

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Výskyt plevelů v obilninách a možnosti jejich regulace
Bakalářská práce

Autor práce: Lucie Čápková
Obor studia: Rozvoj venkova

Vedoucí práce: Ing. Josef Holec, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výskyt plevelů v obilninách a možnosti jejich regulace" jsem vypracovala 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 autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Josefu Holcovi, Ph.D., za jeho čas, cenné rady, trpělivost, připomínky a odbornou pomoc při zpracování bakalářské práce.

Výskyt plevelů v obilninách a možnosti jejich regulace

Souhrn

Bakalářskou práci jsem zpracovávala v podobě literární rešerše, která pojednává o výskytu plevelů v porostech obilnin. V první části bakalářské práce se zaměřuji na problematiku výskytu a popisuji zde jednotlivé druhy obilnin - pšenice setá (*Triticum aestivum*), ječmen setý (*Hordeum vulgare*), tritikale (*Triticosecale*), oves setý (*Avena sativa* L.), žito seté (*Secale cereale* L.). Dále je v této části popsáno plevelné spektrum v ozimých a jarních obilninách. V ozimých obilninách se nejčastěji vyskytují plevelné druhy, které jsou ozimé jednoleté. Například heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum* L.), chundelka metlice (*Apera spica-venti* L.), mák vlčí (*Papaver rhoeas* L.), kakost maličká (*Geranium pusillum*) a violka rolní (*Viola arvensis*). Naopak v jarních obilninách se vyskytuje pestřejší plevelné spektrum, kdy se jedná o výskyt plevelů jednoletých časně jarních, jednoletých pozdně jarních a plevelů vytrvalých. V porostech jarních obilnin lze nalézt plevelné druhy jako je oves hluchý (*Avena fatua* L.), pcháč rolní (*Cirsium arvense* L.), pýr plazivý (*Elytrigia repens* L.) nebo šřovík tupolistý (*Rumex obtusifolius* L.).

Druhá část bakalářské práce obsahuje popis jednotlivých metod, jak lze plevelné druhy regulovat chemickým způsobem, tak i způsoby nechemickými. Metody regulace se dělí na přímé a nepřímé (preventivní) a je důležité tyto metody společně kombinovat, aby se předcházelo výskytu plevelů v plodinách, které jsou na pozemku pěstovány. Do nepřímých metod jsou zařazeny vhodné osevní postupy, zpracování půdy nebo například používání čistých osiv. Do metod přímých je řazeno mimo chemické způsoby regulace, také metody mechanické, biologické a fyzikální. Chemické metody jsou v současné době nejčastějším přímým způsobem regulace, který se využívá. U ozimých obilnin se aplikují herbicidy preemergentně nebo postemergentně. Pro preemergentní ošetření jsou používány herbicidy, které obsahují *diflufenican*, *chlorsulfuron*, *chlortoluron* aj. U chemické regulace v porostech jarních obilnin je velmi důležité dodržovat termín aplikace, aby bylo dosaženo vysoké účinnosti a nedocházelo k poškození plodin, jelikož je v jarních obilninách rychlejší nárůst biomasy, a tedy i vyšší konkurenční schopnost. Pro potlačení jednoletých dvouděložných plevelů jsou využívány zejména herbicidy z řad ALS inhibitorů – Glen, Monitor aj.

V poslední části bakalářské práce je popsána rezistence plevelů vůči herbicidům, neboť se vyskytuje jako jeden z negativních důsledků chemické ochrany a dále také chemická regulace vybraných plevelných druhů.

Klíčová slova: pšenice ozimá, ječmen jarní, plevele, druhové bohatství

Weed occurrence in cereals and possible ways of their management

Summary

I worked on my bachelor's thesis in the form of a literature search, which deals with the occurrence of weeds in cereal stands. The first part of the thesis focuses on the issue and describes the various types of cereals - wheat (*Triticum aestivum*), barley (*Hordeum vulgare*), triticale (*Triticosecale*), oats (*Avena sativa* L.), rye (*Secale cereale* L.). Furthermore, this section describes the weed spectrum in winter and spring cereals. In winter cereals, weed species, which are annuals, are the most common. For example, unscented chamomile *Tripleurospermum inodorum* L., *Apera spica-venti* L., *Papaver rhoeas* L., *Geranium pusillum* and *Viola arvensis*. On the contrary, in spring cereals there is a more varied weed spectrum, which includes the occurrence of annual weeds in early spring, annual late spring weeds and perennial weeds. Weeds of spring cereals *Avena fatua* L., *Cirsium arvense* L., *Elytrigia repens* L. and *Rumex obtusifolius* L. can be found in spring cereal crops.

The second part of the bachelor thesis contains a description of individual methods of how weed species can be regulated in a chemical way as well as in non-chemical ways. Methods of regulation are divided into direct and indirect (preventive) and it is important to combine these methods to prevent the occurrence of weeds in crops that are grown on the land. Indirect methods include appropriate sowing procedures, tillage or, for example, the use of pure seeds. In addition to chemical methods of regulation, mechanical, biological and physical methods are also included in direct methods. Chemical methods are currently the most common direct method of regulation he uses. In the case of winter cereals, the herbicides are applied pre-emergently or post-emergently. Herbicides containing diflufenican, chlorsulfuron, chlorotoluron, etc. are used for pre-emergence treatment. For chemical regulation in spring cereal stands, it is very important to adhere to the application dates in order to achieve high efficiency and crop damage, as there is a faster growth of biomass in spring cereals. and therefore higher competitiveness. Herbicides from a number of ALS inhibitors - Glen, Monitor, etc. - are mainly used to control annual dicotyledonous weeds.

The last part of the bachelor thesis describes the resistance of weeds to herbicides, as it occurs as one of the negative consequences of chemical protection and chemical regulation of selected weed species.

Keywords: winter wheat, spring barley, weeds, species richness

OBSAH

1. Úvod	1
2. Cíl práce.....	2
3. Literární rešerše.....	3
3.1. CHARAKTERISTIKA OBILNIN.....	3
3.1.1. Pšenice ozimá (<i>Triticum aestivum</i>).....	4
3.1.2. Pšenice jarní (<i>Triticum aestivum</i>)	4
3.1.3. Ječmen ozimý (<i>Hordeum vulgare</i>)	4
3.1.4. Ječmen jarní (<i>Hordeum vulgare</i>)	4
3.1.5. Tritikale (<i>Triticosecale</i>)	5
3.1.6. Žito seté (<i>Secale cereale</i> L.)	5
3.1.7. Oves setý (<i>Avena sativa</i> L.)	6
3.2. PLEVELE	6
3.2.1. Rozmnožování a rozšiřování plevelů.....	7
3.2.2. Charakteristika plevelného spektra v porostech ozimých obilnin	7
3.2.2.1. Heřmánkovec nevonný – <i>Tripleurospermum inodorum</i> L.	8
3.2.2.2. Hluchavka objímavá – <i>Lamium amplexicaule</i> L.	9
3.2.2.3. Chrpa modrá – <i>Centaurea cyanus</i> L.	9
3.2.2.4. Chundelka metlice – <i>Apera spica venti</i> L.	9
3.2.2.5. Kakost maličký – <i>Geranium pusillum</i>	10
3.2.2.6. Kokoška pastuší tobolka – <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	10
3.2.2.7. Mák vlčí – <i>Papaver rhoeas</i> L.	10
3.2.2.8. Penízek rolní – <i>Thlaspi arvense</i> L.	11
3.2.2.9. Ptačinec prostřední – <i>Stellaria media</i> L.	11
3.2.2.10. Rozrazil perský – <i>Veronica persica</i>	11
3.2.2.11. Svízel přítula – <i>Galium aparine</i> L.	11
3.2.2.12. Viola rolní – <i>Viola arvensis</i>	12
3.2.3. Charakteristika plevelného spektra v porostech jarních obilnin	12
3.2.3.1. Hořčice rolní – <i>Sinapis arvensis</i> L.	13
3.2.3.2. Merlík bílý – <i>Chenopodium album</i> L.	14
3.2.3.3. Opletka obecná – <i>Fallopia convolvulus</i> L.	14
3.2.3.4. Oves hluchý – <i>Avena fatua</i> L.	14
3.2.3.5. Pelyněk černobýl – <i>Artemisia vulgaris</i> L.	15
3.2.3.6. Pcháč rolní – <i>Cirsium arvense</i> L.	15
3.2.3.7. Pýr plazivý – <i>Elytrigia repens</i> L.	15
3.2.3.8. Šťovík tupolistý – <i>Rumex obtusifolius</i> L.	16
3.3. METODY REGULACE PLEVELŮ	16
3.3.1. Nepřímé metody regulace plevelů	16
3.3.1.1. Zpracování půdy	17
3.3.1.2. Osevní postup	18
3.3.1.3. Využití meziplodiny (krycích plodin).....	18
3.3.1.4. Výběr vhodných odrůd a druhů	19

3.3.1.5.	Používání čistých osiv	19
3.3.1.6.	Používání statkových hnojiv	19
3.3.2.	Přímé metody regulace plevelů.....	19
3.3.2.1.	Mechanické způsoby regulace	20
3.3.2.2.	Fyzikální způsoby regulace	20
3.3.2.3.	Biologické způsoby regulace	21
3.3.2.4.	Chemické způsoby regulace	21
3.3.2.4.1.	Chemické způsoby regulace v ozimých obilninách.....	22
3.3.2.4.2.	Chemické způsoby regulace v jarních obilninách	25
3.3.2.4.3.	Rezistence plevelů vůči herbicidům	26
3.3.2.4.4.	Možnosti chemické regulace vybraných plevelných druhů v obilninách.	28
3.3.3.	Pravidla správné regulace plevelů.....	29
3.3.4.	Nejčastější chyby při regulaci plevelů.....	29
4.	Závěr	31
5.	Seznam literatury	32
6.	Seznam obrázků, grafů, tabulek.....	38
7.	Přílohy.....	39

1. Úvod

V České republice jsou obilniny skupinou, která je nejrozšířenější, jež se u nás pěstuje. V současné době zaujímají přibližně 1,6 milionů hektarů. Nejpěstovanějšími plodinami jsou pšenice obecná a ječmen setý, ty z celé rozlohy pěstovaných obilnin zaujímají přibližně 1,3 milionů hektarů.

