).

**Tab. 2 Vybrané ohrožené druhy kategorie A**

Kategorie	podkategorie	příklad
A	A1	mařinka rolní ( <i>Asperula arvensis</i> )
A	A1	lnička tařicová ( <i>Camelina alyssum</i> )
A	A1	kokotice lnová ( <i>Cuscuta epilinum</i> )
A	A2	jílek mámivý ( <i>Lolium temulentum</i> )
A	A2	jílek oddálený ( <i>Lolium remotum</i> )
A	A2	kravinec španělský ( <i>Vaccaria hispanica</i> )

Zdroj: (Grulich, 2012)

➤ **C Taxony různého stupně ohrožení** (tabulka č. 3)

• **C1 Kriticky ohrožené**

Do této kategorie spadají velmi vzácné a zároveň podstatně ohrožené druhy s omezeným výskytem jen na jednu (či několik málo) lokalit, vázané převážně na ohrožené typy stanovišť, jež mizí převážně v důsledku lidské činnosti. Dále sem náleží i taxony dříve hojné, u nichž došlo k podstatnému snížení počtu, rozsahu a hustoty populací. Pokud nebudou přijata účinná opatření ochrany, tak tyto druhy s velkou pravděpodobností vymizí.

- **C2 Silně ohrožené**

Sem řadíme taxony s prokazatelným a trvalým ústupem, který se projevuje snížením počtu, velikosti a hustoty populací. Zastoupení klesá až na 50 % původního stavu. Náleží sem i druhy s malým počtem lokalit. Úplné vymizení těchto druhů z naší flóry zatím nehrozí.

- **C3 Ohrožené**

Zařazené taxony do této skupiny vykazují slabší ústup než skupiny předchozí, který se projevuje na území státu nebo v jeho části zmenšováním rozsahu dílčích populací na jednotlivých lokalitách. Stanoviště, na která jsou taxony vázány, v současné krajině zanikají.

- **C4 Vzácnější taxony vyžadující další pozornost**

- C4a Vzácnější taxony vyžadující další pozornost- méně ohrožené

Této skupině náleží taxony, u kterých lze v blízké době předpokládat ohrožení v důsledku různých rizikových faktorů. Patří sem i některé hojné druhy, které jsou v době květu ohrožené trháním.

- C4b Vzácnější taxony vyžadující další pozornost- dosud nedostatečně prostudované

Řadíme sem taxony, o kterých není zatím k dispozici dostatečné množství poznatků taxonomických, fyto geografických a ekologických, aby mohl být s větší přesností určen stupeň ohrožení (Grulich, 2011; Procházka et al., 2001).

**Tab. 3 Vybrané ohrožené druhy kategorie C**

Kategorie	podkategorie	příklad
C	C1	vochlíče hřebenitá ( <i>Scandi pecten-veneris</i> )
C	C1	čistec rolní ( <i>Stachys arvensis</i> )
C	C2	kozlíček kýlnatý ( <i>Valerianella carinata</i> )
C	C2	zběhovec trojklanný ( <i>Ajuga chamaepitys</i> )
C	C3	nepatrnec rolní ( <i>Aphanes arvensis</i> )
C	C3	konopice úzkolistá ( <i>Galeopsis angustifolia</i> )
C	C4a	mák polní ( <i>Papaver argemone</i> )
C	C4a	pipla osmahlá ( <i>Nonea pulla</i> )
C	C4b	zemědým Vaillantův ( <i>Fumaria vaillantii</i> subs. <i>schrammii</i> )
C	C4b	rozrazil břečťanolistý ( <i>Veronica hederifolia</i> )

Zdroj: (Grulich, 2012)

### 3.5 Interakce mezi plevelely a bezobratlými živočichy

Plevele jako cévnaté rostliny mají v agroekosystému postavení primárních producentů. Proto jsou na mnohé z nich navázány další druhy organismů na vyšších trofických úrovních, které by bez jejich přítomnosti nebyly schopné v kulturní krajině přežít. Kromě negativní role konkurentů zemědělských plodin tedy zastávají také pozitivní funkci uchování druhové rozmanitosti bezobratlých i obratlovců (Martinková et al., 2008).

Velká část plevelů poskytuje opylovačům potravu ve formě nektaru či pylu. Samotné polní plodiny pro ně tak příznivé nejsou, neboť značnou část tvoří druhy větrosnubné (obilniny) a jiné druhy za běžných podmínek vůbec nevykvétají (cukrová řepa, zelenina). I když jsou mezi nimi plodiny medonosné (řepka, slunečnice), jejich nevýhodou se stává jednorázové a časově omezené kvetení. Na druhé straně plevele kvetou rozvěkle po celý rok. Efemerní druhy vykvétají již brzy v březnu a poslední kvetoucí plevele jsou zničeny až příchodem zimy. Díky této kontinuální nabídce mohou opylovači přežít v okolí agroekosystémů ve větší populační hustotě a následně zvyšovat opylení plodin, které je vyžadují (Holec et Soukup, 2007).

V mnoha zemích s intenzivním zemědělstvím je problémem pokles množství opylovačů a jejich druhové diverzity (Carvell et al., 2007). Přírozenými lokalitami v zemědělských oblastech, kde se hmyz rozvíjí, jsou např. úhory a málo intenzivní louky. V oblastech s vysokým podílem orné půdy přežívají opylovači v remízkách, na vegetaci podél cest a v porostech vytrvalých plodin s dlouhou dobou kvetení. Malé zastoupení těchto ploch v intenzivně zemědělsky využívaných oblastech je v České republice řešeno dotačními tituly – biopásy (Hakl et al., 2013). Jedná se v podstatě o úhorové hospodaření s vysetím stanovené směsi. Tento krajinný fragment poskytuje hmyzu záchytná místa, přes která se může pohybovat. Zároveň zvýšení počtu bezobratlých živočichů poskytuje lákavou potravní nabídku pro ptáky. Nektarodárné biopásy jsou svým složením orientovány více na opylovače (Ministerstvo zemědělství, 2015).

Za kvetoucí porost, dle vyhlášky č. 327/2012 o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin, se považuje porost na pozemku ve venkovním prostředí mimo pozemek s lesním porostem, na jehož 1 m<sup>2</sup> jsou v době ošetření průměrně dvě kvetoucí rostliny, včetně kvetoucích plevelů, navštěvované včelami. Průměrný počet kvetoucích rostlin včetně plevelů se zjišťuje v pásích rovnoměrně rozvržených, 1 m širokých a 100 m dlouhých; na plochách do 10 ha na pěti místech, na plochách nad 10 ha na deseti místech (Česko, 2012).

Opylovači a opylení jsou velmi důležité pro fungování téměř všech suchozemských ekosystémů, včetně těch, kde dominuje zemědělství, protože zauímají přední postavení v udržitelné produktivitě rozmnožování rostlin. Opylení je přenos pylu z prašníku jednoho květu na stigma jiné nebo téže květiny. Jedná se o první krok v reprodukčním procesu vyšších rostlin. Pyl poskytuje opylovačům lipidy, sacharidy, proteiny, vitamíny v různém množství v závislosti na druhu rostliny. Nektar je většinou sladký roztok, dodávající hmyzu energii pro pohyb (Kevan, 1999).

Velký počet hmyzu má po obou stranách hlavy složené oči (oculi compositi), která se skládají z několika desítek až tisíců omatidií, které představují základní stavební jednotku složeného oka. Hmyz je schopen dobře vnímat také barvy (Kodrík, 2000). Sociální hmyz, především mravenci a včely využívají zrak k hledání potravy. Jejich navigace spočívá v detekci polarizovaného světla a jeho využití při navigaci. Pro včelu je zrak důležitým faktorem pro výběr potravního zdroje na základě barvy květu (Depickère et al., 2004). Obecně platí, že hmyz hůře vnímá červený konec spektra, kdežto dobře barvy směrem k UV oblasti. Mnoho rostlin odráží UV světlo, kterým jsou opylovači lákáni (Kodrík, 2000).

Včely, zejména pak *Apis mellifera*, jsou nejdůležitějšími opylovači v zemědělství. Její biologie je velmi dobře známa, včelí úly mohou být snadno transportovány pro opylování mnoha zemědělských plodin (Kevan, 1999). Když divoké včely nenavštěvují pole, jsou spravované úly často jediným možným řešením pro zemědělce k zajištění opylování zemědělských plodin (Klein et al., 2007).

Hmyz se mimo jiné dorozumívá pomocí specifických látek, tzv. feromonů. Jsou to látky (semiochemikálie), většinou sekrety žláz, působící už ve velmi nízkých koncentracích a vyvolávající odezvu v chování příslušníků stejného druhu (Hrdý, 2006). Naproti tomu látky zprostředkující přenos mezi různými druhy se označují jako allomony, kairomony, či synomony. Allomony jsou látky zvýhodňující producenta (např. odpudivé sekrety), kairomony zvýhodňují příjemce a jako synomony se označují látky, které jsou výhodné pro oba interagující jedince. Například vůně květů je výhodná pro včelu, která se živí nektarem, ale i pro rostlinu, pro kterou včela se stává opylovačem (Do Nascimento et Morgan, 1996).

Brun et al. (2007) uvádí, že dominantními taxony pro opylovače z hlediska nabídky pylu a nektaru jsou *Cichorioideae*, *Matricaria*, *Brassicaceae*, *Polygonum aviculare*, *Papaver rhoeas*. Jako klasické pylové ukazatele obdělávaných ploch v severských zemích lze uvést *Poaceae*, *Centaurea cyanus*, *Polygonum aviculare*, *Fallopia* spp.

Henley et Goulson (2003) studií na Novém Zélandu zjistili, že květy introdukovaných plevelů navštěvují převážně introdukované včely. V některých případech jsou závislé zcela

na těchto rostlinách jako zdroji nektaru a pylu. Navštívení květu včelou však nemusí vždy znamenat opylení. Dále uvádějí, že existují jasné důkazy o pozitivní vazbě mezi šířením plevelů a přítomností introdukovaných včel v této oblasti.

Idris et Grafius (1995) dokládají, že plevele jsou navštěvovány i parazitoidy motýlů (*Lepidoptera*). *Diadegma insulare* je parazitická vosička, která klade své vajíčko do larvy záředníčka polního (*Plutella xylostella*), čímž se stává jeho přirozeným nepřítelem. Květy barborky obecné (*Barbarea vulgaris*), mrkve obecné (*Daucus carota*) nebo horčice polní (*Sinapis arvensis*) poskytují parazitické vosičce nektar. Penízek rolní (*Thlaspi arvense*), merlík bílý (*Chenopodium album*) a mléč rolní (*Sonchus arvensis*) jí nenabízí k dispozici nektar, ale medovici vylučovanou mšicí makovou (*Aphis fabae*).

Carreck et Williams (2001) dokladují, že intenzifikace zemědělství v posledních desetiletích ochudila opylovače o jejich potravní nabídku. Pozorování byla prováděna v Hertfordshire (Velká Británie), kde byly vysety kvetoucí pásy rostlin: brutnáku lékařského (*Borago officinalis*), pohanky obecné (*Fagopyrum esculentum*), chrpy modráku (*Centaurea cyanus*), slézu lesního (*Malva sylvestris*), měsíčku lékařského (*Calendula officinalis*) a svazenky vratičolisté (*Phacelia tanacetifolia*). Tyto pásy přitahovaly velké množství hmyzu včetně včel, 8 druhů čmeláků, 16 druhů blanokřídlých, 17 druhů dvoukřídlých a šest druhů motýlů. Kvetoucí směs rostlin dokázala poskytnout nektar a pyl od začátku léta až do pozdního podzimu, kdy kvetení polních plodin na orné půdě již skončilo.

## 3.6 Fenologie

### 3.6.1 Pojem fenologie

Fenologie je vědní obor zabývající se projevy rostlin a živočichů v souvislosti s počasím a podnebím a důrazem na periodicky se opakující jevy během roku (Kožnarová et Klabzuba, 2011). Podle Kršky (2006) se jedná o jevy v přírodě, které nastávají každoročně, nicméně v nestejných termínech a s rozdílnou intenzitou, protože odrážejí časově proměnlivé podmínky prostředí, především odlišný průběh počasí v jednotlivých letech.

Moderní fenologie studuje časování opakujících se biologických událostí živočišné a rostlinné říše a důvody jejich časování s ohledem na biotické a abiotické faktory. Úkolem rostlinné fenologie je zaznamenávat pravidelně se opakující fáze růstu v závislosti na ročních cyklech. Opad listů, kvetení rostlin, uzrávání plodů, stejně jako časování migrování ptáků jsou příklady fenologických fází (Koch et al., 2007).



Studiem fenologie se proslavil především vědec Carl von Linné, který se mimo jiné zabýval cirkadiánními cykly rostlin. Sestrojil hodiny utvořené rostlinami (*Horologium florum*), kde hodiny dne jsou označeny otevřením či zavřením květů různých rostlin. René-Antoine Ferchault de Réaumur objevil feno-klimatické modely (Puppi, 2007). Adolphe Quetelet pozoroval na observatoři v Saint-Josse-Ten-Noode začátek kvetení, olistění a opad listů (Demarée et Rutishauser, 2011), Charles Morren poprvé použil termín „fenologie“ (Demarée et Rutishauser, 2009).

První česky psaný fenologický kalendář publikoval Tadeáš Haenke (1761 – 1817), který prováděl pozorování na cibulovitých rostlinách. Zkoumal počátek jejich rozkvetu a délku jejich kvetení (Seydl, 1954; Hájková et al., 2012).

V Českých zemích se o rozvoj fenologie zasloužila Společnost vlastenecko-hospodářská, která zavedla jako první pravidelná fenologická pozorování. Pozorovali tyto jevy: začátek kvetení, konec kvetení, uzrání semene (Seydl, 1954).

Karel Fritsch (1812 – 1879) vysvětlil souvislost ročních sum tepla a vláh na vývoj rostliny. Dále se zabýval dobou rozkvetu u více než 100 rostlin (Seydl, 1954; Krška, 2006).

### 3.6.2 Kvetení

Fenofází rozumíme určitý dobře rozpoznatelný projev vývinu orgánů, který se každoročně opakuje a který lze snadno morfologicky odlišit. Nástup fenofáze je datum, při kterém došlo k odpovídajícímu popisu fenologické fáze (Kulhavý et al., 2009).

Současný systém fenologického pozorování zahrnuje tři typy stanic: stanice pozorující polní plodiny, ovocné dřeviny a lesní rostliny (Krška, 2006).

Polní stanice označují za počátek kvetení projev, kdy prasknou prašníky na již utvořených tyčinkách a následně se uvolní pyl. Konec kvetení nastane, pokud je kvetení ukončeno již i ve spodní části květenství. Prašníky a nitky jsou již zaschlé a začíná se tvořit zrno (Coufal et al., 2004, Valter et Reitschläger, 2009a).

Stanice pozorující ovocné dřeviny určují počátek kvetení, když se korunní plátky otevřou, koruna má vzhled misky a tyčinky se staly volně přístupné. Konec kvetení přichází, když má většina květů opadané korunní plátky, prašníky jsou hnědé až černé a tyčinky zasychají (Valter et Reitschläger, 2009b).

Lesní stanice označují počátkem kvetení rozevřené květy a viditelné prašníky uvolňující pyl. Koncem kvetení se rozumí projev, kdy jsou prašníky již prázdné a zasychají stejně tak jako korunní plátky, které usychají a opadávají (Valter et Reitschläger, 2009c).

Pro mezinárodní spolupráci bylo nutné sjednotit kódovací systém národních metodik. K tomu účelu byla vytvořena BBCH (Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt und Chemische Industrie) stupnice (Meier et al., 2009). Základní růstová stádia se dělí do deseti skupin (0 – 9), sekundární stádia se používají pro zpřesnění jednotlivých fází rostlin (kvetení odpovídá skupina 6), kombinací je utvořen dvoumístný kód (Meier, 1997).

## 4 Materiál a metody

V roce 2015 bylo na Demonstračním a pokusném pozemku Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů (FAPPZ) a na přilehlých plochách prováděno pozorování plevelné flóry (obrázek č. 1). Pozemek má rozlohu cca 7 ha, z čehož 5 ha činí orná půda, na které jsou pěstovány polní i zahradní plodiny (zelenina, kukuřice, brambory). Zbytek představují vinice, ovocný sad, chmelnice. Na většině polních ploch je prováděna ochrana herbicidy proti plevelům, travnaté plochy jsou pravidelně sečeny. Cílem této práce bylo zhodnocení počátku nástupu fenologické fáze kvetení a délku jejího trvání u vybraných druhů vyšších rostlin, které se řadí mezi polní plevely.

Obrázek 1 Vymezení zájmového území (Demonstrační a pokusný pozemek FAPPZ)



Zdroj: (Seznam.cz, 2016)

### 4.1 Podmínky stanoviště

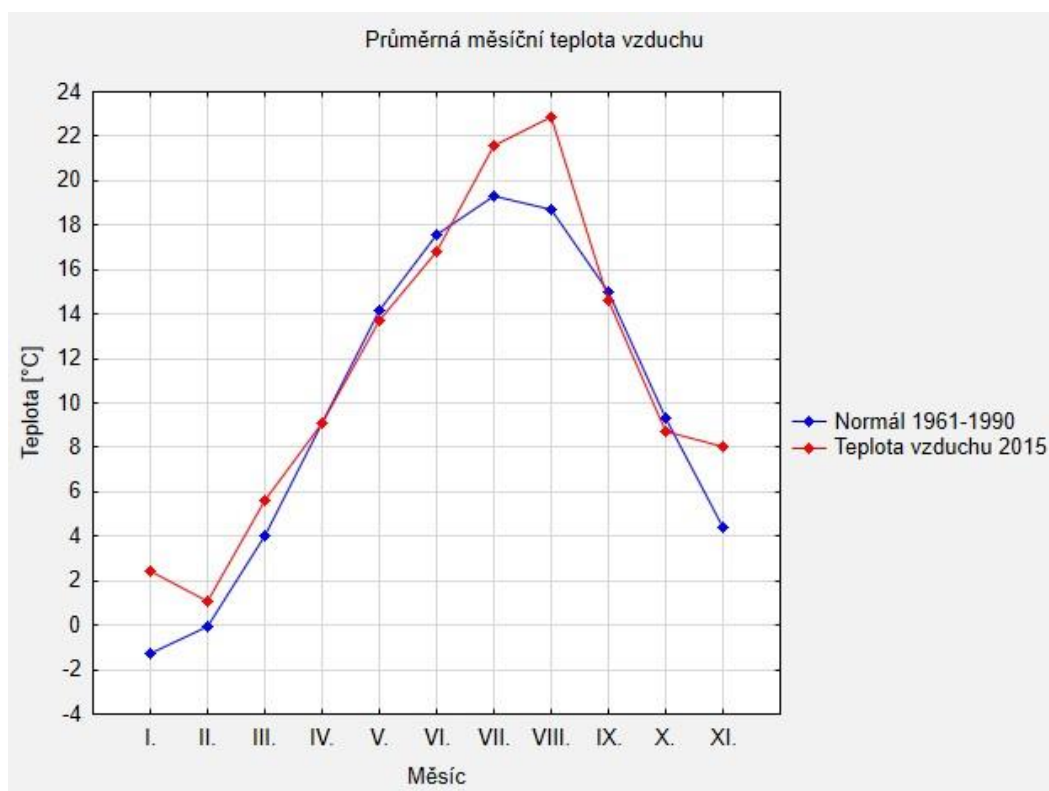
Demonstrační a pokusný pozemek se nachází v areálu České zemědělské univerzity v Praze (ČZU) v nadmořské výšce přibližně 280 m n. m., při zeměpisné délce  $14^{\circ}22'$  a zeměpisné šířce  $50^{\circ}08'$ . Dle rajonizace zemědělských oblastí spadá pokusný pozemek do řepařské výrobní oblasti výrobní podoblasti č. 3.

## 4.2 Geologie a pedologie

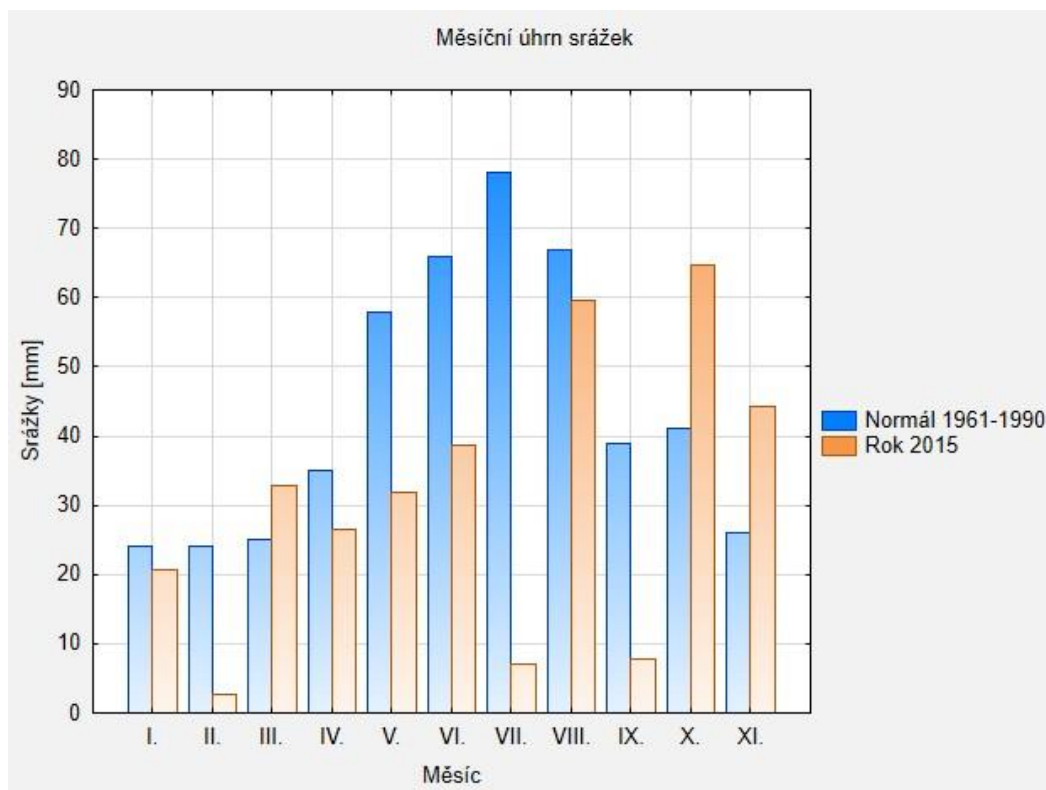
Půdy tohoto pozemku byly vyvinuty převážně na spraších. Humusové orniční horizonty dosahují 30 cm. Půda vykazuje neutrální reakci, drobtovitou strukturu s obsahem humusu kolem 2,5 %. Pod ornici se vyskytují iluviální horizonty se zvýšeným obsahem jílových částic, v horizontu 60 – 70 cm přecházejí do karbonátových spraší. Vyvinuty zde byly středně těžké půdy hnědozemního typu (Švachula, 1992).

