

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Studium diverzity plevelových společenstev na pozemcích
JZD „Budovatel“ (Janovice nad Úhlavou)**

Diplomová práce

Bc. Petr Mikulec

Rozvoj venkovského prostoru

Ing. Michaela Kolářová, Ph.D.

©2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Studium diverzity plevelových společenstev na pozemcích JZD „Budovatel“ (Janovice nad Úhlavou)" 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 30. 06. 2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní Ing. Michaele Kolářové, Ph.D. za trpělivost, cenné rady a pomoc při statistickém zpracování získaných dat. V neposlední řadě bych rád poděkoval také Ing. Aleši Staňkovi a Ing. Bohumilu Jandovi za poskytnutí cenných informací a umožnění vstupu na pozemky zemědělského družstva. Poděkování patří také mé přítelkyni za veškerou její podporu a pevné nervy.

Studium diverzity plevelových společenstev na pozemcích JZD „Budovatel“ (Janovice nad Úhlavou)

Souhrn

Cílem této práce bylo posouzení druhového spektra plevelových společenstev na pozemcích jednotného zemědělského družstva „Budovatel“ v Janovicích nad Úhlavou. Byl zkoumán vliv ozimých a jarních obilnin a okopanin na druhové spektrum plevelů.

V teoretické části byly popsány jednotlivé skupiny plevelů podle biologických vlastností, způsobu rozmnožování, původu, škodlivosti či prospěšnosti. Dále byla pozornost věnována pojmu agrofytocenóza a historickým změnám v jejím složení, rezistenci plevelů vůči herbicidům, dormanci, HT plodinám či přímým a nepřímým metodám regulace plevelů.

V rámci studie byl sledován výskyt a početnost druhů plevelů v jednotlivých plodinách. Bylo provedeno celkem 23 fytoocenologických snímků v ozimých a jarních obilninách a okopaninách. Snímkování probíhalo na náhodně vybraných čtvercových plochách o rozloze 100 m². Zaplevelení jednotlivých pozemků bylo hodnoceno pomocí kombinované Braun-Blanquetovy stupnice abundance a dominance. Vyhodnocení získaných dat bylo provedeno pomocí mnohorozměrné analýzy.

Celkem bylo na pozemcích zaznamenáno 31 druhů plevelů z 16 čeledí. Největší druhová rozmanitost byla zjištěna v jarních obilninách, kde bylo určeno 22 druhů plevelů z 13 čeledí. Naopak nejmenší druhová rozmanitost byla zjištěna v okopaninách, kde bylo zaznamenáno 14 druhů plevelů z 9 čeledí. Nejvyšší frekvence výskytu ve všech plodinách vykazoval *Galium aparine* a *Fallopia convolvulus*. Z hlediska pokryvnosti na určitých pozemcích dominovaly druhy *Cirsium arvense* a *Galeopsis tetrahit*. V ozimých obilninách se vyskytovaly často přezimující druhy plevelů *Veronica persica*, *Lamium purpureum* a *Lactuca serriola*. V jarních obilninách, které byly také druhově nejrozmanitější, převládaly druhy *Fallopia convolvulus* a *Galeopsis tetrahit*. Druh *Galium aparine* jakožto velmi variabilní druh byl sledován jak v jarních, tak v ozimých obilninách. Naopak pouze v okopaninách byl zjištěn výskyt druhů *Echinochloa crus-galli*, *Solanum nigrum*, *Tripleurospermum inodorum*, *Capsella bursa-pastoris* a *Chenopodium album*, který byl zaznamenán mimo okopaniny pouze na jediném pozemku s jarními obilninami. Všechny tyto druhy lze považovat za klasické plevele širokořádkových plodin.

Klíčová slova: ozimé a jarní obilniny, okopaniny, konvenční zemědělství, plevele, agrofytocenóza

Study of the diversity of weed communities on the fields of JZD “Budovatel” (Janovice nad Úhlavou)

Summary

The aim of this thesis is to assess the spectrum of the species of weed communities on the fields of JZD “Budovatel” in Janovice nad Úhlavou and to assess the effect of winter and spring crops and root crops on the weed species spectrum.

In the theoretical part, groups of weeds are described according to their biological properties, breeding, origin, harmfulness, or usefulness. Attention was also paid to the concept of agrophytocenosis and historical changes in its composition, weed resistance to herbicides, dormancy, HT crops or direct and indirect methods of weed control.

The occurrence and abundance of weed species in individual crops was observed. A total of 23 phytocoenological relevés were taken in the winter and spring crops and root crops. Relevés were taken at randomly selected square areas of 100 m². The cover of weeds was evaluated using the Braun-Blanquet cover-abundance scale. The obtained data was then evaluated using multivariate analysis.

A total of 31 weed species from 16 families were recorded. The greatest species diversity was found in spring crops, where 22 weed species from 13 families were identified. On the other hand, the lowest species diversity was found in root crops, where 14 weed species from 9 families were recorded. *Galium aparine* and *Fallopia convolvulus* showed the highest incidence rates in all the crops. *Cirsium arvense* and *Galeopsis tetrahit* dominated the coverage on some fields. In winter crops there were mostly overwintering weed species *Veronica persica*, *Lamium purpureum* and *Lactuca serriola*. *Fallopia convolvulus* and *Galeopsis tetrahit* predominated in spring crops, where weed communities were also richest in species. The species *Galium aparine* as a very variable species was recorded in both spring and winter crops. On the other hand, only root crops were found to contain *Echinochloa crus-galli*, *Solanum nigrum*, *Tripleurospermum inodorum*, *Capsella bursa-pastoris* and *Chenopodium album*. These species were otherwise recorded out of root crops in only one occurrence in spring crops. All these species can be considered typical weeds of wide-row crops.

Keywords: winter and spring crops, root crops, conventional agriculture, weed, agrophytocenosis

Obsah

1	Úvod do problematiky plevelů	8
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	9
2.1	Vědecká hypotéza	9
2.2	Cíle práce	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Historické změny ve složení agrofytocenóz	10
3.2	Agrofytocenóza	12
3.3	Rozdělení plevelů na základě biologických vlastností	13
3.3.1	Plevelé jednoleté	13
3.3.2	Plevelé dvouleté až víceleté, rozmnožující se převážně generativně	14
3.3.3	Plevelé vytrvalé, rozmnožující se převážně vegetativně	14
3.3.4	Plevelé poloparazitické a parazitické	16
3.4	Rozmnožování plevelů	16
3.4.1	Generativní rozmnožování	17
3.4.2	Vegetativní rozmnožování	18
3.5	Rozšiřování diaspor plevelů	18
3.5.1	Způsoby rozšiřování plevelů	19
3.6	Rozdělení plevelů podle původu	20
3.7	Strategie druhů	21
3.8	Dormance	22
3.8.1	Primární dormance	23
3.8.2	Sekundární dormance	24
3.9	Negativní vlastnosti plevelů	24
3.10	Pozitivní vlastnosti plevelů	25
3.11	HT plodiny	26
3.11.1	Pozitiva HT plodin	27
3.11.2	Negativa HT plodin	27
3.11.3	Nejčastější HT plodiny	28
3.12	Rezistence plevelů vůči herbicidům	29
3.12.1	Mechanismy rezistence	31
3.12.2	Cross-rezistence	31
3.12.3	Tolerance	32
3.12.4	Prevence vůči rezistenci	32
3.13	Práh škodlivosti	32
3.14	Regulace plevelů	33
3.14.1	Historický vývoj	34

3.14.2	Metody regulace plevelů.....	35
3.14.2.1	Nepřímé metody ochrany.....	35
3.14.2.2	Přímé metody ochrany.....	42
3.15	Herbicidy	48
3.15.1	Základní rozdělení herbicidů	49
3.15.2	Selektivita herbicidů.....	49
3.15.3	Možnosti aplikace herbicidů.....	50
3.15.4	Vnější faktory ovlivňující účinnost herbicidů.....	51
3.16	Půda	52
3.16.1	Definice půdy.....	52
3.16.2	Vliv vlastností půdy a obsažených živin na výskyt plevelů.....	52
4	Metodika	54
4.1	Materiál.....	54
4.1.1	Charakteristika jednotného zemědělského družstva „Budovatel“	54
4.1.2	Klimatické podmínky.....	55
4.1.3	Geologické a půdní podmínky	57
4.2	Metodika fytoocenologického snímkování.....	57
4.2.1	GPS souřadnice fytoocenologických snímků	58
4.2.2	Herbicidy použité k regulaci plevelů na sledovaných pozemcích.....	59
4.2.3	Metodika zpracování získaných dat.....	61
5	Výsledky	61
5.1	Zaznamenané druhy plevelů s EPPO kódy.....	61
5.2	Statistická analýza	62
5.3	Grafické znázornění zaplevelení	63
6	Diskuze	67
7	Závěr	71
8	Literatura.....	73
9	Seznam tabulek a obrázků.....	80
10	Seznam příloh.....	I
11	Přílohy	II

1 Úvod do problematiky plevelů

Plevelné rostliny se na Zemi objevily již v dávné minulosti současně s počátky zemědělské činnosti člověka. Rostliny, které člověk nepěstoval, se staly rostlinami plevelnými. Za plevelné rostliny považujeme ty, které rostou na polích, loukách a zahradách proti naší vůli (Mikulka 2014). Vytvořit obecně platnou definici pojmu „plevel“ je velmi nesnadné. Je tomu tak proto, že není ostrá hranice mezi kulturními a planými rostlinami. Všechny dnešní kulturní rostliny byly kdysi před delší nebo kratší dobou planými rostlinami a lze předpokládat, že se alespoň některé z dnešních plevelů stanou v budoucnosti po zušlechtění pěstovanými rostlinami. Kromě toho nalézáme velké rozdíly především v jednotlivých vlastnostech biologických (popřípadě hospodářských) jak mezi rostlinami, které dnes počítáme ke kulturním, tak i mezi těmi, které pokládáme za plevele (Hron & Vodák 1959). V běžné zemědělské praxi se rozumí polním plevelem každá rostlina „divoce“ rostoucí na poli, buď osetém, nebo neosetém, nebo v porostech kulturních rostlin, proti vůli pěstitele a celkově způsobující snížení výnosu co do množství i kvality produktů. V širším pojetí je však možno považovat za plevel v porostu kulturní rostliny nejen rostliny „divoce“ rostoucí (ohnice, pcháče a jiné), ale též i nežádoucí příměs rostlin kulturních jiného druhu či odrůdy. Tak například rostliny ječmene jsou plevelem v ovsu, rostliny žita v pšenici a podobně. Na množitelských plochách, kde je přísně žádána čistota odrůdy, jsou považovány za plevel i rostliny téhož druhu, avšak jiné odrůdy (Hron 1957). Plevelné rostliny patřily v minulosti a stále patří mezi nejvýznamnější škodlivé činitele (Mikulka et al. 2005). Dvořák & Smutný (2008) dále uvádí, že do pojmu plevelné rostliny lze zahrnout také divoce rostoucí druhy, které nebyly cílevědomě pozměněny, eventuálně vytvořeny činností člověka. Dle Flowerdew (2010) lze označit za plevelnou rostlinu jakoukoliv, která je velice invazivní nebo se sama dobře rozmnožuje.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Vědecká hypotéza

Existují rozdíly v druhovém složení plevelových společenstev ozimých a jarních obilnin a okopanin.

2.2 Cíle práce

Cílem této práce je zhodnocení a porovnání druhového složení plevelného spektra v porostech různých plodin pěstovaných na pozemcích Jednotného zemědělské družstva „Budovatel“ v Janovicích nad Úhlavou.

3 Literární rešerše

3.1 Historické změny ve složení agrofytocenóz

Počátky zemědělství jako období, kdy zemědělská výroba začala postupně převládat, nazýváme eneolitem – mladší dobou kamennou. Následující období se pak v Čechách a v některých částech střední Evropy nazývalo neolit – pozdní doba kamenná. Vznik zemědělství je zasazen na Přední východ, do oblasti tzv. úrodného půlměsíce. Je to území na jihu zhruba od hranic Egypta přes Palestinu a Jordánsko, na sever přes Libanon a Sýrii až k Černému moři a na východ přes Kavkaz až k Perskému zálivu. Kultivované zemědělské plodiny se pak šířily do Řecka, následně na Balkán a postupně i do našich zemí. V Čechách a potažmo v celé střední Evropě se toto neolitické období datuje zhruba do poloviny 6. tisíciletí před n.l. (Láznička & Michálek 2012).

Vznik zemědělství a s ním i první zásah člověka do panenské půdy znamená novou etapu, etapu užšího sepětí člověka s přírodou, z níž již člověk dovede vybírat, co potřebuje pro svou výživu. Člověk v této době již dovede zároveň měnit tvářnost svého okolí – přirozených porostů a postupem doby i samotnou tvář rostlin. Zároveň však s prvním zásahem člověka do půdy, s postupným rozšiřováním ploch kulturní půdy, začínají se v porostech objevovat zvláštní druhy rostlin – plevely. Nastává boj mezi plodinami a plevely, jehož výsledek závisí na stupni přípravy kulturního prostředí a stupni výkonnosti samotné plodiny (Deyl 1956).

Kohout et al. (1982) dále uvádí, že již od samotného počátku vzniku zemědělství, jehož základem je rostlinná výroba, usiloval pěstitel o to, aby na chudých políčkách rostla pouze vysetá plodina, zpravidla obilovina, bez přítomnosti jiných a nežádoucích rostlinných druhů. Tato trvalá snaha o udržení polní monokultury trvá na našem území již více než 6000 let. Četné historické prameny jednoznačně ukazují, že plevely jsou odedávna zákonitými průvodci kulturních rostlin na obdělávaných půdách. Lze také říci, že i po mnohatisíciletém úsilí zemědělců a možnostech intenzivních plevelohubných zásahů se nepodařilo udržet monokulturu polních plodin bez zaplevelení. Podle Dvořáka & Smutného (2008) rozlišuje herbologie několik stupňů ve vývoji společenstev polních plevelů, která se historicky vytvářela v podmínkách Evropy. Tyto změny mají vazbu na vývoj zemědělských soustav. Pro rozvoj polních plevelů byla významná soustava úhorová, kde na rozdíl od přílohu byla veškerá orná půda kypřena a bez drnového porostu. V úhorové soustavě byly vhodné podmínky pro rozvoj druhů iniciálního stádia. Na dvouletých, či dlouhodobějších úhorech se rozmnožily víceleté druhy, zejména pýr plazivý (*Elytrigia repens*) a na jednoletých úhorech druhy jednoleté, například koukol (*Agrostemma*). Později ve čtyřhonném systému bylo velmi dobré biologicky vyvážené střídání plodin v osevních postupech. V této době byl dostatek pracovní síly pro ruční práce, nářadí mělo již dobrou kvalitu. Pozornost byla věnována čistotě osiv a zintenzivnění hnojení. V porovnání s úhorovou soustavou tak kleslo celkové zaplevelení. Spektrum plevelných druhů bylo ale velmi široké. Autoři dále poukazují na fakt, že po druhé světové válce došlo k významným sociálním změnám, v důsledku kterých nastal nedostatek pracovních sil v zemědělství, což se projevilo v menší úrovni pěstování plodin. Zejména pak těch, které

vyžadovaly mnoho ruční práce, jako například okopaniny, kde se nezvládalo jejich zaplevelení. Z těchto důvodů se měnila technologie pěstování plodin a v pozdějším období se také zvyšovala chemizace zemědělství (průmyslová hnojiva, pesticidy). V důsledku těchto změn klesá počet druhů tvořících zaplevelení polí, ale celkové zaplevelení vzrůstá. V posledních desetiletích se však druhové spektrum polních plevelů významně snížilo. Z polí zmizelo asi 100 druhů (poddruhů), kdy v menších nadmořských výškách probíhal tento proces rychleji než ve vyšších polohách. Tento fakt potvrzují také Glemnitz et al. (2006), podle kterých klesá diverzita plevelů v celé Evropě, přičemž biomasa plevelů zůstává nezměněna. Ústupem některých druhů může také docházet ke ztrátě regionální specifičnosti. Jursík et al. (2018) v souvislosti se snižováním počtu druhů plevelů uvádí fakt, že na polích v jednotlivých zemědělských plodinách bylo zastoupeno kolem 300–350 plevelných druhů. S nástupem intenzifikace zemědělství, především ale zavedení a rozšíření používání herbicidů, došlo k výrazným změnám. V jednotlivých sledovaných porostech polních plodin byl zaznamenán pokles z 30-35 druhů až na 7-10 druhů. Podle Weber & Gut (2005) bylo dle průzkumu ve 26 evropských státech zaznamenáno v agrofytocenózách celkem 281 druhů problematických plevelů. Převažovaly plevele jednoleté, následovaly plevele vytrvalé a nejmenší podíl zaujímaly plevele dvouleté. Dle Kubačáka (1995) se v 70. letech objevily nežádoucí snahy vytvářet velké a obtížně zvladatelné výrobní celky, které nebyly v souladu s našimi podmínkami. V této souvislosti nastal také velký rozmach chemizace. Jak uvádí Lososová & Simonová (2008), je chemizace a s ní spojený větší přísun živin do agofytocenóz také důsledkem rozmachu ruderalní vegetace. Tato situace nahrává druhům, jako jsou *Chenopodium album* agg., *Artemisia vulgaris*, *Poa annua* či *Urtica dioica*. Jůva et al. (1981) dále uvádí, že v 80. letech minulého století bylo okolo 46 % půdy postiženo vodní erozí, což je důsledkem odlesnění nebo rozorání luk, kdy tyto pozemky byly přeměněny na ornou půdu v kombinaci s nevhodným uspořádáním pozemků a špatným hospodařením. Jak uvádí Krajinná ekologie-učebnice (2007), mezi lety 1950–1985 bylo v zemědělské krajině odstraněno 3 600 ha rozptýlené zeleně, která byla v krajině likvidována jako překážka pohybu těžké mechanizace. Bylo také odstraněno dalších nejméně 1 400 ha liniové zeleně a o nejméně 2000 ha se zmenšila plocha zeleně kolem venkovských sídel. Význam forem rozptýlené zeleně byl v minulosti podceněn v domnění, že ve zjednodušených agrosystémech lze nahradit přirozené autoregulační mechanismy chemizací, především v oblasti ochrany rostlin. Takto intenzivně využívané plochy poskytují životní prostor jen málokterým organismům, obvykle těm přízpůsobivým, které posléze převládnu. Stanou-li se nebezpečnými pro kulturní plodiny, jsou pak jejich stále se opakující gradace tlumeny takřka výhradně pomocí chemických prostředků a začarovaný kruh se uzavírá. Dalším problémem v letech 1950–1980 byly rozsáhlé meliorace. Negativní dopady meliorací můžeme spojovat s úbytkem biotopů a tím i druhů na ně vázaných, změnou druhové skladby lučních i lesních porostů, sníženou retenční schopností krajiny, vysycháním krajiny a malou biodiverzitou agrocenóz. Následovalo nadměrné užívání chemických prostředků a meliorační voda z polí znečišťovala vody podzemní.

Na jedné straně je nutné přiznat socialistickému zemědělství nezpochybnitelný hospodářský přínos (předválečné výroby dosáhlo Československo z komunistických zemí

střední Evropy jako první), na druhé straně představovalo přehnanou honbu za výnosy bez ohledu na cenu a prostředky, jež se projevovala vysokou intenzifikací a zprůmyslněním zemědělské výroby. Nelze se proto divit tomu, že docházelo k snižování pestrosti pěstovaných druhů plodin, masivnímu a často zbytečně vysokému hnojení minerálními hnojivy a používání chemických prostředků v zemědělství, což spolu s rušením luk, mezí a doprovodné zeleně znamenalo zhoršení kvality obhospodařovaných pozemků, pestrosti doprovodných rostlin a živočichů vázaných na zemědělskou půdu (Lokoč & Lokočová 2010).

Výskyt polních plevelů, jimž vyhovují podmínky osluněných stanovišť s poměrně nakypřenou půdou, je úzce spjatý s počátky hospodaření na půdě. I v dalších obdobích byly změny plevelných společenstev ovlivňovány historickým vývojem zemědělských systémů. Ne jinak tomu je i dnes, kdy intenzita zaplevelení a druhové spektrum plevelů jsou úzce spojeny se současnými systémy hospodaření na orné půdě (Smutný et al. 2018).

3.2 Agrofytocenóza

Bavíme-li se o společenstvech a prostředí, kde se plevele vyskytují, je vhodné uvést pojem agrofytocenóza. Agrofytocenózy (rostlinná společenstva obdělávaných půd) představují umělé společenstvo, v němž výrazné změny v jeho druhových složeních jsou ovlivňovány především činností člověka, zejména používáním agrotechnických zásahů (např. výběr a šlechtění rostlin, osevnické postupy, zpracování půdy, hnojení, úprava osiv a sádí, setí či sázení, ošetřování rostlin za vegetace, ochrana proti škodlivým činitelům). Orné půdy jsou opakovanými agrotechnickými zásahy ekologicky vyrovnány a projevuje se zde každoročně tzv. iniciální vývojové stadium agrofytocenózy, uměle udržované těmito zásahy (Kohout 1997). Jursík et al. (2018) dále zmiňují fakt, že agrofytocenózy rozhodně nejsou neměnné. Tak jak se mění zastoupení jednotlivých plodin a jejich skupin, tak i plevelné druhy na orné půdě podléhají dynamickým změnám, ať jde o přítomnost či nepřítomnost jednotlivých druhů nebo jejich poměrné zastoupení. Můžeme sledovat citlivé reakce na změny ve způsobu hospodaření na půdě, zavádění nových pěstebních technologií, rozdílné strategie ochrany proti plevelům a nemůžeme vyloučit ani reakce na změny klimatu. Mimo to jsou také mnohé druhy na naše území zavlečeny a dostávají se tak do agrofytocenóz. Dvořák (1998) také uvádí, že podmínky v agrofytocenózách lze ovlivnit vhodnými agrotechnickými zásahy a výběrem vhodných ekologických podmínek pro danou plodinu či odrůdu. Díky tomu se pěstovaná kultura stává dominantní. Naopak následkem nevhodně zvoleného založení porostu, následném ošetření a nevhodné volbě půdních a klimatických podmínek, budou zpravidla převažovat plevele.

Souhrnně lze říci, že v agrofytocenóze na společném stanovišti se vzájemné vztahy mezi rostlinami kulturními a plevelnými mohou projevovat ve dvou směrech. Je to jednak antagonistický (konkurenční) vztah, kdy se jednotlivé druhy mezi sebou vzájemně potlačují v růstu i vývoji, jednak synergické působení (pozitivní vztah), kdy se naopak plevelné a kulturní druhy navzájem příznivě ovlivňují (např. ozimé žito a koukol polní). Z dosavadních poznatků vědy a praxe je patrné, že se vzájemné mezidruhové vztahy mezi kulturními i plevelnými rostlinami projevují převážně konkurenčně, což nejčastěji vyplývá z větší vitality,

houževnatosti a přizpůsobivosti plevelných druhů k ekologickým podmínkám (Hron 1974). Podobný názor sdílí také Petit et al. (2010), kteří zmiňují fakt, že plevele mají četné interakce i s jinými organismy, kdy některé z těchto interakcí mohou mít přímé, negativní nebo pozitivní účinky na fungování agrofytocenóz. Buhler (2008) uvádí, že plevele dynamicky reagují na všechny plodiny. Proto složení a funkce plodin hrají hlavní roli ve složení plevelových společenstev. Vzhledem k jedinečné kombinaci genetiky a biologie budou plevele dynamicky reagovat na pěstební postupy. Střídání plodin, zpracování půdy či krycí plodiny mění populace plevelů.

3.3 Rozdělení plevelů na základě biologických vlastností

3.3.1 Plevely jednoleté

Tyto druhy jsou odkázány na generativní rozmnožování, které probíhá pouze v rámci jedné sezóny. Ozimé druhy včetně efemérních klíčů na podzim a dozrávají v následujícím roce, ostatní druhy vzcházejí, kvetou a plodí v témže roce. Podrobnější členění vychází z doby vzcházení a schopnosti přečkat zimu (Jursík et al. 2018). Dle Mikulky et al. (2005) lze jednoleté plevele rozdělit do čtyř následujících skupin.

- **efemérní plevely**

Tyto rostliny mají velmi krátký životní cyklus. Vzcházejí na podzim, během zimy nebo brzy na jaře. V tomto období využívají špatně zapojených, prořídilých porostů plodin a dostatek půdní vláhy pro svůj růst. Zaplevelují ozimy a víceleté pícniny. Nepatří mezi významné plevely, setrvávají na stanovišti krátkou dobu a jsou spíše subtilního vzrůstu. Svůj vývoj ukončují na jaře. Patří mezi ně například: osívka jarní (*Erophila verna*), rozrazil břechtanolistý (*Veronica hederifolia*) či huseníček rolní (*Aradidopsis thaliana*).

- **časně jarní plevely**

Rostliny začínají svůj vývoj velmi brzy na jaře. Klíčí již při teplotách mírně nad 0 °C, ale jsou schopny vzcházet i později, prakticky během celé vegetační doby. Zaplevelují jarní plodiny, převážně obilniny ale také okopaniny či zeleniny. Tyto plevely jsou ničeny již předsetovou přípravou půdy. Jsou to například: drchnička rolní (*Anagallis arvensis*), opletka obecná (*Fallopia convolvulus*) či koleneček rolní (*Spergula arvensis*).

- **pozdně jarní plevely**

Rostliny vzcházející až při vyšších teplotách půdy, zpravidla nad 10°C. Vzcházejí na jaře, v létě i během teplého podzimu. Na orné půdě se objevují v době, kdy jsou již porosty jarních obilnin dobře zapojeny a nemohou jim konkurovat. Naopak zaplevelují takové porosty, které mají pomalý počáteční vývoj nebo vzcházejí až později, například brambory, řepa cukrová, kukuřice, zeleniny a podobně. Tyto plevely jsou potlačovány agrotechnickými zásahy v průběhu vegetace. Patří k nim například: ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), merlík bílý (*Chenopodium album*), nebo laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*).

- **ozimé plevely**

Patří k nim většina plevelů. Jde o velmi variabilní druhy. Rostliny vzcházejí na konci léta nebo na podzim a do zimy vytváří rostliny, které jsou v různé růstové fázi, nejčastěji ve fázi listové růžice. Po přečkání chladových podmínek pokračují na jaře ve vývoji. Tyto rostliny vytvářejí během vegetace plody či semena, která jsou schopná klíčit prakticky během celé vegetační sezony, což jim umožňuje zaplevelovat všechny druhy plodin. Patří mezi ně například: chundelka metlice (*Apera spica-venti*), kokoška pastuší tobolka (*Capella bursa-pastoris*) či koukol polní (*Agrostemma githago*).

3.3.2 Plevelle dvouleté až víceleté, rozmnožující se převážně generativně

Jursík et al. (2018) uvádí, že se vzhledem k životnímu cyklu těchto plevelů nejedná o typické plevelle jednoletých kultur. V prvním roce obvykle vytvářejí listovou růžici, teprve v druhém roce vykvétají a produkují semena či plody. Typické dvouleté druhy následně odumírají, víceleté druhy setrvávají na stanovišti několik let, většinou ale postrádají schopnost intenzivního vegetativního šíření a jsou odkázány na generativní reprodukci. Zaplevelují především víceleté plodiny a trvalé kultury. Jsou velmi hojné v trvalých travních porostech a na půdě ponechané ladem. Mezi tyto druhy patří například: mrkev obecná (*Daucus carota*), škarda dvouletá (*Crepis biennis*). Některé druhy se však mohou chovat jako dvouleté i jako ozimé. Jsou to například: locika kompasová (*Lactuca serriola*) a bolehlav plamatý (*Conium maculatum*). Víceleté druhy zastupují například: pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*), šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*), jitrocel větší (*Plantago major*), kostival lékařský (*Symphytum officinale*), sedmikráska chudobka (*Bellis perennis*) a mnoho dalších druhů.

3.3.3 Plevelle vytrvalé, rozmnožující se převážně vegetativně

Podle Jursíka et al. (2018) do této skupiny spadají vytrvalé druhy se schopností intenzivního vegetativního šíření pomocí nadzemních či podzemních orgánů. Výjimečně jsou na orné půdě odkázány pouze na vegetativní rozmnožování – rdesno obojživelné (*Persicaria amphibia*), rákos obecný (*Phragmites australis*), obvykle však mají schopnost vegetativního, tak i generativního šíření, kdy za určitých podmínek jeden či druhý způsob převládá.

Dále pak členění této skupiny vychází z hloubky, do které vegetativní orgány v půdě pronikají a to:

- **plevelle mělčeji kořenící**

Orgány vegetativního šíření zástupců této skupiny se nacházejí přímo na povrchu půdy, nebo pronikají do menších hloubek půdy. Většina kořenového systému či systému oddenků je uložena v orniční vrstvě a je možné je účinně regulovat kulturními zásahy při zpracování půdy.

Plevelle s plazivými kořenicími lodyhami – málo významná skupina, jejichž zástupci se objevují především na okrajích pozemků či na zamokřených místech nebo ve víceletých pícninách. Rozšiřují se pomocí plazivých lodyh, které na uzlinách zakořeňují. Patří sem

například: mochna husí (*Potentilla anserina*), pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens* L.) či popenec břechťanovitý (*Glechoma hederacea*).

Plevele s pevnými a tuhými oddenky – skupina především trav, které v ornici vytváří hustou síť oddenků, silně plodinám konkurují a mnohdy zhoršují možnost obdělávání pozemků. Oddenky jsou článkovité, každý článek je zakončen uzlinou, která obsahuje pupeny, ze kterých vyrůstají kořeny, další oddenky či nadzemní části. I z krátkého segmentu oddenku dokáží plně regenerovat. Díky tomu, že jsou oddenky dosti tuhé, je možné je z půdy vyvlačovat či odstraňovat pomocí kultivátorů. Zaplevelují všechny typy plodin, vytvářejí hustá ohniska, ve kterých je plodina silně potlačována. Hlavním a nejvýznamnějším zástupcem této skupiny je pýr plazivý (*Elytrigia repens*).