Obilniny z botanického hlediska řadíme do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Dále je rozdělujeme do dvou skupin, a to podle morfologických a fyziologických vlastností. Do první skupiny se řadí pšenice setá (*Triticum aestivum*), žito seté (*Secale cereale* L.), ječmen setý (*Hordeum vulgare*), oves setý (*Avena sativa* L.) a tritikále neboli žitovec (*x Triticosecale*). Do skupiny druhé řadíme kukuřici setou (*Zea mays* L.), proso seté (*Panicum miliaceum* L.), čirok (*Sorghum*) a rýži setou (*Oryza sativa* L.).

Plevelné druhy, které se v obilninách nacházejí způsobují každoročně vysoké ztráty výnosů. Další ztráty však nastávají tím, že na regulaci plevelných druhů je vynaloženo mnoho finančních prostředků.

Plevele, ale také lze vnímat pozitivně, jelikož mají význam ekologický. Zabraňují větrné a vodní erozi, omezují vysychání nebo narušení struktury půdy. Dále jsou součástí v koloběhu živin v půdě. Jsou důležitou až nedílnou součástí ekosystému, kdy společně s autotrofními organismy zvyšují krajinnou biodiverzitu. Velké množství plevelných druhů je vyhledáváno jako zdroj potravy pro ptáky, savce a hmyz. Také jsou však vyhledávány včelami.

Tato bakalářská práce by měla rozšířit poznatky o výskytu plevelných druhů nacházejících se v obilninách. Dále by měla rozšířit poznatky o možnostech regulace těchto plevelů a současně doporučit vhodná řešení, jak plevelné druhy regulovat.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo formou literárního přehledu popsat druhové spektrum plevelných druhů, které se v porostech ozimých a jarních obilnin vyskytuje, určit potenciální škodlivost plevelů. Dalším cílem bylo popsat možnosti regulace v porostech, a to jak nechemické, tak i chemické u nejvýznamnějších plevelů.

3. Literární řešerše

3.1. Charakteristika obilnin

Obilniny jsou plodiny jednoleté a z botanického hlediska se řadí do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Z hlediska botanické třídy se řadí mezi rostliny jednoděložné. Plodem obilnin je nažka, která je jednosemenná a nazývá se obilka. Obilka je složená ze tří částí, a to ektozpermu, endozpermu a zárodku neboli embrya. V tabulce č. 1 je rozdělení druhů obilnin do skupin podle vlastností a požadavků na prostředí.

Obilniny se dělí na ozimé a jarní formy. Ozimé formy obilnin se vysévají na podzim a sklízí se během léta roku následujícího. Naopak jarní formy obilnin se vysévají a sklízí během jednoho vegetačního období. Rozdělení obilnin na jarní a ozimé formy je úzce spjato s biologickými požadavky na průběh teplot a na podmínky světelné při počátečním vývoji rostlin. U ozimů působí dlouhodobý vliv nižších teplot (většinou nad bodem mrazu) na odstranění blokády vývoje. Toto působení je označováno jarovizací, které probíhá na podzim do předjaří (Taufarová, 2014). Délka jarovizace probíhá v rozmezí zhruba 25-60 dnů, je řízena dle druhu a odrůdy obilniny.

Kvalita zrna je do značné míry určována během vegetačního období. Jakmile je zrno sklizeno, je obtížné vylepšit jeho kvalitu, ačkoliv kvalita může být snadno zničena podmínkami během sklizně a následného sušení a skladování (Owens, 2001).

Tabulka 1 – Rozdělení druhů obilnin do skupin podle vlastností a požadavků na prostředí

<i>I. Skupina</i>	<i>II. Skupina</i>
Pšenice, ječmen, žito, oves, triticales	Kukuřice, proso, rýže, čirok
<ul style="list-style-type: none">- Obilka má na břišní straně podélnou rýhu- Při klíčení se vytváří několik zárodečných kořínků- Internodia stébla jsou dutá- Stéblo je rozděleno kolénky na 5-7 článků- V klásku se lépe vyvíjejí spodní kvítky- Vyskytují se na ozimé, jarní, příp. přesívkové formy	<ul style="list-style-type: none">- Obilka rýhu nemá- Při klíčení se vytváří jen jeden zárodečný kořínek- Stéblo je vyplněné dřevem- Stéblo je rozděleno na 8 a více článků- V klásku se lépe vyvíjejí horní kvítky- Vyskytují se jen jarní formy
<ul style="list-style-type: none">- Nároky na teplo jsou menší- Nároky na vláhu jsou větší- Ke svému vývoji vyžadují delší osvětlení během dne- Počáteční růst je rychlejší	<ul style="list-style-type: none">- Nároky na teplo jsou vyšší- Nároky na vláhu jsou menší (kromě rýže)- Pro svůj vývoj potřebují kratší dobu světelné části dne- Počáteční růst je pomalejší

Zdroj: Urban, Vašák et al. 2014

3.1.1. Pšenice ozimá (*Triticum aestivum*)

Řadíme ji do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Pšenici lze považovat za nejstarší obilninu, která se rozšířila na většinu severní i jižní polokoule hlavně z oblasti přední Asie, případně severní Afriky (Diviš et al. 2010). Její pěstování je zaměřené hlavně na nahé kulturní formy. Rozlišujeme tvrdou pšenici (*Triticum durum*) a obecnou pšenici (*Triticum aestivum*) (Křen et al. 1998). Její pěstování probíhá ve všech výrobních podmínkách a zaujímá zhruba čtvrtinu orné půdy a polovinu plochy z pěstovaných obilnin. Křen et al. (1998) uvádí, že od roku 1945 je nejrozšířenějším druhem, který nejlépe využívá půdně – klimatické podmínky a nejlépe zhodnocuje vyšší úroveň vstupů do pěstebních technologií.

Na půdu má pšenice ozimá vysoké nároky - vyžaduje půdy, které jsou strukturní, hlinité až jílovitohlinité s pH neutrálním až slabě kyselým. Důležitou vlastností je, aby půdy byly bohaté na živiny. Zcela nevhodné jsou půdy kyselé, trvale zamokřené a písčité půdy. Pro vyklíčení potřebuje pšenice hodně vláhy a teploty okolo 15 °C. Petr & Húska (1997) udávají, že pšenice ozimá je velmi náročná na předplodinu a se snižující se úrodností vliv předplodiny na výnos roste. Nejvhodnějšími předplodinami jsou jeteloviny, luskoviny, okopaniny a olejniny. Setí pšenice ozimé probíhá od poloviny září podle předplodiny a odrůd do poloviny října, sklizeň od poloviny července (Tauferová, 2014).

3.1.2. Pšenice jarní (*Triticum aestivum*)

Tauferová (2014) uvádí, že pšenice jarní je doplňkovým druhem k pšenici ozimé, a proto se využívá jako náhradní plodina za vyzimovanou pšenici ozimou, po velmi pozdně sklizených okopaninách nebo při potížích pro založení porostu pšenice ozimé. Dále udává, že jarní pšenice netrpí tolik na choroby pat stébel a je možné ji využít při silném výskytu ozimých plevelů. Na předplodiny má pšenice jarní totožné nároky jako její ozimá forma. Většinou se seje po pozdně sklizených předplodinách (po cukrovce, bramborách, popřípadě po silážní kukuřici) (Benada et al. 2001). Sklízí se mezi posledními plodinami z jařin, a proto v ní mohou dozrávat a vysemeňovat četné druhy plevelů.

