

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Studium druhového složení a diverzity plevelových  
společenstev v ZD Lukavec (okr. Pelhřimov)**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Ladislav Tomšů  
Rostlinná produkce**

**Vedoucí práce: Ing. Luděk Tyšer, Ph.D.**

© 2020 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Studium druhového složení a diverzity plevelových společenstev v ZD Lukavec (okres Pelhřimov)" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu práce panu Ing. Lud'ku Tyšerovi, Ph.D. za cenné rady a odborné připomínky při zpracování této práce.

Chci také poděkovat vedení Zemědělského družstva Lukavec za poskytnuté informace a umožnění studia plevelových společenstev na jejich pozemcích.

Rovněž chci poděkovat Ing. Michaele Kolářové, Ph.D. za pomoc při statistickém zpracování dat.

# Studium druhového složení a diverzity plevelových společenstev v ZD Lukavec (okr. Pelhřimov)

## Souhrn

Předmětem této práce bylo studium druhového složení a diverzity plevelových společenstev v základních polních plodinách na konvenčně obdělávaných pozemcích ZD Lukavec na Pelhřimovsku. Zkoumán byl vliv plodiny (ozimé obilniny, jarní obilniny a okopaniny) na plevelná společenstva. Pozornost byla věnována i výskytu vzácných a ohrožených druhů plevelů. Problematika agrofytocenóz je řešena v teoretické části práce. Tato část je také zaměřena na vývoj plevelných společenstev a vlivů, které na ně působí. Byly popsány rozdíly v zastoupení plevelných druhů v jednotlivých zemědělských plodinách.

Fytocenologické snímky byly zaznamenány v roce 2019 a k hodnocení vegetace byla použita Braun-Blanquetova odhadová stupnice početnosti a pokryvnosti. Velikost jednotlivých snímků byla 100 m<sup>2</sup>. Celkově bylo zapsáno 30 fytocenologických snímků. Během průzkumu bylo zaznamenáno 31 plevelných a zaplevelujících druhů z 15 čeledí. V ozimých obilninách se vyskytovalo 18 plevelných druhů. V jarních obilninách 9 druhů a v okopaninách 25 druhů. Průměrný počet druhů bez ohledu na plodinu v jednom fytocenologickém snímku byl 7,3. V ozimých obilninách se nejčastěji vyskytovaly - *Fallopia convolvulus*, *Elytrigia repens*, *Polygonum aviculare*, *Veronica persica*, *Apera spica-venti* a *Poa annua*. V jarních obilninách to byly nejčastěji *Fallopia convolvulus*, *Elytrigia repens*, *Apera spica-venti* a *Viola arvensis*. V okopaninách byly nejčastěji zastoupeny *Fallopia convolvulus*, *Cirsium arvense*, *Sonchus arvensis*, *Galeopsis tetrahit*, *Viola arvensis* a *Sonchus asper*.

Vliv plodiny na složení plevelného společenstva byl shledán jako statisticky významný a vysvětlil celkem 20 % celkové variability v datech. V programu CanoDraw for Windows 4.0 byl vytvořen ordinační diagram tohoto vlivu.

Během studie nebyly zaznamenány na sledovaných pozemcích žádné vzácné a ohrožené druhy plevelů.

**Klíčová slova:** plevele, konvenční zemědělství, obilniny, okopaniny, bramborářská výrobní oblast

# Studying the Species Composition and Diversity of Weed Communities at AC Lukavec (Pelhřimov District)

## Abstract

The subject of this research was a study of the species composition and diversity in weed communities in field crops on land conventionally farmed by the Agricultural Cooperative (AC) Lukavec in the Pelhřimov District. The effect of the crop (winter grain, spring grain and root crops) on weed communities was examined. The presence of rare and endangered species of weed was also investigated. The theoretical section of the work discusses the issue of agrophytocenosis and explores the development of weed communities and matters which affect them. The differences in the numbers of weed species in individual agricultural crops are also described.

Phytocenological plots were recorded in 2019, and the Braun-Blanquet scale was used to estimate numbers and coverage of species to evaluate the vegetation. The size of the individual plots was 100 m<sup>2</sup>. A total of 30 phytocenological plots were surveyed. The survey recorded 31 weed and infestation species from 15 families. Of these species, 18 weed species were found in winter grain crops, 9 species in spring grain crops and 25 species in root crops. The average number of species in one phytocenological plot, regardless of crop, was 7.3. Winter grain most often contained *Fallopia convolvulus*, *Elytrigia repens*, *Polygonum aviculare*, *Veronica persica*, *Apera spica-venti* and *Poa annua*. Spring grain most often contained *Fallopia convolvulus*, *Elytrigia repens*, *Apera spica-venti* and *Viola arvensis*. Root crops most often contained *Fallopia convolvulus*, *Cirsium arvense*, *Sonchus arvensis*, *Galeopsis tetrahit*, *Viola arvensis* and *Sonchus asper*.

The results of the study revealed that the effect of the crop on the composition of the weed community was statistically significant. The effect explained 20% of the total data variability. An ordination diagram of this effect was created using CanoDraw for Windows 4.0.

No rare or endangered weed species were observed in the monitored land during this study.

**Keywords:** weeds, conventional agriculture, grain, root crops, potato production region

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Vědecká hypotéza a cíle práce.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Literární rešerše .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Historie plevelů a zaplevelení půd v ČR .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Druhová diverzita.....</b>	<b>5</b>
<b>3.3 Biodiverzita agrofytocenóz .....</b>	<b>6</b>
<b>3.4 Charakteristika plevelných rostlin .....</b>	<b>10</b>
3.4.1 Plevelé jednoleté, rozmnožující se generativně .....	10
3.4.2 Dvouleté a vytrvalé plevelé rozmnožující se převážně generativně .....	12
3.4.3 Vytrvalé plevelé .....	12
3.4.4 Poloparazitické a parazitické plevelé.....	13
<b>3.5 Rozmnožování plevelů .....</b>	<b>14</b>
3.5.1 Vegetativní rozmnožování plevelů .....	14
3.5.2 Generativní rozmnožování plevelů .....	15
<b>3.6 Vlivy působící na plevelná společenstva.....</b>	<b>16</b>
3.6.1 Vliv změn klimatických podmínek na druhové složení plevelů .....	16
3.6.2 Vliv pěstované plodiny a střídání plodin .....	17
3.6.3 Vliv půdních podmínek a zpracování půdy .....	20
3.6.4 Vliv výživy rostlin .....	21
3.6.5 Vliv herbicidů .....	21
<b>3.7 Regulace plevelů .....</b>	<b>22</b>
3.7.1 Nepřímé metody regulace plevelů.....	22
3.7.2 Přímé metody regulace plevelů.....	24
<b>3.8 Vzácné a ohrožené druhy plevelů .....</b>	<b>31</b>
<b>3.9 Odlišnosti plevelných společenstev v jednotlivých plodinách .....</b>	<b>32</b>
<b>4 Materiál a metody .....</b>	<b>34</b>
4.1 Charakteristika zájmového území.....	34
4.2 Charakteristika zemědělského podniku.....	37
4.3 Fytcenologické snímky a jejich hodnocení.....	38
<b>5 Výsledky .....</b>	<b>41</b>
5.1 Zastoupené druhy a jejich diverzita .....	41
5.2 Pořadí zastoupených druhů podle jejich stálosti.....	43
5.3 Vliv plodiny na složení plevelného společenstva .....	46
<b>6 Diskuze .....</b>	<b>49</b>

<b>7 Závěr.....</b>	<b>54</b>
<b>8 Seznam literatury .....</b>	<b>55</b>
<b>9 Přílohy .....</b>	<b>61</b>

# 1 Úvod

Zemědělství je považováno za významnou součást lidské kultury již od neolitu, kdy začal jeho rozvoj. V průběhu staletí tvořilo a formovalo krajinu do podoby, jak ji známe dnes. V posledních asi dvaceti letech se postupně mění způsob a intenzita využití půdy a tvoří se dvě extrémní podoby kulturní krajiny. Na jedné straně je to krajina ponechaná ladem, zarůstající. Na druhé straně krajina extrémně zemědělsky využívaná (Miko & Hošek 2009).

Plevele jsou rostliny, které rostou na určitém stanovišti proti vůli pěstitele. Nejčastěji se jedná o planě rostoucí rostliny, ale do této skupiny mohou být zahrnuty i kulturní plodiny. Přítomnost plevelů na pozemku je tedy nežádoucí, protože mohou negativním způsobem ovlivňovat vývoj pěstovaných plodin (Dvořák 1987).

Kohout et al. (1997) uvádí, že výskyt jednotlivých plevelných druhů v rostlinných společenstvech je nejvýrazněji ovlivňován biologickými vlastnostmi kulturních rostlin, osevními postupy a celkovou úrovní agrotechniky (včetně herbicidů), i dalšími ekologickými vlivy, což vyvolává buď krátkodobé změny, kdy rozmnožovací orgány přežívají v půdě delší dobu, nebo o změny trvalé, pokud byla vyčerpána půdní zásoba a zmizel trvale zdroj nového zaplevelení.

Společenstva rostlin na orné půdě nejsou neměnná. Tak jako se mění zastoupení jednotlivých plodin a jejich skupin, tak i plevelné druhy na orné půdě podléhají změnám. Mnohé druhy jsou na naše území nově zavlékány a dostávají se do agropytocenóz (Jursík et al. 2018).

Polní plevele vytváří na pozemku s kulturní plodinou společenstvo rostlin, které je nazýváno agropytocenóza. V tomto společenstvu může plevelný druh existovat pouze v případě, že mu vyhovují růstové podmínky, popřípadě pokud je schopný se daným podmínkám přizpůsobit (Hron & Kohout 1988).

Plevele tedy řadíme mezi škodlivé organismy, které jsou schopny s porostem kulturních plodin negativně interagovat. Důsledkem těchto interakcí je většinou hospodářská škoda. Nejčastěji se jedná o snižování množství či kvality sklizeného produktu (Jursík et al. 2011).

Užitek plevelů lze spatřovat v tom, že některé druhy poskytují téměř po celou dobu vegetace bohatou pastvu včelám nebo mohou být využity jako kvalitní píče. Často také tvoří organickou hmotu do kompostů nebo jsou zaorávány jako zelené hnojení (Hron & Vodák 1959).

Využití plevelů jako jedlých rostlin je dnes spíše úsměvnou záležitostí. Dříve však v době neúrody byla například semena prosovitých plevelů mleta a následně využita k přípravě



chleba. Mnoho druhů plevelů může být použito jako salátová zelenina (merlík, lebeda, šrucha zelná, mléč zelinný a další). Z plevelných druhů byly vyšlechtěny i kulturní salátové formy, které později téměř upadly v zapomnění. Kromě jedovatých druhů mohou být rostliny plevelů využity jako píče pro krmení domácích zvířat, velkosemenné druhy pak i jako ptačí zob (Jursík et al. 2018).

Další formu užitku plevelů představuje jejich rozsáhlá ekologická funkce. Ekologický význam plevelů spočívá hlavně v jejich podílu na funkci vodohospodářské (Kohout 1997). Z tohoto hlediska zabraňují husté porosty plevelů výparu vody z půdy a podporují vsakování srážkové vody (Hron & Kohout 1986). Na svažitéch pozemcích nebo v okolí vodních toků zabraňují plevele ve splavování ornice (druhy s bohatým kořenovým systémem a hustým zápojem). Plevelé také mohou omezovat vodní a větrnou erozi na lehkých písčitých půdách (Hron & Vodák 1959). Plevelé svým výskytem také výrazně obohacují biodiverzitu ekosystémů. Zvyšují druhovou rozmanitost nejen rostlinných, ale také živočišných společenstev. Faunu plevelé obohacují o živočišné druhy, které jsou na jejich přítomnosti závislé. Jedná se o jejich opylovače, symbionty, parazity a dále o druhy, kterým plevelé slouží jako zdroj potravy (Marshall et al. 2003).

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

Předmětem řešení diplomové práce bylo studium druhového složení a bohatství plevelné vegetace porostů základních polních plodin (ozimé obilniny, jarní obilniny a okopaniny) v systému konvenčního hospodaření na vybraných půdních blocích Zemědělského družstva Lukavec. Cílem bylo rovněž zhodnocení vlivu pěstované plodiny na utváření společenstev plevelů. Na sledovaných pozemcích byla věnována pozornost také výskytu vzácných a ohrožených druhů plevelů.

Hypotéza:

- Pěstovaná plodina ovlivňuje druhové bohatství a složení plevelné vegetace.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Historie plevelů a zaplevelení půd

Od nepaměti se člověk setkává na stanovištích, která obhospodařuje, s rostlinami, které svojí přítomností a životními projevy ztěžují jeho práci a snižují výkonnost pěstovaných druhů. Tyto rostliny jsou souborně a dlouhodobě označovány jako plevelné rostliny (Dvořák & Smutný 2003). Plevelé provázejí člověka od té doby, co se začal zabývat aktivně zemědělskou činností. Představovaly ve všech historických obdobích významné škodlivé činitele a současně působily na snižování kvality a objemu rostlinné produkce (Chodová et al. 1993).

Historie plevelů je historií zemědělské kultury. Nejstarší zemědělské oblasti byly zřejmě v teplých oblastech severní Afriky a jižní Asie, kde v povodí velkých řek docházelo k pravidelným povodním. V době dešťů voda vystoupila z koryta a zalila celé údolí, které pokryla úrodným bahnem. Po opadnutí vody vyrůstaly na vysychajících bahnech četné jednoleté byliny s krátkým vegetačním cyklem, které mohly v teplém počasí rychle vyrůst, vykvést a dozrát během několika měsíců. Později v létě tato stanoviště úplně vyschla a vegetující rostliny se zde nemohly udržet. Avšak tuto nepříznivou dobu sucha dobře snášela semena jednotlivých rostlin. Člověk původně tato semena sbíral a živil se jimi. Poznal, že může záplavy rozšiřovat, a tím zvětšovat plochu pro rostliny přinášející mu užitek, a začal si vybírat určité druhy, jejichž semena rozhazoval na takovéto zaplavované plochy. Postupně to vedlo až k záměrnému pěstování. Aby mu tyto pozemky nezarůstaly druhy, na nichž neměl zájem, neboť mu neskýtaly potravu, musel je odstraňovat vytrháváním nebo vykopáváním a pomalu přešel k více méně čistým kulturám obilnin. A právě zde je nutno spatřovat nejen vznik zemědělských plodin, ale i plevelů. Druhy, které původně rostly společně s obilovinami, se staly nevitányými plevele (Deyl 1964).

Lze říci, že plevele představovaly ze souboru biotických škodlivých činitelů prakticky ve všech historických obdobích nejzávažnější složku, která se nejvíce podílela na snižování výnosů pěstovaných rostlin (Hron & Kohout 1986). Počet plevelných druhů se v posledních letech postupně snížil. Hlavní příčinou tohoto snížení je intenzivní využívání herbicidů (Kohout 1980). V dřívějších dobách byla plevelná společenstva velmi pestrá a poměrně vyrovnaná. Na polích v jednotlivých zemědělských plodinách bylo zastoupeno 300 – 350 plevelných druhů. V dnešní době se v porostech polních plodin objevuje 5 – 7 druhů plevelných rostlin (Jursík et al. 2011).

## 3.2 Druhová diverzita

Biologickou rozmanitost (biodiverzitu) lze definovat jako úplný soubor všech taxonů, genů a ekosystémů planety Země, včetně jejich vzájemně provázaných vazeb. Poprvé se pojem biologická rozmanitost objevil v polovině osmdesátých let dvacátého století (Vačkář 2005). Současná biologická rozmanitost planety Země je výsledkem vývoje, při němž jednotlivé druhy vznikaly a zanikaly, přizpůsobovaly se měnícím se podmínkám v prostoru a v čase. Docházelo k tomu bez přímého ovlivnění člověkem, ale i v důsledku jeho snah o zvýšené využívání či naopak potlačení až vyhubení jednotlivých druhů (Polášková et al. 2011). V posledních letech dochází ke vzrůstajícímu úbytku druhů a tím i ke snižování biologické rozmanitosti planety lidskou činností (Bertrand 2003).

Do biodiverzity řadíme vše živé na naší planetě. Biodiverzitu druhů vnímáme převážně na úrovni taxonů, genů a ekosystémů (Rosypal et al. 2003).

Z pohledu ekologie lze rozlišovat diverzitu na druhovou, genovou a ekosystémovou. V druhové rozmanitosti hraje významnou roli vyrovnanost druhů v prostředí. Díky vyrovnanosti je možné vyhodnotit převládající či naopak ojediněle se vyskytující druh (Laštůvka & Krejčová 2000). V současné době je na Zemi popsáno asi 1 500 000 druhů, z toho vyšší rostliny skýtají asi 250 000 druhů. Odhaduje se, že skutečný počet druhů je mnohonásobně vyšší a důvodem, proč nebyly doposud popsány, je neprobádanost mnoha oblastí na světě. Tyto druhy jsou zařazovány k takzvané skryté diverzitě (Rosypal et al. 2003).

Pro popis druhové diverzity vzniklo mnoho metod. Nejjednodušším způsobem, jak vyjádřit druhovou diverzitu je prostý soupis druhů. Druhovou pestrost můžeme vyjádřit pomocí indexu druhové pestrosti (Šarapatka et al. 2010).

Biotop pole je názorným příkladem toho, jak historické užívání krajiny člověkem vedlo ke vzniku zcela nového společenstva organismů. Se zvyšováním ploch, kde se zpracovávala půda, nacházely rostliny ideální možnosti šíření jako plevel. Podle stanoviště a doby zpracování půdy se vytvořila různorodá společenstva plané polní flóry. V současné zemědělské krajině chybí biologická rozmanitost. Scelováním polí (v padesátých letech dvacátého století) a způsobem hospodaření zemědělství na zemědělské půdě, vznikají jednotvárné a ostře vymezené plochy. Nejvýznamnějšími následky intenzivní zemědělské výroby je snížení schopnosti zemědělské krajiny zadržovat vodu, ztráta přirozené půdní úrodnosti a pokles populací původních druhů. Mizí tak dříve vyskytující se běžné plevelné druhy jako je chrpa modrá nebo koukol polní (Roth & Plesník 2004).

Jursík et al. (2011) uvádí, že na orné půdě je druhová diverzita velmi omezena, v porovnání s přirozeným či polopřirozeným stanovištěm. Jako hlavní důvod uvádí, že za to mohou pěstované monokultury zemědělských plodin. Výskyt plevelných druhů přispívá ke zvýšení druhové rozmanitosti nejen rostlin, ale i organismů, kterým rostlinný kryt plevelů poskytuje přirozenou ochranu a zdroj potravy. Tyto organismy mohou být vázány pouze na určitý druh plevelné rostliny a často jsou i významnými predátory některých škůdců. Úbytkem jednoho druhu rostliny může dojít k úbytku až několika druhů bioregulátorů, což má za následek vyšší náchylnost kulturní plodiny vůči škůdcům. Druhově bohaté plevelné společenstvo je snadněji regulovatelné, než společenstvo druhově ochuzené, kde rychleji převládne škodlivý a konkurenčně silný druh.

Možností zvýšení biodiverzity na zemědělské půdě je v současné době několik. Správnými osevními postupy přispějeme k obohacení půdy o organickou hmotu, umožníme poutání dusíku, omezíme ztrátu půdy erozí a posílíme diverzitu na všech úrovních. Ke zlepšení diverzity přispívá i pěstování smíšených kultur např. luskovinoobilních směsek nebo používání meziplodin a krycích plodin. Další možností podpory biodiverzity je využívání ochranné vegetace, zatravněné pásy, květnaté medonosné pásy nebo vytvářet potravní políčka. Také vhodnými agrotechnickými zásahy při sklizni (např. využití pláničů a vhodný způsob sečení) nebo šetrnou regulací v ochraně rostlin zlepšíme druhovou rozmanitost v agroekosystému. Nový trend šetrnějšího zemědělství, tedy ekologické zemědělství usiluje také o zlepšení životního prostředí. Při změně agrotechnických opatření dochází ke změně flóry. Ekologické zemědělství se snaží omezit používání chemických látek (hlavně pesticidů) a minerálních hnojiv. S ukončením používání chemické regulace plevelů může zpočátku dojít ke zvýšenému výskytu plevelů náročných na vyživu. Na druhou stranu jsou v rozvoji podporovány druhy citlivé na herbicidy (Šarapatka et al. 2008).