## 4.3 Klimatické a povětrnostní podmínky

Pro charakteristiku meteorologických ukazatelů bylo využito dat z Meteorologické stanice ČZU při FAPPZ, která je umístěna v areálu ČZU. Průměrná roční teplota vzduchu (graf č. 1) je 9,2 °C, průměrný roční úhrn srážek (graf č. 2) dosahuje 510 mm.



**Graf 1 Průměrná měsíční teplota v roce 2015 v porovnání s normálem let 1961-1990 (zpracováno na základě dat z Meteorologické stanice ČZU, 2016)**



**Graf 2 Měsíční úhrn srážek roku 2015 v porovnání s dlouhodobým normálem let 1961 – 1990 (zpracováno na základě dat z Meteorologické stanice ČZU, 2016)**

#### 4.4 Metodika pozorování

Počátek monitoringu byl zahájen po odeznění mrazů a po rozkvětu prvních druhů, což odpovídalo 9. kalendářnímu týdnu roku 2015. Pozorování bylo ukončeno ve 48. týdnu roku 2015 a bylo realizováno vždy v pravidelných týdenních intervalech pochůzkou po hodnocených plochách. Průběžně byly kvetoucí druhy zanášeny do záznamového archu.

Hodnoceny byly plochy areálu Pokusného a demonstračního pozemku FAPPZ, tak i demonstrační čtverce s výsevy těch plevelů, které se na pozemku přirozeně nevyskytují. Jedná se o druhy se speciálními nároky na půdní podmínky, druhy ohrožené, ustupující, nebo nově se šířící.

Fáze kvetení byla danému druhu přisouzena tehdy, pokud byla nalezena již jedna rostlina příslušného druhu.

Výsledky pozorování byly vyhodnocovány pomocí programů Microsoft Excel 2013 verze 15.0.4787.1002 a Statistica verze 12.

Vědecké názvy plevelů a jejich zařazení do čeledí bylo použito dle Klíče ke květeně České republiky (Kubát et al., 2002).

Pro výběr těch druhů blanokřídlého hmyzu, které se živí pylem a nektarem na různých čeledích plevelných rostlin, byl využit atlas Blanokřídlí České republiky: Žahadlovi. I. (Macek et al., 2010). Vybrány byly ty druhy hmyzu, u kterých byla nalezena čeleď rostlin, na kterých vyhledávají potravu.

V průběhu monitoringu bylo celkem hodnoceno 160 druhů vyšších rostlin, které můžeme označit jako plevele. Hodnocení probíhalo nehledě na to, zda byla rostlina nalezena na orné půdě nebo na přilehlých plochách. Z celkového počtu 160 plevelných druhů bylo pozorováno 67 druhů pěstovaných v demonstračních čtvercích.

Abecední seznam pozorovaných rostlin znázorňuje tabulka č. 4, kde jsou uvedeny vědecké názvy rostlin. Znázorněna je zde také čeleď, do které pozorovaný druh přísluší a zařazení do skupiny plevelů podle vytrvalosti. Druhy sledované v demonstračních čtvercích jsou označeny hvězdičkou.

**Tab. 4 Abecední seznam pozorovaných druhů, název čeledi a zařazení do skupiny dle vytrvalosti**

Název druhu (latinsky)	název čeledi (latinsky)	vytrvalost
<i>Abutilon theophrasti</i> MED.	<i>Malvaceae</i>	Jpj
<i>Adonis aestivalis</i> L.*	<i>Ranunculaceae</i>	Joz
<i>Aethusa cynapium</i> BIEB.	<i>Apiaceae</i>	Joz
<i>Agrostemma githago</i> L.*	<i>Caryophyllaceae</i>	Joz
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) SCHREBER*	<i>Lamiaceae</i>	Jčj
<i>Alopecurus myosuroides</i> HUDS.*	<i>Poaceae</i>	Joz
<i>Amaranthus powellii</i> S. WATSON	<i>Amaranthaceae</i>	Jpj
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	<i>Amaranthaceae</i>	Jpj
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.*	<i>Asteraceae</i>	Jpj
<i>Anagallis arvensis</i> L.	<i>Primulaceae</i>	Jčj
<i>Anagallis foemina</i> MILL.	<i>Primulaceae</i>	Jčj
<i>Anthemis arvensis</i> L.*	<i>Asteraceae</i>	Joz
<i>Anthemis austriaca</i> JACQ.*	<i>Asteraceae</i>	Joz
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. B.*	<i>Poaceae</i>	Joz
<i>Aphanes arvensis</i> L.*	<i>Rosaceae</i>	Joz
<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) HEYNH*	<i>Brassicaceae</i>	Jef
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	<i>Caryophyllaceae</i>	Joz
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Dv-VytG
<i>Asperula arvensis</i> L.*	<i>Rubiaceae</i>	Joz
<i>Atriplex patula</i> L.	<i>Chenopodiaceae</i>	Jpj
<i>Avena fatua</i> L.	<i>Poaceae</i>	Jčj
<i>Bellis perennis</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Dv-VytG
<i>Beta vulgaris</i> L.	<i>Chenopodiaceae</i>	Jpj

<i>Bifora radians</i> M. BIEB.*	<i>Apiaceae</i>	Joz
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	<i>Poaceae</i>	Joz
<i>Bromus japonicus</i> THUNB.*	<i>Poaceae</i>	Dv-VytG
<i>Bromus secalinus</i> L.	<i>Poaceae</i>	Joz
<i>Bromus sterilis</i> L.	<i>Poaceae</i>	Joz
<i>Camelina microcarpa</i> DC.*	<i>Brassicaceae</i>	Jčj
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MED.	<i>Brassicaceae</i>	Joz
<i>Cardaria draba</i> (L.) DESV.	<i>Brassicaceae</i>	Vyt
<i>Caucalis platycarpus</i> L.*	<i>Apiaceae</i>	Joz
<i>Centaurea cyanus</i> L.*	<i>Asteraceae</i>	Joz
<i>Cirsium arvense</i> (L.) SCOP.	<i>Asteraceae</i>	Vyt
<i>Conringia orientalis</i> (L.) DUM.*	<i>Brassicaceae</i>	Joz
<i>Consolida orientalis</i> (GR. et GODR.) SCHROÖDINGER*	<i>Ranunculaceae</i>	Joz
<i>Consolida regalis</i> S. F. GRAY*	<i>Ranunculaceae</i>	Joz
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>Convolvulaceae</i>	Vyt
<i>Conyza canadensis</i> (L.) CRONQUIST	<i>Asteraceae</i>	Joz
<i>Coronopus squamatus</i> (FORSKÁL) ASCHER.*	<i>Brassicaceae</i>	Jčj
<i>Crepis biennis</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Dv-VytG
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) PERS.*	<i>Poaceae</i>	Vyt
<i>Datura stramonium</i> L.	<i>Solanaceae</i>	Jpj
<i>Daucus carota</i> L.	<i>Apiaceae</i>	Dv-VytG
<i>Descurainia sophia</i> (L.) PRANTL	<i>Brassicaceae</i>	Joz
<i>Digitaria ischaemum</i> (SCHWEIGGER) MÜHLENB.*	<i>Poaceae</i>	Jpj
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) SCOP.	<i>Poaceae</i>	Jpj
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.*	<i>Brassicaceae</i>	Joz
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. B.	<i>Poaceae</i>	Jpj
<i>Elytrigia repens</i> (L.) NEVSKI	<i>Poaceae</i>	Vyt
<i>Erigeron annuus</i> (L.) PERS.	<i>Asteraceae</i>	Joz
<i>Erysimum repandum</i> L.*	<i>Brassicaceae</i>	Joz
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'HÉR.	<i>Geraniaceae</i>	Joz
<i>Erophila verna</i> (L.) DC.*	<i>Brassicaceae</i>	Jef
<i>Erucastrum gallicum</i> (WILLD.) O. E. SCHULZ*	<i>Brassicaceae</i>	Joz
<i>Euphorbia exigua</i> L.*	<i>Euphorbiaceae</i>	Jpj
<i>Euphorbia falcata</i> L.*	<i>Euphorbiaceae</i>	Jpj
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	<i>Euphorbiaceae</i>	Jpj
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. LÖVE	<i>Polygonaceae</i>	Jčj
<i>Filago arvensis</i> L.*	<i>Asteraceae</i>	Joz
<i>Fumaria officinalis</i> L.	<i>Fumariaceae</i>	Joz
<i>Fumaria vaillantii</i> LOISEL.	<i>Fumariaceae</i>	Joz
<i>Galeopsis angustifolia</i> EHRH.*	<i>Lamiaceae</i>	Jčj
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.*	<i>Lamiaceae</i>	Jčj
<i>Galinsoga parviflora</i> CAV.	<i>Asteraceae</i>	Jpj
<i>Galium aparine</i> L.	<i>Rubiaceae</i>	Joz

<i>Galium tricornerutum</i> DANDY*	<i>Rubiaceae</i>	Joz
<i>Geranium columbinum</i> L.*	<i>Geraniaceae</i>	Joz
<i>Geranium dissectum</i> L.	<i>Geraniaceae</i>	Joz
<i>Geranium pusillum</i> BURM. fil.	<i>Geraniaceae</i>	Joz
<i>Glaucium corniculatum</i> (L.) RUDOLPH*	<i>Papaveraceae</i>	Joz
<i>Glechoma hederacea</i> L.	<i>Lamiaceae</i>	Vyt
<i>Gnaphalium uliginosum</i> (L.)*	<i>Asteraceae</i>	Jčj
<i>Helianthus annuus</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Jpj
<i>Heliotropium europaeum</i> L.*	<i>Boraginaceae</i>	Jpj
<i>Holcus mollis</i> L.*	<i>Poaceae</i>	Vyt
<i>Holosteum umbellatum</i> L.	<i>Caryophyllaceae</i>	Jef
<i>Hyoscyamus niger</i> L.	<i>Solanaceae</i>	Joz
<i>Chenopodium album</i> L.	<i>Chenopodiaceae</i>	Jpj
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	<i>Chenopodiaceae</i>	Jpj
<i>Iva xanthiifolia</i> NUTT.*	<i>Asteraceae</i>	Jpj
<i>Kickxia elatine</i> (L.) DUM.*	<i>Scrophulariaceae</i>	Jčj
<i>Lactuca serriola</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Dv-VytG
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	<i>Lamiaceae</i>	Joz
<i>Lamium purpureum</i> L.	<i>Lamiaceae</i>	Joz
<i>Lapsana communis</i> L.*	<i>Asteraceae</i>	Joz
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	<i>Fabaceae</i>	Vyt
<i>Lepidium ruderales</i> L.*	<i>Brassicaceae</i>	Joz
<i>Linaria vulgaris</i> MILL.	<i>Scrophulariaceae</i>	Vyt
<i>Lithospermum arvense</i> L.*	<i>Boraginaceae</i>	Joz
<i>Lycopsis arvensis</i> L.	<i>Boraginaceae</i>	Joz
<i>Malva neglecta</i> WALLR.	<i>Malvaceae</i>	Dv-VytG
<i>Matricaria chamomila</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Joz
<i>Medicago lupulina</i> L.	<i>Fabaceae</i>	Joz
<i>Mentha arvensis</i> L.*	<i>Lamiaceae</i>	Vyt
<i>Mercurialis annua</i> L.	<i>Euphorbiaceae</i>	Jpj
<i>Misopates orontium</i> (L.) RAFIN.*	<i>Scrophulariaceae</i>	Jpj
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) HILL*	<i>Boraginaceae</i>	Joz
<i>Nigella arvensis</i> L.*	<i>Ranunculaceae</i>	Jčj
<i>Odontites vernus</i> (BELLARDI) DUM.*	<i>Scrophulariaceae</i>	Joz
<i>Oxalis fontana</i> BUNGE*	<i>Oxalidaceae</i>	Vyt
<i>Papaver argemone</i> L.*	<i>Papaveraceae</i>	Joz
<i>Papaver dubium</i> L.*	<i>Papaveraceae</i>	Joz
<i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>Papaveraceae</i>	Joz
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) DELARBRE*	<i>Polygonaceae</i>	Jpj
<i>Persicaria maculosa</i> S. F. GRAY*	<i>Polygonaceae</i>	Jpj
<i>Plantago lanceolata</i> L.	<i>Plantaginaceae</i>	Dv-VytG
<i>Plantago major</i> L.	<i>Plantaginaceae</i>	Dv-VytG
<i>Plantago media</i> L.	<i>Plantaginaceae</i>	Dv-VytG
<i>Poa annua</i> L.	<i>Poaceae</i>	Joz
<i>Polygonum aviculare</i> L.	<i>Polygonaceae</i>	Jčj



<i>Portulaca oleracea</i> L.	<i>Portulacaceae</i>	Jpj
<i>Potentilla anserina</i> L.	<i>Rosaceae</i>	Vyt
<i>Potentilla reptans</i> L.	<i>Rosaceae</i>	Vyt
<i>Ranunculus arvensis</i> L.*	<i>Ranunculaceae</i>	Joz
<i>Ranunculus repens</i> L.	<i>Ranunculaceae</i>	Vyt
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.*	<i>Brassicaceae</i>	Jčj
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) BESSER	<i>Brassicaceae</i>	Vyt
<i>Rumex crispus</i> L.	<i>Polygonaceae</i>	Dv-VytG
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	<i>Polygonaceae</i>	Dv-VytG
<i>Sagina procumbens</i> L.*	<i>Caryophyllaceae</i>	Vyt
<i>Salsola kali</i> L.*	<i>Chenopodiaceae</i>	Jpj
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.*	<i>Apiaceae</i>	Joz
<i>Scleranthus annuus</i> L.*	<i>Caryophyllaceae</i>	Joz
<i>Senecio vulgaris</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Joz
<i>Setaria pumilia</i> (POIR.) R. et SCH.	<i>Poaceae</i>	Jpj
<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. B.	<i>Poaceae</i>	Jpj
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. B.	<i>Poaceae</i>	jpj
<i>Sherardia arvensis</i> L.*	<i>Rubiaceae</i>	Jčj
<i>Sinapis arvensis</i> L.	<i>Brassicaceae</i>	Jčj
<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	<i>Brassicaceae</i>	Joz
<i>Solanum nigrum</i> L.	<i>Solanaceae</i>	Jpj
<i>Solanum physalifolium</i> RUSBY	<i>Solanaceae</i>	Jpj
<i>Sonchus arvensis</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Vyt
<i>Sonchus asper</i> (L.) HILL	<i>Asteraceae</i>	Jpj
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Jpj
<i>Stachys annua</i> (L.) L.*	<i>Lamiaceae</i>	Jčj
<i>Stachys palustris</i> L.*	<i>Lamiaceae</i>	Vyt
<i>Stellaria media</i> (L.) VILL.	<i>Caryophyllaceae</i>	Joz
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i> KIRSCHNER, H. ØLLGAARD et ŠTĚPÁNEK	<i>Cichoriaceae</i>	Dv-VytG
<i>Thlaspi arvense</i> L.	<i>Brassicaceae</i>	Joz
<i>Thlaspi perfoliatum</i> L.	<i>Brassicaceae</i>	Jef
<i>Thymaelea passerina</i> (L.) COSS. et GERM.*	<i>Thymelaeaceae</i>	Jčj
<i>Trifolium campestre</i> SCHREBER	<i>Fabaceae</i>	Joz
<i>Trifolium dubium</i> SIBTH.	<i>Fabaceae</i>	Joz
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) SCHULTZ-BIP.	<i>Asteraceae</i>	Joz
<i>Vaccaria hispanica</i> (MILL.) RAUSCHERT*	<i>Caryophyllaceae</i>	Joz
<i>Valerianella dentata</i> (L.) POLLICH*	<i>Valerianaceae</i>	Jčj
<i>Valerianella olitoria</i> (L.) POLLICH*	<i>Valerianaceae</i>	Jef
<i>Veronica agrestis</i> L.*	<i>Scrophulariaceae</i>	Joz
<i>Veronica arvensis</i> L.	<i>Scrophulariaceae</i>	Joz
<i>Veronica hederifolia</i> L.	<i>Scrophulariaceae</i>	Jef
<i>Veronica persica</i> POIRET	<i>Scrophulariaceae</i>	Joz
<i>Veronica polita</i> FRIES	<i>Scrophulariaceae</i>	Joz
<i>Veronica triloba</i> (OPIZ) WIESB.	<i>Scrophulariaceae</i>	Joz

<i>Vicia angustifolia</i> L.	<i>Fabaceae</i>	Joz
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. GRAY	<i>Fabaceae</i>	Joz
<i>Vicia villosa</i> ROTH	<i>Fabaceae</i>	Joz
<i>Viola arvensis</i> MURRAY	<i>Violaceae</i>	Joz
<i>Vulpia myuros</i> (L.) C. C. GMELIN.*	<i>Poaceae</i>	Joz

Vysvětlivky: Dv/VytG – dvouleté až vytrvalé, rozmnožující se převážně generativně, Jef - jednoleté efemérní, Jčj - jednoleté časně jarní, Jpj - jednoleté pozdně jarní, Joz - jednoleté ozimé, Vyt - vytrvalé

## 5 Výsledky

Konkrétní údaje o počátku kvetení shrnuje příloha č. 1, ve které jsou znázorněny jednotlivé druhy plevelných rostlin, pořadové číslo kalendářního týdne, kdy byl pozorován nástup fenofáze kvetení a počet týdnů, po které daný plevel kvetl.

Již v prvním týdnu bylo zaznamenáno kvetení u následujících druhů: *Bellis perennis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Euphorbia helioscopia*, *Lamium purpureum*, *Poa annua*, *Scandix pecten-veneris*, *Senecio vulgaris*, *Stellaria media*, *Thlaspi arvense*, *Veronica persica* a *Veronica polita*. Všechny druhy se řadí mezi fotoperiodicky neutrální plevele, které náleží do skupiny jednoletých ozimých plevelů (vyjma *Bellis perennis* a *Euphorbia helioscopia*). Následovaly druhy ze skupiny efemerních plevelů, které mají značně omezenou délku kvetení na relativně krátký časový interval. Jedná se o tyto druhy: *Holosteum umbellatum* (10. kalendářní týden), *Veronica hederifolia* (11.), *Erophila Verna* (12.), *Thlaspi perfoliatum* (13.), *Arabidopsis thaliana* (14.) a *Valerianella olitoria* (18.).

Mezi nejpozději rozkvétajícími rostlinami byly pozorovány druhy: *Atremisia vulgaris* (31. kalendářní týden), *Cynodon dactylon* (31), *Digitaria ischaemum* (31.), *Helianthus annuus* (31.), *Heliotropium europaeum* (31.), *Atriplex patula* (34.), *Salsola kali* (34.), *Gnaphalium uliginosum* (35). Vůbec nejpozději kvetoucím plevelem byl *Iva xanthiifolia* (36.), který zároveň kvetl i nejkratší časový interval – celkem 2 týdny.

Mezi nejdéle kvetoucí plevele se řadí *Stellaria media*, *Senecio vulgaris*, *Capsella bursa-pastoris* a *Bellis perennis*, které kvetly shodně po dobu 40 týdnů. Dalšími druhy, které vykazovaly rozvleklé kvetení po významnou část vegetačního období, se řadily: *Poa annua* (38 týdnů), *Taraxacum* sect. *Ruderalia* (37), *Euphorbia helioscopia* (36), *Sherardia arvensis* (34) a *Viola arvensis* (33).

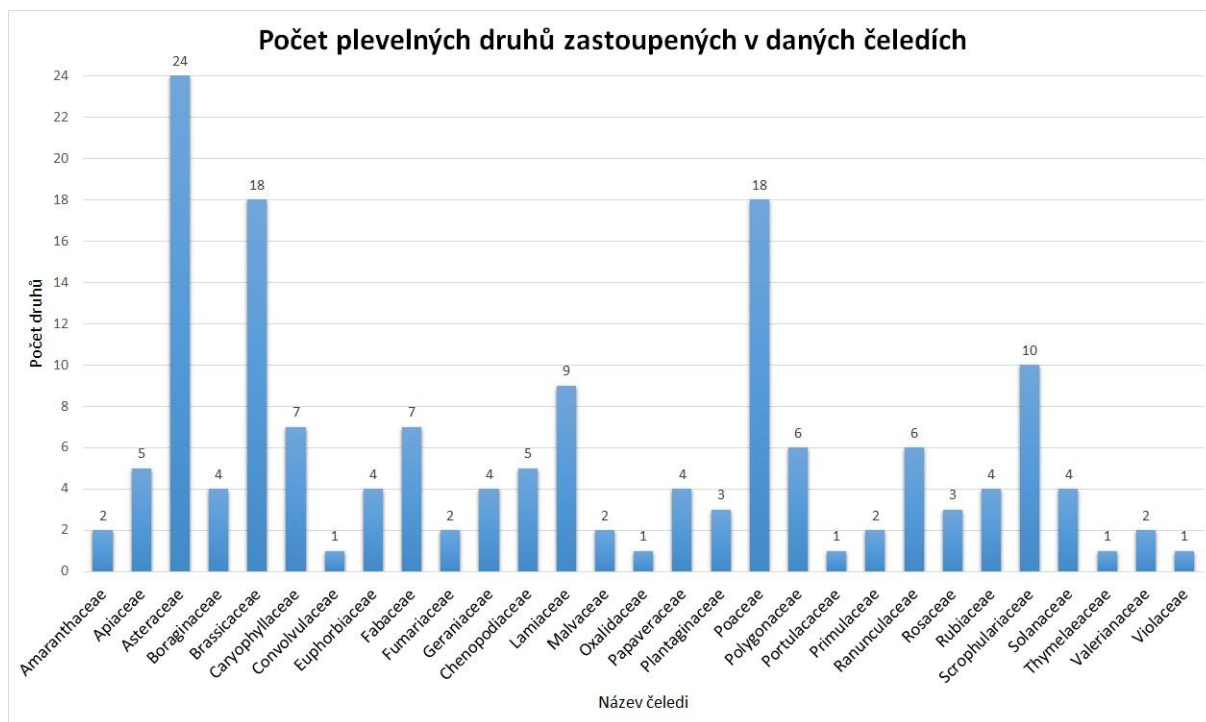
Pozorované plevelné spektrum zahrnovalo druhy jednoleté, rostliny dvouleté až víceleté rozmnožující se převážně generativně a plevele víceleté, což znázorňuje graf 3. Z celkového počtu 160 pozorovaných plevelů náleželo 61 % (zaokrouhлено na jednotky procent) druhů jednoletým plevelům. Tato skupina byla dále rozdělena na plevele jednoleté efemérní (4 %), jednoleté ozimé (45 %), jednoleté časně jarní (12 %) a jednoleté pozdně jarní (8 %). Dvouletým až víceletým plevelům, které se rozmnožují převážně generativně, příslušelo 20 % a vytrvalé plevele zahrnovaly celkem 11 % z celkového počtu. Číselný údaj, znázorněný v grafu, udává konkrétní počet druhů příslušné skupiny.



