

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Analýza druhového složení spektra plevelů v rámci  
ekologicky hospodařícího podniku Biofarma Karlín**

**Diplomová práce**

**Vypracovala: Bc. Šárka Krombholzová**

**Obor studia: Zemědělství a rozvoj venkova**

**Rozvoj venkovského prostoru**

**Vedoucí práce: Ing. Michaela Kolářová, Ph.D.**

**2024© ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza druhového složení spektra plevelů v rámci ekologicky hospodařícího podniku Biofarma Karlín" jsem vypracovala 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 19. 4. 2024

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Michaelle Kolářové, Ph.D., za veškerou odbornou pomoc a podporu při zpracovávání této práce.

Dále bych ráda poděkovala Biofarmě Karlín za poskytnutí pozemků pro vegetační snímky a paní Ing. Magdaléně Enžlové z Biofarmy Karlín za informace potřebné pro tuto diplomovou práci.

V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za pomoc a podporu.

# **Analýza druhového složení spektra plevelů v rámci ekologicky hospodařícího podniku Biofarma Karlín**

## **Souhrn**

Tato diplomová práce se zabývá analýzou druhového složení spektra plevelů na pozemcích ekologicky hospodařící biofarmy Karlín. Ekologické zemědělství, které nepoužívá agrochemikálie a přistupuje šetrněji k půdě i dalším přírodním zdrojům, poskytuje vhodnější podmínky pro doprovodné rostliny – plevele. Řada plevelů dnes patří k ohroženým druhům, nebo již zcela vymizela. Ekologické porosty, které jsou bohatší jak v počtu plevelů, tak v jejich pokryvnosti, se mohou stát útočištěm pro některé druhy a jsou výrazným prvkem biodiverzity v krajině.

Práce hledá odpověď na otázku, zda existují rozdíly v druhovém složení plevelného spektra ozimých a jarních obilovin a luskovin.

Teoretická část práce se věnuje významu a klasifikaci plevelů podle jejich biologických vlastností, a také vlivu pěstované plodiny na jejich výskyt. Navazující kapitola se zabývá biodiverzitou, principy ekologického zemědělství a jeho aktuálním stavem v ČR.

V praktické části je popsán postup pro získání dat k analýze druhového složení. Spektrum plevelů bylo zkoumáno v porostech jarních a ozimých obilovin a luskovin v ekologických porostech v okrese Kolín. Data byla sebrána formou fytocenologických snímků, v období května až začátku července 2022. Pokryvnost druhů se hodnotila prostřednictvím Braun-Blanquetovy stupnice četnosti a pokryvnosti a byla následně vyhodnocena mnohorozměrnou analýzou.

Rozdíly v plevelném spektru jednotlivých skupin plodin byly vyhodnoceny pomocí mnohorozměrné analýzy v programu CANOCO 5. Vegetační snímky byly zpracovány do podoby grafů znázorňující zastoupení jednotlivých čeledí a plevelných druhů z hlediska frekvence výskytu. Nejvyšší počet plevelných druhů byl zjištěn v jarních obilovinách, kde se nejčastěji vyskytoval pcháč oset (*Cirsium arvense*) a opletka obecná (*Fallopia convolvulus*). Plodinou s nejnižším počtem nalezených druhů byly luskoviny. Okraje sledovaných ploch byly vyhodnoceny jako druhově bohatší než plochy v centru.

**Klíčová slova:** vlastnosti plevelů, agrofytocenóza, ekologické zemědělství, hodnocení zaplevelení, pokryvnost.

# **Analysis of species composition of weed spectrum in Biofarma Karlín**

## **Summary**

This thesis deals with the analysis of the species composition of the weed spectrum on the organic farm Biofarma Karlín. Organic farming, which does not use agrochemicals and is more friendly to soil and other natural resources, provides more suitable conditions for the companion plants - weeds. A number of weeds are now endangered or have already disappeared completely. Organic fields, which are richer both in the number of weeds and in their cover, can become a refuge for some species and are a significant element of biodiversity in the landscape.

The thesis seeks to answer the question of whether there are differences in the species composition of the weed spectrum of winter and spring cereals and legumes.

The theoretical part is devoted to the importance and classification of weeds according to their biological characteristics, as well as the influence of the cultivated crop on their occurrence. The following chapter deals with biodiversity, principles of organic farming and its current state in the Czech Republic.

The practical part describes the procedure for obtaining data for the analysis of species composition. The weed spectrum was investigated in spring and winter cereals and legumes in organic stands in the district of Kolín. Data were collected between May and early July 2022 in the form of phytosociological relevés. Species cover was assessed using the Braun-Blanquet cover-abundance scale and was subsequently evaluated by multivariate analysis.

Differences in the weed spectrum of individual crop groups were evaluated using multivariate analysis in the CANOCO 5 program. Vegetation images were processed into graphs showing the representation of individual families and weed species in terms of frequency of occurrence. The highest number of weed species was found in spring cereals, where the most common weed was *Cirsium arvense* and *Fallopia convolvulus*. The crop with the lowest number of species found was legumes. The edges of the monitored areas were evaluated as richer in species than the areas in the center.

**Keywords:** weed characteristics, agrophytocenosis, organic farming, weed assessment, cover.

# Obsah

1.	Úvod.....	8
2.	Vědecká hypotéza a cíle práce.....	9
3.	Literární přehled .....	10
3.1.	Charakteristika plevelů .....	10
3.2.	Význam plevelů .....	11
3.3.	Klasifikace plevelů .....	12
3.3.1.	Jednoleté plevele.....	12
3.3.2.	Plevele rozmnožující se převážně generativně .....	13
3.3.3.	Vytrvalé plevele .....	13
3.3.4.	Plevele poloparazitické a parazitické.....	14
3.4.	Rozmnožování plevelů .....	15
3.4.1.	Generativní rozmnožování.....	15
3.4.2.	Vegetativní rozmnožování .....	15
3.4.3.	Způsoby rozšiřování plevelů (disperze).....	15
3.5.	Dormance semen a půdní zásoba.....	16
3.5.1.	Primární dormance.....	16
3.5.2.	Sekundární dormance .....	16
3.6.	Klíčivost a životnost semen .....	17
3.7.	Faktory ovlivňující plevelná společenstva.....	18
3.7.1.	Vliv klimatické oblasti.....	18
3.7.2.	Vliv stanoviště .....	18
3.7.3.	Vliv zpracování půdy na plevele .....	19
3.7.4.	Vliv pěstované plodiny na výskyt plevelů .....	19

3.8. Dlouhodobé změny druhové spektra plevelných druhů na zemědělské půdě ...	20
3.9. Ekologické zemědělství .....	21
3.9.1. Plevelle v ekologickém zemědělství.....	22
3.9.2. Metody regulace plevelů v EZ.....	23
3.10. Ekologické zemědělství v ČR.....	25
3.10.1. Struktura půdního fondu v EZ v roce 2022 .....	26
3.10.2. Ekofarmy z pohledu regionálního rozmístění.....	27
3.10.3. Postavení ČR v rámci EU .....	27
4. Metodika .....	27
4.1. Popis lokality .....	27
4.2. Klimatické podmínky sledovaných ploch.....	28
4.3. Zemědělská výrobní oblast .....	29
4.4. Fytcenologické snímky a jejich vyhodnocování.....	31
5. Výsledky .....	34
5.1. Luskoviny .....	34
5.2. Jarní obiloviny .....	36
5.3. Ozimé obiloviny .....	38
5.4. Výsledky získané prostřednictvím mnohorozměrných analýz .....	40
6. Diskuze .....	45
7. Závěr .....	47
8. Literatura.....	48
Samostatné přílohy .....	53

# 1. Úvod

*Příběh zemědělství je zároveň příběhem plevelů (Dekker, 1997).*

Jako plevely můžeme označit specifickou skupinu rostlin, jejichž existence je spojena se zemědělskou činností člověka. Plevely se postupně staly neoddelitelnou součástí pěstování kulturních rostlin, s kterými tvoří umělá rostlinná společenstva – agrofytocenózy. Zemědělské postupy a způsoby obhospodařování půdy mají na tato společenstva zásadní vliv. Studie sledující plevelná společenstva na orné půdě se shodují, že druhová bohatost plevelných společenstev je stále chudší. Řada plevelných druhů zcela vymizela, mnohé se ocitly na seznamu ohrožených druhů. Ekologické zemědělství, které půdu využívá šetrněji a vytváří menší tlak na krajinu, může mít na druhovou bohatost rostlinných společenstev pozitivní vliv.



## **2. Vědecká hypotéza a cíle práce**

Vědecká hypotéza: existují rozdíly v druhovém složení plevelného spektra ozimých a jarních obilovin a luskovin pěstovaných v režimu ekologického hospodaření.

Cíl práce: zhodnocení druhového složení plevelného spektra v porostech ozimých a jarních obilovin a luskovin pěstovaných v rámci ekologicky hospodařícího podniku Biofarma Karlín.

### 3. Literární přehled

#### 3.1. Charakteristika plevelů

Plevele (býlí či buřeň) je označení pro velkou skupinu rostlin spojovanou nejčastěji s ornou půdou nebo půdou, kde se dlouhodobě pěstují plodiny v čisté kultuře, jako jsou například sady, vinice, zahrady. Jedná se o rostliny, které člověka provází od počátku zemědělství (Štefánek, 2018). Lidé se v začátcích své zemědělské činnosti snažili eliminovat rostlinné druhy, které využívali, a naopak podporovali tu vegetaci, která sloužila k obživě. Tak pravděpodobně vznikly první polní kultury. Ostatní druhy se ale nechtěly jen tak vzdát své role a do společenstev člověkem záměrně měněných se snažili znova a znova pronikat (Grulich, 2020). Dělo se tak na mnoha místech na Zemi, kde se zemědělství rozvíjelo.

Plevele se vyvinuly v reakci na praktiky pěstebních systémů přizpůsobením a zabíráním míst, která zůstala k dispozici v agroekosystémech (Dekker, 2017). Plevelná společenstva se tedy vyvíjela souběžně se současnými zemědělskými plodinami. Stáří těchto společenstev je odhadováno zhruba na 10 000 let.

Jak uvádějí Dvořák a Smutný (2003), lze plevely rozdělit na apofyty, tedy původní druhy, které na našem území rostly ještě před příchodem zemědělství a archeofyty – druhy, které byly zavlečené, ale postupně zdomácněly. Sádlo et al. (2008) označuje apofyty za starousedlíky, kteří se šířili do člověkem silně ovlivněných prostředí. Za apofytické druhy lze považovat kopřivu, pýr, bršlici, jasan (*Urtica dioica*, *Elytrigia repens*, *Aegopodium podagraria*, *Fraxinus excelsior*).

Podle Hrona a Kohouta (1996) se z prehistorického období našeho státu a jeho zemědělství dodnes zachovalo přes 50 druhů plevelů, z nichž mnohé patří mezi velmi hojné, jako například pýr plazivý, pcháč rolní (*Cirsium arvense*), svízel přítula (*Galium aparine*) nebo hořčice rolní (*Sinapis arvensis*).

Archeofyty jsou rostliny neúmyslně k nám zavlečené od předhistorické doby až do 15. století a posléze u nás zdomácnělé. Většinou jsou to staré plevely, jejichž přítomnost je doložená archeologickým nálezem. Podle Slavíkové (1986) se mezi archeofyty řadí například koukol polní (*Agrostemma githago*), chrpa modrá (*Centaurea cyanus*), mák vlčí (*Papaver rhoeas*), merlík bílý (*Chenopodium album*), blín černý (*Hyoscyamus niger*), měrnice černá (*Ballota nigra*).

V souvislosti se zámořskými objevy začaly do Evropy pronikat další rostlinné druhy – neofyty. Časová hranice mezi nepůvodními starými druhy a druhy novými leží někde kolem roku 1500. Mezi zástupce neofytů patří například merlík všedobr (*Chenopodium bonus-henricus*), sléz přehlížený (*Malva neglecta*) nebo pětour malolubný (*Galinsoga parviflora*).

Na území ČR existuje přes 3000 druhů a poddruhů vyšších rostlin. Z tohoto počtu je více než třetina druhů nepůvodních. Archeofytů je v České republice registrováno 350 (Skálová et al., 2014). Většina archeofytů na našem území je euroasijského původu. Jedná se o druhy, které na naše území doputovaly s neolitickými zemědělskými plodinami. Neofytů je podle posledních známých údajů 1 104 a je pravděpodobné, že toto číslo ještě stoupne (Skálová et al., 2014). Na původu neofytických druhů se podílejí všechny světadíly téměř stejně (Mlíkovský, Stýblo, 2006).

Nepůvodní rostlinstvo v ČR se skládá z 24,1% z druhů archeofytických a ze 75,9% z druhů neofytických. Z nich je 891 příležitostných, 397 zdomácnělých a 90 druhů invazních. (Pyšek et al., 2002). Mezi nepůvodní druhy se řadí i druhy invazní, které vytlačují druhy původní a mohou tak měnit celé ekosystémy a jejich funkci. Následně tak může dojít například i ke změnám vláhových poměrů a koloběhů živin na stanovišti (Gioria et al., 2012).

Plevelnými rostlinami označujeme takové rostliny, které rostou spontánně vedle pěstovaných polních plodin. Tyto rostliny jsou konkurenty na stanovištích, jak v nárocích na vodu i a na živiny. Bývají často označovány jako doprovodné rostliny plodin, které svým životním stylem zaujímají místo na pozemcích, na nichž došlo ke změnám v důsledku hospodaření (Klaßen a Freitag, 2004).

Podle Evropské společnosti pro výzkum plevelů (EWRS) se považuje za plevel každá rostlina, anebo vegetace, která překáží cílům a požadavkům člověka. Z ekologického hlediska jsou plevele divoce rostoucí rostliny, které se vyskytují ve společnosti s užitkovými rostlinami (Líška et al., 1995).

Vegetace plevelů v polních a zahradních kulturách se někdy označuje termínem segetální (latinsky *seges* = obilí); někdy se však tento termín zužuje jen na plevelovou vegetaci v obilninách (Chytrý, 2009). Jedná se o složitý systém, který se vyvíjel po tisíciletí od doby, kdy člověk začal pěstovat plodiny v zemědělských polích. Člověk způsobil tvorbu plevelové vegetace a podílel se na jejím rozšiřování (Májeková et al., 2019).

### 3.2. Význam plevelů

Plevele se vyvinuly v reakci na praktiky pěstebních systémů přizpůsobením a zabíráním míst, která zůstala v agroekosystémech k dispozici (Dekker, 2017). V kontextu konvenčního zemědělství hrají spíše negativní roli. Prostorově konkurují plodinám, odčerpávají z půdy živiny i vodu, znehodnocují rostlinnou produkci, komplikují sklizeň a zvyšují ztráty na produkci. Řada druhů je zdrojem alergenů (pyl), některé jedovaté pro člověka a domácí zvířata, podporují šíření chorob a škůdců pěstovaných rostlin (Mikulka et al., 1999).

Zároveň podle Kohouta (1997) mají plevele velký vodohospodářský význam, a to zejména na svažitých pozemcích, kde zapojené podrosty plevelů dobře zadržují povrchové stékající srážkovou vodu a umožňují její vsakování do půdy. Hustým zápojem vytvářejí speciální porostové mikroklima, omezující neproduktivní výpar z půdy.

Plevelné rostliny mají i nesporný ekologický význam. Zabraňují větrné a vodní erozi, omezují vysychání a narušení půdní struktury, jsou součástí koloběhu živin v půdě a nedílnou součástí ekosystémů, kdy spolu s ostatními autotrofními organismy zvyšují biodiverzitu krajiny. (Zimdahl, 1993).

Jak potvrzuje i Májeková et al. (2019) představuje plevelná vegetace v krajině důležitý prostor, který poskytuje útočiště mnoha ohroženým rostlinám, a tato vegetace má důležité funkce v potravním řetězci agroekosystému.

Mezi plevelnými rostlinami je velká řada druhů léčivých. Jsou pastvou nejen pro včely, ale slouží i jako krmivo pro zvířata (Ondrák, 2014). Semena plevelů představují významnou složku potravy také pro ptáky. Altieri (1999) uvádí, že rozmanitější agroekosystém vytváří více vnitřních vazeb, které podporují společenství hmyzu. Některé plevele (z čeledi Bobovité

a Hvězdicovité) hrají významnou ekologickou roli pro skupiny členovců, jež pomáhají při potlačování škůdců.

Baker (1974) považuje plevely za vynikajícími předměty pro studium adaptace a mikroevoluce, protože jsou hojně dostupné, obvykle rychle rostou a velmi rychle a snadno se rozmnožují.

V ekologickém zemědělství je plevel nazýván doprovodnou či asociovanou rostlinou a jsou známy některé jeho výhody. Například u širokořádkových plodin zakrývá plochu půdy, která by byla za bezplevelného stavu vystavena slunečnímu svitu a zvyšoval by se výpar vody, půda by byla přímo vystavena povětrnostním vlivům a orníční vrstva by snáze podléhala erozi (Ondrák, 2014). V ekologickém zemědělství se tedy na plevely pohlíží komplexně – i z hlediska jejich kladných vlastností a jejich úlohy v agroekosystému (Urban, Šarapatka et al., 2003).

Cílem ekologického zemědělství tedy nejsou plevelu prosté porosty pěstovaných plodin, ale vytvoření mnohostranné, biologicky a ekologicky vyvážené koexistence plevelů s nízkou produkcí biomasy a silné kulturní plodiny.

### 3.3. Klasifikace plevelů

Polní plevely rozdělují Jursík et al. (2018) a Kohout et al. (1996) podle biologických vlastností, mezi které řadíme např. délku života rostlin, způsob rozmnožování, klíčivost a vzcházení na plevely jednoleté a víceleté. Mezi další biologické vlastnosti patří rozšiřování, klíčivost a vzcházení, dormance a dlouhověkost semen, regenerace a délka života rostlin.