### **3.3 Diverzita a druhové bohatství společenstev plevelů**

K ovlivňování společenstev plevelů člověkem docházelo v průběhu celé historie zemědělství. K nejvýznamnějším zásahům došlo však ve 20. století v důsledku intenzifikace zemědělství, které bylo charakterizováno zejména jednoduchými osevními postupy, minimalizací, efektivním čištěním osiva, intenzivním hnojením a vápněním, jednofázovou mechanizovanou sklizní a používáním herbicidů k regulaci plevelů. Změny ve složení plevelných společenstev v Evropě byly analyzovány v mnoha publikovaných pracích. Prezentované výsledky poukazují na významné změny, jako např. druhové ochuzování

plevelných společenstev a vyšší výskyt těžko regulovatelných druhů plevelů. Mnoho plevelů se stalo vzácnými a ohroženými během posledních desetiletí a jsou uvedeny na národních červených seznamech ohrožených druhů. Hlavním nástrojem podpory udržitelného zemědělství prospěšného pro biologickou rozmanitost jsou v současné době různé agroenvironmentální opatření a ekologický způsob hospodaření (Kolářová et al. 2013c).

Biodiverzita coby rozmanitost živých organismů je důležitou vlastností ekosystémů a jedním z významných kritérií hodnocení jejich stability. Agroekosystémy jsou oproti okolním přirozeným či polopřirozeným společenstvům obvykle značně ochuzené jak co do počtu druhů, tak do jejich vyrovnanosti. Biodiverzitu společenstev na orné půdě můžeme rozdělit na plánovanou, která se týká produkčních organismů – pěstovaných plodin a asociovanou, týkající se rostlin doprovodných – plevelů (Martinková et al. 2008).

Byl proveden výzkum o diverzitě plevelové vegetace na orné půdě v rámci pole ( $\alpha$  diverzita) a rozdílné diverzity mezi jednotlivými poli ( $\beta$  diverzita) v České republice a jejich ovlivnění systémem hospodaření (ekologické x konvenční), pěstovanou plodinou a nadmořskou výškou. Tříletý fytoecologický výzkum proběhl v letech 2006-2008 během vegetačního období, kdy v centrech porostů byl proveden 1 fytoecologický snímek o velikosti 100 m<sup>2</sup>. Následně byly stanoveny druhová bohatost jako vyjádření  $\alpha$ -diverzity a Sørensenův index disimilarity jako vyjádření  $\beta$ -diverzity. Byl zjištěn statisticky významný vliv typu hospodaření a nadmořské výšky na druhovou bohatost. Průměrný počet druhů v jednom snímku byl 9,17 v konvenčním a 21,17 v ekologickém typu hospodaření. V obou typech hospodaření docházelo ke zvyšování počtu druhů se vzrůstající nadmořskou výškou. Statisticky významný vliv všech studovaných proměnných byl zaznamenán u  $\beta$ -diverzity. Vyšší  $\beta$ -diverzita byla zjištěna v konvenčním typu hospodaření (Kolářová et al. 2013a).

Nejen typ hospodaření, nadmořská výška a další faktory určují druhovou skladbu plevelů. Po odstranění vlivu ostatních faktorů bylo prokázáno, že na druhovou skladbu plevelů má silný vliv průměrný roční úhrn srážek, který ovlivňuje druhovou skladbu plevelů také v jiných klimatických regionech střední Evropy (Losová et al. 2004). Tato zjištění jsou v souladu s výsledky z Francie, kde byl zjištěn silný vliv srážek na druhovou skladbu plevelů (Fried et al. 2008).

Biodiverzita je důležitou vlastností ekosystémů a jedním z významných kritérií hodnocení jejich stability. Agroekosystémy jsou oproti okolním přirozeným společenstvům značně ochuzeny jak o počty druhů, tak i jejich vyrovnanosti. V podmínkách našeho zemědělství jsou plodiny vysévány jako prostorové monokultury, kdy na jednom pozemku je pěstována pouze jedna plodina. Ostatní systémy pěstování více plodin na jednom pozemku

jsou častěji v podmínkách ekologických směrů hospodaření a jsou realizovatelné především na menších plochách. Plevel se v podmínkách agroekosystémů vždy spontánně vyskytuje a počty jejich druhů se vyskytují řádově v desítkách a tím výrazně zvyšují biodiverzitu orné půdy. Mezi jednotlivými pozemky však existují značné rozdíly, přičemž na některých je druhové spektrum značně ochuzené. Na každý rostlinný druh je vázán celý komplex dalších organismů, které na něm závisejí, ať již se jedná o opylovače, druhy živícími se plody a semeny, spásače, symbionty, či o parazity nebo patogeny, ale i o druhy, které využívají právě tyto asociované organismy. Mnoho druhů živočichů, které jsou do agroekosystémů lákány rostlinami plevelů, které jsou oproti plodině déle zelené a mají širší období kvetení, fungují jako užitečné organismy ve vztahu k plodině. Ztrátou každého druhu ze společenstva tedy dojde i k vymizení dalších, existenčně na něm závislých. Druhově bohatá plevelná společenstva jsou navíc snadněji regulovatelná než společenstva ochuzená, ve kterých rychle převládou škodlivé, konkurenčně silné druhy (Jursík et al. 2018).

Současné spektrum plevelů na orné půdě v České republice bylo analyzováno v letech 2006–2008 a byla stanovena stálost jednotlivých druhů. Fytocenologický průzkum, kde bylo monitorování prováděno, byl proveden na pozemcích, kde se pěstovaly ozimé obilniny, jarní obilniny a širokolisté jarní plodiny. Ve střední části každého pozemku byly monitorovány fytocenologické snímky o velikosti 100 m<sup>2</sup>. Celkem bylo zaznamenáno 172 druhů plevelů náležejících do 32 čeledí. K druhům s nejvyšší stálostí patřily merlík bílý, opletka obecná a violka rolní. Prezentované výsledky poukazují na významné změny jako např. druhové ochuzování plevelných společenstev a vyšší výskyt těžko regulovatelných druhů plevelů. Mnoho plevelů se stalo vzácnými a ohroženými během posledních desetiletí a jsou uvedeny na národních červených seznamech ohrožených druhů (Kolářová et al. 2013b).

Podle některých názorů, může ekologické zemědělství za určitých podmínek naopak zvyšovat druhovou rozmanitost agroekosystémů. Na ekologicky obhospodařované půdě dochází k několikanásobnému zvýšení počtu rostlinných plevelných druhů v porovnání s konvenčně obhospodařovanou půdou (Roth & Plesník 2004).

Současný stav diverzity agropytocenóz je především obrazem dlouhodobé pěstitelské činnosti člověka na orné půdě, která byla v minulosti zaměřena na neustálé, cílené zvyšování produkce či jakosti vybraných hospodářsky významných plodin. Docházelo tak k selekci výkonných a kvalitativně zajímavých taxonů rostlinné říše, jejich pěstování se rozšiřovalo do větších ploch a dalších oblastí a méně produkční taxony byly omezovány. Rovněž tak přítomnost konkurenčních doprovodných plevelných rostlin byla chápána jako nežádoucí prvek polních kultur a s rozvojem pěstitelské techniky se možnosti uplatnění velkého

množství plevelných taxonů snižovaly. Setrvaly pouze některé druhy odolné a přizpůsobivé měnícím se podmínkám a technologiím hospodaření. V určitých případech však na základě příznivých okolností a vlivů nově do polí přistoupily i taxony charakteristické pro odlišné typy fytoocenóz nebo druhy nepůvodní, neznámé pro daná geografická stanoviště (Martinková et al. 2008).

Další rovinou výzkumu bylo sledování současných společenstev plevelů orných půd na rozsáhlém území České republiky, zahrnujícím různé přirozené stanovištní podmínky (terénní, klimatické, půdní poměry) a charakteristické systémy hospodaření. Výsledkem je pak možnost vyhodnocení současné úrovně diverzity plevelových společenstev z pohledu mnoha významných faktorů, zahrnujících aplikované systémy a způsoby hospodaření (např. konvenční, ekologické) a přírodní produkční poměry (např. výrobní oblasti, nadmořská výška, genetický půdní typ, půdní druh, pH aj.). Ze zjištěných údajů vyplývá, že v ekologickém systému hospodaření se vyskytuje průměrně asi dvojnásobné druhové bohatství plevelné flóry než v systému konvenčním. Je tedy jasně zřetelné, že ekologické prvky pěstování rostlin podporují rozmanitost plevelných společenstev. Z hlediska jednotlivých skupin plodin se nejvíce druhů uplatňuje v jarních obilninách, přičemž rozdíly mezi ozimými obilninami a okopaninami jsou minimální. Při porovnání druhového bohatství plevelů z hlediska jednotlivých výrobních oblastí je zaznamenán výrazný trend poklesu počtu druhů směrem od bramborářské do kukuřičné výrobní oblasti, a to v obou systémech hospodaření. Vlivem dlouhodobého mohutného tlaku člověka na plevelnou složku ve výnosných, intenzivních, nejproduktivnějších oblastech došlo ke ztrátě mnoha plevelných druhů, které se pravděpodobně projevilo i na úrovni potenciálního zaplevelení. Širší, druhově bohatší plevelná flóra je tedy zachována v produkčně méně příznivých, marginálních oblastech, kde bylo a je většinou aplikováno omezenější množství intenzifikačních faktorů.

Konvenčně obdělávané plochy jsou charakterizovány zpravidla úzkým spektrem recentně významných druhů, často odolných vůči plošně aplikovaným herbicidům (např. violka rolní, rozrazil, kakost maličký aj.). Je zde rovněž charakteristické vyšší zastoupení zaplevelujících taxonů spojených s intenzivním pěstováním úzkého sortimentu plodin (výdrol řepky, slunečnice, plevelná řepa, sklizňové ztráty brambor).

V ekologicky obdělávaných plodinách je zaznamenáno podstatně vyšší množství druhů plevelů, včetně taxonů vzácnějších a ohrožených citlivých na intenzivní pěstování plodin a aplikaci účinných herbicidů. Je zde možno nalézt druhy, které indikují ekologické podmínky stanoviště, druhy lemových a okolních společenstev či taxony charakterizující širší, často specifický sortiment pěstovaných plodin (Martinková et al. 2008).



### **3.4 Charakteristika plevelných rostlin**

Již od počátku zemědělské činnosti se člověk potýká s problémem výskytu různých druhů rostlin, které ztěžovaly jeho zemědělskou činnost.

Podle Dvořáka a Smutného (2008) plevele nejdříve popsal na počátku 19. století Bürgermeister. Ten charakterizoval plevele jako rostliny, které na kultivované půdě rostou proti úmyslu zemědělcovu. V průběhu let se definice plevelů nijak výrazně nezměnila.

Hron & Kohout (1988) popsali plevele jako všechny nežádoucí rostlinné druhy, které rostou proti vůli pěstitele v porostech kulturních rostlin.

Jursík et al. (2011) definovali plevel jako každou rostlinu, která se vyskytuje na určitém stanovišti proti vůli člověka. Dále uvádějí, že jsou to také rostliny mající specifické vlastnosti, které jim umožňují úspěšně se prosadit v kulturních porostech.

Mikulka & Kneifelová (2005) navíc uvádějí, že se mezi tyto rostliny zařazují nejen divoce rostoucí druhy, ale také druhy zaplevelující, mezi které se řadí rostliny pěstované a vyšlechtěné. Zaplevelující druhy plevelů buď tvoří příměs osiva pěstované plodiny, nebo zůstávají po sklizni na poli a rostou zde jako tzv. výdrol, který zapleveluje následné plodiny.

Pro studium polních plevelů je významné jejich zařazení do skupin, ve kterých se jednotlivé druhy shodují ve významných společných znacích. Jednoznačná je např. klasifikace podle botanického systému. Z herbologického hlediska však toto třídění není zcela vyhovující. Klasifikace podle převládajícího výskytu v jednotlivých plodinách není výstižná. Výskyt plevelů, s výjimkou některých parazitických druhů není přímo vázán na druh plodiny. Pro zemědělský výzkum a praxi je vyhovující rozdělení plevelných druhů podle hlavních biologických vlastností, tj. podle doby masového vzházení semen, schopnosti přezimovat nebo podle charakteru orgánů vegetativního rozmnožování (Hron & Vodák 1959).

#### **3.4.1 Plevle jednoleté, rozmnožující se generativně**

Patří sem druhy, které klíčí, kvetou a plodí během jedné vegetační sezóny a poté odumírají. Část některých druhů kvete po přezimování (Dvořák & Smutný 2008).

##### **1. Efemérní plevele**

Vyskytují se v ozimech a víceletých pícninách. Patří mezi ně osívka jarní, huseníček rolní, rozrazil břechťanolistý a trojklaný (Dvořák & Smutný 2008).

##### **2. Časně jarní plevele**

Klíčí již při teplotách málo nad 0°C. Zaplevelují zejména časně jařiny. Předset'ovou přípravou k pozdním jařinám bývají ve značné míře zničeny (Dvořák & Smutný 2008).

Časně jarní plevely mají schopnost vzcházet i během celé vegetace, zimu v našich podmínkách většinou nepřečkají. Objevují se v jarních kulturách obilnin, okopanin a zelenin. Při předset'ové přípravě, následném vláčení a plečkování během vegetace je jejich regulace úspěšná. Typickým zástupcem této skupiny je drchnička rolní, opletka obecná, konopice polní (Mikulka & Kneifelová 2005).

### **3. Pozdně jarní plevely**

Optimální teplota pro klíčení druhů této skupiny je obecně nad 10°C. Tím, že některé druhy klíčí brzy na jaře, bývá rozdíl mezi výskytem časných jarních a pozdních jarních druhů méně nápadný. Tuto skupinu výrazně charakterizuje skutečnost, že všichni příslušníci této skupiny klíčí masově i při vyšších teplotách. Často způsobují tzv. druhotné zaplevelení okopanin v letním období. Např. merlík zvrhlý, merlík mnohosemenný, merlík bílý, lebeda lesklá, lebeda rozkladitá, laskavec ohnutý, rdesno blešník, rdesno červivec, pryšec kolovratec, čistec roční, lilek černý, durman obecný, mléč zelinný, ježatka kuří noha nebo bér sivý (Dvořák & Smutný 2008).

Vzcházejí většinou najednou v hojném množství, není neobvyklé jejich vzcházení i později během vegetace. Protože nesnášejí zastínění, vyskytují se především v širokořádkových plodinách nebo v řídkých jarních porostech (Jursík et al. 2011).

Kohout et al. (1996) do této kategorie řadí durman obecný, laskavec ohnutý, lilek černý, merlík bílý, rdesno blešník, mléč drsný a zelinný, pět'our maloúborný a srstnatý, dále bažanku roční, béry, lebedu rozkladitou, merlík zelený, pryšec kolovratec a také hledíček menší, pryšec okrouhlý.

### **4. Ozimé (přezimující) plevely**

Ozimé plevely jsou fyziologicky zajímavou a variabilní skupinou. Charakteristikou vlastností druhů této skupiny je schopnost přežít období zimního vegetačního klidu. Většina těchto plevelů přezimuje ve stádiu, ve kterém je zima zastihla. Teplotní amplituda pro klíčení semen je u některých druhů velmi široká. Jedinci, kteří vzejdou brzy na jaře, kvetou a odumřou v daném vegetačním období, vzejdou-li později na jaře nebo v létě, neukončí vegetaci s nástupem zimy, ale přezimují a na jaře pokračují v růstu a vývoji. Druhy, u kterých je klíčení a vzcházení koncentrováno na podzimní období, přezimují masově. Tato vlastnost je zejména u plevelných trav této skupiny (Dostál 1989).

Dvořák & Smutný (2008) řadí do této skupiny převážně ptačinec prostřední, koukol polní, mák vlčí, peníze rolní, kokošku pastuší tobolek, violku rolní, svízel přítulu, pomněnku

rolní, rozrazil perský, hluchavku nachovou, blín černý, rmen rolní, heřmánkovec nevonný, heřmánek pravý, heřmánek terčovitý, chrpu modrou, chundelku metlici, psárku polní.

Jejich biologické uzpůsobení jim umožňuje zaplevelovat hlavně ozimy, ale jsou běžnými plevele i v jařinách, okopaninách a řídkých kulturách víceletých píceň. Velmi konkurence schopné druhy jsou zastoupeny svízelem přítulou, mákem vlčím, heřmánkovcem nevonným, chundelkou metlicí, úhorníkem mnohodílným; nižší patra porostu zapleveluje violka rolní, rozrazil perský, ptačinec prostřední i hluchavka nachová (Jursík et al. 2011).

### **3.4.2 Dvouleté a vytrvalé plevele rozmnožující se převážně generativně**

V této skupině jsou zařazeny druhy, u kterých je hlavním způsobem rozmnožování tvorba a rozšiřování generativních orgánů. Současně je ale převážná většina druhů této skupiny schopná vegetativního rozmnožování.

Dvouleté druhy nekvetou v roce vzejtí, vytvoří pouze listové růžice a podzemní orgány. V tomto stavu přezimují a v dalším roce vytvářejí semena a odumírají. Druhy, které po dozrání generativních orgánů neodumírají, ale pokračují v růstu, řadíme k vytrvalým druhům. Například silenka široolistá bílá, šťovík kadeřavý, šťovík tupolistý, bolševník velkolepý, mrkev obecná, kostival lékařský, jitrocel větší, jitrocel kopinatý, řebříček obecný, pampeliška lékařská, pelyněk černobýl, bodlák obecný (Dvořák & Smutný 2008).

Skupina těchto plevelů je schopna se množit nejen generativně, ale i vegetativně nejčastěji částmi kořenů. Plevelé vyklíčí a poté přezimují ve stavu listové růžice, následující vegetační období vykvétají a tvoří semena, poté odumírají (mrkev obecná, locika kompasová), (Mikulka & Kneifelová 2005).

### **3.4.3 Vytrvalé plevele**

Do této kategorie jsou řazeny plevele se schopností vegetativního rozmnožování. Tuto schopnost ovšem nemají jen vytrvalé plevele, ale i některé druhy jednoletých druhů například ptačinec prostřední. U některých druhů způsob vegetativního rozmnožování převažuje nad generativním, jak můžeme vidět například u pýru plazivého, kdy za optimálních podmínek, je schopen vytvořit velmi rozsáhlý systém oddenků; tvorba obilek pak ustává (Dvořák & Smutný 2008). Vegetativní orgány jsou vybaveny osními a kořenovými pupeny. Aktivita těchto pupenů umožňuje nejen rozvoj kořenů, oddenků, hlíz a dalších orgánů, ale i vznik nové rostliny. Nová rostlina se vyvine z takové vegetativní části, na které se nachází alespoň

jeden zdravý osní nebo kořenový pupen. Stébla, lodyhy a oddenky vznikají z pupenů osních, zatímco kořenové pupeny dají vzniknout kořenům (Kostelanský 1997).

Zástupci zmiňované skupiny patří mezi nejúpornější plevely vůbec, zůstávají na stanovištích několik let, protože jejich vytrvalé podzemní orgány jim umožňují překonávat nepříznivé podmínky. Podle hloubky, do jaké vegetativní orgány pronikají, se dále dělí na mělčeji kořenící, které mají orgány uloženy pod povrchem půdy nebo převážně v ornici a hlouběji kořenící, jejich orgány zasahují až do podorničních vrstev (Kohout et al. 1996).

Mezi mělčeji kořenící plevely s plazivými oddenky je řazena mochna plazivá, pryskyřník plazivý nebo popenec břečťanovitý; jde o druhy, které se šíří pomocí lodyh, které zakořeňují v místě uzlin. Zástupci s pevnými a tuhými oddenky, působí potíže při obdělávání půdy a konkurují kulturně pěstovaným rostlinám. V porostu vytvářejí ohniska a pro jejich tuhé oddenky je pěstitelé z pozemků mohou částečně vyvlačovat. Mezi typické zástupce patří pýr plazivý, psineček výběžkatý (Jursík et al. 2011).

Některé plevely vytvářejí hlízy (hrachor hlíznatý), cibule (česnek viničný), případně ztlustlé kořeny (rukev lesní, zvonek řepkový). Jedná se o druhy, které se vegetativně nerozšiřují, ale jsou hůře zasažitelné technikou při zpracování půdy (Kohout et al. 2010). Jak uvádí Mikulka et al. (1999) po polích mohou být při kultivaci roznášeny mechanizací.

Hlouběji kořenící plevely zahrnují nebezpečné rody; výběžkaté druhy mají velice bohatě rozvětvené výběžky, které jsou navíc uspořádány jak vodorovně (nejčastěji v ornici) tak svisle, které prokořeňují půdní profil hluboko do podorničí a nejsou proto zasahovány mechanicky při zpracování půdy (Kohout et al. 1996). Kořenové výběžky nejsou článkované, jsou křehké a dužnaté. Části výběžku snadno regenerují a jejich mechanické odstranění není možné (pcháč oset, svlačec rolní, mléč rolní, lnice květel).