**Graf 3 Zastoupení jednotlivých skupin plevelů**

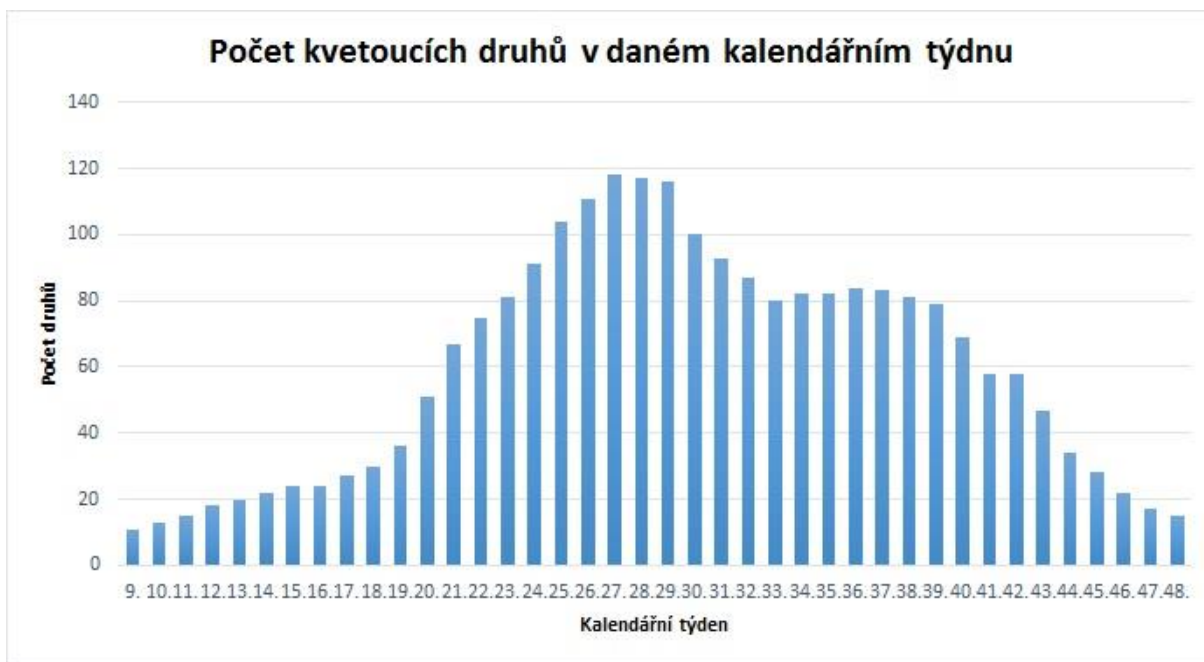
Pozorované plevelné druhy přísluší do různých čeledí, vyskytujících se v zájmovém území. Celkem bylo monitorováno 160 plevelů náležících do 29 čeledí. Z grafu č. 4 je zřejmé, že mezi významné čeledi, co se početnosti týče, patří: *Asteraceae* (24 druhů), *Poaceae* (18), *Scrophulariaceae* (10) a *Lamiaceae* (9).

Čeledi *Asteraceae* tak přísluší 15,0 % (zaokrouhleno na jedno desetinné místo) všech pozorovaných druhů, čeleď *Poaceae* představuje 11,3 % druhů, čeledi *Scrophulariaceae* připadá 6,3 % všech zástupců a čeledi *Lamiaceae* náleží 5,6 % druhů.



**Graf 4 Druhové zastoupení plevelů v dané čeledi**

Kvetoucí plevelé se v různých počtech vyskytují v zájmovém území po celé období (graf č. 5). Minimální počet kvetoucích druhů byl zaznamenán v 9. kalendářním týdnu, kdy bylo rozkvetlých pouze 11 zástupců plevelů. Průběžně počet vzrůstal až do 27. kalendářního týdne, kde bylo dosaženo maximálního počtu (118 druhů), následně počet kvetoucích druhů postupně klesal, až na konečných 15 druhů ve 48. kalendářním týdnu.



**Graf 5 Počet kvetoucích plevelných druhů v daném kalendářním týdnu**

Graf č. 6 odráží dynamiku nástupu nových kvetoucích druhů. Posuzován byl pouze první rozkvět daného druhu, pokud příslušný druh přestal kvést a následně kvést znovu započal, již nebyl považován za nově kvetoucí. Je zřejmé, že nové druhy přibývají po významnou část vegetačního období. První druhy rozkvetly již v 9. kalendářním týdnu, jedná se především o druhy ze skupiny ozimých plevelů. Další druhy přibývají až do týdnu s pořadovým číslem 36 (vyjma týdnů č. 16, č. 32 a č. 33). Od 37. kalendářního týdnu však další nové druhy nepřibývají.



**Graf 6 Počet druhů, které započaly kvetení v příslušném kalendářním týdnu**

V tabulce č. 5 je pomocí dvouvýběrového nepárového Studentova t-testu zhodnocen rozptyl počátku kvetení všech skupin plevelů, co do vytrvalosti, na hladině významnosti  $\alpha=0,05$ . Statisticky významné rozdíly jsou v tabulce zvýrazněny červenou barvou. Pokud je tedy *p-value* nižší než 0,05, tak  $H_0$  zamítáme.

Nízké hodnoty *p-value* byly pozorovány především při porovnávání s efemérními plevely, jedná se tedy o signifikantní statistický rozdíl. Je to dáno tím, že efemérní plevely rozkvétají dříve, než většina zástupců ostatních skupin. Průměrný počátek rozkvětu této skupiny je 13. kalendářní týden, což je oproti ostatním skupinám nejdříve.

Statisticky významné rozdíly nebyly pozorovány v porovnání mezi plevely dvouletými až vytrvalými a plevely vytrvalými a zároveň s jednoletými časně jarními. Dále nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi plevely jednoletými časně jarními a plevely vytrvalými. Tyto plevely začínají rozkvétat přibližně ve stejnou dobu. Jednoleté časně jarní a jednoleté ozimé plevely mají průměrnou dobu rozkvětu načasovanou shodně na 24. kalendářní týden.

Dále je z tabulky zřejmé, že oproti všem ostatním skupinám plevelů začínají rozkvétat zástupci ze skupiny pozdně jarních plevelů nejdéle a to ve 27. kalendářním týdnu.

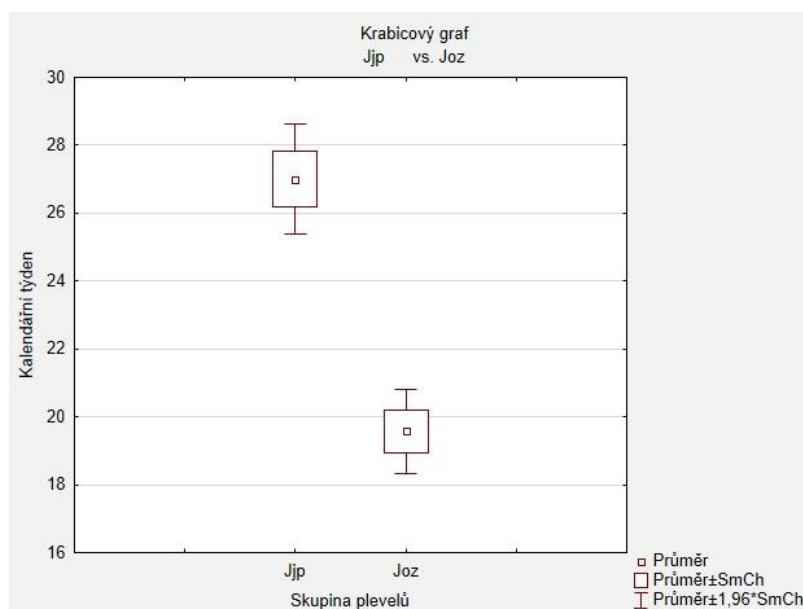
**Tab. 5 Studentův t-test mezi jednotlivými skupinami plevelů**

	Průměr (skup. 1)	Průměr (skup. 2)	p -value	Sm.odch. (skup. 1)	Sm.odch. (skup. 2)	F-poměr (Rozptyly)	p (Rozptyly)
Dv/VytG vs. Joz	23,00000	19,56944	0,044892	6,442049	5,432885	1,406006	0,367320
Dv/VytG vs. Jpj	23,00000	27,00000	0,025291	6,442049	4,704151	1,875364	0,157099
Dv/VytG vs. Vyt	23,00000	24,27778	0,497073	6,442049	3,892762	2,738624	0,057030
Dv/VytG vs. Jef	23,00000	13,00000	0,002201	6,442049	2,828427	5,187500	0,080983
Dv/VytG vs. Jčj	23,00000	24,15789	0,549806	6,442049	4,412900	2,131081	0,142582
Jčj vs. Joz	24,15789	19,56944	0,001032	4,412900	5,432885	1,515699	0,323982
Jčj vs. Jpj	24,15789	27,00000	0,037907	4,412900	4,704151	1,136356	0,792740
Jčj vs. Vyt	24,15789	24,27778	0,930821	4,412900	3,892762	1,285087	0,609265
Jčj vs. Jef	24,15789	13,00000	0,000007	4,412900	2,828427	2,434211	0,329955
Jef vs. Joz	13,00000	19,56944	0,004651	2,828427	5,432885	3,689530	0,144975
Jef vs. Jpj	13,00000	27,00000	0,000000	2,828427	4,704151	2,766129	0,258357
Jef vs. Vyt	13,00000	24,27778	0,000002	2,828427	3,892762	1,894199	0,495781
Jpj vs. Joz	27,00000	19,56944	0,000000	4,704151	5,432885	1,333824	0,377444
Jpj vs. Vyt	27,00000	24,27778	0,042518	4,704151	3,892762	1,460316	0,413424
Joz vs. Vyt	19,56944	24,27778	0,000849	5,432885	3,892762	1,947804	0,124252

Vysvětlivky: Dv/VytG – dvouleté až vytrvalé, rozmnožující se převážně generativně, Jef - jednoleté efemérní, Jčj - jednoleté časně jarní, Jpj - jednoleté pozdně jarní, Joz - jednoleté ozimé, Vyt - vytrvalé

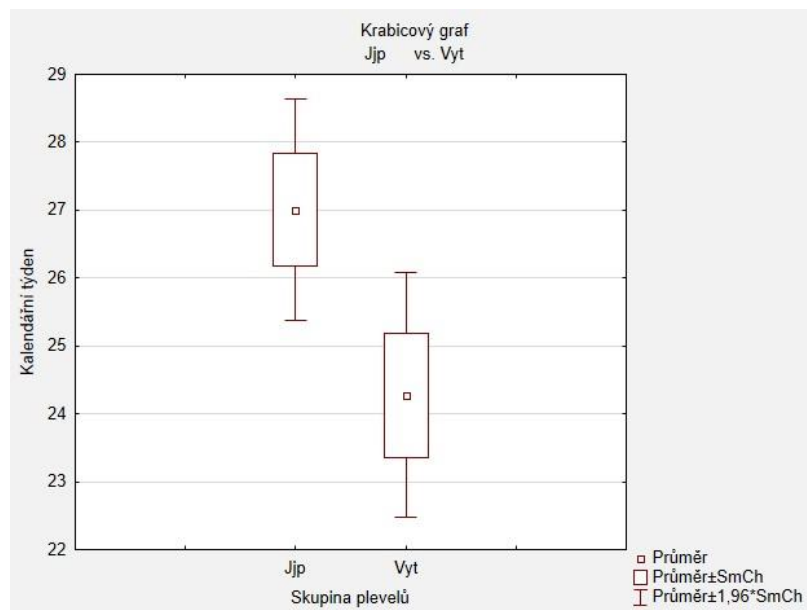


Z grafu č. 7 je zřejmé, že skupina jednoletých pozdně jarních plevelů rozkvétá oproti jednoletým ozimým plevelům značně později (27. kalendářní týden oproti 20. kalendářnímu týdnu). Tento rozdíl je na hladině  $\alpha = 0,05$  statisticky významný. Každá z těchto skupin postihuje jinou periodu vegetačního období.



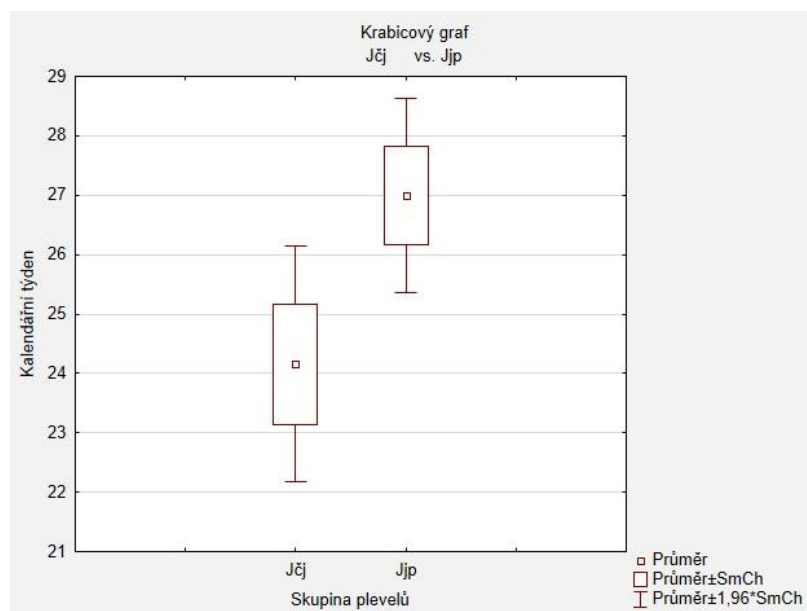
**Graf 7 Srovnání počátku kvetení jednoletých pozdně jarních plevelů (Jjp) a jednoletých ozimých plevelů (Joz)**

Porovnáním skupiny jednoletých pozdně jarních a vytrvalých plevelů (graf č. 8) je patrné, že skupina pozdně jarních plevelů rozkvétá později, než plevele vytrvalé. Jedná se o statisticky významný rozdíl na hladině  $\alpha = 0,05$ . Tyto skupiny na sebe počátkem rozkvětu volně navazují.



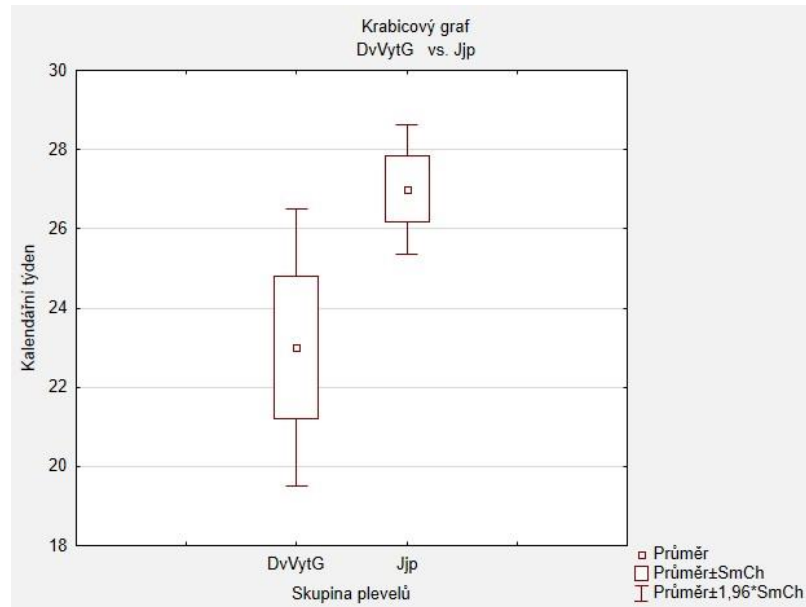
**Graf 8 Srovnání počátku kvetení jednoletých pozdně jarních plevelů (Jjp) a vytrvalých plevelů (Vyt)**

Z uvedeného grafu č. 10 vyplývá, že na intervalu spolehlivosti 95 %, jednoleté časné jarní plevele mají průměrnou dobu rozkvětu načasovanou přibližně o 3 týdny dříve, nežli plevele jednoleté pozdně jarní. Tento fakt je statisticky významný.



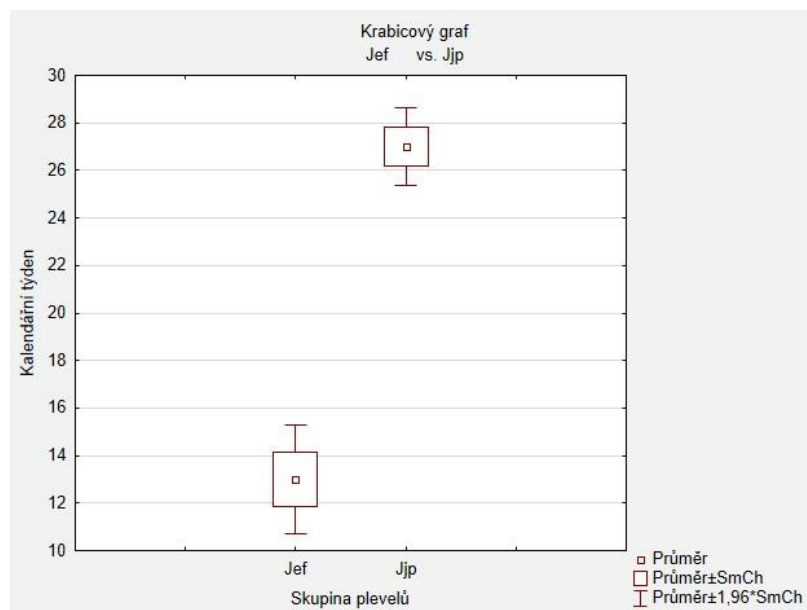
**Graf 8 Srovnání počátku kvetení jednoletých pozdně jarních plevelů (Jjp) a jednoletých časné jarních plevelů (Jčj)**

Jednoleté pozdně jarní plevely oproti dvouletým až vytrvalým plevelům, které se rozmnožují převážně generativně, rozkvétají v průměru o 4 týdny později (graf č. 11). Na hladině významnosti  $\alpha=0,05$  je srovnání těchto skupin statisticky významné.



**Graf 9 Srovnání počátku kvetení jednoletých pozdně jarních plevelů (Jjp) a dvouletých až vytrvalých plevelů (DvVytG)**

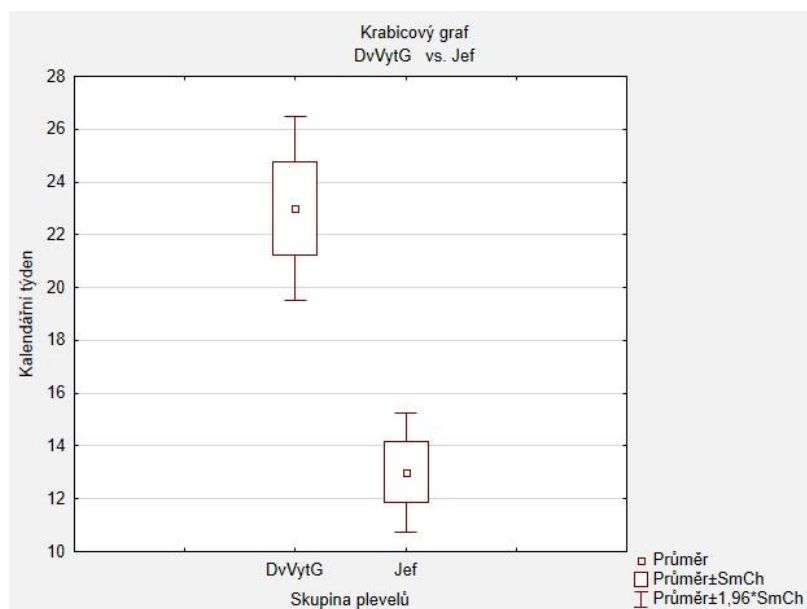
Z uvedeného grafu č. 12 je zřejmé, že jednoleté efemérní plevely mají velmi rozlišné období kvetení, nežli plevely jednoleté pozdně jarní. Efemérní plevely rozkvétají v průměru již ve 13. kalendářním týdnu, kdežto jednoleté pozdně jarní plevely až ve 27. kalendářním týdnu. Svým kvetením tak postihují velmi odlišnou část vegetačního období. Na hladině významnosti  $\alpha=0,05$  je to statisticky významný rozdíl.



**Graf 10 Srovnání počátku kvetení jednoletých pozdně jarních plevelů (Jjp) a jednoletých efemérních plevelů (Jef)**

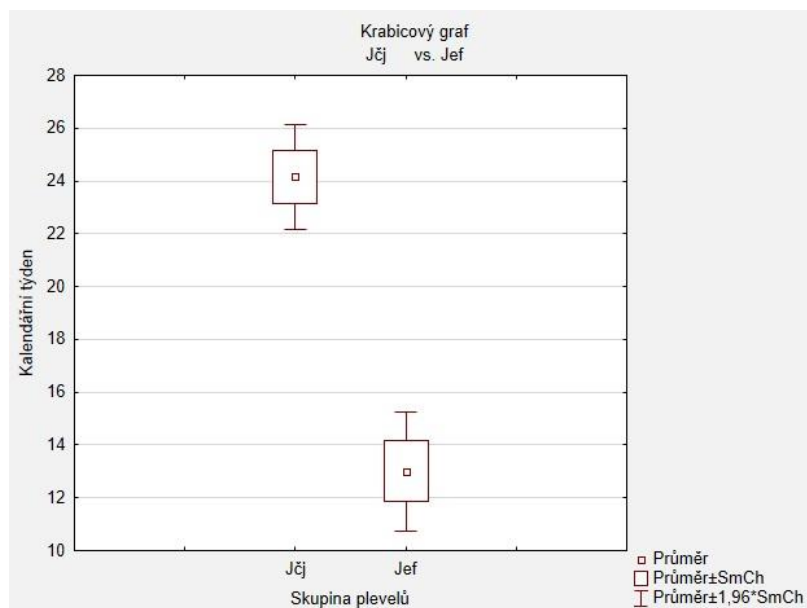
V uvedeném grafu č. 13 je srovnána skupina jednoletých efemérních plevelů s plevele dvouletými až vytrvalými, které se rozmnožují převážně generativně. Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  je prokázán statisticky významný rozdíl co do průměrného počátku rozkvětu.

