

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



Analýza druhového spektra plevelů na pozemcích Statku

Chyšě s. r. o.

Bakalářská práce

Josef Chára

Rostlinná produkce

Vedoucí práce

Ing. Michaela Kolářová, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Analýza druhového spektra plevelů na pozemcích Statku Chyše s. r. o." jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17. 4. 2019

Poděkování

Rád bych poděkoval své vedoucí bakalářské práce paní Ing. Michaelle Kolářové, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

Analýza druhového spektra plevelů na pozemcích Statku Chyše s. r. o.

Souhrn

Cílem bakalářské práce byla analýza složení druhového spektra plevelů v porostech ozimých a jarních obilnin na pozemcích konvenčně hospodařícího podniku Statek Chyše s. r. o. v okrese Karlovy Vary. Vyhodnocení proběhlo na vybraných pozemcích pšenice ozimé a ječmene jarního na přelomu června a července v době mezi herbicidní ochranou a sklizní. Hodnocena byla početnost a pokryvnost pomocí Bran-Blanquetovy stupnice. Na okraji a v centru každého z 10 hodnocených pozemků byl proveden 1 fytocenologický snímek o velikosti 100 m². Výsledky byly zaznamenány a následně zpracovány do podoby sloupcových grafů znázorňující pořadí druhů z hlediska frekvence výskytu. Rozdíly v plevelném spektru na okraji a v centru pozemku pšenice ozimé a ječmene jarního byly hodnoceny metodami mnohorozměrné analýzy a vyjádřeny ordinačními diagramy RDA. V hodnocených pozemcích se vyskytovalo 31 plevelných druhů. Ze zjištěných výsledků dále vyplývá, že nejrozšířenějším druhem byl kakost maličký (*Geranium pusillum*) vyskytující se ve všech sledovaných pozemcích. V pšenici ozimé se hojně vyskytoval heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*), violka rolní (*Viola arvensis*) a truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*), naopak v jarním ječmeni to byl svízel přítula (*Galium aparine*), svlačec rolní (*Convolvulus arvensis*) a mléč rolní (*Sonchus arvensis*). Z výsledků a zvolených pozemků nelze jednoznačně určit vliv předplodiny na složení druhové spektra plevelů, ale lze potvrdit dlouhodobé působení osevního postupu na složení druhového spektra. Na základě výsledků statistické části (mnohorozměrné analýzy) se nepodařilo potvrdit hypotézu o rozdílném druhovém složení na okraji a v centru pozemku.

Klíčová slova: agropytocenóza, fytocenologický snímek, obilniny, pšenice ozimá, ječmen jarní

Analysis of weed spectrum on fields of Statek Chyšé Ltd.

Summary

The main goal of this bachelor thesis was evaluation of weed species spectra in winter wheat and spring barley on the conventional farm Statek Chyšé Ltd. in the Karlovy Vary district. The evaluation was carried out in June and July in the period between herbicide control and harvesting. The frequency and coverage using the Braun-Blanquet scale were evaluated. On field margins and in the centers of selected 10 fields, 1 phytocoenological relevé of 100 m² was made. Results are presented in the form of bar graphs showing the order of species in terms of frequency. Differences in the composition of weed spectrum on field margins and in the centers of winter wheat and spring barley were evaluated by multivariate analyses (RDA) and displayed in ordination diagrams. Totally, 31 weed species were found in evaluated plots. The most frequent species was small-flowered cranesbill (*Geranium pusillum*) occurring in all relevés recorded. In winter wheat, scentless mayweed (*Tripleurospermum inodorum*), field pansy (*Viola arvensis*) and knotgrass (*Polygonum aviculare*) occurred most frequently, while in spring barley goosegrass (*Galium aparine*), field bindweed (*Convolvulus arvensis*) and perennial sow-thistle (*Sonchus arvensis*) were recorded with the highest frequency. From results obtained on selected plots, it is not possible to clearly determine the influence of the pre-crop on the composition of the weed species spectrum, but it is possible to confirm the long-term effect of the crop rotation. Based on the statistical results (multivariate analysis), the hypothesis of different species composition on field margins and in field centers could not be confirmed.

Keywords: agrophytocenoses, phytocoenological relevés, cereals, winter wheat, spring barley

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce.....	9
3	Literární přehled.....	10
3.1	Plevelné rostliny.....	10
3.2	Škodlivost a užitečnost.....	11
3.3	Klasifikace plevelů.....	12
3.3.1	Plevele jednoleté.....	12
3.3.2	Plevele dvouleté až vytrvalé, rozmnožující se převážně generativně.....	13
3.3.3	Plevele vytrvalé rozmnožující se převážně vegetativně.....	13
3.3.4	Plevele poloparazitické a parazitické.....	14
3.4	Rozmnožování.....	14
3.4.1	Generativní rozmnožování.....	14
3.4.1.1	Rozšiřování semen a plodů.....	15
3.4.1.2	Dormance.....	16
3.4.1.3	Půdní zásoba.....	16
3.4.1.4	Délka života semen.....	17
3.4.1.5	Klíčení a vzcházení.....	17
3.4.2	Vegetativní rozmnožování.....	17
3.4.2.1	Rozšiřování orgány vegetativního rozmnožování.....	18
3.5	Regulace plevelů na orné půdě.....	18
3.5.1	Nepřímé metody.....	19
3.5.2	Přímé metody.....	20
3.5.3	Herbicidy.....	22
3.5.3.1	Rezistence.....	23
4	Materiál a metody.....	25
4.1	O Společnosti.....	25
4.1.1	Rostlinná výroba.....	25
4.1.2	Charakteristika vybraných pozemků.....	26
4.2	Metody.....	28
4.2.1	Metoda hodnocení zaplevelení.....	28
4.2.2	Metodika statistického pracování.....	29
5	Výsledky.....	30

5.1	Pšenice ozimá.....	30
5.2	Ječmen jarní.....	30
5.3	Statistické zpracování.....	31
6	Diskuze	34
6.1	Diskuze k výskytu plevelů v pšenici ozimé	34
6.2	Diskuze k výskytu plevelů v jarním ječmeni	35
6.3	Diskuze k výskytu plevelů v pšenici ozimé a ječmeni jarním	37
6.4	Diskuze k výskytu plevelů na okraji a ve středu pozemků	39
7	Závěr	41
8	Seznam použité literatury	42
9	Seznam tabulek, grafů a obrázků	47
10	Seznam příloh	48

1 Úvod

Plevelná společenstva doprovázejí kulturní rostliny od počátku zemědělství a patří mezi nejproblematictější škodlivé činitele, na jejichž regulaci bylo vždy vynakládáno obrovské množství úsilí a energie (Smutný et al. 2018).

Společenství pěstovaných a plevelných rostlin na orné půdě tvoří tzv. agrofytocenózu. Toto společenství však není neměnné a prodělává řadu změn. Plevelné rostliny se neustále přizpůsobují změnám ve skladbě pěstovaných plodin, změnám v technologii zpracování půdy, agrotechnice a sklizně a celé řadě dalších faktorů. Jako příklad můžeme uvést krátkodobé a dlouhodobé výkyvy klimatu, které umožnily šíření teplomilnějších plevelných druhů z nížin až do podhorských oblastí (Mikulka & Slavíková 2008) nebo zdokonalení čištění osiv a následný ústup koukolu polního (*Agrostemma githago*) orných půd. Těmito změnami, biologii plevelů a možnostmi regulace se zabývá vědní disciplína herbologie.

V dávných dobách byla plevelná společenstva co do druhového spektra velmi bohatá. Na polích v jednotlivých plodinách bylo zastoupeno mnoho desítek plevelných druhů (Mikulka et al. 2018). V průběhu historie procházela zemědělská soustava řadou změn s klesajícím zastoupením plevelných druhů. Začátkem těchto změn byla soustava úhorová, později čtyřhonná (tzv. Norfolkská) soustava. Po druhé světové válce s nástupem intenzifikace (hlubší zpracování půdy, zavedení průmyslových hnojiv, a především zavedení a rozšíření používání herbicidů) došlo k výrazným změnám. V jednotlivých porostech byl zaznamenán pokles z 30 – 35 druhů až na 7 – 10 plevelných druhů (Jursík et al. 2018). Tyto změny však nesnížily počet plevelných rostlin na zemědělských půdách, ale pouze jejich druhové složení. Druhy, které přetrvaly, se dokonale přizpůsobily změnám systému hospodaření a staly se problematickými.

Vysoké dávky herbicidů se snahou vyhubit plevele přinesly kromě snížení druhového spektra také vznik populací plevelů rezistentních vůči herbicidům. Dnes je již známo, že systémy regulace nemají vést k vyhubení plevelů, ale k celkovému snížení výskytu plevelných rostlin na polích při zachování co nejširšího druhové spektra. Cílem je tedy zachování co nejvyšší diverzity plevelů na zemědělské půdě. V současnosti diverzita postupně vzrůstá, objevují se druhy dříve téměř vyhubené. To jsou příznivé trendy. Nyní by mělo pomocí správně zvolených systémů regulace dojít ke snížení celkové zaplevelenosti (Mikulka 2014).

Důležitým předpokladem pro vypracování takového systému regulace plevelů je podle Kohouta (1985) soustavná evidence zaplevelení pozemků, která je nezbytná pro stanovení prognózy škodlivého výskytu plevelných druhů v následné plodině a jejich regulaci. Tato práce si klade za jeden z cílů takovou evidenci (analýzu) druhového spektra v pšenici ozimé a ječmeni jarním v roce 2018 vytvořit, a napomoci tak systémové regulaci plevelných rostlin na obhospodařovaných pozemcích společnosti Statek Chyšé s. r. o.

2 Cíl práce

Cílem této práce bylo zhodnocení druhového složení plevelného spektra v porostech ozimých a jarních obilnin pěstovaných v rámci podniku Statek Chyšě s. r. o.

Dílčí cíle:

- zjištění početnosti a pokryvnosti pomocí Braun-Blanquetovy stupnice
- vyhodnocení rozdílného zaplevelení pšenice ozimé a ječmene jarního
- vyhodnocení rozdílného zaplevelení na okraji a v centru porostu
- statistické vyhodnocení a následné potvrzení či vyvrácení hypotézy o rozdílném zaplevelení na okraji a v centru porostu

3 Literární přehled

3.1 Plevelné rostliny

Plevelné rostliny se na Zemi objevily již v dávné minulosti současně s počátkem zemědělské činnosti člověka (Mikulka 2014). Za plevelné rostliny považujeme ty, které rostou na polích, zahradách nebo sadech proti vůli pěstitele (Titi 2003; Mikulka 2014). V pěstovaných plodinách se mohou vyskytnout jak rostliny plevelné (pýr, pcháč, chrpa, laskavce, merlíky, rdesna aj.), tak rostliny zaplevelující. Rostliny zaplevelující jsou druhy pěstované, vyšlechtěné, které se vyskytují v pěstovaných plodinách (Mikulka et al. 1999). Jejich výskyt je dán sklizňovými ztrátami, nekvalitní likvidací předplodiny a existencí nežádoucích forem plodiny v plodině optimálních vlastností (Dvořák & Smutný 2003).

V průběhu historie docházelo ve spektru plevelných rostlin na orné půdě k velkým změnám jak kvantitativním (počet plevelů), tak i kvalitativním (spektrum plevelů). V prehistorických dobách našeho státu a jeho zemědělství (4500-3000 let př. n. l.) se podle Kohouta et al. (1996) na obhospodařovaných půdách vyskytovalo více než 50 druhů plevelů. Pro rozvoj těchto druhů byla důležitá úhorová soustava. V následném čtyřřoném systému bylo velmi dobré, biologicky vyvážené, střídání plodin v osevních postupech. Celkové zaplevelení tak kleslo v porovnání s úhorovou soustavou (Dvořák & Smutný 2003). Petr (1989) uvádí, že v současné době je v každém zemědělském podniku rozšířeno něco přes 20 druhů polních plevelů, které se dokonale přizpůsobily současným technologiím pěstování polních plodin.

Mezi faktory ovlivňující druhové spektrum plevelů patří nadmořská výška, klimatické podmínky (srážky, teplota), pH půdy a zásoba živin v půdě (Losová et al. 2004). Mikulka et al. (2005) zmiňují i v posledních letech diskutované globální oteplování. Rostlinná společenstva musí na tyto přeměny určitým způsobem reagovat. Buď zaniknou, nebo se změnám přizpůsobí. Jak už bylo zmíněno, výrazně do struktury plevelných společenstev zasáhly také osevní postupy. Tedy jako se mění zastoupení jednotlivých plodin a jejich skupin na orné půdě, tak i plevelné druhy podléhají dynamickým změnám (Jursík et al. 2018). Bretagnolle et al. (2015) uvádějí, že za posledních 70 let došlo k výrazným změnám, kdy se druhové spektrum plevelů na orné půdě snížilo přibližně o 50 %.

V České republice se tímto tématem zabývaly Lososová a Simonová (2008), které zkoumaly druhové spektrum plevelů na Moravě. Výsledky byly porovnávány s měřením z roku 1908. Celkový počet v roce 1908 činil 343 plevelných druhů. V roce 2005 bylo zjištěno 303 plevelných druhů, ale při porovnání nebylo nalezeno 107 původních druhů. Podobný výzkum provedl i Arslan (2018) v Turecku, kde se počet druhů za půl století snížil z 221 druhů na pouhých 71 druhů, což představuje více než trojnásobnou ztrátu druhového spektra. Podobný trend můžeme sledovat i v dalších regionech Evropy (Weber & Gut 2005). Arslan (2018) i Weber a Gut (2005) se domnívají, že hlavními faktory způsobující snižování druhového spektra plevelů patří zjednodušení osevních postupů, intenzivní využívání průmyslových hnojiv a vysoce účinná herbicidní ochrana.

Martinková et al. (2008) porovnávali druhové spektrum z hlediska jednotlivých výrobních oblastí. Výsledky vykazují výrazný trend poklesu počtu druhů směrem od bramborářské do kukuřičné výrobní oblasti, a to v obou systémech hospodaření (pozn. konvenční a ekologické). Přitom je obecně známé, že v teplejších, úrodnějších a pro pěstování rostlin příznivějších oblastech je vyšší zastoupení rostlinných druhů. Ke stejnému výsledku

dospěli i Cirujeda et al. (2011): jejich zkoumání ukazuje, že s nadmořskou výškou stoupalo i druhové spektrum plevelů, s výjimkou velmi intenzivního pěstování ve vyšších nadmořských výškách. Ukazuje se tedy, že působení člověka – pěstitele – na agrofytocenózu je silnější, než vliv přirozených poměrů stanoviště. Vlivem dlouhodobého mohutného tlaku člověka na plevelnou složku ve výnosných, intenzivních, nejproduktivnějších oblastech došlo ke ztrátě mnoha plevelných druhů, které se pravděpodobně projevilo i na úrovni potenciálního zaplevelení – půdní banky diaspor. Širší, druhově bohatší plevelná flóra je tedy zachována v produkčně méně příznivých, marginálních oblastech, kde bylo a je většinou aplikováno omezenější množství intenzifikačních faktorů (Martinková et al. 2008).

3.2 Škodlivost a užitečnost

Škodlivý vliv plevelů v porostech kulturních rostlin je značně rozmanitý a projevuje se přímým i nepřímým škodlivým působením (Hron & Kohout 1988). Kohout et al. (1996) zmiňují také pozitivní funkce plevelných rostlin. Podle Bourgeois et al. (2019) i přes dlouhodobé výzkumné úsilí stále chybí komplexní pohled na plevelné rostliny orných půd.

Přímá škodlivost plevelů je v důsledku jejich konkurence (Dvořák & Smutný 2003). Kohout et al. (1996) uvádějí, že konkurence způsobuje více než 10% ztráty na rostlinné produkci a odplevelování porostů vyžaduje značné náklady. Konkurence lze definovat jako soutěž rostlin o limitující zdroje stanoviště, tj. sluneční záření (energii), půdní vlhkost, minerální látky v půdě a prostor (Mikulka et al. 2005). Projevuje se zejména v tom, že většina plevelných druhů je lépe vybavena konkurenční schopností, to znamená, že lépe odolává nepříznivým stanovištním vlivům (sucho, mráz aj.), má zpravidla vyvinutější kořenový systém a lépe přijímá z půdy vzduch, vodu a v ní rozpuštěné živiny (Hron & Kohout 1988). Proto se vyvíjejí rychleji, lépe rostou a potlačují pomaleji rostoucí a méně životné kulturní rostliny (Kohout et al. 1996).

Nepřímá škodlivost plevelů představuje četné, značně rozmanité formy. Kohout et al. (1996) zmiňují podporu chorob a škůdců. Hron a Kohout (1988) uvádějí jako příklad plevelné druhy brukvovitých (hořčice rolní, ředkev ohnice aj.), které jsou hojně napadány původcem nebezpečné nádorovitosti košťálovin (*Plasmodiophora brassicae*). V obilných sledech mohou být plevely přenášeny houbové choroby rodu *Fusarium* (Suproniene et al. 2019). Mnohé plevely poskytují také potravu a úkryt živočišným škůdcům. Již zmiňovaná čeled' brukvovitých hostí dřepčíky, blýskáčka řepného, běláška zelného, háďátka řepné a jiné škůdce (Kohout et al. 1996). Plevely se rovněž podílejí na celkovém snižování produktivity práce v rostlinné výrobě. Na zaplevelených půdách se obtížněji vykonávají určité agrotechnické zásahy jako např. setí, kultivace, sklizeň plodiny (Hron & Kohout 1988).

Užitečnost plevelů je často v ústraní, protože plevely jsou nejčastěji vnímány pouze jako negativní součást agroekosystémů, které konkurují, snižují výnos a vyžadují velké množství energie na jejich regulaci (Akobundu 1991). Kohout et al. (1996) upozorňují, že hospodářský význam plevelů nelze posuzovat pouze podle jejich zmíněné obsáhlé škodlivosti ve vztahu ke kulturním rostlinám, nýbrž také podle jejich pozitivních funkcí. Plevely svojí přítomností na orné půdě například snižují negativní vliv velkoplošného (často opakovaného) pěstování jednoho kulturního druhu na půdní prostředí (Dvořák & Smutný 2003). Jejich přítomnost v pěstované monokultuře zajišťuje potravu pro hmyz, a tím i opylení pěstovaných rostlin (Rollin et al. 2016). Titi (2003) uvádí i možné snížení ohrožení vodní či větrné eroze. Četné

druhy patří mezi léčivé rostliny (heřmánek pravý, jitrocel kopinatý atd.). Je třeba se zamyslet i nad tím, že genetický význam plevelů pro budoucnost nám není ještě znám (Dvořák & Smutný 2003).

3.3 Klasifikace plevelů

Plevelné rostliny je možné rozdělit podle mnoha kritérií. Například podle výskytu na jednotlivých lokalitách (plevele polní, luční, lesní, vodní), výskytu v jednotlivých plodinách (plevele obilnin, okopanin, luskovin, píceňin apod.), vazby na substrát, stupně škodlivosti (velmi nebezpečné plevle, příležitostné, méně významné plevle). Ze zemědělského pohledu je nejvhodnější rozdělení plevelů podle hlavních biologických vlastností. Například délka života rostlin, způsob rozmnožování, rozšiřování diaspor (Mikulka 2014).

3.3.1 Plevle jednoleté

Do této skupiny patří většina druhů plevelů. Jejich životní cyklus (od vyklíčení semene, růstu rostly, kvetení po tvorbu vlastních semen či plodů) proběhne do jednoho roku nebo za jedno vegetační období. Poté rostliny odumírají. Většina druhů umírá při prvních mrazících (s výjimkou druhů efemerních a ozimých). Rostliny se rozmnožují pouze semeny (Mikulka et al. 2005).

Efemerní plevle jsou přechodně zavlečené rostliny na nové stanoviště. Jsou to druhy, které rychle vykvetou a přinesou semena v omezené části vegetační doby, vzcházejí na podzim, během zimy nebo na jaře. Mezi zástupce patří rozrazil břechťanolistý a huseníček rolní. Škodlivost těchto druhů je zanedbatelná (Dvořák & Smutný 2003).

Časně jarní plevle hromadně klíčí a vzcházejí již časně na jaře při teplotách málo nad 0 °C. Vyskytují se nejhojněji v časně vysévaných jarních plodinách. Mnohé druhy mohou klíčit během celé vegetační doby a zaplevelují též i pozdě vysévané plodiny (okopaniny, zeleniny aj.). Rostliny vzešlé na podzim obvykle přes zimu vymrzají, pouze výjimečně za mírné zimy prezimují. Do této skupiny patří například oves hluchý, drchnička rolní nebo rdesno (truskavec) ptačí (Kohout et al. 1996).

Pozdě jarní plevle vzcházejí až při vyšších teplotách (nad 10 °C) půdy na jaře, 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 pozdní počáteční vývoj nebo vzcházejí až později, např. brambory, cukrovka, kukuřice, polní zeleniny apod. a také prořídle ozimy a jarní obilniny. Do této skupiny patří například: bytel metlatý, ježatka kuří noha, merlík bílý, laskavec srstnatý (Mikulka 2014).