#### 3.3.1. Jednoleté plevely

Jedná se o druhy, u nichž dochází pouze ke generativnímu rozmnožování formou semen a plodů v rámci jednoho roku. Podle schopnosti přečkávat zimní období a schopnosti vzcházení dělíme jednoleté plevely dále na efemérní, časně jarní, pozdně jarní a ozimé.

Pro efemérní jednoleté plevely je typický velmi krátký životní cyklus (Mikulka, 1999). Tyto druhy vzchází na podzim, během zimy i v časných jarních měsících a využívají tak dostatek vlhkosti i světla v prostoru. Rostlina přezimuje ve formě listové růžice nebo děložního lístku a růst obnovuje brzy na jaře, kdy zároveň kvete a tvoří semena či plody. Už koncem jara, nejpozději začátkem léta rostlina svůj vegetační cyklus končí. Efemérní druhy rostlin bývají převážně subtilnějšího vzrůstu a na poli nejsou pro pěstovanou zemědělskou plodinu závažnou konkurencí. Mezi významné zástupce patří například huseníček rolní (*Arabidopsis thaliana*), rozrazil břechťanolistý (*Veronica hederifolia*), či penízek prorostlý (*Thlaspi perfoliatum*).

Typickými zástupci časně jarních plevelů jsou rostlinné druhy velmi časně setých jařin (jarní obilniny, luskoviny i širokořádkové plodiny). Pro tyto plevely není výjimkou, že vzchází i v průběhu vegetace. Pokud má počasí v zimě normální průběh, nedovedou toto období přečkat.

Do této skupiny patří například: hořčice rolní, ředkev ohnice (*Raphanus raphanistrum*), oves hluchý (*Avena fatua*) a truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*).

Mezi pozdně jarní plevely řadíme zejména teplomilnější druhy, které se začínají vyvíjet nejčastěji od konce dubna až začátkem května. Nejčastěji zaplevelují širokořádkové plodiny, nebo se dokáží prosadit v nezapojených porostech časně setých jarních plodin. Představitelé

jarních plevelů mohou na rozdíl od efemerních druhů vytvářet statnější rostliny, které po ve svých plodech nesou velký počet drobných semen, se středně dlouhou až dlouhou dobou dormance.

Do skupiny pozdně jarních plevelů můžeme zařadit:

- merlík bílý,
- ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*),
- bér sivý (*Setaria pumila*), atd.

Nejpočetnější skupinou plevelů jsou z hlediska druhové diverzity ozimé plevele. Zahrnují nejen přímo ozimé plevele, ale i druhy, k jejichž vzcházení dochází během celého vegetačního období. V případě, že vzchází na podzim, jsou schopné přečkat zimu ve formě listové růžice. Některé druhy mohou v případě příznivých zimních teplot i kvést.

Mezi vzrostlejší druhy patří svízel (*Galium aparine*), heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*) a chundelka metlice (*Apera spica-venti*).

K méně vzrostlým zástupcům této skupiny patří violka rolní (*Viola arvensis*), ptačinec prostřední (*Stellaria media*) nebo rozrazil perský (*Veronica persica*). Ozimé plevele lze najít nejen v ozimých plodinách, ale zaplevelují i pole okopanin, jařin a víceletých pícnin.

### 3.3.2. Plevelé rozmnožující se převážně generativně

Tato skupina rostlin zahrnuje druhy s dvouletým až víceletým životním cyklem. V prvním roce vytvoří listovou růžici a v tomto stádiu také přezimují (Mikulka, 1999). Během dalšího roku rostlina vykvete a vytvoří plody a semena. K plevelům s dvouletým životním cyklem patří například locika kompasová (*Lactuca serriola*) a bolehlav plamatý (*Conium maculatum*). Některé druhy rozmnožovací strategie střídají a množí se i částmi svých kořenů, tedy vegetativně.

Víceleté plevele představuje například šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*), či jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*) nebo pampeliška lékařská (*Taraxacum* sect. *Ruderalia*).

### 3.3.3. Vytrvalé plevele

Tyto rostlinné druhy kombinují obě formy rozmnožování, přičemž vegetativní způsob bývá častější. Při vegetativním (nepohlavním) způsobu rozmnožování se rostlina rozšiřuje podzemními či nadzemními orgány. Způsobu rozmnožování je odvislý od stanoviště.

Podle hloubky, do níž pronikají vegetativní orgány rostliny, rozděluje Škoda, 1998 vytrvalé plevele na:

- a) plevele mělčeji kořenící. Tyto druhy mají kořenový systém mělce uložený v ornici nebo na povrchu půdy. Díky tomu jsou citlivé na mechanické zpracování půdy. Patří sem druhy s plazivými kořenícími lodyhami, plevele s pevnými a tuhými oddenky,

plevele s měkkými a křehkými výběžky a plevle vytvářející hlízy, cibule a ztlustlé kořeny.

Druhy s plazivými a kořenujícími oddenky se rozmnožují pomocí lodyhy, na jejíž uzlinách vznikají nové kořenící rostliny. Mezi plevle rozmnožující se takto vegetativně se řadí mochna husí (*Argentina anserina*) i plazivá (*Potentilla reptans*), pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*) nebo popenec břechťanovitý (*Glechoma hederacea*).

Druhy s pevnými a tuhými oddenky bývají mělčeji kořenící rostliny. Oddenky jsou v půdě uloženy šikmo nebo vodorovně (Mikulka, 1999). Hlavním zástupcem těchto plevelů je pýr plazivý. Štrobach a Mikulka, 2021 uvádějí, že tuhé a pevné oddenky jsou typické i pro výběžkaté trávy, jakými jsou psárka luční (*Alopecurus pratensis*), lipnice luční (*Poa pratensis*), psineček výběžkatý (*Agrostis stolonifera*) nebo kostřava červená (*Festuca rubra*).

Plevle s měkkými a křehkými výběžky se díky zvýšené lámavosti snadno rozšiřují po pozemcích. Zástupcem druhu s křehkými oddenky je dobře regenerující máta rolní, která podle Štrobacha a Mikulky (2021) vytvoří novou rostlinu i z oddenku o velikosti tři centimetry. Druhy vytvářející hlízy, cibule a ztlustlé kořeny mají vegetativní orgány uloženy různě hluboko v půdě, a tak jejich šíření významně přispívá mechanizace. Tyto rostliny se objevují ve vlhčích porostech. Příkladem může být hrachor hlíznatý (*Lathyrus tuberosus*), nebo kamyšník širokoploďý (*Bolboschoenus planiculmis*) a kamyšník polní (*B. laticarpus*).

b) plevle hlouběji kořenící. Jedná se o druhy vytvářející oddenky a druhy tvořící kořenové výběžky.

Kořenová soustava hlouběji kořenících plevelů je uspořádána v systému svislých a vodorovných výběžků, což druhům umožňuje prorůstání hluboko do podorničí. Za nejvýznamnější zástupce hluboko kořenících plevelů je považován pcháč rolní, dále svlačec rolní (*Convolvulus arvensis*) a mléč rolní (*Sonchus arvensis*). Druhy hluboce kořenících rostlin vytvářející oddenky se od druhů tvořících kořenové výběžky odlišují článkováním podzemních stonkových výběžků. K těmto druhům patří podběl obecný (*Tussilago farfara*), rdesno obojživelné (*Polygonum amphibium*), bršlice kozí noha, nebo přeslička rolní (*Equisetum arvense*).

### 3.3.4. Plevle poloparazitické a parazitické

Poloparazitické plevle zahrnují zelené druhy, u nichž převažuje autotrofní výživa. Vodu a minerální látky čerpají od hostitele heterotrofně pomocí přísavných kořínků, které pronikají do pletiv hostitelské rostliny. K těmto plevelům lze zařadit zdravínek jarní (*Odontites vernus*), nebo dnes již vzácný kokrhel luštinec (*Rhinanthus alectorolophus*).

Parazitickým druhům plevle chybí kořenový systém a zelené barvivo chlorofyl. Tím jsou zcela odkázány na zelenou hostitelskou rostlinu, od které získávají veškeré látky potřebné pro svoji existenci. Parazitické plevle mohou vytvářet ovíjivé lodyhy bez listů, jako například kokotice jetelová (*Cuscuta epithimum*) a ladní (*Cuscuta campestris*), nebo lodyhy se šupinatými listy - záraza menší (*Orobanche picridis*) a žlutá (*Orobanche lutea*).

### 3.4. Rozmnožování plevelů

Reprodukce neboli rozmnožování představuje proces vzniku nových jedinců z mateřských rostlin. Plevel se mohou rozmnožovat dvěma způsoby: generativně (pohlavně) a vegetativně (nepohlavně). Řada druhů obě formy rozmnožování kombinuje v závislosti na podmínkách stanoviště.

#### 3.4.1. Generativní rozmnožování

Generativní rozmnožování se děje pomocí plodů a semen a vede ke vzniku populace geneticky odlišné od rodičů. Semena či plody vznikají po opylení, ke kterému dochází vlastní rostlinou (samosprašnost) nebo v případě cizosprašnosti pylem z jiné rostliny. Tento způsob rozmnožování umožňuje rostlinám rychleji reagovat na změny podmínek prostředí pomocí selekce (Jursík et al., 2018). Pohlavní rozmnožování s sebou nese pro rostliny výhody, zvláště v případě opylení pylem z jiné rostliny (cizosprašnost). Z tohoto důvodu se u rostlin vyvinuly mechanismy, které samosprašení zabraňují.

Produkce semen je velmi variabilní nejen mezi druhy, ale i mezi jedinci v rámci druhu. Menší množství větších semen produkují například druhy rozrazil břechťanolistý nebo bračka rolní (*Sherardia arvensis*). Vysokou produkcí drobných semen se vyznačuje merlík bílý a laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*), u kterých za příznivých podmínek může mateřská rostlina vytvořit až statisíce semen.

#### 3.4.2. Vegetativní rozmnožování

Vegetativní (nepohlavní) rozmnožování dává vzniknout jedinci geneticky identickému s rodičovskou rostlinou. Tento způsob šíření je velmi vhodný pro dlouhodobé obsazení prostoru (Jursík et al., 2018). Vegetativně šířící se plevel vytvářejí hustě zapojené porosty, ohniska, do nichž další druhy jen těžko pronikají. Ke vzniku nového jedince je zapotřebí často jen malá část vegetativního rozmnožovacího orgánu, která umožní vznik nové rostliny. Vegetativní rozmnožování se děje pomocí podzemních nebo i nadzemních výběžků, hlíz, hlízek a cibulí. Přestože vegetativní rozmnožování patří mezi doplňkové způsoby, může v některých případech (stanovištní podmínky) nabýt převahy nad generativním rozmnožováním (Mikulka et. al., 1999).

Mezi nejvýznamnější zástupce vegetativně rozmnožujících se plevelů patří pýr plazivý, hrachor hlíznatý, bršlice kozí noha, či pět'our malolbortný.

#### 3.4.3. Způsoby rozšiřování plevelů (disperze)

Rostliny během svého vývoje vyvinuly a disponují řadou způsobů, kterými mohou šířit svá semena a plody. To jim podle Jursíka et al. (2018) umožňuje kolonizovat nová území. (Jursík et al., 2018, Van der Pijl 1969 a Jehlík 1998) uvádějí následující způsoby disperze:

- autochorie-semena z mateřské rostliny vypadávají nebo jsou vystřelována. Tento způsob lze detailněji rozlišit na barochorii, kdy semena nebo plody vypadávají vlastní vahou (zemědělským lékařským), dále balochorii - vystřelování semen do okolí (pryšec

chvojka - *Euphorbia cyparissias*), blastochorii - rozmístování semen pomocí růstu plazivých lodyh (rdesno obecné, rozrazil) a herpochorii - využití osin, které se kroucením mohou zavrtávat do půdy. To je typické například pro ovsu hluchého (Jursík et al., 2018) .

- anemochorie-rozšiřování semen pomocí větru. Nejčastěji se takto šíří ochmýřené nažky (pampeliška, pcháč rolní). Anemochorní druhy se dokáží šířit na velké vzdálenosti od mateřské rostliny. Díky tomu dokáží své okolí rychle kolonizovat, přičemž vzdálenost rozšíření záleží na síle a proudění větru,
- zoochorie-rozšiřování semen a plodů za pomoci zvířat, a to buď v srsti za pomoci háčku nebo v zažívacím traktu zvířete,
- hydrochorie-rozšiřování semen pomocí vody
- antropochorie – šíření plevelů lidskou aktivitou. Umožňuje rozšíření na velké vzdálenosti, například spolu s osivem vysévaných plodin (speirochorie). Díky této speciální životní strategii se velká část jednoletých druhů plevelů morfologicky a ekologicky podobá pěstované rostlině – délkou životního cyklu, dobou vysemenění, výškou rostliny, a především velikostí a hmotností semen (Lososová et al., 2008). Tímto způsobem se s osivem obilnin šíří svízel pžitula nebo s jetelovinami široolisté šťovíky. Významným faktorem je doprava (*agorochorie*), a to jak železniční, tak silniční, která představuje potenciál pro nové možné invazní druhy (Jursík et al., 2018). Uvnitř pozemků a mezi nimi se mohou plevely šířit formou nečistot na zemědělské mechanizaci nebo statkovými hnojivy s obsahem živých semen. Tento způsob šíření semen se označuje jako ergasiochorie. Antropochorie má v procesu šíření polních plevelů významné místo.

Velká část rostlinných druhů kombinuje více druhů šíření.

### 3.5. Dormance semen a půdní zásoba

Dormance představuje klidový stav živých semen či plodů, kdy nejsou schopna díky sníženému metabolismu vyklíčit (Slavíková, 1986, Jursík et al., 2018). Jedná se o adaptační vlastnost rostliny, která optimalizací klíčení zvyšuje úspěšnost přežívání následující generace. Dormanci můžeme rozlišit na primární a sekundární.

#### 3.5.1. Primární dormance

Pro primární neboli vrozenou je typické, že semena bezprostředně po dozrání nejsou klíčivá. Pro ukončení klidového stavu je zapotřebí vystavit semena zvláštním podmínkám nebo stimulu. Může to být střídání teploty nebo delší chladné období. Objevuje se u druhů, které mají klíčení omezené na krátkou část sezóny (Mikulka et al., 1999).

#### 3.5.2. Sekundární dormance

Druhým typem dormance je sekundární neboli vyvolaná, která je spojená s genetickými dispozicemi a metabolickou reakcí semen na okolní podmínky.

Podle Jursíka et al. (2011) lze i tady najít několik typů dormance:



- termodormance (je vyvolána působením teplot),
- skotodormance (se objevuje po vícedenním umístění semen vyžadujících ke klíčení světlo, v temnu),
- fotodormance (může být vyvolána prodlouženou dávkou bílého či dlouhovlnného červeného světla)
- osmodormance (se objevuje při nedostatku vody ke klíčení).

Semena a plody plevelů se po dozrání a vysemenění dostávají v souvislosti se zpracováním půdy do jejích jednotlivých vrstev, kde mohou přežít různě dlouho. Tato semena vytváří půdní zásobu, označovanou jako banka semen (Jursík et al., 2011). Půdní semenná banka je nejvýznamnějším zdrojem zaplevelení na orné půdě.

Semena se do půdní semenné banky dostanou v každém roce, kdy dojde k jejich dostatečné produkci, a to nejen z místní populace, ale také přenosem z okolních ekosystémů. Díky tomuto mechanismu vzniká v půdě soubor semen různých vlastností, různého genetického původu a stáří.

Pro rozlišení délky životnosti semen byly vytvořeny různé klasifikace, přičemž nejpoužívanější je rozlišení semenné banky na tři typy (Thompson et al., 1997). První je přechodná banka, ve které diaspory vytrvávají dobu kratší než jeden rok. Ve druhém vydrží jeden až pět let a poslední typ představuje semena, která zůstávají v půdě zachována déle než pět let.

Dle Kohouta et al. (1996) do skupiny klíčivých ihned po dozrání patří vytrvalé hvězdnicovité, do skupiny s velmi dlouhou dormancí vytrvalé hluchavkovité a dormanci dlouhou mají mít rdesnovité a miříkovité. Velmi individuální délka klidu je u čeledi lipnicovité a brukvovité. Dormance může být prodloužena špatnými podmínkami v půdě.

### 3.6. Klíčivost a životnost semen

Semena z půdní banky mizí několika způsoby, přičemž klíčení představuje asi jen 3-6% semenáčků z celé půdní banky. Dále zásoba semen klesá díky mortalitě, která může být způsobena mnoha faktory, například ztrátě klíčivosti, poškození DNA znemožňující dělení a růst, nebo půdními mikroorganismy. Velkou část semen z půdy v agrosystémech zkonzumují predátoři (drobní hlodavci nebo ptáci), ale i bezobratlí (např. larvy střevlíků).

Semena různých druhů rostlin jsou kromě životnosti velmi variabilní, co se týká jejich tvaru, velikosti nebo struktury povrchu. Tyto vlastnosti ovlivňují možnost semene dostat se do půdy. Semena menší s hladkým povrchem mají výhodu, protože mohou lépe zapadnout do malých prostor mezi částičky půdy. Proto je většina semen v půdní semenné bance velmi malá (Kůrová, 2014). Drobnější semena jsou častěji přehlédnuta jejich konzumenty, a to z toho důvodu, že obsahují tak málo živin, že se nevyplatí vynakládat energii na jejich hledání. Významným faktorem vzniku půdní semenné banky je činnost některých půdních živočichů (např. žížal), které vytvářejí v půdě množství pórů.

Životnost semen výrazně ovlivňují půdní podmínky. V půdách s nedostatkem kyslíku si semena udržují delší životnost, naproti tomu v lehkých úrodných půdách ztrácí semena klíčivost mnohem dříve, některé druhy již po roce. Spolu s půdními podmínkami má významný

vliv na klíčivost i klima a hloubka uložení semen v půdě, což koresponduje s osevními sledy a použitou mechanizací.