Rozdíl v průměrném rozkvětu činí 10 týdnů, což znamená, že každá ze skupin je charakteristická pro jinou část vegetačního období a vzájemně se nepřekrývají.



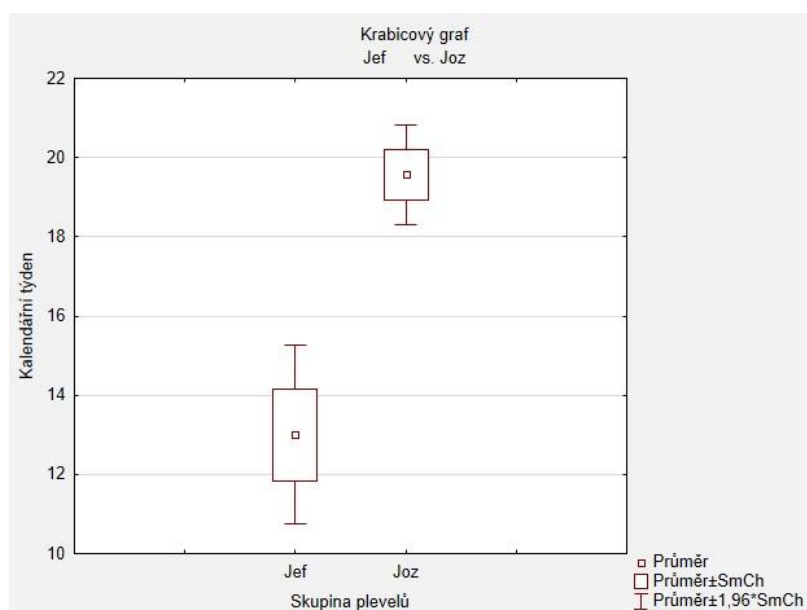
**Graf 11 Srovnání počátku kvetení dvouletých až vytrvalých plevelů (DvVytG) a jednoletých efemérních plevelů (Jef)**

Graf č. 14 prokazuje na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  statisticky průkazný rozdíl mezi jednoletými časně jarními plevely a mezi plevely jednoletými efemérními. Průměrný počátek rozkvětu se liší přibližně o 11 týdnů.



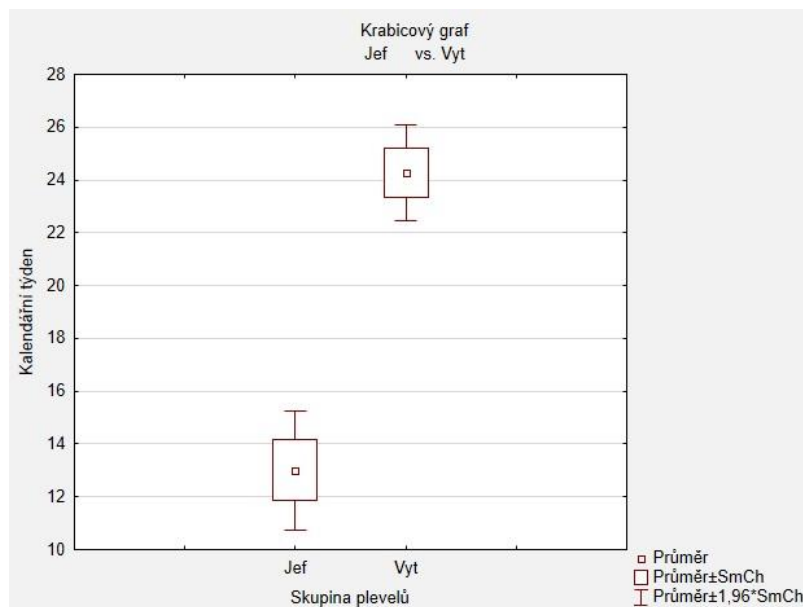
**Graf 12 Srovnání počátku kvetení jednoletých časně jarních plevelů (Jčj) a jednoletých efemérních plevelů (Jef)**

Rozdíl v průměrném počátku rozkvětu je na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  statisticky průkazný i při porovnání skupiny jednoletých ozimých a efemérních plevelů (graf č. 15). Pro obě tyto skupiny je však charakteristický brzký rozkvět svých zástupců.



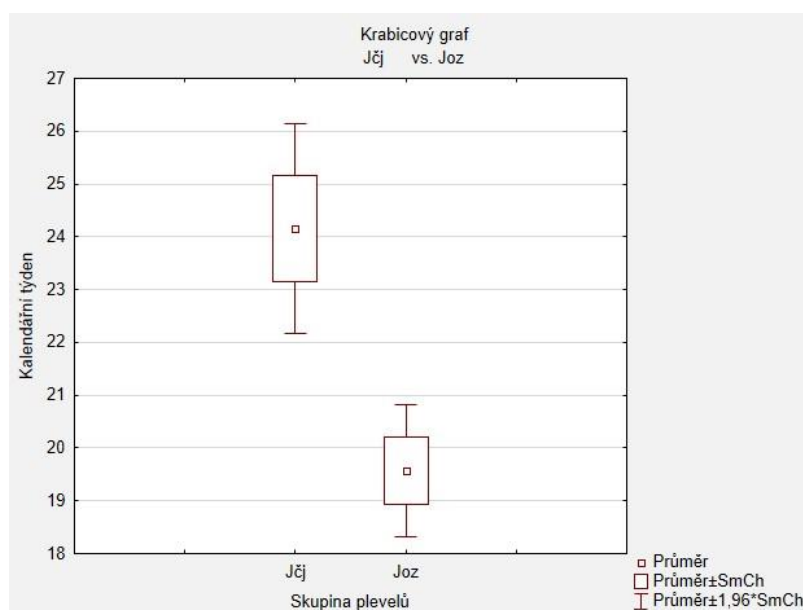
**Graf 13 Srovnání počátku kvetení jednoletých ozimých plevelů (Joz) a jednoletých efemérních plevelů (Jef)**

Ze znázorněného srovnání skupiny vytrvalých plevelů a plevelů efemérních v grafu č. 16 je evidentní, že vytrvalé plevele rozkvétají v průměru o 11 týdnů později, nežli efemérní plevele. Tento rozdíl je na hladině významnosti  $\alpha=0,05$  statisticky významný.



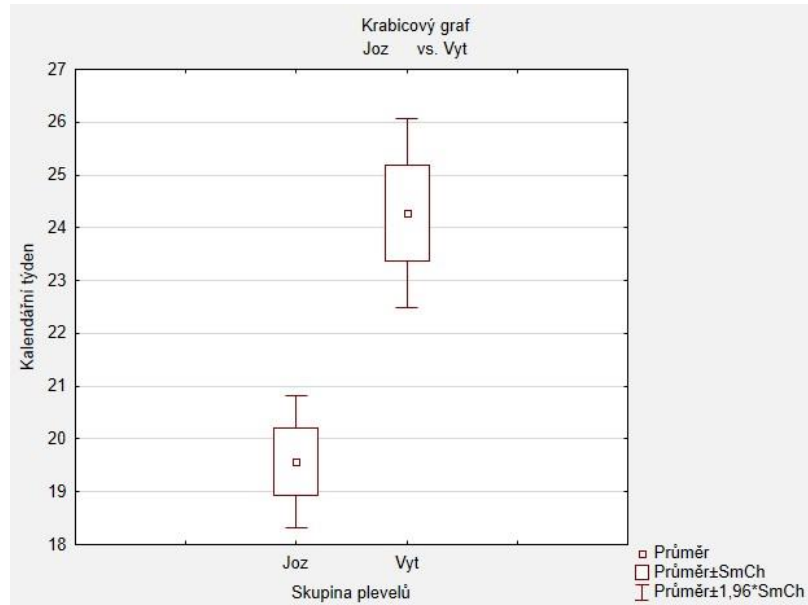
**Graf 14 Srovnání počátku kvetení vytrvalých plevelů (Vyt) a jednoletých efemérních plevelů (Jef)**

V grafu č. 17 je znázorněno porovnání skupiny jednoletých časně jarních a jednoletých ozimých plevelů. Na hladině významnosti  $\alpha=0,05$  je prokazatelný statisticky významný rozdíl v průměrném rozkvětu mezi těmito skupinami.



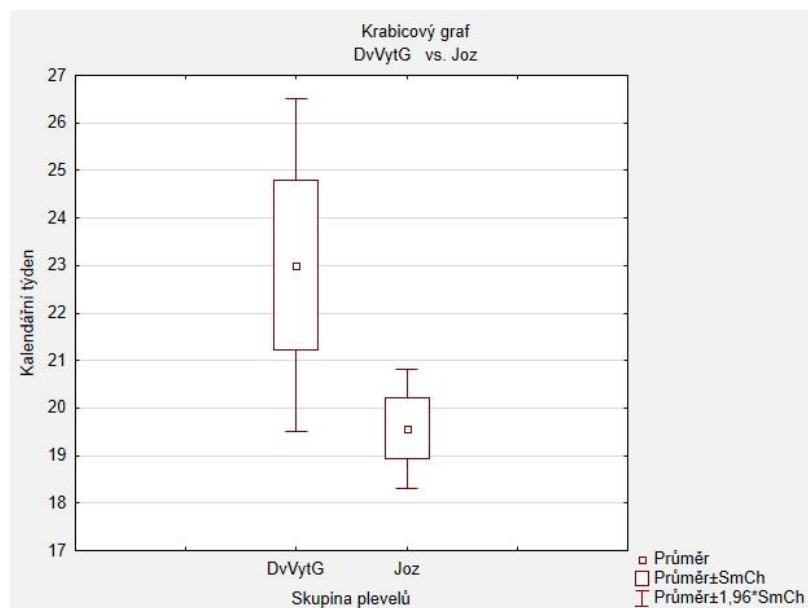
**Graf 15 Srovnání počátku kvetení jednoletých časně jarních plevelů (Jčj) a jednoletých ozimých plevelů (Joz)**

Graf č. 18 znázorňuje odlišnost v průměrné době rozkvětu mezi skupinou jednoletých ozimých plevelů a vytrvalých plevelů. Na hladině významnosti  $\alpha=0,05$  je v tomto ohledu statisticky významný rozdíl. Jednoleté ozimé plevele rozkvétají v průměru o 5 týdnů dříve.



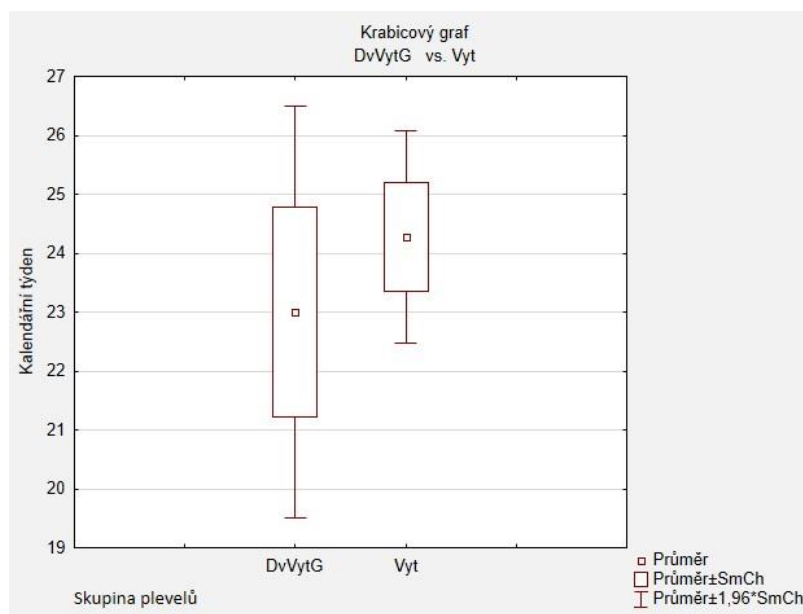
**Graf 16 Srovnání počátku kvetení vytrvalých plevelů (Vyt) a jednoletých ozimých plevelů (Joz)**

Srovnání počátku kvetení dvouletých až vytrvalých plevelů a jednoletých ozimých plevelů v grafu č. 19 prokazuje statisticky významný rozdíl na hladině  $\alpha=0,05$ . Mezi těmito skupinami je však rozdíl necelých třech týdnů v průměrném počátku rozkvětu.



**Graf 17 Srovnání počátku kvetení dvouletých až vytrvalých plevelů (DvVytG) a jednoletých ozimých plevelů (Joz)**

Graf č. 20. srovnává průměrný počátek rozkvětu dvouletých až vytrvalých plevelů, které se rozmnožují převážně generativně a plevelů vytrvalých. Na hladině významnosti  $\alpha=0,05$  nebyl shledán statisticky významný rozdíl. Obě tyto skupiny průměrně rozkvétají ve stejnou dobu (23. oproti 24. kalendářnímu týdnu).

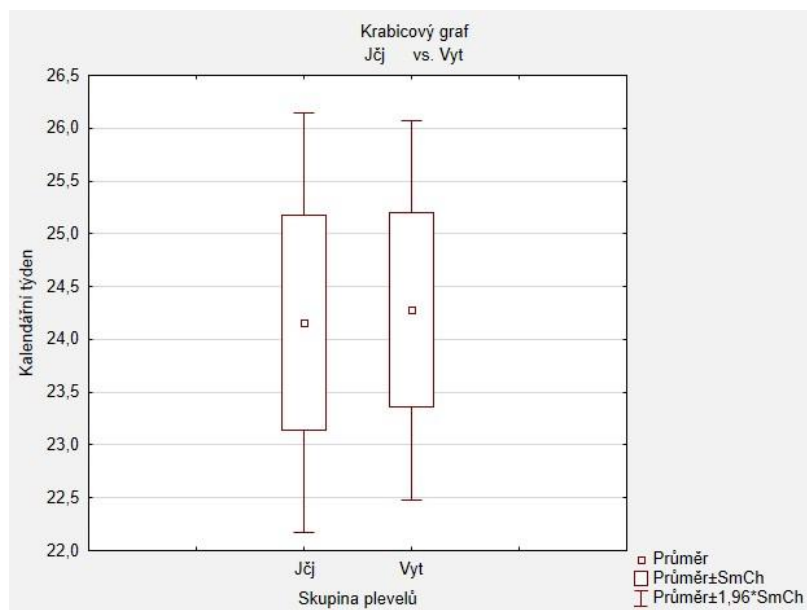


**Graf 18 Srovnání počátku kvetení dvouletých až vytrvalých plevelů (DvVytG) a vytrvalých plevelů (Vyt)**

Srovnání průměrného počátku kvetení jednoletých a časně jarních a vytrvalých plevelů ukazuje, že mezi těmito skupinami není, na hladině významnosti  $\alpha=0,05$ , statisticky významný rozdíl (graf č. 21).

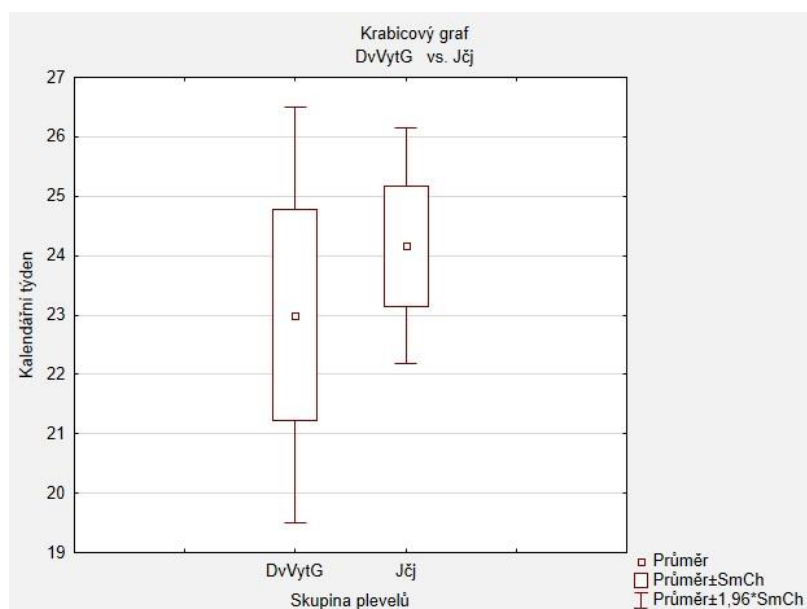
Tyto skupiny se rovnají průměrným počátkem rozkvětu a rozkvétají shodně ve 24. kalendářním týdnu. Postihují tak podobné časové období, co se kvetení týká.





**Graf 19 Srovnání počátku kvetení jednoletých časně jarních plevelů (Jčj) a vytrvalých plevelů (Vyt)**

Z grafu č. 22 je patrné, že mezi skupinou dvouletých až vytrvalých plevelů rozmnožujících se převážně generativně a jednoletými časně jarními plevele není statisticky významný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Tyto skupiny se liší v průměrné době rozkvětu pouze o 1 týden a převážně se v kvetení překrývají.

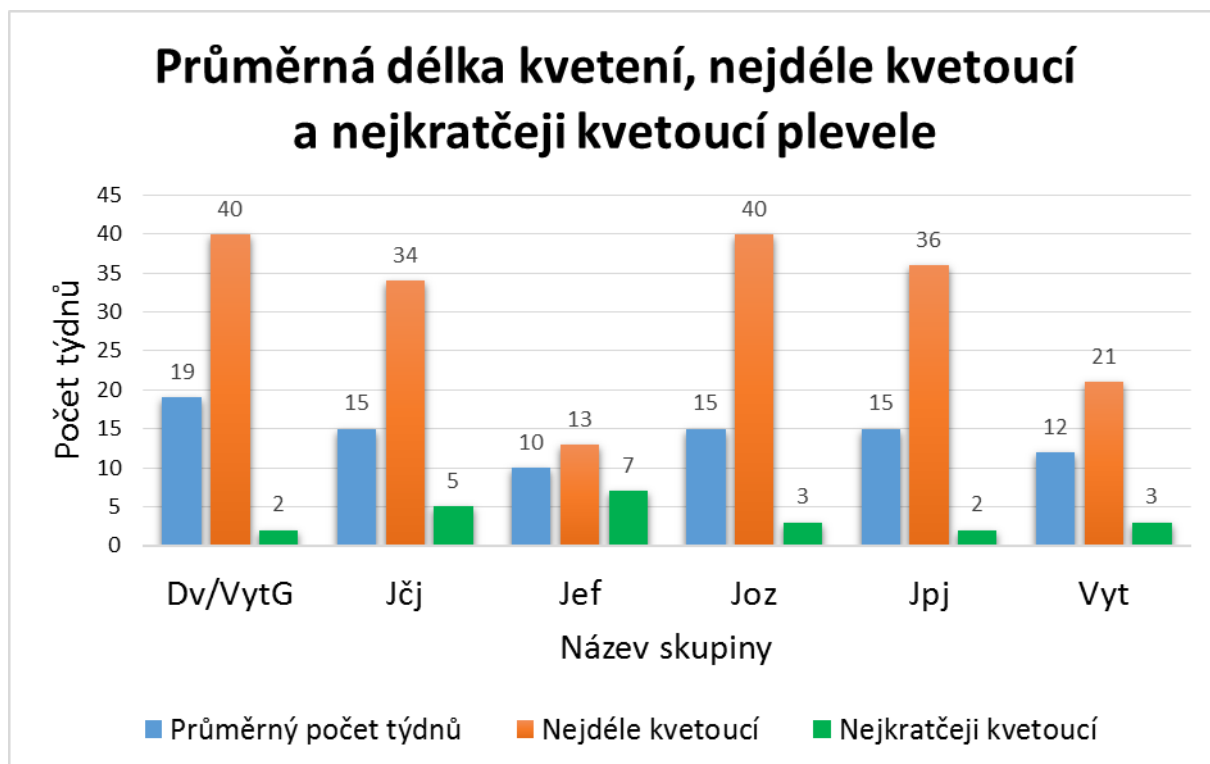


**Graf 20 Srovnání počátku kvetení jednoletých časně jarních plevelů (Jčj) a dvouletých až vytrvalých plevelů (DvVytG)**

Na jednotlivé zástupce pozorovaných rostlin lze nahlížet i z hlediska příslušnosti do skupin podle vytrvalosti. V grafu č. 23 je znázorněn průměrný počet týdnů, po které zástupci dané skupiny kvetly. Dále je zde zaznamenán nejdéle a nejkratěji kvetoucí druh příslušné skupiny. Konkrétní údaje o počtu týdnů kvetení shrnuje příloha č. 1

Mezi zástupci z dvouletých až vytrvalých plevelů rozmnožujících se převážně generativně kvetl nejdéle druh *Bellis perennis* (40 týdnů). Naopak *Bromus japonicus* kvetl pouze 2 týdny. Mezi jednoletými časně jarními se nejdelším kvetením projevil druh *Sherardia arvensis* (34 týdnů), nejkratší periodu kvetení vykazoval druh *Gnaphalium uliginosum*. Jednoleté efemérní plevele jsou charakteristické svým krátkým časovým obdobím kvetení. Nejdéle kvetoucí druh však byl *Holosteum umbellatum* (13 týdnů), nejkratěji kvetoucí pak *Valerianella dentata* (7 týdnů). Nejdéle mezi jednoletými ozimými plevely kvetly shodně 3 druhy po dobu 40 týdnů a sice: *Senecio vulgaris*, *Stellaria media* a *Capsella bursa-pastoris*. Naopak nejkratší periodu kvetení zaznamenal druh *Vulpia myurus* (3 týdny). Uvnitř skupiny jednoletých pozdně jarních plevelů kvetl druh *Euphorbia helioscopia* (36 týdnů) a nejkratěji druh *Iva xanthiifolia* (2 týdny). Ve skupině vytrvalých plevelů vykazovaly nejdelší kvetení (21. týdnů) zároveň 3 druhy a to: *Linaria vulgaris*, *Potentilla reptans* a *Rorippa sylvestris*. Druhy *Holcus mollis* a *Ranunculus repens* kvetly pouze 3 týdny.

Zhodnocením průměrného počtu týdnů, po které jednotlivé skupiny kvetou, vyplývá, že nejkratší období vyplňují jednoleté efemérní plevele, a sice 10 týdnů. Nejdelší průměrná délka kvetení se projevuje u dvouletých až vytrvalých plevelů rozmnožujících se generativně, jejich období kvetení trvá průměrně 19 týdnů.