Další kategorií jsou plevely oddenkaté. Oddenek je článkovitý výběžek stonkového původu, většinou pevný. Mezi zástupce řadíme rdesno obojživelné, přesličku rolní, podběl lékařský, bršlici kozí nohu a rákos obecný (Jursík et al. 2011).

#### **3.4.4 Poloparazitické a parazitické plevely**

Poloparazitické plevely patří do skupiny zelených plevelů, která kromě toho že se vyživuje autotrofně, je vybavena přísavnými kořínky. Kořínky zasahují do vodivých pletiv hostitelských rostlin, a proto se může vyživovat i heterotrofně. Patří sem někteří zástupci čeledi *Scrophulariaceae*. Dnes se řadí mezi chráněné druhy. Kohout et al. (1996) a Jursík et al. (2011) se zmiňují, že parazitují především na kořenech trav, a proto byly významnými plevely především u obilovin (kokrhel luštinec, zdravínek jarní, černýš rolní).

Parazitické (holoparazitické) plevele neobsahují chlorofyl a jsou proto zcela odkázány na hostitelskou rostlinu. Z hostitele pomocí haustorií a přísavek odebírají živiny a vodu. Napadají nadzemní orgány, kolem kterých ovíjí své lodyhy a přísavkami si zajišťují výživu (kokotice evropská, kokotice jetelová). Záraza kumánská a záraza žlutá zastupují skupinu napadajících kořeny hostitele, do kterých vrůstají jejich haustoria a jejich nadzemní lodyhy (žlutavé, červenohnědé) jsou kryty šupinatými listy a nesou květy (Jursík et al. 2011).

### **3.5 Rozmnožování plevelů**

Reprodukce je proces vzniku nových jedinců z jedinců rodičovských. Rozlišujeme dva základní typy rozmnožování: vegetativní (částmi rostlin), kdy noví jedinci jsou geneticky identičtí s rodiči a rozmnožování generativní (semeny), které vede ke vzniku geneticky odlišných jedinců oproti rodičům. Způsob rozmnožování je dán konkurenčními podmínkami prostředí (Jursík et al. 2018).

#### **3.5.1 Vegetativní rozmnožování plevelů**

Vegetativně rozmnožující se plevele mohou vytvářet ohniska, do kterých ostatní druhy plevelů obtížně pronikají. Významná je zde regenerační schopnost. Jedná se převážně o plevele vytrvalé. Rozmnožovacími částmi mohou být různě dlouhé výběžky (podzemní i nadzemní), dále hlízy, hlízky, cibule, pacibulky, úlomky tenkých lodyh (kokotice a jiné), (Jursík et al. 2018).

Na rozmnožovacích vegetativních orgánech lze nalézt osní a kořenové pupeny. Z osních pupenů vznikají osy (oddenky, lodyhy, stébla) s dalšími orgány, z kořenových pupenů vznikají kořeny. Tato dělitelnost rostliny, kdy se může z její části vyvinout nová rostlina, a která je základem jejího vegetativního rozmnožování, umožňuje zachování druhu i za nepříznivých podmínek. U většiny vegetativně se rozmnožujících druhů bývá útlum regenerace pupenů nejvíce v letních měsících. Dormance na oddencích pýru plazivého vzniká po kvetení (Dvořák 1998).

Vegetativně se však mohou rozmnožovat i druhy jednoleté pomocí kořenujících lodyh (ptačinec žabinec) nebo částmi rostliny při příznivých vláhových podmínkách (pěťour maloúborný), (Hron & Kohout 1986).

Zvláštním případem vegetativního rozmnožování je apomixie, kdy rostliny vytvářejí květy, semena nebo plody, které však nejsou předmětem pohlavního rozmnožování.

Apomikticky se ve velké míře rozmnožují převážně pampelišky (Kirschner & Štěpánek 1995).

### 3.5.2 Generativní rozmnožování plevelů

Generativní rozmnožování probíhá pomocí semen nebo plodů, kdy potomstvo nese kombinaci vlastností rodičů a umožňuje tak novým populacím rostlin prostřednictvím selekce rychleji reagovat na měnící se podmínky prostředí (Jursík et al. 2018).

Potence generativního rozmnožování, která je druhovou vlastností, se uplatňuje v těsné závislosti na podmínkách růstu a vývoje mateřské rostliny, na její velikosti, podmínkách kvetení (Hron & Kohout 1988).

Množství vyprodukovaných semen se značně liší jak mezi druhy, tak i mezi jedinci uvnitř druhu. Nižší produkci se vyznačují především menší druhy s většími semeny jako je například rozrazil břechťanolistý, kde produkce semen i za příznivých podmínek může být jen několik desítek semen na rostlinu, naopak velmi vysokou produkci semen mají vzrůstné, drobnosemenné druhy, jako je laskavec ohnutý nebo merlík bílý, které mohou za příhodných podmínek vytvářet až statisíce semen na jednu rostlinu (Jursík et al. 2018).

Pro přežití druhu je důležité prostorové a časové rozptýlení semen. Prostorové rozptýlení (rozšiřování) plevelů řada autorů rozdělila (např. Klingman & Ashton 1982; Mikulka & Kneifelová 2005) do několika skupin (autochorie – rostlina rozšiřuje svá semena do okolí vlastními mechanismy; anemochorie – rozšiřování pomocí větru; hydrochorie – rozšiřování vodou; zoochorie – živočichy (ektozoochorie, endozoochorie); antropochorie – člověkem; barochorie – semena po uzrání dopadají pod mateřskou rostlinu).

Časový rozptyl semen umožňuje semenům vyklíčit až za podmínek, které budou pro klíčení nejvhodnější (klimatické podmínky). S tím souvisí dormance semen. Jde také o to, že pokud by všechna semena vyklíčila najednou, došlo by k výrazné konkurenci v potomstvu mezi sebou. Fáze rozptylu a rozmístění mají zásadní význam v životě všech organismů. Každý organismus je odsouzen k zániku, pokud on nebo jeho potomci zůstávají na svém místě. Ze všech diaspor vytvořených určitým plevelným druhem to může být shodou náhod to nejuvzdálenější semeno, které se může stát základem pro vytvoření nové kolonie a populace (Begon et al. 1997).

### **3.6 Vlivy působící na plevelná společenstva**

Plevelná společenstva jsou ovlivňována celou řadou faktorů, které na ně působí krátkodobě i dlouhodobě. Proto procházejí stále poměrně složitým vývojovým cyklem. Plevelné rostliny doprovázejí plodiny od počátku zemědělství a patří mezi nejproblematictější škodlivé činitele, na jejichž eliminaci bylo vždy vynakládáno obrovské množství energie. Jednotlivé plevelné druhy se postupně přizpůsobovaly měnícím se přírodním podmínkám, později technologiím pěstování. Plevelné druhy, které nebyly schopné se přizpůsobovat zásahům při obdělávání půdy a pěstování plodin, z polí postupně mizely. Některé druhy vymizely již v dávné době, jiné v době nedávné, v závislosti na rozvoji technologií pěstování plodin. Plevely svázané s technologií pěstování plodin se po změně technologie nebyly schopny v nových podmínkách reprodukovat a vymizely, jako např. koukol polní. Snahou vytvořit co nejvhodnější podmínky pro pěstované plodiny jsou ovlivňována původní rostlinná společenstva. V dávných dobách byla plevelná společenstva druhově velmi bohatá. Na polích v jednotlivých plodinách bylo zastoupeno mnoho desítek plevelných druhů, které konkurovaly plodinám i samy sobě navzájem. Regulace plevelů byla vždy obtížná, v minulosti převládal mechanický způsob hubení (ruční práce). Druhová rozmanitost a poměrná stabilita plevelných společenstev znamenala, že se v dlouhých časových obdobích druhové spektrum plevelů a jejich poměr výrazně neměnil. Vývoj druhového spektra plevelových společenstev byl a stále bude ovlivňován celou řadou faktorů. S rozvojem intenzivního zemědělství, který začal v minulém století a pokračuje dodnes, bylo v zemědělství aplikováno mnoho nových poznatků. Plevelová společenstva byla ovlivněna zavedením osevních sledů, rostoucí intenzitou využívání statkových a průmyslových hnojiv, rozvojem mechanizace, která ovlivnila kvalitu agrotechniky. V posledních padesáti letech byla ovlivněna používáním herbicidů, zaváděním nových GMO plodin, které vzhledem k rezistenci vůči některým herbicidním látkám (glyphosate) významně zasáhnou do systému regulace plevelů (Mikulka et al. 1999)

#### **3.6.1 Vliv změn klimatických podmínek na druhové složení plevelů**

Na naší planetě dochází neustále k periodickým změnám klimatu. Jedná se o změny krátkodobé i dlouhodobé. Tyto změny probíhají poměrně pomalu, přesto se projevují i na změnách ve vegetaci a tedy i v druhovém zastoupení plevelných rostlin na jednotlivých stanovištích. Bez ohledu na relevantnost globálního oteplování můžeme pozorovat v posledních dvaceti letech poměrně rychlé šíření některých teplomilných plevelů z nížin až

do podhorských oblastí. Například ježatka kuří noha, béry, laskavec ohnutý, laskavec zelenoklasý, lilek černý, durman obecný a celá řada dalších. Riziko invazí teplomilných druhů k nám stále stoupá (Jehlík et al. 1998).

Klimatické změny budou mít vliv na zemědělské ekosystémy v různých aspektech. Výskyt různých plevelných druhů se může zvyšovat, či snižovat, mohou osídlit nové plochy nebo zcela zmizet. Některé druhy jsou stále významnější, zatímco význam jiných klesá. Některé (dnes již s malým hospodářským významem) zcela zmizí, zatímco nově introdukované druhy zaujmou své místo v porostu. Kromě konkurenčních vztahů se změní také množství druhů. Změna klimatu bude mít různý vliv na různá rostlinná společenstva (Peters & Gerowitt 2012).

Za posledních třicet let je zaznamenáván sestupný trend ročních úhrnů srážek, což se projevuje v celém ekosystému narůstajícím vláhovým deficitem. Znatelné je i mírné oteplování v posledních letech. Tento stav má vliv na postupné vzcházení ozimých plevelů (např. svízel přitula, chundelka metlice, heřmánkovec nevonný, violka rolní aj.) v průběhu zimního období. Ochrana proti těmto plevelům je na jaře problematická, protože v této době, dosahují rostliny již pokročilých růstových fází a účinek aplikovaných herbicidů je nižší (Zahradníková 1993).

Proměnné prostředí vysvětluje výraznou část variability druhové bohatosti původních druhů. Po odstranění vlivu ostatních proměnných prostředí vysvětloval nejvyšší podíl vyčerpané variability faktor průměrného ročního množství srážek, který ovlivňuje druhovou skladbu také v jiných klimatických regionech střední Evropy (Losová et al. 2004). Tyto výsledky potvrzují, že srážky jsou mnohem významnější proměnnou než nadmořská výška nebo průměrná roční teplota pro bohatost jak původních tak nepůvodních druhů. Tato zjištění jsou rovněž v souladu s výsledky z Francie (Fried et al. 2008), kde byl zjištěn silný vliv srážek na druhovou skladbu plevelů.

Velký podíl v jednotlivých společenstvech plevelů ale mívají často ty druhy, které jsou schopny růst v širokém rozpětí různých podmínek, např. pcháč rolní a merlík bílý (Jursík et al. 2018).

### **3.6.2 Vliv pěstované plodiny a střídání plodin**

V určité plodině se může vyskytovat a také škodit každý plevelný druh, pokud mu vyhovují jednotlivé podmínky stanoviště nebo pokud se jim dovedou přizpůsobit (Hron & Kohout 1988).



Každá plodina má charakteristické spektrum plevelů s typickými druhy (Peters & Gerowitt 2012).

Příčinou, proč může mít každá plodina některé svoje specializované plevele, spočívá jednak ve specifickém způsobu obhospodařování jednotlivých plodin a také jejich způsobu života. Větší část polních plevelů je přizpůsobena tak, že může růst ve všech kulturách. Týká se to většinou velmi houževnatých plevelů (většina vytrvalých plevelů), mezi které patří pcháč rolní, pýr plazivý, svlačec rolní, mléč rolní, přeslička rolní, podběl, čistec bahenní, zvonek řepkovitý aj. Dále sem patří i mnoho jednoletých či dvouletých plevelů, jako merlík bílý, lebeda rozkladitá, kozlíček zubatý, svízel přítula, bračka rolní, rozrazil perský, hluchavka objímavá, violka rolní, drchnička rolní, ptačinec prostřední, lipnice roční, rmen rolní, heřmánek pravý, pumpava obecná, zeměděm lékařský a penízek rolní (Deyl 1964).

Mezi plevele schopné se prosadit ve všech plodinách patří vytrvalé plevele, a to zejména pýr plazivý (Mikulka 2011).

Některé druhy plevelů mají širokou stanovištní amplitudu a jsou rozšířeny ve všech plodinách od nížin až po horské polohy (merlík bílý, pýr plazivý, pcháč oset, svízel přítula, heřmánkovec nevonný, šťovík tupolistý, opletka obecná, konopice polní aj.), jiné se vyskytují především jen v určitých plodinách, např. okopaninách a zelenině (ježatka kuří noha, laskavec ohnutý, pětour maloubořný, starček obecný, rdesno blešník, bažanka roční aj.), v obilninách (chundelka metlice, chrpa modrá, mák vlčí aj.) (Kohout 1997).

Vliv pěstované plodiny často překryje vlivy ostatních podmínek. Taková plodina velmi významně ovlivňuje kvalitu i kvantitu akutního zaplevelení. Rychlost vývoje, habitus plodin, hustota porostu, způsob pěstování apod. umožňují vzejítí určité skupiny plevelů z půdní zásoby a jejich vývin (Dvořák & Smutný 2008).

Typ pěstované plodiny s odpovídajícím režimem managementu patří k nejdůležitějším faktorům v plevelové vegetaci (Fried et al. 2008).

Výrazně do struktury plevelných společenstev zasáhly osevňovací postupy. Při dodržování správného střídání plodin docházelo k postupnému potlačování některých plevelů v plevelných společenstvech. Některé plevelné druhy byly potlačovány více, jiné méně, přesto byla plevelná společenstva stále druhově velmi bohatá a vyvážená. Klasický střídavý osevňovací postup udržuje vyrovnaný poměr mezi ozimými a jarními plevele a mezi jednoděložnými a dvouděložnými druhy. Každý posun ve struktuře osevňovacího sledu ve prospěch obilnin či ve

prospěch ozimých nebo jarních plodin má za následek rychlou reakci plevelných společenstev. V případě zvýšení výskytu ozimých obilnin a ozimých plodin (např. ozimá řepka) se rychle přemnoží následující druhy plevelů: chundelka metlice, heřmánkovec nevonný, svízel přítula, mák vlčí, hluchavka nachová, hluchavka objímavá, violka rolní aj. V případě stálého opakování těchto sledů dochází k vytvoření značné zásoby semen ozimých plevelů v půdě, což komplikuje hubení plevelů v následujícím období. Stejná situace vznikne při převaze jarních plodin. V tomto případě dochází k přemnožení jarních plevelů např.: hořčice rolní, ředkev ohnice, oves hluchý, merlík bílý, rdesno blešník, rdesno červivec aj. Z toho vyplývá opodstatněnost správného střídání plodin (Mikulka & Kneifelová 2005).

Z historického pohledu můžeme říci, že v období mezi dvěma světovými válkami byly zásady střídání plodin dodržovány. V období po druhé světové válce byl na orné půdě postupně zvyšován podíl obilnin na úkor ostatních plodin. V posledních letech nejsou pravidla střídání plodin dodržována, druhové spektrum pěstovaných plodin se výrazně snížilo ve prospěch tržních plodin (obilniny, řepka ozimá, slunečnice, řepa cukrová aj.). Ustoupily víceleté pícniny pěstované na orné půdě, poklesly plochy luskovin, řepy cukrové i brambor. To se zákonitě projevuje na expanzním šíření celé řady plevelných druhů (Vach & Javůrek 2007).

Vliv osevního postupu na zaplevelení vyplývá především z rozdílných podmínek pro vzcházení a růst ozimých a jarních plevelných druhů, růstu a hustoty a od toho se odvíjející konkurenční schopnosti plodiny a vhodnosti plodiny pro dané půdní a klimatické podmínky. Na základě tohoto různorodého efektu patří osevní postupy z hlediska vlivu na zaplevelení k nejvýznamnějším pěstitelským faktorům. K největším změnám plevelných populací dochází, jak již bylo naznačeno, jestliže je osevní postup silně zjednodušen a převažuje podíl jedné plodiny, nebo skupiny plodin, popřípadě jedná-li se o monokulturu. Ale již změna zastoupení obilnin z 50 % na 60 % je příčinou nárůstu zaplevelení, v případě že nejsou prováděna odpovídající regulační opatření. Při zvýšeném podílu obilnin v osevním postupu se zvyšuje výskyt lipnicovitých plevelů, zejména chundelky metlice. Z dvouděložných plevelů jsou osevními postupy s vysokým podílem obilnin podporovány rozrazil, violky, heřmánkovité druhy a hluchavky. Zaplevelení heřmánkovitými plevele je navíc podporováno i vysokým podílem ozimé řepky v osevním postupu. Intenzita herbicidní ochrany může sice modifikovat uvedené změny, jejich směr však zůstává zachován (Tyšer 2002).

Při vyváženém a správném střídání plodin se prostředí pro plevele každoročně značně mění. Při nevyváženém a jednostranném střídání plodin je ovlivňování prostředí plodinou delší dobu stejné nebo podobné. To může vést ke gradaci druhů s určitou dobou vzcházení

(ozimých nebo pozdních jarních plevelů apod.) a s určitým požadavkem na vegetační faktory (např. zvýšené nároky na světlo). Pěstování plodin s jednostrannými vlastnostmi znamená současně aplikaci jednostranné agrotechniky (stejná hloubka orby, stejné období setí, jednostranná výživa) a používání herbicidů s podobnými účinky. Tyto skutečnosti iniciovaly škodlivý nárůst výskytu některých plevelných druhů na orné půdě. Po takovém jejich rozšíření nebylo pak často střídání plodin dostačujícím regulačním opatřením (Dvořák & Smutný 2008).

### **3.6.3 Vliv půdních podmínek a zpracování půdy**

Deyl (1964) poukazuje na výskyt určitých druhů plevelů v závislosti na druhu půdy, pH, vlhkosti a obsahu živin. Na písčitéch půdách rostou například chmerek roční, bér sivý, kolenec rolní, turanka kanadská, šťovík menší, heřmánek pravý, prlina rolní a další. Zatímco hlaváček letní, řepinka latnatá upozorňují na půdy těžké. Na vápenatých půdách se vyskytují úporek pochybný, pryšec srpovitý, čistec roční, drchnička modrá a na kyselějších půdách to jsou například šťovík menší, jetel rolní, chmerek roční, protěž bažinná, kolenec rolní, rmen rolní, pumpava obecná a čistec bahenní. Na půdách s dostatkem dusíku hojně rostou kopřiva žahavka, laskavec ohnutý, merlík bílý, lebeda rozkladitá, šťovík tupolistý, ptačinec žabinec, rdesno červivec a blešník a některé jiné plevele.

Zpracování půdy stále patří mezi základní a nejvýraznější opatření v systému regulace plevelů na orné půdě. V minulosti bylo v podstatě jediným účinným opatřením (Mikulka & Kneifelová 2005).

Z hlediska regulace plevelů je velmi významná podmínka, která umožňuje zaklopení vypadlých semen a poškození vytrvalých plevelů (pýr plazivý, pcháč rolní). Současně zabraňuje ztrátám na vlhkosti a umožní klíčení plevelů z povrchových vrstev (Hudson 1955).

Hluboká orba dokonale zaklopí posklizňové zbytky rostlin, kořeny či kořenové výběžky vytrvalých plevelů, které v těchto podmínkách nejsou schopny reprodukce. Snahy o zpracování půdy minimalizačními technologiemi vedly k podstatnému snížení nákladů, ale zpravidla dochází již ve druhém roce a dalších letech k velkému nárůstu zaplevelení. Plevelová společenstva v těchto systémech jsou sice v řadě případů druhově chudší, ale nárůst počtu plevelů na polích má stoupající tendenci (Niederstrasser & Gerowitt 2008).

Při minimalizačních postupech zpracování půdy se rychle šíří vytrvalé plevelné druhy jako pcháč rolní, pýr plazivý, pelyněk černobýl, mléč rolní, rukev lužní, čistec bahenní, kamyšník polní a kamyšník širokoplodý, ale na ornou půdu se šíří i takové plevele, které se za

normálních podmínek na ní nevyskytují (pampeliška lékařská, šťovík kadeřavý, šťovík tupolistý aj.). Z jednoletých plevelů převládají tyto druhy: chundelka metlice, heřmánkovec nevonný, svízel přítula, truskavec ptačí, ptačinec prostřední, bolehlav plamatý, hluchavka objímavá a hluchavka nachová (Mikulka 2011).