3.1.3. Ječmen ozimý (*Hordeum vulgare*)

Historie jeho pěstování je starší více než 6 000 let. (Křen et al. 1998). Pěstuje se především pro jeho menší nároky na předplodinu a jeho vyšší odolnosti proti poléhání (Tauferová, 2014). Není doporučeno pěstovat ozimý ječmen po ječmeni jarním, jelikož se podporuje zvýšený výskyt choroby padlí travní a hnědé skvrnitosti. Včasné setí je základní podmínkou vysokého výnosu (Urban & Vašák, 2014). Pro datum setí je rozdíl, zda vyséváme ječmen ozimý v bramborářské či řepařské oblasti. V bramborářské oblasti se datum výsevu pohybuje od 10. do 20. září a v oblasti řepařské je rozpětí od 20. do 30. září. Je využíván především pro krmné účely. Hron & Vodák (1959) udávají, že ječmen ozimý trpí z našich ozimů nejvíce zaplevelením, zvláště pokud má nepříznivé podmínky.

3.1.4. Ječmen jarní (*Hordeum vulgare*)

Nejčastěji se v České republice pěstuje ječmen dvouřadý (*Hordeum distichon* L.), který je využívám zejména ke krmným účelům. Co se týká potravinářského hlediska je zde velký

význam pro výrobu sladu, krup a kroup. Jedná se o plodinu, která je velmi náročná na půdy, a proto se nejčastěji používají půdy s vyrovnanou zásobou živin a půdy, kde je půdní úrodnost vyšší. Preferuje půdy hlinité až písčitohlinité, které jsou dobře provzdušněné. Podle Urbana & Vašáka (2014) se mu nejlépe daří na půdách s rozpětím pH od 6,0 do 7,1. Má slabší a mělký kořenový systém, s tím je spojena větší náročnost na pohotovité živiny v půdě. Nadbytek dusíku zvyšuje jeho náchylnost k poléhání a snižuje sladovnickou hodnotu zrna (Taufarová, 2014). Jako nejvhodnější předplodiny se řadí cukrovka, brambory, jež jsou hnojené hnojem – díky tomu dosahuje stabilních výnosů.

Velmi důležitý je termín setí, jelikož rozhoduje o dosažení dobrých výnosů ječmene jarního. Nejvhodnější je vysít ječmen, co nejdříve na jaře – ideálně v březnu. Porost ječmene jarního je nižší, takže i při dobrém zápoji je v ječmeni menší zastínění než například v pšenici nebo ovsu. Proto jarní ječmen trpí zaplevelením nejvíce z běžně pěstovaných jařin (Hron & Vodák, 1959).

3.1.5. Tritikale (*Triticosecale*)

Jedná se o mezidruhového křížence žita setého (*Secale cereale* L.) a pšenice obecné (*Triticum aestivum*). Taufarová (2014) uvádí, že cílem šlechtění bylo spojit cenné vlastnosti obou druhů do jednoho genotypu. V České republice se pěstují pouze formy ozimé. Je to obilnina, která je tolerantnější k pěstitelským podmínkám, které jsou horší, než u pšenice. Tritikale má dobrý zdravotní stav a vysoké výnosy. Pokud pěstitelské požadavky srovnáme s pšenicí ozimou, tak tritikale není tak náročné, dále je tolerantní k nižšímu pH v půdě i k horší předplodině. Podle Urbana & Vašáka (2014) je datum výsevu od poloviny září v bramborářské a pícninářské oblasti do 10. října.

Je možné také tritikale pěstovat jako jarní plodinu, která může být alternativou k pěstování jarní pšenice, kterou je schopno překonat ve výnosech na zrnu i zelené hmoty. Brant et al. (2008) udává, že tento druh má vysokou potenciální výkonnost při nižších nákladech, zejména na pesticidy a také hnojiva. Dále udává, že tritikale poskytuje vysoké výnosy na chudých a sušších půdách.

3.1.6. Žito seté (*Secale cereale* L.)

Žito je jednoletá i víceletá obilnina ozimého i jarního charakteru. V našich podmínkách se pěstuje výhradně ozimá jednoletá forma (Diviš et al. 2010). Jde o obilninu, které je botanicky mladší než například pšenice nebo ječmen. Žito má mohutně vyvinutý kořenový systém a je pěstováno především v horských a podhorských oblastech. Stéblo u žita dosahuje výškou až k 1,8 m, má tendenci poléhat. Dále je tolerantnější k horším ekologickým podmínkám a je mrazuvzdorné a zimovzdorné. Diviš et al. (2010) uvádějí, že žito má největší mrazuvzdornost ze všech obilnin, snáší holomrazy až k $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Není tak náročné na předplodinu a snese kyselé půdy, kdy je pH 5,0 – 6,8. Termín, který je konečný pro výsev žita se pohybuje okolo 5. října. Nejvhodnějšími předplodinami žita jsou včas sklizené brambory, luskoviny, včas a kvalitně zaorané jeteloviny (Křen et al. 1998). Žito potlačuje plevele bez herbicidů, čímž se stává běžnou krycí plodinou na ekologických farmách (O'Brien, 2009). Hron & Vodák (1959) uvádějí, že žito ozimé má z obilnin největší schopnost potlačovat plevele.

Je využíváno především na výrobu žitného pečiva. Současně je také malá část produkce zpracována na výrobu lihovin. Umělou infekcí houbou paličkovice nachové v době kvetení vybraných porostů žita se získává námel (obsah jedovatých alkaloidů) pro farmaceutický průmysl (Taufarová, 2014).

3.1.7. Oves setý (*Avena sativa* L.)

Jednoletá obilnina s výškou 0,5 – 1 m. Oves setý se pěstuje ve dvou formách, jedná se o oves setý, který má zrno pluchaté a další formou je oves nahý s bezpluchou obilkou (Taufarová, 2014). Je pěstován v chladnějších a vlhčích oblastech, půdy preferuje střední až těžší, ale snese i půdy kyselé a méně strukturní. Jeho kořenová soustava je silně vyvinutá, umožňuje tedy získávat živiny z míst, které jsou méně přístupné. Bezpluchý oves je z hlediska agroekologických požadavků náročnější než pluchaté, u nás pěstované odrůdy (Moudrý et al. 2011).

Jedná se o plodinu, která je tolerantní k horším předplodinám. Mezi opětovným pěstováním ovsa je doporučena doba pro odstup zhruba 4 – 5 let. Oves je nejnáročnější na předplodiny, proto je nejlepší ho do osevního postupu zařadit po okopanině, která byla hnojena organickým hnojivem. Rané setí má velký vliv na dosažení vysokého výnosu zrna a snižuje škody napadení bzunkou ječnou a sterilní zakrslostí ovsa (Urban & Vašák, 2014). Sklízí se společně s pšenicí jarní mezi posledními z jařin, proto v nich dozrávají a vysemeňují četné druhy plevelů.

3.2. Plevel

Plevel patří v zemědělství ke škodlivým činitelům, které se vyskytují každoročně, na všech pozemcích a ve všech typech plodin. Obecná definice označuje jako plevel každou rostlinu, která se vyskytuje proti vůli člověka (Jursík et al. 2018). Jednou z největších hrozeb pro naše přírodní zdroje, jsou invazivní plevelné druhy. Některé plevelné druhy byly vládními úřady klasifikovány jako škodlivé plevely, protože pokud nejsou kontrolovány, často konkurují hospodářským plodinám nebo mohou způsobovat škody hospodářským zvířatům (Ekwealor et al. 2019).

Klasifikují se zejména na základě vlastností biologických, a to především životním cyklem a způsobem reprodukce.

Dělení plevelů:

- Podle biologických vlastností
 - Jednoleté – bývá to většina plevelů: ozimé, efemérní, časně jarní, pozdně jarní
 - Dvouleté a víceleté, které se rozmnožují převážně generativně
 - Plevely vytrvalé, které se rozmnožují převážně vegetativně – patří sem plevely mělčeji kořenící a plevely hlouběji kořenící
- Podle způsobu výživy
 - Poloparazitické
 - Parazitické

3.2.1. Rozmnožování a rozšiřování plevelů

Rozmnožování plevelů je proces vzniku nových jedinců, které vznikly z jedinců rodičovských. Rozlišujeme dva základní typy: rozmnožování vegetativní (nepohlavní, asexuální), které vede ke vzniku geneticky identických s rodiči, a rozmnožování generativní (pohlavní, sexuální), které vede ke vzniku jedinců oproti rodičům geneticky odlišných (Jursík et al. 2018). Každý z těchto způsobů má své výhody i nevýhody, především záleží na podmínkách prostředí, které buď jeden nebo druhý typ zvýhodní.

Pro vegetativní způsob rozmnožování se uplatňují nadzemní části rostlin, kořeny a podzemní části rostlin, cibulky, lodyhy, cibule, hlízy. Představuje doplňkový způsob rozmnožování, který je často využíván některými vytrvalými druhy. Zachování druhu je tak zajištěno i za nepříznivých podmínek prostředí, ve kterých se rostlina krátkodobě nebo dlouhodobě nachází (Mikulka & Kneifelová, 2005).

Plevele, které se rozmnožují generativně využívají pro rozmnožování plody nebo semena. Jedná se o způsob, který je nejpřirozenějším způsobem pro šíření plevelů. Ze semen vytvořených na rostlině však v polních podmínkách vytvoří novou rostlinu pouze nepatrná část. Pro přežití plevelného druhu na stanovišti jsou důležité i další faktory – dormance, životnost semen v půdě nebo rytmus vzházení semen během vegetace atd. (Mikulka, 2014).