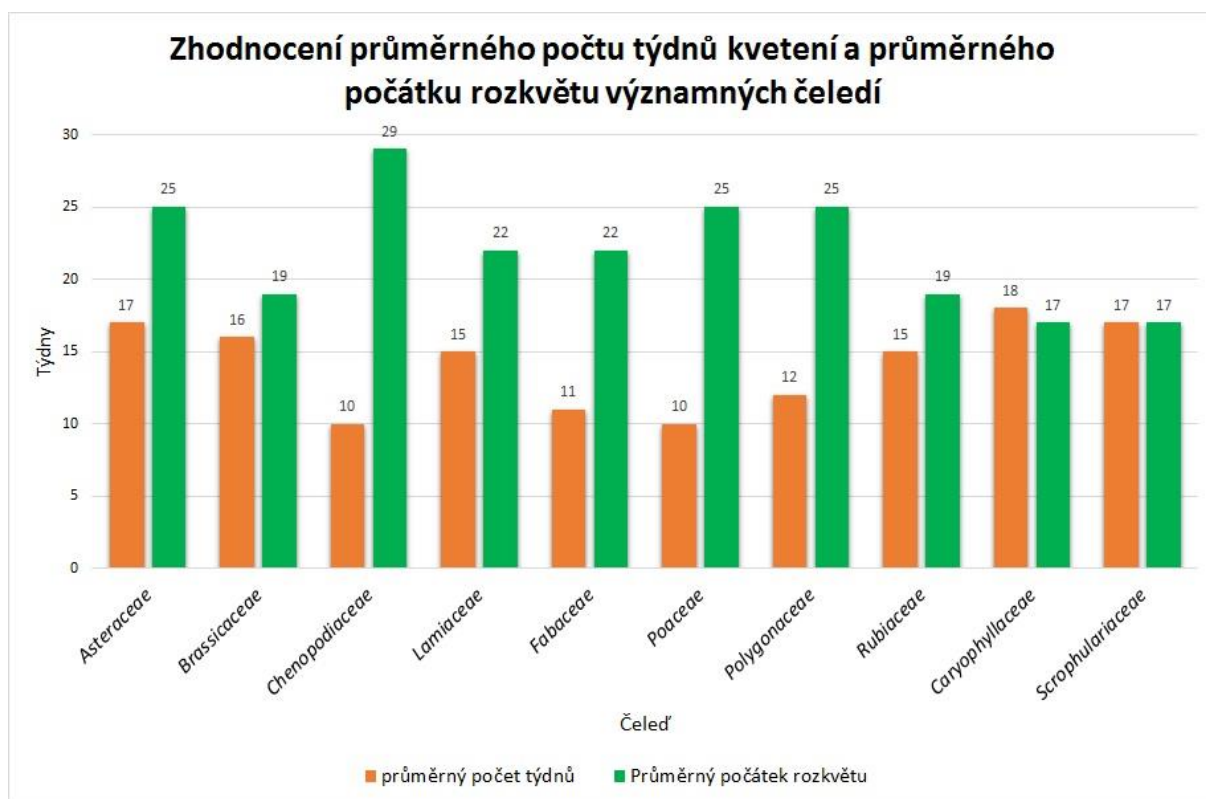
**Graf 21 Průměrná délka kvetení, nejdéle a nejkratěji kvetoucí plevelé**

**Vysvětlivky:** Dv/VytG - dvouleté, rozmnožující se převážně generativně, Jef - jednoleté efemérní, Jčj - jednoleté časně jarní, Jpj - jednoleté pozdně jarní, Joz - jednoleté ozimé, Vyt - vytrvalé

V grafu č. 24 jsou znázorněny významné čeledi polních plevelů v souvislosti s průměrným počtem týdnů kvetení a průměrným počátkem rozkvětu. Kompletní údaje poskytuje příloha č. 1

Nejčasnější průměrný rozkvět druhů náleží čeledím *Scrophulariaceae* a *Caryophyllaceae*, ve kterých jsou převážně zástupci jednoletých ozimých plevelů. Následuje čeleď *Brassicaceae* s průměrným rozkvětem v 19. kalendářním týdnu, kde se jedná také převážně o jednoleté ozimé druhy. Ve 22. kalendářním týdnu pak shodně rozkvétají čeledi *Lamiaceae* (jednoleté ozimé, časně jarní i vytrvalé druhy) a *Fabaceae* (jednoleté ozimé plevelé). Pozdní rozkvět vykazují čeledi s různými druhy zařazení do skupin podle vytrvalosti (*Polygonaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae*). Nejpozději z uvedených čeledí rozkvétá čeleď *Chenopodiaceae* (29. kalendářní týden), ve které jsou zástupci pouze jednoletých pozdních druhů.

Ze zde uvedených významných čeledí kvete nejdelší časový interval čeleď *Caryophyllaceae* (18 týdnů). Naopak nejkratší časový úsek kvetou zástupci z čeledi *Chenopodiaceae* a *Poaceae* (10 týdnů).



**Graf 22** Vyjádření průměrného počtu týdnů kvetení a průměrného počátku rozkvětu významných čeledí

Tabulka č. 6 zobrazuje významné čeledi plevelných rostlin a nejdéle kvetoucí druh s počtem týdnů kvetení. Převážná část zde vyobrazených druhů představuje významné zástupce polních plevelů, jejich populace jsou hojně rozšířené. Tím, že kvetou značnou část vegetačního období, tak představují dlouhodobou a stabilní potravní nabídku pro bezobratlé živočichy.

**Tab. 6** Nejdéle kvetoucí druhy vybraných významných čeledí

Název čeledi (latinsky)	název druhu (latinsky)	počet týdnů kvetení
<i>Asteraceae</i>	<i>Bellis perennis</i>	40
<i>Brassicaceae</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	40
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Stellaria media</i>	40
<i>Fabaceae</i>	<i>Medicago lupulina</i>	26
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Chenopodium album</i>	36
<i>Lamiaceae</i>	<i>Lamium purpureum</i>	31
<i>Poaceae</i>	<i>Poa annua</i>	38
<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum aviculare</i>	24
<i>Rubiaceae</i>	<i>Sherardia arvensis</i>	34
<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Veronica polita</i>	32

Průměrná délka kvetení všech 160 pozorovaných plevelných druhů je rovna 15 týdnům (zaokrouhлено na jednotky). V tabulce č. 7 je uveden počet druhů příslušné čeledi, průměrný počet týdnů kvetení, odchylka od průměrné délky kvetení každé pozorované čeledi. Dále je zde uvedeno, kolik druhů patří do dané čeledi a počet těch druhů, které kvetou nadprůměrně dlouhou dobu, tj. více než 15 týdnů. Poslední sloupec tento poměr vyjadřuje v procentech.

Nejvyšší kladnou odchylkou se projevila čeleď *Violaceae* (18 týdnů), zastoupena je však pouze jedním druhem. Dále pak čeleď *Geraniaceae* (10) a *Euphorbiaceae* (8). Rovnocenně s průměrným počtem týdnů kvetly druhy zastoupené v čeledích *Lamiaceae*, *Rubiaceae* a *Solanaceae*. Naopak nejvíce záporně od průměru se pohybovala čeleď *Valerianaceae*, kde jsou zastoupeny pouze dva druhy patřící do skupiny efemérních a časně jarních plevelů.

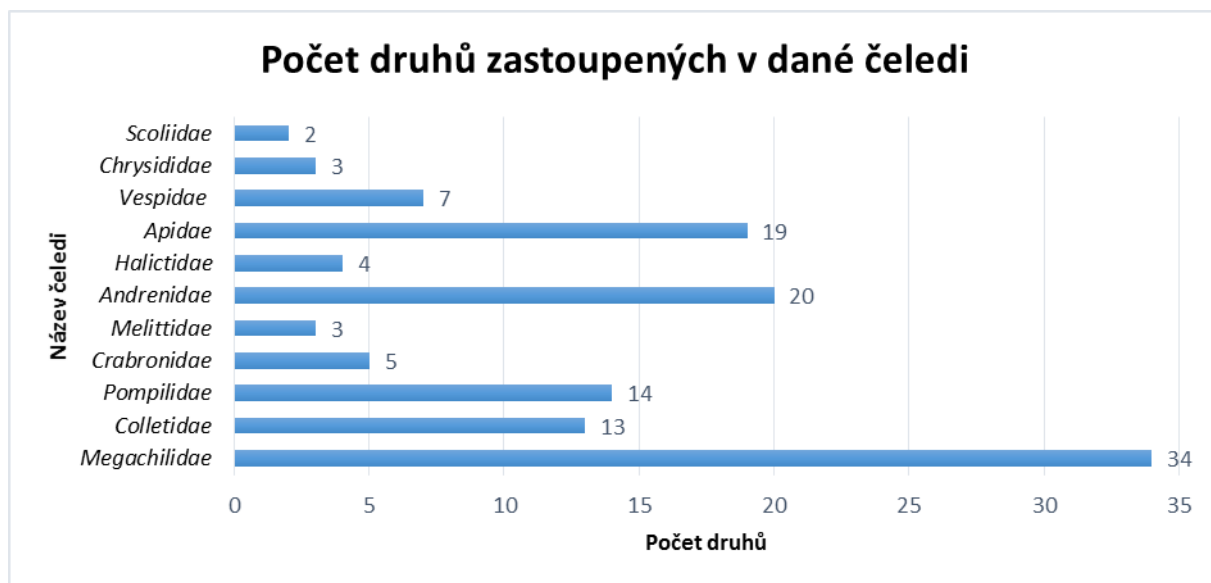
Čeledi, jejichž všichni zástupci kvetou déle (tj. tedy 100 %), než je průměrná doba kvetení, nejsou zastoupeny mnoha druhy. Jedná se o čeledi *Amaranthaceae*, *Convolvulaceae*, *Oxalidaceae*, *Plantaginaceae* a *Violaceae*.

Také zástupci těch čeledí, ve kterých kvetou všechny druhy kratší dobu (tj. 0 %), nežli je průměrný počet týdnů, nejsou druhově bohatě zastoupeny. Přísluší sem čeledi *Fumariaceae*, *Portulaceae*, *Primulaceae*, *Ranunculaceae* a *Thymelaeaceae*.

**Tab. 7 Znázornění odchylky od průměrného počtu týdnů kvetení dané čeledi, počet kvetoucích druhů nadprůměrně dlouho a vyjádření tohoto poměru v procentech**

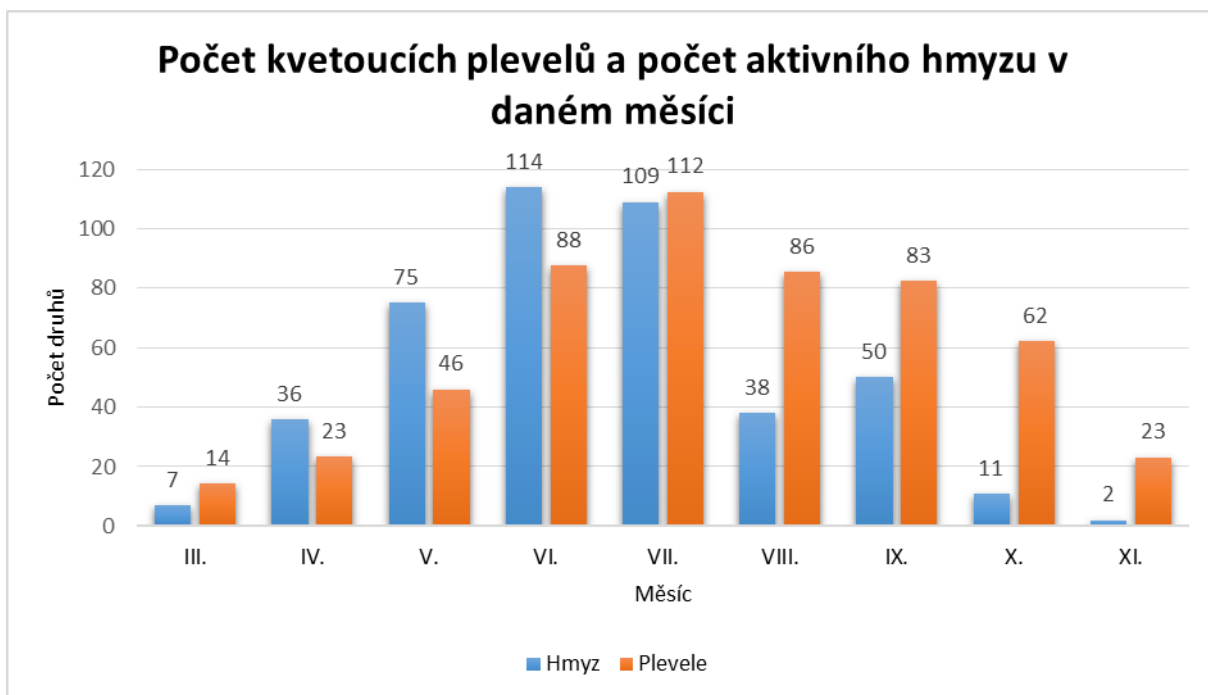
Čeď	průměrný počet týdnů	odchylka +/-	počet druhů v čeledi	druhy kvetoucí nadprůměrně dlouho	počet %
<i>Amaranthaceae</i>	17	2	2	2	100
<i>Apiaceae</i>	12	-3	5	3	60
<i>Asteraceae</i>	17	3	24	12	50
<i>Boraginaceae</i>	14	-1	4	2	50
<i>Brassicaceae</i>	16	1	18	6	33
<i>Caryophyllaceae</i>	18	3	7	4	57
<i>Convolvulaceae</i>	17	2	1	1	100
<i>Euphorbiaceae</i>	23	8	4	3	75
<i>Fabaceae</i>	11	-4	7	1	14
<i>Fumariaceae</i>	12	-3	2	0	0
<i>Geraniaceae</i>	25	10	4	3	75
<i>Chenopodiaceae</i>	10	-5	5	1	20
<i>Lamiaceae</i>	15	0	9	3	33
<i>Malvaceae</i>	20	5	2	1	50
<i>Oxalidaceae</i>	18	3	1	1	100
<i>Papaveraceae</i>	10	-5	4	1	25
<i>Plantaginaceae</i>	20	5	3	3	100
<i>Poaceae</i>	10	-5	18	3	17
<i>Polygonaceae</i>	12	-3	6	1	17
<i>Portulacaceae</i>	13	-2	1	0	0
<i>Primulaceae</i>	13	-2	2	0	0
<i>Ranunculaceae</i>	8	-7	6	0	0
<i>Rosaceae</i>	13	-2	3	1	33
<i>Rubiaceae</i>	15	0	4	1	25
<i>Scrophulariaceae</i>	17	2	10	5	50
<i>Solanaceae</i>	15	0	4	3	75
<i>Thymelaeaceae</i>	14	-1	1	0	0
<i>Valerianaceae</i>	7	-8	2	1	50
<i>Violaceae</i>	33	18	1	1	100

Plevele nabízí potravní nabídku celé řadě čeledí blanokřídlého hmyzu (*Hymenoptera*). Jednotlivé čeledi a počet druhů, které do příslušné čeledi náleží, znázorňuje graf č. 25. Celkem bylo vybráno 124 druhů hledajících potravu na plevelech. Významnými druhy, které navštěvují květy plevelů, náleží do čeledí *Megachilidae* (34 druhů), *Andrenidae* (20) a *Apidae* (19). Konkrétní druhy blanokřídlého hmyzu, které jsou navázány na různé čeledi plevelů, jsou uvedeny v příloze č. 2



**Graf 23 Počet druhů blanokřídlého hmyzu v dané čeledi**

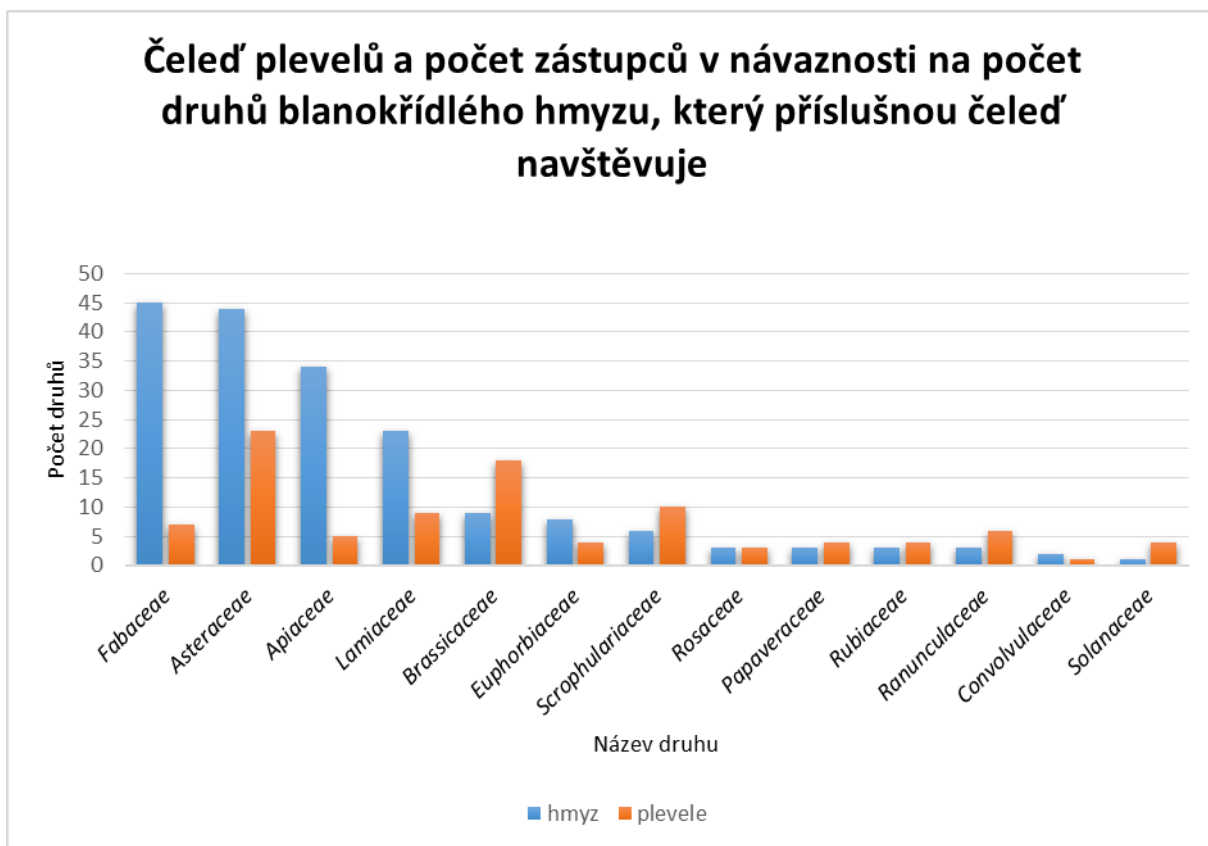
Graf č. 26 vyjadřuje počet druhů blanokřídlého hmyzu, který se živí pylem a nektarem některé z čeledí plevelných rostlin a počet kvetoucích plevelů v příslušném měsíci. Druhy jsou rozděleny podle měsíců, ve kterých jsou aktivní. Největší četnost aktivních druhů hmyzu je shledána v měsíci červen a červenec, což odpovídá 23. – 31. kalendářnímu týdnu roku 2015. V tomto období se také vyskytuje nejvyšší množství kvetoucích plevelů. Některé druhy hmyzu jsou však aktivní i v jarních měsících (březen, duben) a na podzim (říjen, listopad), i pro tyto zástupce je uzpůsobena nabídka kvetoucích plevelů.



**Graf 24 Počet kvetoucích plevelů a počet aktivních zástupců hmyzu v daném měsíci**

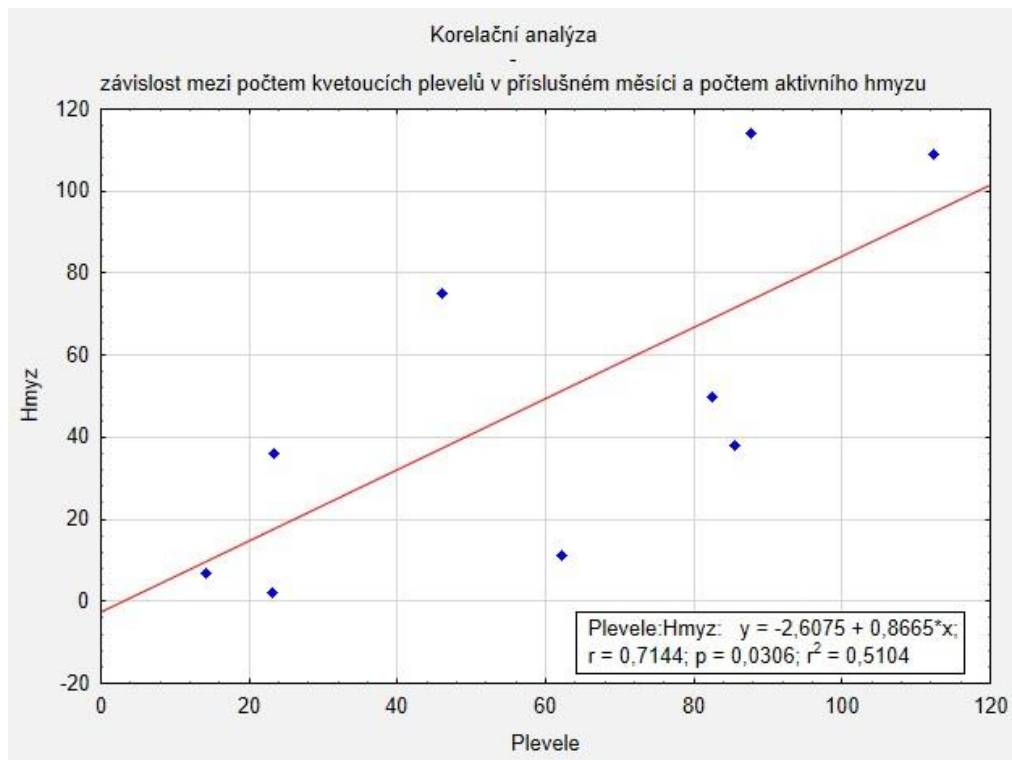
Blanokřídlý hmyz si pro svou potravu pylém a nektarem vybírá různé čeledi plevelných rostlin. Jednotlivý druh hmyzu je zaměřen výhradně na jednu nebo na více čeledí. Z grafu č. 27 je evidentní, že pro blanokřídlý hmyz jsou atraktivní především rostliny z čeledi *Fabaceae*, kterou vyhledává 45 druhů. Dalšími významnými skupinami rostlin jsou *Asteraceae* (44 druhů), či čeleď *Apiaceae* (34 druhů). Zobrazeny jsou jen ty čeledi plevelů, které hmyz vyhledává za účelem potravy a je na ně tímto způsobem navázán.