Ozimé plevle tvoří druhově nejpočetnější skupinu. Patří sem jak typické ozimy, které vzcházejí převážně v podzimním období, tak i druhy, které vzcházejí v průběhu celého vegetačního období a v případě, že vzejdou na podzim, mají schopnost přečkat zimu. Tu často přečkávají ve formě listových růžic, i když některé fotoperiodicky neutrální druhy jsou schopny i v průběhu zimních měsíců za období příznivějších teplot kvést. Zaplevelují především ozimé plodiny, řada z nich ale patří k běžným plevelům i v jiných kulturách (jařiny, okopaniny, hojné jsou i v prořídlejších porostech víceletých píceňin). Mezi konkurenčně schopné, vzrůstající druhy patří svízel přítula, mák vlčí, heřmánkovec nevonný, chundelka metlice, chrpa modrá, úhorník mnohodílný. Drobnější druhy spodního patra prezentují violka rolní, rozrazil perský, ptačinec

prostřední, hluchavka nachová. Dále sem patří např. zeměděm lékařský, penízeček rolní (Jursík et al. 2011).

3.3.2 Plevelle dvouleté až vytrvalé, rozmnožující se převážně generativně

V této skupině jsou zařazeny plevele tvořící přechodnou skupinu mezi pleveli jednoletými, rozmnožujícími se pouze generativně a pleveli vytrvalými (Kohout et al. 1996). Hlavním způsobem rozmnožování je tvorba a rozšiřování generativních orgánů. Současně je ale převážná většina druhů této skupiny schopná vegetativního rozmnožování, to ale nebývá tak významné. Mezi zástupce řadíme např. šťovík kadeřavý, bolševník velkolepý a pelyněk černobýl (Kazda et al. 2010).

3.3.3 Plevelle vytrvalé rozmnožující se převážně vegetativně

Do této skupiny spadají vytrvalé druhy se schopností intenzivního vegetativního šíření pomocí nadzemních orgánů. Výjimečně jsou na orné půdě odkázány pouze na vegetativní rozmnožování (rákos obecný, rdesno obojživelné), obvykle však mají jak schopnost vegetativního, tak i generativního šíření, s tím, že za určitých podmínek jeden či druhý způsob převládá. Další členění této skupiny vychází z hloubky, do které vegetativní orgány v půdě pronikají (Jursík et al. 2018).

Plevelle mělčejí kořenicí mají uloženy orgány vegetativního množení v ornici nebo na povrchu půdy (Kazda et al. 2010). Podle biologických vlastností lze jednotlivé druhy této skupiny rozlišovat takto (Kohout et al. 1996):

- a. Druhy s plazivými kořenujícími lodyhami se vyskytují především v místech, kde se pravidelně hluboce neoře (mochna husí, popenec břechťanolistý).
- b. Druhy s pevnými a tuhými oddenky nabývají na významu s rozšiřující minimalizací. Nesnáší pravidelnou hlubokou orbu a konkurenci porostu v průběhu celého vegetačního období. Patří sem například pýr plazivý a psineček výběžkatý.
- c. Druhy s měkkými křehkými výběžky škodí především na zamokřených půdách. Patří sem například máta rolní a čistec bahenní (Kohout 1985).
- d. Druhy vytvářející hlízy, cibule a ztloustlé kořeny – rozmanitá skupina, která má zásobní látky ve ztloustlých částech různého původu. Může se jednat o kořenové hlízy (hrachor hlíznatý), cibule (česnek viniční), ztloustlé kořeny (rukev obecná) uvádí Jursík et al. (2018).

Plevelle hlouběji kořenicí mají podzemní orgány vegetativního rozmnožování obvykle bohatě větvené a uspořádané v systému vodorovných a svislých výběžků (Kohout et al. 1996). Svislé (vertikální) výběžky často sahají do hlubokých vrstev půdy – až do podorničí, kde nejsou zasahovány zpracováním půdy. Vodorovné (horizontální) výběžky jsou uloženy mělčejí v půdě, často v patrech nad sebou (Mikulka et al. 2005). Kohout (1985) hlouběji kořenicí plevele dále dělí na:

- a. Bylinné druhy vytvářející oddenky se přemnožují spíše na extrémních stanovištích (zamokřená půda apod.). Přestože jsou stonkového původu, mohou být umístěny hluboko v půdě (přeslička rolní, rákos obecný, rdesno obojživelné). Nesnáší zapojený porost kulturních rostlin.

- b. Bylinné druhy vytvářející kořenové výběžky se zpravidla přemnožují i na velmi úrodných, hlubokých půdách s nepravidelnou orbou a nízkou úrovní techniky. Mezi zástupce patří pcháček oset, mléč rolní, svlačec rolní a vesnovka obecná.
- c. Druhy s dřevnatějícími výběžky se dnes již na orných půdách nevyskytují. Výjimečně se objeví v lokalitách nevyvinutých půd v blízkosti lesů, strání a v členitém terénu. Mezi zástupce patří například ostružník ježiník a bez chebdí.

3.3.4 Plevelé poloparazitické a parazitické

Do této skupiny jsou řazeny druhy s různou mírou závislosti na hostiteli, na němž parazitují. I když všechny druhy z této skupiny splňují podmínky pro zařazení mezi parazitické rostliny, dělí se podle typu odebíraných látek na poloparazity a tzv. pravé parazity – holoparazity (Jursík et al. 2018).

Plevelé poloparazitické (hemiparazitě) jsou zelené rostliny s vlastním kořenovým systémem. Vyživují se autotrofně, zároveň však přijímají živné látky heterotrofně prostřednictvím přísavných kořínků, které pronikají do vodivých pletiv hostitelských rostlin. Naše polní plevelé této skupiny jsou druhy jednoleté z čeledi krtičníkovitých (*Scrophulariaceae*), a to: černýš rolní, kokrhel luštinec, kokrhel pozdní, zdravínek nachový (Stehlík 1976).

Plevelé parazitické (holoparazitě), jsou nezelené rostliny, které neobsahují téměř žádný chlorofyl (někdy označovány jako barevné rostliny) a jsou zcela závislé na hostitelské rostlině. Nemají vytvořen kořenový systém. Pomocí haustorií pronikají do vodivých svazků hostitele (do floému a xylému), odkud odebírají vodu a živiny, které hostitel produkuje pomocí fotosyntézy (Mikulka et al. 2005). Kohout (1985) rozděluje parazitické plevelé podle místa parazitování na plevelé parazitující na kořenech rostlin (např. zářaza menší) a plevelé parazitující na nadzemních orgánech rostlin (např. kokotice evropská).

3.4 Rozmnožování

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).

3.4.1 Generativní rozmnožování

Generativní (pohlavní) rozmnožování se děje prostřednictvím diaspor, mezi které patří například výtrusy, semena či plody (Kazda et al. 2010). Termín semeno je však podle Mikulky et al. (2018) obecně užíván i v tom případě, že se z morfologického hlediska jedná o plod (např. nažka nebo obilka). Semeno je relativně nejméně proměnlivý orgán rostliny a rovněž variabilita velikosti a hmotnosti semen v rámci jednoho druhu je většinou malá. Množství semen je veličina druhově specifická, úzce související s ekologickými podmínkami stanoviště (podmínky půdní, klimatické a prostorové). Nutností plevelných rostlin z hlediska přežití je vytvoření co největšího množství semen a plodů, které by bylo zárukou setrvání druhu v dané lokalitě. Ze semen vytvořených na rostlině však v polních podmínkách vytvoří novou rostlinu pouze nepatrná část. Proto vysoká produkční schopnost druhu nemusí odpovídat jeho významnosti jako plevelného druhu. Pro přežití plevelného druhu na stanovišti jsou důležité i

další faktory – dormance, životnost semen v půdě nebo rytmus vzcházení semen během vegetace (Kazda et al. 2010).

3.4.1.1 Rozšiřování semen a plodů

Důležitým předpokladem pro zachování druhu je, aby semena, plody, případně i vegetativní rozmnožovací částice nezůstaly nahromaděny v blízkosti mateřské rostliny, ale aby se rozšířily, pokud možno co nejdál a na co nejvhodnější stanoviště (Mikulka et al. 2005). Mezi hlavní způsoby rozšiřování patří:

Autochorie je rozšiřování diaspor vlastními mechanismy rostlin. Například u vikví a hrachorů vysycháním praská zralý lusk, chlopně se prudce šroubovitě stáčí a vymršťují semena do okolí, svíráním chlopní praskajících tobolek se prudce vymršťují semena violek. Další druhy ohýbají při dozrávání lodyhy a plodní stopky s tobočkami těsně k povrchu půdy (např. drchnička rolní, truskavec ptačí, rozrazil perský a rozrazil břechťanolistý). Některé diaspor se posunují na různé strany od mateřské rostliny pomocí pohybů hygroskopických útvarů (osiny ovsa hluchého). Jednodušším případem autochorie je barochorie, při které diaspor vlastní hmotností vypadávají na povrch půdy do blízkosti mateřské rostliny (hořčice rolní, peníze rolní, obilky ježatky kuří nohy, pýru plazivého a béru), odkud mohou být dále šířeny vodou nebo zvířaty (Mikulka et al. 2005).

Anemochorie je rozšiřování větrem. K přenosu na velké vzdálenosti bývají semena vybaveny chmýrem (pcháč oset, pětoury, pampeliška lékařská atd.). Drobná semena (např. semena zárazu připomínající prášek) mohou být, vzhledem ke své hmotnosti, unášena vzdušnými proudy. K překonání menších vzdáleností slouží semenům opěrné plochy nebo křídla (např. šťovíky, lebedy), které umožňují rotaci ve větru a tím kratší let (Dvořák & Smutný 2003).

Hydrochorie je rozšiřování semen povrchově tekoucí vodou. Lehké plody a semena jsou snadno odnášeny při přívalech, vodní erozi a spolu se splavenou ornici na níže položené části pozemku, popřípadě i vodními toky na velké vzdálenosti. Zvláště vhodné pro transport jsou plody či semena opatřená plovacím zařízením jako jsou chmýr, křídélka nebo vzduchové měchýře (Kohout et al. 1996).

Zoochorie je šíření semen a plodů prostřednictvím živočichů. Některé plody mají na povrchu četné háčky (např. svízel přítula, mrkev obecná) nebo lepkavý povrch při smáčení vodou (např. řericha vesnovka), čímž se přichycují na srst zvířat či peří ptáků a jsou roznášena často na velké vzdálenosti (tzv. exozoochorie), jindy plody, semena obsažená v píci procházejí nepoškozena zaživačím ústrojím zvířat a výkaly se opět dostávají daleko na nová stanoviště (tzv. endozoochorie) uvádí Hron a Kohout (1988).

Antropochorie je rozšiřování člověkem. Jedná se stále o jeden z nejvýznamnějších způsobů zaplevelení půd (Kohout et al. 1996). Protože se jedná o poměrně různorodé způsoby šíření, lze je dále specifikovat takto: speirochorie, tj. šíření semen osivem. Tímto způsobem se šíří plevele doprovázející určitou plodinu; agestochorie je šíření prostřednictvím dopravy zboží, osob a zvířat; ergaziochorie je přemísťování semen pomocí zemědělského nářadí a zemědělských strojů používaných při obdělávání půdy nebo manipulaci s rostlinami; rypochorie je šíření diaspor při odhazování a odstraňování různých odpadů ze zahrad, čistících stanic, skládek a smetišť, při přemísťování zeminy. Významným zdrojem šíření je i hnojení chlévskou mrvou, kejdou, komposty a rašelinou; etolochorie je záměrné šíření diaspor

člověkem v podobě vysévání nebo vysazování semen a sazenic (Mikulka et al. 2005). Jako příklad etolochorie lze uvést bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) vyskytující se v západních Čechách dovezený jako dekorativní rostlina do Lázní Kynžvart ze západního Kavkazu (Zahradník 2017).

Řada druhů plevelů však není odkázána pouze na jeden způsob šíření, často je několik způsobů kombinováno (Jursík et al. 2018).

3.4.1.2 Dormance

Po dozrání a vysemenění se semena a plody plevelů v důsledku zpracování půdy dostávají do jednotlivých vrstev půdního profilu (Jursík et al. 2018). Některá semena vyklíčí ihned, pokud mají příznivé podmínky, většina semen však setrvá v půdě bez vyklíčení po různě dlouhou dobu a vytvářejí půdní zásobu. Některá semena neklíčí proto, že v místě, kde se zrovna nacházejí nejsou vhodné podmínky. Většina semen však neklíčí, protože jsou ve stavu dormance (Mikulka et al. 1999). Kohout et al. (1996) definují dormanci jako soubor příčin dočasného neklíčení, který je způsoben strukturálními, fyziologickými a biochemickými vlivy v určitém časovém úseku. Umožňuje vyklíčit až za podmínek, při kterých rostlina nejen dobře vyklíčí, ale i přežije. Vyklíčení zásoby semen, kterou rostlina vyprodukuje, je vlivem dormance rozděleno do několika let. V některých letech je potomstvo, které vyklíčilo, zničeno agrotechnickými zásahy. Jiné ročníky semenáčků, které vyklíčili v letech, kdy intenzita hospodaření ochabla jsou úspěšnější a zaručují přežití druhu (Mikulka et al. 2005). Tato semena vytvářejí půdní zásobu, která je následně nejvýznamnějším zdrojem zaplevelení orných půd (Jursík et al. 2018). Vivian et al. (2008) rozděluje dormanci na primární (vrozenou) a sekundární (ovlivněnou vnějšími faktory).

Primární dormanci mají ty rostliny, jejichž semena jsou neklíčivá ihned po dozrání na mateřské rostlině. Dormance tohoto typu se projevuje většinou bez ohledu na panující podmínky prostředí a chrání semena, aby nevyklíčila před nástupem nepříznivých podmínek. Například aby semena druhů vzcházejících na jaře nevyklíčila na podzim (Mikulka et al. 2005).

Sekundární 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 neumožňují klíčení, či narušení dormance. Dříve se za hlavní příčinu sekundární dormance považoval především nedostatek kyslíku nebo vysoký obsah oxidu uhličitého. Stejně tak může být sekundární dormance vyvolána dlouhodobým pobytem v podmínkách nepříznivých pro klíčení, přičemž limitujícím faktorem nemusí být jen obsah kyslíku a vlhkost půdy, ale např. i vysoké a nízké teploty (Jursík et al. 2011).

3.4.1.3 Půdní zásoba

Půdní zásoba je odrazem rozšíření plevelných rostlin na pozemku. Vezmeme-li v úvahu reprodukční schopnost většiny plevelných druhů a zároveň fakt, že i po uspokojivém plevelohubném zásahu jsou mnohé rostliny schopny tvorby semen, pak lze velký počet semen v půdě předpokládat. Ne všechna vytvořená semena se ale dostanou do půdy. Jejich část je sklizena společně s plodinami, část jich odnese vítr nebo živočichové. Na pozemky se však zase dostanou semena plevelů vyprodukována na jiných lokalitách (Dvořák & Smutný 2011). Cardina et al. (2002) uvádějí, že půdní zásoba v závislosti na pěstební praxi činí přibližně 9 000 až 27 000 semen na m². Na velmi zaplevelených pozemcích může počet semen dosáhnout

i 300 000 semen na m² (Koch 1970). Jursík et al. (2018) uvádějí, že během jednoho roku vyklíčí jen asi 3-6 % semen z celkové půdní zásoby.

3.4.1.4 Délka života semen

Délkou života semen označuje dobu, po kterou jsou semena za příznivých podmínek schopná klíčit z půdní zásoby. Délka života semen je druhovou vlastností, která je velice ovlivněna vnějšími podmínkami. Dlouhověkost podporuje stálost prostředí a absence rozkladného vlivu mikroorganismů. Existuje řada údajů o zjištěné klíčivosti některých semen ze sledovaného souboru, uloženého ve výše uvedených podmínkách, ještě po 100 a více letech. V podmínkách orných půd, kde se mění teplota, vlhkost a kde je vysoká mikrobiální aktivita se životnost (klíčivost) semen ztrácí za podstatně kratší dobu (Dvořák & Smutný 2003). Hilton a Thomas (1986) uvádějí, že i s rostoucí hloubkou uložení semen stoupá jejich životaschopnost. Například klíčivost semen ovsu hluchého (*Avena fatua*) pro přezimování je z hloubky semen v 5 cm pětkrát vyšší, než pokud jsou semena na povrchu půdy. To se shoduje s tvrzením Sagar a Mortier (1976), kteří tento jev pozorovali i u dalších druhů. Podle Dvořáka a Smutného (2003) lze říci, že v biologicky činné ornici vydrží jen malý podíl semen, živých déle než 10 roků.

3.4.1.5 Klíčení a vzcházení

Klíčení semen je jednou z nejdůležitějších fází vývoje rostlin. Správné načasování klíčení určuje přežití jedince, které ovlivňuje i stav populací (Hradilová et al. 2019). Klíčení plodů a semen plevelů je na rozdíl od kulturních rostlin značně rozdílné. Kulturní rostliny vlivem dlouho dlouholetého šlechtění mají vysokou klíčivost již po uzrání, kdežto u plevelných druhů je klíčivost značně rozdílná. Při klíčení mají plevele různé požadavky na obsah vody, vzduchu a teplotu (Hron & Kohout 1988). Například teplota pro klíčení rozrazilu břechťanolistého činí 2-5 °C oproti tomu laskavec ohnutý od 10 °C. Teplotní nároky se obecně zvyšují se stáří semen (Koch 1970).

Vzcházení klíčících rostlin podmiňuje další rozvoj plevelů. Polní vzcházevost plevelů je závislá především na hloubce uložení semen v půdě, jejich dormanci a podmínkách, které ovlivňují klíčivost semen. Hloubka, ze které jsou semena schopna vzcházet, většinou koreluje s jejich velikostí a citlivostí ke světelným podmínkám (Jursík et al. 2018). A tak většina plevelů nejlépe vzchází z mělkých vrstev ornice (do 5 cm), což jsou především drobné druhy. Klíčící rostliny některých plevelů vzcházejí až z hloubek okolo 10 cm, například svízel přítula a pohanka svlačcovitá. Z hloubky 20 cm dokáže vzcházet oves hluchý (Kohout et al. 1996).

3.4.2 Vegetativní rozmnožování

Vegetativní (nepohlavní) rozmnožování představuje doplňkový způsob, který je často využíván některými vytrvalými druhy. Ty se rozmnožují prostřednictvím diaspor vegetativního původu (např. hlízami, cibulemi, pacibulkami, částmi oddenků, kořenových výběžků a kořeny s adventivními pupeny). Vegetativní rozmnožování vytrvalých plevelů převládá především na orné půdě, která je pravidelně obdělávána. Pravidelné poškozování kořenů a kořenových výběžků vyvolává rychlou regeneraci pupenů. To má za následek vytvoření mohutného kořenového systému, který velmi agresivně konkuruje kulturním rostlinám (Mikulka 2014). Zachování druhu je tak zajištěno i za nepříznivých podmínek prostředí, ve kterých se rostlina krátkodobě nebo dlouhodobě nachází. Zaplevelení může vznikat i z velmi malých orgánů

vegetativního rozmnožování. Důležitá je však životnost a regenerační schopnost těchto orgánů, což závisí na mnoha faktorech: stáří orgánů, jejich zdravotním stavu, obsahu zásobních látek, podmínkách prostředí při regeneraci i na ročním období (Mikulka et al. 2005).

3.4.2.1 Rozšiřování orgány vegetativního rozmnožování

Ohniska zaplevelení se zvyšují vodorovným podzemním růstem oddenků, kořenových výběžků, nadzemním růstem zakořeňujících šlahounů, zakořeňováním stébel aj. Při snížení intenzity, zejména základního zpracování půdy, jsou v ornici příznivé podmínky pro vývin a rozrůstání orgánů vegetativního rozmnožování (Dvořák & Smutný 2003). Mikulka et al. (2005) zmiňují rozšíření částí rostlin zemědělskými stroji a zemědělským náradím při obdělávání půdy a manipulaci s rostlinami. Významné je i přenášení částí orgánů vegetativního rozmnožování živočichy, kteří je využívají jako potravu. Jako příklad uvádějí Dvořák a Smutný (2003) nalezené asi 2 cm dlouhé části kořenových výběžků pcháče osetu v norách hraboše polního.

3.5 Regulace plevelů na orné půdě

Vynecháním ochrany proti plevelům se pohybuje pokles výnosu v rozmezí 10-100 % v závislosti na konkurenční schopnosti plodiny (Váňová & Klem 1997). Přesto cílem regulace není úplné vyhubení plevelů, ale udržení plevelné populace pod úrovní ekonomické škodlivosti. Již dnes některé studie ukazují, že úplné zničení plevelné populace je provázeno nejen ekologickými důsledky, ale zhroucením ekosystému, který má i hospodářský význam např. omezení užitečného hmyzu (Klem & Škubalová 2003).

Hron a Kohout (1988) rozdělují proces ochrany proti plevelům na diagnózu, prognózu a regulaci. Diagnóza zaplevelení půdy a plodin je nezbytným předpokladem pro volbu účinné metody ochrany proti určitým plevelům ve sledované plodině. Základem je spolehlivé stanovení druhového výskytu plevelů na stanovišti (tzv. identifikace plevelných druhů v půdní zásobě i v porostu plodiny). Hamouz a Hamouzová (2015) upozorňují, že včasná identifikace jednotlivých druhů plevelů v porostech polních plodin je hlavní podmínkou pro úspěšný regulační zásah. Důležitá je i na správná prognóza vývoje a významu zaplevelení. Vychází z biologie a škodlivosti jednotlivých druhů. Cílem prognózy je stanovení předpokládané škodlivosti a ekonomické významnosti zjištěného zaplevelení, dodává Dvořák a Smutný (2003).