Rozšiřování plevelů zajišťuje autochorie (vlastní mechanismy), anemochorie (šíření semen a plodů vzduchem), semachorie (semena jsou šířena pomocí větrných nebo zvířecích pohybů), hydrochorie (šíření semen a plodů vodou), zoochorie (šíření prostřednictvím živočichů), antropochorie (šíření pomocí člověka) a bachorie (semena vypadávají na povrch z mateřské rostliny).

3.2.2. Charakteristika plevelného spektra v porostech ozimých obilnin

V porostech ozimých obilnin se vyskytují plevele jednoleté ozimé. Z hlediska druhové početnosti se jedná o nejpočetnější skupinu. Do této skupiny jsou řazeny druhy, které představují největší hrozbu pro plodiny pěstované na všech polích, zahradách a ostatních vytrvalých kulturách.

Jednoleté plevele jsou odkázány na generativní způsob rozmnožování, které probíhá během jedné sezóny. Rozmnožují se tedy pomocí semen a svých plodů. Plevele ozimého charakteru vyklíčí na podzim, ale dozrávají během roku následujícího. Pokud však vzejdou na podzim jsou schopné přezimovat ve formě listových růžic. Některé druhy, jenž jsou fotoperiodicky neutrální jsou schopny v příznivých teplotních podmínkách během zimy kvést. Semena obvykle mívají kratší až středně dlouhou dormanci (Jursík et al. 2018). Zaplevelují zejména ozimé plodiny, ale řada těchto plevelných druhů zapleveluje také jarní plodiny, okopaniny a dále se mohou ve větším množství objevovat v prořídých porostech víceletých pícnin.

Kohout (1997) uvádí jako velmi nebezpečné plevele, z hlediska škodlivosti následující plevelné druhy – blín černý (*Hyoscyamus niger* L.), heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum* L.), chundelku metlice (*Apera spica-venti* L.), mák vlčí (*Papaver rhoeas* L.), svízel přítulu (*Galium aparine* L.), psárku luční (*Alopecurus pratensis* L.) a turan kanadský (*Conyza canadensis* L.). Dále uvádí plevele, které jsou v porostech

vyskytují příležitostně – kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris* L.), hluchavka objímavá (*Lamium amplexicaule* L.) a nachová (*Lamium purpureum* L.), penízek rolní (*Thlaspi arvense* L.). Autoři Jursík et al. (2018) řadí mezi konkurenčně schopné, vzrůstnější druhy svízel přítulu (*Galium aparine* L.), mák vlčí (*Papaver rhoeas* L.), heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum* L.), chundelku metlici (*Apera spica-venti* L.), chrpu modrou (*Centaurea cyanus* L.) a úhorník mnohodílný (*Descurainia sophia* L.). Dále se v porostech ozimých obilnin vyskytují druhy jako penízek rolní (*Thlaspi arvense* L.), ptačinec prostřední (*Stellaria media* L.), hluchavka nachová (*Lamium purpureum* L.), violka rolní (*Viola arvensis*). Tyto plevelné druhy jsou drobnějšího vzrůstu, ve spodním patře. Autoři Urban & Šarapatka (2003) uvádějí jako velmi nebezpečné plevele svízel přítulu (*Galium aparine* L.), chundelku metlici (*Apera spica-venti* L.). Jako příležitostné plevele uvádějí penízek rolní (*Thlaspi arvense* L.), kokošku pastuší tobolku (*Capsella bursa-pastoris* L.), ptačinec prostřední (*Stellaria media* L.), chrpu modráka (*Centaurea cyanus* L.), vlčí mák (*Papaver rhoeas* L.) a violku rolní (*Viola arvensis*). V tabulce č. 2 je popsán ekonomický práh škodlivosti v ozimých obilninách.

Tabulka 2 – Ekonomický práh škodlivosti v ozimých obilninách

Plevel	Ekonomický práh škodlivosti (počet plevelů/m ²)		
	v pšenici ozimé	v ječmeni ozimém	v žitu ozimém
Chundelka metlice	20 – 25	10 – 15	30 – 40
Dvouděložné plevele celkem:	50 – 60	30 – 50	60 – 80
Z toho svízel přítula	0,1 – 1	0,1 – 1	0,5 – 1
heřmánkovec nevonný	5 – 10	5 – 10	10 – 20
ptačinec prostřední	10 – 20	10 – 20	30 – 50
violka rolní	20 – 30	20 – 30	80 – 100
mák vlčí	10 – 15	5 – 10	20 – 30

Zdroj: upraveno podle různých autorů (Mikulka & Kneifelová, 2005)

3.2.2.1. Heřmánkovec nevonný – *Tripleurospermum inodorum* L.

Čeled': Hvězdnicovité – *Asteraceae*

Jednoletý, ozimý plevel, rozmnožování heřmánkovce nevonného probíhá pouze generativně. Jedná se o nebezpečný plevel, jehož nažky v půdě vydrží často více než 5 let. Heřmánkovec dorůstá do výšky 150 cm, jeho klíční rostliny vzcházejí po celý rok a kvete od června až po začátek pozdního podzimu. Je velmi nenáročný na půdy, snese půdy suché a chudé na živiny, ale také půdy, které jsou vlhké, hluboké, humózní nebo s nízkým obsahem vápníku. Roste na půdách přeměněných a ovlivněných lidskou činností, na přirozeném stanovišti se vyskytuje pouze ojedinele. Zapleveluje všechny plodiny, zvláště ozimé obilniny a řepku, okopaniny, víceleté pícniny (Mikulka, 2014). Hlavní zdroj šíření je rostlina, která vysemeňuje přímo na daném stanovišti, ale dále se může šířit přes osivo, vodu nebo průmyslová hnojiva.

3.2.2.2. Hluchavka objímavá – *Lamium amplexicaule* L.

Čeleď: Hluchavkovité – *Lamiaceae*

Hluchavka objímavá se řadí mezi jednoletý, ozimý plevel. Objevuje se na polích, úhorech, pastvinách a loukách, ve vinicích atd. Hojně se objevuje v porostech obilnin, okopanin, víceletých píceň, ale také v zelenině. Její výskyt je převážně na suchých stanovištích, nejčastěji však na půdách, které jsou bohaté na živiny. Rozmnožování je pouze generativní, a rostlina velmi snadno přezimuje. Na jedné rostlině dozrává až několik set plodů (Kohout, 1997). Produkuje asi 200 tvrdek, které dozrávají během celého roku a mají dlouhou životnost v půdě. Šíření semen může probíhat pomocí kompostů, zahradnických substrátů a méně často také osivem (Soukup et al. 2002).

3.2.2.3. Chrpa modrá – *Centaurea cyanus* L.

Čeleď: Hvězdnicovité – *Asteraceae*

Jednoletý, případně může být i dvouletým plevelným druhem s výškou až 90 cm. Rozmnožuje se pouze generativní cestou. Rostliny chrpy modré kvetou od června do srpna. Vytváří přibližně 700 až 1600 nažek, které klíčí po uzrání z hloubky 2 – 3 cm, jsou v půdě poměrně dlouhoživotné a v suché půdě mohou vydržet i 10 let, pokud půda suchá není, vydrží zhruba 3-5 let (Soukup et al. 2002). Nažky jsou ochmýřené, a tudíž se rozšiřují pomocí větru do nejbližšího okolí, dále se mohou šířit také přes osivo nebo vypadáváním na stanoviště. Podle Jursíka et al. (2018) se objevuje zejména v ozimém ječmeni, kde jí vyhovuje časnější termín setí a ošetření proti plevelům. Stankiewicz-Kosyl et al. (2020) udávají, že chrpa modrá bývá náchylnější k rozvoji rezistence vůči herbicidním přípravkům. Autoři dále udávají, že chrpa modrá je agronomický plevel, vázaný na ozimé obilniny včetně žita.

3.2.2.4. Chundelka metlice – *Apera spica venti* L.

Čeleď: Lipnicovité – *Poaceae*

Jedná se o ozimý a jednoletý plevel s výškou až 150 cm. Chundelka metlice se řadí mezi volně trsnaté trávy, má svazčité kořeny, které jí v půdě příliš neukotvují. V České republice je považována za jeden z nejvýznamnějších plevelů, ve světě však má význam pouze okrajový. Preferencí jsou půdy lehčí, vlhčí, neutrální až kyselé a půdy ve středních a vyšších polohách. Gerhards & Massa (2011) ve svém experimentu udávají, že chundelka metlice preferuje výhradně lehké půdy (tj. písčité půdy). Pokud je na pozemku půda vysychavá bude se chundelka metlice uplatňovat jen velmi obtížně. Rozmnožování je pouze generativní a hlavním dozráváním obilí je červenec, obvykle je to velmi těsně před sklizní obilnin. Její výskyt je z 80 % pšenice ozimá a na zbylých plochách je výskyt nepravidelný. Patří mezi nejškodlivější plevele a její výskyt musí být regulován systémem agrotechnických a chemických zásahů (Kohout, 1997).