Plevele s měkkými a křehkými výběžky – jedná se o spíš méně významnou skupinu, kam řadíme druhy s dužnatými, křehkými výběžky, které se snadno lámou a jsou následně roznášeny na další místa pozemku. Uplatňují se především na zamokřených místech a obvykle indikují vysokou hladinu podzemní vody. Řadíme sem mátu rolní (*Mentha arvensis*) a čistec bahenní (*Stachys palustris*).

Plevele vytvářející hlízy, cibule a ztlustlé kořeny – rozmanitá skupina plevelů, která má zásobní látky ve ztlustlých částech různého původu. Může se jednat o kořenové hlízy: hrachor hlíznatý (*Lathyrus tuberosus*), cibule: česnek viničný (*Allium vineale*) či ztlustlé kořeny: rukev obecná (*Rorippa sylvestris*).

• **Plevele hlouběji kořenící**

Do této skupiny řadíme plevele, jejichž orgány vegetativního šíření značnou měrou pronikají i do podorničních vrstev. V půdě vytvářejí síť horizontálních i vertikálních výběžků, které mohou prorůstat i do značných hloubek, někdy i několik metrů. Tato skutečnost značně komplikuje možnou mechanickou a částečně i chemickou regulaci, protože část výběžků zůstane i při hlubokém zpracování půdy či použití systematicky působících herbicidů nezasažena, což umožňuje rostlinám lépe regenerovat. Tyto druhy vytvářejí hustá ohniska a jedná se mnohdy o vzrůstné rostliny s vysokou konkurenční schopností vůči plodině. Podle charakteru výběžků je rozdělujeme do dvou následujících skupin.

Plevele vytvářející oddenky – oddenky jsou podzemní výběžky stonkového původu, snadno od kořenového výběžku rozeznatelné podle zřetelného článkování. Bývají obvykle tuhé a pevné. Řadíme se například: rdesno obojživelné (*Persicaria amphibia*), přeslička rolní (*Equisetum arvense*) nebo bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*).

Plevele vytvářející kořenové výběžky – nečlánkovité kořenové výběžky jsou křehké, dužnaté a snadno se lámou. V půdě tvoří vodorovně a svisle rostoucí systém, který se po poškození snadno rozpadá a následně regeneruje. Díky tomu je mechanické odstraňování

výběžků v orniční vrstvě prakticky nemožné. Mezi nejvýznamnější a nejškodlivější zástupce této skupiny patří pcháč rolní (*Cirsium arvense*), svlačec rolní (*Convolvulus arvensis*) či mléč rolní (*Sonchus arvensis* L.).

3.3.4 Plevelle poloparazitické a parazitické

• plevele poloparazitické

Podle Kohouta (1997) lze tyto plevele nazývat též jako hemiparazitické. Jsou to zelené druhy, které se vyživují autotrofně, avšak jsou schopny se zároveň vyživovat i heterotrofně, prostřednictvím přísavných kořínků, které pronikají do vodivých pletiv kořenů hostitelských rostlin. Autor uvádí, že v dnešní době je tato skupina plevelů na našich polích vzácná. Jursík et al. (2018) zmiňují fakt, že tyto rostliny odebírají od hostitele především vodu a minerální látky, ale také odběr látek organických není zanedbatelný. Bez hostitele nejsou schopny dokončit svůj životní cyklus. Do této skupiny plevelů řadíme druhy z čeledi krtičníkovitých (*Scrophulariaceae*), které v našich podmínkách parazitují převážně na kořenech trav a v minulosti byly významnými plevele porostů obilnin, avšak dnes se s nimi setkáváme jen zřídka. Jedná se zejména o kokrhel luštinec (*Rhinanthus alectorolophus*), zdravínek jarní (*Odontites versus*) a černýš rolní (*Melampyrum arvense*).

• plevele parazitické

Plevele parazitické (cizopasně) jsou nezelené, téměř neobsahují chlorofyl a nemají vlastní kořenový systém. Vyživují se heterotrofně, tzn. jsou odkázány výhradně na zelené hostitelské rostlin, do jejichž lodyžních pletiv vysílají přísavky (haustoria), jimiž odčerpávají vodu a živiny (Kohout 1997).

Můžou se napojit na hostitelskou rostlinu zvnějšku (kokotice) nebo se může vyživovat a růst přímo v těle hostitele (Striga). Podle toho, kterou část hostitelské rostliny napadají, je rozdělujeme na: **Plevely napadající nadzemní části rostlin** – Plevely se ovíjejí svými tenkými bohatě větvenými lodyhami okolo lodyh hostitelských rostlin a přichycují se na ně pomocí haustorií. Listy mají zakrnělé, jsou přeměněny v šupiny. Patří k nim například: kokotice evropská (*Cuscuta europaea*), kokotice hubilen (*Cuscuta epilinum*) či kokotice jetelová (*Cuscuta trifolii*). **Plevely napadající kořeny rostlin** – Semeno plevelů v půdě začne klíčit, pokud se v blízkosti nachází hostitelská rostlina. Ze semene vyrostě klíček, který se uchytí na kořenu hostitele. Plevel vytváří přímé lodyhy s redukovanými listy, tzv. šupinami a nese květy. Lodyhy jsou v dolní části zduřelé a tvoří hlízovité přísavky, kterými se uchycují do vodivých pletiv hostitele. Patří sem například: záraza menší (*Orobanche minor*), záraza kumánská (*Orobanche cumana*) či záraza žlutá (Mikulka et al. 2005).

3.4 Rozmnožování plevelů

Reprodukce plevelů je přirozenou biologickou vlastností, která umožňuje přežití druhů. Plevelné rostliny se rozmnožují generativním a vegetativním způsobem, přičemž generativní způsob je vlastní pro všechny plevelné druhy. Vegetativním způsobem se naproti tomu rozmnožují jen některé plevelné druhy (Mikulka 2014). Způsob rozmnožování je jednou z

nejdůležitějších biologických vlastností plevelů, která musí být především uvažována při organizaci účinného hubení určitého druhu (Hron & Vodák 1959). Jursík et. al (2018) zmiňují fakt, že rozmnožování neboli reprodukce je proces vzniku nových jedinců z jedinců rodičovských. Lze rozlišit dva základní typy, a to rozmnožování vegetativní (nepohlavní, asexuální), které vede ke vzniku jedinců geneticky identických s rodiči a dále potom rozmnožování generativní (pohlavní, sexuální), které vede ke vzniku jedinců oproti rodičům geneticky odlišných. Každý z těchto způsobů má své výhody i nevýhody a záleží na konkrétních podmínkách prostředí, které buď jeden či druhý způsob zvýhodní. Mikulka et al. (2005) dále uvádí, že se rozmnožování uskutečňuje prostřednictvím diaspor, kdy za diasporu je považován každý jednotlivý orgán (nebo jeho část), z které se vytváří nová rostlina. Může být povahy generativní nebo vegetativní. Plevely mají vysokou plodnost, jejich diaspory se zpravidla uchovávají dlouhou dobu v půdě a jsou rozšiřovány na menší či větší vzdálenosti od rostliny mnoha způsoby. Dle Kohouta (1997) je rozmnožování plevelů základní biologická vlastnost podmiňující zastoupení určitých druhů v daných plodinách, jež je na rozdíl od kulturních rostlin zvláště výrazná. O zaplevelení rozhodují nejen vysoká produkce rozmnožovacích orgánů, ale také ohniska, způsoby a příčiny jejich šíření na nová stanoviště. Způsoby rozšiřování jednotlivých druhů plevelů jsou rozmanité a převážně závislé na způsobu rozmnožování. Hron (1953) v souvislosti s šířením plevelů uvádí, že charakteristickým znakem většiny druhů je jejich vysoká rozmnožovací schopnost díky velkému počtu semen. Množství semen a plodů u jednotlivých rostlin je značně kolísavé a záleží na množství květů, podmínkách růstu a vývoje. Počty semen jednotlivých rostlin se mohou pohybovat mezi desítkami až statisíci semen a nažek. Faktem dle Pikula et. al (1997) zůstává i skutečnost, že plevele jsou i nadále vážnou překážkou úspěšného pěstování zemědělských a zahradních plodin a lesních dřevin.

3.4.1 Generativní rozmnožování

Rozmnožování generativními diasporami je nejpřirozenějším způsobem šíření plevelů. Z hlediska reprodukce je nejvýznamnější množství vyprodukovaných semen, jejich životnost v půdě, dormance semen a způsoby šíření. Nejnebezpečnější jsou diaspory šířící se větrem na velké vzdálenosti. Tímto způsobem se šíří především pcháč rolní, mléč rolní a pelyněk černobýl (Mikulka & Kneifelová 2005). Dle Kohouta (1997) je množství semen, plodů či výtrusů na jedné rostlině druhovou záležitostí a je značně proměnlivé. Závisí především na velikosti rostliny a stanovištních podmínkách. Jursík et al. (2018) pro změnu poukazují na fakt, že generativní rozmnožování pomocí semen či plodů vede ke vzniku nových kombinací vlastností rodičů a umožňuje populacím rostlin prostřednictvím selekce rychleji reagovat na měnící se podmínky prostředí. Generativní diaspory vznikají po opylení, ke kterému může dojít buď vlastním pylem (samosprašnost), nebo pylem původem z jiné rostliny (cizosprašnost). Vzhledem k tomu, že se výhody pohlavního rozmnožování projevují především po cizosprašení, má mnoho druhů mechanismy, které samosprašení brání. Z hlediska stavby květu a pohlavnosti můžeme rozlišovat rostliny s květy oboupohlavními (hermafroditními), kdy jak samičí pohlavní orgány (pestík), tak samčí (tyčinky) jsou součástí jednoho květu. Dále pak známe květy jednopohlavné, tedy buď samčí nebo samičí. Ty mohou být součástí jedné rostliny, označujeme je jako

jednodomé, nebo vznikají samostatní jedinci pouze s květy samčími nebo samičími, kdy tento stav označujeme jako dvoudomost.

3.4.2 Vegetativní rozmnožování

Tento způsob rozmnožování převládá především na orné půdě, která je pravidelně obdělávána. Pravidelné poškozování kořenů, kořenových výběžků a oddenků vyvolává rychlou regeneraci z pupenů. Vyrašené výhony mají vysokou konkurenční schopnost a prosadí se i v hustě setých plodinách, jako jsou obilniny, luskoviny a ozimá řepka. Nejvíce však poškozují širokořádkové plodiny, které mají nižší konkurenční schopnost. Velmi nebezpečná je intenzivní regenerace pupenů na kořenech a kořenových výběžcích v období studených a vlhkých period v měsících červnu a červenci, kdy je růst pěstovaných plodin zpomalen (Mikulka & Kneifelová 2005). Hron & Vodák (1959) zmiňují fakt, že tyto plevely dokáží setrvávat na stanovišti dlouhou dobu i za nepříznivých podmínek. Autoři také uvádí, že v některých případech pak vegetativní rozmnožování převládá na rozmnožování generativním. Je tomu tak v případě například pýru plazivého (*Elytrigia repens*) na úrodných, provzdušněných půdách, kde může vytvářet bohatý podzemní oddenkový systém. Naopak na chudých a ulehlých půdách, kde jsou podmínky pro tvorbu podzemního systému nepříznivé, vytváří rostlina poměrně velké množství semen.

Vegetativní rozmnožování je velmi efektivní, pokud jde o dlouhodobé obsazení prostoru. Vegetativně se šířící plevely mohou vytvářet hustí ohniska, do kterých ostatní druhy jen obtížně pronikají. U tohoto typu rozmnožování je velice důležitá regenerační schopnost. U většiny druhů stačí poměrně malý úloмок vegetativního rozmnožovacího orgánu k tomu, aby dal základ nové rostlině. Zajímavým případem vegetativního rozmnožování je apomixie, kdy rostliny sice vytvářejí květy a následně semena či plody, ty ale nejsou produktem pohlavního rozmnožování. Při jejich vzniku nedochází k splynutí gamet a rostliny z nich vzešlé nesou stejnou genetickou informaci, jako rodičovská rostlina. Apomikticky se rozmnožují ve velké míře pampelišky (Jursík et al. 2018).

3.5 Rozšiřování diaspor plevelů

Důležitým předpokladem pro zachování druhu je, aby semena, plody, případně i vegetativní rozmnožovací částice nezůstaly nahromaděny v blízkosti mateřské rostliny, ale aby se rozšiřovaly, pokud možno co nejdál a na co nejvhodnější stanoviště. V blízkosti mateřské rostliny by semenáčky byly vystaveny velké konkurenci a druh rostoucí na omezeném prostoru by byl ohrožen vyhynutím (Mikulka et al. 2005).

Prostorové rozptýlení se uskutečňuje různými způsoby. Uplatňují se při tom morfologická utváření včetně speciálních útvarů (chmýr, ostny, osiny apod.), hmotnost semen a plodů, vlastnosti oplodí nebo osemení atd. (Dvořák & Smutný 2008).

Disperze umožňuje kolonizovat nová území a šířit se v rámci ploch již osídlených (Jursík et al. 2018).

3.5.1 Způsoby rozšiřování plevelů

• Autochorie

Semena jsou od mateřské rostliny rozptylována vlastními mechanizmy (náhlé zkroucení uschlých plodolistů lusků a tím vymrštění semen, rozrůstání poléhavých lodyh s plody, posun semen po povrchu půdy pomocí pohybů hygroskopických osin a jiných útvarů atd. (Dvořák & Smutný 2008). Dle Jursíka et al. (2018) lze autochorii dále rozdělit podle způsobu uvolňování a pohybu rozmnožovacích orgánů na **barochorii**, kdy semena či plody mateřské rostliny vypadávají vlastní vahou do bezprostředního okolí. **Balochorie** spočívá ve vystřelování semen do okolí následkem pnutí v pletivech v dozrávajících plodech. **Blastochorie** probíhá umístováním semen či plodů do prostoru prostřednictvím dlouhivého růstu plazivých či poléhavých lodyh. **Herpochorie** probíhá u plodů, nebo semen které opustili mateřskou rostlinu a pomocí specializovaných útvarů reagujících na změnu vlhkosti změnou tvaru, otáčením a kroucením se zavrtávají do půdy.

• Anemochorie

Spočívá v šíření semen či plodů vzduchem. Řada druhů specializovaných na anemochorní šíření má buď velmi drobná semena, nebo má na plodech útvary, které zvětšují jejich povrch a umožňují jim déle setrvat v pohybuujícím se vzduchu, a tedy šířit se na delší vzdálenosti (Jursík et al. 2018).

• Hydrochorie

Je rozšiřování diaspor vodou v podobě srážek, závlah, vodních toků nebo vodní eroze ve svažitém terénu. Šíření některých diaspor je usnadněno přítomností křídel, pluch či chmýru. Tyto morfologické útvary zvyšují plovatelnost diaspor na vodní hladině. Vodou mohou být šířeny i celé rostliny nebo jejich úlomky se semeny, případně vegetativní diasporu schopné zakořenění (Mikulka & Kneifelová 2005).

• Zoochorie

Jursík et al. (2018) popisují zoochorii jako šíření semen a plodů prostřednictvím živočichů, kdy v případě polních plevelů jsou adaptace k zoochorii poměrně časté. Zoochorii lze dále rozdělit na **endozoochorii**, což je šíření uvnitř živočišných těl, kdy jsou semena živočichem pozřena, prochází trávicím traktem a spolu s výkaly jsou vylučována z těla ven. Naopak **epizoochorie** představuje šíření semen a plodů na povrchu těl živočichů, pomocí háčků, ostnů či lepivého povrchu diaspor. Dále sem můžeme zařadit **dyszoochorii**, což je šíření semen a plodů v důsledku ztrát během transportu, a tvorby zásob, které nejsou spotřebovány a podobně. Zajímavým způsobem je **myrmekochorie**, tedy šíření pomocí mravenců. Semena plevelů vytvářejí na povrchu speciální bílkovinné či tukové tělísko, pro která je mravenci sbírají a odnášejí do svých hnízd. Vlastní semeno pak není mravenci konzumováno a může následně vyklíčit.

• Antropochorie

Je stále jedním z nejdůležitějších způsobů zaplevelení půdy (Kohout 1997). Jak uvádí Jursík et al. (2018) antropochorie je šíření diaspor prostřednictvím člověka, respektive lidskými aktivitami a má pro plevele nezastupitelný význam. Oproti předchozím způsobům umožňuje velmi efektivní šíření i na mezikontinentální vzdálenosti. Dle Mikulky et al. (2005) lze antropochorii dále rozdělit na **speirochorii**, což je způsob zavlékání a šíření diaspor osivy. Tímto způsobem se šíří skupiny plevelů doprovázející určitou plodinu. **Agestochorie** je šíření diaspor prostřednictvím dopravy zboží, osob i zvířat. Železniční, silniční i lodní doprava představuje významný faktor šíření prostřednictvím dopravních prostředků. **Ergaziochorie** je přemísťování semen a plodů pomocí zemědělského nářadí a strojů používaných při obdělávání půdy, nebo manipulací s rostlinami. Rypochorie je šíření diaspor při odhazování a odstraňování různých odpadů ze zahrad, čistících stanic, skládek a smetišť. Významné je také hnojení chlévskou mrvou, kejdou, komposty a rašelinou. Posledním způsobem je **etelochorie**, což je záměrné šíření diaspor člověkem v podobě vysévání, nebo vysazování semen a sazenic na pole, do zahrad, parků nebo do volné krajiny. Mnohé druhy se pak šíří na nová stanoviště.

3.6 Rozdělení plevelů podle původu

Vedle již zmíněných způsobů šíření plevelů je vhodné uvést také příčiny výskytu či rozšiřování na nová území z hlediska jejich původu, případně období zavlečení. Mikulka et al. (2005) rozdělují plevelné rostliny podle původu na:

• **Apofyty** – původní plevelné rostliny, které se vyskytují na synantropních (člověkem pozměněných) stanovištích – například na orné půdě. Řadíme k nim například: pýr plazivý (*Elytrigia repens*) či kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*).

• **Antropofyty** – druhy cizího původu, zavlečené, introdukované, které dále dělíme na:

Hemerofyty – druhy zavlečené člověkem úmyslně a lze je rozdělit na:

Ergosiofyty – pěstované rostliny, které rostou na daném území v pěstované kultuře. Patří k nim například: broskvoň obecná (*Prunus persica*). Nemají význam jako plevele.

Ergasiofygofyty – pěstované rostliny, které zplaňují a dále se šíří. Patří sem například: bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) či křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*).

Ergasiolipofyty – dříve pěstované rostliny, které se dodnes udržují na našem území jako zbytky kultur. Například pupalka dvouletá (*Oenothera biennis*).

Xenofyty – druhy zavlečené člověkem neúmyslně, které lze rozdělit na:

Archeofyty – byly zavlečeny do roku 1500 (před objevem Ameriky). Patří k nim například: chrpa modrá (*Centaurea cyanus*), opletka obecná (*Fallopia convolvulus*) či kopřiva žahavka (*Urtica urens*).

Neofyty – byly zavlečeny po roce 1500 (po objevení Ameriky), které se dělí na:

Efemerofyty – druhy zavlečené na druhotná stanoviště, kde se vyskytují pouze krátkodobě. Patří k nim například: pomíjivka roční (*Ellisia nyctelea*).

Epoekofyty – zdomácnělé a rostoucí pouze na člověkem pozměněných stanovištích (např. orná půda). Řadí se k nim například: pětour maloúborný (*Galinsoga parviflora*), starček jarní (*Senecio leucanthemifolius subsp. vernalis*) či laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*).

Neoindigenofyty – rozšiřují se i do přirozených porostů. Patří k nim například: rozrazil nitkovitý (*Veronica tournefortii*), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) či puškvorec obecný (*Acorus talamus*).

3.7 Strategie druhů

K tomu, aby mohl každý druh, a to nejen rostlinný přežít, množit se a šířit potřebuje určité vlastnosti, které mu k tomu dopomohou. Tyto vlastnosti lze nazvat také jako strategie druhů. Těchto strategií je celá řada a postupně se vyvíjely. Ve značné míře toto platí právě pro plevele, které mají mnohdy specifické životní podmínky.

Jehlík et al. (1998) popisují strategii jako určité komplexní vlastnosti populace daného druhu, které jsou geneticky fixovány a programovány, neboť se během evoluce vyseletovaly jako úspěšné pro přežívání dané populace v čase i v prostoru. Klasifikace různých typů strategií u rostlin může být rozmanitá, ale má-li mít určitý smysl, musí být definována pomocí hlavních souborů adaptačních vlastností, umožňujících maximální přežívání při vznikajících překážkách během ontogeneze. Mezi rozhodující vlastnosti populace náleží především rozmnožování a rozšiřování. Dále pak obsazení nového životního prostředí. Na bázi omezujících faktorů životního prostředí lze rozlišit tři základní typy tzv. primárních strategií populací. Jsou to tzv. **R-stratégové**, kteří jsou adaptováni na vysokou produkční schopnost, ale snášejí jen malý stres. Do této skupiny řadíme především jednoleté a dvouleté rostliny. Další skupinou jsou tzv. **C-stratégové**, kteří využívají malého narušování rozrůstajících se populací a malého stresu při vysoké konkurenční schopnosti populací. Třetím základním typem jsou tzv. **S-stratégové**, kteří jsou schopni udržovat svůj růst za úsporných životních podmínek, přirozeně bez podstatnějšího narušování.

3.8 Dormance

Bavíme-li se o strategii druhů, pak je dormance důležitou vlastností plevelů, která jim pomáhá přečkat nepříznivé podmínky či období.

Klíčení semen a plodů plevelů a vzházení klíčících rostlin je na rozdíl od rostlin kulturních značně rozdílné. Kulturní rostliny vlivem dlouhodobého šlechtění mají vysokou klíčivost již po uzrání, kdežto u plevelných druhů je klíčivost značně rozdílná. Vysokou klíčivost po uzrání má menší počet plevelů například: pcháč oset (*Cirsium arvense*), pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*) či podběl obecný (*Tussilago farfara*). Většina druhů plevelů má klíčivost nepravidelnou a u četných z nich se vyskytuje delší období klidu (dormance), kdy jsou plody (semena) neklíčivé (Kohout 1997).

Jursík et al. (2018) popisují dormanci jako stav klidu, kdy živá semena nebo plody nejsou schopny vyklíčit a jejich metabolismus je snížen na minimum. Můžeme ji definovat jako dočasnou neschopnost semen klíčit za takových podmínek vnějšího prostředí, které jsou jinak schopny klíčení vyvolat. Dormance představuje adaptační vlastnost rostlin, která zvyšuje míru přežívání následující generace prostřednictvím optimalizace termínu klíčení v průběhu času.

Jak uvádí Mikulka et al. (2005) dormanční (spící) semena jsou živá, ale nejsou aktivní. K tomu, aby se semena opět aktivovala a byla schopna za vhodných podmínek klíčit, je většinou potřeba, aby byla po určitý čas vystavena podmínkám, které vyvolávají ukončení dormance. Jsou to převážně vlhkostní a teplotní podmínky panující před nástupem hromadného klíčení v přírodě. Jak uvádí Kohout (1997) délka dormance u mnohých druhů plevelů značně kolísá v závislosti na průběhu klimatických faktorů při dozrání semen.

Dormance rozmnožovacích orgánů plevelů, tj. semen, plodů, oddenků, kořenových výběžků a pupenů je definována jako stádium klidu po dozrání. Je jednou z vlastností, která brání rozmnožovacím orgánům, aby i v příznivých podmínkách vyklíčily či vyrašily a mohly být následnou agrotechnikou nebo mrazem z pozemku odstraněny (Kohout & Škoda 1993).

Dle Dvořáka & Smutného (2008) ve svém důsledku dormance umožňuje časový rozptyl vzniku rostlin ze semen. Příčinou neklíčení živých semen mohou být tvrdé obaly (tzv. tvrdoslupečnost), omezující příjem vody nebo výměnu plynů. Příčinou může být i nedostatečně vyvinuté embryo. Častou příčinou dormance je také vysoký obsah látek inhibiční povahy v semenech, především kyseliny abscisové, derivátů kyseliny benzoové aj., kdy inhibiční látky mohou být také mimo semeno. U trav to bývá v pluchách nebo v plevách.

Do určité míry platí, že délka dormance semen a plodů je stejná u druhů stejné čeledě; např. většina druhů čeledi miříkovitých a rdesnovitých má dormanci plodů dlouhou. Naopak velmi rozdílná délka dormance je u druhů čeledi lipnicovitých, brukvovitých aj. bez ohledu na vytrvalost druhů (Kohout 1997).

Mechanismus dormance umožňuje semenům vyklíčení až za podmínek, při kterých může rostlina růst a vyvíjet se až do její zralosti. Proto druhy klíčící na podzim mají kratší dormanci semen, tj. do 3 měsíců. Rostliny, které vyrostou na podzim, jsou většinou přezimující, přežijí tedy bez újmy zimu a na jaře pokračují v růstu a vývoji. Druhům, které nemají schopnost přezimovat, vyhovuje klíčení na jaře, kdy jsou podmínky pro dokončení

jejich vývoje. Aby nevyklíčily v pro ně nevhodnou dobu, tj. na podzim, jsou vybaveny delší dormancí (přes 3 měsíce). Dormance není stejná (stejně „intenzivní“) u všech jedinců vyprodukovaných mateřskou rostlinou (Dvořák & Smutný 2008). Jak uvádějí Albrecht & Auerswald (2009) relativně nenarušená rostlinná společenstva jako jsou lesy a pastviny mají obecně nízkou perzistenci semen. Naproti tomu na často narušovaných stanovištích jako jsou orná pole, je dlouhověkost semen vysoká. Dle studií dlouhověkost semen vzrůstá s četností zpracování půdy, bez ohledu na způsobu jejího zpracování.

3.8.1 Primární dormance

Jak popisují Jursík et al. (2018) primární neboli vrozená dormance je geneticky určenou vlastností semen. Semena s primární dormancí nevyklíčí hned po uzrání, i když jsou v optimálních podmínkách pro klíčení (teplota, vlhkost). Taková semena a plody vyklíčí po určitém stimulu, který dormanci přeruší. Bývá to často nízká teplota nebo její střídání. Mikulka et al. (2005) zmiňují fakt, že tento druh dormance je důležitý například k tomu, aby semena druhů vzcházejících na jaře nevyklíčila již na podzim. Tento druh dormance je častý u druhů, jejichž období klíčení je omezeno na krátkou část sezony. Tak je tomu například u většiny jednoletých plevelů, jejichž hlavní období klíčení je na jaře v druhém roce po uzrání semen.

Dle Jursíka et al. (2018) lze primární dormanci rozdělit do dvou následujících forem:

Endogenní dormance – je vyvolána vlastnostmi embrya, které znemožňují klíčení.

- fyziologická – její příčinou jsou fyziologické mechanismy inhibující klíčení.
- morfologická – je způsobena nedostatečně vyvinutým embryem.
- morfofyziologická – zde se uplatňují jak fyziologické inhibiční mechanismy, tak nevyvinutost embrya.

Exogenní dormance – je vyvolána vlastnostmi ostatních struktur semene či plodu.

- fyzikální – nepropustnost osemení či oplodí pro vodu, která je nejčastěji způsobena vrstvou skarifikovaných palisádových buněk v osemení nebo nepropustným endokarpem.
- chemická – obaly semen obsahují látky inhibující klíčení; je narušována jejich vyplavením.
- mechanická – není příliš častá, její příčinou jsou tvrdé dřevnaté struktury endokarpu či mezokarpu, které znemožňují růst embrya. Často jsou však tyto dřevnaté struktury spíše překážkou pro přístup vody k semeni.

3.8.2 Sekundární dormance

Dormance může být indukována u semen po přerušení kontaktu s mateřskou rostlinou, jsou-li vlhká (tedy ne nezbytně plně nabobtnalá) semena vystavena vnějším stresům, které jim umožňují klíčení, či narušení dormance. Tuto dormanci (i když zjednodušeně) označujeme jako sekundární. Dříve se za hlavní příčinu sekundární dormance považoval především nedostatek kyslíku nebo vysoký obsah oxidu uhličitého. Stejně tak ale může být sekundární dormance vyvolána dlouhodobým pobytem v podmínkách nepříznivých pro klíčení, přičemž limitujícím faktorem nemusí být jen obsah kyslíku a vlhkosti půdy, ale např. nízké či vysoké teploty (Jursík et al. 2018). Podle Dvořáka & Smutného (2008) se sekundární dormance dostavuje u semen, která již byla schopna klíčení (prodělala primární dormanci). Vznik druhotné dormance bývá spojován s náhlou a významnou změnou vnějších podmínek. Klíčení schopná semena při povrchu ornice, kde je dostatek kyslíku mohou být orbou zanesena do spodních, na kyslík chudých vrstev. Tato náhlá změna může vyvolat sekundární dormanci. Sekundární dormanci lze také navodit působením nepříznivých vlhkostních podmínek. Příčiny však nejsou doposud uspokojivě vysvětleny. Sekundárně dormantní semeno nevyklíčí ani po nástupu optimálních podmínek pro klíčení. K ukončení sekundární dormance potřebuje opět projít obdobím podmínek vhodných pro její ukončení. Dle Hilhorst (1998) je sekundární dormance spojena s chováním semen v půdních bankách. Periodické změny sekundární dormance mohou vysvětlit sezónní výskyt plevelných druhů. Zdá se, že převládajícími faktory, které určují roční cykly dormance, jsou teplota a možná i půdní vláha. Dormanční cyklování je paralelizováno modulací reakce klíčení na stimulanty klíčení, jako jsou světlo či dusičnany a na šířku teplotního okna klíčení. Předpokládá se, že změny ve vlastnostech buněčných membrán se účastní regulace dormance.