Podle zásad integrované ochrany rostlin by regulace zaplevelení na jednotlivých pozemcích měla odpovídat skutečnému výskytu jednotlivých druhů plevelů. Pokud se plevele vyskytují v nízkých hustotách a nezpůsobují výnosové ztráty je zásah proti nim v daném roce neefektivní. 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. V případě ekonomického prahu škodlivosti jeho hodnota udává, při jaké hustotě výskytu určitého plevele se výnosové ztráta způsobená tímto plevelem rovná nákladů na regulaci. Při překročení této hustoty je tedy již ekonomicky výhodné provést regulační zásah (Jursík et al. 2011). Koncepce prahových hodnot zaplevelení je velmi přitažlivá. Ve skutečnosti je však výše ekonomického efektu ošetření ovlivňována řadou komplexních interakcí, které vyžadují predikci dílčích faktorů (Váňová & Klem 1997).

Hamouz (2014) upozorňuje na nejvýznamnější nedostatek konceptu ekonomických prahů škodlivost. A tedy, že ekonomický přínos herbicidního zásahu je kalkulován pouze pro

jeden rok a nejsou zohledněny změny populací plevelů v letech následujících po regulačním zásahu. Při použití ekonomických prahů tedy nelze vyloučit, že v některých částech pozemku s podprahovým výskytem plevelů dojde v důsledku absence regulačního zásahu k vysemenění plevelů a tím k nárůstu zaplevelení v následujících letech.

Nejkomplexnější stanovení představují dlouhodobé prahy škodlivosti zohledňující populační dynamiku plevelů a počítající tedy i se ztrátami způsobenými vysemeněním plevelů na neošetřených plochách. Výpočet takových prahů je však velmi obtížný vzhledem k širokému spektru faktorů ovlivňujících skutečné hodnoty. Populace jednotlivých druhů jsou z dlouhodobého hlediska ovlivněny nejen regulačními zásahy a konkurenčním působením plodiny, ale také osevním postupem a zpracováním půdy. Tato komplexnost je příčinou toho, že hodnoty dlouhodobých prahů škodlivosti plevelů nejsou pro většinu plodin dosud k dispozici (Hamouz 2014).

Metody, které se při regulaci zaplevelení používají, můžeme podle charakteru používaných prostředků rozdělit na metody nepřímé (preventivní) a přímé (Jursík et al. 2018). Hron a Kohout (1988) upozorňují, že oba tyto směry nelze uplatňovat odděleně, neboť spolu úzce souvisejí a vzájemně se doplňují.

3.5.1 Nepřímé metody

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

Osevní postup je základní agrotechnické opatření regulace zaplevelení (Kohout et al. 1996). Doucet et al. (1999) uvádí, že správný osevní postup snižuje hustotu plevelů a zachovává rozmanitost druhů, čímž brání převládání několika problémových plevelů. V kulturních rostlinách se dobře adaptují rostliny s podobným životním cyklem (Moyer et al. 1994). Například opakované pěstování ozimých plodin, umožnilo gradaci chundelky metlice a svícele přítuly. Následně opakovaně používaný herbicid, v takových sledech plodin, výrazně ovlivní druhové spektrum plevelů. Příkladem může být často aplikovaný *chlortoluron* proti chundelce metlici v pšenici ozimé, který umožnil rozvoj rozrazilů. Dlouhodobější aplikace herbicidů se stejným mechanismem účinku vede ke vzniku rezistentních biotypů plevelů (Dvořák & Smutný 2003). Kromě regulace zaplevelení má osevní postup také vliv na zvýšený výnos pěstované plodiny a zlepšení fyzikálních vlastností půd (Bullock 1992).

Zpracování půdy je důležitým regulačním opatření proti plevelům. Klasická orba dokonale zaklopí posklizňové zbytky rostlin, kořeny či kořenové výběžky vytrvalých plevelů, které nejsou schopny reprodukce. Vzhledem k poměrně vysokým nákladům na klasické zpracování půdy jsou uplatňovány v praxi technologie minimálního zpracování, což vede ke snížení nákladů. Kvalitní podmínka umožňuje zaklopení vypadlých semen a poškození vytrvalých (pýr plazivý, pcháč rolní, čistec bahenní, mléč rolní aj.). Současně zabrání ztrátám na vlhkosti a umožní klíčení plevelů z povrchových vrstev. Po zavedení minimalizace, ale dochází zpravidla již v druhém roce a dalších letech k postupnému nárůstu zaplevelení. Plevelná společenstva na takto obdělávaných plochách bývají v řadě případů druhově chudší, ale početní výskyt na jednotce plochy má stoupající tendenci (Mikulka & Škrobach 2018). Mikulka et al. (2005) uvádějí tradiční předsetřovou přípravu s oddělenými operacemi, která umožňovala využít odstupů mezi přípravou a setím k hubení vzcházejících plevelů. Současná

praxe u většiny plodin toto opatření neumožňuje využít, neboť z hlediska požadavků současných odrůd jsou preferovány velmi rané výsevy, dochází ke slučování operací s cílem minimalizovat počet vstupů na pozemek a před setím v časně jarním období, kdy se začíná se začíná se zpracováním půdy, vzchází pouze malá část plevelů.

Čistota osiva – v první řadě je potřeba zabránit množení plevelů při množení osiv. Semenářské porosty je proto nutné udržovat v bezplevelném stavu. Nejvyšší počty rostlin vybraných plevelných druhů v množitelských porostech plodin jsou stanoveny taxativně. Jde o druhy s velkou škodlivostí, jejichž semena jsou z osiv obtížně odstraňována. Redukován musí být především oves hluchý v obilninách, šťovíky a silenky v jetelovinách a travinách, svízel přítula, hořčice polní a ředkev ohnice v hořčici bílé a řepce ozimé, blín černý v máku (Dvořák & Smutný 2003). Podle Jursíka et al. (2011) právě zavedení kvalitního čištění osiva eliminovalo výskyt mnoha druhů plevelů, které byly v minulosti hojné. Klasickým příkladem je koukol polní, který byl ještě na počátku 20. století jedním z nejhojnějších plevelů ozimých obilnin a pak během relativně krátké doby z polí úplně vymizel.

Využití strništních meziplodin může zabránit zaplevelení, tj. především tvorbě rozmnožovacích orgánů plevelů (Kohout & Škoda 1993). Dvořák a Smutný (2003) uvádějí, že hustě zapojené meziplodiny mohou potlačovat světlomilné a mělce kořenicí plevele, údajně i např. pýr plazivý, medyněk měkký, psineček výběžkatý. Zhodnotíme-li ale zastoupení strništních meziplodin na orné půdě v posledních 15 letech, zjistíme podstatný pokles ploch ve většině větších zemědělských podniků, zvláště v nížinných oblastech Čech. Za příčinu je možné považovat především časté menší množství srážek a vyšší teplotu vzduchu v letním období, což vedlo – zvláště při nedodržení technologické kázně – k velmi nízkým výnosům těchto plodin a často i k přežívání nevzešlých semen a jejich uplatnění – jako plevele – v následné plodině, zvláště okopanině (Kohout & Kohoutová 2017).

Výživa rostlin má velký vliv na plevelová společenstva. Plevelné rostliny reagují na hnojení zvýšeným růstem, v řadě případů i rychleji než pěstované plodiny (Mikulka 2014). Za vhodné považuje Dvořák a Smutný (2003) přesné podkořenné hnojení („hnojení pod patu“). Dodané živiny tak převážně využívá plodina a zvýšeným růstem získává konkurenční výhodu před pleveli. Smutný et al. (2018) zmiňují také problematiku chlévského hnoje a zvyšování zaplevelení. S tímto tématem upozorňuje Winkler (2016) na proces samotného zrání hnoje, který výrazně působí na životaschopnost a klíčivost semen plevelů. Obsah živých plodů a semen je ovlivněn kvalitou a délkou zrání. Ze starších vědeckých prací víme, že v 1 t chlévského hnoje může být obsaženo kolem 38 tis. životaschopných semen plevelů. Z tohoto důvodu hnojení hnojem může silně ovlivnit zaplevelení pěstovaných plodin. V obilninách jde především o merlíky, laskavce aj., a kromě toho na polních hnojištích a jejich okolí vznikají ohniska zaplevelení orné půdy. Dobře vyztáhlý chlévský hnůj na udržovaných hnojištích po šesti až osmi měsících zrání se dá považovat za „bezplevelný“ (Kohout & Škoda 1993).

3.5.2 Přímé metody

Přímé metody jsou takové pracovní postupy, které jsou na pozemcích vykonávány primárně s cílem regulovat zaplevelení porostů plodin. Rozdělujeme je na metody mechanické, fyzikální, biologické a chemické (Jursík et al. 2011).

Mechanické metody byly před rozšířením herbicidů základním pilířem ochrany porostů před škodlivým vlivem plevelů (Jursík et al. 2018). Metody zahrnují ruční pletí (vytrhávání)

plevelů, kosení a vypichování listové růžice, ale hlavně kultivaci během vegetace (Titi 2003). U hustě setých obilnin můžeme využít vláčení prutovými branami. Vláčíme až ve fázi 3. – 4. listu, a to ve směru řádků. Později lze takto hubit jen plevele se slabým kořenovým systémem, tj. zejména dodatečně vzešlé. Proti svízeli přitule a vikvím se prutové brány používají i při výšce obilí až 0,5 m. V širokořádkových porostech kukuřice se uplatňuje meziřádková kultivace, tj. plečkování. Plečkuje se plečkami s vodorovně rozmístěnými 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). Velmi hojně je používání pleček v zelinářství (Jursík et al. 2018). Procento úspěšnosti není tak vysoké jako při použití herbicidů, ale není úmyslem úplná likvidace plevelů, nýbrž jejich omezení na přípustnou mez. Nedostatky vyvažují podle Kohouta et al. (1996) i výhody, například zlepšení půdní struktury, aktivizace života v půdě, snížení utužení půdy, omezení nebo vyloučení používání herbicidů.

Biologické metody můžeme definovat jako záměrné využívání živých organismů (biologických agens, bioagens) k regulaci populační hustoty cílového druhu plevele (Jursík et al. 2018). Cílem metody není plevelná společenstva vyhubit, ale snížit hustotu na ekonomicky přijatelnou úroveň. Vzhledem k problémům s chemickou regulací plevelů mohou biologické metody nabývat na významu, ale nikdy nebudou řešením všech problémů s plevelem v intenzivním zemědělství s pěstováním monokultur (Zimdahl 2007). Příkladem biologické regulace může být rez vonná, která dokáže potlačit rostliny pcháče osetu. Druhým příkladem je například mandelinka ředkvičková, která dokáže vyhubit šťovík tupolistý v trvalých travních porostech (Kohout 1987). Carvalheiro et al. (2008) poukazují i na úskalí biologických metod. Některá bioagens mají trvalé negativní důsledky na populace hmyzu v dané oblasti, a proto by výzkumná pozornost měla směřovat i tímto směrem.

Fyzikální metody zahrnují všechny způsoby využívající k regulaci faktory, jakými jsou například teplota, vlhkost, ultrazvuk, silová pole (gravitační, elektrické, magnetické), elektromagnetické záření apod. (Kohout et al. 1996). Mikulka et al. (2005) zmiňují jako významné termické metody. Podle Jursíka et al. (2018) je účinnost těchto metod silně závislá na druhu plevele a na jeho vývojové fázi – nejcitlivějšího jsou mladé rostliny. Další možností je využití mulčovací kůry, která je na povrch půdy obvykle bezprostředně po výsadbě nastýlána v takovém množství, aby neumožňovala prorůstání plevelů. Kohout et al. (1996) poukazují na fakt, že některé způsoby vyžadují nákladné aparatury, a přitom nejsou účinnější než levnější metody mechanické či chemické.

Chemické metody jsou dnes v zemědělské praxi důležitým článkem soustavy hubení plevelů a mnohdy jsou považovány za článek nejvýznamnější, neboť u mnohých plodin (len, mák, řepka apod.) je použití herbicidů nezbytným předpokladem k velkovýrobnímu pěstování s minimální potřebou lidské práce. Při správné aplikaci lze chemickými prostředky (herbicide – kapitola 3.5.3) proti plevelům velmi radikálně omezovat celkové zaplevelení, popřípadě i zcela likvidovat některé druhy plevelů. Přesto dosavadní zkušenosti s herbicidy jasně ukazují, že trvalé snížení zaplevelení porostů lze dosáhnout pouze celým souborem agrotechnických opatření (Hron & Kohout 1988).

3.5.3 Herbicidy

Herbicidy jsou chemikálie, které zpomalují nebo přerušují normální růst a vývoj rostlin. Široce se používají především k regulaci plevelů v zemědělství (Jursík et al. 2010). V užším slova smyslu je herbicid sloučenina, která je nositelem fyto toxických účinků. (Dvořák & Smutný 2003). Herbicid se zpravidla váže na některý významný protein. Takto zasažený protein nazýváme místem účinku (působení) herbicidu. Způsob, jakým herbicid inhibuje určitý biochemický proces v rostlině, nazýváme mechanismus působení herbicidu. V současnosti existuje asi jen dvacet míst působení herbicidu v rostlině, přestože v rostlinných buňkách probíhají tisícovky nejrůznějších biochemických reakcí (Jursík et al. 2010).

Počátky používání chemikálií proti plevelům lze podle Mikulky et al. (2005) datovat do přelomu 18. a 19. století, kdy začaly být cíleně používány některé agresivní anorganické sloučeniny s fyto toxickým účinkem na rostliny. Anorganickým herbicidem, používaným ještě v nedávné minulosti byl chlorečnan sodný (*Travex*). V současné době nesplňují anorganické herbicidy přísné požadavky na chování v prostředí a jejich používání je omezeno do spotřebování zásob pouze na nezemědělské plochy. Prvním organickým herbicidem bylo na konci 19. století dusíkaté vápno, které se používalo jako hnojivo a později zde došlo k objevu herbicidního účinku (Jursík et al. 2010). Po skončení 2. světové války nastupují organické herbicidní látky v pravém slova smyslu. 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 (Mikulka 2018).

Z praktického hlediska dělí Hron a Kohout (1988) herbicidy na dvě skupiny, tj. neselektivní (totální) a selektivní (výběrové). Neselektivní (totální) herbicidy ničí téměř veškerou vegetaci a můžeme je rozdělit podle délky reziduálních účinků v půdě na herbicidy s dlouhými reziduálními účinky v půdě a herbicidy s krátkými reziduálními účinky v půdě (Kohout et al. 1996). Selektivní herbicidy jsou určeny pro aplikaci v porostech plodin. Představují naprostou většinu registrovaných účinných látek (Mikulka et al. 2005). Hron a Kohout (1988) dále dělí selektivní herbicidy podle převládajícího plevelohubného účinku na kontaktní (dotykové), systémové listové (s převahou účinku přes listy) a systémové kořenové (s převahou účinku přes kořeny). Dělení herbicidů je možné i podle jiných kritérií, například Kohout et al. (1996) uvádějí formulaci herbicidu, termín a způsob aplikace nebo mechanismu účinku herbicidu.

Přípravky na ochranu rostlin používané v intenzivní zemědělské výrobě napomáhají k dosažení vysokých a stabilních výnosů plodin (Hamouz 2014). I když dochází k časovým změnám, je podíl herbicidů na ochranu rostlin chemickými prostředky v rámci našeho státu stabilně vysoký (přibližně 67 %). Avšak herbicidy představují riziko pro životní prostředí a pro lidské zdraví. Je dosud běžnou zemědělskou praxí, že se na celý pozemek aplikuje jednotná dávka herbicidu, přestože některé jeho části vykazují jen slabý nebo nulový výskyt plevelů (Hamouz 2014). Jednou z cest ke snížení používání herbicidů je podle Brown a Stecker (1995) cílená aplikace herbicidu na plevelnou rostlinu. Tímto tématem se zabývá například francouzský výrobce Kuhn a firma Carbon BEE. Výrobce uvádí významné úspory, které mohou dosáhnout až 80 % herbicidů při ochraně rostlin (Jedlička 2019). Výsledky se ale neshodují s pokusem Brown a Stecker (1995) kteří uvádějí, že při cílené aplikaci by úspora herbicidů mohla dosahovat až 40 %. Tento rozdíl je podle Mikulky et al. (2005) dán konkrétní

plodinou a zaplevelením. Je odhadováno, že nejméně 20 % zemědělských pozemků (tj. 600 000 ha orné půdy) v ČR vykazuje velmi nízké zaplevelení vhodné pro uplatnění cílené regulace zaplevelení (Hamouz 2014).

Mikulka et al. (2018) poukazuje na celou řadu rizik spojených s velkoplošným a opakovaným používáním herbicidů. Kromě rizik ekologických a jejich vlivu na zdraví zvířat a lidí, která zmiňuje i Hamouz (2014), jsou jejich dlouhodobému působení vystavena i plevelná společenstva, která na používání herbicidů bezprostředně reagují. Pravidlem zpravidla bývá, že čím účinnějším herbicid se zemědělcům dostane do rukou, tím více a delší dobu jej používají (Mikulka et al. 2018). Zpočátku dochází k rychlému ústupu citlivých plevelů vůči zmíněným herbicidům. Na polích po opakované několikaleté aplikaci zůstává pouze několik tolerantních plevelných druhů (např. svízel přítula, violka rolní, chundelka metlice, laskavce, rdesna aj.), které však se však rychle přemnoží a silně konkurují plodinám. Další reakcí plevelů může být vznik rezistence plevelů vůči herbicidním látkám (Mikulka 2012).

3.5.3.1 Rezistence

Rezistenci plevelů vůči herbicidům lze definovat jako dědičnou schopnost plevelů odolávat takové dávce herbicidů, kterou by za normálních okolností byla populace spolehlivě potlačena (Jursík et al. 2011). Košnarová (2013) uvádí dva předpoklady pro vznik herbicidní rezistence v plevelné populaci: přítomnost genetické proměnlivosti a selekční tlak vyvolaný opakovanou herbicidní aplikací. Rezistence plevelů podle Mikulky a Slavíkové (2008) vznikla bez ohledu na používání herbicidů jako spontánní mutace, ale rozšířila se především v důsledku nevhodného velkoplošného používání herbicidů.

Rezistentní a citlivé rostliny jsou od sebe prostým okem nerozlišitelné, proto je pro jejich rozlišení velmi důležité používat jednoduché a spolehlivé metody. Plevelé mohou být rezistentní vůči herbicidům s různými účinnými látkami, a tak musíme metody diagnostiky volit s ohledem na tyto látky. Pro diagnostiku je využíváno v současné době mnoho metod – od biologických testů až po molekulární biologii (Mikulka 2014). Košnarová (2013) uvádí, že dosud byla herbicidní rezistence popsána u 217 plevelných druhů, z toho 129 dvouděložných a 88 jednoděložných. Rezistence byla již zjištěna u 21 z 25 známých mechanismů účinku herbicidů.

První nálezy rezistentních plevelných rostlin vůči herbicidům byly odezvou na zavedení perzistentních herbicidů ze skupiny triazinů. Tyto herbicidy byly používány opakovaně především v monokulturách kukuřice a jabloňových sadů (Košnarová 2013). První prokázaná rezistence byla již v roce 1968. Starček obecný byl nalezen v ovocných školkách v USA ve státě Washington. Během několika let potom byly publikovány nálezy rezistentních populací plevelů z dalších států USA, Kanady, Nového Zélandu, Austrálie, Izraele a mnoha států Evropy (Kohout et al. 1996). V současné době v Evropě neexistuje stát, na jehož území se nevyskytují rezistentní populace plevelů (Košnarová 2013). V našich podmínkách se stala rezistence významným problémem v 80. letech minulého století, při velkoplošném pěstování kukuřice, která byla pěstována více let po sobě při používání vysokých dávek herbicidů simazin a atrazin. (Mikulka et al. 2005; Mikulka & Slavíková 2008). Dosud bylo v České republice popsáno 16 druhů rezistentních plevelů. Většina druhů s potvrzenou rezistencí byla nalezena na nezemědělské půdě. Nejvýznamnějším druhem v porostech obilnin v ČR, u něhož byla

potvrzena rezistence vůči ALS inhibitorům a v několika málo případech i PS II inhibitorům, je chundelka metlice (Košnarová 2013).

Z pohledu hubení rezistentních populací plevelů je závažným problémem křížová rezistence (Dvořák & Smutný 2003). Křížová rezistence (cross-rezistence) znamená, že rostlina, u níž byla vyvolána rezistence jedním herbicidem, se stává rezistentní i vůči dalším herbicidním látkám ze stejné chemické skupiny, dokonce v některých případech i vůči herbicidním látkám z jiné chemické skupiny se stejným mechanismem účinku (Mikulka et al. 2005). V našem podmínkách byla cross rezistence zjištěna u řady rezistentních populací (Kohout et al. 1996). Mikulka a Slavíková (2008) zmiňují v podmínkách ČR bytel metlavý. Ve světě je to například psárka polní a oves hluchý.