Půdní prostředí dokáže u některých druhů životnost semene prodloužit. Určitá semena např. potřebují ke klíčení světlo (například u merlíku bílého, nebo šťovíku tupolistého, kterého je v půdě nedostatek. Jakmile se takové semeno dostane do půdy, buď uhyne, nebo musí „počkat“, až bude vyneseno na povrch a nastane vhodná příležitost vyklíčit. Zachování klíčivosti v půdě významně podporují stálé půdní podmínky, jako je menší kolísání teplot (Kůrová, 2014).

Procentuální zastoupení plodů a semen určitého druhu v půdní semenné bance se do určité míry promítá v zastoupení stejného druhu v aktuálním zaplevelení. Existuje zde velká variabilita v horizontálním a vertikálním rozvrstvení plodů a semen plevelů v půdě (Neischl, 2015).

Rozmanitost semenné banky v půdě jen částečně souhlasí s konkrétním spektrem nadzemních flóry (Hunková, Winkler, Demjanová, 2011).

### **3.7. Faktory ovlivňující plevelná společenstva**

#### **3.7.1. Vliv klimatické oblasti**

Klima (podnebí), které je dáno zeměpisnou polohou a nadmořskou výškou má jako půdotvorný faktor významný vliv na rostlinná společenstva. Z vlastností klimatu lze považovat za nejdůležitější teplotu a vlhkost, radiaci, popř. vítr. Teplotní bilance stanoviště je výrazně ovlivněna intenzitou slunečního záření a určuje spektrum druhů, které se budou na daném stanovišti vyskytovat.

Atmosférické srážky se jako ekologický faktor uplatňují nejen svým množstvím (ročním úhrnem), ale také formou a rozložením do jednotlivých vegetačních období. Srážky významným způsobem ovlivňují druhové složení plevelů, zda na daném stanovišti budou druhy vyžadující více srážek nebo naopak druhy snášející částečné období sucha (Moravec, 1994).

V posledních letech, kdy se zvyšuje průměrná roční teplota, dochází k šíření teplomilnějších druhů, jakým je například ježatka kuří noha, béry, laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*), laskavec zelenoklasý (*Amaranthus povellii*), lilek černý (*Solanum nigrum*), durman obecný (*Datura stramonium*) a celá řada dalších. Riziko invazí teplomilných druhů k nám stále stoupá (Mikulka, 2019).

I další projevy změny klimatu: nižší výskyt mrazů, rychlý nástup vysokých teplot na jaře nebo častější výskyt sucha ovlivňuje vzcházení, přežívání a možnosti uplatnění plevelů v porostech polních plodin (Holec, 2020).

#### **3.7.2. Vliv stanoviště**

Podle Jursíka et al. (2011) mají velký vliv na výskyt plevelů půdně-klimatické faktory. Každý plevelný druh je jinak citlivý k abiotickým faktorům stanoviště, jakými jsou nadmořská výška, orientace ke světovým stranám, pH půdy, podloží, obsahem živin atd., a nejlépe prospívá, pokud se tyto hodnoty pohybují okolo jeho optima. Některé z plevelů jsou k různým podmínkám tolerantní, další druhy jsou vázány na konkrétní podmínky.

Na vápnatých půdách v teplejších oblastech se daří např. hrachoru hlíznatému, knotovce noční, nebo pryšci drobnému (*Euphorbia exigua*). Kyselejší půdy vyhovují šťovíku menšímu (*Rumex*

*acetosella*), častěji se objevuje chrpa modrá a chundelka metlice (*Apera spica-venti*). Zamokřené a vlhké části polí mohou vyhovovat sítině žabí (*Juncus bufonius*), máte rolní (*Mentha arvensis*) nebo přesličky rolní (*Equisetum arvense*). Na suchých lehkých půdách s často menším obsahem živin se daří jetelu rolnímu (*Trifolium arvense*) a efemerním druhům, například osívce jarní (*Erophila verna*) nebo pomněnce malokvěté (Jursík et al., 2011). V půdách se zvýšeným obsahem živin se mohou uplatnit hořčice polní, peníze rolní, zemědělný lékařský. Za druhy, které dobře snášejí vyšší obsah dusíku v půdě, je považován merlík sivý (*Chenopodium glaucum*), lebeda lesklá (*Atriplex sagittata*) a širokolisté druhy šťovíku. Výskyt ostrožky stračky (*Consolida regalis*) může souviset se zásaditým typem půdy, zatímco medyněk měkký (*Holcus mollis*) indikuje půdy kyselé (Dvořák a Smutný, 2003). Půdní vlastnosti ovlivňují také klíčivost a životnost semen (kapitola 3.6).

### 3.7.3. Vliv zpracování půdy na plevele

Zpracování orné půdy patří mezi nejvýraznější opatření proti zaplevelení. Zpracování půdy ovlivňuje její vlastnosti, a to především fyzikální, ale i biologické a chemické (Winkler, 2022).

V průběhu existence zemědělství bylo zaplevelení často omezováno různými formami úhoru (Jursík et al., 2011). Za úhor je považována část pole ležící ladem.

Nepochybně nejstarší formou regulace plevelných druhů je jejich fyzické odstranění okopáváním nebo ručním vytrháváním. Způsoby zpracování zemědělské půdy se vyvíjejí a mění. Tento vývoj je dán novými konstrukcemi zemědělského nářadí a moderní technikou, ale také změnami v dalších metodách regulace plevelů.

Zpracování půdy má vliv na distribuci plodů a semen plevelů v půdním profilu, jejich vynášení do svrchní vrstvy a poškozování vegetativních orgánů vytrvalých druhů plevelů (Dvořák a Smutný, 2003). Pro regulaci plevelů je významná kvalitní podmínka, která umožňuje zaklopení vypadlých semen a poškození trvalých plevelů (pýr plazivý, pcháč rolní). Současně zabrání ztrátám na vlhkosti a umožní klíčení plevelů z povrchových vrstev (Mikulka et al., 1999). Zaklopení posklizňových zbytků zajistí hluboká orba, kdy současně dochází k přesunu kořenů, či výběžků plevelů do hlubší části orničního profilu, kde už nejsou schopné reprodukce. Podmínka a kultivace půdy mění půdní prostředí, které následně nepodporuje klíčení a vzcházení plevelů, nebo také méně často zastavují klíčení a přesouvají semena plevelů v půdním profilu. Semena uložená v půdní bance jsou následně intenzivněji narušována aerobními půdními mikroorganismy. Orba či hlubší kypření mají značný význam při tzv. samočisticích procesech v půdě. Prokypření vede k provzdušnění půdy a její mineralizaci. Jednotlivé plevelné druhy jsou různě citlivé k určitému typu mechanického narušení. Systémy využívající hlubokou orbu jsou bohatší na druhy s perzistentní zásobou semen v půdě, naproti tomu pozemky obhospodařované systémem mělkého zpracování půdy vytvářejí změny v druhovém složení plevelných společenstev ve prospěch druhů s krátkou životností v půdě (Jursík et al., 2011).

### 3.7.4. Vliv pěstované plodiny na výskyt plevelů

Podle Urbana a Šarapatky (2003) je biodiverzita plevelných druhů v polních podmínkách často ovlivněna pěstovanou plodinou. Osevní postupy významně zasahují do

struktury plevelných společenstev, protože komplikují reprodukci některých plevelných druhů (Mikulka et al., 1999).

V pěstovaných plodinách se dále podle Mikulky (2014) mohou objevovat nejen rostliny plevelné (pýr, pcháč, chrpa, laskavce, merlíky, rdesna aj.), ale také rostliny zaplevelující. Zaplevelující druhy představují rostliny pěstované, vyšlechtěné, které se objevují v plodinách jako příměs s osivem nebo se na pole dostávají během sklizně a rostou jako tzv. výdrol a zaplevelují následné plodiny. Mezi takové zaplevelující rostliny patří především řepka ozimá, slunečnice, obilniny, brambory, topinambur, ostropestřec mariánský aj.

V plodinách setých časně zjara, dochází k přemnožení jarních plevelů, jakými jsou například: hořčice rolní (*Sinapis arvensis*), nebo penízek rolní (*Thlaspi arvense*). Ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), merlík bílý (*Chenopodium album*) anebo pětour maloúborný (*Galinsoga parviflora*) se často objevují v jarních později zasetých plodinách. Svízel přítula (*Galium aparine*), heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*) a chundelka metlice (*Apera spica-venti*) patří mezi zástupce plevelů vyskytující se velmi často v ozimých plodinách (Jursík et al., 2018). Pampeliška lékařská (*Taraxacum sect. Ruderalia*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*) nebo šťovík tupolistý jsou častými plevele v porostech víceletých pícnin. V této vazbě plodiny a plevele tvoří výjimku vytrvalé plevele například pcháč oset (*Cirsium arvense*) nebo pýr plazivý (*Elytrigia repens*), které zaplevelují porosty ve všech pěstovaných plodinách.

Klasický střídavý osevni postup udržuje vyrovnaný poměr mezi ozimými a jarními plevele a mezi jednoděložnými a dvouděložnými druhy. Jakýkoliv posun ve struktuře osevniho sledu ve prospěch obilnin či ve prospěch ozimých nebo jarních plodin má za následek rychlou reakci plevelných společenstev (Mikulka et al., 1999).

### **3.8. Dlouhodobé změny druhové spektra plevelných druhů na zemědělské půdě**

Historie plevelů je neodmyslitelně spojena s lidskou činností (Winkler, Děkanovský, 2023). Člověk svou činností a vznikem polí vytvořil prostor pro četné rostliny, zvláště pak jednoleté druhy, aby osídlily nově vytvořená stanoviště a vyvinuly se jako plevele (Otýpková, 2006). Plevle tak doprovází kulturní rostliny od počátků zemědělské aktivity člověka. Společenstva rostlin na orné půdě, tzv. agrofytocenózy nejsou neměnná, ale podléhají dynamickým změnám nejen v zastoupení plevelných druhů i v jejich početnosti (Jursík et al., 2018).

V minulosti byla plevelná společenstva druhově velmi bohatá a vyrovnaná. Na polích konkurovaly pěstovaným plodinám i mezi sebou navzájem desítky plevelných druhů. Druhová rozmanitost a poměrná stabilita plevelných společenstev znamenala, že se v dlouhých časových obdobích druhové spektrum plevelů a jejich poměr výrazně neměnil (Mikulka, Štrobach, 2021). Do dynamiky agrofytocenóz kromě zpracování půdy výrazně zasahují zvolené osevni postupy, hnojení, nebo ošetřování rostlin během vegetace. Zároveň do agrofytocenóz stále pronikají nové druhy. Vyloučit nelze ani reakce plodin i plevelů na změny klimatu. Plevelné rostliny se

tak v průběhu času přizpůsobovaly nejen přírodním podmínkám, ale i měnícím se technologiím zpracování půdy.

Tyto vlivy vytvářely selekční tlak v agroekosystémech, na který plevelé reagovaly různými způsoby. Dekker (2017) uvádí jako důvody úspěšnosti plevelů například vznik genetických variant v rámci druhu, dále somatický polymorfismus nebo schopnost obsadit různá stanoviště. Podle Crawley (1997), je pěstování plodin z pohledu ekologické stability nepřirozeným jevem. Druhy, které se změnám v pěstování plodin a zpracování půdy nedokázaly přizpůsobit, postupně z agrofytocenóz mizely. Některé druhy zmizely již dávno, některé teprve v posledních letech. Jedním z takových druhů je například koukol polní (*Agrostemma githago*).

Pokud jde o informace o aktuálním počtu plevelných druhů, Mikulka a Štrobach (2021) uvádějí, že počet druhů v rostlinných společenstvech polí a luk se v posledních desetiletích snížil. Není určitě náhodou, že celá řada polních plevelů se dostala i do Červené knihy vzácných a ohrožených druhů rostlin a živočichů ČR a SR, například hlaváček plamenný (*Adonis flammea*), nepatrnc pískomilný (*Aphanes australis*), prorostlík okrouhlolistý (*Bupleurum rotundifolium*), lnice rolní (*Linaria arvensis*) a další (Čeřovský et al., 1999).

Největší změny v agrofytocenózách se datují od druhé poloviny minulého století a souvisí s intenzifikací zemědělství a použitím herbicidů, se změnami osevních postupů, novými postupy obdělávání půdy a vylepšením systému čištění osiva (Hilbig a Bachthaler, 1992).

Používání herbicidů vytvořil dlouhodobý a velkoplošný selekční tlak, který významně ovlivnil druhovou skladbu plevelů (Fryer, Makepeace, 1977). Nejprve došlo k ústupu na herbicidní přípravky citlivých druhů (hořčice rolní, ředkev ohnice, penízek rolní, kokoška pastuší tobolka aj.) a postupnému šíření jednoděložných plevelů (oves hluchý, chundelka metlice) a dalších dvouděložných plevelů (heřmánkovec nevonný, rozrazil perský, hluchavka objímavá) zůstala intenzita zaplevelení stejná, případně vzrostla (Mikulka, Štrobach, 2017).

Milníkem pro české zemědělství byl rok 1989, kdy v kontextu politických změn začala restrukturalizace zemědělství. Rozpadem jednotných zemědělských družstev, přechodem k soukromým zemědělským subjektům a přistoupením ČR k EU došlo ke snížení intenzity českého zemědělství. To se projevilo změnami v technologiích zpracování půdy, snížením počtu pěstovaných plodin i poklesem stavu hospodářských zvířat. Tyto aspekty měly významný vliv na stav plevelných společenstev v současné době.

Snížená intenzita zpracování půdy podporuje vytrvalé a víceleté plevelé (pcháč rolní, pýr plazivý, pampeliška) a jednoleté trávovité druhy (Jursík et al., 2018).

90. léta minulého století jsou také spojena se vstupem ekologického hospodaření do zemědělského prostoru ČR. Největší rozvoj ekofarem se odehrál počátkem 90. let a následně v roce 1998, kdy byly zemědělcům znovuotevřeny dotační tituly pro ekologické hospodaření (Šarapatka a Urban, 2003).

### 3.9. Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství je u nás i v Evropě uznávanou metodou stanovenou zákonem (Urban, Šarapatka, 2006). „Ekologickým zemědělstvím rozumíme zvláštní druh zemědělského hospodaření, který dbá na životní prostředí a jeho jednotlivé složky stanovením omezení či zákazů používání látek a postupů, které zatěžují, znečišťují nebo zamožují životní prostředí

nebo zvyšují rizika kontaminace potravního řetězce, a který zvýšeně dbá na vnější životní projevy a chování a na pohodu chovaných hospodářských zvířat.“ (zákon č. 242/2000 Sb.).

Legislativní definici ekologického zemědělství uvádí Nařízení rady (ES), (2007) ve článku 2 Nařízení Rady (ES) č. 834/2007 ze dne 28. června 2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) 2092/91. Termín „ekologické zemědělství“ je nahrazen termínem „ekologická produkce.“

Na ekologické zemědělství lze nahlížet jako na systém využívání půdy, který se snaží minimalizovat negativní dopady na životní prostředí, jakými je ztráta biodiverzity, únik živin a degradace půdy (Stein-Bachinger et al., Lori et al., 2017)

Podle Petra a Dlouhého (1992) je cílem ekologického zemědělství vznik ekologicky a biologicky vyváženého společenství složeného ze silné kulturní plodiny a plevelných rostlin s nízkou produkcí biomasy.

Podle Dlouhého a Urbana (2011) vzniklo ekologické zemědělství jako reakce na problémy, způsobené zemědělstvím industriálním a jeho principy se zakládají na:

- morální povinnosti a odpovědnosti zemědělce provozovat zemědělství takovým způsobem, aby se kulturní krajina stala harmonickou součástí přírody,
- zákazu používání umělých hnojiv a chemických pesticidů,
- maximálním ohledu na biologické a ekologické aspekty a snaze o využívání především místních zdrojů a přírodních podmínek,
- snaze o vytvoření pestré obytné kulturní krajiny druhově bohaté, s genetickou rozmanitostí uvnitř druhů a se zajištěnými možnostmi pro všechny živé organismy,
- snaze o úpravu systému chovu zvířat tak, aby byl co možná nejvíc přizpůsobený jejich přirozenému chování a přirozeným životním potřebám,
- snaze o trvalé zachování přirozené úrodnosti půdy,
- hospodárném využívání přírodních zdrojů tak, aby nedocházelo k negativnímu ovlivňování životního prostředí,
- snaze o snížení vstupů na nezbytné minimum, maximální recirkulaci a minimální ztráty živin.

### **3.9.1. Plevel v ekologickém zemědělství**

Režim ekologického zemědělství vytváří pro plevele odlišné podmínky než režim konvenční, což dává prostor pro přežití širšímu spektru plevelných druhů, a tím jsou lépe eliminovány dominantní druhy plevelů (Winkler, 2020). Ve výsledku jsou značné rozdíly mezi ekologickým a konvenčním způsobem hospodaření nejen z hlediska druhové diverzity, ale i intenzity zaplevelení. Pro regulaci plevele v přijatelných intencích uplatňuje ekologické zemědělství zásady správných osevních postupů a agrotechnické zásahy, které udržují pestřejší druhové spektrum plevelných rostlin. Šetrné postupy spolu se zákazem chemické likvidace plevelů napomáhají obnově přirozených půdních a vodních ekosystémů s kladným dopadem na obnovu biodiverzity důležité také pro regulaci chorob a škůdců v agroekosystémech (Urban, Šarapatka, 2003).

Václavík (2006) uvádí, že v ekologickém zemědělství existují tři faktory, ovlivňující druhovou rozmanitost.

Jedná se o: - absenci chemických postřiků a hnojiv,  
- zachování a šetrné zacházení okrajových částí pole a nevyužívaných ploch,  
- využívání smíšeného zemědělství.