**Graf 25** Čeď plevelů a počet zástupců v návaznosti na počet druhů blanokřídleho hmyzu, který příslušnou čeď navštívuje

Korelační analýza, znázorněná v grafu č. 28, je zaměřena na počet kvetoucích plevelů v určitém měsíci a na počet aktivních druhů hmyzu, které květy plevelů navštívují. Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  vychází korelační koeficient 0,7144, což udává vysokou závislost mezi dvěma proměnnými. Počet hmyzu, který plevele vyhledává, je závislý na počtu kvetoucích plevelů.



**Graf 26** Závislost mezi počtem kvetoucích plevelů v daném měsíci a počtem aktivního hmyzu

## 6 Diskuse

V průběhu roku patří kvetení rostlin mezi nejvíce nápadné fenologické fáze jejich růstu. Projev této fenofáze může dozajista posloužit i jako významný determinační znak při určování konkrétního plevelného druhu.

Pozorování fenologické fáze kvetení bylo na Demonstračním a pokusném pozemku FAPPZ hodnoceno po dobu 40 týdnů a celkem bylo zaznamenáno 160 kvetoucích druhů, které se vyskytovaly na samotném pokusném pozemku, na přilehlých plochách či v demonstračních čtvercích.

Některé plochy hodnoceného areálu však byly pravidelně sečeny, v čemž lze spatřovat chybovost pozorování, neboť některé kvetoucí rostliny nemohly být zhodnoceny. V případě druhů, hodnocených pouze v demonstračních čtvercích, vzhledem k tomu, že se nevyskytují na svých přirozených stanovištích, je možné, že počátek kvetení mohl být tímto faktorem ovlivněn. Je však pravděpodobné, že se nejedná o značný posun. Jelikož byl monitoring prováděn v týdenních intervalech, rostlina mohla v průběhu týdne již odkvést a tím nemusela být hodnocena.

Podle Martinkové et al. (2008) jsou plevelé součástí tzv. asociované biodiverzity (diverzita týkající se doprovodných rostlin – plevelů). Počty druhů se pohybují řádově v desítkách a biodiverzitu na orné půdě značně zvyšují. Pozorované druhové spektrum na Demonstračním a pokusném pozemku čítalo 160 druhů, které řadíme mezi polní plevelé, a tudíž tyto rostliny výrazně přispívaly k úrovni druhové diverzity.

### 6.1 Vliv srážek a teploty na vývoj plevelných rostlin

Rožnovský et Bauer (2004) uvádí, že životní projevy organismů jsou vázány na určité hodnoty meteorogických prvků. Fenologická data jsou tedy určitým výrazem pro charakter klimatu v dané oblasti. Průběh počasí v roce 2015 byl svým vývojem do jisté míry výjimečný oproti dlouhodobému normálu let 1961 – 1990. Srážkově se tento rok jevil jako značně podprůměrný. Oproti dlouhodobému normálu (510 mm) byl úhrn srážek o 164 mm nižší. Měsíce květen – červenec byly významně srážkově podprůměrné. Následné vysoké teploty a velmi nízké srážky, které panovaly v měsíci červenci a částečně v srpnu, tak mohly zapříčinit pokles počtu druhů kvetoucích plevelů. Přísun srážek ve druhé polovině srpna podpořil opětovaný rozkvet některých druhů. Srážky, které byly nadprůměrné v měsíci říjnu a listopadu, mohly podpořit rozkvet dalších druhů, avšak ke konci vegetačního období kvetoucí rostliny přirozeně ubývaly. Podle Winklera et al. (2013) jsou srážky a především

jejich rozložení během roku, důležité pro přežití, růst, vývoj a rozmnožování rostlin. Množství srážek je jedním z faktorů určujících druhovou rozmanitost rostlin na stanovišti.

Odlišnosti, které je možné pozorovat v nástupu fenologické fáze kvetení, je však potřebné vztahovat k určitému roku a průběhu počasí. Dalším faktorem, který tyto údaje ovlivňuje, jsou konkrétní podmínky stanoviště, jeho nadmořská výška, půdní podmínky nebo poměr živin. Každý rostlinný druh je závislý na stavu komplexních životních podmínek stanoviště (Kohout et al., 1996).

## 6.2 Počátek kvetení a délka kvetení plevelných rostlin

V roce 2015 rozkvetly některé fotoperiodicky neutrální druhy již v prvním týdnu pozorování (9. kalendářní týden), konkrétně: *Bellis perennis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Euphorbia helioscopia*, *Lamium purpureum*, *Poa annua*, *Scandix pecten-veneris*, *Senecio vulgaris*, *Stellaria media*, *Thlaspi arvense*, *Veronica persica* a *Veronica polita*. V porovnání s pozorováními, která prováděli v roce 2010 ve stejném zájmovém území Holec et al. (2010), rozkvétají všechny tyto druhy v roce 2015 dříve. Deyl (1964) uvádí, že tyto druhy začínají rozkvétat v měsíci březnu, vyjma *Euphorbia helioscopia* (květen). U druhů *Thlaspi arvense*, *Stellaria media*, *Poa annua* a *Capsella bursa-pastoris* nezmiňuje přesný údaj o počátku rozkvětu a popisuje, že kvetou po celé vegetační období. Kubát et al. (2002) přisoudili počátek rozkvětu některých druhů na pozdější dobu. V dubnu rozkvétají *Senecio vulgaris*, *Scandix pecten-veneris*, *Poa annua*, *Capsella bursa-pastoris* a v květnu pak *Euphorbia helioscopia*.

Mezi nejpozději rozkvétající plevely se řadí *Atriplex patula* (34. kalendářní týden), *Salsola kali* (34.), *Gnaphalium uliginosum* (35.) a nejpozději kvetoucím plevelem byl *Iva xanthiifolia* (36.). Jedná se především o plevely ze skupiny pozdně jarních plevelů, kromě *Gnaphalium uliginosum* (jednoletý časně jarní plevel). Oproti tomu Kubát et al. (2002) uvádí, že tyto druhy rozkvétají již v červenci a *Iva xanthiifolia* v srpnu.

Některé kvetoucí plevely byly v zájmovém území pozorovány po celé období monitoringu. Jedná se o druhy *Stellaria media*, *Senecio vulgaris* a *Capsella bursa-pastoris* a *Bellis perennis*, které kvetly po dobu 40 týdnů. Mikulka (2005) popisuje, že druh *Senecio vulgaris* kvete od března do listopadu, stejně tak dlouhou dobu kvete i *Stellaria media*. Rozdílně nakvétá *Capsella-bursa pastoris*, přezimující rostliny kvetou od března do května, jarní rostliny pak v červnu a červenci. Pikula et al. (1997) uvádí, že *Stellaria media* kvete téměř celoročně, *Senecio vulgaris* od jara do podzimu a *Capsella bursa-pastoris* kvete

bezmála po celý rok. Hron et Kohout (1988) konstatují, že *Bellis perennis* kvete hojně od března do září, ale je schopna kvést i během podzimu.

Jursík et al. (2011) konstatuje, že kvetení plevelných rostlin je rozvleklé a kvetoucí rostliny se tak vyskytují během celého vegetačního období. V prováděném pozorování se již od prvního týdne monitoringu vyskytují kvetoucí rostliny, druhová početnost pozvolně narůstá až do maximálního počtu 118 druhů ve 27. kalendářním týdnu, poté postupně druhy ubývají.

Rozkvétání nových druhů plevelů je situováno od počátku vegetačního období až do konce srpna, poté již nové druhy nepřibývají. První týden pozorování je charakteristický vysokým počtem kvetoucích druhů, neboť jsou pozorovány první kvetoucí ozimé plevele. Poté druhy pozvolně přibývají až do maximálního počtu ve 25. kalendářním týdnu, avšak ve 22. – 23. kalendářním týdnu je zřejmý značný propad druhů z důvodu vysokých teplot a omezeného přísunu srážek. Od 26. kalendářního týdne plevelné druhy postupně ubývají. S těmito poznatky se shodují i výsledky uváděné Holcem et al. (2010), kde je možné vypořádat obdobný trend v nástupu nových kvetoucích druhů plevelných rostlin.

### 6.3 Kvetení efemérních plevelů

Efemérní plevele jsou charakteristické svým krátkým vegetačním obdobím, vzcházejí na podzim a kvetou brzy zjara (Hron et Kohout, 1988). To je v souladu s pozorovanými údaji v zájmovém území. Všechny pozorované plevele této skupiny totiž kvetou kratší dobu, nežli je průměrná doba kvetení všech plevelných rostlin.

Kubát et al. (2002) uvádí, že druh *Arabidopsis thaliana* kvete od dubna do května a poté je tato rostlina schopna rozkvést znovu v srpnu a kvete až do října. Získaná data se od výše uvedeného autora liší, protože pozorované rostliny kvetly od přelomu března a dubna až do června a na tomto území se nevyskytuje ani druhá generace, která by kvetla na podzim.

Pozorování zástupci druhu *Erophila verna* rozkvétají již v březnu a kvetou do přelomu dubna a května. Tyto údaje se shodují s tím, co publikuje Deyl (1964), který uvádí kvetení tohoto druhu od března do dubna. Hron et Kohout (1988) uvádí, že se tento druh vyskytuje ve fázi kvetení od března do dubna.

Podle Hrona et Kohouta (1988) a Deyla (1964) nakvétá *Thlaspi perfoliatum* již v březnu a kvete až do června. Pozorované rostliny kvetly ve stejném časovém období, které je uvedeno výše. Naopak Kubát et al. (2002) uvádí kratší časové období, které je omezeno na kvetení v březnu až květnu.

*Holosteum umbellatum* kvete v období od března do května, což se shoduje s uváděnými informacemi dle Kubáta et al. (2002) a Deyla (1964). Stejně tak kvete v tomto období *Veronica hederifolia*. Kubát et al. (2002) a Deyl (1946) tomto druhu přisuzují totožnou dobu kvetení. Hron et Kohout (1988) uvádí, že tento plevel kvete již od sejítí sněhové pokrývky.

#### 6.4 Kvetení časně jarních plevelů

Specifikem mírných zim je přežívání některých druhů ze skupiny časně jarních plevelů, které se pak mohou uplatnit o mnoho dříve v jarních kulturách. Příkladem je přezimující hořčice polní (*Sinapis arvensis*), ředkev ohnice (*Raphanus raphanistrum*) a oves hluchý (*Avena fatua*) (Holec et al., 2016). Uvedené druhy kvetly v zájmovém území v následujících časových úsecích: druh *Sinapis arvensis* kvetl od května do konce listopadu, druh *Raphanus raphanistrum* byl nalézán od května do poloviny listopadu a zástupci druhu *Avena fatua* byli pozorováni od druhé poloviny června do července a poté tento druh rozkvetl jeden týden v srpnu. Výše uváděné údaje se shodují s tím, co publikovali Kubát et al. (2002) a Pikula et al. (1997). Naopak Deyl (1964) přisuzuje těmto druhům kratší časový interval kvetení (vyjma *Avena fatua*).

Přesný počátek rozkvětu těchto druhů zkoumali Holec et al. (2010). Uvádí následující termíny rozkvětu: *Sinapis arvensis* rozkvétá ve 20. kalendářním týdnu, *Raphanus raphanistrum* taktéž ve 20. kalendářním týdnu a *Avena fatua* rozkvétá ve 25. kalendářním týdnu.

Pozorované druhy se co do počátku kvetení výrazně neliší a rozkvétají přibližně ve stejném kalendářním týdnu. Je tedy možné předpokládat, že výše uvedené druhy v předešlé zimě vymrzly a během pozorovaného roku 2015 se vyskytují v obvyklých termínech.

#### 6.5 Kvetení pozdně jarních plevelů

Stejně tak u pozdně jarních plevelů se nepředpokládá schopnost těchto druhů přezimovat. Některé druhy však po mírných zimách nevymrznou, a tak se brzy na jaře můžeme setkat s pryšcem kolovratcem (*Euphorbia helioscopia*), bažankou roční (*Mercurialis annua*) nebo s jednoletými mléči (*Sonchus asper* a *Sonchus oleraceus*) (Holec et al., 2016). Výše zmíněné druhy se vyskytují v zájmovém území značnou část vegetačního období. Zástupci druhu *Euphorbia helioscopia* kvetou od března do listopadu, *Mercurialis annua* kvete od konce května do listopadu, druhy *Sonchus asper* a *Sonchus oleraceus* se ve fázi kvetení vyskytují od června také až do listopadu. Tyto informace se převážně shodují s tím, co uvádí

autoři Deyl (1964) a Kubát et al. (2002). Nicméně tito autoři u druhu *Euphorbia helioscopia* uvádí značně posunutý začátek kvetení až na měsíc květen.

Pozorované plevelné rostliny rozkvétaly v následujících termínech: *Euphorbia helioscopia* (9. kalendářní týden), *Mercurialis annua* (22.), *Sonchus asper* (23.) a *Sonchus oleraceus* (22.). Při porovnání s výsledky, které uvádí Holec et al. (2010), se tak počátek kvetení těchto druhů příliš neliší.

Z výše uvedených informací je patrné, že některé druhy pozdně jarních plevelů jsou schopny přečkat zimu a v následujícím vegetačním období se začínají uplatňovat brzy zjara. Jedná se především o druh *Euphorbia helioscopia*, který vykvetl o dva měsíce dříve (v březnu), nežli je podle jeho biologických vlastností běžné.

## 6.6 Kvetení ozimých plevelů

Plevele jednoleté ozimé mají schopnost přezimovat a již brzy na jaře vzcházejí a pokračují ve svém vývoji. Jsou však schopné klíčit i v létě a na podzim (Hron et Kohout, 1988). Mezi významné druhy, které jsou schopné klíčit a tedy kvést velmi brzo na jaře, je možné zařadit například druhy: *Senecio vulgaris*, *Thlaspi arvense* nebo *Capsella bursa-pastoris* (všechny rozkvétají v 9. kalendářním týdnu).

Počátek kvetení jednoletých ozimých druhů se ve většině případů, až na malé odchylky, shoduje s tím, co napozorovali Holec et al. (2010). Avšak u druhů *Agrostemma githago* uvádějí rozkvět v 29. kalendářním týdnu, *Diploaxis muralis* (20.), *Lepidum ruderales* (27.) a *Scleranthus annuus* (22.). Výše uvedené poznatky jsou v rozporu s výsledky z roku 2015, kdy tyto druhy započaly kvetení v těchto termínech: *Agrostemma githago* (24. kalendářní týden), *Diploaxis muralis* (25.), *Lepidum ruderales* (21.), *Scleranthus annuus* (11.). Je však nutné zmínit, že tyto druhy byly pozorovány v demonstračních čtvercích, a tak mohl být posunut jejich vývojový cyklus například časným nebo pozdním výsevem. Plevelné druhy, které byly nalezeny na volných plochách sledovaného území, se výrazně liší od Holce et al. (2010) pouze ve dvou případech, a to když uvádí počátek kvetení druhu *Thlaspi arvense* ve 14. kalendářním týdnu a *Lamium amplexicaule* v 11. týdnu. Kdežto v roce 2015 rozkvetli jedinci *Thlaspi arvense* již v 9. kalendářním týdnu a druh *Lamium amplexicaule* až o 6 týdnů později oproti roku 2010.

## 6.7 Kvetení dvouletých až víceletých plevelů, rozmnožujících se převážně generativně a plevelů vytrvalých

Zástupci ze skupiny dvouletých až vytrvalých plevelů, které se rozmnožují převážně generativně, vytváří v prvním roce přizemní růžici a až v dalších letech kvetou a tvoří plody (Mikulka, 2005). Druhy, příslušící do této skupiny, byly většinou nalézány v okolí sadů, vinice, v trvalých travních kulturách (s nimiž mají synchronizovaný vývojový cyklus) a na místech, kde je půda neobdělávaná, což potvrzuje i Kohout (1997).

Pozorované plevelné druhy, zastoupené v této skupině, se výrazně neliší od publikovaných výsledků Holce et al. (2010). Výraznější odlišnost je možné pozorovat pouze u druhu *Daucus carota*, který v roce 2015 rozkvetl až ve 29. kalendářním týdnu. Holec et al. (2010) uvádí počátek kvetení tohoto druhu takřka o měsíc dříve. Deyl (1964) a Hron et Kohout (1988) přisuzují rozkvět druhu *Daucus carota* již v měsíci květnu, kdežto Kubát et al. (2002) se shodují s výsledky uváděnými Holcem et al. (2010).

Zástupci ze skupiny vytrvalých plevelů, která již nebyla dále rozčleněna podle způsobu zakořenění, byli nalézáni převážně v trvalých travních kulturách, v okolí vinice nebo sadu. Kohout (1997) konstatuje, že generativní rozmnožování převládá na kyprých úrodných půdách, kdežto na chudších a utužených stanovištích se rozmnožují vegetativně.

S výsledky, které uvádí Holec et al. (2010) se počátek rozkvětu plevelných rostlin v zájmovém území výrazně neliší.

## 6.8 Plevelé a opylovači

Kevan (1999) dokladuje, že významným potravním zdrojem pro čmeláky a další opylovače jsou čeledi *Asteraceae* a *Lamiaceae*. Gibson et al. (2006) uvádí, že důležitými opylovači *Galeopsis angustifolia* (*Lamiaceae*) jsou čmeláci rodu *Bombus* spp. Pro tyto druhy jsou dále důležitou složkou potravy rostliny z rodu *Veronica* spp. (*Scrophulariaceae*). Výše uvedené čeledi se v zájmovém území vyskytují ve velkých populačních hustotách a v rozmanitém druhovém zastoupení. Čeleď *Asteraceae* je zastoupena 24 druhy a do čeledi *Lamiaceae* přísluší 9 druhů.

Macek et al. (2010) neuvádí u druhu *Apis mellifera* žádné konkrétní čeledi rostlin, které navštěvuje. *Apis mellifera* je však polyfágní druh, proto se dá předpokládat, že velká většina kvetoucích plevelných druhů jí poskytuje potravu, a tím výrazně přispívá k opylení těchto rostlin.



Šrámková et al. (2014) uvádí výskyt některých plevelných druhů v kvetoucích pásech, kde však nejsou žádoucí. Tvrdí, že rostliny heřmánkovce nevonného (*Tripleurospermum inodorum*) a pcháče rolního (*Cirsium arvense*), které zde hojně kvetly od července, jsou vyhledávány hmyzem. Pozorovaní zástupci těchto druhů se v zájmovém území během měsíce července taktéž vyskytovali a kvetli až do pozdního podzimu, čímž mohli poskytovat hmyzu potravní nabídku.

Opylování rostlin hmyzem, tzv. entomogamie neboli hmyzosnubnost, patří zřejmě k nerozšířenějším způsobům opylování vůbec (Labandeira, 2002). Mezi čeledi, které jsou výhradně hmyzosnubné, patří: *Polygonaceae* (Hejný et Slavík, 1990), *Geraniaceae*, *Apiaceae* (Slavík, 1997), *Boraginaceae*, *Scrophulariaceae* (Slavík, 2000).

Čeď *Polygonaceae* čítá celkem 6 zástupců, průměrná délka kvetení je rovna 12 týdnům, patří sem většinou hojně rozšířené druhy plevelů. Avšak Macek et al. (2010) neuvádí žádný blanokřídlý hmyz, který by výhradně navštěvoval tuto skupinu rostlin.

Do čeledi *Geraniaceae* přísluší 4 zástupci, kteří jsou v zájmovém území bohatě zastoupeni a kvetou po dlouhý časový úsek – v průměru 25 týdnů. Macek et al. (2010) však neuvádí hmyz, který by se na této čeledi výlučně živil.

Čeď *Apiaceae* kvete v průměru 12 týdnů a patří do ní 5 druhů, ale tito zástupci nejsou ve sledovaném území tak bohatě zastoupeni, aby poskytovali hmyzu dostatečnou potravní nabídku. Jedná se především o zástupce pěstované v pokusných čtvercích. Macek et al. (2010) uvádí až 34 druhů hmyzu, které se živí výhradně na této čeledi.

Průměrná doba kvetení čeledi *Boraginaceae*, která je zastoupená 4 druhy, je rovna 14 týdnům. Stejně jako u předchozí čeledi jsou tyto druhy zastoupeny většinou v demonstračních čtvercích a tak neposkytují pro hmyz významnou potravní nabídku.

Zástupci čeledi *Scrophulariaceae* jsou pro opylovače velmi významnou z hlediska poskytnutí potravního zdroje. Tato čeď čítá 10 druhů plevelů, které v průměru kvetou 17 týdnů a jsou v zájmovém území zastoupeny ve vysokých populačních hustotách. Macek et al. (2010) uvádí 6 druhů hmyzu, které se na této živí pouze na této čeledi.

Některé druhy blanokřídlého hmyzu jsou úzce specializované na čeď *Euphorbiaceae* a *Apiaceae*, neboť je lákají ploché květy těchto rostlin (Macek et al., 2010). Druh *Euphorbia helioscopia* je v zájmovém území velmi hojně rozšířen a kvete takřka po celé vegetační období (36 týdnů), čímž poskytuje těmto druhům blanokřídlého hmyzu velmi bohatou potravní nabídku. Zbývající dva druhy této čeledi, *Euphorbia falcata* a *Euphorbia exigua*, se vyskytují v demonstračních čtvercích, proto nemohou poskytovat hmyzu takové množství potravy, stejně tak jako převážná část druhů z čeledi *Apiaceae*.

Kubát (2006) publikuje, že přenos pylu větrem, tzv. anemogamie neboli větrosnubnost, je charakteristická pro čeleď *Poaceae*. Do této čeledi náleží některé hojně rozšířené druhy (*Poa annua*, *Bromus sterilis*, *Elytrigia repens*, *Echinochloa crus-galli*, aj.), ale také druhy, které se vyskytují pouze v demonstračních čtvercích (*Bromus japonicus*, *Vulpa myuros*, aj.). Tyto rostliny nepotřebují ke svému opylení přítomnost hmyzu, a tudíž na tuto čeleď nebude zřejmě potravně navázán ani hmyz z řádu *Hymenoptera*.

## 7 Závěr

Hospodářský význam plevelů se většinou vztahuje k jejich škodlivosti, plevelé však v agrofytocenózách poskytují i mnoho dalších a užitečných funkcí, které nejsou mnohdy doceněny.

Pozorované plevelné spektrum čítalo celkem 160 druhů, které se vyskytovaly přirozeně nebo byly pozorovány v demonstračních čtvercích. Jednoleté ozimé plevelé byly zastoupeny nejpočetněji, nejužší druhové spektrum patřilo jednoletým efemérním plevelům.