Při sklizni sklízecími mlátičkami, zvláště obilnin a řepky, se většina semen plevelů dostane na povrch půdy a stává se zdrojem dalšího zaplevelení. Nebezpečný je také výdrol obilí a řepky, které se v posledních letech stávají nepříjemnými plevele. V některých oblastech se stává problematickým i výdrol slunečnice, řepky ozimé, ostropestřce mariánského a dalších plodin. Tyto plodiny jsou následně velmi obtížně hubitelné v jiných plodinách. Proto je třeba věnovat pozornost seřízení sklízecí techniky a volit optimální dobu sklizně (Graglia et al. 2006).

#### **3.6.4 Vliv výživy rostlin**

Výživa rostlin má velký vliv na plevelová společenstva. Plevelné rostliny reagují na hnojení svým růstem a v řadě případů i rychleji než pěstované plodiny. V takových podmínkách jim velmi silně konkurují. Vliv vysoké zásobenosti půd základními živinami a vysokých dávek dusíku byl patrný v sedmdesátých a osmdesátých letech, kdy byly každoročně aplikovány poměrně vysoké dávky čistých živin na ornou půdu. V devadesátých letech intenzita hnojení výrazně poklesla. Proto je možné pozorovat na nehnojených pozemcích pokles výnosů plodin, ale také snížení výskytu plevelů a počtu semen jednoletých plevelů i objemu vegetativních rozmnožovacích orgánů vytrvalých plevelů. Reprodukční schopnost plevelů se snižuje. To ovšem neznamená, že sníženým hnojením omezíme výskyt plevelů. Na celkovou zaplevelenost to nemá výrazný vliv vzhledem k obrovské zásobenosti půdy semeny plevelů (Hudson 1955).

Zaplevelenost výrazně ovlivňovalo i používání pevných statkových hnojiv a převážně kejdy (Zwerger 1996). Jejich aplikací se rozšířila například ježatka kuří noha, béry, rdesno blešník, rdesno červivec, laskavce, merlíky aj.

#### **3.6.5 Vliv herbicidů**

Velkoplošné používání herbicidních přípravků ve všech pěstovaných plodinách zasáhlo do složení druhového spektra ve srovnání s ostatními faktory nejrazantněji. Masově se začaly používat herbicidy až od druhé světové války. Vývoj herbicidů probíhal a neustále probíhá velmi rychle. Zpočátku se využívaly pouze v některých plodinách, dnes se jimi ošetřuje téměř

100 % orné půdy, vyjma plochy vyčleněné pro ekologické zemědělství nebo na plochách, které se nacházejí v ochranných pásmech zdrojů pitné vody (Fryer & Makepeace 1977).

Herbicidy ovlivnily naprostou většinu technologií pěstování rostlin. Bez používání herbicidních přípravků není prakticky možné pěstovat kulturní plodiny. Zemědělci se však při používání nevyrovnali s řadou chyb při jejich aplikaci, které následně komplikují regulaci plevelů na zemědělské půdě (Mikulka & Kneifelová 2005).

Počet současně používaných herbicidních látek je stále obrovský. Vzhledem ke stále se zvyšujícím požadavkům na bezpečnost potravin a minimalizaci ekotoxikologických rizik nejsou velmi často prodlužovány registrace již dříve povolených herbicidů. Ze stejných důvodů je počet nově zaváděných herbicidů stále nižší. Velkoplošně je však využíváno menší množství herbicidů. Ostatní se využívají okrajově nebo ve speciálních plodinách. Druhé složení plevelů na orné půdě bylo vždy významně ovlivněno po zavedení velmi účinných herbicidů, které se velmi rychle rozšířily a byly používány na velkých plochách zemědělské půdy řadu let po sobě. Protože selekční tlak byl velkoplošný a dlouhodobý, významně byla ovlivněna druhová skladba plevelů (Fryer & Makepeace 1977).

### **3.7 Regulace plevelů**

Cílem regulace plevelů je snížit zaplevelenost, co nejvíce eliminovat konkurenci plevelů vůči kulturním rostlinám při zachování diversity plevelných druhů v agroekosystému (Mikulka & Chodová 2001).

Plevelné rostliny lze podle Urbana & Šarapatky (2003) regulovat pomocí různých metod. Prvními jsou metody přímé, které jsou často využívány v systému konvenčního zemědělství. Mezi další možné metody regulace patří metody nepřímé (preventivní), které jsou v systému ekologického zemědělství považovány za nejdůležitější a základní opatření při regulaci plevelů.

#### **3.7.1 Nepřímé (preventivní) metody**

Jursík et al. (2018), za nepřímé metody označují takové agrotechnické postupy, které mají za cíl bránit výskytu plevelů a omezovat jejich populační hustotu a škodlivost navozováním podmínek nevhodných pro uskutečnění jejich životního cyklu a negativních interakcí s plodinou.

Do nepřímých metod lze zařadit vlastní výběr vhodného pozemku pro pěstování dané plodiny. Pečlivý výběr pozemku se provádí především v případě množitelských porostů a u plodin, které jsou citlivé k zaplevelení určitým druhem, který je obtížně regulovatelný a na daném pozemku se vyskytuje. Dalším faktorem je čistota používaného osiva a také čistota statkových hnojiv (chlévkový hnůj, kompost apod.). Část semen plevelů může přežít průchod trávicím traktem hospodářských zvířat a tak se dostat do chlévské mrvy. Pokud chlévská mrva neprojde intenzivním fermentačním procesem, při kterém dochází k výraznému nárůstu teploty a tím poškození semen plevelů, nebo není-li dostatečně dlouhá doba zrání chlévského hnoje, existuje riziko přenosu těchto semen na hnojený pozemek (Eghball & Lesoing 2000).

Dalším, velmi důležitým preventivním opatřením, které omezuje problém s plevelely je vhodný osevní postup. V případě vyvážených osevních postupů, s pestrým zastoupením jednotlivých plodin by neměly být problémy s přemnožením škodlivých druhů plevelných rostlin. V současné době převládají v osevních postupech ozimé obilniny a řepka, kde můžeme sledovat zvýšený výskyt jednoletých ozimých plevelů, které v těchto podmínkách nacházejí optimální prostředí pro svůj vývoj. Dojde-li na takových pozemcích k přemnožení určitého plevelného druhu nebo skupiny plevelů, je vhodné zařadit několikaletý sled plodin, v nichž se dané plevele nemohou uplatnit. Lze tedy říci, že osevní sledy, reagující na aktuální stav zaplevelení, mohou být často účinnější formou regulace zaplevelení, než vyvážené osevní postupy (Barberi & Mazzoncini 2001).

Efektivním opatřením ke snížení výskytu plevelů může být v některých případech opožděný výsev ozimých obilnin (Cosser et al. 1997). Je dobré počkat na vzejití časně vzcházejících plevelů a následně je odstranit kvalitní předseťovou přípravou a omezit tak zaplevelení vysévané plodiny. Pozdnější výsev by však neměl snížit výnosový potenciál pěstované plodiny.

Mezi další nepřímé metody řadíme kvalitní zpracování půdy. Mikulka & Chodová (2002) uvádějí, že z pohledu regulace plevelů je nejvhodnější klasické zpracování půdy (podmítka a hluboká orba, kvalitní předseťová příprava a ostatní mechanické zásahy během vegetace). Při podmítce dochází k regulaci výskytu plevelných rostlin, které přečlaly sklizeň nebo byly při sklizni pouze poškozeny a mohou snadno regenerovat. Semena z půdní zásoby se dostávají blíže k povrchu, kde mají podmínky pro klíčení a tím dochází ke snížení půdní zásoby semen. Po podmítce vzchází též výdrol sklizené plodiny. Orbou jsou následně vzešlé rostliny zničeny. Stejně tak kvalitní předseťová příprava by měla odstranit plevele vzešlé po orbě nebo jiném základním zpracování půdy (Jursík et al. 2018).

V systému prevence zaplevelení má význam i pěstování meziplodin. Porost meziplodiny má význam zejména v době dlouhého meziporostního období po sklizni předplodiny do doby založení plodiny nové. Vzcházení plevelů v předplodině je omezeno zejména konkurencí o světlo, vodu a živiny. Vliv meziplodiny na plevely závisí též na použitém druhu meziplodiny a také výběru následné plodiny (Barberi & Mazzoncini 2001). Vysokou schopnost potlačovat plevely mají např. hořčice bílá nebo ředkev olejná.

Rostlinné zbytky, které zůstávají na povrchu půdy v podobě mulče mohou též významně zabraňovat klíčení plevelů (Teasdale & Mohler 2000).

### **3.7.2 Přímé metody regulace plevelů**

#### **Mechanické metody**

Do mechanických způsobů regulace plevelů řadíme většinu kultivačních zásahů při přípravě půdy a v průběhu vegetace plodiny. Mezi mechanické metody ochrany patří především včasné kvalitní základní zpracování půdy (podmítka, orba), dále předseťová příprava půdy (smykování, vláčení a kypření). V neposlední řadě jsou řazeny mezi přímé metody pletí, vláčení, plečkování a okopávání (Jursík et al. 2011).

Nejjednodušším a velice účinným opatřením je ruční pletí a okopávka. Vzhledem k vysoké pracovní náročnosti a ekonomickým podmínkám je možné je využívat pouze omezeně na malých plochách, v zahradnických podnicích při pěstování zeleniny, v množitelských porostech nebo v případě ručního odstraňování rostlin, které přežily herbicidní ošetření (Jursík et al. 2018).

V hustě setých porostech je možné využít vláčení pomocí prutových bran před vzejitím porostů nebo v době, kdy je již rostlina dostatečně silná a zakořeněná. U obilnin to bývá nejčastěji ve fázi 2-3 listů (Kolb & Gallandt 2012). Nejvyšší účinnosti je dosahováno proti klíčícím, ještě nevzešlým plevelům nebo vzešlým jedincům ve fázi děložních nebo prvních pravých listů (Cirujeda et al. 2003).

Nejčastějším případem mechanické regulace plevelů je plečkování. Plečky lze uplatnit hlavně při pěstování širokořádkových plodin. Využívají se plečky s pasivními nebo aktivními pracovními částmi. Nejvhodnější doba pro použití pleček je, když je půda suchá a svítí slunce a plevely tak rychle zasychají a nehrozí nebezpečí regenerace rostlin, jako za vlhkého počasí (Jursík et al. 2018). Nastavení pleček musí být takové, aby účinně regulovaly plevely v meziřádcích a nepoškozovaly kulturní rostliny. Část pozemku, hlavně prostor mezi rostlinami zůstane nezpracovaný a plevely zde mohou plodině konkurovat. Omezení této plochy je možné řešit přesnějším naváděním plečky pomocí senzorů nebo satelitní navigace

(Kunz et al. 2015), nebo speciálními prstovými orgány pleček, které pracují i uvnitř řádku i za cenu vyššího poškození plodiny (Pannacci & Tei 2014).

Podle potřeby je možné plečkování během vegetace plodiny několikrát opakovat nebo ho vhodně kombinovat s herbicidním ošetřením (Jursík et al. 2018).

Při ošetřování brambor se vhodně kombinuje proorávka a vláčení. Při proorávce jsou ošetřovány šikmé stěny hrůbků a při vláčení je ošetřena horní část hrůbků. Každá tato operace účinně reguluje vzcházející plevely, a protože se tyto pracovní operace provádějí několikrát, je možné, především u velmi raných a raných odrůd s krátkou vegetační dobou, udržet zaplevelení porostu na přijatelné úrovni až do doby sklizně bez herbicidního ošetření (Jursík et al. 2018).

### **Fyzikální metody**

Z fyzikálních metod se používají nejčastěji metody termické. Při krátkodobém zvýšení teploty na 45°C dojde v rostlině k nevratným změnám, jejich následkem rostlina hyne (Mikulka & Kneifelová 2005). Plamenové plečky využívají jako palivo nejčastěji propanbutan. Používají se mimo ornou půdu na pevných plochách nebo v širokořádkových plodinách, jako jsou zeleniny a okopaniny, především v ekologickém zemědělství. Cílem použití je zvýšení teploty plevelných rostlin natolik, aby došlo k denaturaci proteinů a následnému odumření rostliny. Účinnost je silně závislá na druhu plevelu a vývojové fázi, ve které se nachází (Jursík et al. 2018).

Další fyzikální metodou, kterou lze využít na menších plochách je solarizace půdy, která spočívá ve využití slunečního záření. Při solarizaci se povrch půdy pokryje průsvitnou fólií, pod níž se díky slunečnímu záření a skleníkovému efektu udržuje vysoká teplota, která zabraňuje růstu plevelů (Horowitz et al. 1983). Díky vysoké teplotě pod fólií dochází též k odumírání většiny semen a plodů, které jsou v povrchové vrstvě půdy obsaženy. Solarizace se využívá v místech s intenzivním slunečním zářením, především v subtropickém a tropickém zemědělství a v oblastech mírného pásma hlavně v letních měsících (Jursík et al. 2018).

Pro regulaci plevelů lze též využít jako mulče neprůhledné materiály, které zabraňují průniku světla na povrch půdy a tím i růstu plevelů. Tyto materiály lze využít při pěstování plodin nenáročných na teplo, protože půda se pod těmito materiály tolik neohřívá. Pro teplomilnější druhy lze použít částečně průsvitné materiály, které propouští pouze určité spektrum slunečního záření, dochází k ohřívání půdy, ale světelné spektrum je nevhodné pro fotosyntézu vzcházejících plevelů (Jursík et al. 2018).



## **Biologické metody**

Biologická regulace plevelů je založena na negativní interakci mezi plevelely a jejich antagonisty. Jsou využívány patogenní organismy (viry, bakterie a houby) i skupiny některých živočichů např. hmyz, roztoči nebo hlísti (Mikulka & Kneifelová 2005). Při biologické regulaci nikdy nedojde k úplnému odstranění plevelného druhu. S jeho snižující se početností klesá potravní nabídka pro bioregulátora a dochází k navýšení výskytu plevelného druhu, což vede opět k namnožení bioregulátora. Dojde k určitému stavu dynamické rovnováhy, ale početnost cílového plevele dlouhodobě zůstává pod prahem škodlivosti (Cardina 1995). Nejznámějším využitím biologické regulace v České republice je působení nosatčíka suříkového a mandelinky ředkvičkové při regulaci širokolistých šťovíků na loukách a pastvinách (Kohout et al. 2010). Mandelinku bramborou lze využít pro likvidaci výdrolu brambor.

Při omezování plevelů na pastvinách a trvalých travních porostech lze využít pastvu. Zde se využívá selektivního vlivu jednotlivých druhů pasoucích se zvířat. Ovce a kozy jsou schopny spásat nedopasky po skotu. Kozy jsou navíc schopny spásat i některé dřeviny a plevelné druhy, kterým se ovce vyhýbají (Jursík et al. 2018). Při regulaci nežádoucí vegetace vodních ploch jsou u nás využívány býložravé druhy ryb. Jedná se především o asijské druhy amur bílý a tolstolobik bílý, které nejsou rizikem pro domácí druhy ryb, a v našich klimatických podmínkách nejsou schopni rozmnožování, proto nehrozí jejich přemnožení. Biologická regulace je často využívána proti invazním druhům rostlin. Jejich použití v polních podmínkách je však omezené. Biologické metody ve většině případů potřebují delší dobu pro dosažení plné účinnosti, dále působí obvykle proti jednomu nebo několika blízkce příbuzným druhům a ostatní plevelné spektrum zůstává nezasaženo (Jursík et al. 2018).

## **Herbicidní regulace plevelů**

Plevele jsou jedním z limitujících faktorů pro dosažení vysokých výnosů plodin. Tento negativní vliv lze snížit i vhodně zvolenou chemickou regulací (Biberdžič et al. 2016). K regulaci plevelů se používají chemické látky zvané herbicidy. Jsou to látky, které zasahují fyziologické pochody rostlin a tím způsobují jejich poškození a následné odumření. Uplatňují se nejen na orné půdě, ale i na půdě nezemědělské. Použití herbicidních látek není náročné a je i většinou méně nákladné, než výše uvedené metody, používané k likvidaci plevelů. Používání herbicidů však s sebou nese i určitá rizika. Nevhodným používáním může dojít k poškození pěstované plodiny, necílových organismů a zatěžování životního prostředí

(přetrvávání metabolitů herbicidů v půdě, průsak do podzemních nebo povrchových vod, obsah reziduí v potravinách). Také pracovníci obsluhující postřikovače mohou být při nesprávné manipulaci v ohrožení (Jursík et al. 2018). Aby byl chemický zásah účinný, je nezbytné dobře znát druhovou skladbu plevelů, protože řada herbicidů působí spolehlivě jen v raných fázích růstu. Z tohoto důvodu je nutné včas správně vyhodnotit skladbu a četnost plevelného společenstva (Hamouz & Hamouzová 2015). Účinnost zásahu také významně ovlivňuje dávka herbicidu. Podle druhového složení plevelných rostlin a intenzity zaplevelení, lze množství účinné látky snížit. Volit nižší množství účinné látky lze v případě, kdy v porostu dominují plevele citlivé k aplikované chemické látce a porost je dostatečně konkurenceschopný (Jursík & Soukup 2013).

### **Rozdělení herbicidů**

Jak uvádí Dvořák & Smutný (2008), herbicidy jsou sloučeniny s fyto toxickými účinky, které se využívají při omezování nežádoucí vegetace. Herbicidy patří mezi pesticidy, tj. chemické látky sloužící v zemědělství k hubení živých škodlivých činitelů pěstovaných rostlin. V širším slova smyslu považujeme za herbicid přípravek, ve kterém je kromě účinné látky zabudována řada dalších složek. Jsou to především plnidla, emulgátory, ředidla a případně barviva. Herbicidy podle jejich využití dělí Kohout et al. (1996) na neselektivní (totální) a selektivní (výběrové).

Herbicidy působí na rostliny tím, že narušují důležitý fyziologický proces nezbytný pro normální růst a vývoj. Jedná se většinou o inhibici jednoho nebo více enzymů, které katalyzují některou z reakcí při biosyntéze organických sloučenin (Ahrens 1994).

Z hlediska praktického použití lze herbicidy rozdělit podle Dvořáka & Smutného (2008) na herbicidy: Selektivní, které působí pouze na určité druhy plevelů nebo jejich skupiny a neselektivní hubící všechny rostliny na ošetřeném stanovišti. Podle převažujícího způsobu účinku možno herbicidy rozdělit na dotykové (kontaktní), které působí hlavně v místě dotyku s rostlinným pletivem, kdy zasažené pletivo odumírá a translokační neboli systematické, které jsou rostlinou absorbovány a rozváděny i do těch částí, které nebyly látkou přímo zasaženy.

Podle způsobu příjmu rostlinou lze dále herbicidy dělit na herbicidy působící převážně přes půdu, herbicidy s převažujícím listovým příjmem a herbicidy s kombinovaným půdním a listovým příjmem (Jursík et al. 2018).

Herbicidy se aplikují obvykle v počátečních fázích růstu, kdy se začínají utvářet konkurenční vztahy mezi plevelem a kulturní plodinou. Výběr termínu aplikace je závislý především na typu a úrovni zaplevelení, selektivitě pro kulturní plodinu, způsobu příjmu a půdních a klimatických podmínkách (Jursík et al. 2018).

**Herbicidey aplikované před setím plodiny** - do této skupiny herbicidů podle Jursíka et al. (2018) patří herbicidey aplikované před setím se zapravením do půdy a herbicidey aplikované před setím bez jejich zapravení do půdy. První způsob je málo rozšířený a lze jej použít pouze u půdních herbicidů. Používá se u herbicidů, které jsou snadno rozkládány slunečním zářením, mají vysokou těkavost, nebo omezenou pohyblivost v půdě. U druhého způsobu se obvykle používají nesektivní listové herbicidey. Používají se především k hubení plevelů v době před založením porostu (pýr plazivý).

**Herbicidey preemergentní** – do této skupiny patří podle Jursíka et al. (2018) herbicidey aplikované po zasetí, ale před vzejitím pěstované plodiny. Preemergentní herbicidey jsou rostlinou přijímány přes kořeny. Účinek na plevelné rostliny je pouze v období klíčení a vzházení, a to maximálně do vytvoření prvních pravých listů. Podmínkou dobré účinnosti preemergentních herbicidů je dostatečná půdní vlhkost, jemné zpracování půdy a minimální množství organických zbytků na povrchu půdy, hlavně při minimalizačních technologiích zpracování půdy. Tyto herbicidey jsou v půdě perzistentní (pomalejší degradace), což umožňuje zasáhnout několik vln vzházejících plevelů, ale na druhou stranu se zvyšují environmentální a pěstitelská rizika (rezidua mohou poškozovat následné nebo náhradní plodiny).