Dále uvádí, že druhový výskyt doprovodných rostlin je zde o 57% větší a 2x častější je výskyt vzácných a ohrožených druhů plevelů. Některé mohou být nalezeny pouze na polích v režimu ekologického zemědělství.

### **3.9.2. Metody regulace plevelů v EZ**

Regulace plevelných rostlin je historicky přirozenou součástí všech pěstitelských postupů. V průběhu času procházely významným vývojem od ručního pletí či okopávky až po chemické metody užívané v současnosti (Kasal, 2020). V souladu s principy ekologického zemědělství, není k produkci v tomto systému dovoleno používat k regulaci plevelů syntetické herbicidy. Ekologické zemědělství tak reguluje plevele kombinací nepřímých (preventivních) a přímých metod.

#### **3.9.2.1. Preventivní (nepřímé) metody regulace plevelů**

Nejdůležitější jsou preventivní (nepřímé) metody regulace vycházející z důsledného dodržování správných agrotechnických zásad a postupů (Chauhan et al, 2012). Tyto postupy zabráňující přemožení jednotlivých druhů plevelů vyžadují pravidelné a dlouhodobé používání.

K nepřímým opatřením řadíme výběr pozemku, vhodný osevňovací postup, zpracování půdy nebo např. používání čistých osiv. Uvedená opatření přispívají k eliminaci plevelných rostlin dříve, než se na pozemku objeví.

##### **Osevňovací postup:**

Vytvoření a dodržování dobrého osevňovacího postupu (jak struktury plodin, tak i jejich střídání) je základním, principiálním postupem ekologického zemědělce. Velmi důležitá je i pestrost osevňovacích postupů (Urban, Šarapatka 2003).

V osevňovacích postupech se doporučuje střídat plodiny s odlišnými biologickými vlastnostmi: tedy plodiny s delší a kratší vegetační dobou, mělce kořenící s hluboko kořenícími, úzkolisté se širokolistými, méně a více náročné na vláhu, obohacující půdu dusíkem s plodinami náročnými na dusík, nebo s odlišnou náročností na přípravu půdy před setím a sázením.

Střídání ozimých a jarních plodin, plodin s rychlým a pomalým počátečním vývojem nebo hluboce kořenící s mělce kořenícími rostlinami přináší dynamiku do agrofytocenóz.

V současné době je za nejefektivnější klasický osevňovací postup považován postup z Anglie, známý jako Norfolk, který spočívá v pravidelném střídání těchto plodin: jetel, ozim, okopanina, jař.

Zpracování půdy a jeho vliv na plevelné rostliny:

Zpracování půdy je jedním ze základních prostředků používaných pro regulaci plevelů (Winkler, 2022).

Podmítka, vláčení a orba představují základní techniky mechanického zpracování půdy. Podmítka, která by měla následovat bezprostředně po sklizni, umožňuje zaklopení vypadlých semen a poškození vytrvalých plevelů. Mezi další cíle podmítky patří narušení kapilarity, a tím omezení výparu vody. (Winkler, 2020). Kvalitní podmítka a následné ošetření půdy (válení) zásadně omezuje výdrol sklizených plodin.

Vláčení představuje důležitý krok v redukci vzešlých semen plevelů, která se tak zničí a současně dochází ke stimulaci vzházení dalších semen. Vláčení umožňuje a provzdušnění prokypření povrchové vrstvy ornice, pohyb vláhy a rozbití hrud.

Orba působí na plevele přímým (mechanickým) účinkem hubení a nepřímým účinkem, jenž se uplatňuje při „očišťování“ půdy od plevelů a semen. Podporuje rovněž klíčení a vzházení, a tím i snižování půdní zásoby rozmnožovacích orgánů plevelů (Urban, 2003). Za nejefektivnější je považována podzimní orba, která zapraví zbytky strniště, vzešlých plevelů a vývojová stadia hmyzu. Pozdní jarní orba před plodinami s pozdním setím (např. před pohankou nebo prosem) má vliv na vytrvalé plevele.

Správné zpracování půdy včetně úpravy její struktury a pórovitosti, která ovlivňuje mimo jiné také vodní a vzdušný režim v půdě a její biologické vlastnosti (Škoda, 1998).

#### Čistota osiva

Čistota osiva má na výskyt plevelných rostlin nezanedbatelný vliv. Příměsi v osivu znamenají zvýšenou možnost zaplevelení pozemku a zavlečení nového druhu, který na daném pozemku dosud nerostl. Příkladem plevelných druhů, které se v posledních letech rozšířily spolu s osivem po celé ČR, jsou svízel přítula oves hluchý (*Avena fatua*), šťovík tupolistý, ježatka kuří noha, některé druhy laskavců, sveřepů apod. (Kohout, 1997).

#### Statková hnojiva

I v ekologickém zemědělství je nutné udržovat vyrovnaný stav živin v půdě (Urban, 2003). Velká množství plevelných druhů mohou být v podobě semen na pole šířena nesprávně ošetřenými statkovými hnojivy. Je proto důležité, aby použitá chlévská mrva byla náležitě vyzrálá. Chlévský hnůj se považuje za bezplevelný po 6-8 měsících zrání, nesmí se ale nacházet na poli ve formě tzv. polního hnojiště, obrostlé vyzrálými plevele (Kohout, 1997).

Během procesu zrání dochází ke ztrátám klíčivosti semen plevelů, což souvisí s dlouhodobým působením vyšších teplot, amoniaku a organických kyselin.

#### 3.9.2.2. Přímé metody regulace plevelů

Pracovní postupy, prováděné na pozemcích s cílem regulovat zaplevelení porostů plodin lze rozdělit na metody mechanické, fyzikální, biologické a chemické (Jursík et al., 2011). Úspěšnost přímých mechanických zásahů závisí na načasování a je třeba je provést ve správné vývojové fázi plevele i kulturní rostliny (Kasal, 2020).



### Mechanické metody

Mechanická regulace je jakýkoliv zásah do porostu se záměrem hubení vzešlých plevelů plečkováním, vláčením nebo jiným způsobem. Mechanické metody se vzájemně doplňují, či opakují. Mezi mechanické metody patří např. i sečení plevelů na nezemědělské půdě (Kasal, 2020).

### Fyzikální metody

Fyzikální (termické) metody regulace využívají teplotu, ultrazvuk, elektromagnetické záření, nebo laser. Tyto metody bývají velmi účinné, ale energeticky a finančně náročné. Nejčastěji je využívána regulace termická, kdy jsou rostliny zahřívány plamenem na teplotu cca 60-70 °C, tím dochází k částečné koagulaci bílkovin v buňkách a plevel do několika dní zaschne (Jursík et al, 2018). Za fyzikální metody lze také označit mulčování, stínění (zakrytí půdy netkanou textilií) a mulčování např. kompostem, rašelinou nebo slámou.

### Biologické a biotechnologické metody

Biologické metody spočívají v záměrném využívání negativních interakcí mezi rostlinami (plevely) a jejich živočišnými škůdci. Do biologických metod patří i využití konkurenceschopnosti a alelopatické schopnosti plodin. Při biologické ochraně nedojde k likvidaci daného hostitele, ale k omezení jeho množství (Jursík et al., 2018). Podle Urbana (2003) nejsou biologické metody jako ochrana proti plevelům v ekologickém zemědělství zatím příliš používány.

## 9.3. Další zdroje zaplevelení mimo polní kultury

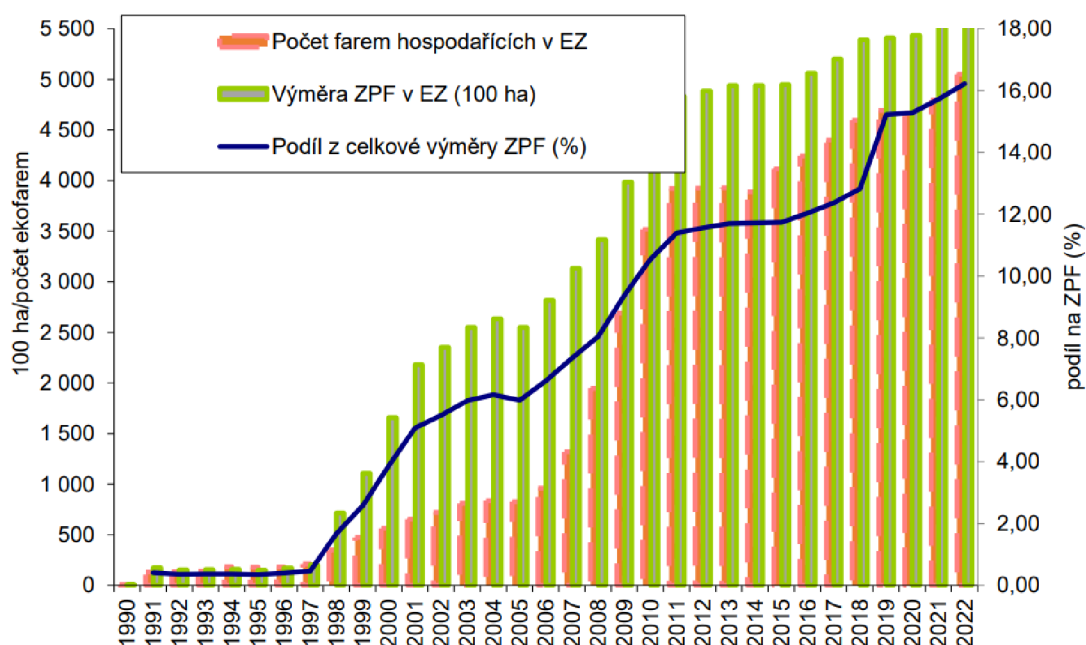
Plevelné rostliny se do polních systémů neustále šíří i z okolí. Významným zdrojem plevelů mohou být příkopy a stará hnojiště. Zde se daří druhům s vysokou produkcí semen, jako jsou merlíky nebo laskavce. Plody a semena plevelů se odtud šíří větrem, vodou a jinými cestami na zemědělskou půdu. Dalším zdrojem semen plevelných druhů bývají neudržované pozemky a louky v okolí pole s pěstovanou plodinou (Urban, Šarapatka, 2003). Z těchto lokalit se nejčastěji šíří druhy přenášené větrem jako je pampeliška, pcháč oset, bodlák obecný (*Carduus acanthoides*) nebo locika kompasová.

Dalším možným zdrojem zaplevelení mohou být zbytky hlíny se semeny plevelů, oddenků a zbytků rostlin na použitém nářadí.

## 3.10. Ekologické zemědělství v ČR

V České republice činí aktuálně ekologicky obhospodařovaná zemědělská plocha 16,22% (stav k 31. 12. 2022, graf 1). Ke stejnému datu hospodařilo ekologicky dle údajů z Registru ekologických podnikatelů (REP) 5 050 ekofarem, a to na celkové výměře 575 464

ha. Počet ekofareem narostl meziročně o 5,3 %, to je o 256 fareem. Plochy obhospodařované ekologickými zemědělci meziročně vzrostly, a to o cca 17 340 ha, což představuje 3,1%.



Graf 1: Vývoj celkové výměry půdního fondu v EZ, počtu fareem a podílu na celkovém ZPF (1990–2022). Dostupné z: <https://1url.cz/huP54>

Pozn.: Od roku 2019 jsou do výměry ZPF v ČR i do výměr v EZ započítávány pouze plochy v rámci LPIS. Zdroj: MZe a REP (údaje vždy k 31. 12. daného roku); vlastní výpočty ÚZEI.

Meziroční srovnání ukazuje oživení vývoje ekologického zemědělství po stagnaci v letech 2019 a 2020. Počet fareem registrovaných v režimu EZ vzrostl o 256 fareem, podobným tempem vzrostla také celková výměra ploch ekologicky hospodařících (o 17 300 ha).

### 3.10.1. Struktura půdního fondu v EZ v roce 2022

V roce 2021 došlo k navýšení výměry orné půdy v EZ o 9,1 tis. ha, což představuje nárůst 8,9%. Také u trvalých travních porostů došlo k nárůstu, v tomto případě o více než 8,3 tis. ha, tedy o 1,9%.

V případě trvalých kultur přetrvává stagnace nebo mírný pokles výměry. V roce 2022 došlo k meziročnímu poklesu ploch trvalých kultur, cca o 191 ha. Poklesla také výměra intenzivních a ostatních ovocných sadů v rámci trvalých kultur, a to o 8,5%, tedy o 302 hektarů. V případě vinic došlo k nárůstu plochy o 2,6%, což představuje 27,8 ha (ÚZEI, 2023).

#### Velikostní struktura ekofareem

Česká republika patří v konvenčním i ekologickém zemědělství k zemím s nejvyšší průměrnou velikostí zemědělských podniků. ČR má v rámci Evropské unie po Slovensku (311

ha) druhou největší průměrnou velikost ekofarem, to 116 ha (v roce 2022). Výměrou nad 100 ha disponuje ještě Estonsko, Švédsko a Litva. Průměr pro EU je 58 hektarů.

### **3.10.2. Ekofarmy z pohledu regionálního rozmístění**

Hlavními oblastmi ekologického zemědělství (EZ) v České republice jsou tradičně méně příznivé horské a podhorské oblasti ČR. Krajem s největším podílem ekologické půdy k celkové zemědělské výměře je Jihočeský kraj. Následují kraje Plzeňský, Moravskoslezský, Karlovarský a Ústecký. Z hlediska výměry EZ je dlouhodobě nejvýznamnější oblastí Jihočeský kraj. V těchto pěti krajích se v roce 2022 nacházelo téměř 60 % ploch v ekologickém režimu. Kraj Karlovarský dlouhodobě zůstává na prvním místě v nejvyšší průměrné velikosti ekofarem – v roce 2022 byla v tomto kraji průměrná velikost ekofarmy 221 ha.

Pro české biochovy je charakteristický extenzivní chov masného skotu, ovcí a koz. Na trhu se mezi produkty EZ nejčastěji objevuje maso, mléko a mléčné výrobky.

Hlavními plodinami na orné půdě byly v roce 2022 podobně jako v předchozích letech obiloviny (45,0 %) a pícniny (40,3 %).

### **3.10.3. Postavení ČR v rámci EU**

ČR patří mezi patnáct zemí světa s nejvyšším podílem ekologicky ošetřovaných ploch v porovnání s celkovou výměrou zemědělské půdy. V Evropské unii zaujímá ČR páté místo po Rakousku, Estonsku, Švédsku a Itálii. V souladu s Akčním plánem ČR pro rozvoj ekologického zemědělství v letech 2021–2027 by plocha zemědělské půdy obhospodařované ekologicky měla do tří let vzrůst na 22 %. Vzrůst má současně i výměra orné půdy v ekologickém zemědělství a spotřeba biopotravin.

## **4. Metodika**

### **4.1. Popis lokality**

Pro účely diplomové práce byl vytipován zemědělský podnik hospodařící v režimu ekologického zemědělství a disponující pozemky se sledovanými plodinami.

BIOFARMA KARLÍN s.r.o. se nachází nedaleko Kolína v katastru obce Volárna. Název nese po staré hospodářské usedlosti Dvůr Karlin, která se zde v 19. století nacházela. Společnost aktuálně hospodaří na 630 ha zemědělské půdy, z toho je cca 530 ha orná půda. Biofarma je zařazena do systému ekologického zemědělství. V Bio režimu či v přechodném období jsou certifikovány všechny pěstované plodiny. V souladu s principy ekologického zemědělství je úrodnost půdy udržována hnojením chlévským hnojem, zaoráváním slámy, rostlinných zbytků a zeleným hnojením. Na veškeré orné půdě je každoročně prováděna hluboká orba. Pro zásev jsou voleny odrůdy vhodné pro ekologické zemědělství. Jedná se o nenáročnou odrůdu, odolnou proti chorobám, škůdcům a nepříznivým podmínkám. K likvidaci malých plevelů jsou vzešlé porosty plečkovány prutovými branami. V osevním postupu se střídají ozimé a jarní plodiny. Do osevních sledů jsou pravidelně zařazovány luskoviny

a jeteloviny. V rostlinné výrobě se společnost orientuje na obiloviny, zejména na méně náročné obiloviny vyššího vzrůstu, jako je žito, pšenice špalda, triticales, ozimý ječmen a oves. Vedle ovsu setého je pěstován i oves nahý pro potravinářské účely a pohanka. Luskoviny (hrách, bob, lupina a vikev) jsou pěstovány na zrno. Jeteloviny, hlavně vojtěška je používána k výrobě senáží a sena pro chovaný skot. Biofarma má dobré zkušenosti s pěstováním čiroku na výrobu biosenáže. V některých letech je z ostatních plodin pěstována hořčice a kmín.

Nedílnou součástí rostlinné výroby je i semenářství. Biofarma pro smluvní společnosti množí osivo vyšších stupňů množení a v rámci ekologického pěstování vyrábí bio osivo pro další ekologicky orientované farmy. Od roku 2012 je zde produkce osiva jetele. Společnost množí osivo vojtěšky, osivo ozimého ječmene a žita a v budoucnu je v plánu množení osiva pohanky a hořčice. Množí se zde i osivo trav (jílek, kostřava).