3.2.2.5. Kakost maličký – *Geranium pusillum*

Čeleď: Kakostovité – *Geraniaceae*

Jednoletý až dvouletý, ozimý plevel. V půdě bývá zakotven tenkým, křivým kořenem (Soukup et al. 2002). Kakost na podzim vytváří přizemní růžici a na jaře tvoří lodyhy, které jsou chlupaté. Obvykle jeho výška dosahuje zhruba 20 – 30 cm, jedná se tedy o méně vzrůstný plevelný druh. Jursík et al. (2018) uvádějí, že přesto, že se jedná o méně vzrůstný druh může za vhodných vláhových a výživových podmínek dosahovat výškou i přes 50 cm. Vyhovují mu půdy, které jsou výhřevné a lehčí s dostatečným zásobením dusíku. Nejzávažnější výskyt je v porostech obilnin, jež jsou prořídle. V těchto porostech se výškově může vyrovnat pšenici ozimé. Rozmnožování je výhradně generativní, plody se po dozrání rozpadnou na 5 jednosemenných chlupatých dílů. Životnost semen v půdě je krátká a semena kakostu maličkého mají středně dlouhou dormanci, která umožňuje jejich vzcházení již na podzim. Kvete od června do srpna (Mikulka & Štrobach, 2020).

3.2.2.6. Kokoška pastuší tobolka – *Capsella bursa-pastoris* L.

Čeleď: Brukvovité – *Brassicaceae*

Jedná se o ozimý jednoletý plevel. Kořen je vřetenovitý, silně větvený (Soukup et al. 2002). Rozmnožování kokošky pastuší tobolky je výhradně generativní. Plodem jsou šešule, z nichž zralá semena snadno vypadávají a obohacují půdní zásobu (Jursík et al. 2018). Semena jsou nepravidelně dormantní, v půdě zůstávají živá až 6 až 11 let (ÚKZÚZ; Pikula et al. 1997). Porosty, které zapleveluje jsou zejména ozimé a jarní obilniny, dále zapleveluje řepku, okopaniny, a to zejména brambory a brukvovitou zeleninu. S tímto plevelem se setkáváme poměrně často u vytrvalých plodin. Kokoška pastuší tobolka je považována za jeden z nejrozšířenějších plevelů celého světa.

3.2.2.7. Mák vlčí – *Papaver rhoeas* L.

Čeleď: Makovité – *Papaveraceae*

Jednoletý, dvouděložný plevel s výškou 20 – 90 cm. Rozmnožování je pouze generativní, kdy jeho semena mají dlouhou životnost. Mimo přirozené vysemenění na stanoviště se šíří také pomocí osiva. Klíčí pomocí nažek z hloubky přibližně 1 cm. Výskyt je na lehčích půdách a na stanovištích, která jsou vlhčí. Rostliny kvetou od května až do podzimu. Na jedné rostlině dozrává až několik desítek tisíc semen s poměrně dlouhou a nepravidelnou dormancí, která mohou vzcházet během celého roku (Kohout, 1997). Pokud se vyskytuje v mírném podnebí je možné ho řadit k plevelům přezimujícím. Mák vlčí bývá náchylnější k rozvoji rezistence vzhledem k herbicidům (Stankiewicz-Kosyl et al. 2020). Dále se domnívají, že mák v porostech ozimé pšenice dominuje a přináší nejvyšší ztráty na výnosech.

3.2.2.8. Penízek rolní – *Thlaspi arvense* L.

Čeleď: Brukvovité – *Brassicaceae*

Jednoletý ozimý plevel, jehož výška se pohybuje v rozmezí 10 - 40 cm, avšak ve velmi příznivých podmínkách doroste do výšky až 80 cm. Lodyha bývá obvykle od dolní třetiny větvená a nevětví pouze v případě, že je vystavena silnému konkurenčnímu tlaku (Jursík et al. 2018). Roste zejména na vlhkých, živinami bohatých, humózních, obvykle slabě kypřených i ulehlých půdách různého mechanického složení (Mikulka, 2014). Rozmnožování penízku rolního je výhradně generativní. Penízek rolní je zařazen mezi významné plevele, kdy jeho škodlivost stoupá s vyšším výskytem v porostu.

3.2.2.9. Ptačinec prostřední – *Stellaria media* L.

Čeleď: Hvozdíkovité – *Caryophyllaceae*

Ptačinec prostřední je jednoletá bylina, která snadno přezimuje v každé růstové fázi a po příchodu teplých dnů opět pokračuje v růstu. Často tvoří souvislé kobercovité porosty, a tím potlačuje plodiny (ÚKZÚZ; Pikula et al. 1997). Omezují ho pouze teploty pod – 10 °C nebo velké holomrazy, které ho pouze silně poškodí nebo zcela odumírá. V dnešní době patří k nejrozšířenějším plevelům na celém světě. Rozmnožování je zejména generativní, pokud však jeho lodyhy zakoření může se rozmnožovat i vegetativním způsobem. Je to drobná bylina tvořící souvislé kobercovité porosty. Rozšířen je na úrodných, vlhkých, humózních půdách, dále se také vyskytuje na půdách, které jsou dobře zásobeny dusíkem. Kvete od března do pozdního podzimu (Mikulka & Kneifelová, 2005). Je schopný v jednom roce vyvinout i 2-3 generace.

3.2.2.10. Rozrazil perský – *Veronica persica*

Čeleď: Krtičníkovité – *Scrophulariaceae*

Ozimý jednoletý plevel, který snadno přezimuje a je možné ho zařadit mezi méně významné plevele, avšak u nás patří k nejběžnějším plevelným druhům. I přes jeho menší vzrůst však představuje problém jako konkurenčně silná rostlina na zavlažovaných a úrodných pozemcích. Jedná se o velmi přizpůsobivý druh, který se vyhýbá pouze čistě písčitému, extrémně suchému či naopak trvale vlhkým stanovištím (Hron & Vodák, 1959). Pokud má rozrazil perský ideální podmínky a nemá žádnou konkurenci je schopný vyprodukovat až několik tisíc semen na m², pokud se však konkurence objeví jeho reprodukční schopnosti jsou výrazně nižší (Lutman et al. 2011). Rozmnožování rozrazilu je především generativní, ale je schopný zakořenit lodyhami, a tedy rozmnožovat se i vegetativní cestou.

3.2.2.11. Svízel přítula – *Galium aparine* L.

Čeleď: Mořenovité – *Rubiaceae*

Jedná se o ozimou, jednoletou rostlinu, která snadno přezimuje. Výška svízele se pohybuje od 30 do 150 cm. Rozmnožování je výhradně generativní. Podle Mikulky & Kneifelové (2005) kvete od dubna do podzimu, semena se objevují od konce června. Svízel

přítula je velmi úporný plevel, velmi snadno způsobí u obilnin jejich poléhání, dále také zhoršuje kvalitu sklizně a kvalitu píce. Šíří se intenzivně díky používání průmyslových hnojiv ve vyšších dávkách, ale také díky tomu, že je celkem odolný vůči většímu počtu používaných herbicidů. Rostliny rostou od května do podzimu a na každé z nich se vytvoří několik set nažek, které po uzrání poměrně málo klíčí, hlavně díky tvrdoslupečnosti (Kohout, 1997). V půdě semena relativně dlouho přežívají a jsou schopna vzcházet i z hloubky 10 cm. Rozmnožování je generativní, a to zejména vysemeněním rostliny na stanovišti nebo šířením pomocí osiva obilnin.

3.2.2.12. Violka rolní – *Viola arvensis*

Čeleď: Violkovité – *Violaceae*

Jednoletá a ozimá bylina s výškou 5 - 20 cm. V České republice je v současné době nejrozšířenějším plevem. Stanoviště, na kterém se violka rolní nejčastěji vyskytuje jsou půdy vlhké, vysychavé, písčité i humózní a někdy se může objevovat i na půdách kamenitých. Podle Mikulky (2014) kvete od časného jara do září, a někdy i v teplé zimě. Rozmnožování je výhradně generativní. Na jedné rostlině violky rolní, postupně může dozrát i přes 4000 semen, které vypadávají z tobolek na stanoviště. Prasknutí tobolek dokáže semena odmrstit až přes 2 m od matečné rostliny (Doohan & Monaco, 1992). Lutman et al. (2011) ve svém pokusu uvádí, že v porostech obilnin, zejména v pšenici je reprodukční schopnost výrazně snížena. Podle Bachthaler et al. (1986) semena v půdě mají dlouhou životnost a jsou schopna přežít i 10 let. Zničení těchto semen v půdě vyžaduje narušení a potlačení půdy konkurenčními druhy.

3.2.3. Charakteristika plevelného spektra v porostech jarních obilnin

V porostech jarních obilnin se vyskytují plevele jednoleté časně jarní, plevele jednoleté pozdně jarní a také vytrvalé plevele.