**Herbicidey postemergentní** – tato skupina herbicidů je dle Jursíka et al. (2018) aplikována po vzejití pěstované plodiny. Do této skupiny patří především herbicidey přijímané pomocí listů, ale existují také herbicidey, jejichž příjem je možný přes kořeny a listy zároveň. Tyto herbicidey méně zatěžují životní prostředí vlivem pevnějšího poutání v půdě nebo rychlejšího odbourávání. Nevýhodou oproti preemergentnímu ošetření může být to, že před nástupem plné účinnosti se musí pěstovaná plodina vyrovnávat s konkurencí vzešlých rostlin plevelů.

**Herbicidey aplikované po sklizni plodiny** – tyto herbicidey jsou podle Hrona & Kohouta (1988) aplikovány po sklizni pěstované plodiny. Použití herbicidů se provádí buď v meziporostním období, nebo v období mimo vegetaci.

## Možnosti použití herbicidů v jednotlivých plodinách

Pěstování plodin nejdříve ovlivnilo zavedení růstových herbicidů typu 2,4-D a MCPA, které byly velkoplošně používány v obilninách. Účinek na plevele po jejich zavedení byl velmi dobrý po dobu několika let. Po delší době jejich používání však citlivé plevele (hořčice rolní, ředkev ohnice, penízek rolní, kokoška pastuší tobolka aj.), které byly dominantní v plevelných společenstvech, postupně ustupovaly a poměrně rychle se začaly šířit některé jednoděložné plevele (oves hluchý, chundelka metlice) a řada dvouděložných plevelů (heřmánkovec nevonný, rozrazil perský, hluchavka objímavá, hluchavka nachová, svízel přítula, violka rolní). Dlouhodobé používání herbicidů narušilo strukturu plevelných společenstev. Počet druhů se podstatně snížil, ale intenzita zaplevelení zůstala stejná, případně vzrostla. Plevelné druhy, které nebyly hubeny těmito herbicidy, byly však agresivnější a více konkurovaly obilovinám i ostatní plodinám. Problém byl řešen kombinacemi herbicidů, které rozšiřovaly spektrum účinku herbicidů. Velmi často se používaly kombinace 3 – 5 účinných látek. Použití takových kombinací je však nákladnější a klade nároky na znalosti zemědělců. V minulosti se bohužel tyto kombinace používaly paušálně, bez přihlídnutí k druhovému spektru plevelů, což mělo za následek další selekci plevelných společenstev (Mikulka & Kneifelová 2005).

Další velmi významnou etapou bylo zavedení triazinových herbicidů, především simazinu a atrazinu. Tyto herbicidy umožnily rozvoj pěstování kukuřice na zrno i siláž a zelené krmění. Úspěšně hubily všechny jednoleté plevele a zaručovaly dokonalou ochranu proti plevelům po celou dobu vegetace vzhledem k jejich výrazné perzistenci v půdě. Umožnily pěstování monokultur s aplikací vyšších dávek těchto herbicidů, aniž došlo k poškození následných kultur. Tyto aplikace ovšem přinesly nárůst některých vytrvalých plevelů v kukuřici např. pcháče rolního, pýru plazivého, kopřivy dvoudomé a svlačce rolního. Problém byl bohužel řešen postupným zvyšováním dávek herbicidů. Vytrvalé plevele však ani zvýšené dávky herbicidů nehubily. Rostliny pýru plazivého, pcháče rolního aj. nebyly vystaveny konkurenci ostatních plevelů, proto se rychle šířily a staly se dominantními plevely v těchto kulturách. Pokles úrovně zpracování půdy podpořil rychlé šíření těchto vytrvalých plevelů. Vysoké dávky triazinových herbicidů navíc urychlily vznik rezistentních populací laskavce ohnutého, merlíku bílého aj. Po mnohaletém úspěšném používání těchto perzistentních herbicidů se projeví problémy s jejich rezidui v půdě, podzemních vodách atd. Do hubení plevelů významně zasáhly i herbicidy glyphosate (Roundup) a paraquat (Gramoxone). Zejména herbicid glyphosate umožnil úspěšně hubit vytrvalé i jednoleté

plevele na orné půdě při předsklizňových aplikacích, v sadech, ale i na nezemědělské půdě. Převrat v metodách hubení pýru plazivého, ovsu hluchého a ježatky kuří nohy přinesly tzv. postemergentní graminicidy se systémovým účinkem. Pomocí těchto herbicidních přípravků bylo možné v širokolistých plodinách (řepa cukrová, brambory, řepka, hrách, slunečnice aj.) účinně zasáhnout jednoleté, ale i vytrvalé jednoděložné plevely s vysokým efektem (Fryer & Makepeace 1977).

Zásadní obrat v hubení plevelů v obilninách, ale později i v kukuřici a cukrovce přineslo zavedení sulfonylmočoviny. Nejznámějším herbicidem je chlorsulfuron (Glean), tribenuron (Granstar) a mnoho dalších. Tyto herbicidy se používají v gramových dávkách a měly široké spektrum účinku na jednoděložné plevely (chundelka metlice, psárka polní) a odolné dvouděložné plevely (heřmánky, heřmánkovec nevonný, svízel přítula, hluchavky aj.) Vzhledem k jejich širokému spektru účinku, ceně i toxikologii se sulfonylmočoviny používají velkoplošně po dlouhou dobu (přes 20 let). Po jejich mnohaletém používání se dostavil stejný efekt jako po dlouhodobém používání jiných skupin herbicidů. Plevely citlivé vůči těmto herbicidům byly potlačeny, naproti tomu se rychle šířily plevely relativně odolné. Typickým příkladem jsou violka rolní nebo svízel přítula, které se především v devadesátých letech rychle rozšířily. Problém šíření svízele přítuly však spočívá v jeho biologických vlastnostech. Rostliny svízele přítuly vzcházejí ve vhodných podmínkách již na podzim, v teplých periodách v průběhu zimních měsíců, v časném i pozdním jaru. V případě, že jsou sulfonylmočoviny aplikovány na podzim, jsou rostliny vzešlé před aplikací i po aplikaci vzhledem k perzistentnímu účinku zasaženy. Rostliny vzcházející v průběhu zimy a vzešlé na jaře nejsou již zasaženy. Vzhledem k vynikajícímu účinku na ostatní plevely nemá proto svízel přítula konkurenty. Jelikož se jedná o agresivní rostlinu, je schopen konkurovat obilninám i ostatním plodinám. V případě aplikace sulfonylmočoviny na jaře jsou úspěšně zasaženy rostliny svízele přítuly vzešlé na jaře, či vzešlé v průběhu zimy. Rostliny vzešlé na podzim jsou pouze poškozeny, ale regenerují. Nedocení této skutečnosti mělo a má za následek doslova populační explozi svízele přítuly na našich polích (Fryer & Makepeace 1977).

Úspěšně jsou používány sulfonylmočoviny v kukuřici, např. nicosulfuron (Milagro). Jedná se o herbicidy s širokospektrálním účinkem na jednoděložné i dvouděložné plevely. Používání řeší problém pýru plazivého a ježatky kuří nohy a řady dvouděložných plevelů. V posledních letech se však na orné půdě objevily nové významné plevelné druhy jako např. kamyšník polní a kamyšník širokoplodý - šáchorovité rostliny, které vykazují toleranci vůči sulfonylmočovinám a postemergentním graminicidům (Crawley 1997).

Z těchto údajů vyplývá, že plevelná společenstva se zatím úspěšně vypořádala se všemi technologiemi i sebeúčinnějšími herbicidy. To je jistým varováním. Musíme si uvědomit, že naším cílem není úplné vyhubení plevelů, ale formou účinných metod pouze plevele regulovat a neumožnit neuváženými zásahy narušení rovnováhy mezi jednotlivými plevelnými druhy. Při nerespektování těchto zákonitostí si do budoucna vytvoříme celou řadu problémů. Příkladem může být rychlý nárůst ploch s GMO plodinami a vystavení plevelových společenstev herbicidům typu glyphosate, vůči nimž jsou tyto plodiny (řepka, kukuřice, cukrovka, sója atd.) odolné (Mikulka & Kneifelová 2005).

### **3.8 Vzácné a ohrožené druhy plevelů**

Deyl (1964) uvádí, že u některých plevelných druhů vitalita klesá a plevel se stává vzácnější. Příkladem může být starček jarní, který po mohutném šíření z východních krajín koncem 18. století a začátkem 19. století počal ustupovat a stával se stále vzácnějším. Na ústupu byla i tetlucha kozí pysk. Jiné plevele ustupovaly, protože se zlepšila agrotechnika a zlepšilo se čištění osiva. Z toho důvodu se staly vzácnými koukol polní, jílek mámivý, sveřep stoklasa aj.

Plevele cizopasně jako kokotice a zárazy se staly dosti vzácnými, kvůli zavedení karantény, což se ukázalo velice účinné (Deyl 1964).

Četné plevele se specializují na určité kultury a jejich semena se často přizpůsobují barvou a velikostí, a tím bývají uchráněna před odstraněním klasickými čistícími stroji. Proto se pak šíří ponejvíce jen semeny a jsou stálou příměsí v osivech daných plodin. Postupným zdokonalováním čistících strojů bývají i takovéto plevele odstraňovány. Tím se stávají již vzácnějšími a bývají omezeny jen na oblasti primitivnějšího hospodaření. Příkladem takového, dříve hojného, poměrně vzácného plevele u nás je např. sveřep stoklasa a koukol polní (Deyl 1964).

Změny v čištění osiva naopak způsobily ústup speirochorních druhů, které u nás nemohou trvale růst jinde než na orné půdě. Mnohé z nich z naší květeny téměř nebo zcela vymizely, např. koukol polní, sveřep stoklasa, vohlice hřebenitá a silenka rozsochatá. Míží také plevele, které se adaptovaly na extrémní stanoviště, např. plevele zasolených půd lebeda hrálovitá širokolistá a kyprej yzopolistý nebo plevele zamokřených polí drobyšek nejmenší a myší ocásek nejmenší. Vždy vzácné byly u nás plevele chudých písčitých půd písečnatka nejmenší, prasetník lysý, chruplavník rolní a nahoprutka písečná (Lososová et al. 2004).

V dřívějších dobách byla plevelová společenstva druhově velmi pestrá a poměrně vyrovnaná. Na polích v jednotlivých zemědělských plodinách bylo zastoupeno 300 – 350 plevelných druhů. K výrazným změnám došlo v důsledku intenzifikace zemědělské výroby (hlubší zpracování půdy, zavedení průmyslových hnojiv a rozšíření používání herbicidů). V jednotlivých porostech polních plodin byl zaznamenán pokles až na 7 – 10 druhů. V mnohých oblastech a řadě plodin se škodlivě vyskytují pouze 2 – 3 plevele. Ohroženy jsou nejen jednotlivé druhy plevelů, ale i jejich celá společenstva, vázaná na specifické podmínky (Moravec et al. 1995).

Podle Grulichy (2012) je v aktuální verzi černého seznamu (vyhynulých) a červeného seznamu (ohrožených) druhů uváděno 150 druhů a poddruhů vyšších rostlin, které se mohou vyskytovat na orné půdě jako plevele. K druhům, které jsou na našem území považovány za vyhynulé (nebyly na našem území zjištěny po velmi dlouhou dobu) patří mařinka rolní, oves hřebíkatý, lnička tařicovitá, kokotice hubilen, silenka kuželovitá nebo štětinač širokolistý. Mezi nezvěstné, pravděpodobně vyhynulé druhy jsou řazeny jílek oddálený, jílek mámivý a kravinec španělský. Kriticky ohrožené jsou hlaváček plamenný, koukol polní, písečnatka nejmenší, sveřep rolní, sveřep stoklasa, prorostlík okrouhlolistý, hořinka východní, svízel trojrohý, otočník evropský, ibišek trojdílný, prasetník lysý nebo rozrazil matný. Do skupiny ohrožených druhů (vykazující slabší, ale prokazatelně trvalý ústup) patří hlaváček letní, laskavec hrubozel, drchnička modrá, rmen rakouský, bělolist rolní, konopice úzkolistá, blín černý, černýš rolní, kopřiva žahavka, kokrhel luštinec a další. Mezi silně ohrožené druhy (s prokazatelným trvalým ústupem) jsou řazeny například kozlíček kýlnatý, pryšec srpovitý, úporek hrálovitý, úporek pochybný, vranožka šupinatá, šklebivec přímý, pryskyřník rolní, čistec roční, rozrazil trojlaločný.

### **3.9 Odlišnosti plevelných společenstev v jednotlivých plodinách**

V pšenici ozimé se uplatňují zejména plevele ozimé a efemérní, ale také výdrol řepky. Na jaře je v řídkých mezerovitých porostech prostor pro zaplevelení časnými jarními druhy či merlíkem bílým. Pýr plazivý a pcháč rolní jsou v porostech pšenice ozimé nejčastěji se vyskytující zástupci vytrvalých plevelů. V porostech zakládaných po víceleté pícnině se mohou vyskytnout šťovíky, pampeliška a také pelyněk černobýl. Přerušování růstu a vývoje vegetačním klidem, během kterého dochází k redukci listové plochy nebo prořídnutí porostu,

dávají prostor řadě plevelných druhů, které se dokáží svou konkurencí uplatnit snadněji než v porostech jařin (Jursík et al. 2018).

V porostech ječmene jarního se prosazují hlavně časné jarní plevele (oves hluchý, opletka obecná, hořčice polní), ale také se může uplatňovat řada ozimých plevelů (violky, hluchavky, svízel, heřmánkovité a brukvovité plevele). V prořídlech porostech se může vyskytovat ježatka kuří noha nebo béry. Z vytrvalých plevelů se velmi dobře prosazuje pýr plazivý a pcháč rolní. Díky rychlému nárůstu biomasy jarních obilnin a většinou jednorázovým vzcházením jednoletých dvouděložných plevelů, je obecně regulace plevelů v jarních obilninách mnohem jednodušší než u obilnin ozimých. Výhodou jarního ošetření je také omezení problémů s nízkou teplotou při aplikaci což umožňuje více zohlednit, kromě plevelného spektra, také cenu přípravku (Jursík et al. 2018).

Okopaniny charakterizované častým kypřením půdy dávají zvláštní ráz těmto kulturám. Projevuje se to i ve výskytu plevelů na tyto poměry specializovaných. Jejich nejvýhodnější vlastností je rozdělení hlavní doby rozvoje do doby před sklizní plodin, kdy tyto plodiny většinou řádnou a plevele jsou v plném rozvoji a přinášejí množství semen. Charakteristické rostliny pro okopaniny jsou laskavec ohnutý, ježatka kuří noha, rdesno červivec a rdesno blešník, mléč drsný a zelinný, durman, merlík bílý, prlina, čistec bahenní, pět'our, lilek černý, bér přeslenitý, rozrazil perský, pumpava, pryšec kolovratec, ibišek trojdílný aj. (Deyl 1964). Okopaniny a širokořádkové kultury jsou zaplevelovány především jednoletými pleveli pozdně jarními, jako jsou merlíky, lebedy, mléče, béry, rdesna, ježatka kuří noha, laskavec ohnutý aj. a dále se mohou vyskytovat oves hluchý, opletka obecná, svízel přítula aj. (Hron & Kohout 1988).

K porovnání rozdílů v druhové diverzitě obilnin a okopanin byl analyzován snímkový soubor. Výsledky analýz obou habitatů ze stejné oblasti potvrzují opakovaná zjištění, že typ plodiny s odpovídajícím režimem managementu patří k nejdůležitějším faktorům v plevelové vegetaci (Fried et al. 2008).

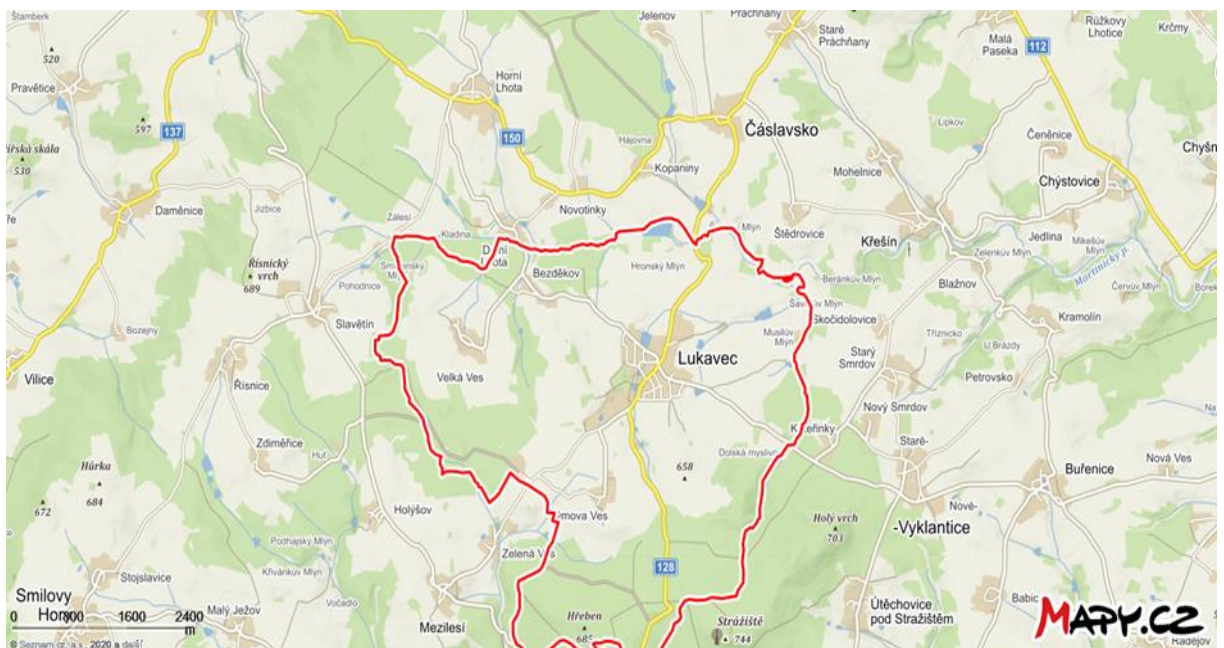


## 4 Materiál a metody

### 4.1 Charakteristika zájmového území

Pozemky, na kterých byl hodnocen výskyt zaplevelení, patří Zemědělskému družstvu Lukavec okres Pelhřimov. Podnik se nachází v kraji Vysočina a hospodaří v bramborářské výrobní oblasti. Půdy jsou pseudogleje převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, vlhkém klimatickém regionu a velmi málo produkční. Svažitosť pozemků se pohybuje mezi 3-7°. Zemědělské družstvo spadá do podhoří Českomoravské vysočiny se středem velké rulové oblasti (Pacovská vrchovina) s polohou kolem 610 m nad mořem, se značně členěným reliéfem terénu a s hojnějším výskytem jehličnatých lesů. Zeměpisná poloha: 49°39'00'' severní šířky a 14°59'30'' východní délky. Z hlediska geomorfického náleží družstvo k výrobnímu typu B2 a nachází se na dvou geologických útvarech: Útvary krystalických břidlic a nejmladší náplavy holocenní. Půda je hnědá a půdotvorný substrát rula. Druhově jde o půdu středně těžkou, spíše lehčí drobitost, která se vyznačuje vyšším obsahem IV. kategorie hrubého písku, a to u ornice 30-40 % a spodin 40-60 %. Obsah jílnatých částic se pohybuje u ornice mezi 40-60 %. Půdní profil má humózní horizont mocnosti 18-25 cm písčitohlinité až hlinité textury. Agrochemické vlastnosti ornice: pH 5,6, obsah humusu 3,25 % (Veleta 2011).

Obr. 1: Mapa zájmového území



## Klimatická charakteristika:

Naměřené hodnoty teplot a srážek byly získány z Meteorologické observatoře Košetice, která se nachází pouze několik kilometrů od pozemků ZD Lukavec. Vlastníkem a provozovatelem Observatoře Košetice je Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ), který je příjemcem podpory a koordinátorem projektu ACTRIS-CZ.