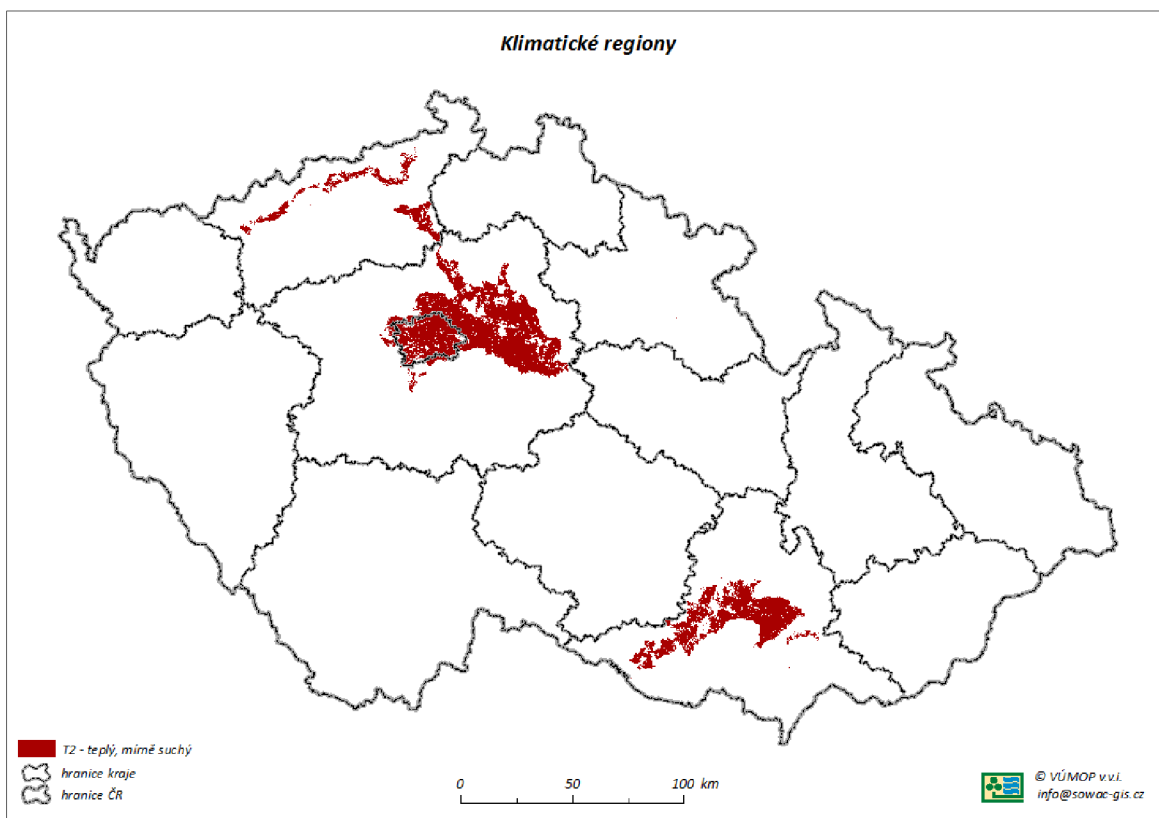
V živočišné výrobě je biofarma zaměřená na chov masných plemen skotu bez tržní produkce mléka. Zejména se jedná o plemena Siementál a Limousine.

## **4.2. Klimatické podmínky sledovaných ploch**

Ekofarma Karlín hospodaří ve Středočeském a Pardubickém kraji. Všechny sledované pozemky se nacházejí v okrese Kolín. Území spadá do klimatické jednotky T2 - teplá, mírně suchá.

Charakteristiky teplé oblasti T2 (teplá, mírně suchá):

- suma teplot nad 10°C: 2600-2800
- průměrná roční teplota °C: 8-10
- průměrný roční úhrn srážek v mm: 500-600
- pravděpodobnost suchých vegetačních období v %: 20-30
- vláhová jistota ve vegetačním období: 2-4

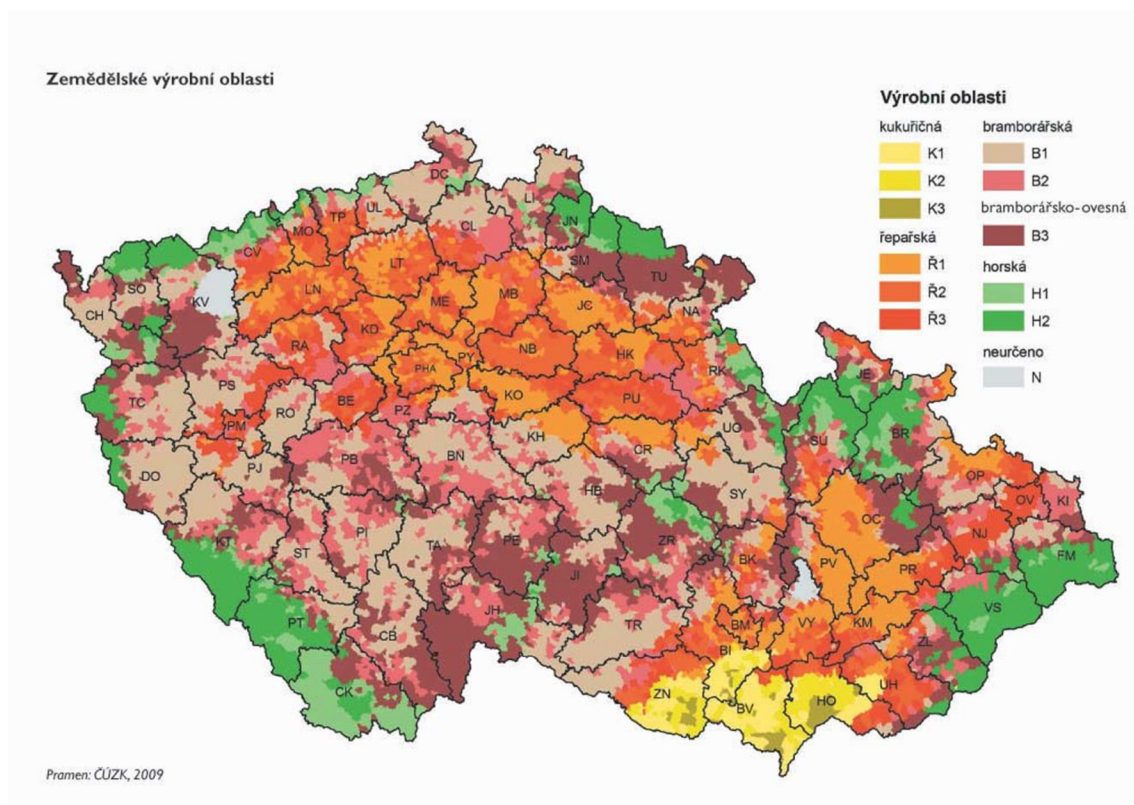


Obr. 1. Mapa klimatických regionů ČR. (Zdroj: VÚMOP, 2024)

### 4.3. Zemědělská výrobní oblast

Podle agroekologických a ekonomických předpokladů je veškerá zemědělská půda v ČR rozdělena na čtyři výrobní typy a jedenáct podtypů: zemědělských výrobních oblastí. Mapu klimatických regionů s vyznačením T2 oblasti lze vidět na Obr. 1.

Oblast, ve které byly pořízeny vegetační snímky pro potřeby diplomové práce, je zařazena jako řepařská, typ řepařsko-obilnářský, členící se na podtyp Ř1, Ř2 a Ř3. Oblast má vhodné předpoklady pro pěstování obilovin a cukrové řepy. Kromě Polabí lze řepařskou oblast najít v Hornomoravském úvalu.



Obr. 2 Mapa zemědělských výrobních oblastí.

(Zdroj: Situační a výhledová zpráva Půda 2009. MZe, 2010).

Klíčové charakteristiky řepařské výrobní oblasti:

- nadmořská výška mezi 250-350 m n. m
- reliéf rovinný až mírně zvlněný
- průměrná roční teplota 8-9 °C
- průměrné roční srážky 500-650mm
- hlavní půdní typy jsou černozemní a hnědozemní půdy na spraších a sprašových hlínách, nivní půdy
- zornění větší než 80% s nízkým zastoupením trvalých kultur (cca 9%)
- hlavními plodinami jsou cukrovka, pšenice, sladovnický ječmen, kořenová zelenina, chmel, rané brambory, mák a řepka.

#### 4.4. Fytcenologické snímky a jejich vyhodnocování

Hodnocení plevelného spektra jarních a ozimých obilnin a luskovin v režimu ekologického hospodaření se uskutečnilo v období od konce května do začátku července 2022. V tomto období byl porost ve fázi plné až končící vegetace. Výběr pozemků pro sběr vegetačních snímků byl konzultován s agronomkou Biofarmy Karlín Ing. Magdalénou Enžlovou. U vytipovaných polí byla zjištěna předplodina. Sledováno bylo 5 polí s jarními obilovinami, 5 polí s ozimými obilovinami a 5 polí s luskovinami. Vlastnímu sběru dat předcházelo seznámení s dostupnými údaji o pozemku a terénu v aplikaci LPIS (Tab. 1).

Tab. 1: Tabulka plodin a předplodin sledovaných polí.

	snímek	čtverec	kód	obec	plodina	předplodina
<b>jarní obiloviny</b>	j.o.1	700-1050	3608/2	Klášt. Skalice	ječmen jarní	pšenice špalda
	j.o.2	690-1060	8101/4	D. Chvatliny	ječmen jarní	pšenice špalda
	j.o.3	700-1060	301/122	Zásmuky	ječmen jarní	pšenice ozimá
	j.o.4	700-1060	3302/01	Zásmuky	oves nahý	pšenice ozimá
	j.o.5	690-1050	4001/1	Velim	ječmen jarní	oves nahý
<b>oz. obiloviny</b>	z.o.1	680-1040	5903	Volárna	ječmen ozimý	oves nahý
	z.o.2	700-1060	0001/22	Malotice	pšenice špalda	pšenice ozimá
	z.o.3	680-1050	6001	V. Osek	žito ozimé	vojtěška
	z.o.4	680-1040	5803	V. Osek	pšenice špalda	oves nahý
	z.o.5	680-1050	6006	V. Osek	pšenice špalda	bob polní
<b>luskoviny</b>	lusk.1	700-1060	0102/2	Toušice	bob polní	žito ozimé
	lusk.2	700-1060	1004	Toušice	bob polní	pšenice špalda
	lusk.3	700-1060	4101/2	Malotice	bob polní	pšenice ozimá
	lusk.4	680-1040	5902	Volárna	bob polní	pšenice ozimá
	lusk.5	680-1040	5908	Volárna	bob polní	ječmen ozimý

Na jednotlivých polích byla vždy odhadnuta plocha o velikosti cca 10x10 m, a to jak na jeho okraji, tak v centru. Uvnitř ploch byla následně provedena evidence plevelných druhů a pomocí devítičlenné Braun-Blanquetovy stupnice početnosti a pokryvnosti (Braun-Blanquet, 1964) odhadnuta procentuální pokryvnost jednotlivých druhů (Tab. 2). Získané údaje o pokryvnosti byly zaznamenávány do připravené tabulky. Současně bylo zaznamenáno číslo snímku, BBCH plodiny, pokryvnost plodiny v %, datum a údaje o pozemku: nadmořská výška a GPS. Pro statistické vyhodnocení získaných dat byly hodnoty Braun-Blanquetovy stupnice početnosti a pokryvnosti převedeny na ordinální škálu, aby mohly být zpracovány prostřednictvím mnohorozměrné analýzy (Tab. 2). Botanická nomenklatura byla upravena dle Kubáta (2002).

Tab. 2: Devítičlenná Braun-Blanquetova stupnice pokryvnosti a početnosti. (Zdroj: Příroda.cz, 2024) a převody hodnot Braun-Blanquetovy stupnice početnosti a pokryvnosti použité pro mnohorozměrné analýzy (Van der Maarel, 1979).

Stupeň	Zastoupení druhu	Převody použité pro mnohorozměrné analýzy
r	druh velmi vzácný	1
+	pokryvnost nižší než 1%	2
1	pokryvnost 1–5%	3
2m	pokryvnost okolo 5%	4
2a	pokryvnost 5–15%	5
2b	pokryvnost 15–25%	6
3	pokryvnost 25–50%	7
4	pokryvnost 50–75%	8
5	pokryvnost 75–100	9

Data druhového složení byla zpracována v programu CANOCO 5 metodami mnohorozměrné analýzy (ter Braak & Šmilauer 2018). Nejdříve byla prostřednictvím DCA (detrendovaná korespondenční analýza) zjištěna délka nejdelších gradientů v druhovém složení



a na tomto základě poté provedeny další analýzy zohledňující vliv proměnných prostředí. Vzhledem ke krátkým gradientům byly použity lineární ordinační techniky – analýza hlavních komponent (PCA) a redundanční analýza (RDA). Jako vysvětlující proměnné prostředí byly použity typ plodiny (luskoviny, jarní obilniny, ozimé obilniny) a umístění snímku (okraj a centrum porostu). Statistická významnost byla testována Monte-Carlo permutačním testem (999 permutací). Byly vytvořeny ordinační diagramy.

## 5. Výsledky

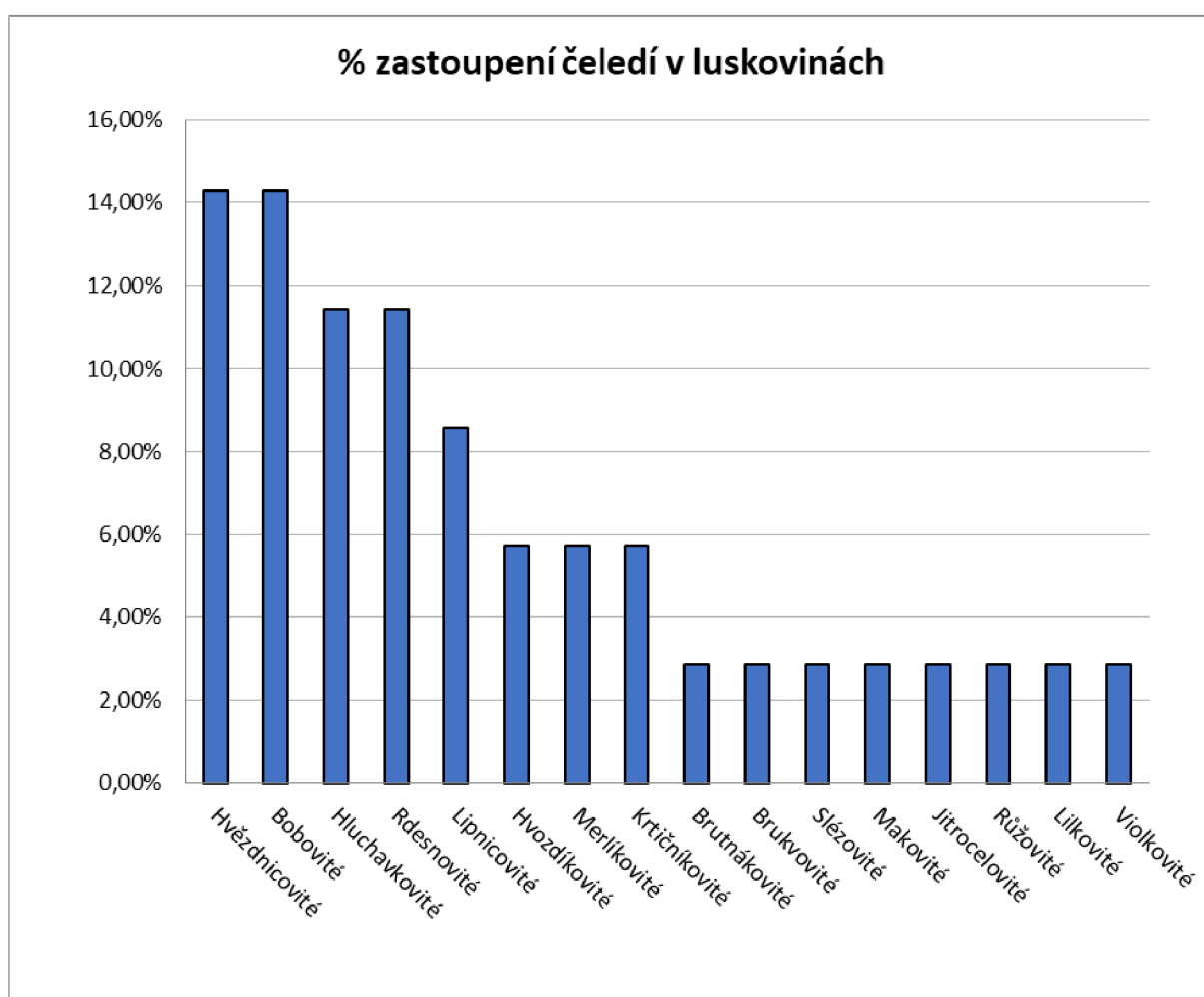
Výsledkem vegetačního snímkování bylo nalezení 78 plevelných druhů z 29 čeledí. Nejvíce zástupců bylo nalezeno z čeledi Asteraceae (hvězdicovité) - 10 druhů, Fabaceae (bobovité) - 6 druhů, Poaceae (lipnicovité) - 5 druhů. Z čeledí Lamiaceae (hluchavkovité), Polygonaceae (rdesnovité) a Scrophulariaceae (krtičníkovité) byly nalezeny 4 druhy.

Byl nalezen jeden druh plevelu zařazený do Červeného seznamu ohrožených druhů rostlin České republiky (Grulich, 2012) do kategorie C4a – vzácnější taxon vyžadující další pozornost (méně ohrožené), a to silenka noční (*Silene noctiflora*).

Seznam všech nalezených druhů je v Tab. 4 (Přílohy).