- Jednoleté časně jarní plevele

Plevele jednoleté časně jarní, klíčí a vzcházejí časně z jara, kdy teploty dosahují těsně nad 0 °C. Jejich výskyt je největší u plodin vysévaných časně na jaře. Velké množství druhů může klíčit po celou dobu vegetační doby a jsou schopny zaplevelovat také okopaniny nebo zeleninu. Tyto plevelné druhy nejpozději před zimou odumírají, a nejsou tedy schopny přezimovat. Produkují stovky až tisíce semen nebo vlastních plodů s dlouhou dormancí a schopností dlouhodobě přežít v půdě.

Autoři Hron & Kohout (1986) udávají jako nejnebezpečnější plevele hořčici rolní (*Sinapsis arvensis* L.), konopici polní (*Galeopsis tetrahit* L.) oves hluchý (*Avena fatua* L.), ředkev ohnici (*Raphanus raphanistrum* L.). Mezi příležitostní plevele může být zařazena kopřiva žahavka (*Urtica urens* L.), rdesno ptačí (*Polygonum aviculare* L.), kolenec rolní (*Spergula arvensis* L.). Mikulka (2014) řadí do plevelů časně jarních například drechničku rolní (*Anagallis arvensis* L.), opletku obecnou (*Fallopia convolvulus* L.), kolenec rolní pravý (*Spergula arvensis* L.).

Autoři Mikulka & Kneifelová (2005) udávají, že tyto plevelné druhy jsou zničeny již předseťovou přípravou půdy, vláčením nebo plečkováním v průběhu vegetace.

- Jednoleté pozdní jarní plevelé

V praxi je lze označovat jako plevelé „širokořádkových plodin“. Vyskytují se po zasetí jarních plodin, jelikož jejich plody či semena klíčí z velké míry při vyšších teplotách, a to při teplotách vyšších 10 °C. Mohou být citlivější na zastínění, a taktéž mívají pomalejší počáteční vývoj. Produkce semen bývá bohatá a pohybuje se v řádu desetitisíc až statisíc se středně dlouhou až dlouhou dormancí. Celkově mají dlouhou výdrž v půdní zásobě. Jursík a kol. (2018) udávají jako nejběžnější zástupce merlíky (*Chenopodium album* L.), laskavce (*Amaranthus retroflexus* L.), ježatku kuří nohu (*Echinochloa crus-galli* L.), lilek černý (*Solanum nigrum* L.), pětoury (*Galinsoga parviflora*). Výskyt těchto plevelů je nejvíce u širokořádkových plodin, ale také se vyskytují v prořídých porostech jarních plodin, které byly vysety časně. Plevely jsou potlačovány agrotechnickými zásahy v průběhu vegetace (plečkování), (Mikulka & Kneifelová, 2005).

- Vytrvalé plevelé

V této skupině plevelů jsou jak plevelné druhy, které se rozmnožují generativně tak i druhy, které se rozmnožují vegetativně. V roce, ve kterém vyklíčí semena, vytvářejí i přizemní růžici. Poté, co přejde rostlina přezimováním pokračuje její vývoj, kdy vykveté a produkuje plody a semena. Dvouleté rostliny odumírají, víceleté setrvávají na stanovišti další roky.

Kohout (1977) uvádí následující plevelé jako plevelé nebezpečné – kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica* L.), kostival lékařský (*Symphytum officinale* L.), pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*) a šťovíky (tupolistý a kadeřavý). Dále se zde vyskytují plevelé, jež se vyskytují příležitostně, a to je například pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris* L.), mrkev obecná (*Daucus carota* L.), bodlák obecný (*Carduus acanthoides* L.), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata* L.). Autoři Mikulka & Štrobach (2020) uvádějí mezi nebezpečné vytrvalé plevelé pýr plazivý (*Elytrigia repens* L.), pcháč rolní (*Cirsium arvense* L.), čistec bahenní (*Stachys palustris* L.). Autoři Urban & Šarapatka (2003) udávají jako velmi nebezpečné plevelé pcháč oset (*Cirsium arvense* L.), šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius* L.) a kadeřavý (*Rumex crispus* L.), oves hluchý (*Avena fatua* L.) a merlík bílý (*Chenopodium album* L.).

3.2.3.1. Hořčice rolní – *Sinapis arvensis* L.

Čeleď: Brukvovité – *Brassicaceae*

Jedná se o časně jarní plevel. Vzchází od časného jara do pozdního podzimu a patří k plevelům, jejichž semena mají větší perzistenci v půdě, kde vydrží životná i více než deset let (Jursík et al. 2018). Jedna rostlina hořčice polní je schopna vytvořit i 4000 semen. Luzuriaga et al. (2006) ve svém experimentu udávají, že na půdách, které jsou vlhké a úrodné se tvořilo více tmavých semen, které jsou tvrdoslupečné než na půdách, které byly vysušené a chudé na živiny. Patří k významným plevelům, ale během let se její výskyt na orné půdě snížil, díky její citlivosti na různé herbicidy. Rozmnožování je u hořčice pouze generativní. Semena vypadávají do okolí mateřské rostliny (Mikulka, 2014).

3.2.3.2. Merlík bílý – *Chenopodium album* L.

Čeleď: Merlíkovité – *Chenopodiaceae*

Jednoletý, pozdně jarní plevelný druh, který roste do výšky až 2 metry. V České republice je jedním z nejrozšířenějších plevelů na orné půdě (Mikulka, 2014). Merlík bílý je považován za jeden z deseti nejvýznamnějších plevelů po celém světě, je tedy i po celém světě rozšířený. Má schopnost přizpůsobovat se klimatickým a stanovištním podmínkám. Nachází se na půdách, které jsou bohaté na živiny, ale stejně tak i na půdách, které jsou velmi chudým stanovištěm, přemokřených i vysušených lokalitách. Není na půdy náročný, a tak se nachází na všech typech půd. Rozmnožuje se výhradně generativně a rostliny vzcházejí bezmála po celou vegetační dobu. Kvete od června do podzimu. Na jedné rostlině dozrává i přes 100 tisíc nažek, které mají nesterilně dlouhou dormanci a nepravidelnou klíčivost (Kohout, 1997).

3.2.3.3. Opletka obecná – *Fallopia convolvulus* L.

Čeleď: Rdesnovité – *Polygonaceae*

Časně jarní, jednoletá rostlina, která má generativní rozmnožování. Nažek se na jedné rostlině může tvořit od 140 do 200 a v půdě jsou schopny zůstat až 6 let, pokud je půda suchá jejich životnost se prodlužuje až na 9 let. Plodem jsou trojboké nažky (Soukup et al. 2002). Semena se rozšiřují vypadáváním na stanoviště, je zde však i pravděpodobnost šíření přes osivo, které je špatně vyčištěné. Roste na půdách vlhkých, živinami bohatých, spíše mírně kyselých, převážně písčitých až písčitohlinitých (Mikulka, 2014). Vzhledem k tomu, že opletka má lodyhu popínavou jedná se o velmi konkurenční plevelný druh, a pokud je vlhké počasí může způsobovat poléhavost u obilnin.

3.2.3.4. Oves hluchý – *Avena fatua* L.

Čeleď: Lipnicovité – *Poaceae*

Časně jarní, jednoletá vysoká trsnatá tráva, která je schopna přenášet choroby obilnin. V zapojeném porostu obilniny vytváří jedna rostlina ovsu hluchého zpravidla 3 - 7 stébel, v nezapojeném porostu i více než 15 (Kohout, 1997). Rozmnožování u ovsu hluchého je pouze generativní, vysemenění probíhá přímo na stanoviště a dále se šíří přes osivo. Může docházet k šíření špatně vyčištěným osivem obilnin, statkovými hnojivy i přejezdy zemědělskou technikou se slámou (Štrobach & Mikulka, 2020). Rolston (1981) udává, že jedna rostlina je schopna vyprodukovat v závislosti na konkurenci a abiotickém prostředí od 20 do 120 semen. Dle Holma et al. (1977) však na jedné rostlině průměrně dozrává od 50 do 250 obilek v závislosti na hustotě zaplevelení. Obilky ovsu hluchého jsou schopné vzcházet z poměrně velkých hloubek, v některých studiích je uvedena hloubka pro vzcházení až 35 cm. Štrobach & Mikulka (2020) se domnívají, že je tato hloubka přehnaná a uvádějí, že oves hluchý je schopen vzcházet z hloubky okolo 20 cm. Semena lépe vzcházejí v lehčích půdách než v půdách s vyšším obsahem jílovitých částic. Růst výhonků a kořenů je z počátku pomalý, následně se však růst zrychluje. K odnožování u ovsu hluchého dochází především 2 - 4 týdny po vzejití. (Pavlychenko 1937; Sharma et al. 1977). Jeho obilka má osinu, která je silně hygroskopická a je schopna měnit tvar, pokud se změní vlhkost. U obilek, jež jsou

uloženy v půdě se vyvine sekundární dormance, která je vyvolána vysokou půdní vlhkostí a dále nedostatkem kyslíku v půdě, obilky v půdě jsou schopné přežít takto až 5 let. Jedná se o velmi agresivní druh plevelu a je rozšířen v současné době po celém světě. Dle Holma et al. (1977) spadá oves hluchý mezi 20 nejnebezpečnějších plevelů na světě

Dle Sattora & Snaydona (1992) může oves hluchý v porostech pšenice jarní způsobovat ztráty na výnosu od 10 do 60 %.