## Teploty

Tab. 1: Průměrné měsíční teploty vzduchu

Průměrné měsíční teploty vzduchu (°C) - rok 2019												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Průměr
-1,9	2,1	5,3	9,0	10,1	20,5	18,6	18,9	13,2	9,5	5,2	2,1	<b>9,4</b>
Průměrné měsíční teploty vzduchu (°C) - průměr za období 2010-2019												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Průměr
-1,3	-0,8	3,6	8,7	12,7	17,0	18,8	18,3	13,3	8,4	4,3	0,8	<b>8,7</b>

Zdroj: Observatoř Košetice

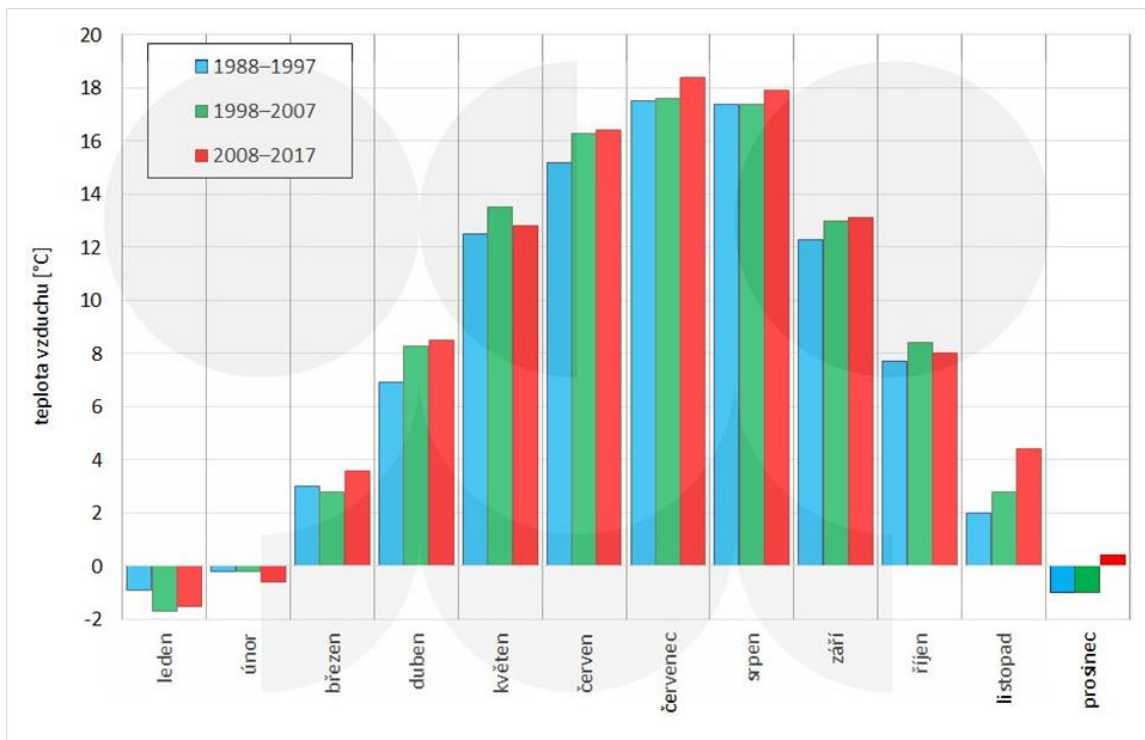
## Srážky

Tab. 2: Průměrné měsíční úhrny srážek

Měsíční úhrn srážek (mm) - rok 2019												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Úhrn srážek
76	29,9	59,3	11,8	103,5	42,3	69,6	91	31,1	43,6	47,5	25	<b>630,6</b>
Měsíční úhrn srážek (mm) – průměr za období 2010-2019												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Úhrn srážek
54,2	24,8	32,5	43,2	79,7	83,5	82,9	90	60,1	51,1	35,5	39,3	<b>676,8</b>

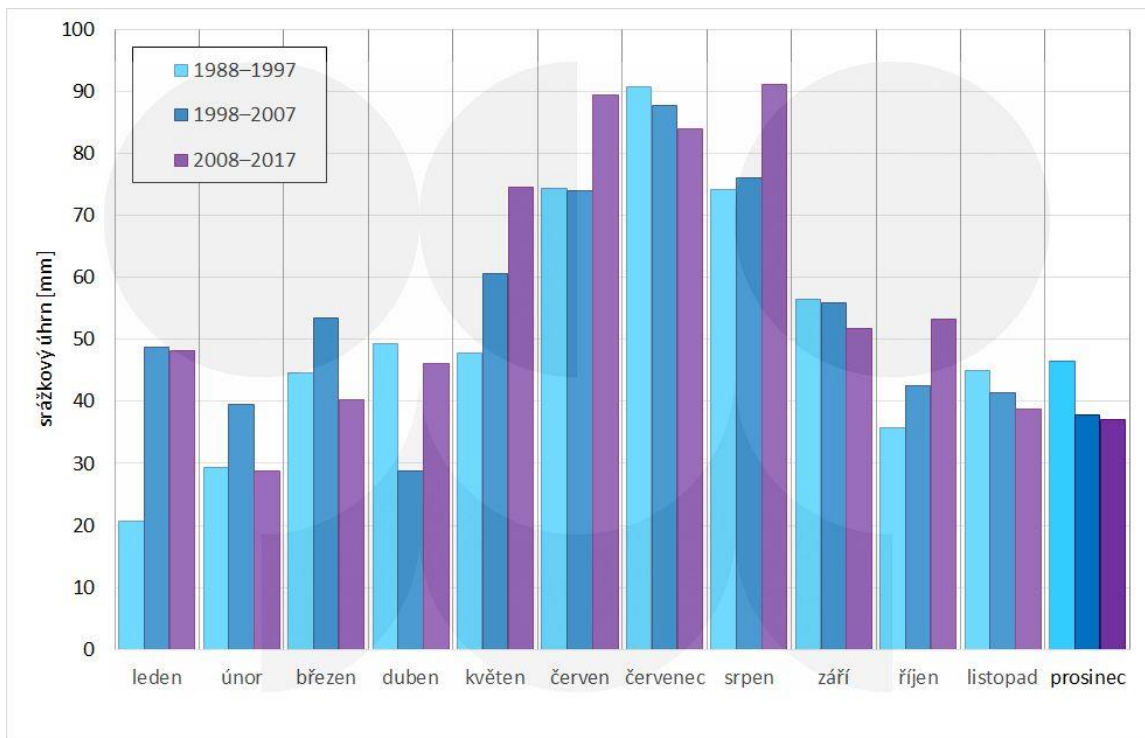
Zdroj: Observatoř Košetice

Obr. 2: Srovnání průměrných měsíčních teplot v jednotlivých dekádách 1988-2017.



Zdroj: Observatoř Košetice

Obr. 3: Srovnání průměrných měsíčních srážkových úhrnů v jednotlivých dekádách 1988-2017.



Zdroj: Observatoř Košetice

## 4.2 Charakteristika zemědělského podniku

Zemědělské družstvo Lukavec hospodaří v povodí řeky Želivky ve třetím ochranném pásmu v nadmořské výšce 550 až 620 metrů na 2650 ha zemědělské půdy. Hospodaří v 9 katastrálních územích. Největší katastrální území jsou Lukavec a Křešín, další jsou Velká Ves, Mezilesí, Kramolín, Čáslavsko, Štědrovice, Týmova Ves a Vyklantice.

V živočišné výrobě se podnik na Pelhřimovsku se sto zaměstnanci zaměřuje na výrobu mléka, hovězího a vepřového masa, kterou doplňuje jatečná produkce z chovu skotu bez tržní produkce mléka. Chov skotu je klíčovou disciplínou živočišné výroby družstva. Ve stavech eviduje 700 dojnic českého strakatého plemene a 92 kusů krav bez tržní produkce mléka, které po letech převodného křížení mají 88% podíl krve masného plemene, konkrétně hereforda. Zatímco dojnice jsou na dvou farmách, a to v Lukavci a v Křešíně, pro telata mají k dispozici teletníky v Lukavci a v Mezilesí a odchov jalovic probíhá v Křešíně a Týmové Vsi. Výkrm býků probíhá na farmách v Křešíně a Mezilesí. Stádo masného skotu je na farmě Zelená Ves. Pro chov prasat, jehož základem je 200 až 230 prasnic, z nichž asi třetina je v rozmnožovacím chovu, je vyčleněno pět farem. Respektive v Týmové Vsi a v Čáslavsku jsou ustájené prasnice, výkrm se realizuje ve střediscích v Křešíně, Bezděkově a ve Velké Vsi. V rozmnožovacím chovu je 70 prasnic, kde uplatňují křížení plemen bílé ušlechtilé s landrasou. V užitkovém chovu se na zbývajících asi 130 prasnic F1 generace připouští kanec určený do C pozice pro tvorbu finálních jatečných hybridů. V tomto případě se většinou jedná o plemeníka syntetické linie nebo plemene durok. Veškerá produkce z užitkového chovu končí v podnikových jatkách, kde se porazí 350 kusů skotu a 2000 kusů prasat za rok. Maso prodávají na domácím trhu, ale díky takzvanému oválnému razítku, které je výsledkem každoročního auditu, i na trhu členských států Evropské unie.

Produkce rostlinné výroby je zaměřena především na výrobu objemných krmiv – TTP, pěstování kukuřice, jetele lučního a luskovinoobilných směsek. Dalšími komoditami rostlinné výroby je pěstování řepky ozimé, ozimé pšenice, ozimých a jarních ječmenů, ova a brambor konzumních, průmyslových i sadbových. Zemědělské družstvo hospodaří na půdách mírně erozně ohrožených. Vzhledem k tomu, že hospodaří ve třetím ochranném pásmu povodí Želivky, platí pro něj určitá omezení používání některých pesticidů a hnojiv.

### 4.3 Fytcenologické snímky a jejich hodnocení

Fytcenologické snímky byly zapisovány v porostech ozimých obilnin (pšenice ozimá, ječmen ozimý), jarních obilnin (ječmen jarní) a okopanin (brambory a kukuřice). Hodnocení porostů bylo provedeno pomocí rozšířené Braun-Blanquetovy stupnice početnosti a pokryvnosti (Braun-Blanquet et al. 1932, adaptace Barkman et al. 1964) – tab. 3. Snímky o velikosti 100 m<sup>2</sup> byly pořizovány uvnitř porostů plodin mimo okraje a souvratě, tak aby byly reprezentativní a odpovídaly průměrnému stavu porostu. Celkově bylo zapsáno 30 snímků v období od června do září 2019. Všechny snímky byly pořizeny v systému konvenčního hospodaření. Deset snímků bylo zaznamenáno v ozimých obilninách, sedm snímků v jarních obilninách a třináct snímků v okopaninách (kukuřice, brambory).

Tab. 3: Rozšířená Braun-Blanquetova stupnice početnosti a pokryvnosti

Stupeň	četnost/pokryvnost snímkované plochy v %
<b>r</b>	jeden nebo několik málo jedinců s nepatrnou pokryvností
<b>±</b>	roztoušený výskyt s pokryvností < 5 %
<b>1</b>	hojný výskyt s velmi malou pokryvností nebo méně početný druh s větší pokryvností, vždy však < 5 % plochy
<b>2m</b>	početný druh s pokryvností ± 5 %
<b>2a</b>	druh s pokryvností 5–15 % bez ohledu na počet jedinců
<b>2b</b>	druh s pokryvností 15–25 % bez ohledu na počet jedinců
<b>3</b>	druh s pokryvností 25–50 % bez ohledu na počet jedinců
<b>4</b>	druh s pokryvností 50–75 % bez ohledu na počet jedinců
<b>5</b>	druh s pokryvností 75–100 % bez ohledu na počet jedinců

V tab. 4 je uveden přehled všech zaznamenaných snímků s přesnými zeměpisnými souřadnicemi snímků získaných pomocí GPS.

Tab. 4: Zeměpisné souřadnice zaznamenaných fytoecnologických snímků

<b>Typ plodiny</b>	<b>Číslo snímku</b>	<b>Obec</b>	<b>Zeměpisná šířka</b>	<b>Zeměpisná délka</b>
<b>Ozimé obilniny</b>	1	Lukavec	49°33'47.190"	15°0'25.006"
	4	Křešín	49°34'19.855"	15°3'18.040"
	6	Křešín	49°34'17.450"	15°1'55.849"
	7	Týmova Ves	49°33'18.629"	14°58'2.716"
	14	Čáslavsko	49°35'27.269"	14°59'55.497"
	16	Čáslavsko	49°34'53.214"	14°59'49.008"
	19	Křešín	49°35'21.660"	15°3'24.684"
	25	Lukavec	49°33'51.800"	15°0'33.966"
	27	Lukavec	49°33'47.190"	15°0'14.191"
	29	Čáslavsko	49°34'50.409"	14°59'48.081"
<b>Jarní obilniny</b>	3	Týmova Ves	49°33'5.198"	14°57'55.918"
	5	Holýšov	49°33'12.114"	14°56'1.591"
	9	Týmova Ves	49°33'0.387"	14°58'1.480"
	12	Holýšov	49°33'9.207"	14°56'4.527"
	18	Týmova Ves	49°32'57.881"	14°57'51.283"
	20	Týmova Ves	49°33'1.891"	14°58'11.831"
	21	Holýšov	49°33'7.704"	14°56'5.145"
<b>Okopaniny</b>	2	Křešín	49°35'10.843"	15°1'9.809"
	8	Lukavec	49°34'22.259"	15°0'14.114"
	10	Vyklantice	49°33'59.916"	15°1'19.929"
	11	Lukavec	49°33'54.405"	15°0'2.990"
	13	Holýšov	49°33'20.834"	14°56'11.247"
	15	Křešín	49°35'19.056"	15°0'58.917"
	17	Křešín	49°35'22.862"	15°1'16.607"
	22	Lukavec	49°33'53.002"	15°0'10.251"

	23	Křešín	49°35'4.433"	15°2'24.508"
	24	Štědrovice	49°35'6.336"	15°1'5.870"
	26	Štědrovice	49°35'19.056"	15°0'58.917"
	28	Vyklantice	49°33'52.701"	15°1'19.620"
	30	Křešín	49°34'58.022"	15°2'33.777"

Snímkování probíhalo v době plně rozvinuté plevelné vegetace (během června, července a srpna v obilninách a června, července, srpna a září v okopaninách). Do hodnocení nebyly zahrnuty mechorosty, houby a náletové dřeviny.

Botanická nomenklatura je upravena podle Klíče ke květeně České republiky (Kubát et al. 2002).

Ze získaných dat byl vypracován přehled všech zaznamenaných plevelných a zaplevelujících druhů. Z údajů ze snímkování byly stanoveny elementární parametry druhové diverzity (druhové bohatství jednotlivých snímků a také celkový počet zaznamenaných druhů) v rámci celé botanické studie a v jednotlivých typech plodin.

Hodnocen byl také výskyt vzácných a ohrožených plevelných taxonů. Pro zařazení do kategorií ohrožení bylo použito třetí vydání Červeného seznamu cévnatých rostlin České republiky (Grulich 2012).

Ze získaných dat byly taxony seřazeny sestupně v stálosti ve snímcích za celek, a také v jednotlivých typech plodin. Pro výpočet stálosti druhů v souboru vegetačních snímků v procentech byl použit vzorec:  $C_i = \frac{a_i}{n} * 100$ , v němž  $C_i$  = stálost druhu  $i$  v %,  $a_i$  = počet snímků s výskytem druhu  $i$ ,  $n$  = celkový počet snímků v souboru (Moravec et al. 1994).

Vliv plodiny na složení plevelného společenstva byl statisticky hodnocen pomocí programu CANOCO for Windows 4.5 (Ter Braak & Šmilauer 2002). Stupně Braun-Blanquetovy stupnice byly převedeny na ordinální číselnou škálu 1-9 (van der Maarel 1979). Byla provedena detrendovaná korespondenční analýza (DCA) a použito odstraňování trendu po segmentech. Byla zjištěna délka nejdelšího gradientu 3,607, jako přímá analýza byla proto zvolena kanonická korespondenční analýza (CCA), která je založena na modelu unimodální

odpovědi. Jako závislé proměnné byla použita data o pokryvnostech jednotlivých druhů rostlin a jako nezávislá proměnná prostředí byla použita plodina (ozimé obilniny, jarní obilniny, okopaniny). Statistická významnost byla zjišťována Monte-Carlo testem při 999 permutacích.

## 5 Výsledky

Veškeré zaznamenané fytoocenologické snímky jsou souhrnně uvedeny v tab. 11 v přílohách.

### 5.1 Zastoupené druhy a jejich diverzita

Během botanické studie bylo zaznamenáno 31 plevelných a zaplevelujících taxonů z 15 čeledí. Po pěti zástupcích bylo z čeledí hvězdnicovité a rdesnovité. Čeleď lipnicovité zahrnovala čtyři zástupce. Ostatní čeledi byly zastoupeny zpravidla jedním nebo dvěma plevelnými druhy. Všechny zaznamenané druhy včetně čeledí jsou uvedeny v tabulce 5.

V ozimých obilninách bylo celkem zaznamenáno 18 druhů, v jarních obilninách 9 druhů a v okopaninách 25 druhů. Průměrný počet druhů bez ohledu na plodinu v jednom fytoocenologickém snímku byl 7,3. Ve snímcích ozimých obilnin se průměrně vyskytovalo 6,9 druhů, v jarních obilninách 6,0 druhů a v okopaninách 8,4 druhů. Maximální počet druhů na jednom snímku byl dvanáct v kukuřici. Minimální výskyt počtu plevelů byl v počtu čtyř druhů v jednom snímku v pšenici ozimé a ve dvou snímcích jarního ječmene. Na ostatních snímcích se vyskytovalo nejčastěji 8 druhů plevelných rostlin.

Výskyt vzácných a ohrožených plevelných taxonů nebyl při snímkování ve sledované oblasti zaznamenán.

Tab. 5: Seznam zaznamenaných plevelů a zaplevelujících kulturních rostlin

vědecký název	český název	čeleď latinsky	čeleď česky
<i>Apera spica-venti</i>	chundelka metlice	<i>Poaceae</i>	lipnicovité
<i>Artemisia vulgaris</i>	pelyněk černobýl	<i>Asteraceae</i>	hvězdnicovité
<i>Atriplex patula</i>	lebeda rozkladitá	<i>Chenopodiaceae</i>	merlíkovité
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	kokoška pastuší tobolka	<i>Brassicaceae</i>	brukvovité



<i>Cirsium arvense</i>	pcháč oset	<i>Asteraceae</i>	hvězdnicovité
<i>Echinochloa crus-galli</i>	ježatka kuří noha	<i>Poaceae</i>	lipnicovité
<i>Elytrigia repens</i>	pýr plazivý	<i>Poaceae</i>	lipnicovité
<i>Erodium cicutarium</i>	pumpava obecná	<i>Geraniaceae</i>	kakostovité
<i>Euphorbia helioscopia</i>	pryšec kolovratec	<i>Euphorbiaceae</i>	pryšcovité
<i>Fallopia convolvulus</i>	opletka obecná	<i>Polygonaceae</i>	rdesnovité
<i>Fumaria officinalis</i>	zemědým lékařský	<i>Fumariaceae</i>	zemědýmovité
<i>Galeopsis tetrahit</i>	konopice polní	<i>Lamiaceae</i>	hluchavkovité
<i>Galium aparine</i>	svízel přítula	<i>Rubiaceae</i>	mořenovité
<i>Geranium pusillum</i>	kakost maličkový	<i>Geraniaceae</i>	kakostovité
<i>Chenopodium album</i> agg.	merlík bílý	<i>Chenopodiaceae</i>	merlíkovité
<i>Chenopodium polyspermum</i>	merlík mnohosemenný	<i>Chenopodiaceae</i>	merlíkovité
<i>Matricaria discoidea</i>	heřmáněk terčovitý	<i>Asteraceae</i>	hvězdnicovité
<i>Persicaria hydropiper</i>	rdesno pepřík	<i>Polygonaceae</i>	rdesnovité
<i>Persicaria lapathifolia</i> subsp. <i>lapathifolia</i>	rdesno blešník pravé	<i>Polygonaceae</i>	rdesnovité
<i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i>	jitrocel větší pravý	<i>Plantaginaceae</i>	jitrocelovité
<i>Poa annua</i> subsp. <i>annua</i>	lipnice roční pravá	<i>Poaceae</i>	lipnicovité
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	truskavec ptačí	<i>Polygonaceae</i>	rdesnovité
<i>Potentilla anserina</i>	mochna husí	<i>Rosaceae</i>	růžovité
<i>Rumex crispus</i>	šťovík kadeřavý	<i>Polygonaceae</i>	rdesnovité
<i>Solanum tuberosum</i>	lilek brambor	<i>Solanaceae</i>	lilkovité
<i>Sonchus arvensis</i>	mléč rolní	<i>Asteraceae</i>	hvězdnicovité
<i>Sonchus asper</i>	mléč drsný	<i>Asteraceae</i>	hvězdnicovité
<i>Stachys palustris</i>	čistec bahenní	<i>Lamiaceae</i>	hluchavkovité

<i>Veronica arvensis</i>	rozrazil rolní	<i>Scrophulariaceae</i>	krtičníkovité
<i>Veronica persica</i>	rozrazil perský	<i>Scrophulariaceae</i>	krtičníkovité
<i>Viola arvensis</i>	violka rolní	<i>Violaceae</i>	violkovité

## 5.2 Pořadí zastoupených druhů podle jejich stálosti

Celkový přehled druhů seřazený podle klesající stálosti ve snímcích je uveden v tab. 6. K druhům s nejvyšší stálostí ve všech plodinách patří zejména *Fallopia convolvulus*, která se vyskytovala ve všech snímcích. K druhům se stálostí nad 50 % patří ještě *Viola arvensis*, *Elytrigia repens* a *Veronica persica*.