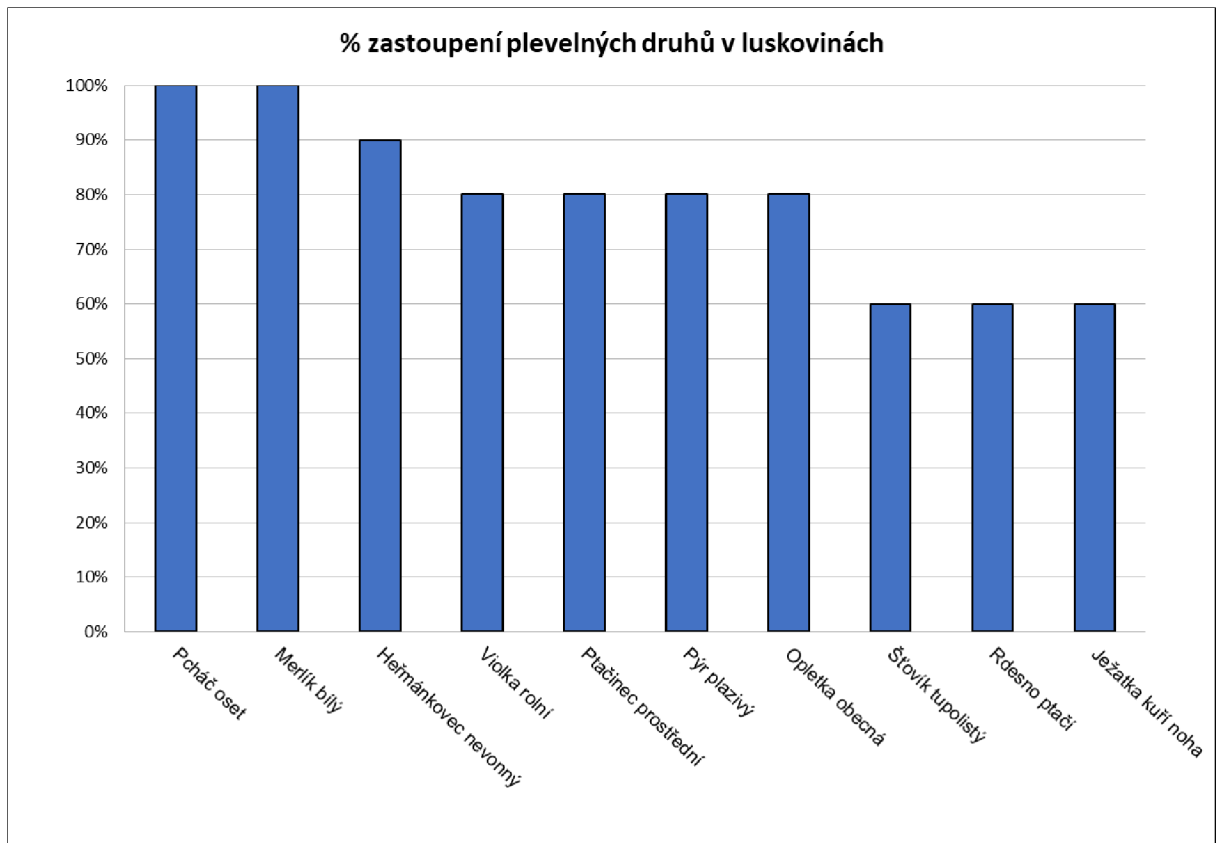
### 5.1. Luskoviny

V luskovinách bylo nalezeno celkem 35 plevelných druhů. Nejčastěji byli zaznamenáni zástupci čeledi hvězdicovité a bobovité, jak je vidět v Grafu 2.



Graf 2: % zastoupení jednotlivých čeledí plevelů v luskovinách.

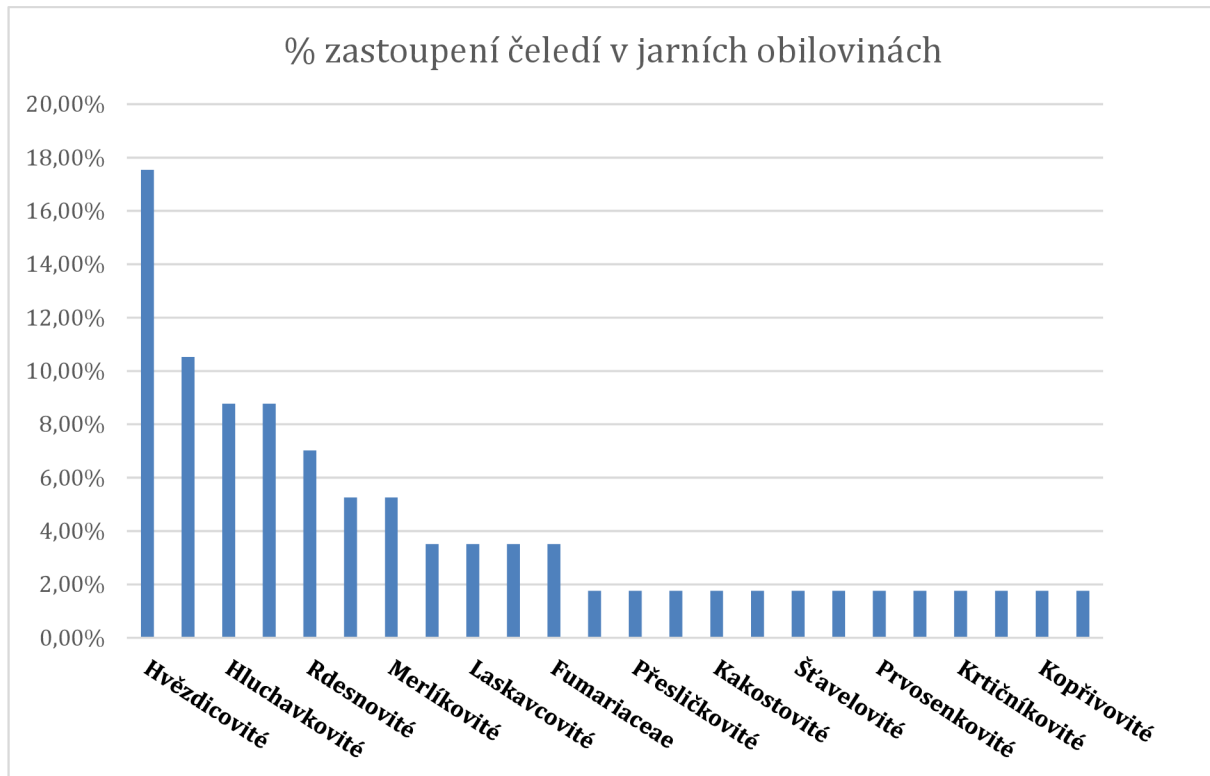
Nejhojněji zastoupeným druhem v luskovinách byl merlík bílý a pcháč oset, který se vyskytoval ve všech 10 snímcích (Graf 3). V devíti plochách byl zjištěn heřmánkovec nevonný. Dalšími často zastoupenými druhy byly opletka obecná, violka rolní, pýr plazivý a ptačinec prostřední. Zmíněné druhy byly zaznamenány v osmi plochách.



Graf 3: % zastoupení jednotlivých druhů plevelů v luskovinách. Seznam nalezených druhů viz Přílohy (Tab.).

## 5.2. Jarní obiloviny

V jarních obilovinách bylo nalezeno celkem 57 druhů. Na sledovaných plochách se nejčastěji vyskytovaly druhy z čeledi hvězdicovité, bobovité, lipnicovité a hluchavkovité, jak dokládá Graf 4.



Graf 4: Zastoupení jednotlivých čeledí v jarních obilovinách.

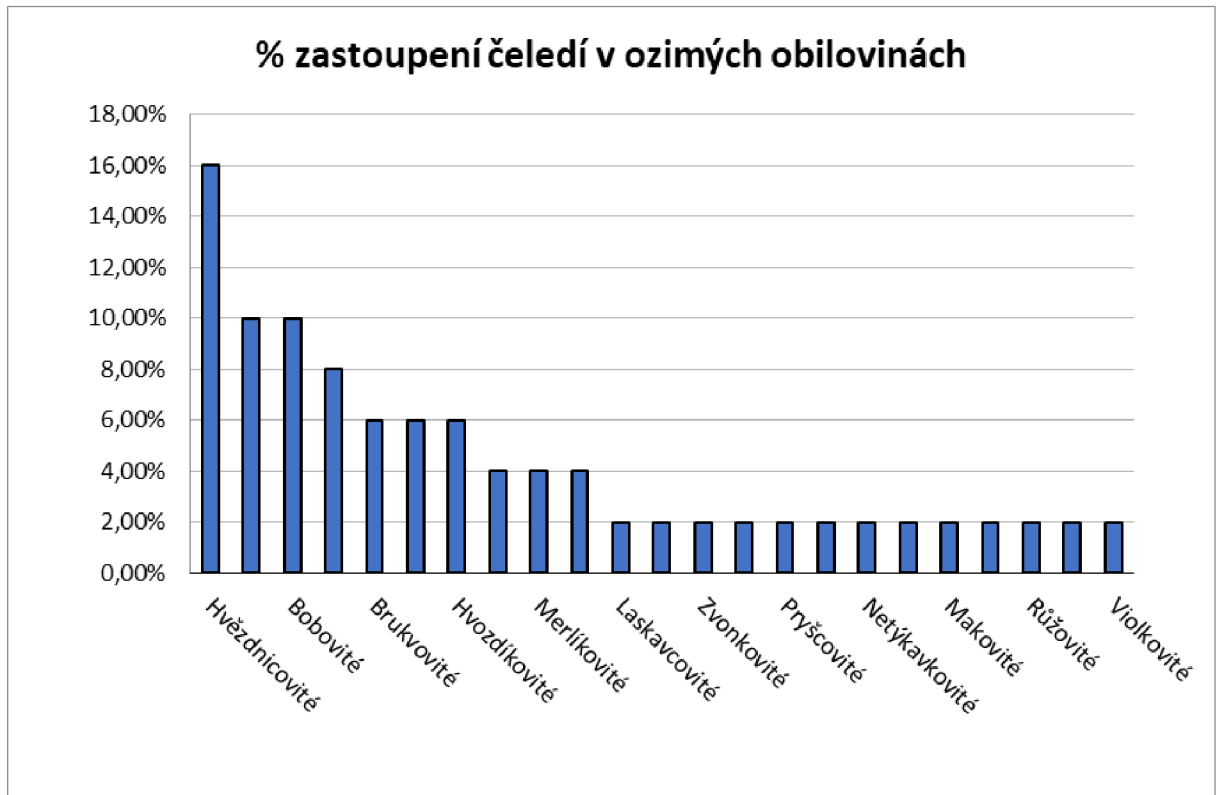
V jarních obilovinách se ve všech deseti sledovaných plochách vyskytl merlík bílý, pcháč rolní a opletka obecná (Graf 5). V osmi plochách byl zaznamenán heřmánkovec nevonný a jitrocel větší. Pryšec kolovratec, šťovík tupolistý a pýr plazivý byly nalezeny na sedmi plochách.



*Graf 5: % zastoupení jednotlivých druhů plevelů v jarních obilovinách. Seznam nalezených druhů viz Přílohy (Tab.10).*

### 5.3. Ozimé obiloviny

V ozimých obilovinách bylo snímkováním nalezeno 50 druhů. Nejčastěji to byli zástupci čeledi hvězdicovité, dále bobovité, hluchavkovité a lipnicovité (Graf 6).



Graf 6: % zastoupení jednotlivých čeledí v ozimých obilovinách.

V ozimých obilovinách se nejčastěji objevovala violka rolní (10x), dále pcháč rolní, opletka obecná a heřmánkovec nevonný (9x). V osmi sledovaných plochách byla zjištěna pomněnka rolní. Na sedmi plochách byly zaznamenány druhy: lipnice roční, jitrocel větší, drchnička rolní a rozrazil perský (graf 7).



Graf 7. % zastoupení nalezených druhů v ozimých obilovinách.

Seznam nalezených druhů viz Přílohy (Tab.11).

#### 5.4. Výsledky získané prostřednictvím mnohorozměrných analýz

Na základě statistické analýzy získaných fytoecologických snímků byl prokázán vliv plodiny na rozdílné druhové složení plevelového spektra (RDA,  $p=0,001$ ,  $F=4,4$ ), který vysvětlil 24,37 % variability v datech (Tab. 5). Pro umístění snímků na okraji a v centru porostu nebyl zjištěn statisticky významný vliv, proto byly vytvořeny pouze diagramy nepřímé analýzy hlavních komponent (PCA) a proměnná prostředí (umístění snímků) pouze pasivně promítnuta.

Tab. 5: Vliv proměnných prostředí na druhové složení plevelného spektra (redundanční analýza RDA).

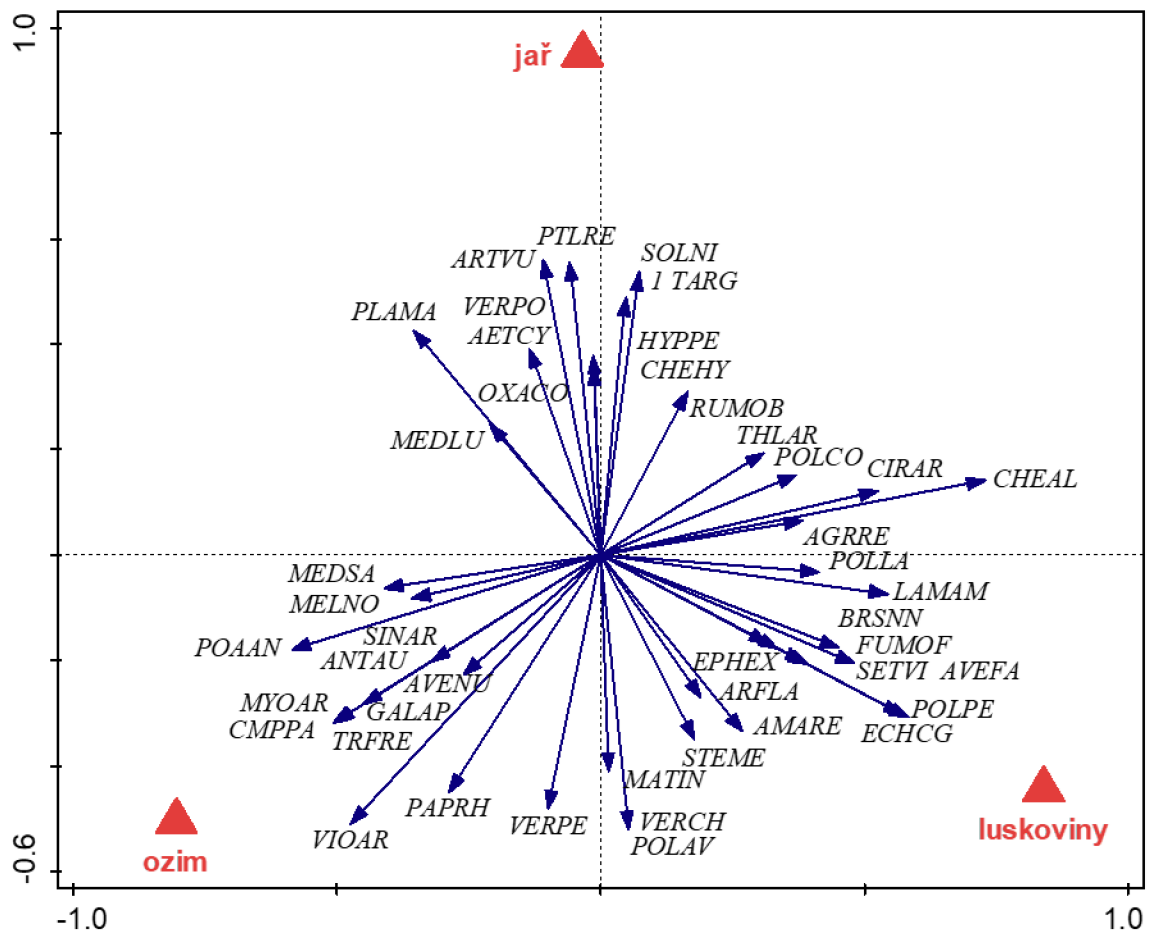
Proměnná prostředí	DCA – délka gradient u	% vysvětlené variability	F-ratio	p-value
Typ plodiny	2,4	24,37	4,4	0,001
Umístění snímku:				
- luskoviny	2,1	6,17	0,5	0,876
- jarní obilniny	2,1	11,85	1,1	0,353
- ozimé obilniny	2,2	6,17	0,5	0,862



Podle výsledků Ordinačního diagramu RDA (Obr. 3) lze vidět vyšší zastoupení ozimých druhů plevelů v ozimých obilninách, jako jsou pomněnka rolní (MYOAR), violka rolní (VIOAR), mák vlčí (PAPRH) a rozrazil perský (VERPE). V jarních obilovinách se vyskytují jarní plevele tetlucha kozí pysk (AETCY), ale i vytrvalé plevelné druhy např. pampeliška smetánka (1 TARG) nebo pelyněk černobýl (ARTVU) a pcháč oset (CIRAR).