3.2.3.5. Pelyněk černobýl – *Artemisia vulgaris* L.

Čeleď: Hvězdnicovité – *Asteraceae*

Vytrvalý plevel, který se v současné době řadí mezi velmi významné plevely s velmi vysokou konkurenční schopností. Pokud je jeho výskyt velmi silný je schopný potlačit pěstované plodiny. Jeho výška dosahuje až 120 cm a má nepříjemně aromatickou vůni lodyhy. S jeho aromatickou vůní se pojí také rozvoj alergických onemocnění, kdy pyl z pelyňku působí jako silný alergen. Rozmnožuje se generativním, na orné půdě i vegetativním způsobem z podzemních pupenů na lodyhách roztroušených trsů (Mikulka & Štrobach, 2020). Barney & Ditommaso (2003) udávají, že pelyněk černobýl se šíří záplavovou vodou. Dále také uvádí, že není zcela jasné, zda se šíří primárně oddenky nebo semeny, s tím je spojen fakt, že do značné míry závisí na konkrétní geografické oblasti, ve které se populace nachází.

3.2.3.6. Pcháč rolní – *Cirsium arvense* L.

Čeleď: Hvězdnicovité – *Asteraceae*

Patří mezi velmi významné plevely, je řazen mezi deset nejvýznamnějších plevelů světa. Konkurenční schopnost tohoto plevelu je vysoká, má vysoké nároky na odběr vody a živin (Mikulka & Štrobach, 2020). Jedná se o vytrvalý plevel s mohutným kořenovým systémem. Kvetení probíhá od května do podzimu a jeho plodem jsou ochmýřené nažky. Rozmnožování u pcháče rolního je jak generativní cestou, tak i cestou vegetativní. Nažky si mohou zachovat klíčivost v půdě až 6 let, ale celková klíčivost je závislá na podmínkách prostředí. V posledních letech četnost jeho výskytu výrazně stoupá a žádná rostlina není schopna konkurovat této plevelné rostlině (Mikulka, 2014). Kořeny pcháče rolního vylučují alelopatické látky, ty však mají inhibiční účinky na plevely a plodiny, které se zrovna na daném místě nacházejí.

3.2.3.7. Pýr plazivý – *Elytrigia repens* L.

Čeleď: Lipnicovité – *Poaceae*

Vytrvalá střední až vysoká tráva, která mělčeji koření. Stejně jako pcháč oset jeho kořeny obsahují alelopatické látky, jež zabírají a brzdí růst ostatních rostlin. Je řazen mezi velmi významné plevely. Rozmnožování je jak generativní, tak i vegetativní. U nás roste pýr plazivý hojně na celém území a téměř na všech půdách. Dává přednost vlhkým půdám, ale roste i na sušších stanovištích (Jursík et al. 2018). Plodem jsou obilky, které v půdě mají poměrně nedlouhou životnost, to znamená, že do 5 let je vyčerpána půdní zásoba. Jsou přenášeny pomocí zvířat, osivem půdou nebo nářadím. Zapleveluje všechny jednoleté i

víceleté plodiny a vytrvalé kultury. Ochrana všech plodin proti pýru je značně obtížná (Kohout, 1997).

3.2.3.8. Šťovík tupolistý – *Rumex obtusifolius* L.

Čeleď: Rdesnovité – *Polygonaceae*

Vytrvalý plevelný druh, je zařazen do skupiny velmi významných plevelů. Rozmnožování je převážně generativního charakteru. Vyznačuje se velmi silnou konkurenční schopností. Kvete od července do podzimu (Mikulka & Štrobach, 2020). Na jedné rostlině se vytváří zhruba 5000 – 7000 nažek, které po přezimování mají vyšší schopnost klíčivosti. Nažky mají velmi dlouhou životnost, a to zejména pokud jsou uloženy hluboko v půdě – mohou přežívat až 10 let. Na nová stanoviště se šíří anemochorně a hydrochorně (Jursík et al. 2018). Hron & Vodák (1959) udávají, že se nažky šíří také osivem jetelovin, kompostem a statkovými hnojivy, půdou nebo náradím.

3.3. Metody regulace plevelů

Pojem regulace plevelů odpovídá hlavní zásadě integrované ochrany rostlin, jejímž cílem je snížit výskyt škodlivých organismů pod hranici ekonomické významnosti, při využití ekologicky a ekonomicky optimálních, přímých i nepřímých postupů (Smutný et al. 2018). Hlavním cílem není vyhubit plevelné druhy, ale omezit jejich výskyt pod práh škodlivosti. Cílem je udržet rovnováhu mezi plodinami a plevelem, přičemž pěstitel upravuje rovnováhu ve prospěch plodiny, kdykoliv je to možné (Bond & Grundy, 2001). Účelem preventivních opatření je zabránit šíření rozmnožovacích orgánů plevelných druhů na místa, která doposud nebyla zaplevelena. Dalším účelem je zabránit vzniku výhodných agroekologických podmínek pro plevele a nevýhodných pro pěstovanou plodinu.

Metody regulace plevelů se rozdělují na metody přímé a nepřímé. Do metod přímých jsou řazeny metody mechanické, chemické, fyzikální a metody biologické. V dnešní době je jednou z nejrozšířenějších metod používání chemických látek, a to herbicidů. Smutný et al. (2018) udávají, že přímými plevelohubnými zásahy jsou ničení jedinci populací jako jsou semena a plody, orgány vegetativního rozmnožování a rostliny v různých fázích aktivního růstu.

Do nepřímých metod lze zařadit výběr kvalitního osiva, správné základní zpracování půdy a oseední postupy, pěstování meziplodin. Urban & Šarapatka (2003) uvádějí ve své publikaci jako další nepřímé metody používání čistého náradí, péče o nereprodukční plochy a ošetřování statkových hnojiv.

3.3.1. Nepřímé metody regulace plevelů

Lze nepřímé metody nazvat metodami preventivního charakteru. Za předpokladu, že jsou nepřímé metody používány dlouhodobě, je možné říct, že jsou tyto metody nejúčinnějším a také nejlevnějším řešením pro regulaci v porostech. Jejich cílem je bránit výskytu plevelných druhů a omezovat jejich populační hustotu a škodlivost navozováním podmínek, které jsou nevhodné pro uskutečnění jejich životního cyklu a negativních interakcí s pěstovanou plodinou. U obilniny, jakožto u plodin vysévaných do úzkých řádků lze výskyt plevelů

částečně ovlivnit hustotou výsevu. Větší hustota porostu zvyšuje konkurenční schopnost plodiny vzhledem k plevelnému druhu (Weiner et al. 2001). Pokud však hustota porostu vzroste hrozí zde riziko vnitrodruhové konkurence a redukce odnoží dané plodiny (Chen et al. 2008).

Petit et al. (2016) zkoumali ve svém pokusu, zda velikost pole a druh předplodiny by mohly ovlivnit bohatost a abundanci plevelných druhů. Výsledkem bylo zjištění, že ani velikost ani systém hospodaření významně nevysvětluje bohatost plevele a jeho hojnost. Bohatost byla pozitivně ovlivněna vzdáleností řádků a také byla detekována pozitivní interakce mezi vstupem dusíku a mechanickými operacemi. To znamená, že čím byly mechanické operace vyšší, tím klesalo i negativní ovlivnění vstupu dusíku na bohatost plevele.

Velké množství studií odhalilo, že alternativní metody jako je například použití alelopatie, krycí plodiny a živého mulče, mohou být navrženy jako nízkonákladové, efektivní a ekologické postupy pro udržitelné hospodaření s plevelem v osevních postupech (Mohammedi, 2013).

3.3.1.1.Zpracování půdy

Zpracování půdy je již od počátku zemědělstvím významným faktorem v boji proti plevelným druhům, poněvadž zajišťuje snižování plevelů v porostech. Pokud klesá intenzita zpracování půdy, je nutné zvýšit přímé metody regulace plevelů. Podmítka reguluje plevele, jež přečkaly sklizeň (v obilninách se jedná o plevelné druhy ve spodním patře). Dále reguluje plevele, které sklizeň málo poškodila a mohou nadále regenerovat. Nakypření půdy zvyšuje půdní provzdušnění a současně zvyšuje mineralizaci, semena plevelů jsou z velké části narušována aerobními mikroorganismy, které jsou v půdě. Orba zároveň odstraní ty rostliny plevelů, které vzešly či regenerovaly po podmítce (Jursík et al. 2018).

- Zpracování půdy pro ozimé obilniny

Předseťová příprava se provádí do hloubky zhruba 4 - 6 cm, aby osivo mohlo být uloženo do hloubky 2 - 4 cm. Klasický způsob zpracování půdy je většinou založen na seťové orbě, od které se očekává drobení mísení, nakypření a dobré zaklopení posklizňových zbytků a organické hmoty (hnoje, slámy, zeleného hnojení) (Petr & Húska, 1997). Vytvoření kvalitního seťového lůžka je podmíněno dostatečnou vlhkostí zabezpečující potřebné fyzikální vlastnosti půdy v rozpětí mezi drobivostí a plasticity (půdní agregáty se v dlani pod mírným tlakem rozpadají) (Křen et al. 1998). Pro přípravu seťového lůžka jsou nejčastěji používány brány a smyky.