Tab. 6: Pořadí taxonů dle stálosti ve všech plodinách

taxon	stálost		
		<i>Euphorbia helioscopia</i>	13 %
<i>Fallopia convolvulus</i>	100 %	<i>Sonchus arvensis</i>	13 %
<i>Viola arvensis</i>	57 %	<i>Sonchus asper</i>	13 %
<i>Elytrigia repens</i>	57 %	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	13 %
<i>Veronica persica</i>	50 %	<i>Galium aparine</i>	10 %
<i>Apera spica-venti</i>	43 %	<i>Echinochloa crus-galli</i>	10 %
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	43 %	<i>Artemisia vulgaris</i>	10 %
<i>Poa annua</i> subsp. <i>annua</i>	37 %	<i>Fumaria officinalis</i>	7 %
<i>Galeopsis tetrahit</i>	33 %	<i>Persicaria hydropiper</i>	7 %
<i>Chenopodium album</i> agg.	30 %	<i>Veronica arvensis</i>	7 %
<i>Erodium cicutarium</i>	27 %	<i>Potentilla anserina</i>	3 %
<i>Geranium pusillum</i>	27 %	<i>Stachys palustris</i>	3 %
<i>Cirsium arvense</i>	23 %	<i>Chenopodium polyspermum</i>	3 %
<i>Matricaria discoidea</i>	20 %	<i>Solanum tuberosum</i>	3 %
<i>Rumex crispus</i>	20 %		

<i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i>	17 %		
<i>Atriplex patula</i>	17 %		
<i>Persicaria lapathifolia</i> subsp. <i>lapathifolia</i>	17 %		

Pořadí taxonů podle jejich stálosti v ozimých obilninách je uveden v tab. 7. K druhům s nejvyšší stálostí v ozimých obilninách patří *Elytrigia repens* a *Fallopia convolvulus*, které se vyskytovaly ve všech snímcích. Mezi druhy se stálostí 60-80 % patří *Polygonum aviculare*, *Poa annua*, *Apera spica-venti* a *Veronica persica*.

Tab. 7: Pořadí taxonů dle stálosti v ozimých obilninách

<b>taxon</b>	<b>stálost</b>	<b>taxon</b>	<b>stálost</b>
<i>Fallopia convolvulus</i>	100 %	<i>Persicaria lapathifolia</i> subsp. <i>lapathifolia</i>	20 %
<i>Elytrigia repens</i>	100 %	<i>Erodium cicutarium</i>	20 %
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	80 %	<i>Artemisia vulgaris</i>	20 %
<i>Poa annua</i> subsp. <i>annua</i>	70 %	<i>Viola arvensis</i>	20 %
<i>Veronica persica</i>	70 %	<i>Potentilla anserina</i>	10 %
<i>Apera spica-venti</i>	60 %	<i>Atriplex patula</i>	10 %
<i>Cirsium arvense</i>	30 %	<i>Matricaria discoidea</i>	10 %
<i>Chenopodium album</i> agg.	30 %	<i>Chenopodium polyspermum</i>	10 %
<i>Rumex crispus</i>	20 %	<i>Solanum tuberosum</i>	10 %

Pořadí taxonů podle jejich stálosti v jarních obilninách je uveden v tab. 8. K druhům s nejvyšší stálostí v jarních obilninách patří *Fallopia convolvulus*, *Elytrigia repens* a *Apera spica-venti*, které se vyskytovaly ve všech snímcích. K druhům se stálostí nad 50 % patří *Viola arvensis* a *Erodium cicutarium*.

Tab. 8: Pořadí taxonů dle stálosti v jarních obilninách

<b>taxon</b>	<b>stálost</b>	<i>Erodium cicutarium</i>	57 %
<i>Fallopia convolvulus</i>	100 %	<i>Veronica persica</i>	43 %
<i>Elytrigia repens</i>	100 %	<i>Galeopsis tetrahit</i>	43 %
<i>Apera spica-venti</i>	100 %	<i>Galium aparine</i>	43 %
<i>Viola arvensis</i>	71 %	<i>Geranium pusillum</i>	43 %

Pořadí taxonů podle jejich stálosti v bramborách je uveden v tab. 9. 100% zastoupení v bramborách měly tyto druhy: *Fallopia convolvulus*, *Cirsium arvense*, *Sonchus arvensis* a *Galeopsis tetrahit*. *Viola arvensis*, *Sonchus asper*, *Chenopodium album*, *Erodium cicutarium* a *Echinochloa crus-galli* byly zastoupeny více jak 50 %.

Tab. 9: Pořadí taxonů dle stálosti v bramborách

<b>taxon</b>	<b>stálost</b>	<b>taxon</b>	<b>stálost</b>
<i>Fallopia convolvulus</i>	100 %	<i>Sonchus asper</i>	75 %
<i>Cirsium arvense</i>	100 %	<i>Chenopodium album</i> agg.	50 %
<i>Sonchus arvensis</i>	100 %	<i>Erodium cicutarium</i>	50 %
<i>Galeopsis tetrahit</i>	100 %	<i>Echinochloa crus-galli</i>	50 %
<i>Viola arvensis</i>	75 %	<i>Artemisia vulgaris</i>	25 %

Pořadí taxonů podle jejich stálosti v kukuřici je uveden v tab. 10. Stálost 100 % v kukuřici byla opět u druhu *Fallopia convolvulus*. Téměř 80% stálost byla u druhu *Viola arvensis* a k druhům s více jak 50% stálostí patří *Plantago major*, *Polygonum aviculare*, *Veronica arvensis*, *Geranium pusillum* a *Matricaria discoidea*.

Tab. 10: Pořadí taxonů dle stálosti v kukuřici

<b>taxon</b>	<b>stálost</b>	<i>Euphorbia helioscopia</i>	44 %
--------------	----------------	------------------------------	------

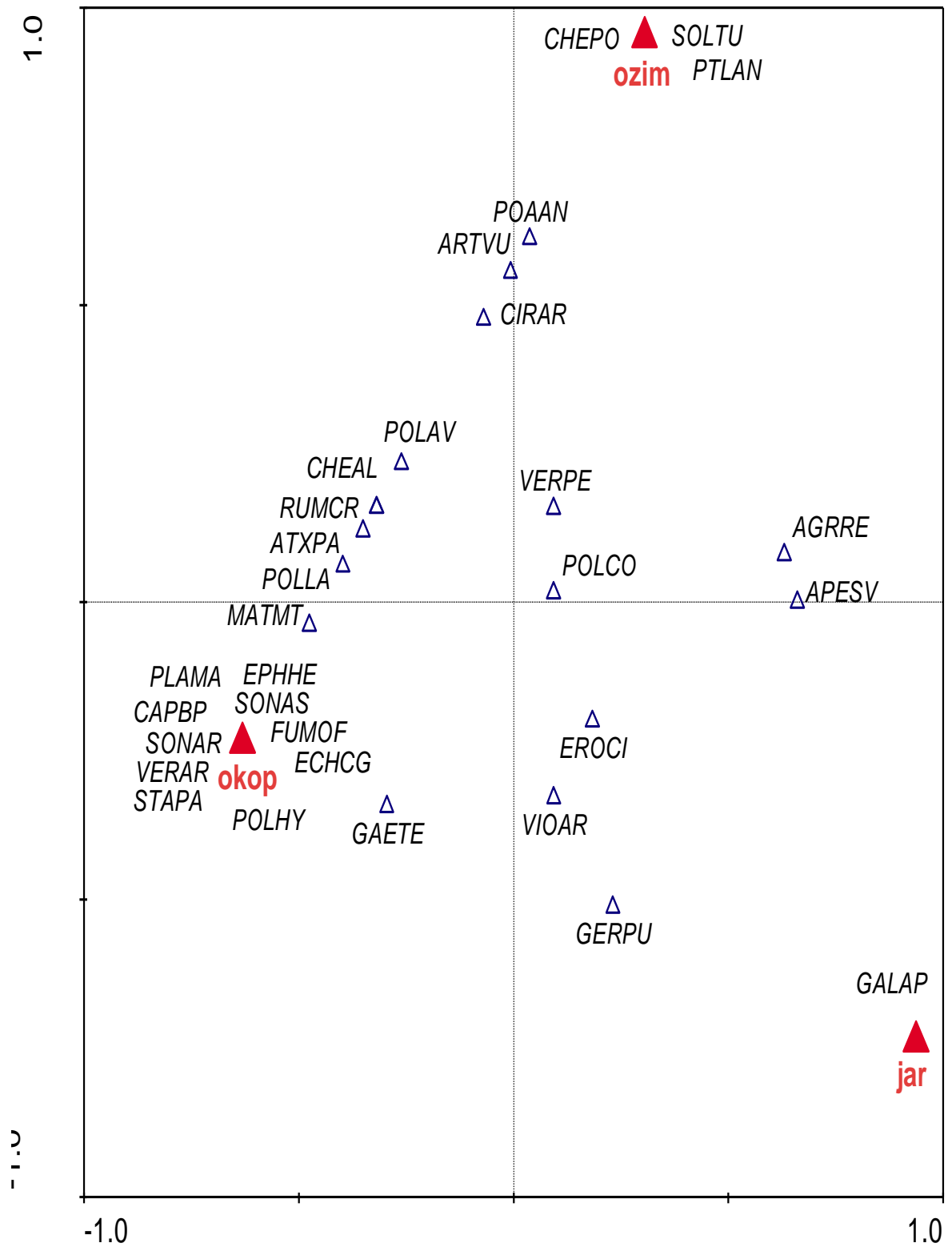
<i>Fallopia convolvulus</i>	100 %	<i>Atriplex patula</i>	44 %
<i>Viola arvensis</i>	78 %	<i>Rumex crispus</i>	44 %
<i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i>	56 %	<i>Galeopsis tetrahit</i>	33 %
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	56 %	<i>Persicaria lapathifolia</i> subsp. <i>lapathifolia</i>	33 %
<i>Veronica persica</i>	56 %	<i>Persicaria hydropiper</i>	22 %
<i>Geranium pusillum</i>	56 %	<i>Fumaria officinalis</i>	22 %
<i>Matricaria discoidea</i>	56 %	<i>Veronica arvensis</i>	22 %
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	44 %	<i>Stachys palustris</i>	11 %
<i>Chenopodium album</i> agg.	44 %	<i>Sonchus asper</i>	11 %
<i>Poa annua</i> subsp. <i>annua</i>	44 %	<i>Echinochloa crus-galli</i>	11 %

### 5.3 Vliv plodiny na složení plevelného společenstva

Vliv plodiny na složení plevelného společenstva byl shledán jako statisticky významný ( $p=0,001$ ) a vysvětlil celkem 20 % celkové variability v datech. V programu CanoDraw for Windows 4.0 byl vytvořen ordinační diagram (Obr. 4).

Z ordinačního diagramu vlivu plodiny na složení plevelného společenstva vyplývá, že s pěstováním obilnin je spojen výskyt druhů *Apera spica-venti*, *Galium aparine*, *Elytrigia repens* aj. Nejvyšší druhové zastoupení plevelů vykazují okopaniny, s nimiž je úzce vázán výskyt druhů jako *Echinochloa crus-galli*, *Sonchus asper*, *Euphorbia helioscopia*, *Persicaria hydropiper*, *Persicaria lapathifolia*, *Atriplex patula* aj. Některé druhy jako *Fallopia convolvulus*, *Veronica persica*, *Erodium cicutarium*, *Viola arvensis* nemají vyhraněný vztah ke konkrétní plodině.

**Obr. 4: Vliv plodiny na druhové složení plevelného společenstva**  
 – ordinační diagram CCA



**Rostlinné druhy na obrázku jsou popsány pomocí Bayer kodů:**

AGRRE - *Elytrigia repens*, APESV - *Apera spica-venti*, ARTVU - *Artemisia vulgaris*, ATXPA - *Atriplex patula*, CAPBP - *Capsella bursa-pastoris*, CIRAR - *Cirsium arvense*, ECHCG - *Echinochloa crus-galli*, EPHHE - *Euphorbia helioscopia*, EROCI - *Erodium cicutarium*, FUMOF - *Fumaria officinalis*, GAETE - *Galeopsis tetrahit*, GALAP - *Galium aparine*, GERPU - *Geranium pusillum*, CHEAL - *Chenopodium album* agg., CHEPO - *Chenopodium polyspermum*, MATMT - *Matricaria discoidea*, POAAN - *Poa annua* subsp. *annua*, POLLA - *Persicaria lapathifolia*, POLAV - *Polygonum aviculare* agg., POLCO - *Fallopia convolvulus*, POLHY - *Persicaria hydropiper*, PLAMA - *Plantago major* subsp. *major*, PTLAN - *Potentilla anserina*, RUMCR - *Rumex crispus*, SOLTU - *Solanum tuberosum*, SONAR - *Sonchus arvensis*, SONAS - *Sonchus asper*, STAPA - *Stachys palustris*, VERAR - *Veronica arvensis*, VERPE - *Veronica persica*, VIOAR - *Viola arvensis*

## 6 Diskuze

Nejrozšířenějším plevelem ve všech sledovaných plodinách byla opletka obecná. Významně je rozšířena v celé Evropě, a je vysoce přizpůsobivým plevelem. Patří mezi 80 nejnebezpečnějších plevelných druhů světa (Holm et al. 1977). V České republice je velmi hojně rozšířena na celém území od nížin až do podhůří. Podle Jursíka et al. (2018) roste spíše v lehčích, písčítých půdách a teplejších oblastech, ale může se prosadit i na těžkých půdách. Nevadí jí půdy kyselé ani zásadité. Vyskytuje se i v okopaninách, víceletých pícečinách a zelenině. Vzhledem k popínavému charakteru je konkurenčně velmi schopnou rostlinou. V plodinách s vyšším vzrůstem se prosazuje při jejich prořídnutí nebo v mezerovitých porostech, kdy ovíjením kolem stébel nebo lodyh způsobuje polehnutí rostlin. Ty nehynou, ale jsou pozdrženy ve vývoji a pozdě dozrávají. V širokořádkových kulturách má prostor k rozrůstání a vytváří velká ohniska zaplevelení, která se obtížně mechanicky likvidují (Mikulka et al. 1999). Výskyt opletky na sledovaných pozemcích ve všech plodinách v hojné míře by se dal zřejmě vysvětlit právě její dobrou přizpůsobivostí a rozšířením od nížin až do podhůří.

V ozimých obilninách měla prvenství ve výskytu opletka obecná, která se vyskytovala na všech sledovaných pozemcích. Z výsledků Rajczyové (1978) vyplývá, že stálými druhy v ozimé pšenici jsou opletka obecná, hluchavka objímavá, ptačinec prostřední a penízecká rolní. V hustě zapojených porostech obilnin jsou však mladé rostliny opletky potlačovány (Mikulka et al. 1999). Poznatky Rajczyové ve výskytu opletky obecné v ozimé pšenici korespondují se zjištěnými výsledky uvedenými v této práci. Dalšími nejvíce zastoupenými plevelnými druhy v ozimých obilninách byly rozrazil perský, chundelka metlice a pýr plazivý. Podle Jursíka et al. (2018) jsou v současné době v ozimých obilninách nejčastěji zastoupeny violky, heřmánkovité plevele, rozrazil (především perský), svízel přítula, chundelka metlice a další. Z vytrvalých druhů se nejčastěji vyskytuje pýr plazivý a pcháč rolní. K plevelným druhům, které významně ovlivňují výsledek pěstování ozimů, patří chundelka metlice, oves hluchý, svízel přítula, heřmánkovité plevele a velmi úporný pcháč oset. Mnohdy se jako úporné plevele vyskytují i kulturní druhy, např. výdrol řepky ozimé (Kakabus 2006). Klem & Váňová (2005) konstatovali, že situace v zaplevelení obilnin se každoročně zhoršuje, přičemž tento trend je patrný nejen ve výskytu nesnadno hubitelných jednoděložných plevelů, jako je chundelka metlice a oves hluchý, či vytrvalých druhů, jako je pcháč rolní a pýr plazivý, ale také výskytu druhů, které vytvářejí spodní patro podrostu (violka rolní, hluchavky, rozrazil y a



další). I tyto poznatky jednotlivých autorů potvrzují zjištěné výsledky výskytu uvedených plevelných druhů v ozimých obilninách.

Další sledovanou plodinou byl ječmen jarní. Zaplevelení jarního ječmene bylo sledováno v sedmi snímcích. V této plodině se vyskytovalo nejvíce 8 plevelných druhů v jednom ze snímků, v ostatních snímcích byl výskyt nižší. Díky rychlému nárůstu biomasy jarních obilnin a většinou jednorázovým vzcházením jednoletých dvouděložných plevelů, je obecně regulace plevelů v jarních obilninách mnohem jednodušší než u obilnin ozimých. Výskyt ostatních pozdních jarních plevelů bývá výjimečný, a pokud se tyto druhy v obilninách objeví, jedná se obvykle o mezerovité, nebo prořídle porosty (Jursík et al. 2018).

Nejrozšířenějším plevelem v této plodině byla opletka obecná. Je významným plevelem v časně setých jarních plodinách, jako jsou obilniny, luskoviny, len, mák (Mikulka et al. 1999).

Dalším nejrozšířenějším plevelem v jarním ječmeni byla chundelka metlice. Podle Jursíka et al. (2018) je výskyt chundelky metlice v jarních obilninách výrazně nižší než v ozimých obilninách, neboť tento druh vzchází na jaře ve výrazně nižší intenzitě, než na podzim. Toto tvrzení se neshoduje s výsledky práce, protože výskyt chundelky metlice byl vzhledem k stálosti vyšší v jarních než ozimých obilninách. Výskyt chundelky metlice v jařinách nebývá pravidelný, ale v poslední době je stále častěji pozorován. Příčin může být více, od posunu k později vzcházejícím biotypům v populacích v důsledku stále častěji uplatňované podzimní chemické ochrany, přes meteorologické vlivy přerušující sekundární dormanci a indukující vzcházení na jaře, až po případy, kdy rostliny vzešlé během zimy přežívají předset'ovou přípravu půdy pro jařiny. Větší výskyt chundelky metlice je zaznamenán v osevních postupech s vysokým zastoupením obilnin, z čehož lze usuzovat, že stoupající tendence ve výskytu bude i nadále pokračovat (Kohout et al. 1996). Obilky mají po uzrání jen krátkou dormanci a snadno klíčí a vzcházejí již v podzimním období, nejlépe z povrchových vrstev půdy, zvláště za vlhkého a teplého podzimu. Obilky však mohou vzcházet již brzy na jaře při teplotách půdy 3 - 4°C a zaplevelovat i brzo seté jařiny a prořídle ozimy (Hron & Kohout 1988).

Dalším vysoce zastoupeným plevelným druhem byla violka rolní, která se může podle Jursíka et al. (2018) jako jeden z ozimých plevelů nejvíce uplatňovat i v jarních obilninách. Viola rolní klíčí během celého roku a vytváří ozimé i jarní formy (Hamouz 2007). Tyto výroky se shodují i s výsledky studie ve výskytu violky rolní v jarních obilninách.

Ve všech snímcích v jarních obilninách byl zastoupen i pýr plazivý. Pýr plazivý stejně jako pcháč patří mezi nejrozšířenější, ale ne nejškodlivější plevely mírného pásu (Surovčík & Sekerková 1998). Pýr se intenzivně rozmnožuje obilkami i oddenky. Oddenky mají vysokou regenerační schopnost a jsou odolné k vysychání a vymrzání. Obilky jsou již po uzrání dobře klíčivé, nejlépe v hloubce kolem 1 cm. Na ulehých půdách setrvávají spolu s oddenky několik let živé. Ochrana všech plodin proti pýru je značně obtížná a vyžaduje uplatnění komplexu agrotechnických opatření i speciálních mechanických a chemických zásahů (Kohout et al. 1996). Velmi dobře se v porostech jarních obilnin prosazuje pýr plazivý a pcháč rolní (Jursík et al. 2018). Opodstatněnost výskytu pýru plazivého v jarních obilninách na sledovaných pozemcích, potvrzují i autoři prezentované literatury.