Mikulka et al. (2005) rozdělují sekundární dormanci do dvou následujících forem:

Vnucená dormance – což je stav, kdy je semeno udržováno působením vnějších podmínek. Po odeznění těchto podmínek dojde brzy i k ukončení dormance. Semeno může být udržováno ve stavu dormance nedostatkem vhodných podmínek pro růst (voda, přísun kyslíku, vhodná teplota) nebo faktorů bránících klíčení (vysoká koncentrace oxidu uhličitého)

Indukovaná dormance – je stav fyziologicky podobný primární dormanci. To znamená, že sekundárně dormantní semena nevyklíčí ihned po nástupu příznivých podmínek, ale k ukončení dormance potřebují projít obdobím podmínek vhodných pro ukončení dormance.

3.9 Negativní vlastnosti plevelů

Škodlivost plevelných rostlin je od ostatních škodlivých organismů odlišná. Choroby a živočišní škůdci přímo napadají a ničí plodiny. Plevelné rostliny, s výjimkou poloparazitických

a parazitických druhů plodiny nepoškozují přímo. Jejich škodlivost spočívá ve zhoršování životního prostředí plodin odčerpáváním vegetačních faktorů, eventuálně ovlivněním půdního prostředí produkty metabolismu. Z těchto důvodů plevele velmi reagují na agrotechniku a způsoby pěstování plodin. Plevelé patří mezi nejvýznamnější škodlivé činitele v České republice. Celkem je na regulaci plevelů vynakládáno více než 72 % všech nákladů v ochraně rostlin (Dvořák & Smutný 2008).

Jak ve své publikaci uvádí Hron (1953), většina plevelů se také vyvíjí mnohem rychleji než kulturní plodiny. Při silném zaplevelení, zejména pak širokolistými plevele jsou pomaleji se vyvíjející kulturní rostliny zastíňovány a utlačovány. Díky tomu se omezuje jejich asimilace, což vede ke snížení výnosů a kvality sklizených produktů. Velkou listovou plochou plevelů se také snižuje teplota půdy díky zhoršenému přístupu slunečních paprsků. Tato skutečnost působí negativně hlavně v jarních měsících. Další z negativních vlastností plevelů je fakt, že plevele poskytují úkryt a potravu živočišným škůdcům, kteří se po dosažení dospělosti, nebo po překonání nepříznivých podmínek přesunou na kulturní rostliny.

Obecně lze říci, že na zaplevelených půdách je sklizeň obtížnější, vyžaduje více pracovních sil a většinou není možno plně využít mechanizačních prostředků. Vznikají velké ztráty (výdrol semen) a sklizené produkty jsou často znehodnocovány (např. rostliny řep, mrkve a brambor jsou na zapýřeném pozemku často prorůstány oddenky pýru). Plevelé s popínavými nebo ovíjivými lodyhami (např. svlačec rolní, svízel přítula, vikve) se ovíjejí kolem lodyh a stébel kulturních rostlin. Vlastní vahou je tlačí k zemi (zvláště za deště) a mohou zavinit polehnutí porostu. Některé plevele jsou škodlivé nebo dokonce jedovaté pro člověka i zvířata. Například semena durmanu obecného, blínu černého, lilku černého či koukolu polního mohou způsobit zažívací poruchy a při požití většího množství i otravy (Hrona & Vodák 1959).

Mikulka et. al (2005) uvádí jako rozhodující konkurenční faktory plevelů rychlé klíčení a růst v počátečních fázích vývoje, délku vegetačního období, délku života, výšku rostlin, fixace oxidu uhličitého, způsob reprodukce, generační schopnost, růst a aktivitu kořenového systému a schopnost adaptace na nepříznivé podmínky.

Podle Dvořáka a Smutného (2008) se škodlivost plevelů zvyšuje také sladěností životního rytmu plodin a plevelů, které rostou na společném stanovišti. Konkurenčně se tak nejvíce uplatňují druhy plevelů, které klíčí, vzházejí a dále se vyvíjí s pěstovanou plodinou. Tyto plevele pak nejsou potlačovány zápojem porostu či dalšími vlivy plodiny.

Některé plevele mají ostny, trny, nebo draslavé háčky, které poraňují dobytek, zvláště při pasení. Tím mohou způsobit i záněty očí, úst a zažívacích ústrojí. Dobytek pak přestává žrát a silně hubne (Deyl 1956).

3.10 Pozitivní vlastnosti plevelů

Z hlediska výnosů a kvality pěstovaných kulturních plodin chápeme plevele převážně jako rostliny s negativními vlastnostmi, které výnosy snižují a přináší různá další rizika. V širším kontextu však mohou plevele v některých případech plnit i funkci pozitivní, případech estetickou. Týká se to nejen plodin, ale také půdy jako takové.

Hospodářský význam plevelů nelze posuzovat podle jejich obsáhlé škodlivosti ve vztahu ke kulturním rostlinám, nýbrž také jejich pozitivní funkce při dalším uplatňování ve vlastní zemědělské výrobě, celospolečenském využití i jejich významném ekologickém působení ve vztahu k ochraně přírody, životního prostředí a jejich složkám (Kohout 1997).

Hron & Vodák (1959) poukazují na skutečnost, že některé plevely mohou poskytovat určitý užitek, avšak ve srovnání s jejich škodlivostí nepatrný. Užitek lze spatřit ve skutečnosti, že mnohé druhy plevelů poskytují bohatou pastvu včelám téměř po celou dobu vegetace. Některé další plevely poskytují bohatou potravu jak zvěři, tak také drobnému ptactvu. Četné druhy plevelů se pak používají jako léčivé rostliny v domácím lékařství i jako suroviny pro průmysl. Podobný názor sdílí také Marshall et al. (2003), podle kterých mohou být plevely důležitou součástí agroekosystémů. Mnoho druhů plevelů podporuje druhovou rozmanitost hmyzu, který se stává potravou pro další živočichy. Ve vztahu ke snížení druhové pestrosti plevelů je prokázán úbytek některých druhů ptáků, zejména pak koroptve polní (*Perdix perdix*). Kromě toho poskytují plevely potravu pro býložravce, krytí při jejich rozmnožování či nabídku pylu a nektaru pro včely.

Dvořák & Smutný (2008) ale upozorňují na fakt, že je vhodné se vyvarovat sběru léčivek na orné půdě, které byly pravděpodobně kontaminovány herbicidem a mohlo dojít k nežádoucí změně jejich biochemických reakcí.

Jursík et. al (2018) pro změnu uvádí fakt, že rostlinný pokryv plní ve vztahu k půdě ochrannou funkci bez ohledu na to, zda jde o plevel či nikoliv. Lze říci, že plevely mohou v meziorostním období do jisté míry nahradit vysévané mezplodiny. Stejně jako ony i plevelné rostliny chrání půdu před erozí a nadměrným výparem. Po zapravení plevelů je také půda obohacována o snadno rozložitelnou organickou hmotu a v případě plevelů z čeledi bobovitých i o biologicky fixovaný dusík. Vždy je však zapotřebí vhodně načasovat následné pracovní operace, aby plevely nedozrály a nedocházelo k obohacení půdy semeny. Dále je třeba si uvědomit, že nejde jen o samotné plevelné rostliny. Na každý rostlinný druh je navázán celý komplex organismů, které na něm závisí. Mnohé druhy živočichů, které jsou do agroekosystémů lákány rostlinami plevelů, fungují jako užitečné organizmy ve vztahu k plodině. Často se jedná o bioregulátory (predátory či parazitoidy) hmyzích škůdců. Druhově bohatá plevelná společenstva jsou navíc snadněji regulovatelná než společenstva ochuzená, ve kterých rychle převládnu škodlivé, konkurenčně silné druhy.

Deyl (1956) spatřuje pozitiva také v tom, že lze využít pastvy dobytka na strništích a na polích po sklizni okopanin, kde se vyskytuje mnoho výživných druhů plevelů. Dále také v kompostování vypletých či vyvláčených plevelů, čímž se zachrání pro kultury důležité prvky a zároveň se organické látky přemění v cenný humus.

3.11 HT plodiny

V posledních letech se začínají ve velké míře uplatňovat tzv. Herbicid tolerantní (HT) plodiny (odrůdy), což tvoří nový trend v regulaci plevelů v plodinách, ve kterých je regulace problematická kvůli nízké úrovni účinku herbicidu, nebo jeho selektivitě.

V posledních 15 letech se proto agrochemické společnosti zaměřily na možnost použití stávajících, vysoce účinných herbicidů v plodinách, ve kterých nebylo dosud možné tyto herbicidy použít z důvodu fytotoxicity. Začaly tak vznikat technologie ochrany proti plevelům založené na herbicidní toleranci (HT). U některých herbicidů, především skupiny ALS inhibitorů a Inhibitorů ACCasy, se podařilo konvenčními šlechtitelskými postupy vytvořit hybridy slunečnice, kukuřice, řepky aj. tolerantní k těmto herbicidům. U jiných herbicidů (glyphosate a glufosinate - NH₄) bylo možné vytvořit tolerantní odrůdy pouze genetickou modifikací (GM), což však brání jejich rozšíření ve státech EU, kde se dosud GMHT technologie nesmí komerčně využívat. Široce používaná je především tolerance ke glyphosatu, neboť touto modifikací je dnes vybaveno asi 90 % všech GM plodin (Jursík et al. 2018).

K vytvoření tolerance k herbicidům se využívá mechanismů, které jsou známé například u rezistentních plevelů. Protože jsou u většiny herbicidů známé cesty metabolizace, odbourávání a detoxikace účinných látek, lze cíleně využít genů, které tyto schopnosti kódují a vpravit je do genomu kulturní rostliny pomocí transgenóze. Protože se u GM technologií využívají převážně neselektivní nebo širokospektrální herbicidy, nejsou jiné rostliny než s genem tolerance k danému herbicidu (pleveli) schopné ošetření přežít. Herbicid na ně působí stejným způsobem, jako při použití v nemodifikovaných plodinách. Způsoby založení tolerance plodiny ke glyphosatu jsou v zásadě tři:

- výrazná nadprodukce cílového enzymu
- strukturální modifikace cílového enzymu
- produkce enzymů, které dokáží herbicid rychle detoxikovat (Jursík et al. 2018).

3.11.1 Pozitiva HT plodin

Dle Vencill et al. (2012) vývoj plodin rezistentních na herbicidy vedl k významným změnám agronomických postupů, jako je přijetí účinných, jednoduchých a nízkorizikových systémů produkce plodin s menší závislostí na zpracování půdy a nižšími nároky na energii. Celkově měly změny pozitivní vliv na životní prostředí tím, že snížily erozi půdy, spotřebu paliva pro zpracování půdy, počet herbicidů a jejich výskyt v podzemních vodách a došlo také k mírnému snížení celkového dopadu použitých herbicidů na životní prostředí.

Základním přínosem těchto technologií je vysoká selektivita používaných herbicidů k plodině, i když odolnost některých hybridů vzniklých konvenčními šlechtitelskými postupy může být za určitých podmínek výrazně snížena. Herbicidy, vůči kterým je vytvářena odolnost, obvykle působí na velmi široké spektrum plevelů včetně odolných druhů, přičemž eliminují také příměsi jiných odrůd za předpokladu, že nejsou k danému herbicidu také tolerantní. Podle zkušeností z USA vedlo zavedení HT technologií ke snížení celkových hektarových dávek herbicidů (účinných látek) o 20 % u sóji, o 30 % u řepky a o 33 % u kukuřice (Jursík et al. 2018).

3.11.2 Negativa HT plodin

Herbicid tolerantní plodiny však nepřináší pouze pozitiva, ale jak to tak bývá, také některá negativa. Jak zmiňují Madsen & Streibig (2000) existují dva hlavní důvody, proč by se

naopak mohlo zvýšit používání herbicidů v HT plodinách. Jedním z důvodů je, že vysoká úroveň tolerance plodin může zemědělci umožnit zvýšit dávky herbicidů k dosažení lepší kontroly, aniž by došlo k poškození plodin. Druhým důvodem jsou problémy s tolerantními (rezistentními) plevely, které vyžadují, aby zemědělci zvýšili dávku, nebo smíchali herbicidy s různými účinky, aby si udrželi přijatelnou úroveň kontroly plevelů.

Výdrol HT plodin ze sklizňových ztrát musí být v následných plodinách potlačen mechanicky nebo herbicidy s jiným mechanismem účinky, než vůči němuž byla vyvinuta tolerance. Plodiny s dlouhou dormancí a perzistencí v půdě jsou z hlediska regulace výdrolu v následných plodinách nejvíce problematické. Dlouhou perzistenci v půdě vykazují především semena olejnin (řepka), která si mohou udržet v půdě životnost i více než 10 let (Jursík et al. 2018).

3.11.3 Nejčastější HT plodiny

Řepka

Jursík et al. (2018) uvádí, že pěstování HT hybridů řepky je velmi rozšířené především v jihozápadní Kanadě. V EU byla nedávno zavedena technologie Clearfield, která využívá hybridů řepky odolných k imidazolinovým herbicidům (imazomox). Clearfield je nejrozšířenější HT technologií, která nevyužívá genetických modifikací. V ČR je k regulaci plevelů v Clearfield hybridech registrován herbicid Cleravis (metazachor + quinmerac + imazamox). Hlavní přínosy této technologie pro pěstitele řepky lze popsat takto:

- vysoce účinné postemergentní ošetření (ošetření po vzejití až do fáze 2-3 listů) v širokém aplikačním termínu
- regulace výdrolu obilní předplodiny
- regulace výdrolu konvenční řepky, včetně výdrolu příbuzných brukvovitých plodin
- regulace brukvovitých plevelů
- regulace plevelné řepky.
- omezení rizika špatného vzcházení řepky v důsledku reziduí sulfonylmočoviny v půdě (odrůdy CL řepky vykazují vůči většině ALS inhibitorům vyšší odolnost a riziko jejich poškození rezidui těchto herbicidů je výrazně sníženo)

Některá z výše uvedených pozitiv Clearfield řepky mohou být z jiného úhlu pohledu vnímána jako rizika a je potřeba je vést v patrnosti při rozhodování o agrotechnických zásadách v porostech řepky i v následných plodinách.

Slunečnice

Dle Jursíka et al. (2018) jsou v ČR HT technologie nejvíce využívány ve slunečnici, kde byla regulace plevelů dříve postavena téměř výhradně na aplikaci preemergentních herbicidů (aplikace po zasetí plodiny ale ještě před jejím vzejitím a závislá na půdní vlhkosti). Za sucha, a především na těžších půdách však v některých letech dochází ke snížení účinnosti, a to zejména na plevele vzcházející z hlubších vrstev půdního profilu. V ČR se široce uplatňuje

především Clearfield a částečně také ExpressSun technologie. **ExpressSun** technologie využívá hybridů, které jsou odolné k účinné látce tribenuron, z nichž je v ČR za tímto účelem registrován herbicid Express. Přestože je herbicid Express registrován do ExpressSun slunečnice v dávce 45-60g/ha, pro potlačení citlivých dvouděložných plevelů zcela postačuje dávka 45g/ha. Herbicid Express je vhodné používat se smáčedlem a vykazuje velmi vysokou účinnost na merlík bílý (*Chenopodium album*) a to i za sucha. K regulaci jednoletých trávovitých plevelů lze v systému ExpressSun použít preemergentní ošetření některým z půdních herbicidů (dimethenamid, pethoxamid, metolachlor) nebo listový graminicid (Agil, Fusilade, Garland, Stratos aj.) V některých případech po aplikaci herbicidu Express (zejména v dávkách přes 30 g/ha) společně s listovým graminicidem může dojít k poškození slunečnice, které se projevuje podobně jako poškození nízkými teplotami. K poškození dochází především pokud je ošetření provedeno v období s nízkými teplotami.

Kukuřice

Další HT technologie využívaná k regulaci plevelů v kukuřici je tzv. **DUO systém**. Tato technologie je u nás registrována a je možné ji tedy využívat. Tato technologie využívá hybridů přirozeně tolerantních k účinné látce cycloxydim, obsažené v herbicidu Focus Ultra. Své uplatnění nachází především na pozemcích velmi intenzivně zaplevelených plevelnými trávami, které často vzcházejí etapově. Proti pýru je vhodné aplikovat tento přípravek se smáčedlem (Jursík et al. 2018).

3.12 Rezistence plevelů vůči herbicidům

I v dnešní době je stále aktuální téma rezistence plevelů vůči herbicidům. Tento stav zřejmě souvisí s množstvím a intenzitou používání herbicidů v posledních desetiletích.

Rezistenci lze definovat zjednodušeně jako „sníženou reakci populace živočišných nebo rostlinných druhů vůči pesticidům v důsledku soustavného používání pesticidů“. Tzn., že původně byl určitý druh plevele citlivý vůči herbicidu, ale soustavným používáním herbicidu se vytvořila rezistence. Z praktického pohledu se herbicid po několika letech používání stává neúčinným (Mikulka & Chodová 1990). Kohout et al. (1982) v návaznosti na předešlé informace ve své publikaci uvádí fakt, že pokud je jednostranné používání herbicidů dále kombinováno s nevhodným osevním postupem, pak je výskyt některých druhů plevelů mnohem vyšší a v některých případech může být i větší, než kdyby se herbicidy nepoužívaly vůbec. Jursík et al. (2018) popisují rezistenci plevelů vůči herbicidům jako dědičnou schopnost plevelů odolávat takové dávce herbicidů, kterou by za normálních okolností byla populace spolehlivě potlačena. Jde o selekční proces, ve kterém se populace plevelného druhu přizpůsobuje podmínkám prostředí (působení herbicidu) a stává se postupně z citlivé rezistentní. Dle Vencill et al. (2012) herbicidy vyvíjejí vysoký selekční tlak na populace a hustotu plevelů a jejich rozmanitost se v průběhu času mění. Hlavním faktorem vzniku rezistence je opakované a intenzivní používání herbicidů se stejnými mechanismy účinku. Soukup et al. (2018) popisují rezistenci jako evoluční jev, který vzniká v důsledku

dlouhodobého selekčního tlaku vytvářeného aplikací herbicidu na původně převážně citlivou populaci plevelu. V každé populaci se vyskytují jedinci s různou mírou citlivosti k herbicidu, včetně velmi malého počtu jedinců (např. jedna rostlina z milionu), kteří jsou důsledkem genetické změny k herbicidu vysoce odolní – rezistentní. Citlivější část populace je v průběhu let aplikací herbicidu postupně potlačována a v populaci začne převažovat potomstvo rezistentních jedinců. Z důvodu vysokého reprodukčního potenciálu plevelů pěstitel zpozoruje výskyt rezistence na pozemku často z roku na rok, když výskyt plevelu překročí pro něj akceptovatelnou míru, ačkoliv selekční proces probíhal již roky předtím. Dle Hakansson (2003) dispozice plevelu pro rychlý vývoj rezistence na herbicidy do značné míry závisí na jeho genetickém charakteru, životnosti semen a způsobu množení. Jak uvádí Shaner (2014) výběr populací plevelů rezistentních na herbicidy začal koncem 40. let 20. století zavedením syntetických herbicidů. Prvních 20 let po zavedení byly hlášeny jen omezené případy plevelů rezistentních na herbicidy. To se změnilo v roce 1968, kdy byly zavedeny herbicidy ze skupiny triazinů. Během příštích 15 let se takto zvýšily počty plevelů rezistentních především na triazinové herbicidy. Kohout (1997) ve své publikaci potvrzuje fakt, že se rezistentní populace plevelů začaly ve větším rozsahu objevovat právě v 70. letech. Od té doby patří rezistence plevelů vůči herbicidům mezi jeden z nejvýznamnějších problémů v oboru herbologie. Na celém světě se tímto problémem zabývají vědecká pracoviště, zajímá také výrobce pesticidů, ale bezprostředně se dotýká právě zemědělců.

Od 90. let minulého století se pak velmi rychle objevovaly populace plevelů rezistentní k dalším herbicidním skupinám, především vůči ALS inhibitorům a inhibitorům ACCasy. Po zavedení HT technologií, především glyphosate – tolerantních odrůd, došlo k významnému nárůstu populací plevelů rezistentních ke glyphosate, zejména v zemích Severní a Jižní Ameriky. V současné době jsou populace plevelů s rezistencí vůči herbicidům s různými mechanismy účinku rozšířeny téměř po celém světě, přičemž nejvíce je situace zmapovaná v Severní Americe a Evropě. Rezistence plevelů vůči herbicidům se nejčastěji vyvíjela v porostech obilnin (kukuřice, pšenice a rýže) nebo v porostech trvalých kultur (sady, vinice, školky). Velmi často docházelo ke vzniku rezistence na nezemědělských pozemcích (cesty, železnice), které byly dlouhodobě ošetřovány vysokými dávkami triazinových herbicidů (Jursík et al. 2018). Jak uvádí Mikulka et al. (2005) bylo ve světě popsáno více než 295 plevelných druhů, které vytvořily rezistentní populace (např. laskavce, merlíky, turanka kanadská, lipnice roční, locika kompasová a jiné). V Evropě byly zjištěny rezistentní populace téměř ve všech státech. V našich podmínkách se stala rezistence významným problémem až v 80. letech minulého století. Díky pěstování kukuřice od nížin až do podhorských oblastí a díky dostupnosti herbicidů (simazin, atrazin), bylo možné pěstovat kukuřici více let po sobě při používání vysokých dávek účinné látky. Odtud se tyto rezistentní populace rychle šířily prostřednictvím krmení a statkových hnojiv do okolí.

V České republice je v současné době popsáno celkem 15 druhů rezistentních plevelných druhů a u řady dalších, u kterých je právě na rezistenci vůči herbicidům podezření, je prováděno podrobné testování na rezistenci a cílený monitoring jejich výskytu. Většina rezistentních biotopů je odolných vůči přípravkům ze skupiny inhibitorů fotosyntézy ve

fotosystému II. Tato skupina zahrnuje atrazinové herbicidy, jejichž používání je legislativně zakázané od 1. srpna 2005 na základě rozhodnutí Evropské komise 2004/248/EC. Objevují se však nové plevele s podezřením na rezistenci vůči přípravkům ze skupiny inhibitorů acetolaktátsyntázy a inhibitorů acetylkoenzymA karboxylázy (Mikulka & Štrobach 2017). Dle Mikulky (2014) se stává pravidlem, že zavedení vysoce účinných herbicidních látek a jejich neuvážené opakované víceleté používání vytvoří do budoucna obtížně řešitelné problémy. Uplatňování následných systémů regulace plevelů bývá zpravidla výrazně finančně náročnější než používané systémy před zavedením těchto herbicidních látek. Rezistenci dle Heap (2013) nahrává také skutečnost, že chemický průmysl nepřinesl za poslední desetiletí žádné nové herbicidy s novými místy působení. Dalším důvodem je také přísnější registrace a ekologické předpisy, což vedlo ke ztrátě některých účinných herbicidů.

3.12.1 Mechanizmy rezistence

- **Chloroplastová rezistence:** V tomto případě se jedná o rezistenci vůči herbicidům inhibujícím fotosyntézu na fotosystému II. U citlivých rostlin váže membrána chloroplastů herbicid. U rezistentních rostlin je v chloroplastech změněn membránový protein tak, že nedochází k vazbě s herbicidem a tento je neúčinný.
- **Metabolická rezistence:** U této rezistence spočívá rozdíl v odlišném metabolismu herbicidu. U citlivých rostlin má vzniklý metabolit toxické vlastnosti, u rezistentních rostlin dochází ke tvorbě netoxických metabolitů (Dvořák & Smutný 2008).

Jursík et al. (2018) zmiňují další méně popsané mechanismy rezistence. Příkladem může být zabudování herbicidu nebo jeho toxických metabolitů do buněčných vakuol, kde nemohou atakovat místo působení. Dále také fakt, že některé herbicidy jsou formulovány nebo aplikovány v neaktivní formě a až v rostlině dochází k jejich aktivaci, nedostatečná aktivace těchto herbicidů v rostlině je dalším méně častým mechanismem rezistence. Dalším, méně možným mechanismem rezistence je snižování příjmu a translokace herbicidu na místo působení v rostlině.

3.12.2 Cross-rezistence

Křížová rezistence (cross rezistence) je problém, který ještě víc komplikuje hubení rezistentních populací. Prakticky to znamená, že rostlina, u které byla zjištěna rezistence vůči jedné účinné látce je rezistentní vůči dalším účinným látkám ze stejné chemické skupiny. Cross rezistence byla prokázána u řady plevelných druhů. V České republice se jedná o laskavec zelenoklasý, laskavec ohnutý, merlík bílý, merlík tuhý, starček obecný a bytel metlatý. Většina plevelů v ČR s prokázanou cross-rezistencí je rezistentní vůči triazinům (Mikulka & Slavíková 2008).

Velmi významná je cross-rezistence plevelů rezistentních vůči triazinům, a i vůči jiným herbicidům (účinným látkám) ovlivňujících fotosyntézu, jako lenacilu, chloridazonu, phenmediphamu, linuronu, monolinuronu, metribuzinu aj. V případě cross-rezistence je ochrana proti těmto rezistentním populacím velmi komplikovaná (Dvořák & Smutný 2008).

3.12.3 Tolerance

Tolerance rostlin je přirozená a normální odolnost vůči používaným herbicidům. Každý plevelný druh je různě odolný vůči spektru používaných herbicidů. Pro příklad lze uvést přirozenou odolnost merlíku bílého (*Chenopodium album*) vůči slufonylmočovinám nebo heřmánkovce nevonného (*Tripleurospermum inodorum*) či chundelky metlice (*Apera spica-venti*) proti MCPA a 2,4 D (Mikulka et al. 2005).

Mikulka & Štrobach (2017) dále uvádějí další přirozeně odolné druhy plevelů jako například laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*) odolný vůči postemergentním graminicidům nebo svízel přítula (*Galium aparine*) či lipnice roční (*Poa annua*) odolné vůči MPCA a 2,4-D.

3.12.4 Prevence vůči rezistenci

Jak uvádí Mikulka et al. (2005) rezistenci plevelů vůči herbicidům lze předcházet uváženým používáním herbicidů, kdy nedochází k opakovaným aplikacím herbicidů se stejným mechanismem účinku. Riziko rezistence snižuje také používání kombinovaných herbicidů. Jursík et al. (2011) pro změnu uvádí fakt, že použití odlišného herbicidu, než vůči kterému byla rezistence vytvořena, je nejdůležitějším opatřením, které však bývá účinné pouze krátkodobě. Jestliže se jedná pouze o rezistenci k jedné skupině herbicidů, je použití herbicidů z jiné skupiny jednoduché a účinné řešení. Účinnost alternativního herbicidu vysoce závisí na případné cross-rezistenci. Obvykle však automaticky nevzniká rezistence ke všem herbicidům se stejným mechanismem účinku, ačkoliv je na to často poukazováno. Dle Jursíka et al. (2018) je také velmi důležité rozpoznat vývoj rezistence v počáteční fázi, než se stane akutním problémem a dojde k rozšíření rezistentní populace po celém podniku. Kromě opakovaného používání herbicidů je často dalším důvodem vzniku rezistence monokulturní způsob pěstování a minimalizace zpracování půdy. Proto by první kroky po potvrzení rezistence měly směřovat ke změně těchto agronomických opatření. Velmi vysokou účinnost mají všechna opatření, vycházející ze zásad integrované regulace plevelů, především střídání plodin, mechanické odstraňování plevelů (zpracování půdy), regulace plevelů v meziorostním období a agrotechnická opatření vedoucí ke zvýšení konkurenční schopnosti plodiny.

3.13 Práh škodlivosti

Před tím, nežli se v následujících částí práce budeme věnovat regulaci plevelů, potažmo jakými metodami a prostředky regulaci plevelů provádět, je vhodné seznámit se s pojmem – práh škodlivosti. Častokrát je to právě práh škodlivosti, který rozhoduje o tom, zda a jaká metoda ochrany bude nasazena.

Prahové hodnoty použité pro rozhodování o aplikaci herbicidu nebo jiném regulačním zásahu by měly odrážet zejména konkurenční schopnost plevelů spojenou se snižováním výnosu plodiny. Tato škodlivost může být vyjádřena tzv. prahem škodlivosti, který je obecně definován jako hustota plevelů, při které se začíná v porostu projevovat konkurence vůči plodině vedoucí k poklesu výnosu (Hamouz 2014).

Podle zásad integrované ochrany rostlin by regulace zaplevelení na jednotlivých pozemcích měla odpovídat výskytu jednotlivých druhů plevelů. Pokud se plevele vyskytují v nízkých hustotách a nezpůsobují výnosové ztráty, je zásah proti nim daném roce neefektivní a v případě použití herbicidů navíc zbytečně dochází k zatěžování životního prostředí agrochemikáliemi. Pro posouzení nutnosti zásahu byly stanoveny tzv. prahy škodlivosti. Jejich hodnota udává, při jaké hustotě výskytu určitého plevelného druhu začíná docházet k negativnímu ovlivnění výnosu plodiny (Jursík et al. 2018).

3.14 Regulace plevelů

Komplex opatření proti plevelům zahrnuje diagnózu, prognózu a regulaci. Diagnóza zaplevelení je základním předpokladem řešení problému polních plevelů a zahrnuje určení druhu u všech forem a růstových fází plevelných rostlin (semena a plody, orgány vegetativního rozmnožování, rostliny ve všech růstových fázích). Současně musí být stanovena intenzita výskytu těchto druhů. Stejně důležitá je správná prognóza vývoje zaplevelení. Vychází se ze znalosti biologie a škodlivosti jednotlivých druhů. Využívají se výsledky evidence zaplevelení porostů a půdy. Cílem prognózy je stanovení předpokládané škodlivosti a ekonomické významnosti zjištěného zaplevelení. Na základě těchto poznatků je možné zvolit postup komplexního hubení plevelů, který v současnosti označujeme pojmem regulace (Smutný et al. 2018). Podle Hamouze (2014) je mapování výskytu plevelů důležitou součástí při rozhodování o dalším postupu při regulaci. Plevel v rámci pozemku je možné mapovat manuálně nebo pomocí senzorové techniky. Manuální způsob mapování je poměrně časově náročný a je efektivní především v situacích, kdy se na pozemku nachází velmi malé množství plevelů. Rychlejší způsob je použití automatizovaných metod využívajících senzorovou a výpočetní techniku. Pro oba způsoby mapování však platí, že intenzita vzorkování musí být dostatečná. Dostatečně spolehlivá mapa pak odráží skutečný výskyt plevelů na pozemku.