Základním preventivním opatřením proti herbicidní rezistenci je podle Mikulky (2012) pravidelné střídání plodin, dodržování základních zásad správného zpracování půdy a střídání herbicidů s různým mechanismem účinku. Vhodné je používání kombinovaných herbicidů. Dodržování těchto zásad výrazně sníží šíření rezistentních plevelů. Beckie a Tardif (2012) upozorňují na skutečnost, že v posledních 20 letech nebyl na trh uveden žádný herbicid s novou účinnou látkou. Pěstitelé jsou nuceni více přemýšlet nad používáním a rotací účinných látek. Neexistují totiž žádné účinné látky, u kterých by nemohla vzniknout rezistence. Vývoj nových pesticidů je podle Jursíka et al. (2018) velice nákladný proces, který agrochemické společnosti stojí nemalé finanční prostředky. Na vývoj a zavedení nového pesticidu je potřeba investovat v přepočtu přibližně 5 miliard korun. Vývoj nového pesticidu není náročný jen na finanční prostředky, ale obvykle se jedná o dlouhodobý proces, neboť doba od objevení herbicidní účinnosti určité chemické látky do jejího zavedení na trh jako herbicidu může trvat 8 až 10 let, přičemž patentová ochrana je pouze 20 let. Kromě vysokých investic na výzkum nových pesticidů hraje významnou roli také legislativa. Podle dat České asociace ochrany rostlin bylo ještě v roce 2009 v Evropě povoleno 943 účinných látek. V letošním roce jejich počet klesl na 493 (Brož 2018), ani tato skutečnost tedy nenahrává zamezení vzniku nových rezistentních rostlin.

4 Materiál a metody

4.1 O Společnosti

Společnost Statek Chyše s. r. o. byla založena v roce 1991. Hlavními činnostmi jsou rostlinná výroba, služby v zemědělství a obchod se zemědělskými komoditami. Společnost v současné době zaměstnává 32 zaměstnanců a obhospodařuje 4576 ha orné půdy a 2199 ha trvalých travních porostů, ležících v karlovarském, plzeňském a ústeckém kraji. S trvalými travními porosty je úzce spojena i živočišná výroba zaměřena na chov masného skotu plemene Charolais.

4.1.1 Rostlinná výroba

Rostlinná výroba je provozována v bramborářské výrobní oblasti a nadmořské výšce od 440 do 630 m. n. m. s ročním úhrnem srážek od 450 mm do 670 mm. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 6–7 °C. Obdělávané pozemky jsou velice variabilní – od hlinitojílovitých s čedičovým podkladem, písčitohlinitých s jílovitým podkladem až po písčité s břidlicovým podkladem.

Osevní postup je volný s vyšším zastoupením obilnin. Po řepce ozimé následuje pšenice ozimá, která se opakuje i v dalším roce. Na základě znalostí pěstebních ploch je dále zařazeno v osevním postupu žito ozimé nebo ječmen jarní. Oves, hrách setý a LOS s ječmenem nebo ovsem jsou pěstovány na menší výměře pro vlastní spotřebu. Hlavní funkcí LOS je plnění tzv. ozeleňování (greeningu), směs je silážována a slouží jako krmivo pro skot v zimních měsících.

Tab. 1 Výměra pěstovaných plodin v roce 2018.

Plodina	Plocha (ha)
Řepka ozimá	1029
Pšenice ozimá	2038
Žito ozimé	500
Ječmen jarní	642
Oves	95
Hrách setý	27
LOS (ječmen/oves)	240

Mechanizace je pravidelně obměňována, aby držela krok s nejmodernějšími technologiemi a postupy hospodaření. Pro polní práce je využíváno traktorů a samojízdných postřikovačů značky John Deere opatřených satelitními navigacemi. Sklízecí mlátičky a řezačka je od značky Claas, traktorová dopravní technika značky Fliegl, kterou v posledních letech částečně nahradila kamionová doprava. Společnost vlastní koncesi na nákladní dopravu, kterou realizuje čtyřmi tahači značky Scania s návěsy Benalu. Při sklizni jsou doplněny překládacím vozem Horsch. Zpracování půdy probíhá v rámci minimalizačních technologií s technikou značky Horsch. S rostoucími nároky na výkon mechanizace dochází i k nárůstu hmotnosti pracovních souprav, a tedy i utužení půdy. V tomto směru je cílem obměnit kolovou techniku za pásovou, v současné době jsou pásovým podvozkem vybaveny sklízecí mlátičky značky Claas a pásový traktor značky John Deere.

Regulace plevelů představuje soubor opatření, který je systematicky vykonáván během celé sezóny. Mezi tyto opatření patří především zpracování půdy, herbicidní ochrana, kvalitní osivo, péče o lemová společenstva, ale také správné nakládání se statkovými hnojivy.

Sled pracovních operací pro pšenici ozimou a ječmen jarní je přibližně následující. Po sklizni předplodiny následuje podmítka v závislosti na půdním druhu diskovým podmítačem Horsch Joker 8 RT nebo radličkovým podmítačem Horsch Terrano 8 FG, v tomto období také proběhne údržba lemových společenstev, tedy mulčování okrajů polí a mezí, která svojí polohou neumožňuje tento úkon provést v časnějším termínu. Po vzejití výdrolu – sklizňových ztrát společně s plevely se provádí herbicidní ochrana (tzv. chemická podmítka) za použití neselektivního herbicidu např. Glister Ultra (*glyphosate*). Aplikace bývá dle strategie výživy rostlin doplněna o kapalné hnojivo DAM 390. Na pozemku mohou být aplikována také statková hnojiva, která jsou zapravena diskovým podmítačem Horsch Joker 8 RT nebo radličkovým podmítačem Horsch Terrano 8 FG, i tento zásah může sloužit jako regulační, pokud není aplikován neselektivní herbicid. U statkových hnojiv je dbán důraz na správné skladování, aby došlo ke správnému zrání a likvidaci semen obsažených v hnoji. Dále také na likvidaci možného zaplevelení, ke kterému může docházet na hnojištích. Převážnou část statkových hnojiv tvoří hovězí hnůj z hluboké podestýlky, doplněný drůbežím a koňským hnojem. Poté již následuje předset'ová příprava pro pšenici ozimou, která je prováděna kombinovaným kypřičem Horsch Tiger 8 MT. Následuje setí radličkovým secím strojem Horsch Sprinter 9 SW s přihnojením tzv. „pod patu“. Pro ječmen jarní po posklizňové podmítce strniště a aplikaci selektivního herbicidu následuje až podzimní kypření radličkovým kypřičem Horsch Terrano 8 FX případně kombinovaným kypřičem Horsch Tiger 8 MT. V jarním období před výsevem proběhne ošetření pozemku neselektivním herbicidem, následuje příprava půdy radličkovým kypřičem a setí diskovým secím strojem Horsch Pronto 6 DC s přihnojením tzv. „pod patu“. Jeden přejezd při přípravě půdy a časně setí zamezuje ztrátám půdní vláhy. Informace o herbicidní ochraně sledovaných pozemků jsou popsány v následující kapitole (4.1.2).

4.1.2 Charakteristika vybraných pozemků

Chyšě (7701/15)

Pozemek v o celkové výměře 41,07 ha se nachází v katastrálním území Chyšě. Půda je hlinitá, středně těžká. Pozemek je severovýchodně orientovaný s mírnou svažitostí 2,42° a průměrnou nadmořskou výškou 487 m. n. m. Sledovaná pšenice ozimá odrůda Rivero byla vyseta 13. 10. 2017 po předplodině pšenici ozimé. Podzimní herbicidní ochrana proběhla 2. 11. 2017 – 10 g Glean 75 PX (*florsulfuron*) a 60 g Sumimax (*flumioxazin*). Jarní aplikace 22. 5. 2018 – 0,125 l Corello (*pyroxsulam*), 0,25 l Starane Forte (*fluroxypyr*) a 40 g Biplay SX (*metsulfuron-methyl, tribenuron-methyl*).

Protivec (7701/13)

Pozemek o celkové výměře 150,39 ha se nachází v katastrálním území Chyšě a Protivec u Žlutic. Půda je hlinitá, středně těžká. Pozemek je díky své velikosti velmi variabilní, mírně svažitý s průměrnou nadmořskou výškou 526 m. n. m. Sledovaná pšenice ozimá odrůda Rivero byla vyseta 14. 10. 2017. Předplodinou pšenice ozimá. Podzimní herbicidní ochrana 2. 11. 2017 – 10 g Glean 75 PX (*florsulfuron*) a 60 g Sumimax (*flumioxazin*). Jarní aplikace 22. 5. 2018 – 0,125 l Corello (*pyroxsulam*), 0,25 l Starane Forte (*fluroxypyr*) a 40 g Biplay SX (*metsulfuron-methyl, tribenuron-methyl*).

Vrbice (7302/12)

Pozemek o celkové výměře 28,16 ha se nachází v katastrálním území Vrbice u Valče. Půda je hlinitá, středně těžká. Pozemek je orientovaný na jih až jihovýchod s mírnou svažitostí 3,13°. Průměrná nadmořská výška činní 590 m. n. m. Sledovaná pšenice ozimá odrůda RGT Reform byla vyseta 30. 9. 2017. Předplodinou pšenice ozimá. Podzimní herbicidní ochrana 17. 10. 2017 – 7 g Glean 75 PX (*florsulfuron*) a 60 g Sumimax (*flumioxazin*). Jarní aplikace 3. 5. 2018 – 0,125 l Corello (*pyroxsulam*), 0,25 l Starane Forte (*fluroxypyr*) a 40 g Biplay SX (*metsulfuron-methyl, tribenuron-methyl*).

Bohuslav (7201/1)

Pozemek o celkové výměře 84,94 ha se nachází v katastrálním území Vladořice. Půda je hlinitá, středně těžká. Pozemek je jižně orientovaný s mírnou svažitostí 2,94° a průměrnou nadmořskou výškou 536 m. n. m. Sledovaná pšenice ozimá odrůda RGT Ponticus byla vyseta 23. 9. 2017. Předplodinou řepka ozimá. Podzimní herbicidní ochrana proběhla 2. 11. 2017 – 8 g Glean 75 PX (*florsulfuron*) a 2 l Lentipur 500 FW (*chlorotoluron*). Jarní aplikace 28. 4. 2018 – 0,125 l Corello (*pyroxsulam*), 0,25 l Starane Forte (*fluroxypyr*) a 30 g Biplay SX (*metsulfuron-methyl, tribenuron-methyl*).

Domašín (1701/2)

Pozemek o celkové výměře 33,45 ha se nachází v katastrálním území Domašín u Zbraslavi. Půda je hlinitá, středně těžká. Pozemek je obklopen okolními lesy a stromořadím, mírně svažitý s průměrnou nadmořskou výškou 525 m. n. m. Sledovaná pšenice ozimá odrůda Turandot byla vyseta 11. 9. 2017. Předplodinou řepka ozimá. Podzimní herbicidní ochrana 16. 10. 2017 – 8 g Glean 75 PX (*florsulfuron*) a 2 l Lentipur 500 FW (*chlorotoluron*). Jarní aplikace 3. 5. 2018 – 0,125 l Corello (*pyroxsulam*), 0,25 l Starane Forte (*fluroxypyr*) a 40 g Biplay SX (*metsulfuron-methyl, tribenuron-methyl*).

Čichořice (4002)

Pozemek o celkové výměře 11,25 ha se nachází v katastrálním území Čichořice v blízkosti řeky Střely. Pozemek je orientovaný na východ se svažitostí 5,49°. Průměrná nadmořská výška činní 471 m. n. m. Půda je hlinitá, středně těžká. Sledovaný ječmen jarní odrůdy Bojos byl vysetý 21. 4. 2018. Předplodinou pšenice ozimá. Herbicidní ochrana proběhla před zasetím 31. 3. 2018 – 1,5 l Glister Ultra (*glyphosate*) a poté 9. 5. 2018 – 25 g Roni 50 SG (*tribenuron-methyl*) s 0,5 l Flurostar 200 (*fluroxypyr*).

Luby (4102/1)

Pozemek o celkové výměře 7,26 ha se nachází v katastrálním území Čichořice v těsné blízkosti řeky Střely. Pozemek je jihovýchodně orientovaný se svažitostí 7,72°. Průměrná nadmořská výška činní 462 m. n. m. Půda je hlinitá, středně těžká. Sledovaný ječmen jarní odrůdy Bojos byl vysetý 21. 4. 2018. Předplodinou pšenice ozimá. Herbicidní ochrana proběhla před zasetím 31. 3. 2018 – 1,5 l Glister Ultra (*glyphosate*) a poté 9. 5. 2018 – 25 g Roni 50 SG (*tribenuron-methyl*) s 0,5 l Flurostar 200 (*fluroxypyr*).

Hradský dvůr (1011)

Pozemek o celkové výměře 33,83 ha se nachází v katastrálním území Žlutice. Jedná se o pozemek východně orientovaný se mírnou svažitostí 5,57° a průměrnou nadmořskou výškou 528 m. n. m. Půda je hlinitopísčítá, převážně lehká. Sledovaný ječmen jarní odrůdy Bojos byl vysetý 9. 4. 2018. Předplodinou pšenice ozimá. Herbicidní ochrana proběhla před zasetím 31.

3. 2018 –1,5 l Glister Ultra (*glyphosate*) a poté 18. 5. 2018 – 25 g Roni 50 SG (*tribenuron-methyl*) s 0,5 l Flurostar 200 (*fluroxypyr*).

Brložec (8202/4)

Pozemek o celkové výměře 28,31 ha se nachází v katastrálním území Brložec u Štědré. Jedná se o pozemek s mírnou svažítostí činicí 4,22° a průměrnou nadmořskou výškou 595 m. n. m. Půda je hlinitá, středně těžká. Sledovaný ječmen jarní odrůdy Bojos byl vysetý 12. 4. 2018. Předplodinou pšenice ozimá. Herbicidní ochrana proběhla před setím 2. 4. 2018 – 1,5 l Glister Ultra (*glyphosate*) a poté 10. 5. 2018 – 25 g Roni 50 SG (*tribenuron-methyl*) s 0,5 l Flurostar 200 (*fluroxypyr*).

Komárov (9303/3)

Pozemek o celkové výměře 19,23 ha se nachází v katastrálním území Komárov u Štědré. Jedná se o pozemek s mírnou svažítostí 2,9° a průměrnou nadmořskou výškou 613 m. n. m. Půda je hlinitá, středně těžká. Sledovaný ječmen jarní odrůdy Bojos byl vysetý 21. 4. 2018. Předplodinou pšenice ozimá. Herbicidní ochrana proběhla před setím 2.4.2018 –1,5 l Glister Ultra (*glyphosate*) a poté 18.5.2018 – 30 g Roni 50 SG (*tribenuron-methyl*) s 0,6 l Flurostar 200 (*fluroxypyr*).

4.2 Metody

4.2.1 Metoda hodnocení zaplevelení

Zjištění skutečného zaplevelení porostů bylo prováděno fytocenologickou metodou, která stanovuje početnost a pokryvnost. K získání výsledků je možné využít početní, odhadovou nebo hmotnostní metodu (Kohout et al. 1996). Pro bakalářskou práci byly zvoleny první dvě metody. Početní metoda založena na počítání plevelných rostlin na jednotce plochy a odhadová metoda, která je méně přesná a do značné míry ovlivněna subjektivním pohledem hodnotitele, avšak časově méně náročná. V literatuře je možné se setkat s celou řadou odhadových stupnic pokryvnosti (dominance), například Domin-Hadačovou, Domin-Krajínovou nebo Braun-Blaquetovou stupnicí, která je nejpoužívanější, a byla proto použita i v této práci. Stupnice je složena z 9 bodů, které vyjadřují pokryvnost daného druhu na jednotce plochy. Velikost snímků není v evropské fytocenologii pevně daná, v závislosti na terénu a sledované vegetaci se mění. Od nízké bylinné vegetace s velikostí snímků 16 m² až po lesní snímky s velikostí 200 m² (Chytrý & Otýpková 2003). Použití menší snímkované plochy umožňuje rovněž přesné určení a zapsání jednotlivých druhů, avšak zpravidla nejsou zaznamenány všechny druhy v hodnoceném porostu, pokud se nepoužije větší počet opakování, čímž se však zvětšuje hodnocená plocha uvádí Švehláková (2018). Vzhledem k cílům práce byla zvolena velikost snímků 100 m², kterou doporučuje Moravec (1994) pro studium plevelových společenstev.

Terénní měření se uskutečnilo jedenkrát za vegetaci, a to v době plně rozvinuté plevelné vegetace na přelomu června a července roku 2018, tj. v době mezi herbicidní ochranou a sklizní. Na okraji a v centru každého pozemku byl proveden 1 fytocenologický snímek o již zmíněné velikosti 100 m². Vybraná místa pro fytocenologický snímek na pozemku byla náhodná. Pouze snímek v centru porostu byl v minimální vzdálenosti 50 m od okraje pozemku. Požadovaná velikost snímku byla vytyčena čtyřmi kolíky spojenými provázkem tvořící čtverec o délce stran 10 m. Zjištěné výsledky z fytocenologického snímku byly zapisovány do předem připravené pracovní tabulky společně s GPS souřadnicemi stanoviště. K ověření správnosti druhů sloužily publikace Plevelů polních plodin (Mikulka 2014) a Atlas klíčnicích rostlin polních plevelů

(Hamouz & Hamouzová 2015). Nomenklatura byla sjednocena dle publikace Klíč ke květeně České republiky (Kubát & Bělohávková 2002). Výsledky početní části byly zpracovány do sloupcových grafů na základě pěstované plodiny, jednotlivých pozemků a slovně zhodnoceny. Statistické zpracování je podrobněji rozvedeno v následující kapitole (4.2.2).

4.2.2 Metodika statistického pracování

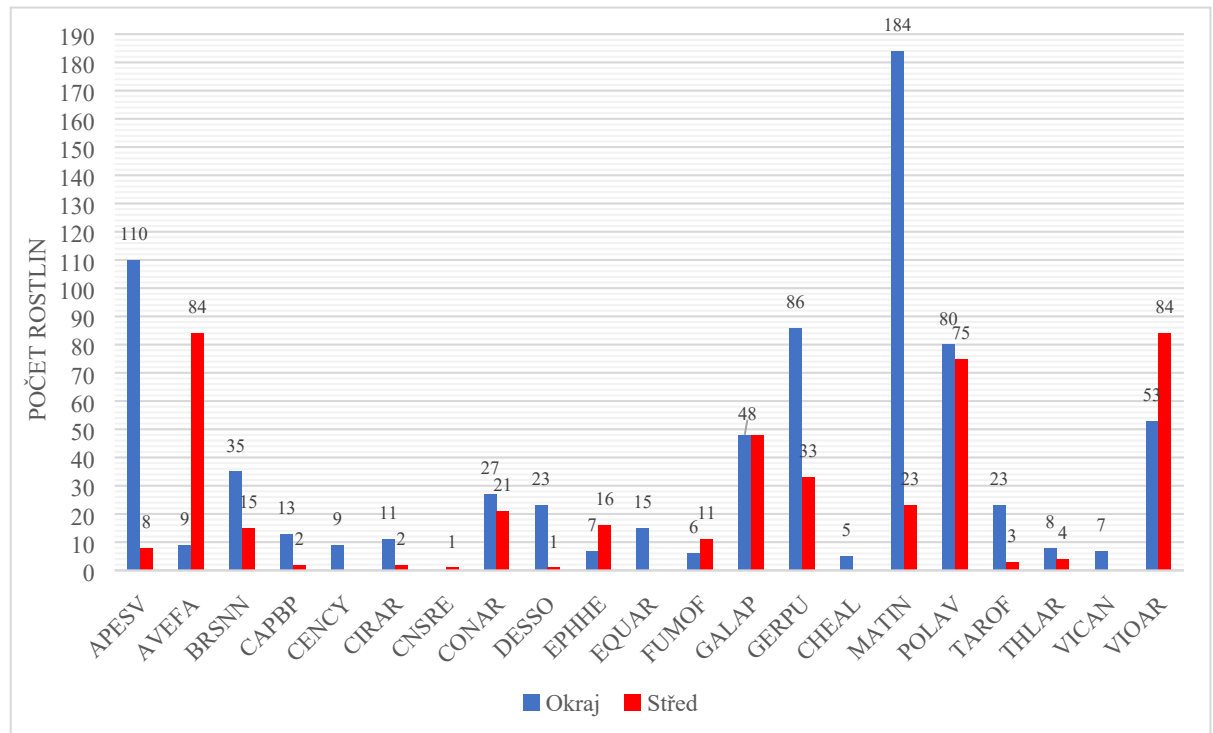
Data druhového složení byla zpracována v programu CANOCO metodami mnohorozměrné analýzy (ter Braak & Šmilauer 1998). Nejdříve byla prostřednictvím detrendované korespondenční analýzy (DCA) zjištěna délka nejdelšího gradientu v druhovém složení. Bylo použito odstraňování trendu po segmentech. Při zpracování dat z obou plodin byly zjištěny gradienty 2,457 SD pro pšenici ozimou a 3,760 SD pro ječmen jarní), proto byly pro analýzy použity lineární ordinační techniky – redundační analýzy (RDA).

Jako vysvětlující proměnné prostředí bylo použito umístění snímku v rámci porostu: okraj – střed. Statistická významnost byla testována Monte-Carlo permutačním testem (999 permutací). V programu CanoDraw for Windows 4.0 byly vytvořeny ordinační diagramy. V diagramech jsou zobrazeny první dvě ordinační osy, druhy a proměnné prostředí.