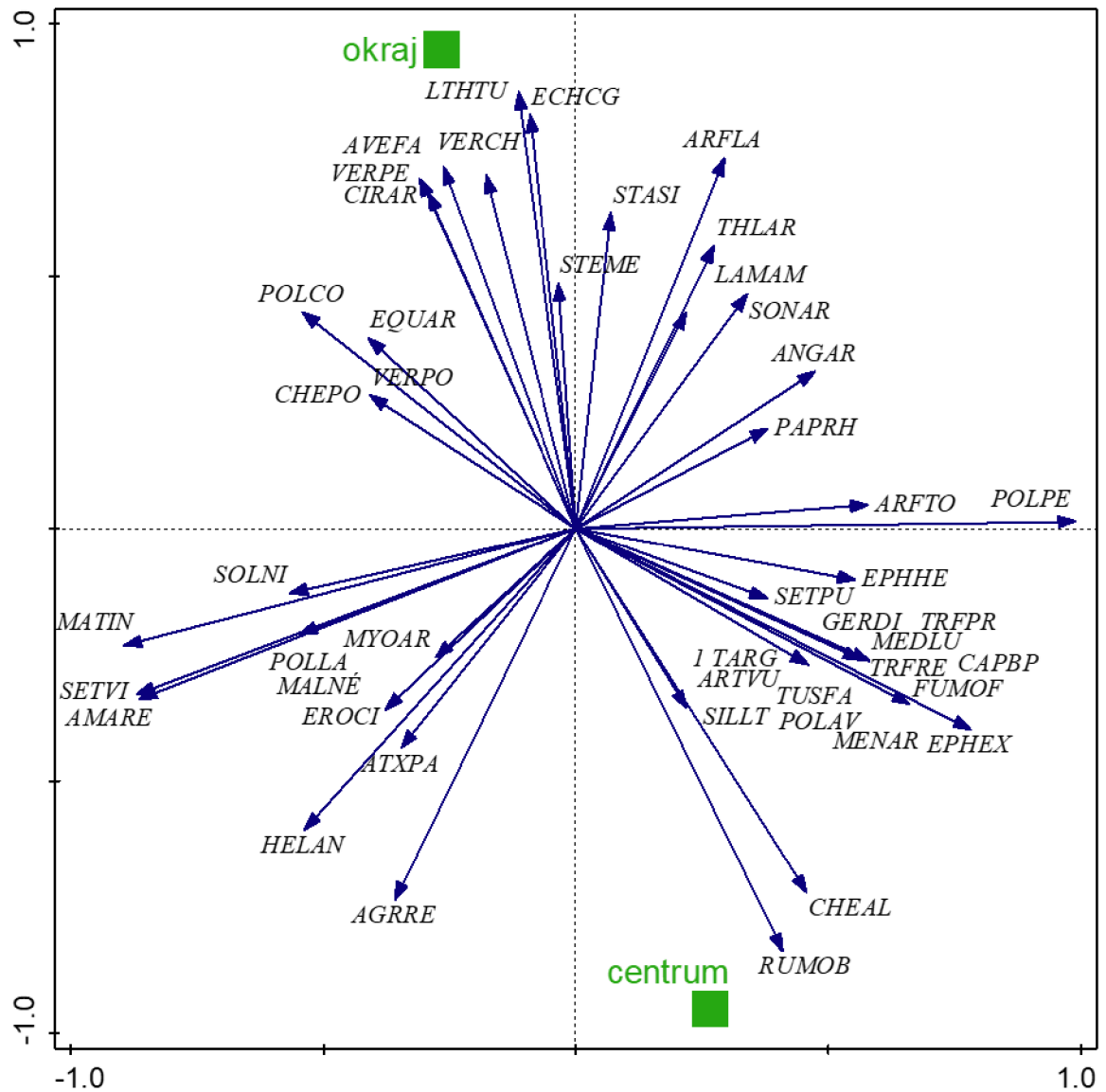
Luskoviny vykazují patrně díky svému nižšímu konkurenčnímu potenciálu širší spektrum plevelů: jarní druhy rdesno ptačí (POLAV), nebo oves hluchý (AVEFA) i později jarní laskavec ohnutý (AMARE), rdesno červivec (POLPE) a pryšec drobný (EPHEX). Objevuje se i zástupce ozimých plevelů ptačinec prostřední (STEME).

Vysoký počet rostlinných druhů potvrzuje, že se jedná o ekologické hospodaření.



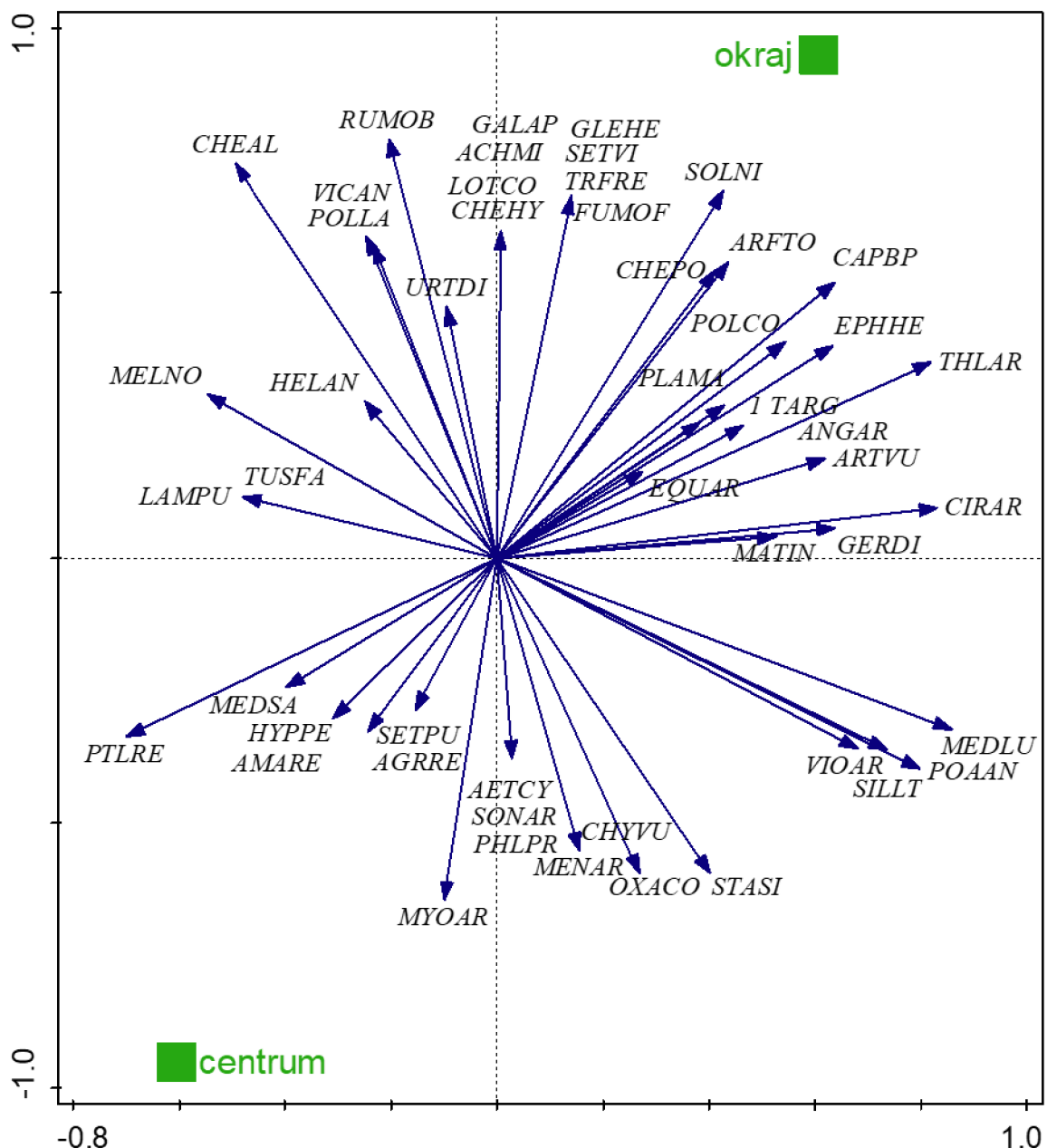
Obr. 3: Ordinační diagram RDA zobrazující rozdíly ve výskytu plevelných druhů v jednotlivých skupinách plodin. V diagramech jsou zobrazeny první dvě ordinační osy. Je použito kritéria minimálního fitu druhů 10 % (zobrazeno 45 druhů ze 79). Seznam použitých EPPO kódů viz Přílohy (Tab. 5).

Ordinační diagram Obr. 4 naznačuje, že v luskovinách se na okrajích hojněji vyskytovaly opletka obecná (POLCO), pcháč oset (CIRAR), zatímco to byl centru: merlík bílý (CHEAL).



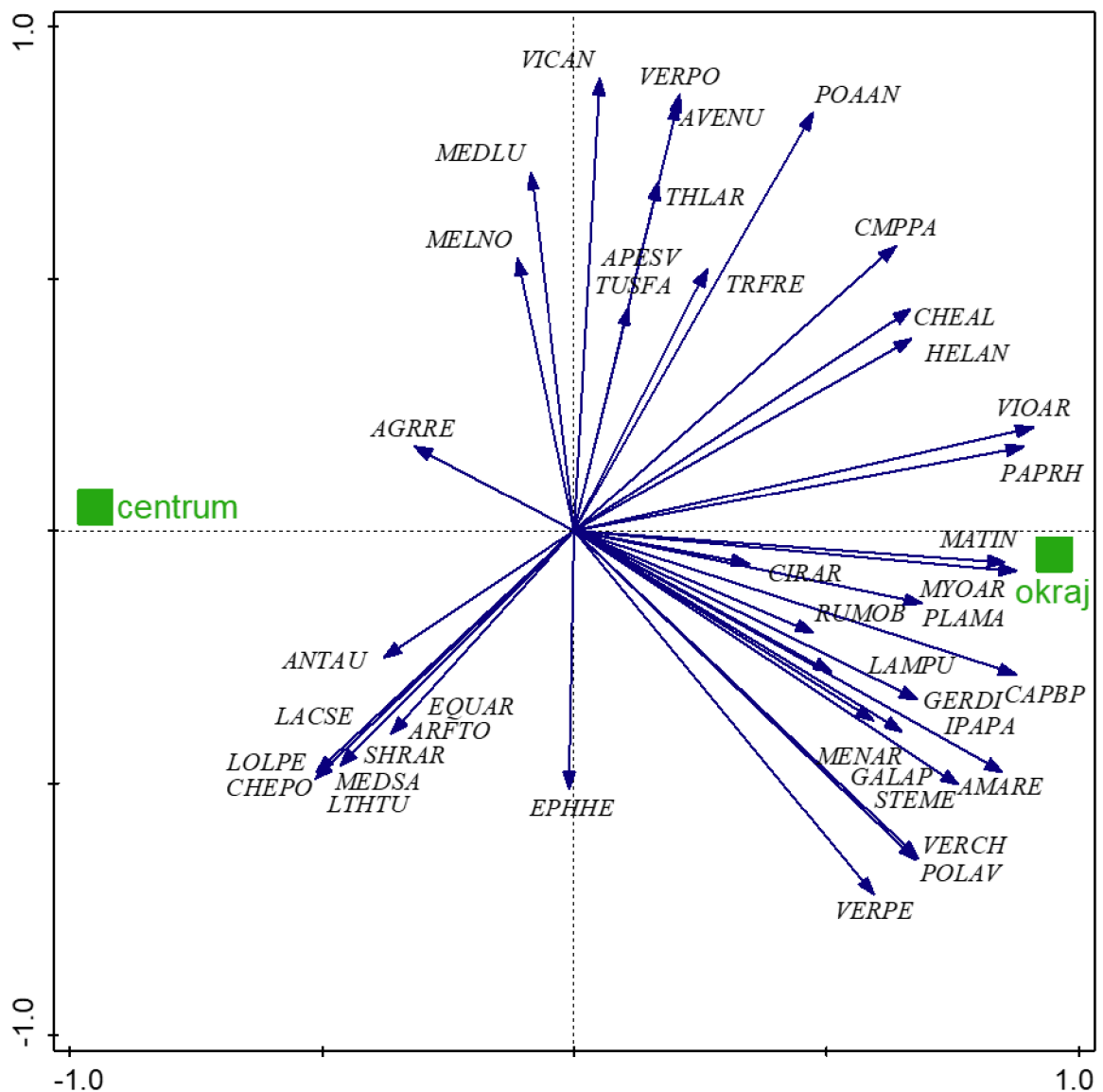
Obr. 4: Ordinační diagram PCA zobrazující rozdíly ve výskytu plevelných druhů na okrajích a v centrech porostů v luskovinách. Proměnné prostředí jsou pasivně promítnuty. V diagramech jsou zobrazeny první dvě ordinační osy. Je použito kritéria minimálního fitu druhů 10 % (zobrazeno 47 druhů z 55). Seznam použitých Eppo kódů viz Přílohy (Tab. 5).

V jarních obilovinách byly na okrajích nalezeny vyšší počty druhů než v centru ploch. Na okrajích byly zachyceny plevely různých biologických vlastností: pozdně jarní jednoletá drchnička rolní (ANGAR), ozimý penízek rolní (THLAR) a vytrvalý pelyněk černobýl (ARTVU). V centrech ploch bylo možné vysledovat vytrvalé druhy mátu rolní (MENAR), bojínek luční (PHLPR) nebo mléč rolní (SONAR), ale i obiloviny zaplevelující jednoletý druh pommněnku rolní (MYOAR). Z pozdně jarních plevelů byl zaznamenán laskavec ohnutý (AMARE).



Obr. 5: Ordinační diagram PCA zobrazující rozdíly ve výskytu plevelných druhů na okrajích a v centrech porostů v jarních obilninách. Proměnné prostředí jsou pasivně promítnuty. V diagramech jsou zobrazeny první dvě ordinační osy. Je použito kritéria minimálního fitu druhů 10 % (zobrazeno 45 druhů z 54). Seznam použitých EPPO kódů viz Přílohy (Tab.5).

V ozimých obilovinách bylo na okrajích zaznamenáno větší množství druhů s vyššími pokryvnostmi. Hojněji se vyskytovaly druhy se stejným životním cyklem - ozimé plevěle bračka rolní (*Sherardia arvensis* SHRAR), mák vlčí (PAPRH), svízel přítula (GALAP) a heřmánkovec nevonný (MATIN). Zaznamenány byly i druhy, řadící se mezi ozimé až jednoleté, například netýkavka malokvětá (IPAPA), pomněnka rolní (MYOAR) a teplomilný kakost dlanitosečný (*Geranium dissectum* GERDI).



Obr. 6: Ordinační diagramy PCA zobrazující rozdíly ve výskytu plevelných druhů na okrajích a v centrech porostů v ozimých obilninách. Proměnné prostředí jsou pasivně promítnuty. V diagramech jsou zobrazeny první dvě ordinační osy. Je použito kritéria minimálního fitu druhů 10 % (zobrazeno 42 druhů z 50). Seznam použitých EPPO kódů viz Přílohy (Tab.5).

## 6. Diskuze

Vyhodnocením vegetačních snímků byla nejvyšší druhová bohatost zjištěna v jarních obilovinách, kde bylo nalezeno 57 plevelných druhů. Velký počet nalezených plevelných druhů může souviset nejen s ekologickou formou hospodaření, ale i s šířením semen z okolních ekosystémů a dalšími agroekologickými faktory. Podle Šarapatky a Urbana (2006) je pro ekologicky obhospodařovaná pole typická větší rozmanitost plevelů, které si konkurují navzájem. Zároveň je bohatší společenství plevelů méně konkurenceschopné v dané plodině a tato bohatost svědčí o širší udržitelnosti celého systému pěstování (Storkey a Neve, 2018). Vyšší druhová bohatost plevelných společenstev v ekologickém zemědělství kromě obecně používaných mechanických metod, může souviset, že tento způsob hospodaření podporuje častější střídání plodin (Tyšer et al., 2021, Rahmann 2011, Barbieri et al., 2017).

Jak uvádí Winkler (2014), je výskyt plevelů v porostech obilovin závislý především na intenzitě zpracování půdy a střídání plodin. Podle Jursíka et al., (2018) může v jarních obilovinách růst řada plevelů z různých biologických skupin (zimní, předjarní a některé pozdně jarní druhy). Ve sledovaných plochách byl převládající plodinou ječmen jarní, který má podle Urbana a Šarapatky (2006) mezi obilovinami nejnižší konkurenční schopnost vůči plevelům. Mezi zjištěnými druhy plevelů převládala časně jarní opletka obecná a pozdně jarní merlík bílý, který je typickým plevelem pro jarní obiloviny. Merlík bílý velice dobře profituje i v časném jarním období, a je tedy stabilní složkou porostů jarních obilnin (Tyšer, Kolářová, 2013). Stejně tak Salonen et al., (2001) uvádí, že merlík bílý je jedním z nejrozšířenějších plevelných druhů v plevelných společenstvech ekologických polí. Pro merlík bílý je dále charakteristická velká variabilita v počtu semen, které vyprodukuje v ideálních podmínkách (světlo, živiny) a množstvím semen v podmínkách nepříznivých (Harper, 1977). Opletka obecná patří mezi časně jarní druhy plevelů, které se dokáží prosadit i v jarním ječmeni (Winkler, 2022). Ve všech sledovaných plochách jarních obilovin byl zaznamenán vytrvalý pcháč oset, který je podle Konvaliny et al., (2008) spolu s pýrem plazivým největším problémem v ekologickém obilnářství. Dalším významným zaznamenaným druhem byl heřmánkovec nevonný a rdesno ptačí. Rdesno spolu s opletkou obecnou a náleží mezi jednoleté plevele časně jarní, které mají s jarními obilninami sladěný biologický rytmus (Kohout, 1997).

V ozimých obilovinách bylo nalezeno 50 plevelných druhů. Dominujícími druhy byla violka rolní, opletka obecná a heřmánkovec nevonný. Viola spolu s heřmánkovcem jsou podle Tyšera a Kolářové (2013) charakteristickým plevelem ekologických porostů ozimých obilnin. Zástupcem jednoletého ozimého plevele je i lipnice roční. Ozimé obiloviny se svým dlouhým životním cyklem umožňují rozvoj celé řady jak ozimých, tak jarních druhů plevelů (Dvořák, Smutný, 2003), což potvrzuje i výskyt jarních plevelů, například opletky obecné a drchničky rolní. Životnost semen drchničky rolní je až 10 let, přičemž jedna rostlina může vyprodukovat až 3000 semen. Z vytrvalých plevelů se nejčastěji objevoval pcháč oset. Pcháč oset a heřmánkovec nevonný, tedy druhy, které se vyskytovaly napříč plodinami, jsou považovány za obecně rozšířené druhy bez hlubších vazeb na přírodní podmínky stanoviště (Lososová et al., 2008).