Pojem regulace plevelů odpovídá hlavní zásadě integrované ochrany rostlin, jejímž cílem je snížit výskyt škodlivých organismů pod hranici ekonomické významnosti, při využití ekologicky a ekonomicky optimálních, přímých i nepřímých postupů. Cílem tedy není plevelné druhy vyhubit, ale regulovat jejich výskyt tak, aby klesl pod práh škodlivosti (Smutný et al. 2018).

Dle Dvořáka & Smutného (2011) je regulace populací plevelů podmíněna snižováním vysemeňování na stanovišti, což se děje zejména tlumením vývinu plevelů konkurencí plodiny a hubením plevelných rostlin přímými plevelohubnými zásahy. Významně spolupůsobí samočisticí schopnost půdy, tj. mikrobiální rozklad plevelných semen. Zde mají velký vliv kvalita posklizňových zbytků plodin, hnojení statkovými hnojivy a fyzikální vlastnosti ornice.

Účinné metody regulace zaplevelení musejí vycházet z hlubších poznatků biologie nejnámějších plevelných druhů, poznání příčin jejich přemnožení a důsledné evidence jejich rozšíření na jednotlivých pozemcích (Kohout & Škoda 1993). Stejný názor sdílí také Foltýn & Kae (1951) kdy zmiňují fakt, že znalost plevelů a jejich způsobu života jsou nutné pro usměrnění účelného a účinného boje proti nim.

Je nutno mít neustále na zřeteli, že odplevelit půdu lze pouze použitím soustavy opatření, jež se ve svých účincích vzájemně doplňují. Boj proti plevelům nelze organizovat pouze z hlediska přímých mechanických a chemických zásahů a opomíjet základní agrotechnická opatření. Rovněž tak není správné chápat boj proti plevelům jednostranně pouze z hlediska agrotechniky. Do boje proti plevelům musí být komplexně zapojena všechna opatření ve vhodném poměru a intenzitě. Nelze proto šablonovitě vypracovat jednotnou metodu boje. Soustava opatření proti plevelům musí být vypracována pro různé výrobní podmínky podle místních půdních, klimatických a hospodářských poměrů s přihlédnutím k biologickým vlastnostem jednotlivých plodin a v nich se vyskytujících plevelů i k hustotě zaplevelení. V boji proti plevelům pomáhá znalost biologie jednotlivých druhů, na jejímž podkladě lze zvolit nevhodnější techniku hubení (Hron & Vodák 1959).

Regulace polních plevelů je systém vzájemně souvisejících opatření, která řeší odplevelování porostu a půdy a zabraňují novému zaplevelení. Zahrnuje prevenci a přímé plevelohubné zásahy (Dvořák & Smutný 2008).

3.14.1 Historický vývoj

Hubení plevelů má své počátky v době vzniku zemědělství a první údaje o této problematice jsou již z období starověku. V syrských pramenech (2600–2400 př. n. l.) je zdůrazňováno používat proti plevelům běžná agrotechnická opatření, tj. kypření půdy, čištění osiva, odstraňování plevelů z porostu a ničení jejich zbytků ohněm (Dvořák & Smutný 2008). Jursík et al. (2011) zmiňují fakt, že ztráty způsobené konkurencí plevelů jsou známe od dob, kdy lidstvo přešlo od lovecko-sběračského způsobu života k zemědělství. Člověk navíc vybíral plodiny vhodné k domestikaci především podle jejich výživových a chuťových vlastností, spíše než podle jejich konkurenční schopnosti. To znamenalo, že do monokultury pěstované plodiny musela být vkládána energie, aby byl zajištěn její správný růst a aby mohla poskytovat výnos. Ruční odstraňování plevelů bylo relativně jednoduché, zejména pokud byla plodina vysévána v řádcích a rovnoměrně vzcházela. Znamenalo to však velké množství práce. Dle Jursíka et al. (2018) bylo v průběhu existence zemědělství zaplevelení často omezováno různými formami úhoru. Nejprve se jednalo o tzv. příloh, kde byla půda ponechána řadu let bez zpracování. Během sukcese došlo ke změně druhového spektra rostlinných společenstev, segetální druhy byly vytlačeny a došlo také k poklesu jejich semen v půdní zásobě. Během historického vývoje docházelo postupně ke zkracování přílohu a tím i k omezení schopnosti redukovat zaplevelení. Významné změny přineslo 19. století a zavedení víceletých pícnin do kultury. Zařazením těchto plodin vzniklo plánované střídání plodin bez přítomnosti úhoru – osevnické postupy. Okopaniny se pěstovaly v širokých řádcích, což umožňovalo plečkování a okopávku. Jeteloviny se vyznačovaly vysokou konkurenční schopností, přirozeně odplevelovaly půdu a obohacovaly ji

o dusík, který následně využila obilnina. Dle Mikulky et al. (2005) přineslo velké změny v zemědělství zavedení herbicidů po druhé světové válce. V řadě případů dokonce zavedení herbicidů naprosto změnilo pěstitelské postupy a podřídilo je tomuto způsobu ochrany. Například pěstování řepky a luskovin v úzkých řádcích, opuštění kultivace v širokořádkových plodinách, rozmach bezorebných způsobů zpracování půdy, zúžení osevních postupů aj. V souvislosti s tím začalo docházet přibližně v šedesátých letech minulého století k rychlým změnám ve složení plevelných společenstev, z nichž nejvýraznějšími jsou snížení druhové diversity a obsahu semen v půdní zásobě. Rovněž se začaly projevovat obtíže s rezistencí vůči herbicidům. Tyto nepříznivé tendence vedly k poznání, že existují také ekologické limity, které jsou obtížně překonatelné a nastala nutnost přehodnotit dosavadní přístupy. Znovu byl položen důraz na preventivní i nechemické metody ochrany, které se ukázaly z hlediska dlouhodobé udržitelnosti systémů ochrany za nezbytné. Zhruba v osmdesátých letech začal nahrazovat termín „boj proti plevelům“, termín „ochrana proti plevelům“ a později začal být používán termín „regulace zaplevelení“.

3.14.2 Metody regulace plevelů

Metody regulace zaplevelení můžeme rozdělit podle charakteru používaných postupů a prostředků na nepřímé a přímé.

3.14.2.1 Nepřímé metody ochrany

Preventivní opatření

Tyto metody jsou z dlouhodobého hlediska nejúčinnější a nejlevnější. Spočívají především v zabránění škodlivého přemnožení plevelných druhů samotným způsobem hospodaření, tj. zemědělskou soustavou, strukturou rostlinné výroby, střídáním plodin a používanými technologiemi pěstování polních plodin, které podporují kulturní rostliny a omezují plevele (Kohout 1997). Smutný et al. (2018) popisují preventivní opatření jako eliminaci zdrojů zaplevelení a zamezení šíření plevelů na dosud nezaplevelená stanoviště. Patří sem především problematika čistoty osiv a statkových hnojiv z pohledu potenciálních zdrojů semen plevelů.

Čistota osiva

V dřívějších dobách představovalo nedokonale vyčištěné osivo velmi vážný zdroj zaplevelení, ať již pro plodinu, s jejímž osivem byla semena plevelů na pozemek zanesena, nebo pro plodinu následující (Hron & Vodák 1959). Dle Dvořáka & Smutného (2008) je šíření semen osivem stále aktuální problém. V první řadě je třeba zabránit množení plevelů při množení osiv. Semenářské porosty je proto nutné udržovat v bezplevelném stavu. Redukovány musí být především oves hluchý (*Avena fatua*) v obilninách, šťovíky a silenky v jetelovinách a travinách, svízel přítula (*Galium aparine*), hořčice polní (*Sinapis arvensis*) a ředkev ohnice (*Raphanus raphanistrum*) v hořčici bílé a řepce ozimé. Jak uvádí Kohout & Škoda (1993) na kvalitním osivu nelze šetřit i když může být drahé. Používání osiva nižších stupňů množení, nebo osiva několikrát prosévaného v zemědělském, podniku přináší nejen nižší

výnosy, ale zpravidla obsahuje i velké množství semen plevelů. Podle Jursíka et al. (2018) jsou ty druhy semen plevelů, které se obtížně odstraňují sledovány a v rámci semenářské kontroly a v uznaném osivu by měl být jejich výskyt minimální. Právě zavedení kvalitního čištění osiva eliminovalo výskyt mnoha druhů plevelů, které byly v minulosti hojné. Klasickým příkladem je koukol polní (*Agrostemma githago*), který byl ještě na počátku 20. století jedním z nejhojnějších plevelů ozimých obilnin a pak během relativně krátké doby z polí úplně vymizel. Dle Mikulka et al. (2005) jsou některé druhy plevelů i nadále z osiva těžko odstranitelné. Jsou to například širokolisté šťovíky a knotovka bílá (*Silene latifolia*) v osivu jetelovin, pýr plazivý (*Elytrigia repens*) v travních semenech či oves hluchý (*Avena fatua*) v obilovinách. Prostřednictvím osiv jsou zavlekány také některé invazní druhy, které by se přirozenými způsoby nemohly do nových areálů výskytu rozšířit (plevelné proso či plevelná řepa).

Statková hnojiva a kompost

Část semen plevelů může přežít průchod trávicím traktem a dostávat se do chlévské mrvy. Pokud neprojde mrva intenzivním zráním, při kterém dochází v materiálu k výraznému nárůstu teploty a tím i poškození semen plevelů, nebo není-li doba zrání dostatečně dlouhá, existuje riziko přenosu těchto semen na hnojený pozemek. Udržování hnojišť a kompostů v bezplevelném stavu a používání vyžralých statkových hnojiv je tedy důležitou součástí systému regulace výskytu plevelů na orné půdě (Jursík et al. 2018). Hron & Vodák (1959) poukazují na fakt, že chlévským hnojem může být na pole zanášeno velké množství semen mnoha druhů plevelů. Je tomu především proto, že se tomuto důležitému statkovému hnojivu nevěnuje dostatečná pozornost. V mnoha případech je hnojiště spíše smetištěm, kam se vyhazují nejrůznější odpady (zbytky po mlácení, smetky ze sýpek, stodol apod.). Veškeré tyto odpady představují bohatý zdroj semen plevelů, která se touto cestou dostávají do hnoje. Dle Kohouta a Škody (1993) dobře vyžralý chlévský hnůj na udržovaných hnojištích můžeme po 6 až 8 měsících zrání považovat za „bezplevelný“.

Potencionál šířit se pomocí kompostů mají zejména některé pozdně jarní druhy (lebeda lesklá, l. rozkladitá, merlík bílý, laskavec ohnutý a lilek černý), a také druhy označované jako ruderalní, jejichž výskyt byl donedávna zanedbatelný (hulevník Loeselův, hulevník lékařský). Potenciál mají i druhy invazní (proso seté rumištní, laskavec bílý, bytel metlatý). Problematické jsou i některé plodiny (rajčata, brambory, řepka, obilniny), a to nejen jako zdroj zaplevelení, ale i jako zdroj škůdců a původců chorob plodin (Winkler et al. 2019).

Množství semen plevelů ve výkalech hospodářských zvířat je závislé na krmení. Na celkové produkci chlévského hnoje má největší podíl hnůj skotu. Skot je krměn objemnou pící (zelená hmota, seno, siláž), která vždycky obsahuje semena plevelů. Množství semen plevelů ve výkalech je ovlivněno kvalitou této píce, a proto také kolísá v průběhu roku. Pícniny by měly být sklizeny před dozráním plevelů. Podle starších údajů výkaly skotu obsahují kolem 25 % všech živých semen přijatých krmivem (merlíku bílého 16 %, heřmánkovce nevonného 24 %, šťovíku 70 % atd.). Naproti tomu výkaly prasat obsahují velmi málo semen, protože jsou převážně krmena šrotovanými krmivy (Dvořák & Smutný 2008). Podle Dvořáka & Smutného (2011) bylo z několikaletých stanovení zjištěno, že na pozemcích hnojených chlévským hnojem

bylo o 33 % vyšší potencionální zaplevelení ornice než na pozemcích, na kterých nebylo hnojeno chlévským hnojem (používaný chlévský hnůj obsahoval kolem 38 tisíc životaschopných semen v 1 t). Kohout & et al. (1982) uvádějí skutečnost, že semena vybraných plevelných druhů uložená v půdním prostředí nasyceném kejdou skotu a prasat nereagují podstatným snížením životnosti vlivem působení těchto hnojiv. Klesající životnost je záležitostí přirozeného poklesu životních projevů vlivem prostředí a času, v němž je aktivní působení kejdy malé.

Reakce aktuálního zaplevelení na hnojení hnojem je odlišná podle druhů a významně ovlivňuje zaplevelení následně pěstovaných obilnin. Na hnojených pozemcích se objevují druhy zavlečené hnojem na pozemek (blín černý, lilek černý a pětour malolubný). Z tohoto důvodu je důležité především omezit zdroj semen ve slámě, která je využívána jako podestýlka a také mechanicky likvidovat vzešlé plevele na hnojišti v době před jejich vysemeněním (Smutný et al. 2018).

Zpracování půdy

Rozhodující vlastností půdy je její úrodnost, která je ovlivňována mnoha faktory. Kromě přirozené úrodnosti, která tvoří základ, rozhoduje o úrovni potencionální úrodnosti člověk – zemědělec – agronom. Historie nás poučila o tom, že zemědělec může vhodnými agrotechnickými zásahy potencionální úrodnost půdy podstatně zvyšovat, a naopak nevhodnými zásahy ji nejen snižovat, ale ohrožovat půdní stanoviště. Zpracováním půdy vytváříme seťové a sadbové lůžko pro zakládání nových porostů. Kultivací půdy pak zlepšujeme a udržujeme dobrý fyzikální stav půdy v době vegetace, hubíme plevele a udržujeme příznivé prostředí pro růst a vývoj plodin (Škoda & Cholenský 1993).

Zpracování půdy je již od počátku zemědělství prováděno, mimo jiné, i z důvodu snižování výskytu plevelů. Podmítka, orba či kypření, ale i operace předseťového zpracování půdy mají v komplexním systému regulace zaplevelení význam i v současné době. Snižuje-li se intenzita zpracování půdy, je nutno zvýšit intenzitu přímých metod regulace plevelů (Jursík et al. 2011).

Vliv systému základního zpracování půdy se neprojevuje ihned, ale v dlouhodobějším horizontu několika let. Hloubka základního zpracování půdy rozhoduje především o rozmístění semen a vegetativních orgánů plevelů v orničním profilu. Převážná většina semen plevelů vzchází z hloubky 0–2 cm (Mikulka et al. 2005).

Z hlediska regulace plevelů je velmi významná podmínka, která umožňuje zaklopení vypadlých semen a poškození vytrvalých plevelů (pýr plazivý, pcháč rolní) (Mikulka & Štrobach 2017). Mikulka et al. (1999) v návaznosti na předešlé informace uvádí, že jednoleté plevele nejsou orbou nijak přímo redukovány, ale pravidelné prokypřování a provzdušňování ornice podporuje proces odumírání semen v půdě. Hron (1957) doporučuje základní zpracování půdy po sklizni hlavní plodiny, což je včasná a řádně vykonaná podmínka strniště případně opakovaná podmínka (přeorávka na hloubku kolem 12–15 cm) proti plevelům víceletým výběžkatým a hluboká podzimní orba pluhem s předradličkou, kterou se zničí rostliny plevelů vzešlé po podmítce a umožní se jarní předseťová příprava půdy. Jarní orba je nevhodná,

protože nelze odplevelovat půdu před setím a sázením plodin a také se díky ní snižuje půdní vlhkost. Stejný postup doporučují také Hron & Vodák (1959), kteří kladou důraz na včasnou podmítku ihned po sklizni. Způsob provedení podmítky se řídí především druhem převládajících plevelů, dále pak půdními a klimatickými podmínkami. Nejvýhodnějším nářadím pro mělkou podmítku na půdách zaplevelených převážně jednoletými plevely jsou těžší diskové podmítače, nebo víceradličné podmítací pluhy. Nejvhodnější hloubka podmítky je 8–10 centimetrů. Proti hlubokokořenícím plevelům se osvědčuje dvojitá podmítka.

Ničení plevelů spočívá v mělkém zapravení semen a plodů plevelů ležících na povrchu půdy. Zapravením do půdy se vyprovokuje jejich klíčení a vzházení s tím, že následující orbou budou zničeny. Množství vyklíčených a zničených plevelů je závislé na jejich dormanci (periodě klidu). Nakypřením povrchu půdy a vynesemím ze spodních vrstev umožňujeme též vyklíčení semen a plodů plevelů z půdní zásoby, u kterých již dormance proběhla (Kohout et al. 1982).

Jursík et al. (2018) potvrzují fakt, že orba odstraní ty rostliny, které vzešly či regenerovaly po podmítce. Důležitá je také kvalitní předseťová příprava, která by měla odstranit plevele vzešlé po orbě, nebo jiném základním zpracování půdy. Pokud k tomu nedojde, mohou tyto rostliny, kterou jsou v době založení porostu často již v pokročilé fázi růstu, značně konkurovat plodině.

Snahy o minimalizaci zpracování půdy vedly k podstatnému snížení nákladů, ale po jejím zavedení dochází zpravidla již v 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 (Mikulka 2014).

Osevní postup a střídání plodin

Struktura pěstovaných plodin a jejich střídání v osevním postupu je jedním z nejvýznamnějších faktorů ovlivňujících složení plevelných společenstev a úroveň zaplevelení. Vzhledem k tomu, že jednotlivé plevelné druhy mohou škodit pouze v plodinách, které jim vyhovují z hlediska reprodukčního cyklu (životního rytmu), je složení společenstev plevelů do značné míry odrazem struktury pěstovaných plodin. Druhy, jejichž životní cyklus je odlišný od pěstované plodiny, se nemohou v jejím porostu konkurenčně (a reprodukčně) uplatnit, čehož lze využívat k jejich nepřímé regulaci (Mikulka et al. 2005)

Cílevědomé střídání plodin je jedním z nejvýznamnějších faktorů regulace zaplevelení. Je dána již strukturou plodin v zemědělském podniku, ale rozhodující je osevní postup, tj. pravidelné střídání plodin na všech pozemcích. Naše dlouhodobé rozbory ukázaly, že může být struktura zemědělské soustavy a struktura plodin v podniku optimální, přesto jsou díky různé bonitě některé pozemky přetěžovány okopaninami, jiné obilninami. Čím více je určitý podnik specializován na určitou skupinu plodin, tím více musí počítat s přemnožením některých plevelných druhů a bude muset vynaložit velkou finanční částku na speciální herbicidy (Kohout & Škoda 1993). Podobný názor sdílí také Čača & Vaverka (1982), kteří přikládají velký význam systému střídání a řazení jednotlivých plodin v osevním postupu. Obecně platí, že pěstovaná rostlina mění stanovištní podmínky a její víceleté pěstování na stejné lokalitě vede ke snížení výnosu a v extrémním případě k „únavě půdy“. Těmto nebezpečím lze předejít racionálně

sestaveným osevním postupem. Vedle stimulujících biologických vlivů osevního postupu na výnosy pěstovaných plodin má i primární význam z hlediska rostlinné hygieny. Jak zmiňují Jursík et al. (2018), jsou-li na pozemku střídány plodiny podle obecných zásad platných pro sestavování osevních postupů a jedná-li se zároveň o osevní postupy vyvážené, s pestrým zastoupením jednotlivých plodin, nemělo by v plevelovém společenstvu dojít k přemnožení škodlivých druhů. Jestliže dojde na pozemku k přemnožení určitého druhu či skupině plevelů a je silně snížena produkce, je vhodné zařadit několikaletý sled plodin, v nichž se dané plevele nemohou uplatnit.

Ze všech podmínek, kterými je plevelná vegetace ovlivňována, má největší význam pěstovaná plodina. Působí zde její morfologické vlastnosti, hustota porostu, způsob pěstování aj. Vztah určité plodiny a plevelů je krátkodobý, zpravidla jednoletý až dvouletý. Důležité je pak střídání rozdílných plodin v osevním postupu, aby nevhodné opakované pěstování plodin podobných vlastností nezpůsobilo nepříznivé změny v zaplevelení. Přímé plevelohubné zásahy, které redukuje výskyt plevelných rostlin v porostech plodin, jsou v současnosti těžko představitelné bez herbicidů (Dvořák & Smutný 2011).

Z osevních sledů je třeba vyloučit víceleté sledy obilnin po sobě. Při existenci zdvojených obilních sledů uplatňovat střídání biologického rytmu ozimých a jarních obilnin po sobě. Výhodné je, následuje-li zdvojený obilní sled po zdvojeném sledu širokolistých zlepšujících plodin, vykazujících odplevelující účinek, např. jetelovina – kukuřice na siláž – pšenice ozimá – ječmen jarní (Čača et al. 1990).

Osevní postup s biologicky vyváženou skladbou plodin dokáže udržet vyrovnaný poměr mezi ozimými a jarními plevele i mezi jednoděložnými a dvouděložnými druhy (Smutný et al. 2018). Deyl (1956) poukazuje na to, že hustá setba vede k rychlému a dokonalejšímu porostu plodin a tím jsou plevele silně utiskovány stínem, odnímáním živin i vody. Zvláště druhy světломilnější, které bývají nejhojnější v řídkých plodinách i na místech z různých důvodů neosetých nebo neosázených, bývají silně utlačovány hustými porosty. Husté setby se může dosáhnout buď vyšším množstvím vysetého semene, užšími řádky anebo se může sít křížově. Zvláště při intenzivním hospodaření, kdy není zaváděno používání různých způsobů intenzivního hubení plevelů, je to velmi účinný prostředek.

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. Přesto si osevní sledy zachovávaly požadovanou strukturu, která obsahovala i víceleté pícniny (vojtěška, jetel). V posledních 15 letech se však nedá hovořit o osevních postupech. Pravidla střídání nejsou 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 (Mikulka 2014).

Správně volené pěstitelské postupy u všech plodin zařazených v osevních sledech, včetně přímých plevelohubných zásahů, tlumí zaplevelení v celém obhospodařovaném území. Významnou funkcí osevních postupů dále je, že jsou prostředkem k upevňování agrotechnické

kázně, a tím přispívají k důslednější realizaci zásad komplexního hubení plevelů (Dvořák & Smutný 2008). Dle Vacha & Javůrka (2008) má vhodně zvolený osevní postup nepřímý vliv na ochranu porostů před škodlivými činiteli, ale také příznivě ovlivňuje produktivitu práce a tím i ekonomickou úspěšnost zemědělského podniku. Pestrost stanovištních podmínek, stupeň specializace, koncentrace plodin a značně se lišící výrobní možnosti jednotlivých zemědělských podniků či farem nedovolují stanovit jednotné návody či modely osevních postupů. Proto by zemědělské podniky měly věnovat na konkrétních pozemcích dostatečnou pozornost co nejvhodnějšímu a racionálnímu sestavení osevních postupů, nebo alespoň střídání plodin.

Meziplodiny

Dle Kohouta (1997) půda ponechaná ladem v meziporostním období ladem, zvláště pak v letních měsících, podléhá nejen intenzivní mineralizaci a úniku rozpustných živin do podzemních vod, ale může být silně zaplevelená. Mohou to být plevely jednoleté s krátkou vegetační dobou, které mají možnost vysemenit anebo plevely vytrvalé, které bez konkurence porostu kulturní rostliny intenzivně regenerují a podstatně rozmnoží kořenový systém. Dobře zvolená a založená meziplodina může současně řešit několik funkcí. Například biologicky sorbovat rozpustné živiny v půdě, zabránit tvorbě rozmnožovacích orgánů plevelů, přerušit rozmnožování chorob a škůdců vhodně zvoleným druhem meziplodiny, vytvořit kvalitní biomasu pro krmné účely nebo obohatit půdu o organickou hmotu.

Velmi vhodné je pěstování letních i ozimých meziplodin, které mají na plevely podobný účinek jako pícniny – buď neumožní svým konkurenčním vlivem jejich vzcházení, nebo alespoň redukuje tvorbu rozmnožovacích orgánů, jak generativních, tak i vegetativních. Letní meziplodiny např. velmi výrazně potlačují pýr plazivý: důležité však je, aby byl porost meziplodiny založen kvalitně a měl dobrou pokryvnost (Mikulka et al. 2005). Podle (Dvořáka & Smutného 2008) mohou být meziplodinou dobře potlačovány světlomilné a mělce kořenicí plevely. V případě hluboko kořenicích plevelů je uplatnění meziplodiny o poznání menší. Je však nesporné, že meziplodiny přispívají k rozvoji biologické aktivity půdy, dále že v porostu meziplodin se mění mikroklima a zejména se pro plevely výrazně zhoršují světelné podmínky.

Jak uvádí Jursík et al. (2018) porost meziplodiny má význam zejména v situacích, kdy po sklizni předplodiny následuje dlouhé meziporostní období, které by vyžadovalo opakované zásahy vůči plevelům, ať již mechanické či chemické. Výsevem meziplodin s dobrou konkurenční schopností je možné v tomto období omezovat rozvoj plevelů, zabránit vytvoření semen a tím usnadnit regulaci v následné plodině. Také rostlinné zbytky meziplodin mohou zabraňovat klíčení plevelů, a to buď alelopatickým způsobem, nebo i fyzikálně, pokud zbytky meziplodiny zůstávají na povrchu půdy v podobě mulče.

Podrobný výzkum ve Finsku (PAATELA a ERVIO, 1997) prokázal velký význam víceletých pícnin z pohledu regulace zaplevelení. Správně založené a udržované porosty víceletých pícnin vytvářejí oproti jednoletým plodinám značně odlišné stanovištní podmínky (neprovzdušněná půda, minimální kultivační zásahy, hustý porost, pravidelné kosení). Konkurenční efekt víceletých pícnin se značně mění. V době vzcházení je velmi malý, protože jeteloviny rostou v první fázi pomalu. Po zapojení porostu je však konkurenční schopnost jetelovin vysoká,

především díky bohatému kořenovému systému a rychlému nárůstu nadzemní hmoty. Sečením se ničí jednoleté druhy plevelů a oslabují se plevele vytrvalé (odčerpání zásobních látek z podzemních rozmnožovacích orgánů). U starších porostů se díky narůstající mezerovitosti konkurenční schopnost vytrvalých píceň opět snižuje, především vůči vytrvalým plevelům (Dvořák & Smutný 2011).

Využití meziplodin v plodinových strukturách je rovněž velmi důležitým ekologizačním opatřením, neboť významně přispívá k biologicky vyváženému zastoupení plodin v agrosystému. Pěstování meziplodin je naprosto nezbytné při hospodaření bez živočišné výroby, kde kompenzuje absenci víceletých leguminóz a chybějící produkci stájových hnojiv. Meziplodinu různých čeledí (vikvovité, hvězdnicovité, strážkovcovité, rdesnovité a další) obohacují (diverzifikují) strukturu pěstovaných plodin na orné půdě. Dále mají mnohostranný pozitivní vliv na úrodnost půdy, výši i kvalitu rostlinné produkce, zhodnocují působení vegetačních faktorů tvorbou fytomasy s příznivými dopady na životní prostředí (Vach a Javůrek 2008). Brant et al. (2008) dále uvádí, že porost meziplodiny vytváří příznivé klima pro činnost půdních organismů. V případě, že meziplodina následuje po obilnině, dochází v důsledku tohoto jevu k snadnějšímu a rychlejšímu rozkladu posklizňových zbytků i když obecně je sláma rozkládána poměrně obtížně. Vzhledem k tomu, že veškerá vyprodukovaná biomasa meziplodiny je velmi často zapravena do půdy (pícní využití meziplodin je v dnešní době méně významné, díky poklesu stavu hospodářských zvířat a odklonu od zeleného krmení), představují meziplodiny snadno atakovatelný a energeticky bohatý substrát pro půdní rozkladače.

Mimo meziplodin, které zařazujeme převážně do meziporostního období, je vhodné využít také tzv. **podsevové meziplodiny**. Dle Branta et al. (2008) představují podsevové meziplodiny skupinu meziplodin zakládáných na podzim nebo na jaře do porostů kulturních rostlin. Lze je využít pro výsevy do plodin s úzkými řádky anebo do širokořádkových plodin. Z hlediska jejich využití v těchto porostech se jedná o regulaci zaplevelení po dobu růstu porostu a následně po jeho sklizni, kdy se také podílejí na eliminaci eroze. Významnou roli hraje uplatnění podsevoových meziplodin v porostech kukuřice. Primárním cílem je eliminace eroze a regulace zaplevelení. Podsevy trav je vhodné zakládat do obilnin především na podzim, jeteloviny jednoznačně na jaře. Podle autorů lze doporučit jako podsevové meziplodiny do obilnin a kukuřice jetel plazivý (*Trifolium repens*), jetel zvrácený (*Trifolium resupinatum*), jetel luční (*Trifolium pratense*), tolici dětelovou (*Medicago lupulina*), jilek vytrvalý (*Lolium perenne*) či srhu hajní (*Dactylis polygama*).

Výběr vhodného stanoviště a odrůdy

K nepřímým metodám regulace zaplevelení můžeme zařadit již vlastní výběr vhodného pozemku pro pěstování dané kultury. Plodiny, které jsou citlivé k zaplevelením určitým druhem plevelů, nebudeme řadit na takové pozemky, o kterých víme, že výskyt daného druhu je zde hojný. Pečlivý výběr pozemku se z tohoto hlediska provádí především v případě množitelských porostů, podobně řada podniků vyřadila z pěstování cukrovky ty pozemky, které jsou silně zamořeny plevelnou řepou (Jursík et al. 2011).