5 Výsledky

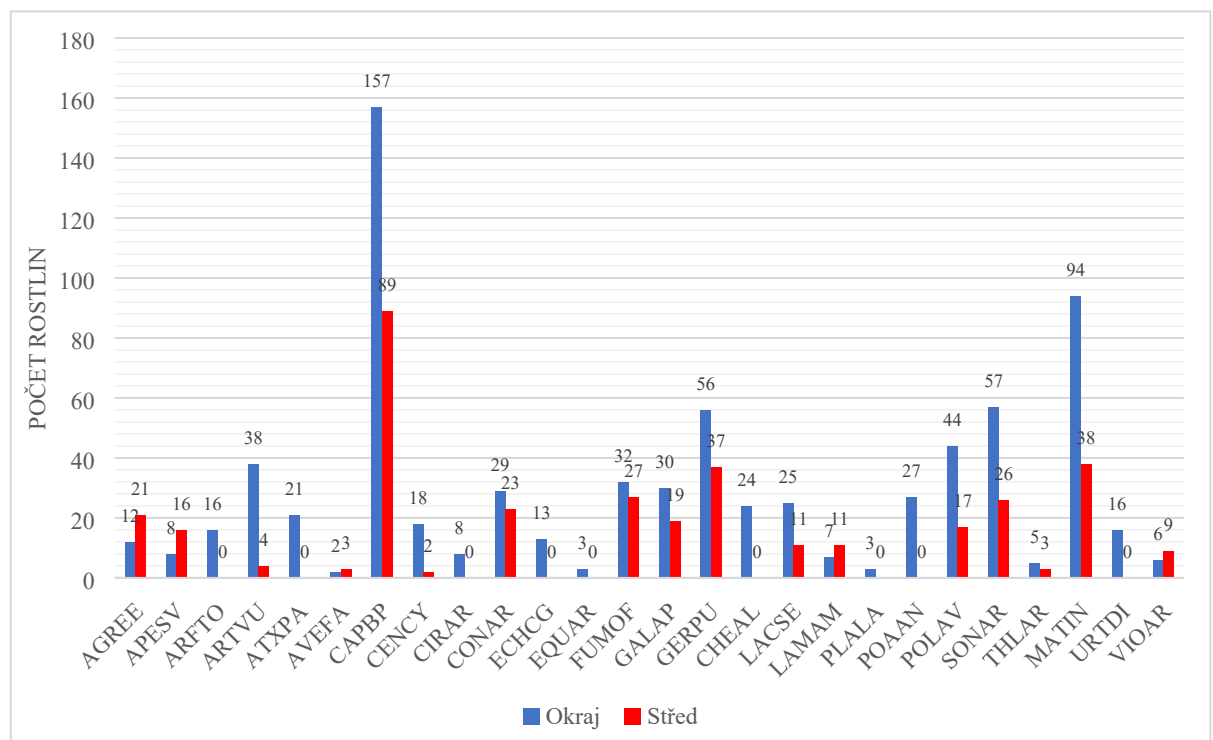
5.1 Pšenice ozimá

Graf 1 Celkové zastoupení plevelů na pozemcích pšenice ozimé. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



5.2 Ječmen jarní

Graf 2 Celkové zastoupení plevelů na pozemcích ječmene jarního. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



Na pozemcích pšenice ozimé a ječmene jarního se vyskytovalo 32 plevelných druhů. Vyšší počet druhů byl zaznamenán v ječmeni jarním (26 druhů) oproti pšenici ozimé s 21 druhy. Z výsledků je patrný vysoký výskyt jednoletých ozimých druhů, především *Tripleurospermum inodorum* (heřmánkovec nevonný), *Capsella bursa-pastoris* (kokoška pastuší tobolka), *Galium aparine* (svízel přítula), *Apera spica-venti* (chundelky metlice) a *Viola arvensis* (violka rolní). Přesto jediným plevelným druhem vyskytujícím se na všech pozemcích pšenice ozimé a ječmene jarního byl jednoletý ozimý až dvouletý *Geranium pusillum* (kakost maličký). Z jednoletých jarních druhů plevelů se na pozemcích vyskytoval např. *Polygonum aviculare* (truskavec ptačí) a *Chenopodium album* (merlík bílý), který byl přítomný pouze na okraji pozemků. Vytrvalé plevele převažovaly v jarním ječmeni, kde se nacházelo 8 druhů, oproti pšenici ozimé se 4 druhy. Mezi významné zástupce vytrvalých druhů patřil *Convolvulus arvensis* (svlačec rolní), *Cirsium arvense* (pcháč oset) a *Sonchus arvensis* (mléč rolní).

V porostech pšenice ozimé lze z grafu 1 vyčíst vysoký výskyt druhu *Tripleurospermum inodorum*, a to převážně na okraji pozemku, což je dáno jeho vysokým výskytem na pozemku Bohuslav (viz příloha 5). Na okraje pozemků byly více vázány druhy *Geranium pusillum* a *Apera spica-venti*. Naopak jako zajímavý se jevil výskyt druhu *Avena fatua* (oves hluchý), který byl více vázaný na střed pozemku. Další významné druhy jako *Galium aparine* nebo *Polygonum aviculare* se vyskytovaly v téměř totožných hodnotách na okrajích i v centrech pozemků.

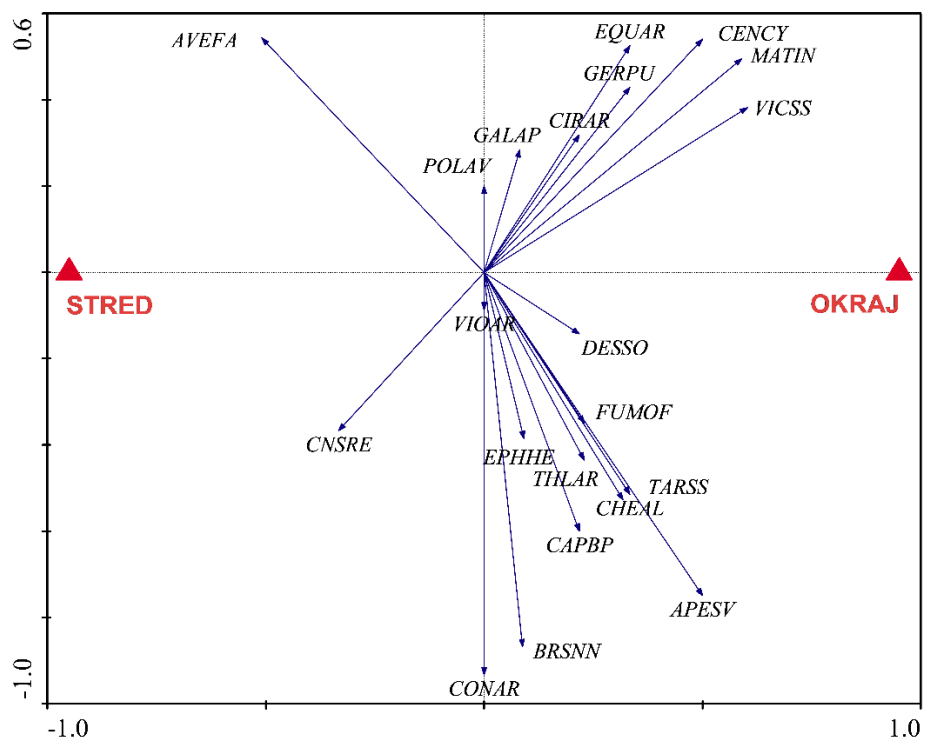
V porostech ječmene jarního (graf 2) se podobně jako v pšenici ozimé těšili velkému zastoupení druhy *Tripleurospermum inodorum* a *Geranium pusillum*. Přesto nejpočetnějším druhem byla *Capsella bursa-pastoris*, především díky vysokému výskytu na pozemku Hradský dvůr (příloha 9). Pozemky ječmene jarního i přes vyšší druhovou rozmanitost vykazovaly nižší zaplevelení s výjimkou pozemku Čichořice s výskytem například jednoletých jarních plevelů *Chenopodium album* a *Atriplex patula* (lebeda rozkladitá) na okraji pozemku.

5.3 Statistické zpracování

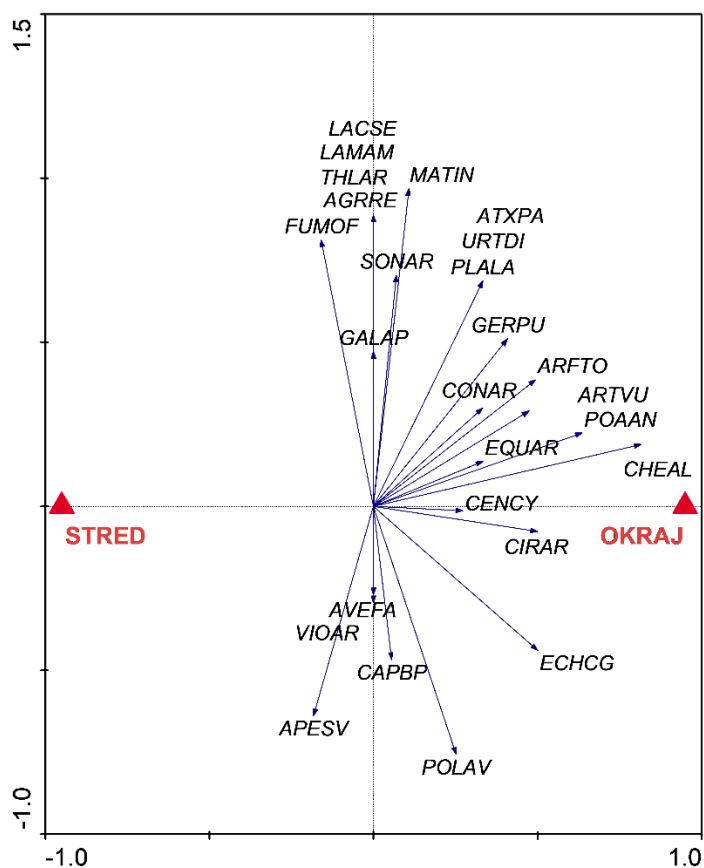
Tab. 2 Vliv proměnných prostředí (faktorů) na druhové složení plevelného spektra (RDA).

	F-ratio	P-value
Pšenice ozimá	1,050	0,3490
Ječmen jarní	0,884	0,580

F-ratio – poměr variability připisatelné proměnným prostředí ku residuální variabilitě; P-value – pravděpodobnost chyby I. druhu zjištěná Monte Carlo permutačním testem; % - procento vysvětlené variability – vztáhnuto k celkové variabilitě souboru



Obr. 1 Ordinační diagram RDA zobrazující rozdíly ve výskytu plevelných druhů na okrajích a v centrech porostů v pšenici ozimé. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



Obr. 2 Ordinační diagram RDA zobrazující rozdíly ve výskytu plevelných druhů na okrajích a v centrech porostů v ječmenu jarního. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.

Na základě provedené analýzy získaných fytoocenologických snímků nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ($P\text{-value} > 0,05$) a nepodařilo se potvrdit hypotézu o rozdílném druhovém složení plevelového společenstva v okrajových částech a ve středu pozemku (tab. 2). Všechny zjištěné druhy se tedy vyskytovaly v obou uvedených typech prostředí, i když řada z nich byla v okrajových částech hojnější, jak lze vidět na obr. 1 a 2. Jedná se tedy o druhy, které nejsou silněji vázány na okraj či na střed pole a mohou se vyskytovat rovnoměrně po celé ploše pozemku. Je zajímavé, že se na pozemcích nevyskytují druhy z lemových společenstev, které jsou jinak typické právě pro okraje polí, kam z okolních pozemků snadno pronikají.

V případě pšenice ozimé (obr. 1) se na sledovaném pozemku z druhů, typických pro okraje, vyskytovala *Vicia* sp. (vikev) a *Taraxacum* sect. *Ruderalia* (pampeliška). Stejně tak ozimý *Descurainia Sophia* (úhorník mnohodílný), který obvykle vykazuje hojnější výskyt na okrajích polí. Vcelku zajímavá je silnější vazba druhu *Consolida regalis* (ostrožka stračka) na střed pole, právě ostrožka často patří k druhům, které jsou na okraji pole častější.

Na pozemku s ječmenem jarním (obr. 2) se vyskytly druhy, u kterých se dalo předpokládat, že budou typické právě pro okraj pole, konkrétně se jedná o *Artemisia vulgaris* (pelyněk černobýl), *Arctium tomentosum* (lopuch plstnatý), *Plantago lanceolata* (jitrocel kopinatý) a *Urtica dioica* (kopřiva dvoudomá). Jednalo se však zpravidla o ojedinělé výskyty. Z vytrvalých polních plevelů se v porostu jarního ječmene častěji v okrajových částech vyskytovaly druhy *Equisetum arvense* (přeslička rolní), *Cirsium arvense* a *Convolvulus arvensis*, naopak *Elytrigia repens* (pýr plazivý) a *Sonchus arvensis* žádnou vazbu na okraj pozemku nevykázaly. Na okraji pozemku se také častěji vyskytovaly pozdní jarní plevele, které nejsou pro porosty obilnin typické a v kvalitním porostu se neuplatní. Jednalo se o druhy *Chenopodium album* a *Echinochloa crus-galli* (ježatka kuří noha).

6 Diskuze

Prostorová distribuce plevelných populací na pozemku se značně liší a fytoocenologické snímky poskytují pouze reprezentativní vzorek. Je třeba respektovat faktory, kterými jsou například zdroje zaplevelení, pH půdy, vlhkostní poměry nebo půdní druh a typ. Zmíněné faktory mohou být i v rámci pozemku značně rozdílné.

Z celkových 32 plevelných a zaplevelujících druhů se v jednom fytoocenologickém snímku vyskytovalo od 4 do 17 plevelných druhů. Některé druhy zaplevelovaly pozemky pšenice ozimé i ječmene jarního. Například *Geranium pusillum*, *Convolvulus arvensis*, *Polygonum aviculare* aj, těmto druhům bude věnována část kapitoly 6.3 Diskuze k výskytu plevelů v pšenici ozimé a ječmeni jarním.

6.1 Diskuze k výskytu plevelů v pšenici ozimé

Ze znalosti osevního postupu s vyšším zastoupením převážně ozimých obilnin, lze podle Kohouta (1997) předpokládat zvýšený výskyt plevelů z čeledi *Poaceae* (lipnicovité) zejména pak druhů *Apera spica-venti* a *Avena fatua*, z dvouděložných plevelných druhů především *Viola* (violka) a *Matricaria* (heřmánek).

Plevelé z čeledi *Poaceae* se v pšenici ozimé chovaly značně rozdílně, zatímco jednoletá ozimá *Apera spica-venti* převládala na okraji pozemků, jednoletý časně jarní *Avena fatua* ve středu pozemků. *Apera spica-venti* se kvůli krátké životaschopnosti obilek vyskytuje zejména při opakovaném pěstování ozimů (Jursík et al. 2011). V pšenici ozimé pěstované po řepce ozimé se prakticky nevyskytovala. Vyšší výskyt na okraji pozemků lze vysvětlit vlivem zaplevelení lemovými společenstvy, případně nekvalitní herbicidní ochranou. *Avena fatua* vykazoval zajímavou vazbu na střed pozemku. Podle Mikulky (2014) zapleveluje především špatně zapojené porosty. Naopak Dvořák a Smutný (2003) se domnívají, že za rozvojem druhu *Avena fatua* stojí opakovaně hustě seté obilniny. Jeho hromadné vzcházení nastává na jaře v několika etapách, což je z hlediska regulace značně obtížné (Jursík et al. 2018). Výskyt v lokalitách po předplodině řepce ozimé lze řešit v následné pšenici ozimé, například ve sledovaném období použitým herbicidem Corello (*pyroxsulam*), který ale nepřinesl tížený efekt ani ve druhém pěstebním roce po řepce ozimé na pozemku Vrbice.

Viola arvensis byla přítomna na všech pozemcích s pšenicí ozimou. Odborná literatura uvádí, že výskyt *Viola arvensis* na pozemku je pravidelný a netvoří ohniska. To potvrzovaly pozemky Protivec a Domašín, pozemky Chyš a Vrbice vykazovaly vyšší výskyt na okraji. Zajímavé bylo zjištění vyššího výskytu v centru pozemku Bohuslav. Obecně *Viola arvensis* upřednostňuje méně konkurenční prostředí, které se vyskytovalo na okraji pozemku, kde se uplatňovaly druhy jako *Tripleurospermum inodorum*, *Centaurea cyanus* (chrpa modrá) aj.

Po předplodině pšenici ozimé se uplatňovaly i další ozimé druhy – *Descurainia sophia*, *Thlaspi arvense* (penízek rolní) a *Capsella bursa-pastoris*. Tyto druhy z čeledi *Brassicaceae* (brukvovité) byly vázány více na okraj pozemku, kde jejich výskytu napomáhají lemová společenstva a méně účinná herbicidní ochrana v okrajových částí. Jejich význam výrazně stoupá v ozimé řepce, kde je účinná regulace závislá na příznivých vláhových podmínkách. Je tedy vhodné řešit tyto druhy již v obilninách, kde jsou poměrně citlivé k běžně používaným herbicidům (Jursík et al. 2018).

Na okraji pozemku Bohuslav se vyskytovala vytrvalá *Equisetum arvense* (přeslička rolní). Na pozemek se pravděpodobně rozšířila z příkopu, kde vývoji rostliny vyhovuje vlhčí stanoviště (Kohout et al. 1996). Její tolerance k herbicidům, dokonce i vůči *glyphosate*, může komplikovat regulaci na orné půdě. Zjištěný výskyt je ale zaviněný spíše nekvalitní herbicidní ochranou okrajových částí pozemku, čemuž nasvědčuje i přítomnost *Centaurea cyanus* společně s vysokým početním zastoupením *Tripleurospermum inodorum* na okraji pozemku. *Centaurea cyanus* v posledních letech, především s rozšiřováním ploch ozimé řepky, zažívá renesanci (Jursík et al. 2011). Druhy *Equisetum arvense* a *Centaurea cyanus* spojuje preference půd s nižším obsahem vápníku.

Brassica napus (brukev řepka) představovala jediný zaplevelující druh vyskytující se na sledovaných pozemcích. Její výskyt (tzv. výdrol) je závislý především na kvalitě sklizně a následných posklizňových operacích. Při sklizni 4 t/ha s teoretickými 1% ztrátami se na pozemku může vyskytovat okolo 800 semen na m². Všechna tato semena nemusejí ihned vyklíčit a mohou tvořit půdní zásobu. Bylo prokázáno, že 83 % semen přežije 18 měsíců a velká část těchto semen pak vydrží životaschopná řadu let. Ve většině plodin je *Brassica napus* snadno hubena herbicidy. Nebezpečí představuje při následném pěstování řepky (Dvořák & Smutný 2003). *Brassica napus* se nevyskytovala po vlastním pěstování, ale až v dalším pěstebním roce. Nalezené rostliny vzešly z půdní zásoby v jarních měsících, kde ustály tlak jarní herbicidní ochrany, ale již nestačily výrazněji konkurovat.

Ostatní druhy byly zaznamenány v nižších počtech, a tedy jejich přítomnost v porostech pšenice ozimé nebyla nikterak významná. Mezi tyto druhy patřila *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Vicia* sp., *Euphorbia helioscopia* (prýsec kolovratec), *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Fumaria officinalis* (zemědým lékařský) a *Consolida regalis*, která se zavedením herbicidů prakticky vymizela. V posledních letech se však na česká pole opět vrací (Kazda et al. 2010).

6.2 Diskuze k výskytu plevelů v jarním ječmeni

Regulace zaplevelení v jarních obilninách je oproti ozimům mnohem snadnější, což je způsobeno rychlým nárůstem biomasy (Jursík et al. 2018). Ve sledovaném roce tuto skutečnost umocňovaly suché jarní měsíce. Pozemky vykazovaly nízké zaplevelení s výjimkou pozemku Čichořice, kde vyššímu výskytu plevelů svědčila poloha v údolí řeky a špatná údržba silničního příkopu. Tuto skutečnost nelze hodnotit pouze negativně. Zbytkové zaplevelení vedle krajů pozemků je jednou z mála možností pro život hmyzu, zejména pak užitečného hmyzu (Váňová & Klem 1997).

Druhově nejpočetnější skupinu představovaly jednoleté ozimé druhy. Významným druhem na pozemku Hradský Dvůr byla *Capsella bursa-pastoris*, která byla zmíněna již v kapitole 6.1. V jarním ječmeni byl použit k regulaci dvouděložných plevelů, kam patří i *Capsella bursa-pastoris*, herbicid Roni 50 SG (*tribenuron-methyl*). Úspěšnost aplikace herbicidu ovlivňují především abiotické faktory (teplota vzduchu, dešťové srážky, aj.), kvalita aplikace a růstová fáze plevelu. Ani schopnost rostliny produkovat až 60 000 semen není bezvýznamná. Tato semena tvoří půdní zásobu, která etapovitě vzchází a komplikuje tím úspěšnost regulace (Dvořák & Smutný 2003). Nelze druh *Capsella bursa-pastoris* na pozemku Hradský Dvůr podceňovat, především pokud má být na pozemek v následujících letech zařazena řepka ozimá, kde její příslušnost k čeledi *Brassicaceae* komplikuje regulaci. Mikulka

(2014) doporučuje regulaci v ozimých obilninách, kde je snadno hubena běžně používanými herbicidy.