Výsledky pozorování jasně prokazují, že plevelé kvetou během roku značně rozvlekle a vyskytují se v zájmovém území v průběhu celého vegetačního období, čímž je možné přijmout hypotézu č. 1. Plevelé jsou tak poskytují pro hmyz i další bezobratlé živočichy kontinuálně dostupnou potravu.

Fotoperiodicky neutrální druhy rozkvétaly v zájmovém území nejdříve. V roce 2015 kvetlo již v 9. kalendářním týdnu 11 druhů. Poté je následovaly zástupci druhů ze skupiny jednoletých efemérních plevelů, které mají značně omezenou dobu kvetení. Společně tyto druhy poskytují poměrně časný zdroj potravní nabídky pro ty druhy hmyzu, které jsou navázány na kvetoucí rostliny. Postupně počet kvetoucích druhů stoupal až do 27. kalendářního týdne, poté se tato hodnota snižovala. Mezi pozdně rozkvétající druhy řadíme zástupce ze skupiny jednoletých pozdně jarních plevelů, ale i některé zástupce z vytrvalých plevelů.

Nejvíce kvetoucích plevelných druhů se vyskytuje v měsících červenci – srpnu, stejně je v tomto období i nejvyšší druhová bohatost aktivního hmyzu. Nicméně i na plevelé kvetoucí na jaře a na podzim jsou navázány užitečné druhy hmyzu, které je potravně vyhledávají, což prokazuje provedená korelační analýza.

Pozorované plevelné druhy se lišily jak v nástupu růstové fáze kvetení, tak i v délce trvání kvetení, což umožňuje přijmout hypotézu č. 2. Mezi nejdéle kvetoucí druhy, které kvetly po dobu 40 týdnů, patřily *Capsella bursa-pastoris*, *Senecio vulgaris*, *Bellis perennis* a *Stellaria media*. Podle systematického zařazení plevelů do čeledí se délka kvetení liší, nejdéle kvetou zástupci čeledi *Geraniaceae* (25 týdnů), tato čeleď je však zastoupena pouze 4 druhy. Rozdělením plevelných rostlin do skupin podle vytrvalosti je ve většině případů statisticky průkazný rozdíl v nástupu fáze kvetení.

## 8 Seznam literárních zdrojů

- Alizadeh, A., Moshiri, M., Alizadeh, J., Balali-Mood, M. 2014. Black henbane and its toxicity- a descriptive review. *Avicenna Journal of Phytomedicine*. 4 (5). 297-311.
- Bakels, C. C. 1978. The relations between the inhabitants of the settlements and their environment. Leiden University Press. *Analecta Praehistorica Leidensia* XI. 11. 56-127.
- Barrios-Garcia, M. N., Ballari, S. A. 2012. Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. *Biological Invasions*. 14 (11). 2283-2300.
- Birschwilks, M., Haupt, S., Hofius, D., Neumann, S. 2006. Transfer of phloem-mobile substances from the host plants to the holoparasite *Cuscuta* sp. *Journal of Experimental Botany*. 57 (4). 911-921.
- Brant, V., Holec, J., Venclová, V. 2005. Výskyt bolehlavu plamatého (*Conium maculatum*) v agrofytocenózách. *Rostlinolékař*. 16 (1). 24-25.
- Brun, C., Dessaint, F., Richard, H., Bretagnolle, F. 2007. Arable-weed flora and its pollen representation: A case study from the eastern part of France. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 146 (1). 29-50.
- Buchanan, G. A., Burns, E. R. 1970. Influence of Weed Competition on Cotton. *Weed Science*. 18 (1). 149-154.
- Cardina, J., Norquay, H. M., Stinner, B. R., McCartney, D. A. 1996. Postdispersal predation of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) seeds. *Weed Science*. 44. 534-539.
- Carreck, N. L., Williams, I. H. 2002. Food for insect pollinators on farmland: insect visits to flowers of annual seed mixtures. *Journal of Insect Conservation*. 6 (1). 13-23.
- Carvell, C., Meek, W. R., Pywell, R. F., Goulson, D., Nowakowski, M. 2007. Comparing the efficacy of agri-environment schemes to enhance bumble bee abundance and diversity on arable field margins. *Journal of Applied Ecology*. 44 (1). 29-40.

Coufal, L., Houška, V., Reitschläger, J. V., Vráblík, T., 2004. Fenologický atlas. 1. vydání. Český hydrometeorologický ústav. Praha. 264 s. ISBN: 80-86690-21-0.

Crawley M. J. 1992. Seed predators and plant population dynamics. In: Fenner M. (ed.) Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities. CAB International. Wallingford. 157-191.

Česko. Vyhláška č. 215 ze dne 29. května 2009 o opatřeních proti zavlékání a rozšiřování škodlivých organismů rostlin a rostlinných produktů. In: Sbírka zákonů České republiky. 2009. částka 48. s. 1990-2004. Dostupné také z <[www.mvcr.cz/soubor/sb047-09-pdf.aspx](http://www.mvcr.cz/soubor/sb047-09-pdf.aspx)>

Česko. Vyhláška č. 327 ze dne 21. září 2012 o ochraně včel, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin. In: Sbírka zákonů České republiky. 2012. částka 119. s. 4114-4118.

Čulíková, V. 2013. Zuhelnatělé zbytky zásob rostlinného původu ze středověkých Daliměřic u Turnova. Archeologické rozhledy. 65 (2). 373-381.

Danihelka, J. 2013. Botanické součty, rozdíly a podíly. Živa. 60. 69-71.

Demarée, G. R., Rutishauser, T. 2009. Origins of the word “phenology,” Eos Trans. AGU. 90. (34). 291.

Demarée, G. R., Rutishauser, T. 2011. From “Periodical Observations” to “Anthochronology” and “Phenology” – the scientific debate between Adolphe Quetelet and Charles Morren on the origin of the word “Phenology”. International Journal of Biometeorology. 55 (6). 753-761.

Depickere, S., Fresneau, D., Deneubourg, J. L. 2004. The influence of red light on the aggregation of two castes of the ant, *Lasius niger*. Journal of insect physiology. 50 (7). 629-635.

Deyl, M. 1964. Plevelle polí a zahrad. Nakladatelství Československé akademie věd. Praha. 384 s.

Do Nascimento, R. R., Morgan, E. D. 1996. Chemicals involved in the communication system of social insects: their source and methods of isolation and identification, with special emphasis on ants. *Quimica Nova*. 19. 156-165.

Fajmon, K., Simonová, D. 2008. Merlíky - opomíjené průvodce našich cest. Praha. *Živa*. 5. 205-207.

Fernandez-Quintanilla, C., Fereres, A., Godfrey, L., Norris, R. F. 2002. Development and reproduction of *Myzus persicae* and *Aphis fabae* (Hom., *Aphididae*) on selected weed species surrounding sugar beet fields. *Journal of Applied Entomology*. 126 (4). 198-202.

Gibson, R. H., Nelson, I. L., Hopkins, G. W., Hamlett, B. J., Memmott, J. 2006. Pollinator webs, plant communities and the conservation of rare plants: arable weeds as a case study. *Journal of Applied Ecology*. 43 (2). 246-257.

Gliessman, S. R. 2007. *Agroecology: the ecology of sustainable food systems* 2<sup>nd</sup> Edition CRC Press. Boca Raton. p. 408. ISBN: 0-8493-2845-4.

Grulich V. 2012. Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3<sup>rd</sup> edition. *Preslia*. 84. 631–645.

Grulich, V. 2011. Extinct and Threatened Taxa of Vascular Plants in the Czech Republic. *Životné prostredie*. 45 (5). 244–248.

Haig, T., Pratley, J., An, M., Haig, T., Hildebrand, S. 2005. Using allelopathy to search for new natural herbicides from plants. In: *Proceedings of the 4<sup>th</sup> World Congress on Allelopathy*. Charles Sturt University. Wagga. Australia. 565-568.

Hakl, J., Hrevušová, Z., Nerad, D. 2013. Vývoj druhového složení směsi pro opylovače v průběhu dvou let od založení. *Vědecká příloha časopisu Úroda*. 61 (12). 284-287.

- Hanley, M. E., Goulson, D. 2003. Introduced weeds pollinated by introduced bees: Cause or effect?. *Weed Biology and Management*. 3 (4). 204-212.
- Hejný, S., Slavík, B. (eds.). 1990. *Květena České republiky*. 2. Academia. Praha. 540 s. ISBN: 80-200-1089-0.
- Hensel, W. 2009. *Léčivé rostliny- nový průvodce přírodou*. Knížní klub. Praha. 1. vydání. 255 s. ISBN: 978-80-442-242-2043-7.
- Hoft, A., Gerowitt, B. 2006. Rewarding weeds in arable farming-traits, goals and concepts. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 20. 517-526. ISSN: 1861-4051.
- Holec, J., Jursík, M., Soukup, J. 2016. Přezimování běžně vymrzajících plevelů. *Farmář*. Profi Press. Praha. 2. 20-23.
- Holec, J., Soukup, J. 2007. Ekologický význam plevelů. *Farmář*. Profi Press. Praha. 3 (12). 20-23.
- Honěk, A., Martinková, Z., Jarošík, V. 2013. Ground beetles (*Carabidae*) as seed predators. *EJE*. 100 (4). 531-544.
- Hrdý, I. 2006. Feromony v integrované ochraně rostlin I. *Repetitorium*. Praha. Živa. 1. 25.
- Hron, F., Kohout, V. 1988. *Polní plevelé - Část speciální*. VŠZ. Praha. 145 s.
- Hron, F., Vodák, A. 1959. *Polní plevelé a boj proti nim*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 379 s.
- Chauhan, B. S., Migo, T., Westerman, P. R., Johnson, D. E. 2010. Post-dispersal predation of weed seeds in rice fields. *Weed Research*. 50 (6). 553-560.
- Chytilová, V., Dušek, K. 2007. Metodika testování odolnosti brukvovitých plodin k nádorovitosti. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha. 19 s. ISBN: 978-80-97011-23-2.

Idris, A. B., Grafius, E. 1995. Wildflowers as nectar sources for *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of diamondback moth (*Lepidoptera: Yponomeutidae*). Environmental Entomology. 24 (6). 1726-1735.

Jančařík, V., Procházková, Z. 2000. Aktuální poznatky v ochraně sadebního materiálu před nově se objevujícími houbovými patogeny. In: Kontrola kvality reprodukčního materiálu lesních dřevin. Sborník referátů celostátního semináře. Opočno. 7. - 8. 3. 2000. VÚLHM. 101 - 106.

Jarkovský, J., Littnerová, S., Dušek, L. 2012. Statistické hodnocení biodiverzity. Brno. Akademické nakladatelství CERM. 77 s. ISBN: 978-80-7204-790-1.

Jehlík, V. 1998. Cizí expanzivní plevele České a Slovenské republiky. Praha. Academia. 506 s. ISBN: 80-200-0656-7.

Jursík, M., Holec, J. 2008. Biologie a regulace dalších významných plevelu ČR: Turanka kanadská - *Conyza canadensis* (L.) CRONQUIST. Listy Cukrovarnické a Řepářské. 124 (11). 313.

Jursík, M., Holec, J., Hamouz, P., Soukup, J. 2011. Plevelé- Biologie a regulace. Kurent, s.r.o. 232 s. ISBN: 978-80-87111-27-7.

Kevan, P. G. 1999. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. Agriculture, Ecosystems & Environment. 74 (1). 373-393.

Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences. 274 (1608). 303-313.

Klem, K., Váňová M. 2000. Asymmetric competition between wheat and weeds - a step to improve crop-weed interaction models. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 17. 113-119.



- Knezevic, S. Z., Evans, S. P., Blankenship, E. E., Van Acker, R. C., Lindquist, J. L. 2002. Critical period for weed control: the concept and data analysis. *Weed Science*. 50 (6). 773-786.
- Kodřík, D. 2000. Fyziologie hmyzu- učební texty. Entomologický Ústav AV ČR a Biologická fakulta Jihočeská Univerzita.
- Kohout, V. 1997. Plevelle polí a zahrad. Agrospoj. Praha. 235 s.
- Kohout, V., Hron, F., Chodová, D., Martinková, Z., Mikulka, J., Soukup, J., Stach, J. 1996. Herbologie (plevele a jejich regulace). ČZU. Praha. 1. vydání. 116 s. ISBN: 80-213-0308-5.
- Koch, E., Chmielewski, F. M., Bruns, E., Defila, C., Lipa, W., Menzel, A. 2007. Guidelines for plant phenological observations. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. Austria. Deutscher Wetterdienst. Germany. HU Berlin. Germany. p. 39.
- Koprdoová S., Martinková S. 2006. Pre-dispersal predation and seed damage of *Centuraea scabiosa* L. (*Asteraceae*). *Journal of Plant Diseases and Protection*. Special Issue XX. 305-308. ISSN: 1861-4051.
- Kovář, P. 2014. Ekosystémová a krajinná ekologie. Karolinum. Praha. 3. vydání. 168. ISBN 978-80-246-2788-5.
- Kožnarová V., Klabzuba J. 2011. Historie a současnost, čas a kalendáře. Aplikovaná meteorologie a klimatologie I. díl. 1. vydání. Praha. ČZU. 40 s. ISBN: 978-80-213-1280-7.
- Krška, K. 2006. Fenologie jako nauka, metoda a prostředek. In: Rožnovský, J., Litschmann, T., Vyskot, I. (ed.). Fenologická odezva proměnlivosti podnebí. Brno. 37. ISBN: 80-86690-35-0.
- Kubát, K. 2006. Fylogeneze a systém vyšších rostlin. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně. Ústí nad Labem.

Kubát, K., Hrouda, L., Chrtek, J. jun., Kaplan, Z., Kirschner, J., Štěpánek, J. (eds.). 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia. Praha. 928 s.

Kühn, F. 1984. Vývoj polních plodin a plevelů v ČSSR od neolitu po středověk. Sborník prací FF Brněnské Univerzity. Brno. 179–188.

Kulhavý, J., Bednářová, E., Marková, I., Hadaš, P., Suchomel, J., Purchart, L., Menšík, L., Lorencová, H., Šrámek, V., Merklová, L., Fabiánek, T., Truparová, S., Lomský, B., Drápelová, I., Remeš, M., Klimo, E. 2009. Ekologie lesa III. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno. 1. 114 s. ISBN: 978-80-7375-355-9.

Labandeira, C. C. 2002. The history of associations between plants and animals. In: Herrera, C. M., Pellmyr, O. (eds.). Plant-Animal Interactions: An Evolutionary Approach. Blackwell Science. London. p. 26-74, 248-261.

Lethmayer, C., Nentwig, W., Frank, T. 1997. Effects of weed strips on the occurrence of noxious coleopteran species (*Nitidulidae*, *Chrysomelidae*, *Curculionidae*). Journal of Plant Diseases and Protection. 104 (1). 75-92.

Lososová, Z., Šumberová, K. 2005. Sveřep stoklasa - starobylý plevel obilných polí. Praha. Živa. Academia. 63 (4). 155-156. ISSN: 0044-4812.

Lundgren, J. G., & Rosentrater, K. A. 2007. The strength of seeds and their destruction by granivorous insects. Arthropod-plant interactions. 1 (2). 93-99.

Lvončík, S., Nováková, J., Kapitola P. 2010. Bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) Sommier & Levier. Ministerstvo zemědělství a Státní rostlinolékařská správa. Praha. 8 s.

Macek, J., Straka, J., Bogusch, P., Dvořák, L., Bezděčka, P., Tyrner, P. 2010. Blanokřídli České republiky: Žahadloví. I. Academia. Praha. 524 s. ISBN: 978-80-200-1772-7.

Matějka, K. 2007. Nové postupy pro hodnocení diversity společenstev (s příklady lesních ekosystémů). Dynamika, stabilita a diverzita lesných ekosystémov. TU vo Zvolene. Zvolen. 161-170.

Meier, U., 1997. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants: BBCH-Monograph. Berlin - Wien: Blackwell Wissenschafts-Verlag. p. 622. ISBN: 3-8263-3152-4.

Meier, U., Bleiholder, H., Brumme, H., Bruns, E., Mehring, B., Proll, T., Weigand, J. 2009. Phenological growth stages of roses (*Rosa* sp.): codification and description according to the BBCH scale. *Annals of Applied Biology*. 154 (2). 231-238. ISSN: 0003-47-46.

Meteorologická stanice České zemědělské univerzity v Praze [online]. Česká zemědělská univerzita. Katedra agroekologie a biometeorologie. Praha. [cit. 2016-2-20]. Dostupné z <<http://meteostanice.agrobiologie.cz/index.php>>.

Mikulka, J. 1999. Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. 1. vydání. Farmář. Praha. 160 s. ISBN 80-902413-2-8.

Mikulka, J. 2014a. Biology and Control of Couch Grass (*Elytrigia repens*) in Sugar Beet. *Listy Cukrovarnické a Řepařské*. 130 (2). 64.

Mikulka, J. 2014b. Plevelé polních plodin. Profi Press. Praha. 179 s. ISBN: 978-80-86726-60-1.

Mikulka, J., Andr, J. 2012. Metody regulace plevelů ve slunečnici: uplatněná certifikovaná metodika pro praxi. VÚRV, v.v.i. Praha. 44 s. ISBN: 978-80-7427-113-7.

Mikulka, J., Kneifelová, M. 2004. Plevelné rostliny [CD-ROM]. Fontis. Praha.

Mikulka, J., Kneifelová, M. 2005. Plevelné rostliny. 2. kompletně přepracované vydání. Praha. Profi Press. 148 s. ISBN: 80-86726-02-9.

Mikulka, J., Zákravský, P. (eds.). 2007. Biologie, ekologie a možnosti regulace kamyšníků na zemědělské půdě. Metodika. VÚRV, v.v.i. Praha. 29 s. ISBN: 978-80-87011-07-2.

- Mikušková, K. 2016. Hád'átka rodu *Pratylenchus* na obilninách. Rostlinolékař. (1). 23-26.
- Ministerstvo zemědělství. 2015. Agroenvironmentálně-klimatická opatření. Program rozvoje venkova 2014 – 2020. Biopásy. Informační materiál pro zemědělce. Ministerstvo zemědělství. Praha. 18 s. ISBN 978-80-7434-234-9.
- Mlíkovský, J., Stýblo, P. (eds). 2006. Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP. Praha. 496 s. ISBN: 80-86770-17-6.
- Molles, M. C. 1999. Ecology: Concepts and Applications (International ed.). Boston. 509 s. ISBN: 978-0073532493
- Münker, B. 1998. Plané rostliny střední Evropy. Knižní klub. Praha. 1. vydání. 288 s. ISBN 80-7176-723-9.
- Norris R. F., Kogan, M. 2000. Interactions between weeds, arthropod pests, and their natural enemies in managed ecosystems. *Weed Science*. 48 (1). 94-158.
- Novák, J. 2007. Jedovaté rostliny kolem nás. Grada Publishing. Praha. 176 s. ISBN 978-80-247-6081-0.
- O'Rourke, M. E., Heggenstaller, A. H., Liebman, M., Rice, M. E. 2006. Post-dispersal weed seed predation by invertebrates in conventional and low-external-input crop rotation systems. *Agriculture, ecosystems & environment*. 116 (3). 280-288.
- Orłowski, G., Czarnecka, J. 2013. Re-evaluation of the role of the grey partridge *Perdix perdix* as a disperser of arable weed seeds. *Journal of Ornithology* 154 (1). 139-144.
- Píkula, J., Obdržálková, D., Zapletal, M. 1997. Atlas vybraných druhů u plevelů ČR. ÚZPI. Praha. 90 s. ISBN: 80-86153-20-7.

Pilipavicius, V. 2012. Allelopathic effect of *Elytrigia repens* (L.) Nevski on germination and early growth of spring wheat. *Journal of Food Agriculture & Environment*. 10 (3-4). p. 1520-1523.

Piršelová, B. 2014. Význam alelopatie z hľadiska pestovania cukrovej repy. *Listy Cukrovarnické a řepařské*. 130 (12). 384-387.

Procházka, F. (ed.). 2001. Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR*. Praha. 18. 166 s. ISBN: 80-86064-52-2.

Puppi, G. 2007. Origin and development of phenology as a science. *Italian Journal of Agrometeorology*. 3. 24-29.

Pyšek, P., Pyšek A. 1995. Ecological aspects of invasion by *Heracleum mantegazzianum* in the Czech Republic. *Journal of Vegetation Science*. 6. 711-718.

Rahel, F. J. 1990. The hierarchical nature of community persistence: a problem of scale. *American Naturalist*. 328-344.

Rizvi, S. J. H., Haque, H., Singh, V. K., Rizvi, V. 1992. *Allelopathy*. Springer Netherlands.

Rožnovský, J., Bauer, Z. 2004. Dynamika fenofází kvetení meruňky. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed.). *Extrémy počasí a podnebí*. Brno. 11. 3. 2004. Brno. 40. ISBN: 80-86690-12-1.

Sepkoski Jr, J. J. 1988. Alpha, beta, or gamma: where does all the diversity go?. *Paleobiology*. 221-234.

Seydl, O. 1954. České práce fenologické starší doby. *Meteorologické zprávy*. 7 (6). 153-164.

Seznam.cz., a.s. [online]. [cit. 2016-3-2]. Dostupné z <<https://mapy.cz/s/tGD1>>.

Skolotneva, E. S., Lekomtseva, S. N., Kosman, E. 2013. The wheat stem rust pathogen in the central region of the Russian Federation. *Plant Pathology*. 62 (5). 1003-1010.

Slavík, B. (ed.). 2000. Květena České republiky. 6. Academia. Praha. 770 s. ISBN: 80-200-0306-1.

Slavík, B. (ed.). 1997. Květena České republiky. 5. Academia. Praha. 568 s. ISBN: 80-200-0590-0.

Soukup, J., Holec, J., Hamouz, P., Tyšer, L. 2004. Aliens on arable land. Scientific Colloquium. Weed Science in the Go. Universitaet Hohenhein. 11-22.

Souza, M. C., Carvalho, L. B., Alves, P. L. C. A., Giancotti P. R. F. 2011. Allelopathy in pigweed (a review). Communications in Plant Sciences. 1 (1). 5-12.

Státní rostlinolékařská správa. 2010. Stručná charakteristika regulovaných druhů invazních rostlin. Praha. 66.

Swingland, I. R. 2000. Biodiversity, definition of. Encyclopedia of biodiversity. In: Levin, S. A. (ed.). Academic Press. New York. 1. 377-391.