Při použití vhodné odrůdy a zdravého osiva nebo sadby jsou plodiny konkurenceschopnější vůči plevelům. V zapojených a dobře se vyvíjejících porostech plevele (zejména jednoleté) zakrňují (Dvořák & Smutný 2008).

Při výběru stanoviště musí být brán v úvahu, jako nejdůležitější faktor, ekologické optimum stávající kultury (Čača & Vaverka 1982).

Regulaci plevelů na zemědělských pozemcích ovlivňují také další zásady, doporučení a skutečnosti, které se mohou zdát mnohdy nevýznamné, ale z celkového hlediska regulace zaplevelení mají své opodstatnění.

Pomocníkem při snižování zaplevelení polí je i pernatá zvěř, zejména koroptve a bažanti. Součástí jejich potravy jsou semena plevelů, která jsou v jejich zažívacím ústrojí zcela rozrušena. Je nutno chránit tyto ptáky a umožnit jim co nejlepší podmínky k životu (Hron & Vodák 1959). Martinková et al. (2008) naopak považují za významné predátory, lze také říci požírače semen bezobratlé živočichy, kteří dokáží sežrat velký podíl vyprodukovaných semen plevelů, a tak značně přispívají k udržování jejich populační hustoty v porostech plodin.

Mikulka (2014) považuje za problém také vliv urbanizace krajiny, povrchovou těžbu surovin, velkoplošné skládky a výsypky. Na těchto pozemcích jsou vhodné podmínky pro některé druhy rostlin, které se zde rychle množí a osidlují následně i zemědělské půdy. Regulace plevelů na těchto plochách je poměrně složitý problém a často jsou používány totální herbicidy, zpravidla perzistentní a v podstatně vyšších dávkách než v zemědělství. Následkem toho vznikají rezistentní populace plevelů, které se následně šíří vlivem dopravy. Problémem jsou zejména plevele šířící se anemochorně. Nebezpečím jsou také cizokrajné plevele jako např. ambrózie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia*) a bytel metlatý (*Kochia scoparia*), které se k nám šíří po železnicích, dálnicích a lodní dopravou s různými surovinami. Jsou u nás již zdomácnělé a jsou významným nebezpečím pro zemědělskou půdu. Dle Pyška & Tichého (2001) zavlečené rostliny obvykle nejlépe prospívají právě na člověkem ovlivněných stanovištích, odkud také pochází převážná většina invazních druhů. Tyto rostliny představují hrozbu v podobě potenciálního zdroje nepříjemných polních plevelů, které při svém šíření a přetrvávání na zemědělsky využívané půdě mohou působit značné ekonomické škody.

Trvalé travní porosty mají kromě produkčního významu i význam krajinně ekologický. V posledních letech především v souvislosti s významným poklesem početných stavů skotu produkční význam výrazně poklesl. Přesto tato poměrně velká rozloha trvalých travních porostů musí být pravidelně ošetřována, aby nedocházelo k jejich degradaci a nárůstu zaplevelení. Údržba spočívá především v sečení nebo mulčování. Provádějí-li se tyto zásahy ve správnou dobu, riziko zaplevelení luk se snižuje. Velkým problémem však nadále zůstávají širokolisté šťovíky, zejména šťovík tupolistý, bodláky, pcháče a další plevelné rostliny. V případě výskytu těchto plevelů je nutné provést důsledná agrotechnická opatření (opakované seče) nebo ve výjimečných případech aplikace herbicidů (Mikulka & Štrobach 2017).

3.14.2.2 Přímé metody ochrany

Mechanické metody

Mechanický způsob hubení plevelů spočívá v hubení plevelů rostoucích v porostech kulturních rostlin nebo na neobdělávané půdě mechanickými zásahy závčas před květem, nejpozději však před dozráním a vysemeněním (Hron 1957).

Cílem každého mechanického zásahu je nejen zeslabení nežádoucí vegetace, ale také současná podpora kulturní rostliny kypřením půdy, zabránění neproduktivnímu výparu apod. (Kohout & Kohoutová 1993). Jak uvádí Čača et al. (1990) kultivační zásahy jsou zvláště důležité v ranných obdobích růstu rostlin, zejména při klíčení a vzcházení. Smykování, plečkování a proorávání porušují půdní škraloupky, zlepšují fyzikálně mechanické vlastnosti půdy a omezují poškození klíčících rostlin padáním nebo spálou. Obecně lze konstatovat, že chemické zásahy nemohou nikdy plně nahradit agrotechnická opatření.

Jak uvádí Jursík et al. (2011), před zavedením a rozšířením herbicidů byla mechanická regulace základním pilířem ochrany porostů před zaplevelením. Do mechanických způsobů regulace řadíme většinu kultivačních zásahů v průběhu vegetace plodin. V porostech hustě vysetých plodin je možné využívat vláčení, především pomocí prutových bran. Vlácením je možné odstranit nebo poškodit 30-70 % plevelů. Za příznivých podmínek je vhodné tento zásah použít opakovaně, například na podzim a na jaře.

Hron & Vodák (1959) uvádí, že převlačování se nejlépe uplatní na jaře u ozimů. U jařin je nutno postupovat opatrně, aby se ve větším měřítku nevytrhaly i kulturní rostliny.

Dvořák & Smutný (2008) označují vláčení jako radikální způsob hubení mělce kořenících plevelů. Tyto zásahy je vhodné provádět nejlépe ve stádiu děložních listů až malé růžice plevelů. U jařin je nejvhodnější převlačovat obilí před vzejitím. Při vhodně zvoleném termínu jarního vláčení je možné spojit tento proces s účelným ošetřením jarních obilnin (podpořením rozvoje odnožování). Běžně je možné vláčením snížit zaplevelení o 45-65 %. Po vláčení vyrostou často na stejném místě až několikanásobek původního zaplevelení. Tyto rostliny lze následně zničit herbicidem. Vlácení ozimých obilnin na jaře se dělá za předpokladu, že nejsou zničeny mrazem. V širokořádkových porostech se uplatňuje meziřádková kultivace, tj. plečkování a proorávání. Plečkování a proorávání se opakuje vždy, jakmile se vytvoří půdní škraloup, nebo nové plevelné rostliny.

Plečkuje se plečkami s vodorovně umístěnými noži, které v malé hloubce podřezávají plevele. Existují také plečky s kartáčovými a hvězdicovými jednotkami, které při rotačním pohybu likvidují mladé rostliny plevelů (Smutný et al. 2018).

Dle Mikulky et al. (2005) došlo v posledních letech k ústupu či podstatnému omezení mechanické kultivace v tradičně kultivovaných plodinách. Naproti tomu v ostatní plodinách, hlavně v obilninách nebo kukuřici dochází k renesanci těchto metod regulace zaplevelení. Efektivnost zásahu je však silně limitována počasím před ošetřením (vlhkostí půdy). U mechanických zásahů je velmi důležitá včasnost s ohledem na růstové fáze plevelů a způsob seřízení nářadí ve vztahu k půdním podmínkám a plodině. Čepel (2001) poukazuje na to, že se s plnou mechanickou kultivací setkáme převážně u pěstitelů s malou výměrou půdy. Je tomu z důvodu velké náročnosti na termín a provedení jednotlivých zásahů. Další možností je pak provést mechanickou kultivaci v kombinaci s použitím herbicidů.

Další z možností účinné regulace plevelů je podle Hrona (1957) mulčování, které můžeme popsat jako meziřádkové nastýlání půdy organickým materiálem (např. rašelinou, drobně nařezanou slámou či chlěvskou mrvou z krátce řezané slámy). Mulčování se dobře uplatňuje proti plevelům, jejichž semena klíčí z malé hloubky a je k tomu dostačující vrstva mulče 3–4 cm vysoká, která zabraňuje vzcházení. Výhony víceletých plevelů však touto vrstvou lehce prorůstají. Dle Masiunas et al. (2003) je možnou alternativou klasického mulče pěnový mulčovací systém, který může být aplikován jako vodná směs bavlněných a celulózových vláken, pryskyřic, škrobů a saponinů. Výhodou oproti běžnému mulči může být snadnější aplikace a větší vytrvalost. Následně může být tento mulč zapraven do půdy. Jak uvádí Marble et al. (2015) je mulčování založeno na principu omezení přístupu vzduchu, vody, světla či alelopatickém chemickém vyluhování mulče.

Fyzikální metody

Jak uvádí Kohout (1997) fyzikální metody zahrnují všechny způsoby využívající k regulaci zaplevelení pouze „fyzikální“ faktory, jakými jsou např. teplota, vlhkost, ultrazvuk, silová pole (gravitační, elektrické, magnetické), elektromagnetické záření, laser apod. Je však skutečností, že některé výše uvedené způsoby vyžadují nákladné aparatury, a přitom nejsou účinnější než levnější metody mechanické či chemické. Tyto metody regulace zaplevelení zatím nepředstavují významný podíl, ale přesto se s nimi v budoucnu počítá především v oblasti regulace dormance rozmnožovacích orgánů a dlouhověkosti semen plevelů v půdě. Stejný názor sdílí také Jursík et al. (2018), kteří považují za největší problém energetickou či technickou náročnost těchto metod, což brání jejich většímu uplatnění v praxi.

Termické metody

Podle Kohouta & Kohoutové (1993) je možné užít levných plamenometných agregátů pro meziřádkovou kultivaci či ošetření kompostů. Zdrojem pak může být bioplyn, vyrobený v zemědělském podniku.

Lépe je hodnoceno používání infrazářičů. Hořícím propan-butanem se zahřívá mříž z manganové ocele na teplotu 800 °C, ta pak vyzařuje dlouhovlnné tepelné záření (infraskoptrum), čímž se povrch půdy ohřívá na 100 °C. Tkáň rostlin se na 2 až 6 sekund ohřeje na 80-100 °C, tím nastává denaturace bílkovin, buněčný obsah se rozpíná a roztrhává buněčné stěny (Dvořák & Smutný 2008). Dle Mikulky et al. (2005) postačuje k nevratnému poškození pletiv krátkodobé zvýšení teploty asi na 45 °C, přičemž není nutné mechanické poškození buněk. V praxi se z hlediska univerzálnosti a investiční nákladnosti používají především stroje pracující na bázi účinku plamene vznikajícího spalováním plynu. Účinnost těchto metod závisí především na pracovní rychlosti, vzdálenosti plamene od povrchu půdy, plevelném druhu a jeho růstové fázi. Podobný názor sdílí také Jursík et al. (2018) podle kterých je účinnost těchto metod silně závislá na druhu plevele a jeho vývojové fázi.

Z hlediska citlivosti rostlin vůči otevřenému ohni podle Landy (1992) platí, že mladá pletiva jsou obecně citlivější než starší a že existují zřetelné rozdíly mezi rostlinnými druhy navzájem i jednotlivými orgány v rámci jedné rostliny. Zajímavou studií se zabývali Jakobsen

et al. (2019) kteří zjišťovali, zdali by mohly být k usmrcení či snížení klíčivosti semen plevelů použity výfukové plyny kombajnu. Ze studií vyplývá, že k potlačení klíčivosti či usmrcení semen běžných druhů plevelů je potřeba vystavit semena teplotě 140 °C po dobu nejméně 4 sekund. Autoři došli k závěru, že existuje potenciál k vývoji kombajnů, které využívají výfukové plyny k usmrcení, nebo omezení klíčivosti semen plevelů před tím, než se vrátí na pole.

Solarizace půdy

Dle Jursíka et al. (2018) tato metoda spočívá ve využívání slunečního záření. Při solarizaci se povrch půdy pokryje průsvitnou fólií, pod níž se díky skleníkovému efektu udržuje vysoká teplota, která zabraňuje růstu plevelů. Také zde se projevuje rozdílná druhová citlivost. Například ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*) je v našich podmínkách vůči solarizaci značně odolná.

Solarizace půdy je účinná pro regulaci mnoha druhů plevelů v různých částech světa. Obecně platí, že jednoleté ozimé druhy, které klíčí za krátkého dne a chladnějších teplot jsou poměrně účinně regulovány (Landa 1992).

Při dostatku slunečního záření se zahřívá povrchová vrstva půdy natolik, že většina semen či plodů v ní obsažených odumírá. Solarizace je využitelná především na menších plochách a tam, kde je dostatečný přísun slunečního záření po delší dobu (Jursík et al. 2011). Jehlík et al. (1998) se přiklání k názoru, že jsou solarizační metody v našich podmínkách stěží použitelné. Zmiňují také to, že je zkoušena solarizace také metodou tzv. nástřikových fólií s dočasným účinkem až do doby jejich rozkladu.

Ostatní metody

Dle Dvořáka & Smutného (2008) jsou známi i další způsoby regulace zaplevelení například pomocí gama záření, mikrovlňného záření, infračerveného záření či pomocí tekutého dusíku. Ve většině případů jsou však tyto metody málo prověřené a z praktického hlediska špatně využitelné.

Biologické metody

Jde o hubení plevelných rostlin záměrným využíváním živých antagonistických organismů (hub, mikroorganismů, fytofágního hmyzu, roztočů apod.) s cílem snížit populace plevelných druhů pod ekonomický práh škodlivosti (Kohout 1997).

Podle Dvořáka & Smutného (2008) se biologická regulace polních plevelů může uskutečňovat introdukcí choroboplodných zárodků nebo škůdců, biotechnickými prostředky (bakteriální herbicidy, mykoherbicidy) a využitím alelopatie. Při výběru chorob a škůdců, využitelných pro omezování plevelů je nutné prokázat, že tyto organizmy poškozují pouze plevele a neškodí jiným rostlinám. V boji proti plevelům lze využít jednak zástupce rostlinné říše, tj. bakterie a houby a také zástupce z říše živočišné, což jsou hmyz, eventuálně měkkýši. Dle Radhakrishnan et al. (2018) se k regulaci plevelů používají také rostlinné extrakty, alelochemikálie a některé mikroby, kdy tyto preparáty můžeme nazvat jako bioherbicidy. Rostlinné extrakty nebo metabolity jsou absorbovány semeny plevelů, což způsobuje poškození

buněčné membrány, DNA, mitózy, amylázové aktivity a dalších biochemických procesů. Některé z metabolitů škodlivých mikrobů způsobují onemocnění, nekrózu a chlorózu, které inhibují klíčení a růst semen plevelů potlačením fotosyntézy a aktivity gibberellinu. Dle Singh et al. (2008) jsou zkoumány možnosti, jak lze využít k hubení plevelů alelopatických vlastností rostlinných zbytků ve spolupráci s půdními mikroorganismy či přímé využití alelochemikálií jako přírodních pesticidů. Diskutuje se také o možnosti přenosu alelopatických vlastností do moderních kultivarů. Podobný názor sdílí také Jabran et al. (2015), podle kterých jsou žito, čirok, slunečnice, řepka či pšenice plodiny s alelopatickým potencíonálem. Dokáží nejen potlačovat plevele, ale podporují i podzemní mikrobiální aktivity. Další možností může být využití kultivarů těchto rostlin jako krycích plodin či jako mulče. Jursík et al. (2018) definují biologické metody jako záměrné využívání živých organismů (biologického agens, bioagens) k regulaci populační hustoty cílového druhu plevelu. Tato metoda pouze využívá procesy, které v přírodě probíhají. Při biologické regulaci nikdy nedojde k úplnému odstranění plevelného druhu, ale dochází k určitému stavu dynamické rovnováhy a početnost cílového plevelu dlouhodobě zůstává pod prahem škodlivosti. Podle Kennedy (2011) je nutné vzhledem k neustálému omezování syntetických herbicidů hledat nové strategie regulace plevelů. Vhodným řešením může být využití biotických faktorů, konkrétně půdních mikroorganismů, které jsou schopny plevele potlačovat. Tyto metody však vyžadují další studie, aby mohly být účinně využity ve prospěch zemědělství a zejména k regulaci plevelů.

Nejčastějšími bioregulátory jsou hmyz a patogenní houby. Využívají se především druhy s vysokou selektivitou, a tedy co nejmenší mírou poškození necílových druhů. Do biologické regulace je nutné řadit i pastvu. Jakkoliv má tato metoda velmi omezené použití v porostech klasických polních plodin (Jursík et al. 2018).

Jehlík et al. (1998) uvádí, že tzv. klasické metody biologické regulace proti plevelům aplikací hmyzích patogenů jsou známy již přes 100 let.

Aby byl zajištěn dostatečný efekt pro snížení populací plevelů v ekosystému musí podle Kohouta (1997) zástupci hmyzu splňovat tyto podmínky:

- musí potlačit růst plevelu nebo jej zničit
- musí potlačovat pouze určitý druh, ne jiné rostliny nebo dokonce kulturní rostliny
- musí mít rychlý reprodukční cyklus
- v případě introdukovaného hmyzu musí být adaptabilní na místní podmínky

Dle Mikulky et al. (2005) dosáhl výzkum a praktická aplikace biologické ochrany rozmachu v 80. a 90. letech minulého století. Vzhledem k malému zájmu jak na straně výrobců, tak na straně zemědělců zatím nedošlo k výraznějšímu praktickému využití. Brání tomu například opakované narušování prostředí v agrosystémech při pěstování jednoletých kultur, kde nedochází k ustálení rovnováhy. Dalším problémem je druhová specifičnost bioregulátorů, kteří nemohou zajistit požadovaný účinek na větší část plevelného spektra. Potenciál biologické ochrany je možné spatřit spíše na nezemědělských půdách, jako jsou louky a

pastviny. V těchto podmínkách mohou regulátoři při vhodném hospodaření dosáhnout potřebného snížení výskytu plevelů. V našich podmínkách je z houbových patogenů potencionálně dobře využitelná rez vonná (*Puccinia Suaveolens*), která parazituje na pcháči osetu (*Cirsium arvense*). Dle Cordeau et al. (2016) mají bioherbicide potenciál nabídnout řadu výhod, jako je zvýšená specifičnost k cílovým organismům či jejich rychlá degradace. Přestože se od roku 1980 počet biopesticidů ve světě zvýšil, počet bioherbicidů představuje stále méně než 10 % z nich. Autoři zároveň uvádí, že se význam bioherbicidů bude zvyšovat z důvodů přísnější legislativy ohledně herbicidů, většímu významu ekologického zemědělství či přetrvávající hrozbě rezistence plevelů vůči herbicidům.

Na rozdíl od chemické regulace plevelů je biologická regulace mnohem více spjatá s celým integrovaným systémem pěstování a ochrany polních plodin, vyžaduje vyšší komplexnost, a to hlavně z následujících důvodů:

- nutnost dlouhodobého plánování
- častý požadavek na změnu v rámci celého pěstebního systému
- variabilita v chování a reakcích biologického agens ve vztahu k interakcím s ostatními faktory vnějšího prostředí (Jursík et al. 2018).

Biologická regulace je v mnoha případech úspěšně používána proti nepůvodním, invazním druhům rostlin. Její využití v podmínkách polních plodin je však omezeno. S výjimkou mykoherbicidů potřebují biologické metody vždy delší dobu pro dosažení plné účinnosti, dále působí obvykle proti jednomu či několika blízce příbuzným druhům a zbytek plevelného spektra zůstává nezasažen (Jursík et al. 2011). Dle McFadyen (1998) je zavedení těchto metod bezpečné, šetrné k životnímu prostředí i nákladově efektivní. Musí být ale brána v potaz i jistá rizika. Např. poškození necílové fauny a flóry.

Pod biologickou ochranu můžeme případně zařadit i ochranu přirozených antagonistů plevelů včetně zabezpečení doplňkových zdrojů potravy (Jirátko 1988).

Chemické (herbicidní) metody

Metody chemické ochrany rostlin před zaplevelením spočívají téměř výhradně v používání herbicidů. Aplikace těchto přípravků má svá pozitiva, ale také negativa.

Počátky chemické ochrany proti plevelům lze datovat do přelomu 18. a 19. století, kdy začaly být cíleně používány některé agresivní anorganické sloučeniny s fytotoxickým účinkem na rostliny (Mikulka et al. 2005). Používání herbicidních látek počalo po skončení druhé světové války. Po zpočátku nevýznamném rozšíření došlo v šedesátých letech minulého století k masovému používání herbicidů. Vývoj nových látek byl explozivní a v současné době je používáno velké množství herbicidů s různým mechanismem účinku. Většinu plodin na celém světě by bez používání herbicidů nebylo možné pěstovat (Mikulka 2014). Industrializace zemědělství si vynutila vytvoření velkoplošných lánů, jednotně obhospodařovaných a spolu s ní se vynořila nutnost účinného boje proti plevelům. Moderní chemický průmysl poskytl zemědělcům účinné chemické prostředky – herbicidy (Moravec et al. 1994). Dle Čači et al.

(1990) závisí volba použitého herbicidu na druhovém zastoupení plevelů v plodině. Aplikovaný herbicid musí proti plevelům vykazovat plevelohubný účinek při vysoké selektivnosti vůči pěstované plodině. Jak uvádí Kohout (1997) nevýhody používání herbicidů spočívají především v omezené účinnosti jen na část plevelného spektra, dále pak v možnosti vzniku rezistence k nejčastěji používaným herbicidům či v ohrožení zdraví lidí a zvířat zbytky herbicidů v rostlinách. Další nevýhodou jsou také aktivní rezidua v půdě, která mohou poškodit následnou plodinu, či proniknout do podzemních vod, nebo být smyta do níže položených míst. Autor zároveň dodává, že jsou tyto nevýhody postupně omezovány zaváděním herbicidů nejnovější generace, nejmodernější aplikační technikou, střídáním či cílevědomým mícháním herbicidních látek, vyšší úrovní znalostí a dodržováním opatření a předpisů.

Dle Hamouze (2014) přípravky na ochranu rostlin používané v intenzivní zemědělské výrobě napomáhají k dosažení vysokých a stabilních výnosů plodin, avšak představují riziko pro životní prostředí a pro lidské zdraví. Dosud je běžnou zemědělskou praxí, že se na celý pozemek aplikuje jednotná dávka herbicidu, přestože některé jeho části vykazují jen slabý nebo nulový výskyt plevelů. Řešením může být cílená regulace zaplevelení, kdy je regulační zásah uskutečněn pouze v těch částech pozemku, kde výskyt plevelů překračuje práh škodlivosti. Tím je možno dosáhnout významné úspory herbicidů, omezit ekologickou zátěž prostředí a v některých případech také omezit herbicidní poškození plodin. Další možností je dle Dvořáka & Smutného (2008) za určitých okolností (vysoká produktivita a konkurenční schopnost porostu, zastoupení snadno hubitelných plevelů a dalších podmínek) použití snížených dávek herbicidů, oproti běžně doporučovaným. Při vyšší hustotě porostu klesá účinnost s klesající dávkou méně. Redukovaných dávek by proto mělo být využíváno v zapojených porostech plodin s rychlým vývojem biomasy, nebo při aplikacích dělených látek, kdy menší herbicidní účinnost lze kompenzovat následným ošetřením. Tyto snížené dávky by měly být obecně aplikovány častěji, kdy se plevelné rostliny nacházejí v citlivé fázi.

Podpora rozhodování v oblasti chemické regulace plevelů by měla zahrnovat tři základní okruhy:

- rozhodování o ekonomické efektivnosti chemické ochrany včetně optimalizace
- rozhodování o nejvhodnějším termínu ochrany z pohledu minimalizace vlivu na výnos a dosažení nejvyšší účinnosti
- posouzení dopadů chemických zásahů, ale i agrotechnických opatření na dlouhodobou populační dynamiku plevelů (Smutný et al. 2018).

Použití herbicidů je relativně málo náročné na lidskou práci a většinou bývá také méně nákladné než ostatní možnosti regulace plevelů (Jursík et al. 2011).

3.15 Herbicidy

Herbicidy jsou chemikálie, které díky svojí biologické aktivitě zasahují fyziologické pochody rostlin a tím způsobují jejich poškození a následné odumření (Jursík et al. 2018).

Podstatou biologické aktivity herbicidů je dle Mikulky et al. (2005) narušení některého z životně důležitých biochemických pochodů v cílové rostlině. Zpravidla se jedná o inhibici jednoho nebo více enzymů, které katalyzují některou z reakcí při biosyntéze organických sloučenin – aminokyselin, karotenoidů, lipidů apod. Znalost mechanismů účinku (biochemické aktivity) herbicidů je významná především z hlediska prevence vzniku rezistence v plevelných společenstvech, správného termínu ochrany a výběru vhodných kombinačních partnerů.

Projevy účinku herbicidů na plevelných rostlinách označujeme jako herbicidní účinnost (efekt), poškození plodin herbicidem zpravidla označujeme jako fytotoxicitu (Dvořák & Smutný 2008).

3.15.1 Základní rozdělení herbicidů

Jak uvádí Dvořák & Smutný (2008) z praktického hlediska lze herbicidy rozdělit na:

• Selektivní herbicidy

Jsou to takové sloučeniny a přípravky, jimiž jsou při vhodném použití ničeny určité druhy plevelů a jejich skupin, aniž jsou poškozeny kulturní rostliny. Selektivní působení nastává při správném použití určitého herbicidu (zejména při odpovídající aplikační dávce) a spolupůsobením dalších faktorů, z nichž hlavní jsou vlastnosti účinné látky a specifické vlastnosti jak pěstované rostliny, tak plevelů.

• Neselektivní herbicidy

Hubí všechny rostliny na ošetřeném stanovišti. Používají se k ničení veškeré vegetace na nezemědělské půdě a ve velkém rozsahu také k hubení plevelů na orné půdě a v dalších zemědělských kulturách.

Podle převažujícího způsobu účinku je možné herbicidy rozdělit také na **dotykové (kontaktní) herbicidy** – které působí hlavně v místě dotyku s rostlinným pletivem. V tomto případě jsou nejlepší výsledky dosaženy při ošetřování jednoletých plevelů ve fázi malé listové růžice. Ve vyšších růstových fázích se herbicidní efekt snižuje. Hlavní efekt kontaktních látek spočívá ve srážení bílkovin a v dehydratačním účinku. **Translokační neboli systemické herbicidy** – jsou rostlinou absorbovány a rozváděny i do těch částí, které nebyly látkou přímo zasaženy. Translokace se může dít floémem, tj. z listů do spodních částí, nebo xylémem, což je z kořenů do nadzemních částí rostlin. Translokační herbicidy ničí i vytrvalé plevele. U některých herbicidů se oba způsoby kombinují.

3.15.2 Selektivita herbicidů

Jak uvádí Mikulka et al. (2005) selektivita herbicidu je vlastnost, která vyplývá z rozdílu mezi biologickou účinností na plevele a plodiny, který umožňuje aplikaci v plodině, aniž by došlo k jejímu výraznějšímu poškození (tzv. fytotoxicitě). Selektivita je založena na různých mechanismech, které se mohou vzájemně kombinovat:

- **Fyziologicky (enzymaticky) podmíněná selektivita** – nejběžněji je selektivita předurčena schopností plodin degradovat (detoxikovat) herbicid rychleji než plevel.
- **Morfologicko-anatomicky podmíněná selektivita** – plodiny se mohou morfologicky lišit od plevelů např. postavením listů, jejich povrchem, takže mohou bránit průniku herbicidu do rostliny.
- **Poziční selektivita** – tento typ spočívá v rozdílné zóně kořenového příjmu herbicidu mezi plevelem a plodinou. Tato selektivita je typická pro půdní herbicidy.

3.15.3 Možnosti aplikace herbicidů

- **Předsetřová aplikace**

Herbicidem se ošetří připravená nebo i nepřípravená půda před setím nebo sázením plodin. Jde o méně rozšířený způsob, který se používá např. u půdních herbicidů, jež jsou na světle nestabilní nebo špatně pronikají hlouběji ke klíčovým semenům plevelů. Proto se po aplikaci zapravují např. kypřičem nebo bránami mělce do půdy.

- **Preemergentní aplikace**

Provádí se v období po zasetí plodiny, avšak ještě před jejím vzejitím. Jde buď o kontaktní preemergentní aplikaci, která se provádí po vzejití plevelů anebo reziduální preemergentní aplikaci, jež se provádí před vzejitím plevelů.

- **Postemergentní aplikace**

Provádí se po vzejití plodiny. Podle typu použitého herbicidu je přesný termín aplikace zpravidla vymezen růstovou fází plodiny a plevelů. Předností postemergentních aplikací je možnost rozhodnutí se pro provedení zásahu a výběru účinných látek až podle skutečného zaplevelení. Při ojedinělém a nerovnoměrném výskytu plevelů není na pozemku při postemergentní aplikaci nutno ošetřovat celou plochu, ale lze provést pouze ohniskovou aplikaci.

- **Předsklizňové aplikace herbicidů**

Podstata těchto aplikací spočívá především ve vysoké herbicidní spolehlivosti účinku na pýr plazivý, pcháč rolní, pelyněk černobýl a další plevele. Plevelé mají vytvořenou velkou listovou plochu, což příznivě ovlivní množství přijaté účinné látky a její následnou translokaci do kořenů vytrvalých plevelů. Předpokladem úspěchu je dodržení termínu aplikace herbicidů, aby došlo k odumření nadzemních částí rostlin plevelů.

- **Klasická neboli jednorázová aplikace**

Herbicid je použit jednorázově v optimální fázi růstu plevelů i zemědělské plodiny

- **Dělená aplikace**

Plevelé mají různou vzcházivost v průběhu vegetace a aplikace herbicidů musí být provedena v takové fázi růstu plevelé, aby byla co nejoptimálnější a nejúčinnější. Proto se v

praxi někdy využívá tzv. dělených dávek herbicidů. To znamená, že se dávka herbicidu rozdělí na několik dávek, nebo se použije více herbicidů na určité plevele, které postupně rostou (Mikulka 2014).