Přestože jsou luskoviny považovány za plodiny s nižším konkurenčním potenciálem (Vaculík, 2019), bylo v nich nalezeno nejméně plevelných druhů, a to 35. Dle Dvořáka a Remešové (2004) ovlivňuje intenzitu i druhovou skladbu plevelných rostlin, v určitém čase a na určitém

pozemku, druh pěstované plodiny, agrotechnické zpracování půdy, typ stanoviště, založení a následná kvalita porostu. Ve všech sledovaných plochách byl nalezen merlík bílý a pcháč oset. Merlík patří mezi velmi významné plevelné druhy, protože vytváří velké množství nažek s dlouholetou klíčivostí (Kazda et al, 2010). Také Pikula (1997) potvrzuje, že merlík bílý patří mezi velice rozšířené druhy v celé České republice bez ohledu na typ půdy. Z dalších plevelných druhů byl významně zastoupen heřmánkovec nevonný, violka rolní, rdesno blešník, jitrocel větší nebo ptačinec prostřední. Právě jednoleté dvouděložné plevele jsou podle Urbana a Šarapatky (2006) nejčastějšími druhy v porostech bobu polního. Zaznamenán byl i svízel přítula. Jak uvádějí Dvořák a Smutný (2003) je svízel přítula naším původním druhem a má vysokou konkurenční schopnost. Zapleveluje v podstatě všechny plodiny a jejich porostem je potlačen pouze výjimečně. Vysoký výskyt violky rolní a svízele přítuly může způsobovat vyšší zastoupení obilnin v osevním postupu. Winkler (2011) uvádí, že při větším podílu obilnin v osevním sledu klesá druhová diverzita plevelů a zvyšuje se počet těžko regulovatelných plevelných druhů, kterými jsou právě violka nebo svízel. Zároveň v případě violky může hrát roli i její tolerance k velmi nízkým teplotám (Jursík et al., 2018).

Ve všech sledovaných plodinách byl zaznamenán vyšší výskyt druhů z čeledi Fabaceae. Tyto druhy mají díky fixaci atmosférického dusíku konkurenční výhodu a mohou podle Jursíka et al. (2018) obsazovat i na dusík chudší stanoviště.

Okraje sledovaných ploch vykazovaly obecně vyšší druhovou bohatost než plochy v centru. Podle Wilson & Aebischer (1995) klesá hustota půdní semenné banky od okraje plodiny do středu pole. Vyšší zastoupení plevelných druhů na okrajích může mít souvislost také s šířením semen z okolních pozemků. Fried et al. (2009) uvádí, že okraje polí jsou v těsnějším kontaktu se sousedními biotopy, které mohou sloužit jako zdroje diaspor. Dalším možným důvodem pro zjištěné rozdíly v počtu druhů může být rozdílná úroveň mechanizace na okrajích a v centrech. Na okrajích pole lze očekávat nižší intenzitu aplikace hnojiv nebo nedostatečný výsev plodiny. Podle Kleijn, et al. (1997), jsou rostlinná společenstva na okrajích polí do značné míry závislá na způsobu hospodaření. Významnou roli mohou hrát i abiotické faktory, protože okraje polí bývají prosvětlena více než jejich středy, kde dominuje plodina (Kropáč & Mochnacký 1990, Wilson & Aebischer 1995, Romero et al., 2008).

## 7. Závěr

Práce vyhodnotila druhové složení plevelných společenstev jarních a ozimých obilovin a luskovin na ekologicky obhospodařovaných pozemcích Biofarmy Karlín. Ve vegetačních snímcích na polích jarních a ozimých obilovin a luskovin bylo nalezeno 78 plevelných druhů z 29 čeledí.

Zjištěné výsledky potvrzují hypotézu o existujících rozdílech ve spektru jarních a ozimých obilovin a luskovin pěstovaných v režimu ekologického hospodaření. Vyhodnocením snímků bylo největší druhové zastoupení plevelů nalezeno v jarních obilovinách. Celkem zde bylo objeveno 57 druhů, přičemž nejhojněji co do četnosti v snímcích, byl zastoupen merlík bílý, pcháč rolní a opletka obecná. V ozimých obilovinách bylo zjištěno 50 druhů plevelů, a co do četnosti se nejčastěji objevovala violka rolní spolu s pcháčem osetem, dále opletka obecná a heřmánkovec nevonný. Nejméně plevelných druhů bylo nalezeno v luskovinách, a to 35. Nejčastěji zjištěným druhem byl merlík bílý a pcháč rolní, který byl zaznamenán ve všech 10 snímcích, významně byl zastoupen i heřmánkovec nevonný.

Vysoký počet plevelných druhů ve všech sledovaných plochách potvrdil druhovou pestrost, která je typická pro ekologicky ošetřovaná pole. Ukázalo se, že kromě dvou pozemků byl počet zjištěných druhů na okrajích vyšší než v centrech porostů. Mezi nalezenými druhy mírně převažovaly ozimé plevele. V porostech jarních a ozimých obilovin byla nalezena silenka noční, druh zařazený do Červeného seznamu ohrožených druhů rostlin České republiky do kategorie C4a – vzácnější taxon vyžadující další pozornost (méně ohrožené).

Předložené výsledky diplomové práce mohou být přínosem Biofarmě Karlín a stát se vodítkem pro aplikaci vhodných agrotegulačních mechanismů. Pro regulaci vytrvalých druhů plevelů se nabízí využití plečkovacích strojů, které jsou účinné a šetrné k půdnímu edafonu. Za další vhodné přímé opatření se považuje hluboká orba. Pro udržení vyrovnaného poměru ozimých a jarních plevelů je účinným opatřením úprava osevních sledů, aby nedocházelo k jednotlivému přemnožení druhů. Případné pokračování monitoringu spektra plevelných druhů by mohlo poskytnout informace o účinnosti aplikovaných opatření a přinést informace o dopadu ekologického zemědělství na biologickou rozmanitost a přispět k pochopení změn v dynamice agrofytocenóz.

## 8. Literatura

- Altieri MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-31.
- Barbieri P., Pellerin S., Nesme T. (2017): Comparing crop rotations between organic and conventional farming. *Scientific Reports*, 7: 13761.
- Braak CJF, Smilauer P. 2018. Canoco reference manual and user's guide: software for ordination. Biometrics Available from Referenční příručka a uživatelská příručka Canoco: Software pro ordinaci (verze 5.0) | Sémantický učelec (semanticscholar.org) (Accessed February 2024).
- Braun - Blanquet J. 1964. *Pflanzensoziologie*. Springer, New York.
- Crawley M J. 1997. *Plant Ecology*. Blackwell Science Ltd Oxford.
- Dekker J. 1997. Weed diversity and weed management. *Weed science* 45:357-363.
- Dlouhý J, Urban J. 2011. *Ekologické zemědělství bez mýtů*. Česká technologická platforma pro ekologické zemědělství, Olomouc.
- Dvořák J, Remešová I. 2004. *Polní plevely*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Dvořák J, Smutný V. 2003. *Herbologie: integrovaná ochrana proti polním plevelům*. 1. vydání. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Fried G., Petit S., Dessaint F. & Reboud X. 2009. Arable weed decline in Northern France: Crop edges as refugia for weed conservation? – *Biol. Conserv.* 142: 238–243.
- Fryer JD, Makepeace RJ. (1977): *Weed Control – Handbook*. Blackwell Sci., 6 e., vol. I, II.
- Gioria M, Pyšek J, Moravcová L. 2012. Soil seed banks in plant invasions. Promoting species invasiveness and long term impact on plant community dynamics. *Preslia* 84:327-350.
- Grulich V. 2012. Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition. – *Preslia* 84: 631–645
- Hamouz P, Hamouzová K. 2015. *Atlas klíčních rostlin polních plevelů*. Kurent, České Budějovice.
- Hilbig W, Bachthaler G. 1992. Wirtschaftsbedingte Veränderungen der Segetalvegetation in Deutschland im Zeitraum von 1950–1990. *Journal of Applied Botany*, 66:192–200.
- Harper JL. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, London.
- Holec J. 2020. Polní plevely a mění se klima. *Úroda* 4/2020.



- Hron F, Kohout V. 1986. Polní plevel: část obecná. 1. Vysoká škola zemědělská, Praha.
- Hunková E, Winkler J, Dejmanová E. 2011. The weed seed bank assessment in two soil depths under various mineral fertilising. *Acta univ. agric et silvic. Mendel. Brun.* LIX 5:105–112.
- Chauhan, Singh, Mahajan. 2012. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review, *Crop Protection* 38:57-65.
- Chytrý M et al. 2009. Vegetace České republiky. 2. Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace = Vegetation of the Czech Republic. 2, Ruderal, weed, rock and scree vegetation. Academia, Praha.
- Jehlík V, Hejný S, Kropáč Z, Lhotská M, Kopecký K, Slavík B, Svobodová Z. 1998. Cizí expanzivní plevely České republiky a Slovenské republiky. Academia Praha.
- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. Biologie a regulace plevelů. Kurent, s.r.o., České Budějovice.
- Jursík M et al. 2011. Plevely: Biologie a regulace. 1. vyd. Kurent, České Budějovice, 232 s.
- Kasal P. 2020. Regulace plevelů v bramborách – současnost a perspektivy. [online] Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochranarostlin-a-pestovani/plevele/regulace-plevelu-v-bramborach-soucasnost-a-perspektivy> (accessed December 2023)
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi press, Praha.
- Klaßen H, Freitag J. 2004. Dvouděložné plevely a plevelné trávy. Limburgerhof.
- Kleijn D., & van der Voort LA. 1997. Conservation headlands for rare arable weeds: the effects of fertilizer application and light penetration on plant growth. *Biological Conservation*, 81(1-2), 57-67.
- Kohout V. 1997. Plevely polí a zahrad. Agrospoj. Těšnov, Praha 1.
- Kohout, V, Hron F, Chodová F, Martinková Z, Mikulka J, Soukup J, Stach J. 1996. Herbologie. Plevely a jejich regulace. Agronomická fakulta ČZU, Praha.
- Kropáč Z. & Mochnacký S. 1990. *Consolido-Anthemidetum austriacae* – a new segetal association. – *Preslia* 62: 103–130.
- Kubát K. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- Kůrová J. 2014. Ke studiu půdní semenné banky. *Živa* 2:67.
- Líška E, Černuško K, Ciglar J, Brovecký V. 1995. Atlas burín. VŠP, Nitra.

- Lori M, Symnaczik S, Mäder P, De Deyn G, & Gattinger A. (2017). Organic farming enhances soil microbial abundance and activity—A meta-analysis and meta-regression. *PLoS one*, 12(7), e0180442.
- Lososová Z, Simonová D. 2008. Changes during the 20th century in species composition of synanthropic vegetation in Moravia (Czech Republic). *Preslia* 80:291-305.
- Májeková J, Zaliberová M, Škodová I. 2019. Weed vegetation of arable land in Slovakia: diversity and species composition. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 88:1-17.
- Mikulka J. 1999. Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. Farmář, Praha.
- Mikulka J. 2021. Vliv střídání plodin na výskyt plevelů. *Agromanual.cz*, České Budějovice Available from *Vliv střídání plodin na výskyt plevelů - Články - Agromanual.cz* (*agromanual.cz*) (accessed March 2024).
- Mikulka J, Štrobach J. 2017. Aktualizace systémů regulace plevelů v závislosti na měnících se půdně klimatických podmínkách. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. Available from *Aktualizace systémů regulace plevelů v závislosti na měnících se půdně klimatických podmínkách - PDF Free Download (docplayer.cz)* (accessed January 2024).
- Mikulka J, Štrobach J. 2021. Faktory ovlivňující dlouhodobé změny plevelových společenstev. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha Available from *1646063714\_21-plevelova-spolecenstva-5-web.pdf (ctpz.cz)* (accessed March 2024).
- Mlíkovský J, Stýblo P. 2006. *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. Praha.
- Moravec J. 1994. *Fytocenologie: (Nauka o vegetaci)*. Academia, Praha.
- MZe. 2010. Půda. 2009. *eAgri*, Praha. Available from *puda\_11\_2009.pdf (eagri.cz)* (accessed January 2024).
- MZe. 2003. *Situační a výhledová zpráva*. MZe, Praha Available from *http://www.mze.cz* // (accessed February 2024).
- Neischl A. 2015. *Vliv střídání plodin na aktuální zaplevelení [DP. Thesis]*. Mendelova univerzita, Brno.
- Ondrák A. 2014. *Biologie, výskyt a metody regulace plevelů na trvalých travních porostech [DP. Thesis]*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská univerzita, České Budějovice.
- Otýpková Z. 2006. *Plevelé v minulosti a dnes*. *Živa* 4:161-163.
- Píkula J. 1997. *Atlas vybraných druhů plevelů ČR. Ústav zemědělských a potravinářských informací*, Praha,

- Příroda.cz. 2024. Braun - Blanquetova stupnice pokryvnosti. Příroda.cz. Available from Co je Braun-Blanquetova stupnice pokryvnosti - slovník PŘÍRODA.cz (priroda.cz) (accessed December 2023).
- Pyšek J, Sádlo J, Mandák B. 2002. Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia* 74:97-186.
- Rahmann G. 2011. Biodiversity and Organic farming: What do we know? *Landbauforschung Volkenrode* 61: 189–208.
- Romero A, Chamorro L & Sans F X. 2008. Weed diversity in crop edges and inner fields of organic and conventional dryland winter cereal crops in NE Spain. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 124: 97–104.
- Sádlo J, Pokorný P, Hájek P, Dreslerová D, Cílek V. 2008. Krajina a revoluce. Významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny českých zemí. Malá Skála, Praha.
- Salonen J, Hyvonen T, Heikky. 2001. Weed flora in organically grown spring cereals in Finland.
- Skálová H. 2014. Invaze ve faktech a termínech. *Veronica* 2:2-5.
- Slavíková J. 1986. Ekologie rostlin. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- Stein-Bachinger K, Gottwald F, Haub A, & Schmidt E. (2021). To what extent does organic farming promote species richness and abundance in temperate climates? A review. *Organic Agriculture*, 11(1), 1-12.
- Storkey J, Neve P. 2018. What good is Weed diversity? *Weed Research* 58:239–243.
- Štefánek M, 2018. Stále mizející polní plevel. *Ochrana přírody* 4:2-5.
- Škoda V, a kol. 1998. Obecná produkce rostlinná. ČZU, Praha. Škoda V. a kol. 1998. Obecná produkce rostlinná. ČZU, Praha.
- Thompson K, Bakker JP, Bekker R M. 1997. The soil seed banks of North West Europe. Methodology, Density and Longevity. University Press, Cambridge.
- Tyšer L, Kolářová M, Tulačka O, Hamouz P. 2021. Plevelová vegetace v konvenčním a ekologickém zemědělství v západních Čechách (Česká republika). *Plant Soil Environ* 67:376–382.
- Tyšer L, Kolářová M. 2013. Spektrum plevelů v ozimých obilninách v režimu ekologického zemědělství. *Obilnářské listy: Odborný časopis pro zemědělskou veřejnost* 11:59 – 61.
- Urban J, Šarapatka B. 2003. Ekologické zemědělství. MŽP ČR, Praha.

- Urban J, Šarapatka B. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Šumperk.
- ÚZEI. 2023. Statistická šetření ekologického zemědělství. Základní statistické údaje 2022. Brno. Available from [statisticka-setreni-ekologickeho-zemedelstvi-2022 \(eagri.cz\)](https://statisticka-setreni-ekologickeho-zemedelstvi-2022.eagri.cz) (accessed February 2024).
- Van der Pijl L. 1969. Principles of dispersal in higher plants. Springer Verlag, Berlin.
- VÚMOP. 2024. Půda v mapách. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno. Available from [https://mapy.vumop.cz/popis/popis\\_mapovnik.php](https://mapy.vumop.cz/popis/popis_mapovnik.php) (accessed January 2024).
- Winkler J, Neischl A, Zelená V, Hledík P. 2011. Porovnání zaplevelení ozimé pšenice a jarního ječmene pěstovaných v rozdílných osevních postupech. Úroda 12, 2011, vědecká příloha, 303 – 306 s.
- Winkler J. 2022. Konkurence plevelů v jarním ječmenu. Agromanuál, České Budějovice. Available from [Konkurence plevelů v jarním ječmenu - Články - Agromanuál.cz \(agromanual.cz\)](https://www.agromanual.cz/clanky/konkurence-plevelu-v-jarnim-ječmenu) (accessed February 2024).
- Winkler J, Děkanovský I. 2023. Evoluce plevelů a proměny zemědělství. Agromanual.cz, Brno. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/evoluce-plevelu-a-promeny-zemedelstvi> (accessed December 2023).
- Winkler J. 2014. Plevelé obilnin v podmínkách odlišných technologií zpracování půdy. Agromanuál.
- Winkler J. 2020. Ekologické zemědělství a biodiverzita plevelů. Bioinstitut, o.p.s., Olomouc. Available from [Ekologické zemědělství a biodiverzita plevelů-CTPEZ-Česká technologická platforma pro ekologické zemědělství \(accessed December 2023\)](https://www.bioinstitut.cz/ekologicke-zemedelstvi-a-biodiverzita-plevelu-CTPEZ).
- Winkler J. 2022. Podmítka – významný nástroj pro regulaci zaplevelení. Agromanuál.cz, České Budějovice. Available from [Podmítka-významný nástroj pro regulaci zaplevelení-Články - Agromanuál.cz \(agromanual.cz\)](https://www.agromanual.cz/clanky/podmitka-vyznamny-nastroj-pro-regulaci-zapleveleni) (accessed December 2023).
- Winkler J. 2022. Zpracování půdy a zaplevelení polních plodin. Agromanuál.cz, České Budějovice. Available from [Zpracování půdy a zaplevelení polních plodin Agromanuál.cz \(agromanual.cz\)](https://www.agromanual.cz/clanky/zpracovani-pudy-a-zapleveleni-polnich-plodin) (accessed December 2023).
- Wilson PJ. & Aebischer N. J. 1995. The distribution of dicotyledonous arable weeds in relation to distance from the field edge. – J. Appl. Ecol. 32: 295–310.
- Zimdahl R. 1993. Fundamentals of weed science. New York.