Šrámková, A., Nerad, D., Holý, K. 2014. Podpora opylovačů a užitečných organismů na orné půdě: nektarodárné pásy. Farmář. 20 (6). 29-31.

Valter, J., Reitschläger, J. D. 2009a. Metodický předpis č. 2: Návod pro činnost fenologických stanic – polní plodiny. 2. vydání. Český hydrometeorologický ústav. Praha. 84 s.

Valter, J., Reitschläger, J. D. 2009b. Metodický předpis č. 3: Návod pro činnost fenologických stanic – ovocné plodiny. 2. vydání. Český hydrometeorologický ústav. Praha. 90 s.

Valter, J., Reitschläger, J. D. 2009c. Metodický předpis č. 10: Návod pro činnost fenologických stanic – lesní rostliny. 2. vydání. Český hydrometeorologický ústav. Praha. 74 s.

Urban, J., Šarapatka, B., a kol. 2003. Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi - I. díl. 1. vyd. Praha. MŽP a Svaz PRO-BIO. 280 s. ISBN 80-7212-274-6.

Weiner, J. 1990. Asymmetric competition in plant populations. *Trends in ecology & evolution*. 5 (11). 360-364.

White S. S., Renner K. A., Manalled F. D., Landis, D. A. 2007. Feeding Preferences of Weed Seed Predators and Effect on Weed Emergence. *Weed Science*. 55 (6). 606-612.

Winkler, J. 2008. Vliv odlišného zpracování půdy na zaplevelení jarního ječmene v podmínkách srážkově sušší oblasti České republiky. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 56 (5). 235-242.

Winkler, J. 2013. Plevel v ekologickém zemědělství. *Zemědělec*. 2013 (37). 34.

Winkler, J., Jakobová, L., Brotan, J. 2013. Vliv srážek v jarním období na zaplevelení jarního ječmene. In: Rožnovský, J., Středová, H., Středa, T. (eds): *Voda, půda a rostliny. Křtiny*. 29. - 30. 5. 2013. Křtiny. ISBN: 978-80-87577-17-2.

## **Seznam obrázků, tabulek a grafů:**

Obrázek 1 Vymezení zájmového území (Demonstrační a pokusný pozemek FAPPZ)

Tab. 1 Prahy škodlivosti vybraných polních plevelů

Tab. 2 Vybrané ohrožené druhy kategorie A

Tab. 3 Vybrané ohrožené druhy kategorie C

Tab. 4 Abecední seznam pozorovaných druhů, název čeledi a zařazení do skupiny dle vytrvalosti

Tab. 5 Studentův t-test mezi jednotlivými skupinami plevelů

Tab. 6 Nejdéle kvetoucí druhy vybraných významných čeledí

Tab. 7 Znázornění odchylky od průměrného počtu týdnů kvetení dané čeledi, počet kvetoucích druhů nadprůměrně dlouho a vyjádření tohoto poměru v procentech

Graf 1 Průměrná měsíční teplota v roce 2015 v porovnání s normálem let 1961-1990 (zpracováno na základě dat z Meteorologické stanice ČZU, 2016)

Graf 2 Měsíční úhrn srážek roku 2015 v porovnání s dlouhodobým normálem let 1961 – 1990 (zpracováno na základě dat z Meteorologické stanice ČZU, 2016)

Graf 3 Zastoupení jednotlivých skupin plevelů

Graf 4 Druhovému zastoupení plevelů v dané čeledi

Graf 5 Počet kvetoucích plevelných druhů v daném kalendářním týdnu

Graf 6 Počet druhů, které započaly kvetení v příslušném kalendářním týdnu

Graf 7 Srovnání počátku kvetení jednoletých pozdně jarních plevelů (Jjp) a jednoletých ozimých plevelů (Joz)

Graf 8 Srovnání počátku kvetení jednoletých pozdně jarních plevelů (Jjp) a jednoletých časně jarních plevelů (Jčj)

Graf 9 Srovnání počátku kvetení jednoletých pozdně jarních plevelů (Jjp) a dvouletých až vytrvalých plevelů (DvVytG)

Graf 10 Srovnání počátku kvetení jednoletých pozdně jarních plevelů (Jjp) a jednoletých efemérních plevelů (Jef)



Graf 11 Srovnání počátku kvetení dvouletých až vytrvalých plevelů (DvVytG) a jednoletých efemérních plevelů (Jef)

Graf 12 Srovnání počátku kvetení jednoletých časně jarních plevelů (Jčj) a jednoletých efemérních plevelů (Jef)

Graf 13 Srovnání počátku kvetení jednoletých ozimých plevelů (Joz) a jednoletých efemérních plevelů (Jef)

Graf 14 Srovnání počátku kvetení vytrvalých plevelů (Vyt) a jednoletých efemérních plevelů (Jef)

Graf 15 Srovnání počátku kvetení jednoletých časně jarních plevelů (Jčj) a jednoletých ozimých plevelů (Joz)

Graf 16 Srovnání počátku kvetení vytrvalých plevelů (Vyt) a jednoletých ozimých plevelů (Joz)

Graf 17 Srovnání počátku kvetení dvouletých až vytrvalých plevelů (DvVytG) a jednoletých ozimých plevelů (Joz)

Graf 18 Srovnání počátku kvetení dvouletých až vytrvalých plevelů (DvVytG) a vytrvalých plevelů (Vyt)

Graf 19 Srovnání počátku kvetení jednoletých časně jarních plevelů (Jčj) a vytrvalých plevelů (Vyt)

Graf 20 Srovnání počátku kvetení jednoletých časně jarních plevelů (Jčj) a dvouletých až vytrvalých plevelů (DvVytG)

Graf 21 Průměrná délka kvetení, nejdéle a nejkratěji kvetoucí plevele

Graf 22 Vyjádření průměrného počtu týdnů kvetení a průměrného počátku rozkvětu významných čeledí

Graf 23 Počet druhů blanokřídlého hmyzu v dané čeledi

Graf 24 Počet kvetoucích plevelů a počet aktivních zástupců hmyzu v daném měsíci

Graf 25 Čeleď plevelů a počet zástupců v návaznosti na počet druhů blanokřídlého hmyzu, který příslušnou čeleď navštěvuje

Graf 26 Závislost mezi počtem kvetoucích plevelů v daném měsíci a počtem aktivního hmyzu

## 9 Samostatné přílohy

### Seznam příloh:

Tabulka I Konkrétní údaje o kvetení plevelných druhů

Tabulka II Konkrétní druhy blanokřídlého hmyzu navázané na čeleď plevelných rostlin

Obr. I Pohled na část zájmového území

Obr. II Kvetoucí populace druhů *Glechoma hederacea* a *Taraxacum* sect. *Ruderalia*

Obr. III Druh *Sherardia arvensis* kvetoucí v demonstračním čtverci

Obr. IV Kvetoucí druhy *Euphorbia helioscopia* a *Capsella bursa-pastoris*

Obr. V Druh *Lamium purpureum* zachycen při kvetení

Obr. VI Kvetení druhu *Erodium cicutarium*















**Tabulka II Konkrétní druhy blanokřídlého hmyzu navázané na čeled' plevelných rostlin**

Název druhu latinsky	název druhu česky	čeled' latinsky	čeled' česky	měsíc aktivity	navštěvovaná čeled' rostlin
<i>Andrena aciculata</i>	pískorypka štíhlá	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	V.-VIII.	Bruk, Miř
<i>Andrena denticulata</i>	-	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	VI.-IX.	Hvě
<i>Andrena florivaga</i>	pískorypka přelétavá	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	IV.-VI.	Hvě, Pysk
<i>Andrena fulvago</i>	pískorypka jestřábníková	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	V.-VII.	Hvě
<i>Andrena fulvicornis</i>	pískorypka žltorohá	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	IV.-VIII.	Miř
<i>Andrena humilis</i>	pískorypka žltavá	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	IV.-VI.	Hvě
<i>Andrena chrysoceles</i>	pískorypka zlatonohá	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	IV.-VII.	Miř
<i>Andrena intermedia</i>	pískorypka prostřední	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	V.-VII.	Bob
<i>Andrena labialis</i>	pískorypka zrnitá	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	V.-VII.	Bob
<i>Andrena labiata</i>	pískorypka pyskatá	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	IV.-VII.	Bruk
<i>Andrena lathyri</i>	pískorypka hrachorová	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	IV.-VI.	Bob
<i>Andrena minutula</i>	pískorypka malá	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	III.-VIII.	Miř
<i>Andrena ovatula</i>	pískorypka bělopásná	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	V.-IX.	Bob, Hvě, Bruk
<i>Andrena potentillae</i>	pískorypka mochnová	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	IV.-VII.	Hvě
<i>Andrena proxima</i>	pískorypka mrkvová	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	V.-VI.	Miř
<i>Andrena taraxaci</i>	pískorypka pampeliřková	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	IV.-V.	Hvě
<i>Andrena tscheki</i>	pískorypka jarní	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	III.-V.	Bruk, Hvě
<i>Andrena viridescens</i>	pískorypka rozrazilová	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	IV.-VI.	Krt
<i>Andrena wilkella</i>	pískorypka jetelová	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	IV.-VII.	Bob
<i>Camptopoeum frontale</i>	žltoprouřka uherská	<i>Andrenidae</i>	pískorypkovití	VII.-VIII.	Hvě
<i>Anthophora aestivalis</i>	pelonoska jarní	<i>Apidae</i>	včelovití	IV.-VI.	Bob
<i>Anthophora plumiens</i>	pelonoska hluchavková	<i>Apidae</i>	včelovití	III.-VI.	Hlu
<i>Anthophora quadrimaculata</i>	pelonoska liřčí	<i>Apidae</i>	včelovití	V.-VII.	Hlu, Brut
<i>Apis mellifera</i>	včela medonosná	<i>Apidae</i>	včelovití	IV.-VI.	Bruk, Mák,
<i>Bombus lucorum</i>	čmelák hájový	<i>Apidae</i>	včelovití	III.-VII.	Bob, Hlu

<i>Bombus pascuorum</i>	čmelák rolní	<i>Apidae</i>	včelovití	III.-VIII.	Bob
<i>Bombus pratorum</i>	čmelák luční	<i>Apidae</i>	včelovití	VI.-VII.	Bob
<i>Bombus sylvarum</i>	čmelák lesní	<i>Apidae</i>	včelovití	IV.-VII.	Hlu
<i>Clisodon furcatus</i>	pelonoska čistcová	<i>Apidae</i>	včelovití	V.-VIII.	Hlu
<i>Epeoloides coecutiens</i>	zdobenka červená	<i>Apidae</i>	včelovití	VI.-VIII.	Hvě, Svl
<i>Epeolus variegatus</i>	zdobnice proměnlivá	<i>Apidae</i>	včelovití	VI.-VIII.	Hvě
<i>Eucera interrupta</i>	stepnice štírovníková	<i>Apidae</i>	včelovití	V.-VII.	Bob
<i>Eucera nigrescens</i>	stepnice jarní	<i>Apidae</i>	včelovití	IV-VI.	Bob
<i>Heliophila bimaculata</i>	pelonoska písčinná	<i>Apidae</i>	včelovití	VI.-VIII.	Bob
<i>Melecta albifrons</i>	smutilka obecná	<i>Apidae</i>	včelovití	IV.-VI.	Hlu, Hvě
<i>Tetraloniella alticincta</i>	stepnice rudonohá	<i>Apidae</i>	včelovití	VII.-IX.	Hvě
<i>Xylocopa iris</i>	dřevodělka malá	<i>Apidae</i>	včelovití	IV.-IX.	Bob, Hlu
<i>Xylocopa valga</i>	dřevodělka velká	<i>Apidae</i>	včelovití	III.-IX.	Bob, Hlu, Hvě, Brut
<i>Xylocopa violacea</i>	dřevodělka fialová	<i>Apidae</i>	včelovití	IV.-IX.	Bob, Hlu, Hvě, Brut
<i>Colletes daviesanus</i>	hedvábnice řebříčková	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	VI.-VIII.	Hvě
<i>Colletes fodiens</i>	hedvábnice vratičová	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	VI.-IX.	Hvě
<i>Colletes marginatus</i>	hedvábnice jetelová	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	VI.-VIII.	Bob
<i>Colletes similis</i>	hedvábnice podobná	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	V.-IX.	Hvě
<i>Hylaeus annularis</i>	maskonoska štítnatá	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	VI.-IX.	Hvě
<i>Hylaeus brevicornis</i>	maskonoska krátkonohá	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	V.-X.	Miř
<i>Hylaeus confusus</i>	maskonoska proměnlivá	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	V.-IX.	Miř, Bob, Růž, aj.
<i>Hylaeus cornutus</i>	maskonoska rohatá	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	V.-IX.	Hvě, Miř
<i>Hylaeus moricei</i>	maskonoska mokřadní	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	V.-VII.	Miř, Hvě
<i>Hylaeus nigrinus</i>	maskonoska černá	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	V.-IX.	Hvě
<i>Hylaeus rinki</i>	maskonoska močálová	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	V.-VIII.	Hvě
<i>Hylaeus styriacus</i>	maskonoska drobná	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	VI.-IX.	Miř
<i>Hylaeus variegatus</i>	maskonoska pestrá	<i>Colletidae</i>	hedvábnicovití	VI.-IX.	Miř, Hvě, Bob, , Růž, aj.
<i>Ammoplanus marathroicus</i>	kutěnka drobná	<i>Crabronidae</i>	kutíkovití	VI.-IX.	Bruk, Moř

<i>Ammoplanus perrisi</i>	kutěnka Perrisova	<i>Crabronidae</i>	kutíkovití	V.-VIII.	Bruk, Moř
<i>Gorytes laticinctus</i>	vosilka širópásá	<i>Crabronidae</i>	kutíkovití	VI.-VIII.	Miř
<i>Gorytes quinquecinctus</i>	vosilka pětipruhá	<i>Crabronidae</i>	kutíkovití	VI.-IX.	Miř
<i>Mellinus arvensis</i>	medolib polní	<i>Crabronidae</i>	kutíkovití	VII.-XI.	nektar
<i>Helictus sexcinctus</i>	ploskočelka šestipásá	<i>Halictidae</i>	ploskočelkovití	IV-VI.	Hvě
<i>Lasioglossum brevicorne</i>	-	<i>Halictidae</i>	ploskočelkovití	V.-X.	Hvě
<i>Lasioglossum villosulum</i>	ploskočelka chloupkatá	<i>Halictidae</i>	ploskočelkovití	V.-X.	Hvě, pryš
<i>Rophites hartmanni</i>	trnočelka šestitrnná	<i>Halictidae</i>	ploskočelkovití	VI.-IX.	Hlu
<i>Hedychridium ardens</i>	zlatěnka běžná	<i>Chrysididae</i>	zlatěnkovití	IV.-IX.	Miř
<i>Hedychridium roseum</i>	zlatěnka matná	<i>Chrysididae</i>	zlatěnkovití	IV.-IX.	Miř
<i>Hedychrum nobile</i>	zlatěnka vznešená	<i>Chrysididae</i>	zlatěnkovití	V.-IX.	Miř, Růž
<i>Allosmia rufohirta</i>	zednice ryšavá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	V.-VIII.	Bob
<i>Anthidiellum strigatum</i>	smolanka skvrnitá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-IX.	Bob
<i>Anthidium manicatum</i>	vlnařka obecná	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-IX.	Bob, Hlu, Hvě, Krt
<i>Anthidium oblongatum</i>	vlnařka skalní	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	V.-VIII.	Bob
<i>Anthocopa papaveris</i>	zednice maková	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-VII.	Mák
<i>Anthocopa villosa</i>	zednice kakostová	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	V.-VII.	Hvě
<i>Erythrosmia andrenoides</i>	zednice červená	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	V.-IX.	Hlu, Hvě, Bob
<i>Heriades truncorum</i>	dřevobytká obecná	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-IX.	Hvě
<i>Hoplitis acuticornis</i>	zednice ostrorohá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-VIII.	Bob
<i>Hoplitis adunca</i>	zednice hadincová	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-VIII.	Brut
<i>Hoplitis leucomelana</i>	zednice jetelová	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-VIII.	Bob, Hlu
<i>Hoplitis tridentata</i>	zednice třizubá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-VIII.	Bob
<i>Chalicodoma ericetorum</i>	maltářka jetelová	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-VIII.	Bob, Hlu
<i>Chalicodoma parietina</i>	maltářka zední	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	IV-VI.	Bob, Hlu
<i>Chelostoma florissomne</i>	dřevobytká pryskyřníková	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	IV.-VII.	Prysk
<i>Megachile centuncularis</i>	čalounice obecná	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-VIII.	Bob, Brut, Hvě, Hlu
<i>Megachile circumcincta</i>	čalounice huňatá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	V.-VIII.	Bob

<i>Megachile ligniseca</i>	čalounice mokřadní	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-VIII.	Hvě
<i>Megachile nigriventris</i>	čalounice černobřichá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-VIII.	Bob
<i>Megachile pacifica</i>	čalounice vojtěšková	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	V.-VII.	Hvě, Miř, Bob
<i>Megachile pilicrus</i>	čalounice rudonohá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-VIII.	Hvě
<i>Megachile pilidens</i>	čalounice menší	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-VIII.	Bob, Hvě
<i>Megachile versicolor</i>	čalounice různobarvá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	V.-X.	Hvě, Bob
<i>Megachile willughbiella</i>	čalounice trouchová	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-IX.	Bob, Hvě
<i>Osmia aurulenta</i>	zednice zlatavá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	IV.-VII.	Bob, Hlu
<i>Osmia brevicornis</i>	zednice krátkonohá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	IV.-VII.	Bruk
<i>Osmia caerulescens</i>	zednice modravá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VII.-VIII.	Bob, Hlu
<i>Osmia cornuta</i>	zednice rohatá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	III.-VI.	Bob
<i>Osmia leaiana</i>	zednice hlavatá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	V.-VIII.	Hvě
<i>Osmia mustelina</i>	zednice skalní	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	V.-VII.	Brut, Hlu, Bob
<i>Osmia rufa</i>	zednice rezavá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	IV.-VII.	Bob
<i>Osmia uncinata</i>	zednice lesní	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	V.-VII.	Bob, Hlu, Hvě
<i>Stelis breviscula</i>	smutěnka drobná	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	VI.-VIII.	Hvě
<i>Trachusa byssina</i>	smolanka rezavá	<i>Megachilidae</i>	čalounicovití	V.-VIII.	Bob
<i>Dasypoda altercator</i>	chluponožka čekanková	<i>Melittidae</i>	pilorožkovití	VI.-IX.	Hvě
<i>Melitta leporina</i>	pilorožka vojtěšková	<i>Melittidae</i>	pilorožkovití	VII.-IX.	Bob
<i>Melitta tricincta</i>	pilorožka zdravínková	<i>Melittidae</i>	pilorožkovití	VII.-IX.	Křt
<i>Aporus unicolor</i>	hrabalka běhavá	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	VI.-IX.	Miř
<i>Auplopus carbonarius</i>	hrabalka uhlová	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	V.-IX.	Miř
<i>Caliadurgus fasciatellus</i>	hrabalka červenoskvrnná	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	VI.-X.	Miř
<i>Ceropales maculata</i>	pahrabalka skvrnitá	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	V.-IX.	Miř
<i>Cryptocheilus fabricii</i>	-	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	VI.-VIII.	Miř
<i>Cryptocheilus notatus</i>	-	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	VI.-IX.	Miř
<i>Cryptocheilus vesicolor</i>	-	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	V.-X.	Miř
<i>Priocnemis coriacea</i>	hrabalka kožitá	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	IV.-IX.	Miř, pryš

<i>Priocnemis exalata</i>	-	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	VII.-IX.	Miř, pryš
<i>Priocnemis hyalinata</i>	-	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	VI.-IX.	Miř, pryš
<i>Priocnemis perturbator</i>	hrabalka jarní	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	IV.-V.	Miř, pryš
<i>Priocnemis pusilla</i>	hrabalka malá	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	V.-IX.	Miř, pryš
<i>Priocnemis schioedtei</i>	-	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	VI.-X.	Miř, pryš
<i>Priocnemis vulgaris</i>	hrabalka obecná	<i>Pompilidae</i>	hrabalkovití	V.-X.	Miř, pryš
<i>Megascolia maculata</i>	žahalka obrovská	<i>Scoliidae</i>	žahalkovití	VI.-VIII.	Hlu
<i>Scolia sexmaculata</i>	žahalka šestiskvrnná	<i>Scoliidae</i>	žahalkovití	VI.-VIII.	Krt, Hlu, Bruk, Hvě, Miř, Lil, Bob, Brut, Mák, Moř, Prysk, Svl, Růž
<i>Colonites abbreviatus</i>	medovosa kyjorohá	<i>Vespidae</i>	vosovití	VI.-VIII	Hlu
<i>Dolichovespula norvegica</i>	vosa norská	<i>Vespidae</i>	vosovití	IV.-IX.	nektar
<i>Leptochilus alpestris</i>	hrnčířka ulitová	<i>Vespidae</i>	vosovití	VI.-VIII	Hvě
<i>Pterocheilus phaleratus</i>	hrnčířka písčinná	<i>Vespidae</i>	vosovití	V.-IX.	Bob
<i>Symmorphus bifasciatus</i>	-	<i>Vespidae</i>	vosovití	V.-IX.	Miř, Krt
<i>Symmorphus murarius</i>	hrnčířka zední	<i>Vespidae</i>	vosovití	V.-VIII.	Miř, Krt
<i>Vespa crabro</i>	sršeň obecná	<i>Vespidae</i>	vosovití	IV.-XI.	nektar

**Vysvětlivy:** Bob = bobovité, Hvě = hvězdnicovité, Miř = miříkovité, Hlu = hluchavkovité, Bruk = brukvovité, Pryš = pryšcovité,

Brut = brutnákovité, Krt = krtičníkovité, Růž = růžovité, Mák = mákovité, Moř = mořenovité, Lil = lilkovité, Svl = svlačcovité

**Obr. I** Pohled na část zájmového území



Foto: Daniel Trefil

**Obr. II** Kvetoucí populace druhů *Glechoma hederacea* a *Taraxacum* sect. *Ruderalia*



Foto: Daniel Trefil

**Obr. III Druh *Sherardia arvensis* kvetoucí v demonstračním čtverci**



Foto: Daniel Trefil

**Obr. IV Kvetoucí druhy *Euphorbia helioscopia* a *Capsella bursa-pastoris***



Foto: Daniel Trefil

**Obr. V Druh *Lamium purpureum* zachycen při kvetení**



Foto: Daniel Trefil

**Obr. VI Kvetení druhu *Erodium cicutarium***



Foto: Daniel Trefil