Dalším zástupcem ozimých druhů byla v okrajových částech pozemků *Poa annua* (lipnice roční). Tato volně trsnatá tráva patří mezi rozšířené plevely, jejichž škodlivost na zemědělské půdě je relativně nízká. Většinou bývá regulována v rámci ošetření proti ostatním trávovitým plevelům (Jursík et al. 2011). Druhou volně trsnatou trávou z čeledi *Poaceae* v jarním ječmeni byla *Echinochloa crus-galli*. Tento pozdně jarní plevelný druh zapleveloval okraje pozemků Hradský Dvůr a Komárov. *Echinochloa crus-galli* se v posledních letech velmi často vyskytuje v porostech jarních obilnin, kde zvláště po vyšších dešťových srážkách na počátku června vytváří mohutné rostliny (Mikulka et al. 2005). Tvrzení Mikulky et al. (2005) dokazuje úhrn srážek v první polovině června. Měření proběhlo 2. července 2018, kdy rostliny nedosahovaly takové pokrývnosti. Do sklizně, která probíhala na počátku srpna, mohly rostliny nabýt většího významu.

Kromě *Echinochloa crus-galli* se z pozdních jarních plevelů v porostech jarního ječmene vyskytovaly také druhy *Chenopodium album* a *Atriplex patula*. Jejich výskytu lze zabránit dostatečnou hustotou a včasným výsevem jarních obilnin (Jursík et al. 2018). Vyššímu výskytu druhu *Chenopodium album* nahrává množství nažek, kterých se na jedné rostlině může vytvořit až 100 000 (Mikulka 2014). Případný pozdní výsev se projevil pouze na pozemku Čichořice. Tyto druhy jsou citlivé k běžně používaným herbicidům (Kohout et al. 1996) a do polních podmínek jsou zanášeny statkovými hnojivy (Hron a Kohout 1988). Pravděpodobná kombinace faktorů jako je nevyčerpaná půdní zásoba z bývalého polního hnojiště s méně neúčinnou herbicidní ochranou (Roni 50 SG s účinnou látkou *tribenuron-methyl*) v okrajových částech pozemku zapříčinila výskyt *Chenopodium album* a *Atriplex patula*.

Na později setých pozemcích jarního ječmene se vyskytoval vytrvalý *Sonchus arvensis*. V hustých a časně setých porostech jarních obilnin se uplatňuje jen velmi obtížně (Jursík et al. 2018). Dává přednost vlhkým pozemkům s vysokou hladinou spodní vody, což pozemky Čichořice a Luby splňují. S druhem *Sonchus arvensis* tyto pozemky zapleveloval i *Tripleurospermum inodorum*.

Z významných vytrvalých plevelů českých orných půd se v jarním ječmeni na pozemku Čichořice vyskytoval *Elytrigia repens*. U bezorebných technologií, založených na minimálním zpracování půdy, lze *Elytrigia repens* s úspěchem regulovat v meziorostním období *glyphosatovými* herbicidy (např. používaný Glister Ultra), vůči kterým je *Elytrigia repens* vysoce citlivý již v relativně nízkých dávkách (Jursík et al. 2011). Zmíněná regulace zaplevelení v meziorostním období za použití neselektivního herbicidu s účinnou látkou *glyphosate* představuje důležitý bod v systému regulace zaplevelení na pozemcích společnosti.

Již dlouhou dobu můžeme sledovat tlak ze strany laické veřejnosti požadující zákaz této účinné látky. I přes prodloužení licence do roku 2022 se dá i v tomto období očekávat určité omezování. Prvním krokem byl zákaz desikace plodin potencionálně určených pro potravinářské účely (obiloviny a řepka) platný od 1.1. 2019. Desikace nebyla ploště využívána, výjimkou byly zaplevelené převážně okrajové části pozemků s řepkou ozimou. K možným alternativám meziorostní aplikace *glyphosatu* uvádí Kohout a Škoda (1993) využití strništních meziplodin, které mohou zabránit zaplevelení, tj. především tvorbě rozmnožovacích orgánů plevelů. Naráží však na menší množství srážek, vyšší teplotu vzduchu v letním období (Kohout & Kohoutová 2017) a termín sklizně v průběhu srpna, která neposkytuje prostor pro využití

meziplodin u ozimých plodin. Tento způsob je možné provést v letech s dobrými vláhovými podmínkami u plodin s jarním výsevem. Kohout (1987) navrhuje využít kultivaci v meziorostním období, která se v současném systému hospodaření jeví jako nejschůdnější alternativa, kdy na části pozemků při aplikaci statkových hnojiv se tento způsob již využívá.

Nelze opomenout ani výskyt víceletého *Arctium tomentosum* na okraji pozemků Čichořice a Hradský Dvůr. V současné době lze v České republice pozorovat silný výskyt druhu *Arctium tomentosum* v lemových společenstvech agrofytocenóz (doprovodná zařízení komunikací, odvodňovací příkopy, neobhospodařované části pozemků apod.). Rostliny *Arctium tomentosum* jsou díky svým mohutným listům, které mohou dosáhnout velikosti 0,5 x 0,4 m, značně konkurenčně silné a potlačují veškerou vegetaci nacházející se pod listy (Brant et al. 2003).

Obecně můžeme k možným příčinám vysokého výskytu víceletých a vytrvalých druhů, nejen u jarního ječmene, říci velmi dobrou péči o okolní plochy, které k pozemkům přiléhají – okraje cest, meze a podobně. V takovém případě by nedocházelo k dozrávání semen a plodů těchto druhů, postupně by převládly víceleté až vytrvalé druhy rostlin. Této teorii nenasvědčuje výskyt druhů *Artemisia vulgaris* a *Sonchus arvensis*. Jejich šíření podporuje špatná péče o nezemědělskou půdu, což umožňuje nálet nažek na zemědělskou půdu (Kazda et al. 2010). Nažky druhů *Artemisia vulgaris* a *Sonchus arvensis* mohou být díky malé hmotnosti unášeny větrem na velké vzdálenosti. Zmíněným druhům vyhovují především vlhčí stanoviště (Jursík et al. 2011), což pozemky Čichořice a Luby v údolí řeky Sřely splňují.

Ostatní druhy byly zaznamenány v nižších počtech, především na pozemku Čichořice. Mezi tyto druhy patřila *Equisetum arvense*, *Centaurea cyanus*, *Viola arvensis*, *Avena fatua*, *Fumaria officinalis*, *Lactuca serriola* (locika kompasová), *Lamium amplexicaule* (hluchavka objímavá), *Thlaspi arvense*, *Urtica dioica*, *Cirsium arvense* a *Plantago lanceolata*.

6.3 Diskuze k výskytu plevelů v pšenici ozimé a ječmeni jarním

Obecný předpoklad o rozdílném složení plevelného spektra plevelů se nepotvrdil. Žádný plevelný druh nezapleveloval pouze pšenici ozimou nebo ječmen jarní ve všech sledovaných pozemcích s danou plodinou. Při snížení kritéria na 4/5 pozemků vyšla z výsledků pouze vytrvalá *Taraxacum* sect. *Ruderalia* v pšenici ozimé, která se na orné půdě v jednoletých plodinách neuplatní (Kohout et al. 1996). Pravděpodobným důvodem jejího výskytu je výběr pozemku a zaplevelení okrajových částí, kde jejímu rozvoji na okraji pozemků nahrává horší kvalita zpracování půdy a herbicidní ochrany nebo schopnost nažek přemísťovat se větrem.

Téměř polovina plevelných druhů patřila do skupiny jednoletých ozimých. Jejich vysoký výskyt je zapříčiněn podílem ozimých plodin v osevním postupu. V porostech pšenice ozimé a ječmene jarního se vyskytovala celá řada shodných plevelných druhů. Mezi významné druhy patřil *Geranium pusillum*, který se vyskytoval ve všech sledovaných pozemcích. Mikulka (2014) společně s Kazdou et al. (2010) řadí *Geranium pusillum* do skupiny jednoletých až dvouletých, naopak Jursík et al. (2011) považují tento druh za jednoletý ozimý. Dříve patřil mezi méně významné plevele. V posledních letech, vzhledem ke skladbě pěstovaných plodin (především ozimých), způsobu zpracování půdy a používaným herbicidům, vůči kterým je tolerantní, jeho výskyt postupně narůstá (Mikulka 2014). Zaznamenané rostliny měly malou pokryvnost (viz příloha 13). Rostliny jsou schopny vzcházet po celou vegetaci (Jursík et al. 2018). Lze tedy předpokládat, že v pšenici ozimé proběhla úspěšná podzimní regulace

herbicidey Glean 75 PX (*chlorsulfuron*), Sumimax (*flumioxazin*) i na pozemcích Bohuslav a Domašín, kde byl Sumimax (*flumioxazin*) nahrazen přípravkem Lentipur 500 FW (*chlorotoluron*), který podle pokusů Jursíka et al. (2018) nedosahuje při podzimním ošetření takové účinnosti. Nabízí se také otázka rozdílné půdní zásoby na pozemcích. *Geranium pusillum* ztratil podzimní období pro svůj vývoj a s jarními suchými měsíci nevyklíčil, v ječmeni jarním ani neměl přes pozdní výsev dostatek času. Svůj vývoj zahájil až po herbicidní ochraně a srážkách v první polovině června.

Jednoletý časně jarní *Polygonum aviculare* se vyskytoval na všech pozemcích s výjimkou pozemků Čichořice a Luby. Tyto pozemky byly pozdně seté (21. 4. 2018) a tedy absence druhu *Polygonum aviculare* byla předpověditelná. Ve stejný den byl ale setý i pozemek Komárov, kde byl tento plevelný druh přítomný. Jarní herbicidní ochrana v obou sledovaných plodinách měla potlačovat i výskyt druhu *Polygonum aviculare*. Vysvětlením může být schopnost nažek vzcházet po celou dobu vegetace. Čím hlouběji leží v půdě, tím později klíčí. Někdy klíčí již na podzim (Mikulka 2014). Jeho přízemní růst netvořil komplikace ve sledovaných plodinách. Naopak (mimo bakalářskou práci) bylo možné sledovat jeho výskyt v řepce ozimé. Kde se podle Jursíka et al. (2011) uplatňuje ve špatně zapojených porostech. *Polygonum aviculare* v těchto porostech, v jarním období hromadně vzchází a vytváří sice nízké, ale velmi husté porosty. Tyto porosty následně komplikují letní podmínku radličkovými podmítači.

Společné stanoviště s *Polygonum aviculare* sdílela i *Apera spica-venti*, které byla věnována část v kapitole 6.1. Její výskyt na pozemcích s ječmenem jarním nebyl významný. Zcela opačně se v jarním ječmeni choval ozimý *Tripleurospermum inodorum*, který se naopak vyskytoval kromě pozemků pšenice ozimé i na pozemcích Čichořice a Luby s jarním ječmenem. Jeho vyšší výskyt na okrajích pozemků potvrzuje Jursík et al. (2018). Což je způsobeno jeho vysokou citlivostí k herbicidům.

K šíření *Tripleurospermum inodorum* proto výrazně přispívají vynechávky a další chyby při aplikaci herbicidů, které jsou právě často v okrajích pozemků. Za výskytem i v ječmeni jarním může stát schopnost rostliny vzcházet postupně během celého roku (Kohout et al. 1996). Na pozemcích bylo možné sledovat různé vývojové fáze *Tripleurospermum inodorum* (viz příloha 13 a 14). Největší vlna vzcházení je v období od září do listopadu, další vlna následuje v březnu až dubnu, za deštivého počasí i pozdě na jaře a v létě. Právě srážky v první polovině června odstartovaly vcházení na některých pozemcích. Vliv předplodiny nemusí být stěžejní. Kazda et al. (2010) uvádějí, že nažky jsou v půdě klíčivé 5 a více let.

Dalším zástupcem jednoletých ozimých druhů se schopností etapovitého vzcházení byl *Galium aparine*, který většího významu nabýval v jarním ječmeni. Maximální vzcházení je v dubnu až květnu a v polovině října na osetých plochách, zejména při teplém podzimu (Smutný & Dvořák 2003). Ani přes teplý podzim se v pšenici ozimé ve větší míře neuplatnil, pravděpodobně díky herbicidní ochraně a herbicidu Glean 75 PX (*chlorsulfuron*), který vykazuje dobrou účinnost. Jursík et al. (2018) uvádějí, že právě v ozimých obilninách způsobuje *Galium aparine* největší škody. Jeho vysokou škodlivost dokumentuje velmi nízký práh škodlivosti v obilninách. Podle řady autorů se hodnota pro *Galium aparine* pohybuje v rozmezí 0,1-1 rostlin/m² (Jursík et al. 2011). Lze tedy tvrdit, že na některých pozemcích pšenice ozimé a ječmene jarního nebyl po jarní herbicidní ochraně *Galium aparine* dostatečně potlačen. Možným důvodem mohla být nesprávná volba termínu aplikace. Při aplikaci

herbicidů s účinkem na široké spektrum plevelných druhů je ale vzhledem k růstovým fázím plevelů a zároveň k vhodným abiotickým faktorům velmi obtížné zvolit ideální termín aplikace.

Poslední plevelným druhem rozšířeným napříč pozemky byl, i přes nízkou početnost, vytrvalý *Convolvulus arvensis*. Podle Kohouta et al. (1996) může za jeho výskyt hluboký kořenový systém, protože rozšíření semen na ornou půdu je méně časté (semena patří k největším z polních plevelů). Mikulka (2014) uvádí, že jeho výskyt potlačuje hluboké zpracování půdy, čemuž by odpovídala absence na pozemcích Bohuslav a Domašín po předplodině řepce ozimé, u které dochází k hlubšímu zpracování půdy. Kořeny ale obsahují velké množství rezervních látek. Ani tříleté zabránění asimilaci nadzemních orgánů, nesníží regenerační schopnost a vitalitu osních pupenů na kořenových výběžcích (Dvořák & Smutný 2003). Jursík et al. (2011) přesto vidí jako účinné využít neselektivní herbicidy (např. využívaný Glister Ultra s účinnou látkou *glyphosate*) v mezíporostním období.

6.4 Diskuze k výskytu plevelů na okraji a ve středu pozemků

Z hlediska prostorového uspořádání se plevele vyskytují v hlucích (ohniscích), které vykazují různě silný stupeň agregace (Mikulka et al. 2005). Na vině může být vysoká půdní zásoba. Dvořák a Smutný (2003) ale uvádějí, že v biologicky činné ornici vydrží jen malý podíl semen druhů s vyšší dlouhověkostí živých déle než 10 let. Lze tedy předpokládat, že kromě změny druhového spektra plevelů dochází vlivem plodin zařazených v osevním postupu i u plevelných rostlin v průběhu let k prostorovým změnám na pozemku. Tyto změny jsou odrazem úrovně agrotechniky. Mikula et al. (2018) uvádí, již v kapitole 6.2 zmiňovanou, celou řadu faktorů ovlivňující efekt aplikace herbicidu, které mohou i v rámci pozemku přispět k těmto pochodům.

Tato teorie ale vychází z předpokladu neomezeného vlivu pěstitele na agrofytocenózy a nezohledňuje vliv nezemědělských ploch, které každoročně zaplevelují především okrajové části pozemků, zejména plevele rozšiřující se anemochorně jako je např. *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Artemisia vulgaris* nebo *Sonchus arvensis*. Těmto druhům vzhledem k jejich možnostem transportu na pozemek nelze s takovou úspěšností zabránit.

U druhů jako je *Equisetum arvense*, *Cirsium arvense*, *Arctium tomentosum* a *Urtica dioica* jde především o zabránění rozšíření těchto plevelných rostlin z těsné blízkosti hranic pozemků. V těchto místech není tak účinná herbicidní ochrana, což následně komplikuje i kvalitu zpracování půdy a napomáhá dalšímu rozvoji těchto rostlin. Z výsledků vyplývá, že tato ochrana je na vysoké úrovni a nedochází k významnému nárůstu zaplevelení v okrajových částech pozemků, s výjimkou pozemku Čichořice.

Opačný stav byl zaznamenán u *Avena fatua*, *Consolida regalis* a *Elytrigia repens*, kdy plevelné druhy vykazují vyšší zaplevelení v centru porostu. O těchto druzích bylo již pojednáváno v předchozích kapitolách.

Téměř polovina zjištěných druhů v rámci výskytu po pozemku vykazovala pouze změnu intenzity, tedy ve většině případů docházelo k vyšší intenzitě na okraji a směrem k centru frekvence výskytu klesala. V kulturních rostlinách se dobře adaptují rostliny s podobným životním cyklem (Moyer et al. 1994). Například opakované pěstování ozimých plodin, umožnilo gradaci *Apera spica-venti* a *Galium aparine* uvádí Dvořák a Smutný (2003). Mezi další významné druhy patřil *Tripleurospermum inodorum*, *Polygonum aviculare* a *Convolvulus arvensis*. Tyto druhy lze považovat za typické zástupce pěstovaných plodin. Jedná se o druhy, které v současné době doprovázejí ve větší míře ozimé i jarní plodiny.

Agrotechnickým faktorem vyššího výskytu na okraji pozemku může být mimo péči o přilehlé nezemědělské plochy také méně účinná herbicidní ochrana, která následně komplikuje i kvalitu zpracování půdy a napomáhá dalšímu rozvoji těchto rostlin. Tvar pozemků není pravidelný, s čímž stále velká část aplikační techniky není schopna kalkulovat a upravovat tak dávku herbicidu. Při „kopírování“ hranice pozemku může mimo úlet herbicidu docházet i ke snižování dávky vinou změny směru techniky. Tento problém lze řešit již dnes. Pro snižování používání herbicidů je lepší cestou výzkum na poli cílené aplikace herbicidu na plevelnou rostlinu (Brown & Stecker 1995).

7 Závěr

V roce 2018 proběhla na pozemcích společnosti Statek Chyšs s. r. o. analýza druhového spektra plevelů. Terénní měření uskutečněné na přelomu června a července bylo ovlivněné extrémně suchými jarními měsíci. I přesto v hodnocených porostech pšenice ozimé a ječmene jarního bylo zaznamenáno 32 plevelných a zaplevelujících druhů. Ze získaných výsledků vyplývá následující:

- Vyšší druhové spektrum plevelů vykazoval ječmen jarní, především vinou vyššího zaplevelení pozemku Čichořice.
- Téměř polovina zjištěných plevelných druhů byla řazena do skupiny jednoletých ozimých. Důvodem je časté zařazování ozimých plodin v osevním postupu, které mají za následek i vyšší výskyt ozimých plevelných druhů v jarním ječmeni.
- Rozdílné zaplevelení v rámci okraje a středu pozemku se ztrácí, mění se pouze intenzita výskytu. Polovina plevelných druhů vykazovala pouze změnu frekvence výskytu.
- Vliv předplodiny bylo možné hodnotit pouze v pšenice ozimé, kde byl zaznamenán vyšší výskyt plevelných druhů ve variantě po pšenici ozimé oproti variantě po řepce ozimé.
- Regulace plevelů se v porostech pšenice ozimé a ječmene jarního jevila jako účinná, i přesto se jako vhodné opatření nabízí snížení podílu ozimých obilnin v osevním postupu. Otázkou je také budoucnost účinné látky *glyphosate*, která hraje významnou roli při regulaci v mezíporostním období.