V bramborách bylo zaznamenáno několik plevelných druhů s nízkou pokryvností, což je dáno především jejich krátkou vegetační dobou, a po určitou dobu i mechanickým omezováním plevelů. Nejvíce druhů na jednom ze snímků bylo deset. Nejvyšší výskyt měla opět opletka obecná, dále konopice polní, mléč rolní a pcháč rolní.

V typických bramborářských oblastech bývají největší problémy především s časně jarními druhy, jako jsou opletka obecná, konopice polní, ředkev ohnice a z pozdních jarních plevelů se v těchto oblastech uplatňuje merlík bílý. Velmi problematické jsou vytrvalé dvouděložné plevely, které jsou po vzejití brambor herbicidy jen velmi špatně regulovány. Jde především o pcháč rolní, mléč rolní, čistec bahenní a další (Jursík et al. 2018). Mikulka et al. (1999) uvádí, že stále nejškodlivějším plevelem na orné půdě je pcháč rolní. Na orné půdě se rozmnožuje převážně vegetativní cestou, částmi křehkých a šťavnatých kořenových výběžků, jež raší i v podomičnických vrstvách půdy. Má vysoké nároky na odběr vody a živin a téměř žádná kulturní rostlina není schopna se s konkurencí pcháče vyrovnat. Jeho výskyt ve snímcích byl prokázán ve větší míře v bramborách. Kořenové výběžky mají obrovskou regenerační schopnost. V příznivých podmínkách regenerují i segmenty kořenových výběžků dlouhé i 2 cm o průměru 3 mm (Mikulka et al. 1999). Čím jsou výběžky delší a silnější, tím je pravděpodobnost regenerace v polních podmínkách vyšší (Mikulka & Kneifelová 2005). I ostatní druhy plevelných rostlin, které se na sledovaných pozemcích vyskytovaly, jsou totožné s druhy uvedenými v předchozí literatuře (Jursík et al. 2018).

Další sledovanou plodinou byla kukuřice setá. V porostech kukuřice se vyskytovalo 21 plevelných rostlin. Po opletce obecné byl jedním z frekventovaných plevelů truskavec ptačí. Deyl (1964) uvádí, že tento plevelný druh dává přednost méně úrodným půdám. Proto i jeho

hojnější rozšíření na sledovaných pozemcích by mohlo být ovlivněno úrodností půdy ve sledované oblasti.

Dalším často se vyskytujícími druhy v kukuřici byly rozrazil perský, violka rolní a široká škála dalších druhů plevelů, které vykazovaly velice nízkou pokrývnost.

Rozrazil je drobná dobře přezimující jednoletá bylina. Rozrazil perský spolu s ostatními rozrazilily je roztroušeně rozšířen na orných půdách, rumištích, úhorech, polích a zahradách celého státu. Nejvíce škodí v přezimujících plodinách, hlavně víceletých píceňkách, ozimé řepce, ozimých obilninách, ale i jařinách, okopaninách, zeleninách, kde se lokálně může přemnožit (Kohout et al. 1996). V méně vhodných polohách pro pěstování kukuřice nebo lokalitách s vyšším zastoupením obilnin a řepky v osevním sledu, je nutné počítat s výskytem ozimých a časně jarních plevelů (Jursík et al. 2018). Proto i výskyt rozrazilu perského ve fytoocenologických snímcích v kukuřici, i když je podzimním plevellem, je opodstatněný.

Podle Söchtinga & Zwergera (2012) byly v porostech kukuřice nejdominantnější druhy v roce 2008 truskavec ptačí, bažanka roční, merlík bílý a opletka obecná. V roce 2009 psárka polní, bažanka roční, rozrazilily, merlík bílý a laskavec ohnutý a v roce 2010 bažanka roční a violka rolní. Z uvedených zdrojů je zřejmé, že každý rok dominovaly v porostech kukuřice rozdílné plevelné druhy, což je zřejmě dáno předplodinou.

Vztah mezi polními pleveli a plodinami je velmi důležitý. Vliv pěstované plodiny často překryje vlivy ostatních podmínek. Rychlost vývoje, habitus plodin, hustota porostu, způsob pěstování umožňují vzejítí určité skupiny plevelů (Dvořák & Smutný 2008). Je evidentní, že výskyt plevelných druhů je omezen na odolné druhy. Od počátku 20. století docházelo na území Evropy k poklesu diverzity plevelů na orné půdě z důvodu intenzifikace rostlinné výroby, především v důsledku používání herbicidů a pěstování ozimých plodin a jejich značné konkurenceschopnosti vůči plevelům. Výskyt nejběžnějších druhů plevelů přetrval díky jejich ruderálnímu charakteru a schopnosti přežívat dlouhou dobu v půdní zásobě (Hawes et al. 2010).

Dalším aspektem nízké diverzity by mohl být také termín sběru dat pro vyhodnocení, které probíhalo u ozimých plodin od června do srpna a u okopanin od června do září. V případě sběru dat v delším časovém úseku by se pravděpodobně zvýšilo i druhové zastoupení plevelů. V období sběru dat se v porostech vyskytovaly převážně vytrvalé plevele,

které se ve vzrostlých porostech už obtížně hubí, a dále to byla skupina pozdně jarních plevelů, které se vyskytly až po jarním použití herbicidů.

Mnohorozměrné analýzy dokazují, že se druhové složení společenstev obilnin a okopanin liší. K porovnání rozdílů v druhové diverzitě obilnin a okopanin byl analyzován snímkový soubor širšího území Moravy. Výsledky analýz obou habitatů ze stejné oblasti potvrzují opakované zjištění, že typ plodiny s odpovídajícím režimem managementu patří k nejdůležitějším faktorům v plevelové vegetaci (Losová et al. 2004).

Z ordinačního diagramu vlivu plodiny na složení plevelného společenstva vyplývá, že některé plevelné druhy nemají vyhraněný vztah ke konkrétní plodině. Jedná se především o druhy jako opletka obecná, rozrazil perský, pumpava obecná a violka rolní. V obilninách byl zaznamenán nejčastěji výskyt chundelky metlice, svízele přítuly, pýru plazivého a dalších. Nejvyšší druhové zastoupení plevelů vykazovaly okopaniny, s nimiž je úzce vázán výskyt druhů jako ježatka kuří-noha, mléč drsný, pryšec kolovratec, rdesno pepřík, rdesno blešník, lebeda rozkladitá a další druhy.

## 7 Závěr

V Zemědělském družstvu Lukavec bylo provedeno stanovení plevelného spektra ve vybraných zemědělských plodinách (ozimé a jarní obilniny a okopaniny).

V porostech ozimých obilnin (ozimá pšenice a ozimý ječmen) bylo identifikováno 18 plevelných a zaplevelujících druhů. Nejčastěji vyskytujícími se plevelnými druhy byly *Fallopia convolvulus*, *Elytrigia repens* a *Polygonum aviculare*.

V jarních obilninách bylo zaznamenáno 9 plevelných druhů a nejčastěji se vyskytujícími druhy byly *Fallopia convolvulus*, *Elytrigia repens* a *Apera spica-venti*.

V okopaninách bylo zastoupeno nejvíce plevelných druhů. Celkem bylo v okopaninách zaznamenáno 25 plevelných druhů, z toho v bramborách 10 a v kukuřici 21. V bramborách dominovaly *Fallopia convolvulus*, *Cirsium arvense*, *Sonchus arvensis* a *Galeopsis tetrahit* a v kukuřici *Fallopia convolvulus* a *Viola arvensis*.

Hypotéza, zda pěstovaná plodina ovlivňuje druhové složení plevelné vegetace, byla výzkumem potvrzena.

Během studie nebyly zaznamenány na sledovaných pozemcích žádné vzácné a ohrožené druhy plevelů.

Vyhodnocování zaplevelení pozemků je důležité pro cílenou regulaci plevelného spektra. Z toho vyplývá mnoho aspektů, k nimž patří např. volba správné agrotechniky, vhodná doba setí kulturní plodiny a vhodné použití účinných herbicidních látek ve správném časovém období, s ohledem na další hlediska, která ovlivňují přírodní prostředí i ekonomiku pěstování. Cílem regulace plevelů není jejich likvidace za každou cenu, ale snížení ekonomického prahu škodlivosti plevelů, a tím i zamezení zbytečných úniků používaných chemických prostředků do prostředí.

## 8 Seznam literatury

- Ahrens WH. 1994. Herbicide handbook. Weed Science Society of America. Lawrence, Kansas.
- Barberi P, Mazzoncini M. 2001. Changes in weed community composition as influenced by cover crop and management system in continuous corn. *Weed Science* **49**:491-499.
- Barkman JJ, Doing H, Segal S. 1964. Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur Quantitativen Vegetationsanalyse. *Acta Botanica Neerlandica* **3**:333-444.
- Baskin JM, Baskin CC. 1995. Variation in the annual dormancy cycle in buried seeds of the weedy winter annual *Viola arvensis*. *Weed Research* **35**: 353-362.
- Bertrand AY. 2003. Země krásná neznámá. Slovart, Praha.
- Begon M, Harper JL, Townsend CR. 1997. Ekologie, jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství UP, Olomouc.
- Braun-Blanquet J, Fuller GD, Conard HS. 1932. Plant sociology. McGraw-Hill Book Company, USA, New York.
- Cardina J. 1995. Biological Weed Management. Pages 279-341 in Smith AE, editor Handbook of Weed Management Systems. Marcel Dekker, New York.
- Cirujeda A, Melander B, Rasmussen K, Rasmussen IA. 2003. Relationship between speed, soil movement into the cereal row and intra-rowweed control efficacy by weed harrowing. *Weed Research* **43**:285-296.
- Cosser ND, Gooding MJ, Thompson AJ, Froud-William RJ. 1997. Competitive ability and tolerance of organically grown wheat cultivars to natural weed infestations. *Annals of Applied Biology* **130**:523-535.
- Crawley M J. 1997. Plant Ecology. Blackwell Science Ltd, Oxford.
- Dostál J. 1989. Nová květena ČSSR 1. a 2. díl. Academia, Praha.
- Deyl M. 1964. Plevelé polí a zahrad. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.
- Dvořák J. 1987. Zemědělské soustavy: vybrané kapitoly - polní plevelé. Vysoká škola zemědělská, Brno.

- Dvořák J. 1998. Praktikum z herbologie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Dvořák J, Smutný V. 2003. Herbologie – Integrovaná ochrana proti polním plevelům. Skriptum MZLU, Brno.
- Dvořák J, Smutný V. 2008. Herbologie – Integrovaná ochrana proti polním plevelům. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Eghball B, Lesoing GW. 2000. Viability of weed seeds following manure windrow composting. *Compost Science & Utilization* **8**:46-53.
- Fried G, Norton LR, Reboud X. 2008. Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **128**:68-76.
- Fryer JD, Makepeace RJ. 1977. *Weed Control – Handbook*. Blackwell Sci., 6 e., vol. I, II.
- Graglia E, Melander B, Jensen RK. 2006. Mechanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems. *Weed Research* **46**:304–312.
- Grulich V. 2017. Červený seznam cévnatých rostlin ČR. *Příroda* **35**:75-132.
- Grulich V. 2012. Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition. *Preslia* **84**:631-645.
- Hamouz P. 2007. Diagnostika plevelů v počátečních fázích růstu – ozimé plevele. *Farmář* **3**: 23-28.
- Hamouz P, Hamouzová K. 2015. Atlas klíčnicích rostlin polních plevelů. Kurent s.r.o., České Budějovice.
- Hawes C, Squire GR, Hallett PD, Watson CA, Young M. 2010. Arable plant communities as indicators of farming practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **138**: 17-26.
- Holm LG, Plucknelt LD, Pancho J, Herberger J. 1997. *World's worst weeds*. East-West Centre by University Press of Hawaii, Honolulu.
- Horowitz M, Regev Z, Herzlinger G. 1983. Solarization for Weed Control. *Weed Science* **31**: 170-179.
- Hron F, Kohout V. 1986. *Polní plevele*. Vysoká škola zemědělská, Praha.
- Hron F, Kohout V. 1988. *Plevele polí a zahrad*. MZV ČSR, Praha.

- Hron F, Vodák A. 1959. Polní plevelé a boj proti nim. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Hudson J. 1955. Propagation of plants by root cuttings. *Journal of Horticultural Science* **30**: 242-251.
- Chodová D, Martinková Z, Mikulka J. 1993. Systém hubení pýru plazivého a pcháče osetu na orné půdě. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha.
- Jehlík V, Hejný S, Kropáč Z, Lhotská M, Kopecký K, Slavík B, Svobodová Z. 1998. Cizí expanzivní plevelé České republiky a Slovenské republiky. Academia nakladatelství, Akademie věd České republiky, Praha.
- Jursík M, et al. 2011. Plevelé Biologie a regulace. Kurent, s.r.o., České Budějovice.
- Jursík M, Soukup J. 2013. Podzimní regulace plevelů v porostech ozimých obilnin. *Úroda* **61**: 40-42.
- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. Biologie a regulace plevelů. Kurent, s.r.o., České Budějovice.
- Kakabus J. 2006. Jarní regulace plevelů v ozimých obilninách, ozimé řepce a kmínu. *Rostlinolékař* **17**:6-7.
- Kirschner J, Štěpánek J. 1995. Současný stav taxonomického výzkumu rodu *Taraxacum* v České a Slovenské republice. *Zpravodaj České Botanické Společnosti* **29**:1-9.
- Klem K, Váňová M. 2005. Narůstající problémy v ochraně obilnin proti plevelům. *Agro* **10**: 10-11.
- Klingman GC, Ashton FM. 1982. *Weed Science. Principles and Practices*. John Wiley & Sons, Inc., USA.
- Kohout V. 1980. Pěstitelské metody hubení ovsa hluchého, chundelky metlice a pýru plazivého. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha.
- Kohout V, et al. 1996. *Herbologie - Plevelé a jejich regulace*. Katedra obecné produkce rostlinné a agrometeorologie. Agronomická fakulta. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha.
- Kohout V. 1997. *Plevelé polí a zahrad*. Agrospoj, Praha.
- Kohout V, Kohoutová-Hradecká D, Holec J. 2010. Biological control of broad-leaved docks on perennial grassland in the Czech Republic. *Herbologia* **11**:33-38.



- Kolářová M, Tyšer L, Soukup J. 2013a. Diversity of current weed vegetation on arable land in selected areas of the Czech Republic. *Plant, Soil and Environment* **59**:208-213.
- Kolářová M, Tyšer L, Soukup J. 2013b. Impact of site conditions and farming practices on the occurrence of rare and endangered weeds on arable land in the Czech Republic. *Weed Research* **53**:489-498.
- Kolářová M, Tyšer L, Soukup J. 2013c. Survey about the weed occurrence on arable land in the Czech Republic. *Scientia Agriculturae Bohemica* **44**:63-69.
- Kolb LN, Gallandt ER. 2012. Weed management in organic cereals: advances and opportunities. *Organic Agriculture* **2**:23-42.
- Kostelanský F. 1997. *Obecná produkce rostlinná*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Kubát K, Hrouda L, Chrtek J jun., Kaplan Z, Kirschner J, Štěpánek J (eds.). 2002. *Klíč ke květeně České republiky*. Academia, Praha.
- Kunz C, Weber JF, Gerhards R. 2015. Benefits of Precision Farming Technologies for Mechanical Weed Control in Soybean and Sugar Beet – Comparison of Precision Hoeing with Conventional Mechanical Weed Control. *Agronomy* **5**:130-142.
- Laštůvka Z, Krejčová P. 2000. *Ekologie*. Konvoj, Brno.
- Lososová Z, Chytrý M, Cimalová Š, Kropáč Z, Otýpková Z, Pyšek P, Tichý L. 2004. Weed vegetation of arable land in Central Europe: Gradients of diversity and species composition. *Journal of Vegetation Science* **15**:415-422.
- Marshall EJP, Brown VK, Boatman ND, Lutman PJW, Squire GR, Ward LK. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* **43**:77-89.
- Miko L, Hošek M. 2009. *Příroda a krajina České republiky. Zpráva o stavu 2009*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Mikulka J, Kneifelová M. 2005. *Plevelné rostliny*. Profi Press s. r. o., Praha.
- Mikulka J, et al. 1999. *Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. Farmář – Zemědělské listy*. Praha.
- Mikulka J. 2011. *Metody regulace pcháče rolního na zemědělské půdě*. VÚRV, Praha.
- Mikulka J, Chodová D. 2001. *Hubení plevelů odolných vůči herbicidům*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

- Moravec J, et al. 1995. Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. 2. vydání, Severočeskou přírodou, Litoměřice.
- Moravec J, et al. 1994. Fytocenologie. Academia, Praha.
- Niederstrasser J, Gerowitt B. 2008. Studies on the response of root fragment of *Cirsium arvense* on dryness. *Journal of Plant Diseases and Protection*. Special Issue **21**:369-372.
- Polášková A, et al. 2011. Úvod do ekologie a ochrany životního prostředí. Karolinum, Praha.
- Pannacci E, Tei F. 2014. Effects of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soyabean. *Crop Protection* **64**:51-59.
- Peters K, Gerowitt B. 2012. Wie könnte der Klimawandel das Zusammenspiel von Unkräutern und Feldfrüchten verändern? In: Proceedings 25 th German Conference on Weed Biology and Weed Control. March 13 – 15. 2012. Braunschweig, Germany.
- Rajczyová M. 1978. Causes of overproduction of weeds in cereals. In: Krippelová, T. (ed.). *Acta Botanica Slovaca. Academiae Scientiarum Slovaca. Series A. Taxonomica, Geobotanica*. 3. Veda. Bratislava.
- Rosypal S, et al. 2003. Nový přehled Biologie. Scientia, Praha.
- Roth P, Plesník J. 2004. Biologická rozmanitost na Zemi: stav a perspektivy. Scientia, Praha.
- Söchting HP, Zwerger P. 2012. Unkrautkonkurrenz und Biomassebildung von Mais und Sorghum bei unterschiedlicher Herbizidintensität. In: Proceedings 25 th German Conference on Weed Biology and Weed Control, March 13 – 15, Braunschweig, Germany.
- Surovčík J, Sekerková M. 1998. Ochrana obilnín. Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany.
- Šarapatka B, et al. 2010. Agroekologie, východiska pro udržitelné zemědělství. Bioinstitut, Olomouc.
- Šarapatka B, et al. 2008. Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu. Bioinstitut, Olomouc.
- Teasdale JR, Mohler CL. 2000. The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Science* **48**:385-392.
- Ter Braak CJF, Šmilauer P. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca NY.

- Tyšer L. 2002. Změny plevelného složení agrofytocenóz vybraných zemědělských podniků, [Doktorská disertační práce]. ČZU v Praze, Praha.
- Urban J, Šarapatka B. 2003. Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- Vačkář D. 2005. Ukazatele změn diverzity. Academia, Praha.
- Vach M, Javůrek M. 2007. Význam osevních postupů v současné rostlinné výrobě. AGRO **12**:40-44.
- van der Maarel E. 1979. Transformation of cover-abundance values in fytosociology and its effect on community similarity. *Vegetatio*. **39**: 97-114.
- Zahradníková H. 1993. Dlouhodobé změny zaplevelení obilovin a rozvoj ochrany proti plevelům v oblasti Západních Čech, zvláště v okrese Plzeň-jih. [Kandidátská disertační práce]. Praha.
- Zwenger P. 1996. Zur Samenproduktion der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). *Journal of Plant Diseases and Protection*. Special Issue **15**:91-98.

#### **Internetové zdroje:**

- Biberdžič M, et al. 2016. Possibility of weed killing in maize by herbicides applied after sowing and before sprouting. Available from <http://www.usab-tm.ro/index.php?id=93> (accessed March 2016).
- Martinková Z, et al. 2008. Biodiverzita plevelových společenstev, její význam a udržitelné využívání. Available from <https://www.vurv.cz/sites/File/Publications/ISBN978-80-87011-68-3.pdf> (accessed 2009).
- Veleta V. 2011. Informace z charakteristiky Pokusné stanice v Lukavci. Available from <http://www.spslukavec.cz/charakteristika-stanice> (accessed 2011).
- Mikulka J, Chodová D. 2001. Nové invazní plevele. Portál Úroda. Available from <http://uroda.cz/nove-invazni-plevele/> (accessed November 2015).
- Klimatologické charakteristiky. Observatoř Košetice. Available from <https://www.actrisri.cz/cs/menu/data-a-sluzby/otevrenypristup/> (accessed 2013).

## **Seznam příloh**