3.15.4 Vnější faktory ovlivňující účinnost herbicidů

Účinnost herbicidů je ovlivňována mnoha vnějšími faktory. Znalost vztahů mezi nimi a účinností je proto velmi významná při volbě herbicidu, jeho dávky, případně použití smáčedla (Jursík et al. 2011).

Dle Kohouta (1997) lze hlavní vnější faktory ovlivňující příjem, translokaci a aktivitu herbicidu v rostlině rozdělit takto:

- **Teplota vzduchu**

Teplota vzduchu bezprostředně ovlivňuje účinek herbicidů. S rostoucí teplotou stoupá účinek herbicidů. Při vyšších teplotách přes 22 °C dochází k „popálení“ i kulturních rostlin. U vytrvalých plevelů dochází při vyšších teplotách také rychlejšímu odumírání nadzemní hmoty.

- **Rychlost větru**

Bezprostředně ovlivňuje kvalitu aplikace. Při silnějším větru dochází k únosům postřikové jíchy, což se projevuje nepravidelným účinkem, nebo poškozením okolních kultur.

- **Půdní druh**

Především účinek půdních perzistentních herbicidů je velmi významně ovlivňován druhem půdy. V půdách lehkých, písčítých, či s malou sorpční kapacitou se herbicid velmi snadno pohybuje v půdním profilu a hrozí jeho vyplavování do podzemních vod. Naproti tomu půdy těžké, jílovité, s vysokou sorpční kapacitou váží velmi silně herbicidy. Nehrozí tak nebezpečí vyplavování do podzemních vod.

- **Vlhkost půdy**

V suché půdě herbicidy zpravidla neúčinkují, naopak ve vlhčí půdě stoupá jejich aktivita. Suché periody podstatně zvyšují riziko pro následné plodiny, které jsou potom poškozovány herbicidy použitými v předplodinách.

- **Dešťové srážky**

V menším množství neovlivní účinek herbicidů. Naopak u preemergentních aplikací napomohou dokonalému rozptýlení herbicidů v povrchové vrstvě půdy. U postemergentních aplikací napomohou k lepšímu příjmu herbicidu do listových pletiv. Prudké dešťové srážky jsou nežádoucí. Dochází k proplavování půdních herbicidů do spodních vrstev ornice, či se mohou splavit spolu s ornici do půdních proláclin, kde se později herbicidy projeví fytotoxicky na kulturní plodiny. U postemergentních herbicidů dochází ke splavování účinné látky z rostlin. Nevhodná je také aplikace po dešti, nebo při ranní rose. Herbicid se silně ředí a odkapává z rostlin.

- **Růstová fáze plevelů**

Velmi důležité je aplikovat herbicidy v termínu, kdy jsou plevelné rostliny nejcitlivější. Pro jednoleté plevele obecně platí, že menší rostlina je citlivější. Vyvinutá rostlina po aplikaci herbicidu zpravidla snadněji regeneruje. U vytrvalých plevelů je vhodnější aplikace na vyvinutější rostliny, které mají vytvořenou dostatečnou listovou plochu. Na ní ulpí potřebné množství účinné látky, která je následně translokována do podzemních orgánů.

- **Intenzita světla**

Intenzita slunečního záření ovlivňuje především účinek herbicidů působících na fotosyntézu. Někdy i za doporučených teplot vzduchu při vysoké intenzitě slunečního záření dochází k poměrně značným projevům fytotoxicity na kulturních rostlinách.

3.16 Půda

Bavíme-li se o polních plodinách, plevelech a jejich vývoji či regulaci, nelze opomenout vztah těchto rostlinných společenstev k půdě. Tyto vztahy budou v krátkosti popsány v následující kapitole.

3.16.1 Definice půdy

Půda je žijící prostorový přírodní útvar s transformační, translokační a produkční schopností, která podmiňuje tvorbu biomasy. Z hlediska systémového pohledu, který představuje nejširší definici, je půda považována za komplexní, polyfunkční, otevřený, polyfázový systém, tvořící povrchovou část litosféry (Kozák et al. 2009).

Půda je neobnovitelným přírodním zdrojem, je charakteristickou složkou krajiny. Pro zemědělství je půda především stanovištěm pěstovaných rostlin, prostředkem k výrobě potravin rostlinného původu, krmiv pro hospodářská zvířata, ale i surovin pro nepotravinářské využití. Při hospodaření na půdě by mělo být trvale v popředí zájmu uchování úrodnosti půdy a jejích ekologických funkcí (Hůla et al. 1997).

Frouz et al. (2003) charakterizují půdu jako třífázový systém složený z pevné části, půdní vody a půdního vzduchu. Pevná složka je tvořena jednak anorganogenním podílem, ale velmi důležitou součástí je také organická složka (půdní humus, fyto a zoedafon).

3.16.2 Vliv vlastností půdy a obsažených živin na výskyt plevelů

Jak uvádí ke vztahu semen plevelů a půdy Jursík et al. (2018) na ulehých a málo okysličených půdách si semena plevelů udržují životnost delší dobu. Naopak na lehčích, výhřevných, úrodných, biologicky činných půdách semena ztrácí klíčivost v kratší době (u některých druhů již po roce i dříve). Na klíčivost semen plevelů působí pozitivně také přítomnost některých živin v půdě, zejména dusičnanů. Často však v kombinaci s jinými faktory, jako jsou střídající se teploty či zasolení půdy.

Dle Dvořáka & Smutného (2008) půdní typ souvisí zejména s půdní reakcí a hydrologickými podmínkami. Každý půdní typ má charakteristické složení vegetace polních

plevelů (zejména u půd solných a podzolovaných). Současný stav zaplevelení polí neumožňuje identifikaci půdního typu podle výskytu plevelů. Reakce půdy odpovídá chemickým charakteristikám půdotvorného substrátu a je významně ovlivňována hnojením (zejména vápněním). U většiny plevelných druhů není vztah k půdní reakci vyhraněný. Některé druhy plevelů ale charakterizují lokality s extrémní reakcí půdy. Na silně kyselých půdách bývá ve velké míře například koleneček rolní (*Spergula arvensis*) či medyněk měkký (*Holcus mollis*). Na půdách zásaditých hlaváček letní (*Adonis aestivalis*) či ostrožka stračka (*Consolida regalis*). Půdní druh také ovlivňuje četnost výskytu některých plevelů. Například rmen rolní (*Anthemis arvensis*) s častým výskytem na lehkých půdách. Obecně lze říci, že vztahy nejrozšířenějších a nejfrekventovanějších polních plevelů k uvedeným podmínkám jsou málo zřetelné. V současnosti při velkém významu dominantních, obecně rozšířených druhů se tyto vztahy jeví jako vágní. Rejšek & Vácha (2018) se přiklání k názoru, že to jsou právě rostliny, které reagují minimálně na extrémy jejich stanoviště. Jiné rostliny najdeme na půdách kyselých a jiné na půdách alkalických. Stejně tak jiné na půdách zamokřených a jiné na půdách vysýchavých, nebo jiné na skeletnatých a jiné na jílovitých půdách. Této schopnosti rostlin říkáme fytoindikace stanovištních podmínek. Autoři však zároveň uvádějí, že růst, produkce a obnova agrobiocenóz je výrazně podmíněna agrotechnickými, hospodářsko-úpravnickými a pěstebními opatřeními, stejně jako opatřeními ochrany polních plodin. Kohout (1997) uvádí, že postupně vymizely druhy plevelů indikující nedostatek živin v půdě a její kyselost z důvodu zvýšených dávek hnojiv. Podle Mikulky (2014) má výživa rostlin velký vliv na plevelová společenstva. Plevelné rostliny reagují na hnojení zvýšeným růstem a v řadě případů i rychleji než pěstované plodiny. Vliv vysoké zásobenosti půd základními živinami (P, K, Mg aj.) a vysokých dávek dusíku byl patrný v 70. a 80. letech. V 90. letech intenzita hnojení výrazně poklesla. Proto je možné pozorovat na nehnojených pozemcích pokles výnosů plodin, ale také snížení produkce jednoletých plevelů a jejich semen i objemu vegetativních rozmnožovacích orgánů vytrvalých plevelů. To ovšem neznamená, že sníženým hnojením omezíme výskyt plevelů. Na celkovou zaplevelenost to nemá výrazný vliv, vzhledem k obrovské zásobenosti půdy semeny plevelů. Tyto skutečnosti potvrzují také Blackshaw et al. (2003), podle kterých v porostech pšenice a řepky reagovaly plevele na přísun dusíku nárůstem podzemních i nadzemních částí. Při základních dávkách dusíku vykazovaly druhy plevelů ve srovnání s pšenicí a řepkou podobný či větší nárůst biomasy. Se zvyšující se dávkou dusíku plevelné druhy vykazovaly oproti plodinám častěji větší nárůst podzemní i nadzemní biomasy. Dvořák & Smutný (2008) uvádí fakt, že vysoká koncentrace živin v ornici, včetně ostatních solí mobilizuje půdní zásobu některých plevelů. Hnojení dusíkem a draslíkem má pozitivní vliv na vzcházení merlíku bílého (*Chenopodium album*) a ova hluchého (*Avena fatua*). Kohout et al. (1982) poukazují na to, že plevele mohou ve vztahu k půdě plnit i pozitivní funkci. Mohou být využity jako indikátory pro obsah draslíku a fosforu v půdě, nebo pro indikaci vhodnosti stanovišť pro pěstování jednotlivých druhů motýlokvětých pícnin. Dle Jursíka et al. (2018) mají často velký podíl v jednotlivých společenstvech plevelů ty druhy, které jsou schopny růstu v širokém rozpětí různých podmínek jako např. pcháček rolní (*Cirsium arvense*) či merlík bílý (*Chenopodium album*). Podobný názor sdílí také Hron & Vodák (1959) kteří zmiňují fakt, že se mnohé plevele

vyznačují velkou plastičností a vyskytují se obecně téměř ve všech oblastech a v různých půdních a klimatických podmínkách. Jsou ale i druhy, které mají vyhraněnější nároky na prostředí. Jako příklad lze uvést pýr plazivý (*Elytrigia repens*) a medyněk měkký (*Holcus mollis*). Pýr plazivý se nejvíce vyskytuje v úrodnějších půdách a v příznivějších klimatických podmínkách. Naproti tomu stejně úporný medyněk měkký se vyskytuje především ve vyšších polohách, na chudších a lehčích půdách. Na základě dlouhodobého výzkumu vzorků podle Pyška et al. (2005) ovlivňuje početnost druhů plevelů a jejich pokrývnost hlavně výšková floristická oblast. Typ půdy neměl žádný přímý vliv na počet druhů. Úbytek plevelů v rostoucí plodině byl však výraznější u půd chudých než u půd bohatších na živiny.

4 Metodika

4.1 Materiál

4.1.1 Charakteristika jednotného zemědělského družstva „Budovatel“

Jednotné zemědělské družstvo „Budovatel“ (dále jen družstvo) se nachází v Plzeňském kraji v okrese Klatovy v obci Janovice nad Úhlavou. Družstvo je členem Zemědělského svazu České republiky. V současné době má družstvo 47 členů. Družstvo hospodaří formou konvenčního zemědělství. V současné době družstvo hospodaří na pozemcích o celkové rozloze 1 340 ha. Přičemž 330 ha pozemků je ve vlastnictví družstva a zbývajících 1 010 ha v nájmu či pachtu. Celkem hospodaří družstvo na 200 DPB (díly půdních bloků) vedených v LPIS (Land Parcel Identification System). Z celkových 1 340 ha připadá 980 ha na ornou půdu (viz. Tab. 1) a zbylých 360 ha na TTP (trvalý travní porost). Celkem 45 ha z TTP je vyčleněno jako pastevní areál pro dobytek.

Tab.č. 1: Pěstované plodiny na PB družstva v roce 2019

Plodina	Výměra
pšenice ozimá	370 ha
řepka ozimá	175 ha
kukuřice	130 ha
ječmen ozimý	125 ha
tritikale s jílkem	75 ha
tritikale jarní	63 ha
ječmen jarní	40 ha
brambory	2 ha
Celkem	980 ha

V živočišné výrobě se družstvo zabývá výkrmem býků a jalovic do porážkové hmotnosti. Dobytek je chován bez tržní produkce mléka (BTPM). Zástavový skot je nakupován od různých

chovatelů. Jsou vykrmována masná plemena – Simentál, Galloway, Limousine a Hereford. Je chováno v průměru 750 VDJ (velkých dobytčích jednotek). Skot je chován systémem stelivového ustájení. Sláma je získána z plodin sklizených na pozemcích obhospodařovaných družstvem.

4.1.2 Klimatické podmínky

Zájmové území obhospodařované družstvem se nachází v bramborářské výrobní oblasti, která se dále dělí na 4 podoblasti (B1 – B4). Tato oblast je charakterizována jako mírně teplá až mírně chladná s nadmořskou výškou 400–650 metrů. Průměrným ročním úhrnem srážek 550–900 mm a s průměrnými ročními teplotami 5–8 °C. Hlavní pěstované zemědělské plodiny v této výrobní oblasti jsou konzumní, průmyslové a krmné brambory; krmné obilniny a řepka. Zornění této výrobní oblasti je více než 60 %. Reliéf terénu je středně zvlněný až silně svažité. Podíl této výrobní oblasti v zemědělském půdním fondu ČR je cca 19 %.

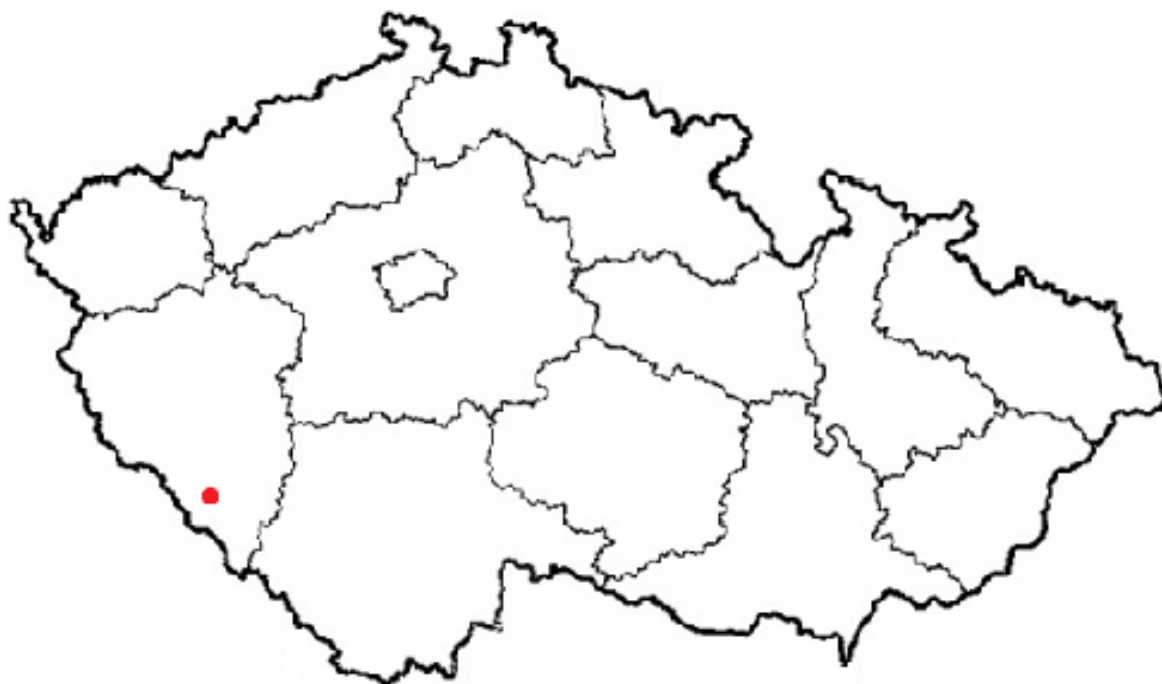
Podle charakteristiky BPEJ (bonitované půdně ekologické jednotky) se průměrné roční teploty na zájmovém území pohybují mezi 6–8 °C. Dle údajů z LPIS je průměrná nadmořská výška sledovaných půdních bloků s ozimými plodinami 425 m n. m., s jařinami 441 m n. m. a s okopaninami 428 m n. m.

Jak vyplývá z údajů uvedených v Tab. 2, byl rok 2019 v porovnání s údaji uvedenými v BPEJ teplotně nadprůměrný, kdy průměrná roční teplota v zájmovém území činila 10°C.

Tab.č. 2: Průměrné teploty a srážky v okrese Klatovy za rok 2019

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Průměrné teploty v °C	-0,3	2,2	6,3	9,7	11,0	21,2	19,8	18,8	14,1	9,9	4,8	2,3
Průměrné srážky v mm	33,1	38,4	44,2	15,0	96,3	41,2	70,6	80,7	46,8	29,5	25,9	16,4

Zdroj: Český hydrometeorologický ústav



Obr.č. 1: Mapa České republiky s vyznačeným zájmovým územím v rámci kraje



Obr.č. 2: Mapa s vyznačeným zájmovým územím v rámci okresu

4.1.3 Geologické a půdní podmínky

Dle Kozáka et al. (2009) se v zájmovém území nacházejí dva druhy půd, a to pseudoglej a kambizem modální. Z hlediska kvality humusu patří zájmové území do skupiny se zásobou středně kvalitního humusu. Z hlediska zrnitosti půdy řadíme území do skupiny – střední půdy. Z geomorfologického hlediska patří území do skupiny plošiny v pásmu pahorkatin.

Půdní bloky v zájmovém území jsou charakterizovány podle bonitovaných půdních ekologických jednotek (BPEJ). Dle této charakteristiky spadají půdní bloky v kategorii sklonitosti: úplná rovina až střední sklon; kdy sklonitost se pohybuje v rozmezí 0–12°. Orientace jednotlivých půdních bloků ke světovým stranám je dle této charakteristiky značně proměnlivá a zahrnuje vesměs všechny světové strany.

4.2 Metodika fytoocenologického snímkování

Ve vybraných půdních blocích byly sledovány porosty pšenice seté ozimé (*Triticum aestivum* L.), ječmene setého ozimého a jarního (*Hordeum vulgare* L.), tritikale (*Triticosecale*), kukuřice seté (*Zea mays* L.) a lilku bramboru (*Solanum tuberosum* L.). Hodnocení zaplevelení probíhalo v průběhu jara a léta roku 2019. V ozimých obilninách probíhalo fytoocenologické snímkování ve druhé polovině června, v jarních obilninách v polovině července a v okopaninách v první polovině měsíce září. Fytoocenologické snímkování probíhalo na náhodně vybraných čtvercových plochách o rozloze 100 m² (10x10 m). Tyto plochy byly vytyčeny pomocí čtyř dřevěných latí a bezpečnostní červenobílé vytyčovací pásky. Hodnocení bylo prováděno vždy uvnitř porostu, alespoň 20 metrů od okrajových částí půdních bloků, aby nebyly snímky ovlivněny zaplevelením z okolní neobhospodařované vegetace. Snímkování probíhalo vždy v části porostu bez atypických podmínek k danému stanovišti, jako je například lokální zamokření či nezapojený porost plodiny. Celkem bylo v rámci snímkování navštíveno 23 polí, ze kterých 5 polí připadá na *Triticum aestivum* L., 5 polí na *Hordeum vulgare* L., 6 polí na *Triticosecale*, 6 polí na *Zea mays* L. a 1 pole na *Solanum tuberosum* L. Zeměpisné souřadnice jednotlivých snímků a názvy polí jsou uvedeny v Tab. 4 až 6. Zaplevelení plodin bylo hodnoceno pomocí kombinované Braun-Blanquetovy stupnice abundance a dominance (BRAUN-BLANQUET 1964, adaptace BARKMAN et al. 1964), viz. Tab. 3.

Tab.č. 3: Braun-Blanquetova stupnice abundance a dominance

Stupeň	četnost/pokryvnost snímkové plochy v %
r	jeden nebo několik málo jedinců s nepatrnou pokryvností (cca 1%)
+	roztoušený výskyt s pokryvností < 5%
1	hojný výskyt s velmi malou pokryvností nebo méně početný druh s větší pokryvností, vždy však < 5%
2m	početný druh s pokryvností + - 5%
2a	druh s pokryvností 5–15% bez ohledu na počet jedinců
2b	druh s pokryvností 15–25% bez ohledu na počet jedinců

3	druh s pokryvností 25-50% bez ohledu na počet jedinců
4	druh s pokryvností 50-75% bez ohledu na počet jedinců
5	druh s pokryvností 75-100% bez ohledu na počet jedinců

4.2.1 GPS souřadnice fytoocenologických snímků

Tab.č. 4: GPS souřadnice fytoocenologických snímků v ozimých obilninách

	Plodina	GPS souřadnice snímků (formát WGS 84)		Název pozemku
1	pšenice ozimá	49° 20.49738' N	13° 12.64455' E	Za Mostem
2	pšenice ozimá	49° 20.03598' N	13° 11.53605' E	Pastvištata
3	ječmen ozimý	49° 20.84717' N	13° 15.10938' E	Za Jandou Hvízdalka
4	ječmen ozimý	49° 21.35843' N	13° 15.04325' E	Uran
5	pšenice ozimá	49° 22.16610' N	13° 13.40527' E	Černý Vrch
6	pšenice ozimá	49° 19.94790' N	13° 11.73688' E	U Lomu
7	ječmen ozimý	49° 21.74868' N	13° 11.37575' E	Přes Vršky
8	pšenice ozimá	49° 21.39367' N	13° 13.94762' E	Letiště Rohozno

Tab.č. 5: GPS souřadnice fytoocenologických snímků v jarních obilninách

	Plodina	GPS souřadnice snímků (formát WGS 84)		Název pozemku
1	tritikale jarní	49° 18.84200' N	13° 12.97398' E	V Chalupách
2	tritikale jarní	49° 18.90662' N	13° 13.42683' E	Za Pavlem
3	tritikale jarní	49° 19.45505' N	13° 13.00922' E	Mrázovka
4	tritikale jarní	49° 20.42975' N	13° 13.66035' E	Velké Lány
5	tritikale jarní	49° 21.85338' N	13° 16.19858' E	Švagrovo Vacovy
6	tritikale jarní	49° 21.27815' N	13° 15.19307' E	Paumrovka Vacovy
7	ječmen jarní	49° 20.92800' N	13° 11.72980' E	Smíchov
8	ječmen jarní	49° 21.34230' N	13° 11.58818' E	Kříže

Tab.č. 6: GPS souřadnice fytoocenologických snímků v okopaninách

	Plodina	GPS souřadnice snímků (formát WGS 84)		Název pozemku
1	kukuřice	49° 20.95610' N	13° 13.94810' E	K Lukám
2	kukuřice	49° 20.90662' N	13° 13.85540' E	Žapovka
3	kukuřice	49° 20.91668' N	13° 14.00475' E	Bárovo
4	kukuřice	49° 20.71705' N	13° 13.49105' E	Záhumenka
5	kukuřice	49° 21.54482' N	13° 11.74140' E	Za Humny
6	kukuřice	49° 21.97640' N	13° 11.50063' E	Klíče
7	brambory	49° 21.85505' N	13° 11.57017' E	Klíče

4.2.2 Hebicity použité k regulaci plevelů na sledovaných pozemcích

V následující části budou uvedeny a v krátkosti charakterizovány herbicidy aplikované ve sledovaných plodinách. Informace jsou získané z etiket přípravků uvedených na internetovém portálu www.agromanual.cz

AGILITY

Účinné látky

chlorotoluron a diflufenican

Působení přípravku:

Agility obsahuje dvě účinné látky, které se vzájemně doplňují. Látka chlorotoluron je absorbována kořeny i listy rostlin, kde blokuje fotosyntézu. Látka diflufenican je přijímána zejména mladými rostlinami v době klíčení a je zodpovědná za blokování biosyntézy karotenoidů.

Agility byl aplikován na ozimou pšenici setou a ozimý ječmen setý v termínu 17. 10. – 5. 11. 2019 v dávce 1,5 l/ha. V době aplikace byla pšenice setá ve fenologické fázi BBCH 11 a ječmen setý v BBCH 12. Aplikace proběhla společně s přípravkem Glean 75 px (tzv. tank-mix).

BIATHLON 4D

Účinné látky

tritosulfuron a florasulam

Působení přípravku:

Účinná látka tritosulfuron ze skupiny sulfonylmočoviny má systematický účinek. Je přijímána převážně listy rostlin. Inhibuje dělení buněk narušením biosyntézy aminokyselin. Účinné látky blokují enzym acetolaktát-synthetázy (ALS), který je nezbytný při syntéze esenciálních rozvětvených aminokyselin valinu, leucinu a izoleucinu. Druhotně dochází k zástavě buněčného dělení v meristemických pletivech, k omezení toku asimilátů a zastavení růstu. Přípravek je systémovým růstovým herbicidem. Je přijímán listy dvouděložných rostlin, následně je rozváděn rostlinou až do kořenů a oddenků rostlin. K jednoděložným rostlinám vysoce selektivní.

Biathlon 4D byl aplikován na jarní ječmen setý a jarní tritikale v termínu 19. – 20. 05. 2019 v dávce 50 g/ha. V době aplikace byl ječmen setý ve fenologické fázi BBCH 27 a tritikale v BBCH 18.

GARDOPRIM PLUS GOLD 500 SC

Účinné látky

S-metolachlor a terbuthylazine

Působení přípravku:

Účinná látka S-metolachlor brzdí klíčení plevelů. Látka terbuthylazine je přijímána kořeny a listy plevelů a inhibuje fotosyntézu. Plevelé jsou ničeny před vzcházením, v době vzcházení nebo krátce po vzejití. Pro dosažení žádoucího účinku je vhodná dostatečná půdní vlhkost. Gardoprim plus gold 500 sc vykazuje vysokou účinnost na celou řadu jednoletých trávovitých a širokolistých plevelů. Přípravek nepůsobí na vytrvalé plevelé.

Gardoprim plus gold 500 SC byl aplikován preemergentně na pozemcích s kukuřicí v termínu 28. 04. 2019 v dávce 4 l/ha.

GLEAN 75 PX

Účinná látka

chlorsulfuron

Působení přípravku:

Glean 75 PX je herbicid ze skupiny sulfonylmočoviny. ALS inhibitor. Systémový růstový herbicid, který je přijímán listy a kořeny rostlin. Hubí většinu dvouděložných rostlin a některé trávy. Obilniny jsou vůči Glean 75 px tolerantní.

Glean 75 PX byl aplikován na ozimou pšenici setou a ozimý ječmen setý v termínu 17. 10. – 5. 11. 2019 v dávce 13 g/ha. V době aplikace byla pšenice setá ve fenologické fázi BBCH 11 a ječmen setý v BBCH 12. Aplikace proběhla společně s přípravkem Agility (tzv. tank-mix).

PLATEEN 41,5 WG

Účinné látky

flufenacet a metribuzin

Působení přípravku:

Plateen 41,5 wg účinkuje jak přes půdu, tak přes nadzemní části plevelů. Účinná látka flufenacet inhibuje dělení buněk a růst. Inhibice je důsledkem úplného blokování dělení buněk v kořenových a růstových meristemických dělivých pletivech. Mechanismus účinku látky metribuzin je založen na inhibici fotosyntézy ve fotosystému II. Příjem látky se uskutečňuje přes kořeny a nadzemní části rostlin. Půdní působení přípravku hubí ze semen vzcházející a vzešlé jednoleté trávovité a dvouděložné plevelé, včetně svízele přítuly.

Plateen 41,5 wg byl aplikován preemergentně na pozemku s bramborami v termínu 25. 04. 2019 v dávce 2,5 kg/ha.

4.2.3 Metodika zpracování získaných dat

Pro zpracování získaných dat druhového spektra plevelů byla použita mnohorozměrná analýza v programu CANOCO (ter Braak & Šmilauer 1998). Prostřednictvím detrendované korespondenční analýzy (DCA) byla zjištěna délka nejdelšího gradientu v druhovém složení, která byla 4,117 SD, proto byla dále použita unimodální ordinační technika – kanonická korespondenční analýza (CCA).

Jako vysvětlující proměnná prostředí byla použita plodina. Statistická významnost byla testována Monte-Carlo permutačním testem (999 permutací). V programu CanoDraw for Windows 4.0 byl vytvořen ordinační diagram, kde jsou zobrazeny první dvě ordinační osy, druhy a proměnná prostředí.

5 Výsledky

5.1 Zaznamenané druhy plevelů s EPPO kódy

V Tab. 7 jsou uvedeny zaznamenané druhy plevelů ve všech plodinách. Nomenklatura je sjednocena dle Kubáta (2002) a doplněna o EPPO kódy druhů podle Evropské a středozemní organizace pro ochranu rostlin. Tyto EPPO kódy jsou používány v rámci celé kapitoly.