8 Seznam použité literatury

- Akobundu IO. 1991. Weeds in human affairs in sub-Saharan Africa: implications for sustainable food production. *Weed Technology* **5**:680-90.
- Arslan ZF. 2018. Decrease in biodiversity in wheat fields due to changing agricultural practices in five decades. *Biodiversity and Conservation* **27**:3267-3286.
- Beckie HJ, Tardif FJ. 2012. Herbicide cross resistance in weeds. *Crop protection* **35**:15-28.
- Bourgeois B, Munoz F, Fried G, Mahaut L, Armengot L, Denelle P, Storkey J, Gaba S, Violle C. 2019. What makes a weed a weed? A large-scale evaluation of arable weeds through a functional lens. *American Journal of Botany* **106**:90-100.
- Brant V, Venclová V, Žamboch M. 2003. Vliv lemových společenstev polí na šíření lopuchu plstnatého. Pages 45-47 in Kneifelová M, editor. *Biologie a regulace plevelů: sborník ze semináře konaného 25.11.2003 ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze 6 - Ruzyni. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.*
- Bretagnolle V, Gaba S, Fried G, Mahaut L, Armengot L, Denelle P, Storkey J, Gaba S, Violle C. 2015. Weeds for bees? A review. *Agronomy for Sustainable Development* **35**:891-909.
- Brown RB, Steckler JPGA. 1995. Prescription maps for spatially variable herbicide application in no-till corn. *Transactions of the Asea* **38**:1659-1666.
- Brož J. 2018. Havěť má zelenou. Pesticidy mizí z trhu bez náhrad. *Mladá fronta, Praha.* Available from: <https://www.euro.cz/byznys/havet-ma-zelenou-pesticidy-mizi-z-trhu-bez-nahrad-1424015> (accessed March 2019).
- Bullock DG. 1992. Crop rotation. *Plant Sciences* **11**:309-326.
- Cardina J, Herms CP, Doohan DJ. 2002. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. *Weed Science* **50**:448-460.
- Carvalho LG, Buckley YM, Ventim R, Fowler SV, Memmott J. 2008. Apparent competition can compromise the safety of highly specific biocontrol agents. *Ecology Letters* **11**:690-700.
- Cirujeda A, Aibar J, Zaragoza C, Mahaut L, Armengot L, Denelle P, Storkey J, Gaba S, Violle C. 2011. Remarkable changes of weed species in Spanish cereal fields from 1976 to 2007. *Agronomy for Sustainable Development* **31**:675-688.
- Doucet C, Weaver SE, Hamill AS, Zhang J. 1999. Separating the Effect of Crop Rotation from Weed Management on Weed Density and Diversity. *Weed Science* **47**:729-735.
- Dvořák J, Smutný V. 2003. *Herbologie – Integrovaná ochrana proti polním plevelům. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.*

- Dvořák J, Smutný V. 2011. Vlivy osevních postupů a herbicidů na zaplevelení ornice semeny plevelů: The effects of crop rotation and herbicides on weed seed bank in the soil. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- Hamouz P. 2014. Metody regulace zaplevelení pro precizní zemědělství: certifikovaná metodika. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Hamouz P, Hamouzová K. 2015. Atlas klíčních rostlin polních plevelů. Kurent, České Budějovice.
- Hilton JR, Thomas JA. 1986. Regulation of Pregerminative Rates of Respiration in Seeds of Various Weed Species by Potassium Nitrate. *Journal of Experimental Botany* **37**:1516-1524.
- Hradilová I, Duchoslav M, Brus J, Pechanec V, Hýbl M, Kopecký P, Smržova L, Štefelova N, Vaclávek T, Bariotakis M, Machalová J, Hron K, Pirintsos S, Smýkal P. 2019. Variation in wild pea (*Pisum sativum* subsp. *elatius*) seed dormancy and its relationship to the environment and seed coat traits. *PeerJ* **7** (e6263) DOI: 10.7717/peerj.6263.
- Hron F, Kohout V. 1988. Plevelle polí a zahrad. Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR, České Budějovice.
- Chytrý M, Otýpková Z. 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science* **14**:563-570.
- Jedlička M. 2019. Postřikovač, který ošetří rostliny pouze tam, kde je potřeba. Pomůže s tím umělá inteligence. *Agroportal24h*, Hradec Králové. Available from: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/postrikovac-ktery-osetri-rostliny-pouze-tam-kde-je-to-potreba-pomuze-s-tim-umela-inteligence> (accessed January 2019).
- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2011. Plevelle: biologie a regulace. Kurent, České Budějovice.
- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. Plevelle: biologie a regulace. Kurent, České Budějovice.
- Jursík M, Soukup J, Holec J. 2010. Úvod do problematiky mechanismu účinku herbicidů. *Listy cukrovarnické a řepařské* **1**:14-16.
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny. Profi Press, Praha.
- Klem K, Škubalová L. 2003. Rozhodovací a diagnostické metody v regulaci plevelných společenstev. Pages 59-65 in Kneifelová M, editor. *Biologie a regulace plevelů: sborník ze semináře konaného 25.11.2003 ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze 6 - Ruzyni*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Kohout V. 1985. Diagnostika plevelů. Institut výchovy a vzdělávání MZVž ČSR, Praha.

- Kohout V. 1987. Systém regulace plevelů v zemědělských soustavách. Vysoká škola zemědělská, Praha.
- Kohout V. 1997. Plevelle polí a zahrad. Agrospoj, Praha.
- Kohout V, Hron F, Chodová D, Martinková Z, Mikulka J, Soukup J, Stach J. 1996. Herbologie: Plevelle a jejich regulace. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Kohout V, Kohoutová D. 2017. Proč (ne)pěstovat strništní meziplodiny. Kurent, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/proc-ne-pestovat-strnistni-meziplodiny> (accessed February 2019).
- Kohout V, Škoda V. 1993. Regulace rozšíření polních plevelů nechemickými způsoby. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.
- Koch W. 1970. Temperature requirements of weeds for germination. *Saatgut wirtschaft* **22**:85-86.
- Košnarová P. 2013. Mechanismy herbicidní rezistence u chundelky metlice [DSc. Thesis]. České zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Kubát K, Bělohávková R. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- Lososová Z, Chytrý M, Cimalová S, Kropáč Z, Otýpková Z, Pyšek P, Tichý L. 2004. Weed vegetation of arable land in Central Europe: Gradients of diversity and species composition. *Journal of Vegetation Science* **15**:415-422.
- Losová Z, Simonová D. 2008. Changes during the 20th century in species composition of synanthropic vegetation in Moravia (Czech Republic). *Preslia* **80**:291-305.
- Martinková Z, Soukup J, Hamouz P, Honěk A, Holec J, Koprlová S, Nečasová M, Saska P, Tyšer L. 2008. Biodiverzita plevelových společenstev, její význam a udržitelné využívání: uplatněná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Mikulka J. 2012. Inovace metod diagnostiky rezistence plevelů vůči herbicidům. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Mikulka J. 2014. Plevelle polních plodin. Profí Press, Praha.
- Mikulka J, Chodová D, Kohout V, Martinková Z, Soukup J, Uhlík J. 1999. Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. Redakce čas. *Farmář a Zemědělské listy*, Praha.
- Mikulka J, Kneifelová M, Martinková Z, Soukup J, Uhlík J. 2005. Plevelné rostliny: plevelle a jejich regulace. Profí Press, Praha.
- Mikulka J, Slavíková L. 2008. Metody diagnostiky a regulace rezistentních populací plevelů vůči herbicidům. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.

- Mikulka J, Škrobach J. 2018. Téma: Regulace plevelů v porostech – Vliv střídání plodin a zpracování půdy na zaplevelení polí. *Úroda* **4**:88-91.
- Mikulka J, Škrobach J, Smutná H. 2018. Vliv klimatických změn a technologií pěstování polních plodin na změny druhového spektra plevelů. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Moravec J. 1994. *Fytocenologie*. Academia, Praha.
- Moyer JR, Roman ES, Lindwall CW, Blackshaw RE. 1994. Weed management in conservation tillage systems for wheat production in North and South America. *Crop Protection* **13**:243-259.
- Petr J. 1989. *Rukověť agronoma*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Rollin O, Benelli G, Benvenuti S, Decourtey A, Wratten SD, Canale A, Desneux N. 2016. Weed-insect pollinator networks as bio-indicators of ecological sustainability in agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **36**:8.
- Sagar GR, Mortimer AM. 1976. An approach to the study of the population dynamics of plants with special reference to weeds. *Advances in Applied Biology* **1**:1-47.
- Smutný V, Winkler J, Klem K. 2018. Integrovaná regulace plevelů v obilninách: certifikovaná metodika pro praxi. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- Stehlík V. 1976. *Naučný slovník zemědělský*. SZN, Praha.
- Suproniene S, Kadziene G, Irzykowski W, Sneideris D, Ivanauskas A, Sakalauskas S, Serbiak P, Svegzda P, Auskalniene O, Jedryczka M. 2019. Weed species within cereal crop rotations can serve as alternative hosts for *Fusarium graminearum* causing *Fusarium* head blight of wheat. *Fungal Ecology* **37**:30-37.
- Švehláková H. 2018. *Analýza půdní semenné banky a nadzemní vegetace*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Ostrava.
- ter Braak C. J. F. & Šmilauer P. 1998. *CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows*. Software for Canonical Community Ordination (version 4). – Centre of Biometry, Wageningen.
- Titi AE. 2003. *Soil tillage in agroecosystems*. CRC, Boca Raton.
- Váňová M, Klem K. 1997. Regulace výskytu plevelů v obilninách soustavou opatření navržených podle prahů škodlivost a intenzity výroby. Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, Kroměříž.
- Vivian R, Silva AA, Gimenes, Jr. M, Fagan EB, Ruiz ST, Labonia V. 2008. Weed seed dormancy as a survival mechanism – Brief review. *Planta Daninha* **26**:695-706.

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

Winkler J, Rypová I, Dvořák J. 2016. Plevelle a hnojení chlévským hnojem. *Úroda* **3**:96-100.

Zahradník P. 2017. Invazivní rostliny v lesním hospodářství – Byliny. Kurent, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/invazni-rostliny-v-lesnim-hospodarstvi-byliny> (accessed February 2019).

Zimdahl RL. 2007. *Fundamentals of Weed science*. Academic Press, Boston.

9 Seznam tabulek, grafů a obrázků

Tab. 1 Výměra pěstovaných plodin v roce 2018.....	25
Tab. 2 Vliv proměnných prostředí (faktorů) na druhové složení plevelného spektra (RDA). .	31
Graf 1 Celkové zastoupení plevelů na pozemcích pšenice ozimé	29
Graf 2 Celkové zastoupení plevelů na pozemcích ječmene jarního	29
Obr. 1 Ordinační diagram RDA zobrazující rozdíly ve výskytu plevelných druhů na okrajích a v centrech porostů v pšenici ozimé. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.	31
Obr. 2 Ordinační diagram RDA zobrazující rozdíly ve výskytu plevelných druhů na okrajích a v centrech porostů v ječmenu jarního. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.	31

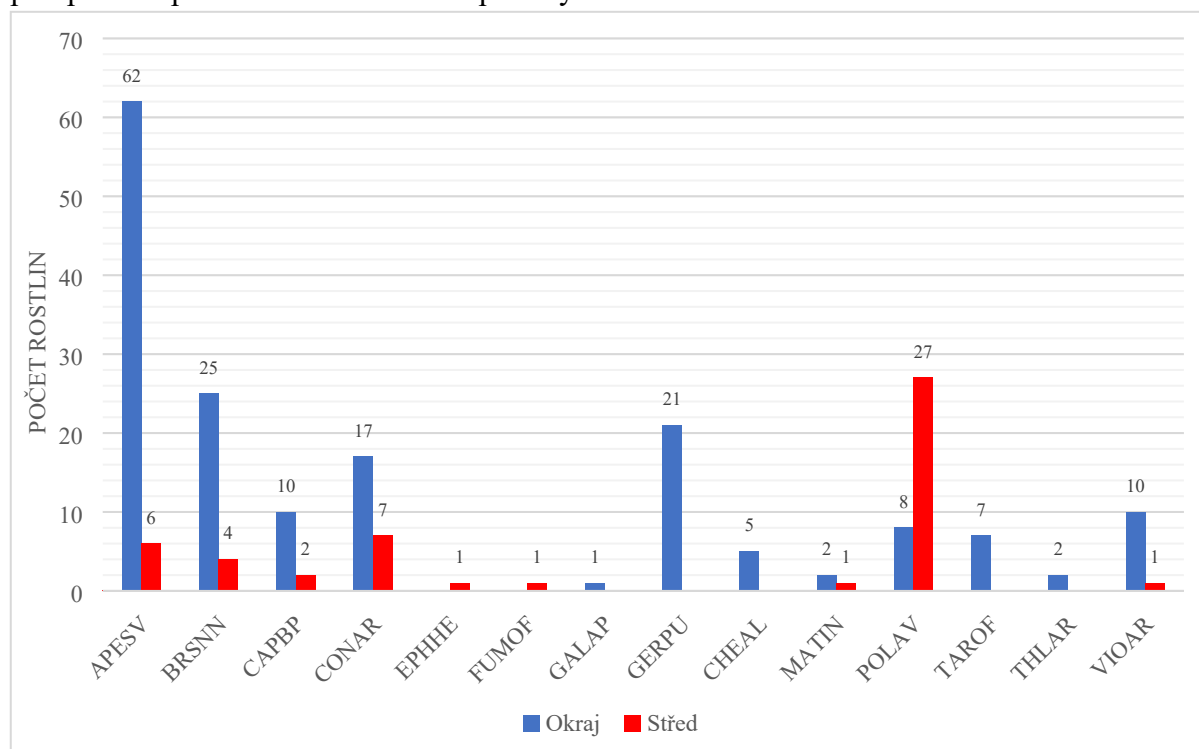
10 Seznam příloh

Příloha 1 Seznam použitých EPPO kódů.....	49
Příloha 2 Vyhodnocení zaplevelení pšenice ozimé odrůdy Rivero na pozemku Chyš (7701/15), předplodina pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.	50
Příloha 3 Vyhodnocení zaplevelení pšenice ozimé odrůdy Rivero na pozemku Protivec (7701/13), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.	50
Příloha 4 Vyhodnocení zaplevelení pšenice ozimé odrůdy RGT Reform na pozemku Vrbice (7302/12), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.	51
Příloha 5 Vyhodnocení zaplevelení pšenice ozimé odrůdy RGT Ponticus na pozemku Bohuslav (7201/1), předplodinou řepka ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.	51
Příloha 6 Vyhodnocení zaplevelení pšenice ozimé odrůdy Turandot na pozemku Domašín (1701/2), předplodinou řepka ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.	52
Příloha 7 Vyhodnocení zaplevelení ječmene jarního odrůdy Bojos na pozemku Čichořice (4002), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.	52
Příloha 8 Vyhodnocení zaplevelení ječmene jarního odrůdy Bojos na pozemku Luby (4102/1), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.	53
Příloha 9 Vyhodnocení zaplevelení ječmene jarního odrůdy Bojos na pozemku Hradský dvůr (1011), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.	53
Příloha 10 Vyhodnocení zaplevelení ječmene jarního odrůdy Bojos na pozemku Brložec (8202/4), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.	54
Příloha 11 Vyhodnocení zaplevelení ječmene jarního odrůdy Bojos na pozemku Komárov (9303/3), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.	54
Příloha 12 Hodnocení zaplevelení v centru porostu (vlastní foto).	55
Příloha 13 Druhy <i>Geranium pusillum</i> a <i>Tripleurospermum inodorum</i> v pšenici ozimé – Bohuslav (vlastní foto).....	55
Příloha 14 <i>Artemisia vulgaris</i> na pozemku Luby (vlevo), <i>Tripleurospermum inodorum</i> (vpravo) rozšířený ve všech lokalitách pšenice ozimé (vlastní foto).	56
Příloha 15 <i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i> vyskytující se porostech pšenici ozimé (vlastní foto).	56

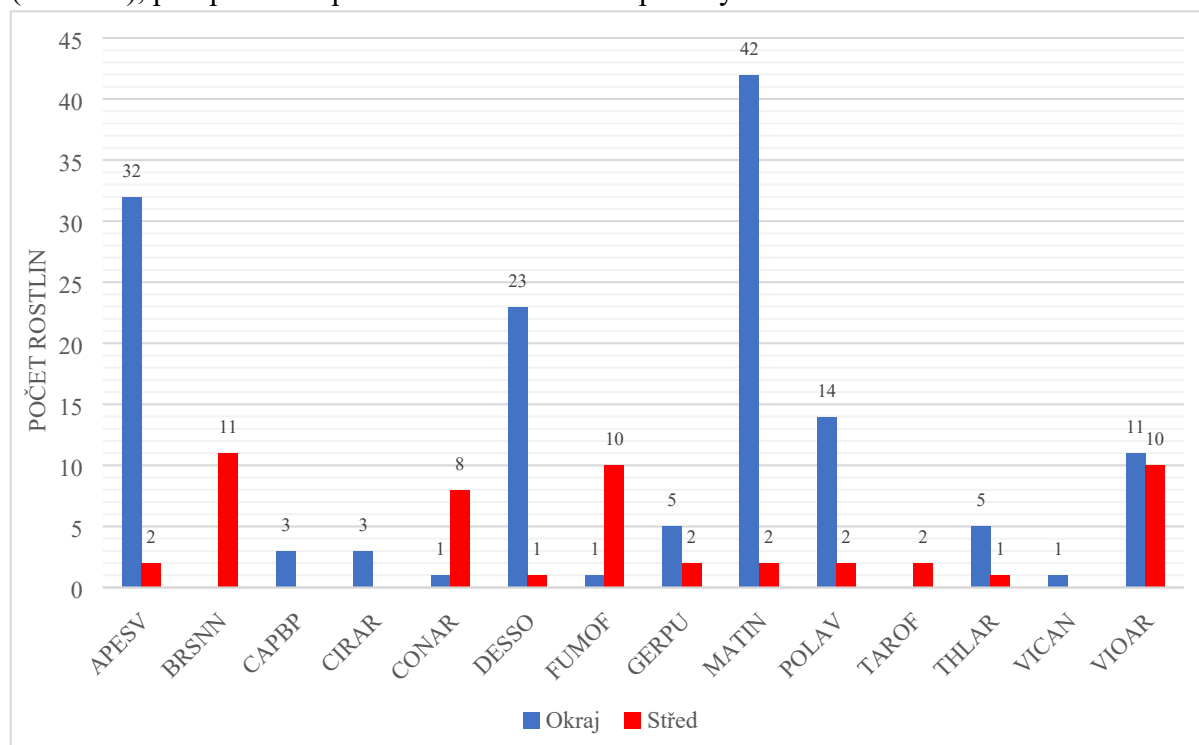
Příloha 1 Seznam použitých EPPO kódů.

<i>Apera spica-venti</i>	APESV
<i>Arctium tomentosum</i>	ARFTO
<i>Artemisia vulgaris</i>	ARTVU
<i>Atriplex patula</i>	ATXPA
<i>Avena fatua</i>	AVEFA
<i>Brassica napus</i>	BRSNN
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	CAPBP
<i>Centaurea cyanus</i>	CENCY
<i>Cirsium arvense</i>	CIRAR
<i>Consolida regalis</i>	CNSRE
<i>Convolvulus arvensis</i>	CONAR
<i>Descurainia sophia</i>	DESSO
<i>Echinochloa crus-galli</i>	ECHCG
<i>Elytrigia repens</i>	AGRRE
<i>Equisetum arvense</i>	EQUAR
<i>Euphorbia helioscopia</i>	EPHHE
<i>Fumaria officinalis</i>	FUMOF
<i>Galium aparine</i>	GALAP
<i>Geranium pusillum</i>	GERPU
<i>Chenopodium album</i>	CHEAL
<i>Lactuca serriola</i>	LACSE
<i>Lamium amplexicaule</i>	LAMAM
<i>Plantago lanceolata</i>	PLALA
<i>Poa annua</i>	POAAN
<i>Polygonum aviculare</i>	POLAV
<i>Sonchus arvensis</i>	SONAR
<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	TARSS
<i>Thlaspi arvense</i>	THLAR
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	MATIN
<i>Urtica dioica</i>	URTDI
<i>Vicia sp.</i>	VICSS
<i>Viola arvensis</i>	VIOAR

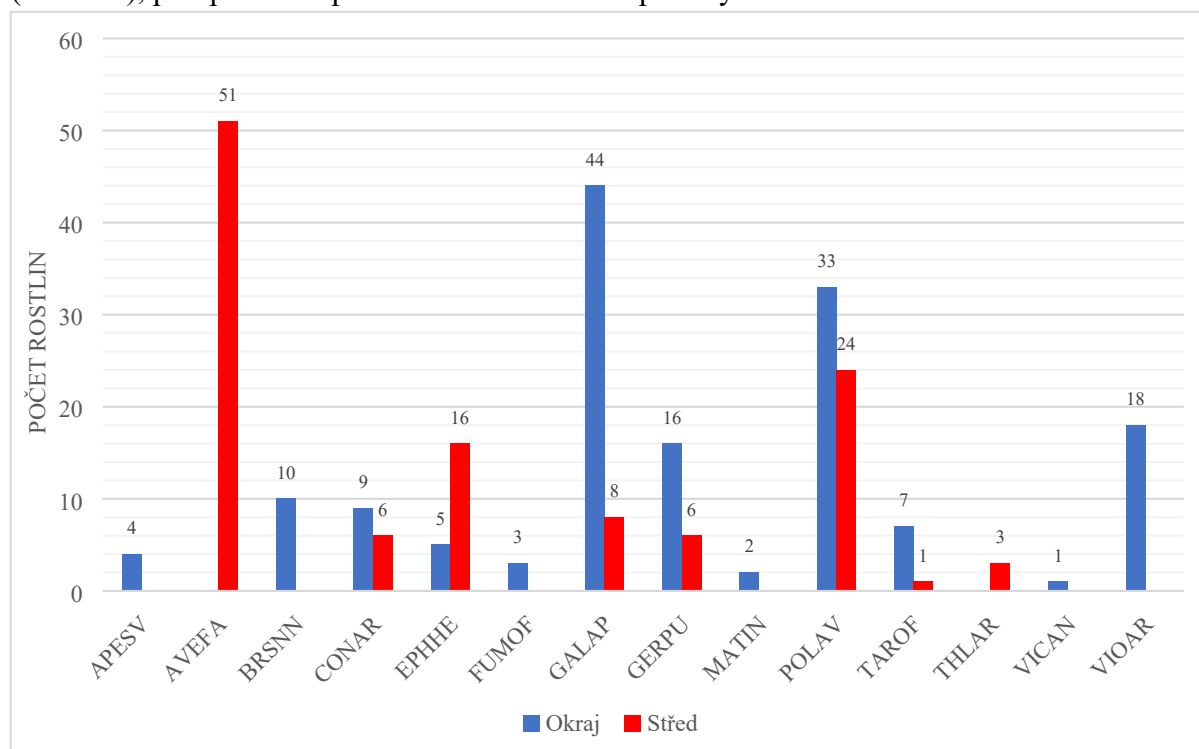
Příloha 2 Vyhodnocení zaplevelení pšenice ozimé odrůdy Rivero na pozemku Chyš (7701/15), předplodina pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