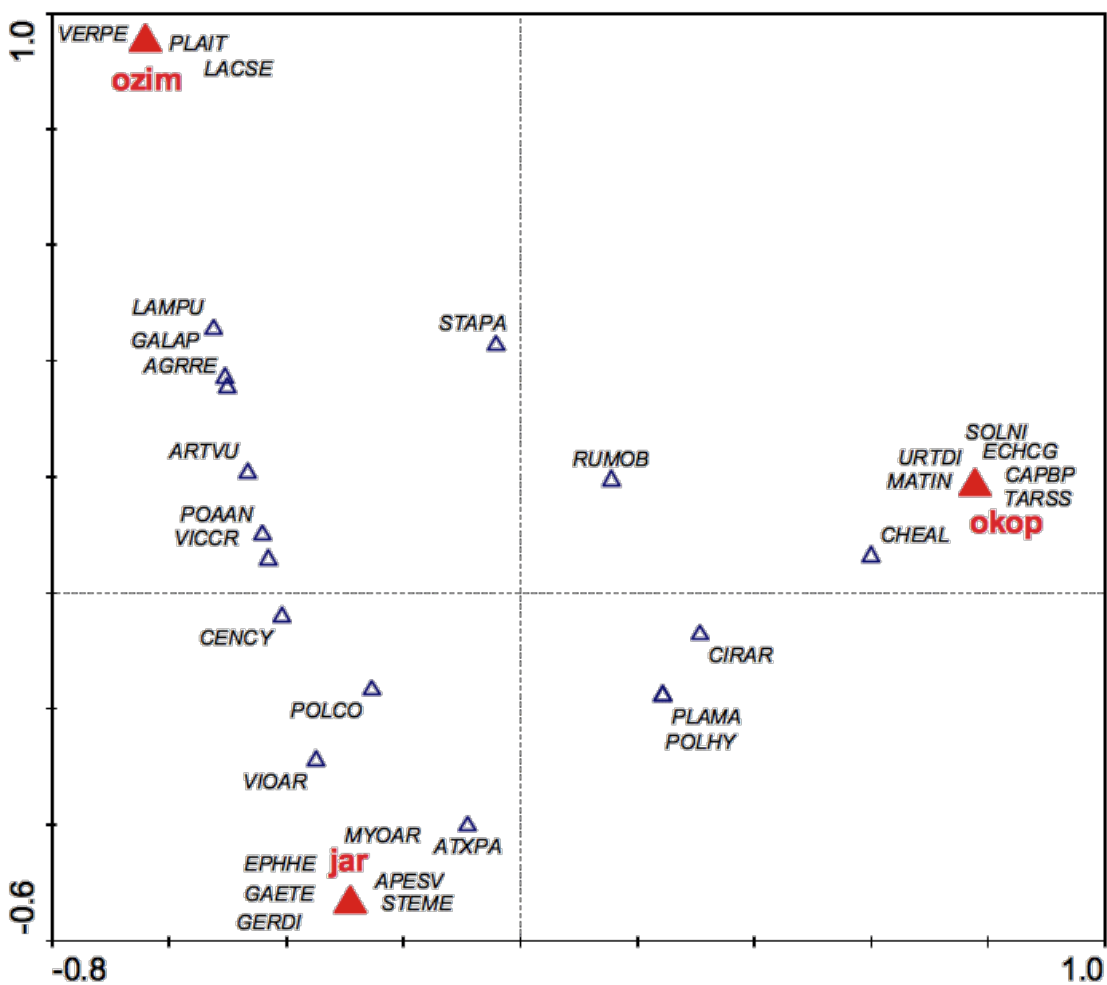
Tab.č. 7: Latinské a české názvy plevelů s EPPO kódy

Latinský název	Český název	EPPO kód
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P.B.	chundelka metlice	APESV
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	pelyněk černobýl	ARTVU
<i>Atriplex patula</i> L.	lebeda rozkladitá	ATXPA
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	kokoška pastuší tobolka	CAPBP
<i>Centaurea cyanus</i> L.	chrpa modrá	CENCY
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	pcháč oset	CIRAR
<i>Echinochloa crus-galli</i> L.P.B.	ježatka kuří noha	ECHCG
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	pýr plazivý	AGRRE
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	pryšec kolovratec	EPHHE
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	opletka obecná	POLCO
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	konopice polní	GAETE
<i>Galium aparine</i> L.	svízel přítula	GALAP
<i>Geranium dissectum</i> L.	kakost dlanitosečný	GERDI
<i>Chenopodium album</i> L.	merlík bílý	CHEAL
<i>Lactuca serriola</i> L.	locika kompasová	LACSE
<i>Lamium purpureum</i> L.	hluchavka nachová	LAMPU
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	pomněnka rolní	MYOAR
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre	rdesno pepník	POLHY
<i>Plantago uliginosa</i> F. W. Schmidt	jitrocel chudokvětý	PLAIT
<i>Plantago major</i> L.	jitrocel větší	PLAMA
<i>Poa annua</i> L.	lipnice roční	POAAN
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	šťovík tupolistý	RUMOB

<i>Solanum nigrum</i> L.	lilek černý	SOLNI
<i>Stachys palustris</i> L.	čistec bahenní	STAPA
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	ptačinec prostřední	STEME
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	pampeliška	TAROF
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Schultz-Bip.	heřmánkovec nevonný	MATIN
<i>Urtica dioica</i> L.	kopřiva dvoudomá	URTDI
<i>Veronica persica</i> Poiret	rozrazil perský	VERPE
<i>Vicia cracca</i> L.	vikev ptačí	VICCR
<i>Viola arvensis</i> Murray	violka rolní	VIOAR

5.2 Statistická analýza

Na základě statistické analýzy dat získaných z fytoocenologických snímků byl prokázán vliv plodiny na rozdílné druhové složení plevelového spektra ($p=0,001$, $F=3,243$), který vysvětlil 24,5 % variability v datech.



Obr.č. 3: Ordinační diagram CCA zobrazující rozdíly ve výskytu plevelných druhů v jednotlivých plodinách. Seznam použitých EPPO kódů viz Tab. 7

Jak je patrné z Obr. 3, některé druhy plevelů měly tendenci vyskytovat se spolu v určitých plodinách. Do první skupiny lze zařadit druhy, které se vyskytovaly častěji v okopaninách. Jednalo se o pozdně jarní druhy *Echinochloa crus-galli* (ECHCG), *Chenopodium album* (CHEAL) a *Solanum nigrum* (SOLNI) či druhy ozimé, jako jsou *Tripleurospermum inodorum* (MATIN) a *Capsella bursa-pastoris* (CAPBP). Všechny tyto druhy lze také zařadit k typickým plevelům okopanin.

V jarních obilninách byla také silná afilace *Apera spica-venti* (APESV). Přestože se jedná o ozimý druh, tak se v posledních letech často nachází i v jarních obilninách. Zastoupeny byly také další druhy ozimých plevelů *Myosotis arvensis* (MYOAR), *Viola arvensis* (VIOAR), *Stellaria media* (STEME) a *Geranium dissectum* (GERDI) či pozdně jarní druh *Euphorbia helioscopia* (EPHHE).

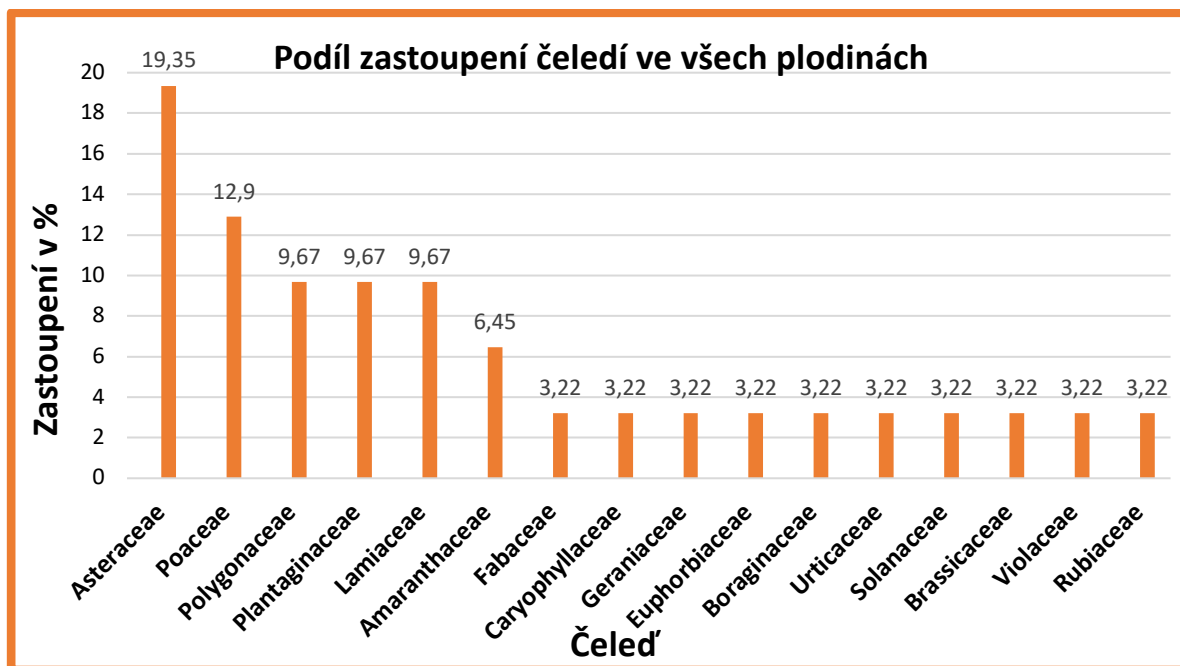
V porostech ozimých obilnin byly zaznamenány druhy ozimých plevelů *Galium aparine* (GALAP), *Veronica persica* (VERPE), *Lamium purpureum* (LAMPU) či *Poa annua* (POAAN). Tyto druhy lze charakterizovat jako typické pro ozimé obilniny.

Z celkového pohledu bylo v obilninách zaznamenáno několik jednoletých druhů, které se vyskytovaly v obou obilninách. Jedná se především o *Fallopia convolvulus* (POLCO), *Galium aparine* (GALAP), *Viola arvensis* (VIOAR), *Poa annua* (POAAN) a *Centaurea cyanus* (CENCY).

Jak je zřejmé z Obr. 3, poslední skupinou jsou plevele vytrvalé, které nemají vyhraněný vztah k určité plodině. Jedná se především o druhy *Cirsium arvense* (CIRAR) a *Stachys palustris* (STAPA), které byly zjištěny ve všech sledovaných plodinách. Dále pak druhy *Platago major* (PLAMA) a *Rumex obtusifolius* (RUMOB).

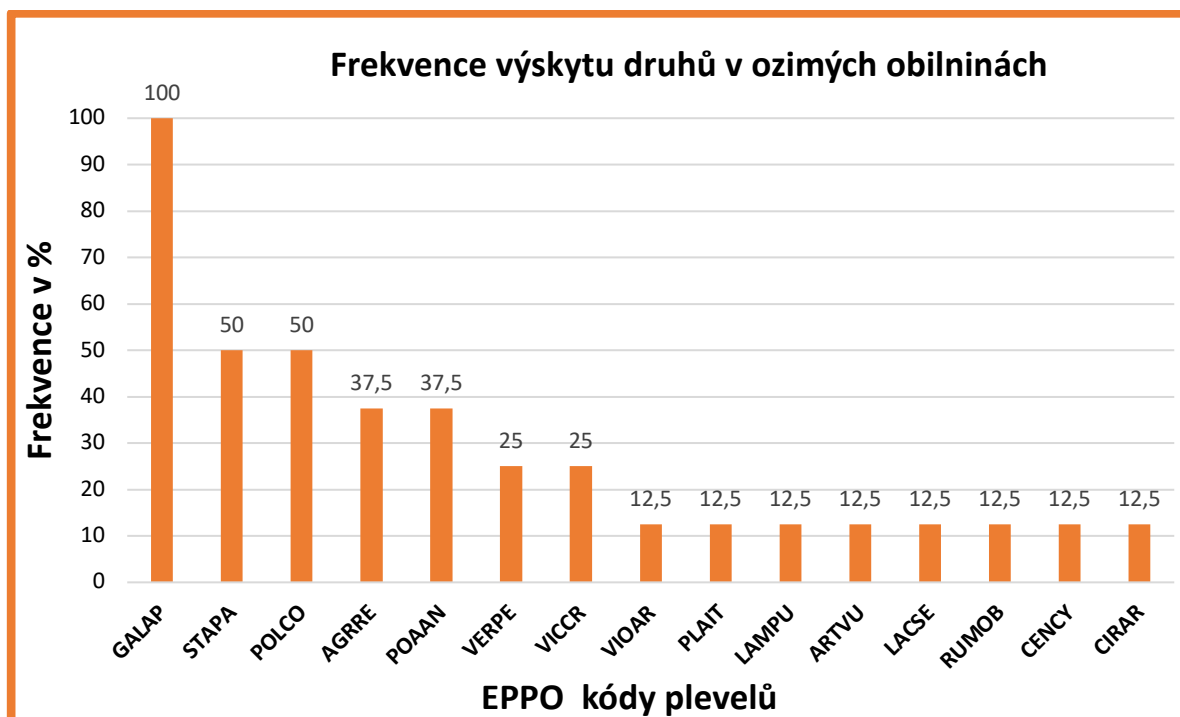
5.3 Grafické znázornění zaplevelení

Jak je zřejmé z Obr. 4, byly na všech sledovaných pozemcích zaznamenány druhy plevelů z celkem 16 čeledí. Nejvíce byla zastoupena čeleď *Asteraceae*, ze které bylo na pozemcích zaznamenáno celkem 6 druhů plevelů. Druhá v pořadí byla čeleď *Poaceae*, která byla zastoupena 4 druhy plevelů. Třetí v pořadí byly se 3 zástupci čeledě *Polygonaceae*, *Plantaginaceae* a *Lamiaceae*.



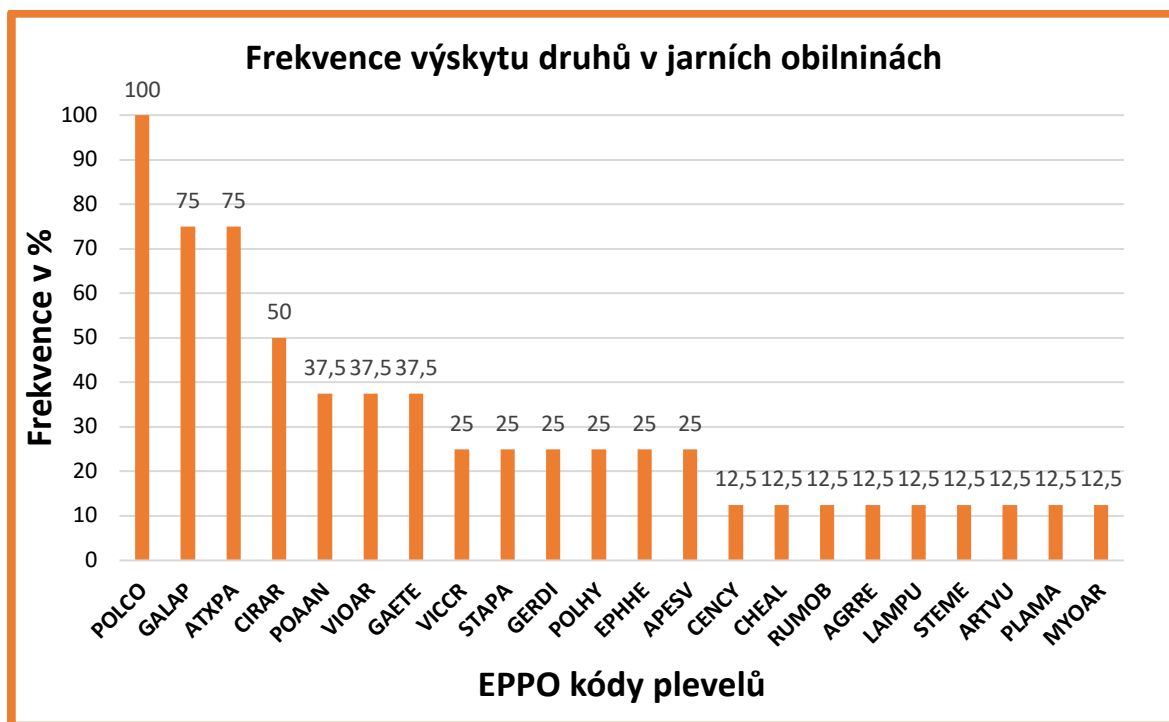
Obr.č. 4: Podíl zastoupení čeledí ve všech plodinách

V ozimých obilninách bylo zjištěno celkem 15 druhů plevelů. Jak je patrné z Obr. 5, nejvíce zastoupeným druhem byl *Galium aparine*, který se vyskytoval na všech 8 pozemcích ozimých obilnin. Druhy *Stachys palustris* a *Fallopia convolvulus* byly zjištěny na 4 z 8 polí. Třetí v pořadí byly druhy *Elytrigia repens* a *Poa annua* s výskytem na 3 polích. Výskyt ostatních druhů byl spíše zanedbatelný.



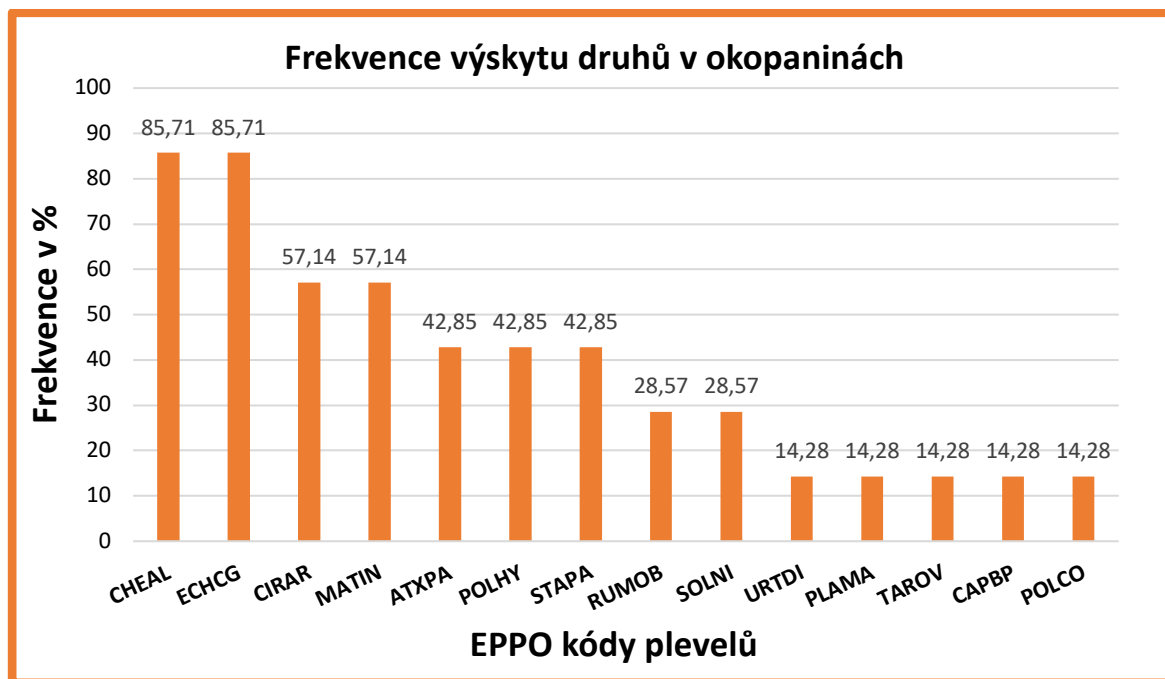
Obr.č. 5: Frekvence výskytu druhů v ozimých obilninách

Porosty jarních obilnin byly z druhového hlediska nejrozmanitější. V těchto plodinách bylo zaznamenáno celkem 22 druhů plevelů. Jak vyplývá z Obr. 6, nejvýznamnějším druhem byla *Fallopia convolvulus*, která byla zaznamenána na všech polích s jarními obilninami. Druhy *Galium aparine* a *Atriplex patula* byly zjištěny na 6 z 8 polí jarních obilnin. Třetí v pořadí byl *Cirsium arvense*, který byl zjištěn na 4 polích. S výskytem na 3 polích pak druhy *Poa annua*, *Viola arvensis* a *Galeopsis tetrahit*.



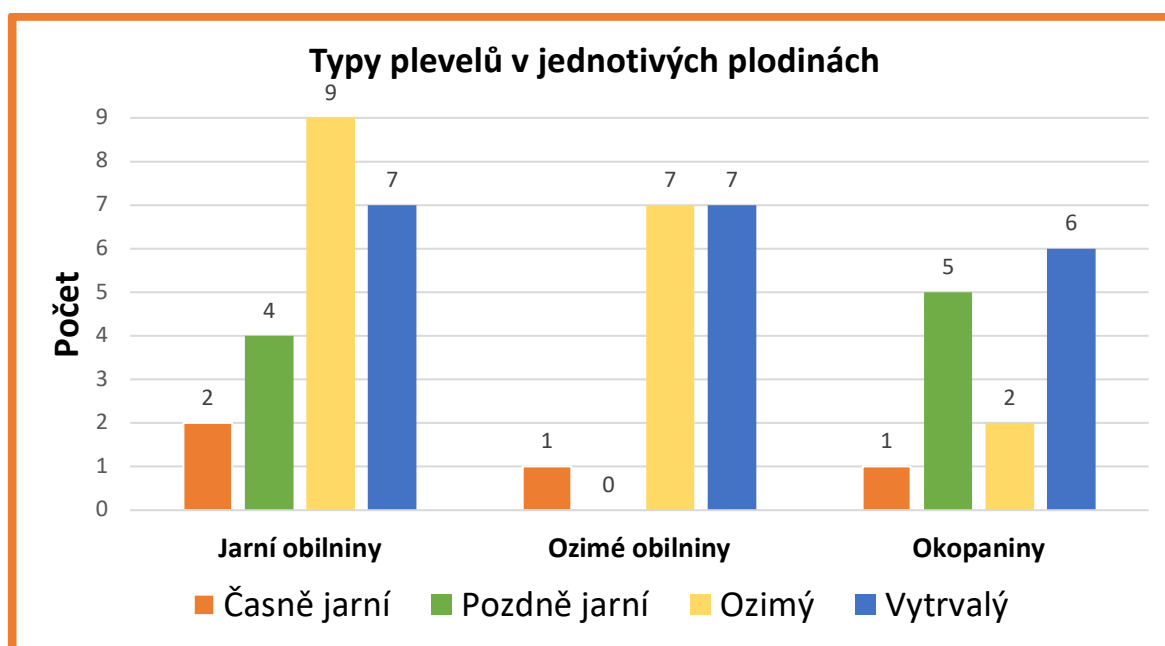
Obr.č. 6: Frekvence výskytu druhů v jarních obilninách

Jak je signifikantní na Obr. 7, v okopaninách převládaly plevele charakteristické pro širokořádkové plodiny. Především pak *Chenopodium album* a *Echinochloa crus-galli*, které byly zjištěny na 6 ze 7 polí okopanin. Následovaly druhy *Cirsium arvense* a *Tripleurospermum inodorum* které byly zjištěny na 4 ze 7 polí. Třetí v pořadí byly druhy *Atriplex patula*, *Persicaria hydropiper* a *Stachys palustris* s výskytem na 3 ze 7 polí s okopaninami.



Obr.č. 7: Frekvence výskytu druhů v okopaninách

Na základě biologických vlastností plevelů byly na sledovaných pozemcích zaznamenány 4 typy plevelů. Jednalo se o plevele časně jarní, pozdně jarní, ozimé a vytrvalé. Jak je zřejmé z Obr. 8, převládaly na sledovaných pozemcích plevele vytrvalé se 7, respektive 6 druhy v každé plodině. Druhé v pořadí byly plevele ozimé s největším výskytem 9 druhů v jarních obilninách, následované 7 druhy v ozimých obilninách a 2 druhy v okopaninách. Třetím typem v pořadí byly plevele pozdně jarní, které byly reprezentovány 5 druhy v okopaninách a 4 druhy v jarních obilninách. Nejméně zastoupené byly plevele časně jarní se 2 druhy v jarních obilninách a 1 druhem v ozimých obilninách a okopaninách.



Obr.č. 8: Skupiny plevelů na základě biologických vlastností v jednotlivých plodinách

6 Diskuze

Vyhodnocování zaplevelení probíhalo na pozemcích obhospodařovaných Jednotným zemědělským družstvem „Budovatel“ v průběhu jara a léta roku 2019 formou fytoocenologického snímkování. Snímkování probíhalo v ozimé pšenici seté (*Triticum aestivum* L.), ozimém a jarním ječmeni setém (*Hordeum vulgare* L.), jarním tritikale (*Triticosecale*), kukuřici seté (*Zea mays* L.) a lilku bramboru (*Solanum tuberosum*).

Z hlediska druhové rozmanitosti byly nejvýznamnější porosty jarních obilnin. Bylo zde zaznamenáno celkem 22 druhů plevelů. První sledované pole „V Chalupách“ s jarním tritikale bylo druhově nejrozmanitější. Bylo zde zaznamenáno 11 druhů plevelů. Tuto druhovou rozmanitost je možné přikládat poloze pozemku, která je v těsné blízkosti lesa a je zde možný předpoklad lepší kvality půdy a zásobení živinami. Na tomto pozemku byl zjištěn také druh plevele s druhou největší pokryvností v rámci jarních i ozimých obilnin *Galeopsis tetrahit*. Její pokryvnost na poli „V Chalupách“ činila kolem 20 % snímku. Tento fakt koresponduje také s názorem Jursíka et al. (2018) kteří potvrzují častý výskyt *Galeopsis tetrahit* na lesních pasekách, prosvětlených lesích a jejich lemech. *Galeopsis tetrahit* je časně jarní druh a zapleveluje převážně jarní obilniny a okopaniny. Jak uvádí Dvořák & Smutný (2008), je *Galeopsis tetrahit* všeobecně rozšířený, dominantní druh. *Galeopsis tetrahit* by měla být dobře potlačována přípravkem Biathlon 4D, který proniká do rostlin převážně listy. Herbicid byl aplikován 19. 05. Dobrá účinnost přípravku se v tomto případě nepotvrdila. Tato skutečnost může být způsobena také tvrzením Jursíka et al. (2018) kteří uvádějí, že semena *Galeopsis tetrahit* mají v půdě životaschopnost i několik let a můžou velmi intenzivně vzcházet ještě v průběhu měsíce května.

Z hlediska celkového výskytu je *Galeopsis tetrahit* druhem spíše podprůměrným. Byla zaznamenána na 3 z 8 snímků jarních obilnin a její výskyt je možné pokládat spíše za lokální. V ozimých obilninách její výskyt potvrzen nebyl.

Druhem plevele s největší pokryvností v jarních obilninách byl *Cirsium arvense*. V jarním tritikale na poli „Švagrovo Vacovy“ byl zjištěn výskyt *Cirsium arvense* na přibližně 25 % snímku. Příčinu vysokého zaplevelení je možné spatřit ve velkém výskytu tohoto plevele v okolí pole, což koresponduje s tvrzením Mikulky (2014) který uvádí, že šíření podporuje špatná péče o nezemědělskou půdu. Dle Jursíka et al. (2018) je *Cirsium arvense* velmi vytrvalým a houževnatým plevelem s generativním i vegetativním rozmnožováním, vyhovují mu téměř všechny druhy půd a ohrožuje všechny jednoleté, víceleté i vytrvalé kultury. Zpracování půdy, při kterém dochází k rozřezávání kořenového systému, podporuje jeho vegetativní rozmnožování. Dle autorů je při regulaci *Cirsium arvense* důležitá hlavně hluboká orba. Hluboká orba a následné kompaktorování je způsobem přípravy půdy používaným na všech polích JZD „Budovatel“. Velké zaplevelení je tedy pravděpodobně způsobené velkou zásobou rozmnožovacích orgánů v půdě a výskytu druhu v okolí pole. Další příčinou může být skutečnost, že pole bylo ošetřeno herbicidem Biathlon 4D, na který je *Cirsium arvense* méně citlivý. Výskyt tohoto plevele se dle snímkování jevil spíše jako lokální záležitost. *Cirsium*

arvense byl zaznamenán na dvou polích vzdálených od sebe do 1 km. Naopak další dvě pole, kde byl výskyt potvrzen, byla v jiné lokalitě vzdálené přibližně 6 km.

Nejrozšířenějším druhem plevelu ve všech obilninách z hlediska výskytu byl *Galium aparine*, který byl zaznamenán na 14 z celkových 16 snímků obilnin. Tato skutečnost je dle Jursíka et al. (2018) dána hlavně tím, že se *Galium aparine* vyznačuje velmi širokou ekologickou amplitudou. Dává přednost vlhkým, kyprým a na živiny bohatým půdám, ale roste také na vysychavých nebo písčítých stanovištích, kde však vytváří menší rostliny s menší konkurencí. Tento fakt potvrzuje také samotné snímkování, kdy na 2 polích byly půdy spíše písčité, vysychavé a vzrůst svízele byl o poznání menší než na ostatních bohatších půdách. Podle Dvořáka & Smutného (2008) zapleveluje *Galium aparine* hlavně ozimé obilniny, což potvrdilo také snímkování, kdy se svízel vyskytoval na všech polích s ozimými obilninami. Hojný výskyt byl však sledován i v porostech jarních obilnin, což se dá vysvětlit tvrzením Mikulky (2014) který uvádí, že po vysemenění vytváří určité procento nažek zásobu v půdě. Tato zásoba nažek mohla být způsobena předplodinou jarních obilnin, kterou byla vždy ozimá pšenice. Naopak v porostech okopanin nebyl potvrzen výskyt svízele na žádném ze sledovaných snímků, což mohlo být způsobeno preemergentní aplikací herbicidu na konci měsíce dubna. Dle Jursíka et al. (2011) je z hlediska regulace *Galium aparine* vhodná kombinace podmínky, kdy bude podpořeno vzcházení starších nažek a následná orba, kterou jsou zapraveny do půdy vyklíčené rostliny. Z hlediska herbicidní ochrany je regulace v jarních obilninách zpravidla jednodušší díky jednorázovému vzejití svízele a je dostačující jedna vhodně načasovaná aplikace. V ozimých obilninách je vhodnější časné posteemergentní ošetření herbicidy obsahující účinnou látku *diflufenican*, *pendimethalin* či později na podzim aplikace *sulfonylmočovin*. Při nedostatečné účinnosti je nutné následné jarní opravné ošetření.

Tvrzení o jednodušší regulaci svízele v jarních obilninách, kde proběhla 19. 05. aplikace herbicidu Biathlon 4D se částečně potvrdilo. Byl pozorován výskyt na 6 z 8 snímků a účinnost herbicidu byla poměrně velká, kdy se počet jedinců pohyboval v řádech několika kusů na snímek. V ozimých obilninách byl aplikován v termínu 17. 10. – 5. 11. 2018 herbicid Glean 75 px společně s Agility bez následného jarního ošetření. V ozimých obilninách byl zaznamenán výskyt svízele na všech 8 sledovaných snímcích. Z celkového pohledu je však rozdíl v zaplevelení jarních a ozimých obilnin téměř zanedbatelný.