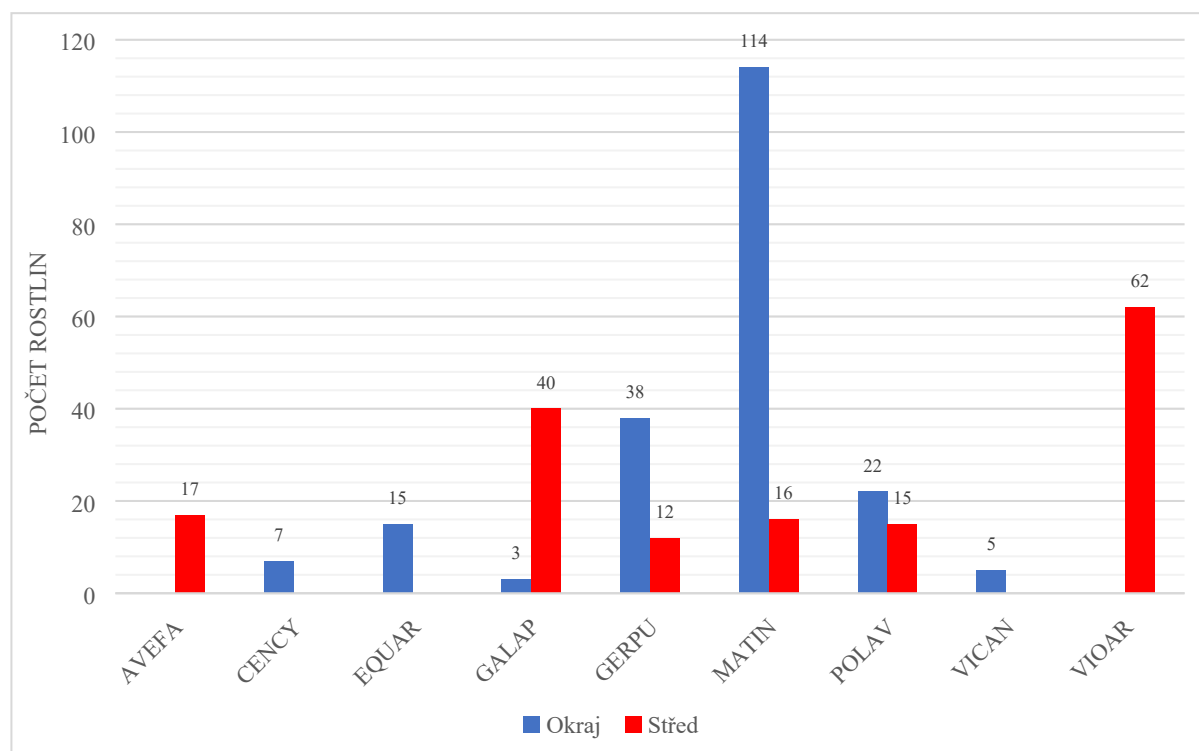
Příloha 3 Vyhodnocení zaplevelení pšenice ozimé odrůdy Rivero na pozemku Protivec (7701/13), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



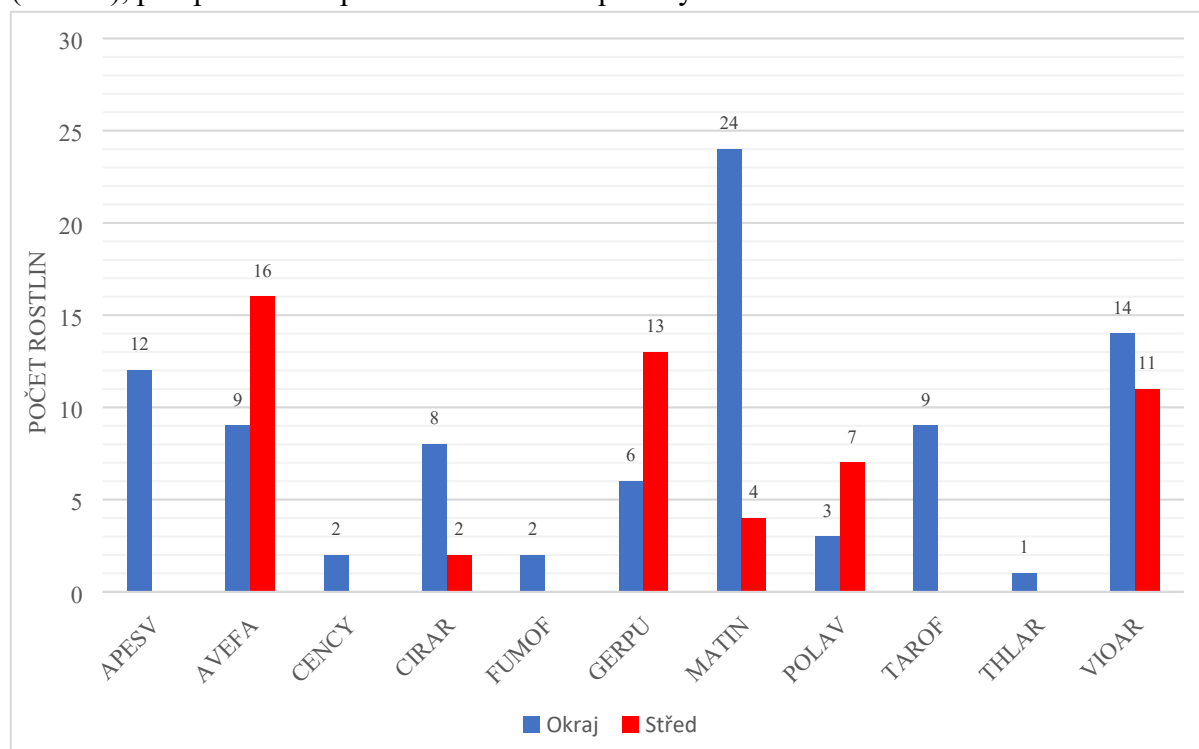
Příloha 4 Vyhodnocení zaplevelení pšenice ozimé odrůdy RGT Reform na pozemku Vrbice (7302/12), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



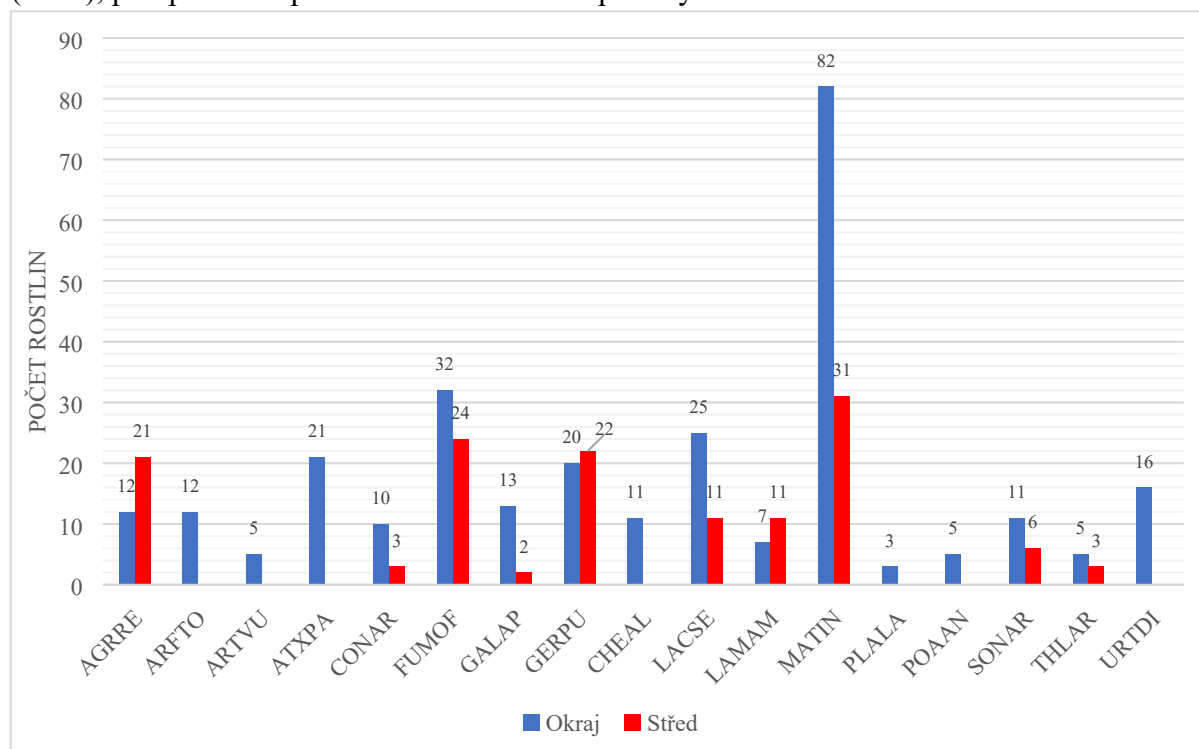
Příloha 5 Vyhodnocení zaplevelení pšenice ozimé odrůdy RGT Ponticus na pozemku Bohuslav (7201/1), předplodinou řepka ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



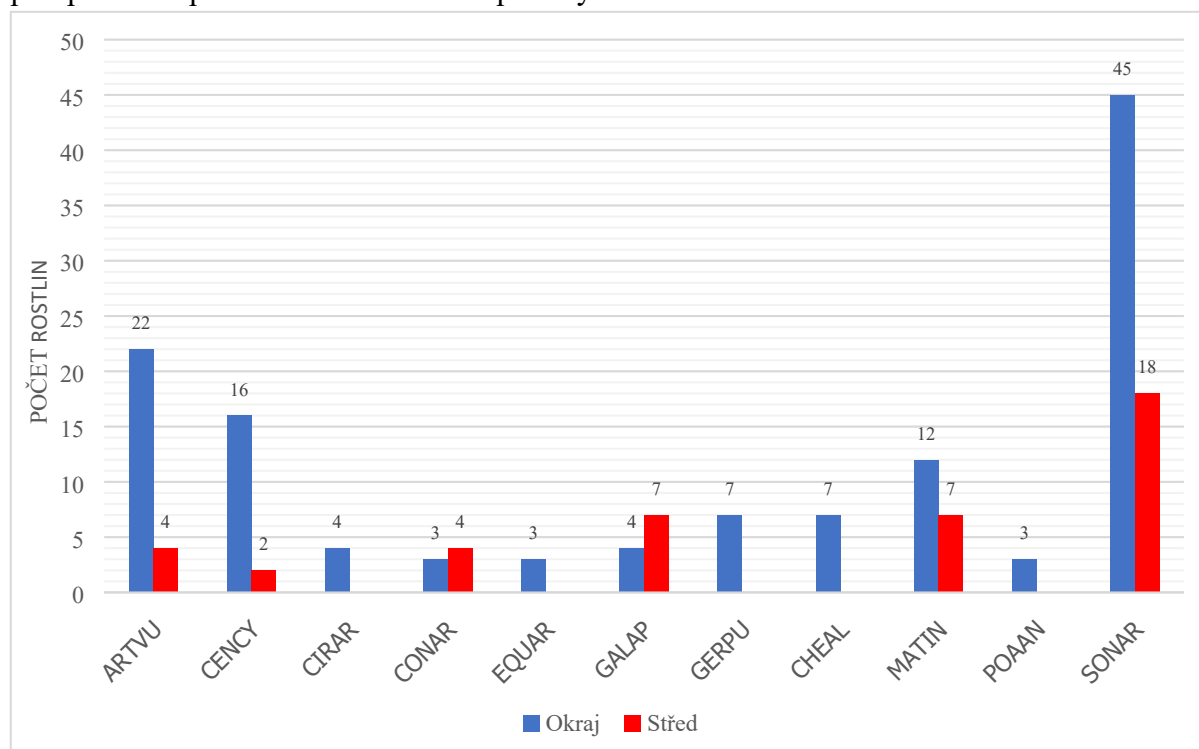
Příloha 6 Vyhodnocení zaplevelení pšenice ozimé odrůdy Turandot na pozemku Domašín (1701/2), předplodinou řepka ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



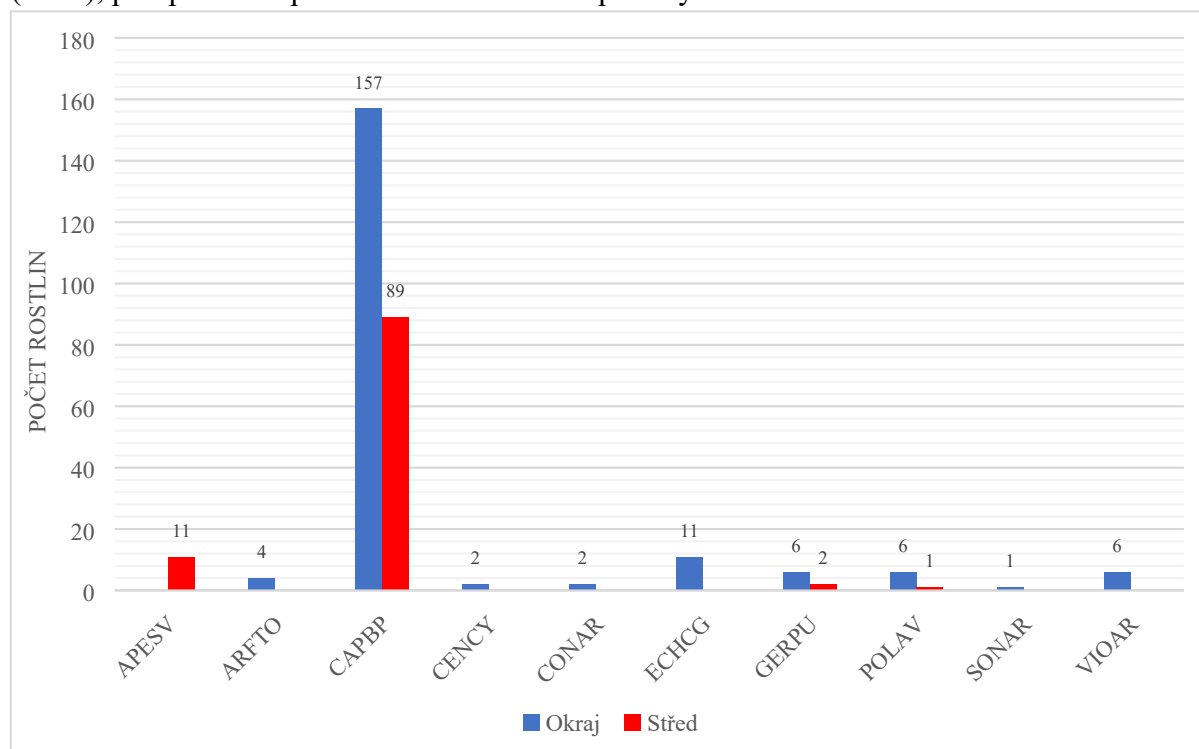
Příloha 7 Vyhodnocení zaplevelení ječmene jarního odrůdy Bojos na pozemku Čichořice (4002), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



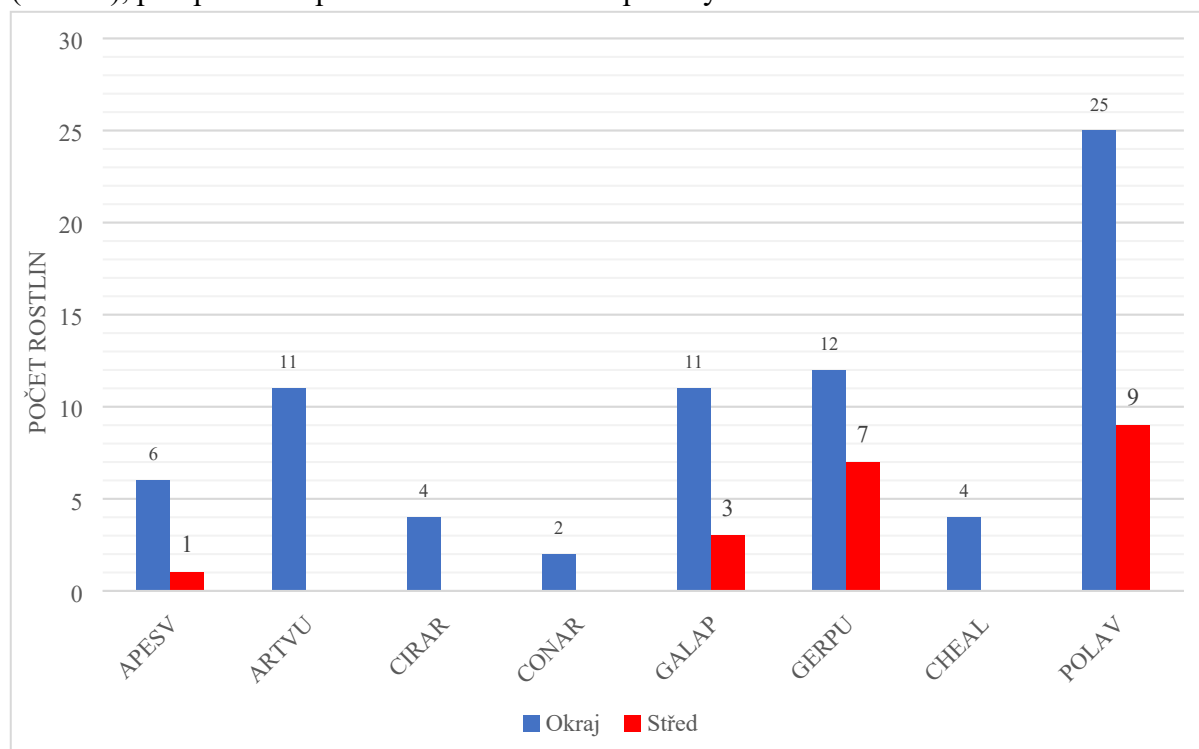
Příloha 8 Vyhodnocení zaplevelení ječmene jarního odrůdy Bojos na pozemku Luby (4102/1), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



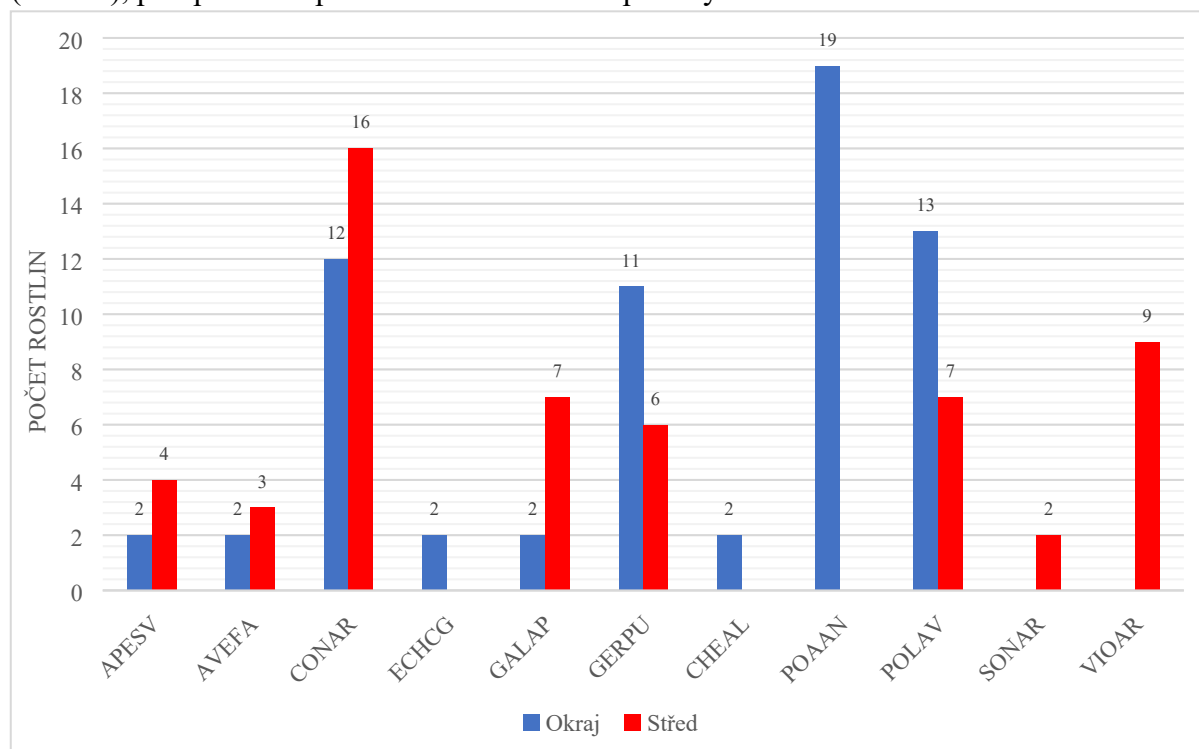
Příloha 9 Vyhodnocení zaplevelení ječmene jarního odrůdy Bojos na pozemku Hradský dvůr (1011), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



Příloha 10 Vyhodnocení zaplevelení ječmene jarního odrůdy Bojos na pozemku Brložec (8202/4), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



Příloha 11 Vyhodnocení zaplevelení ječmene jarního odrůdy Bojos na pozemku Komárov (9303/3), předplodinou pšenice ozimá. Seznam použitých EPPO kódů viz Příloha 1.



Příloha 12 Hodnocení zaplevelení v centru porostu (vlastní foto).



Příloha 13 Druhy *Geranium pusillum* a *Tripleurospermum inodorum* v pšenici ozimé – Bohuslav (vlastní foto).



Příloha 14 *Artemisia vulgaris* na pozemku Luby (vlevo), *Tripleurospermum inodorum* (vpravo) rozšířený ve všech lokalitách pšenice ozimé (vlastní foto).



Příloha 15 *Taraxacum* sect. *Ruderalia* vyskytující se porostech pšenici ozimé (vlastní foto).