Druhým nejrozšířenějším plevelem v obilninách byla *Fallopia convolvulus*, která vykazovala stejně jako *Galium aparine* nadprůměrný výskyt oproti ostatním plevelům. V jarních obilninách se vyskytovala na všech sledovaných polích, což koresponduje s tvrzením Mikulky (2014) který řadí *Fallopia convolvulus* mezi významné plevely časně setých jařin. Naopak tvrzení Mikulky et al. (2005) ohledně potlačení mladých rostlin *Fallopia convolvulus* v hustě zapojených porostech obilnin nebylo v našem případě potvrzeno. Faktem však zůstává, že se výskyt *Fallopia convolvulus* pohyboval maximálně do 2 % v každém snímku. Tvrzení Jursíka et al. (2018), že jsou k potlačení *Fallopia convolvulus* vhodné zejména ozimé obilniny bylo částečně potvrzeno. V ozimých obilninách byla opletka zaznamenána pouze v polovině snímků. Dle Dvořáka & Smutného (2008) je *Fallopia convolvulus* poměrně odolná k běžně používaným herbicidům, což potvrzuje její výskyt na většině polí s obilninami, kde byly

aplikovány herbicidy Biathlon 4D, Glean 75 px a Agility navzdory tomu, že výrobci udávají dobrou účinnost proti tomuto druhu.

Častým druhem, který byl zaznamenán pouze v jarních obilninách, byla *Atriplex patula*, přestože je dle Mikulky (2014) tento druh na běžné herbicidy citlivý. Její výskyt potvrzují také Jursík et al. (2018) podle kterých zapleveluje kromě okopanin také porosty jařin. Častým zdrojem zaplevelení polí jsou podle Mikulky et al. (2005) neudržované plochy podél komunikací či komposty a hnojiště na orné půdě. Regulaci *Atriplex patula* stěžuje také nepravidelné klíčení semen a jejich dlouhodobá klíčivost v půdě.

Ozimé plevely v jarních obilninách byly reprezentovány druhy *Lamium purpureum*, *Apera spica-venti*, *Poa annua*, *Stellaria media*, *Centaurea cyanus*, *Myosotis arvensis*, *Geranium dissectum* a *Viola arvensis*. Podle Mikulky & Štrobacha (2017) patří v současnosti k velmi variabilním a významným plevelům. Vrcházejí na konci léta, nebo na podzim a do zimy vytvoří rostliny, které přezimují nejčastěji ve fázi listové růžice. Jak uvádějí Dvořák & Smutný (2008) jedinci těchto druhů, kteří vzejdou brzy na jaře, kvetou a odumřou v daném vegetačním období. Vzejdou-li později na jaře či v létě, neukončí vegetaci s nástupem zimy, ale přezimují a na jaře pokračují v růstu a vývoji.

Pozdně jarní plevely v jarních obilninách druhy *Persicaria hydropiper* a *Euphorbia helioscopia*. Dle Jursíka et al. (2018) jsou to druhy spíše teplomilnější a masově vcházejí většinou až koncem dubna. Bývají citlivé na zastínění a typické jsou spíše pro později zakládané širokořádkové plodiny. Tento fakt potvrzuje také výskyt těchto druhů, kdy byly zjištěny pouze na 4 snímcích jarních obilnin.

V jarních obilninách byly zastoupeny kromě *Cirsium arvense* také další vytrvalé druhy *Stachys palustris*, *Plantago major*, *Artemisia vulgaris*, *Elytrigia repens*, *Rumex obtusifolius* a *Vicia cracca*. Hlavním znakem této skupiny plevelů je podle Mikulky & Štrobacha (2017) jejich schopnost množit se jak generativně, tak vegetativně. Dle autorů jsou tyto druhy plevelů v jednoletých plodinách zpravidla méně významné.

V porostech okopanin bylo zjištěno celkem 14 druhů plevelů. Nejvíce zastoupeny byly druhy často klasických představitelů plevelů širokořádkových plodin. Zejména pak *Echinochloa crus-galli*, *Cirsium arvense*, *Chenopodium album*, *Tripleurospermum inodorum*, *Stachys palustris*, *Atriplex patula* a *Solanum nigrum*.

Cirsium arvense byl v okopaninách, stejně jako v jarních obilninách druhem s největší pokryvností. Na poli „K lukám“ byla jeho pokryvnost snímku přibližně 40 %. *Cirsium arvense* byl zjištěn ve větší míře také na dalších 3 snímcích vzdálených maximálně několik set metrů. Výskyt *Cirsium arvense* se opět ukázal spíše jako lokální záležitost, kdy na zbylých snímcích v jiné lokalitě nebyl zaznamenán. Dle Mikulky (2014) jsou pro jeho regulaci vhodné růstové herbicidy i některé sulfonylmočoviny. Účinek se však projevuje pouze, jsou-li herbicidy aplikovány ve fázi plně vyvinuté růžice a tvorby lodyh. Důvodem velkého výskytu *Cirsium arvense* na pozemcích může být preemergentní aplikace herbicidu Gardoprim plus gold 500

SC, který byl aplikován 28. 04. a skutečnost, že výrobce toho herbicidu neudává účinnost na vytrvalé plevely.

Dalším významným plevelem byl také *Chenopodium album* s výskytem téměř na všech sledovaných polích s okopaninami. Tento fakt potvrzují také Mikulka et al. (2005), kteří popisují *Chenopodium album* jako světlomilnou rostlinu, která potřebuje pro svůj růst dostatek světla, a proto zapleveluje převážně okopaniny. Dle Jursíka et al. (2018) je jeho regulace na pozemcích se silným výskytem vždy dlouhodobou záležitostí a je nutné především zamezit obohacování půdy novými semeny. Je vhodné také zvýšit podíl ozimých plodin na úkor okopanin. K regulaci v kukuřici je vhodné použít preemergentních herbicidů obsahujících isoxaflutole a terbuthylazine. Ve vyšších růstových fázích plevelu herbicidy obsahující tembotrione, bromoxynil či sulfonylmočoviny. Problém výskytu a regulace *Chenopodium album* je dle Mikulky et al. (2005) dán také tím, že si jeho semena udržují v půdě klíčivost i přes 10 let. Dále pozdějším vzcházením merlíku až po aplikaci herbicidů a jeho častou tolerancí k sulfonylmočovinám. Regulaci napomáhá včasná podmítka a následná hluboká orba.

Často zastoupeným druhem byla také *Echinochloa crus-galli*, která byla zjištěna na 6 ze 7 polí s okopaninami. Dle Dvořáka a Smutného (2008) se *Echinochloa crus-galli* špatně uplatňuje v hustě zapojených porostech obilnin. Obecně však její význam stoupá, což je způsobeno častějším pěstováním kukuřice a masovou aplikací preemergentních triazinových herbicidů. Dalším důvodem častého výskytu může být také její pozdější vzcházení. Dle Jursíka et al. (2018) může *Echinochloa crus-galli* vzcházet až z hloubky 16 cm a vrchol jejího vzcházení nastává ve druhé či třetí dekádě měsíce května. Tyto skutečnosti mohou být důsledkem malé účinnosti preemergentní aplikace herbicidu Gardoprim plus gold 500 SC v okopaninách na konci dubna.

Solanum nigrum popisují Mikulka et al. (2005) jako velmi významný plevel, který se uplatňuje hlavně v širokořádkových plodinách. Jeho nebezpečnost spočívá hlavně v jeho jedovatosti jak pro lidi, tak pro hospodářská zvířata. Z hlediska regulace jsou účinné preventivní metody a z přímých zásahů pak mechanická kultivace a kvalitní jarní předseťová příprava půdy, kdy ještě *Solanum nigrum* neklíčí. Po sklizni je důležitá včasná podmítka, protože má schopnost dále obrůstat. Na herbicidy bývá většinou citlivý.

Rumex obtusifolius dokáže dle Mikulky (2014) svým vzrůstem silně konkurovat jak širokořádkovým, tak hustě setým plodinám. Příčinou jeho rozsáhlého výskytu je nedostatečná péče o louky a pastvina, hlavně jejich nedostatečná seč. Výskyt *Rumex obtusifolius* na orných půdách v posledních letech stoupá v souvislosti s využíváním technologií minimálního zpracování půdy. Pro jeho regulaci na orných půdách je důležitá hluboká orba. Na herbicidy je citlivý.

V kukuřici byl zaznamenán také *Stachys palustris*. Dle Mikulky et al. (2005) se jedná o konkurenčně silnou rostlinu, která má schopnost přečkávat nepříznivá období díky zásobním látkám v oddencích. Jak uvádí Mikulka (2014), je jeho regulace komplikovaná díky generativnímu i vegetativnímu rozmnožování. Podzemní oddenky mají velmi dobrou regenerační schopnost a semena mají v půdě životnost několik let. Po aplikaci herbicidů

Stachys palustris zpravidla regeneruje. Pro jeho regulaci je důležitá hluboká orba, po které obtížně regeneruje.

Vhodnost hluboké orby k regulaci toho plevelu lze částečně potvrdit také z výsledků hodnocení zaplevelení, kdy byl potvrzen výskyt *Stachys palustris* na 3 ze 7 pozemků s okopaninami, vždy v počtu několika málo kusů ve snímku.

V okopaninách se vyskytoval také *Tripleurospermum inodorum*, který byl zaznamenán na 4 snímcích s okopaninami. Dle Jursíka et al. (2018) je přizpůsobivý různým půdním podmínkám. Rozmnožuje se pouze generativně a vyhovuje mu nejvíce bramborářská výrobní oblast. Z pohledu regulace je vhodné intenzivní zpracování půdy v meziorostním období. Většina herbicidů vykazuje na *Tripleurospermum inodorum* dobrou účinnost.

Plodinou s jednoznačně nejnižší mírou zaplevelení jak z hlediska druhové rozmanitosti, tak z hlediska početnosti, byl dle pozorování ozimý ječmen setý (*Hordeum vulgare* L.). Na půdních blocích s touto plodinou byly pozorovány 6 druhů plevelů. Nejrozšířenějším druhem byl *Galium aparine*, který se vyskytoval jako jediný na všech sledovaných pozemcích. Dalšími plevely v ozimém ječmeni byly *Poa annua*, která je dle Mikulky (2014) velmi variabilní druh. Regulaci může ztěžovat její schopnost vzházet během celého roku, velmi rychlý vývoj a tolerantnost k herbicidům. *Centaurea cyanus*, která dle Mikulky et al. (2005) zapleveluje především ozimé obilniny. Z hlediska regulace je vhodné pravidelné střídání plodin a po sklizni provedená podmítka s následnou hlubokou orbou. *Elytrigia repens*, který dle Jursíka et al. (2018) zaujímá jedno z předních postavení mezi našimi vytrvalými plevely. Z hlediska regulace je vhodná podmítka provedená ihned po sklizni s následným vláčením. Při minimálním zpracování půdy lze s úspěchem regulovat *Elytrigia repens* v meziorostním období glyphosatovými herbicidy. *Cirsium arvense* a *Fallopia convolvulus* pak byly druhy s minimálním výskytem v řádech několika kusů ve snímku.

V případě ozimého ječmene byl výskyt druhů vždy v řádu několika málo kusů. Tento fakt potvrzují také Lekeš et al. (1985) kteří se zmiňují, že ozimý ječmen potlačuje plevely nejlépe ze všech obilnin. Díky hlubšímu zakořenění, silnějšímu odnožování a mohutně vyvinutou nadzemní částí se široce rozloženými listy již časně z jara, vytvářejí rostliny zapojený porost a zabraňují rozrůstání plevelů.

7 Závěr

Cílem této práce bylo potvrdit či vyvrátit následující hypotézu: Existují rozdíly v druhovém složení plevelových společenstev ozimých a jarních obilnin a okopanin. Tato hypotéza byla potvrzena. Fytcenologickým snímkováním a následnou mnohorozměrnou analýzou byla potvrzena vazba některých druhů plevelů na konkrétní plodinu. Pouze v okopaninách byl zjištěn výskyt klasických plevelů širokořádkových plodin, jakými jsou *Echinochloa crus-galli*, *Solanum nigrum*, *Tripleurospermum inodorum*, *Capsella bursa-pastoris* a *Chenopodium album*. Jarní obilniny byly co do počtu druhů nejrozmanitější a převládaly v nich druhy *Fallopia convolvulus* a *Galeopsis tetrahit*. Druhy *Veronica persica*, *Lamium*

purpureum a *Lactuca serriola* byly zjištěny pouze v ozimých obilninách. Ošetření plodin herbicidy lze z celkového pohledu hodnotit jako úspěšné. Výjimkou byly pouze pozemky V Chalupách, Švagrovo Vacovy, K Lukám a Bárovo. Na těchto pozemcích byl zaznamenán zvýšený výskyt *Cirsium arvense* a *Galeopsis tetrahit*. Důvodem byla pravděpodobně velká zásoba semen či vegetativních rozmnožovacích orgánů v půdě. Z hlediska pokryvnosti ve všech plodinách dominovaly druhy *Cirsium arvense*, *Galeopsis tetrahit* a *Fallopia convolvulus*.

Cílem každého zemědělského subjektu by nemělo být úplné vyhubení plevelů, ale snížení jejich výskytu pod práh škodlivosti. Tímto přístupem lze dosáhnout nejen dobrých výnosů z pěstovaných plodin, ale také zmírnění určitých rizik spojených s používáním herbicidních látek. Dalšími důležitými aspekty by měly být také důsledná prognóza, sledování a vyhodnocování zaplevelení na všech pozemcích v kombinaci s vhodnými agrotechnickými postupy a výběrem vhodných odrůd plodin.

8 Literatura

- Albrecht H., Auerswald K. 2009. Seed traits in arable weed seed banks and their relationship to land-use changes. *Basic and Applied Ecology* **10**:516-524.
- Brant V., Balík J., Fuksa P., Hakl J., Holec J., Kasal P., Neckář K., Pivec J., Prokinová E. 2008. *Meziplodiny*. Kurent s.r.o., České Budějovice. ISBN 978-80-87111-10-9. 86 s.
- Barkman J. J., Doing H., Segal S. 1964. Critical remarks and proposals for quantitative vegetation analysis. *Acta Botanica Neerlandica* **13**:394-419
- Braun-Blanquet J. 1964. *Phytosociology*. Wien, New Your, Springer
- Blackshaw R. E., Brandt R. N., Janzen H. H., Entz T., Grant C. A., Derksen D. A. 2003. Differential response of Weed species to added nitrogen. *Weed Science* **51**:532-539
- Buhler D. D. 2008. Weed Biology, Cropping Systems, and Weed Management. *Journal of Crop Production* **8**:245-270
- Cordeau S., Triolet M., Wayman S., Steinberg CH. Guillemin J-P. 2016. Bioherbicides: Dead in the water? A review of the existing products for integrated weed management. *Crop Protection* **87**:44-49
- Čača Z., Vaverka S. 1982. *Zemědělská fytopatologie a entomologie. Integrovaná ochrana rostlin*. Státní pedagogické nakladatelství Praha, Praha. 111 s.
- Čača Z., Dušek J., Římovský K., Svítíl J. 1990. *Ochrana polních a zahradních plodin*. Státní zemědělské nakladatelství v Praze, Praha. ISBN 80-209-0171-X. 368 s.
- Čepl J. 2001. *Ochrana brambor proti plevelům*. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod s.r.o., Havlíčkův Brod. ISBN 80-902567-3-2.
- Deyl M. 1956. *Plevele polí a zahrad*. Nakladatelství Československé akademie věd. Orbis, Praha. 374 s.
- Dvořák J. 1998. *Praktikum z herbologie*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno. ISBN 80-7157-344-2. 88 s.

- Dvořák J., Smutný V. 2008. Herbologie: Integrovaná ochrana proti polním plevelům. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7157-732-4. 186 s.
- Dvořák J., Smutný V. 2011. Vlivy osevních postupů a herbicidů na zaplevelení ornice semeny plevelů. Mendlova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7375-504-1. 120 s.
- Foltýn J., Kae A. 1951. Plevel – nepřítel pětiletky. Brázda, nakladatelství jednotného svazu českých zemědělců, Praha. 51 s.
- Frouz J., et al. 2003. Fyzikální vlastnosti půdy a jejich interakce s půdními organismy a kořeny rostlin. Ústav půdní Biologie AV ČR, České Budějovice. ISBN 80-86525-02-3. 156 s.
- Flowerdew B. 2010. Weeding Without Chemicals. Kyle Cathie Limited, London. ISBN 1856269272. 112 s.
- Glemnitz, M., Radics, L., Hoffmann, J., Czimer, G. 2006. Weed species richness and species composition of different arable field types – A comparative analysis along a climate gradient from south to north Europe. *Journal of Plant Diseases and Protection* **20**: 577-586.
- Hakansson S. 2003. Weeds and Weed Management on Arable Land: An Ecological Approach. CABI Publishing, UK. ISBN 9780851996516. 288s.
- Hamouz P. 2014. Metody regulace zaplevelení pro precizní zemědělství. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. ISBN 978-80-213-2538-8. 42 s.
- Heap I. 2013. Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science* **70**:1306-1315.
- Hilhorst H. W. M. 1998. The regulation of secondary dormancy, the membrane hypothesis revisore. *Seed Science Research* **8**: 77-90.
- Hron F. 1953. Polní plevele a jejich hubení. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 29 s.
- Hron F. 1957. Boj proti polním plevelům. Státní nakladatelství politické literatury, Praha. 158 s.
- Hron F., Vodák A. 1959. Polní plevele a boj proti nim. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 379 s.

- Hron F. 1974. Rostliny polí a zahrad. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. 410 s.
- Hůla J., Abraham Z., Bauer F. 1997. Zpracování půdy. Nakladatelství Brázda s.r.o., Praha. ISBN 80-209-0265-1. 144 s.
- Jabran K., Mahajan G., Sardana V., Chauhan B. S. 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection* **72**:57-65.
- Jakobsen K., Jensen J. K., Bitarafan Z., Andreasen C. 2019. Killing Weed Seeds with Exhaust Gas from a Combine Harvester. MDPI. Available from <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/9/544> (accessed November 2019).
- Jehlík V., Hejný S., Kropáč Z., Lhotská M., Kopecký K., Slavík B., Svobodová Z. 1998. Cizí expanzivní plevelé České republiky a Slovenské republiky. Academia, Praha. ISBN 80-200-0656-7. 506 s.
- Jirátko J. 1988. Současné možnosti využití biologických prostředků proti plevelům. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha. 48 s
- Jursík M., Holec J., Hamouz P., Soukup J. 2018. Biologie a regulace plevelů. Kurent s.r.o., České Budějovice. ISBN 978-80-87111-71-0. 354 s.
- Jursík M., Holec J., Hamouz P., Soukup J. 2011. PLEVELE Biologie a regulace. Kurent s.r.o., České Budějovice. ISBN 978-80-87111-27-7. 231 s.
- Jursík M., Soukup J., Holec J., Andr J. 2011. Důležité aspekty herbicidní ochrany: Vnější faktory ovlivňující účinnost herbicidů. *Listy cukrovarnické a řepařské* **11**:348-351.
- Jůva K. et al. 1981. Tvorba krajiny v ČSSR z hlediska zemědělství a lesnictví. Academia, Praha. 591 s.
- Kennedy A. C. 2011. Soil Microorganisms for Weed Management. *Journal of Crop Production* **2**:123-138
- Kohout V., Kohoutová S. 1993. Úsporné metody potlačování plevelů. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. ISSN 0862-3562. 42 s.
- Kohout V., Škoda V. 1993. Regulace rozšíření polních plevelů nechemickými způsoby. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. ISSN 0231-9470. 36 s.

- Kohout V. et al. 1982. Plevelle v agroekosystému – Metody integrované ochrany. Dům techniky ČSVTS, Brno. 151 s.
- Kohout V. 1997. Plevelle polí a zahrad. Agrospoj, Praha. 235 s.
- Kozák J., Němeček J., Borůvka L., Lérová Z., Němeček K., Kodešová R., Janků J., Jacko K., Hladík J., Zádorová T. 2009. Atlas půd České republiky - 2. upravené vydání. Typus Pro Praha s.r.o., Praha. ISBN 978-80-213-2008-6. 150 s.
- Kubát K. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha. ISBN 80-200-0836-5. 927 s.
- Kubačák A. 1995. Dějiny zemědělství v Českých zemích – II. díl. Ministerstvo zemědělství ČR v České zemědělské tiskárně s.r.o., Praha. ISBN 80-7084-134-6. 254 s.
- Landa I. 1992. Fyzikální metody regulace plevelů. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha. ISSN 0862-3562. 55 s.
- Láznička J., Michálek V. 2012. Historie zemědělské techniky v českých zemích. Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 978-80-86726-47-2. 198 s.
- Lekeš J., Benda J., Brückner F., Kopecký M., Minařík F., Příkryl K., Voňka Z., Zeniščeva L. 1985. Ječmen. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 306 s.
- Lokoč R., Lokočová M. 2010. Vývoj krajiny v České republice. Lipka – školské zařízení pro enviromentální vzdělávání, Brno. ISBN 978-80-904807-3-5. 86 s.
- Lososová Z., Simonová D. 2008. Changes during the 20th century in species composition of synanthropic vegetation in Moravia (Czech Republic). *Preslia* **80**:291–305.
- Madsen K. H., Streibig J. C. 2000. Benefits and risks of the use of herbicide-resistant crops. FAO, Rome. Available from <http://www.fao.org/3/Y5031E/y5031e0i.htm> (accessed December 2019).
- Marshall E. J.P., Brown V. K., Boatman N. D., Luxman P. J. W., Square G. R., Ward L. K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* **43**:77-89.
- Marble S. CH., Koeser A. K., Hasing G. 2015. A review of Weed Control Practices in Landscape Planting Beds: Part I – Nonchemical Weed Control Methods. *Hort Science* **50**:851-856.

- Martinková Z., Soukup J., Hamouz P., Honěk A., Holec J., Koprudová S., Nečasová M., Saska P., Fušer L. 2008. Biodiverzita plevelových společenstev, její význam a udržitelné využívání. JPM Praha, Praha. ISBN 978-80-87011-68-3. 44 s.
- Masiunas J., Wahle E., Barmore L., Morgan A. 2003. A Foam Mulching System to Control Weeds in Tomatoes and Sweet Basil. Hort Technology **13**:324-328.
- McFadyen R.E.C. 1998. Biological control of weeds. Annual review of entomology **43**:369-393.
- Mikulka J., Chodová D., Martinková Z., Kohout V., Soukup J., Uhlík J. 1999. Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. Farmář, Praha. ISBN 80-902413-2-8. 160 s.
- Mikulka J., Štrobach J. 2017. Aktualizace systémů regulace plevelů v závislosti na měnících se půdně klimatických podmínkách. Sborník ze semináře. Institut vzdělávání v zemědělství o.p.s., Praha. 38 s. ISBN 978-80-87262-81-8.
- Mikulka J., Kneifelová M., Martinková Z., Soukup J., Uhlík J. 2005. Plevelné rostliny. Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 80-86726-02-8. 148 s.
- Mikulka J. 2014. Plevel polních plodin. Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 978-80-86726-60-1. 179 s.
- Mikulka J., Chodová D. 1990. Metody diagnostiky rezistentních biotopů plevelů vůči herbicidům a systém jejich regulace. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha. 54 s.
- Mikulka J., Slavíková L. 2008. Metody diagnostiky a regulace rezistentních populací plevelů vůči herbicidům. Uplatněná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha. ISBN 978-80-87011-50-8. 39 s.
- Mikulka J., Kneifelová M. 2005. Vytrvalé dvouděložné plevele na orné půdě. Portál Agris. Available from <http://www.agris.cz/clanek/141234> (accessed October 2019).
- Moravec J. et al. 1994. Fytocenologie. Academia, Praha. ISBN 80-200-0457-2. 403 s.
- Petit S., Boursault A., Le Guilloux M., Munier-Jolain N., Reboud X. 2010. Weeds in agricultural landscapes. Agronomy for Sustainable Development **31**:309-317.
- Pikulka J., Obdržálková D., Zapletal M. 1997. Polní, zahradní a lesní plevele ČR. Nakladatelství Peres, Praha. ISBN 80-901691-9-8. 256 s.

- Pyšek P., Jarošík V., Kropáč Z., Chytrý M., Wild J., Tichý L. 2005. Effects of abiotic factors on species richness and cover in Central European weed communities. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **109**:1-8.
- Pyšek P., Tichý L. 2001. *Rostlinné invaze*. Rezekvítek, Brno. ISBN 80-902954-4-4. 40 s.
- Radhakrishnan R., Alqaravi A. A., Abd_Allah E. F. 2018. Bioherbicides: Current knowledge on weed control mechanism. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **158**:131-138.
- Rejšek K., Vácha R. 2018. *Nauka o půdě*. Agriprint s. r. o., Olomouc. ISBN 978-80-87091-82-1.
- Shaner D.L. 2014. Lessons Learned From the History of Herbicide Resistance. *Weed Science* **62**:427-431.
- Singh H. P., Batish D. R., Kohli R. K. 2008. Allelopathy in Agroecosystems. *Journal of Crop Production* **4**:1-41.
- Smutný V., Winkler J., Klem K. 2018. *Integrovaná regulace plevelů v obilninách*. Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7509-628-9. 43 s.
- Soukup J., Košnarová P., Hamouzová K., Jursík M. 2018. Rezistence plevelů vůči herbicidům a jak jí předcházet. *Agromanuál.cz*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/rezistence-plevelu-vuci-herbicidum-a-jak-ji-predchazet> (accessed October 2019).
- Škoda V., Cholenský J. 1993. *Konvenční a perspektivní způsoby zpracování a kultivace půdy*. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR. 64 s. Praha. ISBN 80-7105-048-2.
- ter Braak C. J. F., Smilauer P. 1998. *CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination (version 4)*. Centre of Biometry. Wageningen. 351
- Vach M., Javůrek M. 2008. *Rostlinná produkce s ohledem na agroekologická hlediska*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha. ISBN 978-80-87011-58-4. 20 s.
- Vencill W. K., Nicholas R. L., Webster T. M., Soteris J. K., Mallory-Smith C., Burgas N. R., Johnson G. W., McClelland M. R. 2012. Herbicide Resistance: Toward an Understanding of Resistance Development and the Impact of Herbicide-Resistant Crops. *Weed Science* **60**:2-30.

Weber E., Gut D. 2005. A survey of weeds that are increasingly spreading in Europe. *Agronomy for Sustainable Development* **25**:109-121

Winkler J., Vaverková M. D., Adamcová D., Mohler I. 2019. Kompostování bioodpadů jako zdroj zaplevelení. *Agromanual.cz*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/kompostovani-bioodpadu-jako-zdroj-zapleveleni> (accessed October 2019).

Zemědělská krajina. Krajinná ekologie-učebnice. 2007. *uake.cz*. Available from http://www.uake.cz/vyukove_materialy/frvs1269/kapitola6.html (accessed December 20019).

Webové zdroje

Geografický informační systém LPIS

<http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>

Bonitované půdně ekologické jednotky

<https://bpej.vumop.cz>

Český hydrometeorologický ústav

<http://portal.chmi.cz>

9 Seznam tabulek a obrázků

Tabulka 1: Pěstované plodiny na PB družstva v roce 2019

Tabulka 2: Průměrné teploty a srážky v okrese Klatovy za rok 2019

Tabulka 3: Braun-Blanquetova stupnice abundance a dominance

Tabulka 4: GPS souřadnice fytoocenologických snímků v ozimých obilninách

Tabulka 5: GPS souřadnice fytoocenologických snímků v jarních obilninách

Tabulka 6: GPS souřadnice fytoocenologických snímků v okopaninách

Tabulka 7: Latinské a české názvy plevelů s EPPO kódy

Obrázek 1: Mapa České republiky s vyznačeným zájmovým územím v rámci kraje

Obrázek 2: Mapa s vyznačeným zájmovým územím v rámci okresu

Obrázek 3: Ordinační diagram CCA zobrazující rozdíly ve výskytu plevelných druhů v jednotlivých plodinách.

Obrázek 4: Podíl zastoupení čeledí ve všech plodinách

Obrázek 5: Frekvence výskytu druhů v ozimých obilninách

Obrázek 6: Frekvence výskytu druhů v jarních obilninách

Obrázek 7: Frekvence výskytu druhů v okopaninách

Obrázek 8: Skupiny plevelů na základě biologických vlastností v jednotlivých plodinách

10 Seznam příloh

Příloha 1: *Galeopsis tetrahit* v porostu jarního tritikale

Příloha 2: *Stachys palustris* v porostu jarního tritikale

Příloha 3: *Cirsium arvense* v porostu jarního tritikale

Příloha 4: *Galium aparine* v porostu ozimé pšenice

Příloha 5: *Solanum nigrum* v porostu kukuřice

Příloha 6: *Tripleurospermum inodorum* v porostu kukuřice

Příloha 7: Fytocenologický snímek v bramborách

11 Přílohy



Příloha 1: *Galeopsis tetrahit* v porostu jarního tritikale (vlastní fotografie)



Příloha 2: *Stachys palustris* v porostu jarního tritikale (vlastní fotografie)



Příloha 3: *Cirsium arvense* v porostu jarního tritikale (vlastní fotografie)



Příloha 4: *Galium aparine* v porostu ozimé pšenice (vlastní fotografie)



Příloha 5: *Solanum nigrum* v porostu kukuřice (vlastní fotografie)



Příloha 6: *Tripleurospermum inodorum* v porostu kukuřice (vlastní fotografie)



Příloha 7: Fytcenologický snímek v bramborách (vlastní fotografie)