Osivo je také možné zasít do nezpracované půdy, tedy bez orby. U tohoto způsobu je potřeba zdůraznit omezování větrné eroze, ale na druhou stranu dochází k negativnímu vlivu, kterým je zpomalování mineralizace – tedy rozklad organické hmoty a nejvíce jsou tímto poznamenány těžké půdy.

- Zpracování půdy pro jarní obilniny

Základní, agrotechnickým opatřením pro jarní obilniny zůstává nadále podzimní orba. Doporučovaná hloubka orby se pohybuje v rozmezí 15 - 22 cm, v závislosti na předplodině a

fyzikálním stavu půdy (Benada, 2001). Hůla & Procházková (2008) udávají, že jarní příprava musí zabezpečit provzdušnění ornice po zimním období a je potřeba vytvoření kvalitního seťového lůžka. Hloubka seťového lůžka by měla být 30 - 50 mm. Nejvhodnějším je pro obilniny mělké setí, které se provádí do hloubky 20 - 30 mm na půdách, jež jsou střední a těžké. Na lehkých půdách by se měl výsev provádět do hloubky 40 mm. U jarních obilnin není doporučeno setí do nezpracované půdy, jelikož může docházet k vysychání půd z jara, a to má za důsledek pozdní založení daného porostu.

3.3.1.2. Osevní postup

Lee (1995) uvádí, že až do 20. století bylo hubení plevelů dosahováno převážně střídáním plodin. Osevním postupem rozumíme zpravidla systém pravidelného střídání jednotlivých druhů polních plodin na témže pozemku v určitém časovém období. (Taufarová et al. 2014). Jednotlivými částmi osevního postupu jsou osevní sledy jednotlivých plodin. Citlivost plevelů ke střídání plodin je úzce spojená se schopností jejich konkurence o vodu, živiny a také světlo.

Křen et al. (2015) udávají ve své publikaci, že vhodné střídání plodin omezuje výskyt jednotlivých skupin plevelů. Pokud je na pozemku prováděna úzká rotace plodin, jsou často zaplevelovány více než pozemky, kde je rotace plodin pestrá. Jestliže jsou na pozemku a v osevním postupu často zastoupeny obilniny dochází k nárůstu zaplevelení plevelů, které jsou jednoděložné. Osevní postup musí zajistit příznivé růstové podmínky kulturním rostlinám a podpořit tak jejich konkurenční schopnost proti plevelům (Urban & Šarapatka, 2003). Jako nejlepší osevní postup se jeví norfolkský osevní postup, kde by mělo být zastoupení 25 % ozimů, 25 % jařin, 25 % okopanin a 25 % víceletých pícnin. Střídání plodin je jádrem organického systému, a přestože metoda a načasování kultivace půdy a výběr plodiny jsou obvykle spojeny, oba přispívají různými způsoby k manipulaci s populací plevelů (Bond & Grundy, 2001).

Barberi (2002) uvádí, že střídání plodin by mělo být spíše nahrazeno sekvencemi plodin bez jakéhokoliv striktně naplánovaného schématu, aby se snížilo riziko adaptace plevelů na opakovaný kulturní režim.

3.3.1.3. Využití mezplodiny (krycích plodin)

Prevence vzházení plevelů se provádí částečně zápolením o světlo, živiny a půdní vlhkost během cyklu pěstování krycí plodiny a částečně prostřednictvím vyskytujících se fyzikálně-chemických účinků, ke kterým dochází, pokud jsou zbytky krycích plodin ponechány na povrchu půdy nebo jsou zaorány (Mohler & Teasdale, 1993; Teasdale & Mohler, 1993). Krycí plodiny mohou díky svým příznivým účinkům na ochranu půdy, cykly půdních živin, populace škůdců, patogenů a plevelů představovat ideální můstek mezi půdou, živinami, škůdci a plevelem v organickém systému a jako takové mohou optimalizovat jejich využití (Barberi, 2002). Pokud chceme, aby bylo dosaženo velmi účinné regulace plevelů pomocí krycích plodin, musí také zvolený druh rostlin vykazovat specifické vlastnosti. Sdružováním různých druhů krycích plodin ve směsích lze dosáhnout spolehlivého potlačování plevelných druhů (Schappert et al. 2019; Štrobach J. 2019).

Dobře zvolená a založená meziplodina může současně řešit několik funkcí (Kohout, 1997):

- Zabránit zaplevelení, zvláště tvorbě rozmnožovacích orgánů plevelů
- Biologicky sorbovat rozpustné živiny v půdě
- Přerušit rozmnožování chorob a škůdců vhodně zvoleným druhem meziplodiny
- Potlačit škodlivý vliv rostlin ze sklizňových ztrát (ozimé obilniny, ozimá řepka) pro následné plodiny, semena těchto plodin zpravidla zaniknou a klíčící rostlina se neuplatní v porostu
- Vytvořit kvalitní biomasu pro krmné účely nebo obohacení organické hmoty v půdě

3.3.1.4. Výběr vhodných odrůd a druhů

Při výběru vhodné odrůdy a druhu je nutné přihlížet k lokálním podmínkám stanoviště. Vybírat druhy a odrůdy s větší konkurenční schopností – odolnější, rezistentní, mrazu a chladuvzdorné, odrůdy s rychlým počátečním vývojem, vyšším vzrůstem a s planofilním postavením listů (rozkladité, lépe zastíňující půdu), odrůdy šlechtěné pro nízké vstupy (tzv. „low-input“ odrůdy) (Urban & Šarapatka, 2003). Dále je důležité zařazovat na stanoviště směsi druhů a odrůd, využívat podsevy. Tento způsob regulace se využívá zejména v ekologickém systému hospodaření.

3.3.1.5. Používání čistých osiv

Významnou pozornost je potřeba věnovat také možnosti šíření semen plevelů přes osivo. V dřívějších dobách představovalo nedokonale vyčištěné osivo velmi vážný zdroj zaplevelení, ať již pro plodinu, s jejímž osivem byla semena plevelů na pozemek zanesena, nebo pro plodiny následující (Hron & Vodák, 1959). V dnešní době se již velmi výrazně zlepšila čistící technika a používá se především osivo s ověřeným původem, proto tedy i cesta semen plevelů na pole byla snížena. Vysoká čistota u osiva je předepsána zákonem. Předpisy pro osivo stanovují přípustný podíl nečistot v osivu pomocí váhových procent, zároveň však stanovují také velmi přísně povahu znečištění osiva.

3.3.1.6. Používání statkových hnojiv

Chlévským hnojem mohou být na pole zanášena velká množství semen mnoha druhů plevelů (Hron & Vodák, 1959). Stejně jako hnojem je možné zanášení semen do půd polí pomocí kompostu. Pokud je kompost nedostatečně ošetřen bývá pokryt merlíky, lebedami a pětoury. Jedná se o plevelné druhy, které jsou schopny produkovat velké množství semen. Poté jejich semena vypadají na povrch kompostu, kde jsou následně nedostatečně poškozována mikroorganismy. Pokud by takovýto kompost byl použit na polích, mohl by zavléct do půdy velké množství plevelných druhů, což je velmi nebezpečné.

3.3.2. Přímé metody regulace plevelů

Přímé metody jsou takové pracovní postupy, které jsou na pozemcích vykonávány primárně s cílem odstraňovat plevelné rostliny z porostu. Rozdělujeme je na metody mechanické, fyzikální, biologické a chemické, tj. využití herbicidů (Jursík et al. 2018).

3.3.2.1. Mechanické způsoby regulace

Mezi tyto zásahy řadíme pracovní operace základního zpracování půdy (podmítka a orbu) a dále předseťovou přípravu půdy, které ovlivňují rozmístění semen plevelů v jednotlivých vrstvách půdy, čímž mění podmínky pro klíčení a vzházení plevelů (Smutný et al. 2018). Pokud jsou obilniny hustě seté je vhodné zvolit vláčení, a to konkrétně vláčení pomocí prutových bran Pruty bran jsou pružné a poškozují drobné vzházející plevele, případně je zahrnují půdou. Nejvíce jsou využívány v ekologickém zemědělství nebo na půdách, kdy není žádoucí používání chemických, tedy herbicidních látek. Aby se předešlo poškození plodin provádí se vláčení před vzejitím plodiny nebo až poté, co je plodina dostatečně zakořenělá a silná. Zpravidla to bývá ve fázi 2. – 3. listu, eventuálně ve fázi 3. – 4. listu, a to ve směru řádků (Kolb & Gallandt 2012; Smutný et al. 2018). Podle Křena et al. (2015) je možné snížit zaplevelení obilnin uvláčením o 40 - 65 %. Je nutné dbát u mechanických metod na včasnost s ohledem na růstové fáze plevelů a způsob seřízení náradí ve vztahu k plodině a také k půdním podmínkám.

Dalším a také i nejčastějším způsobem je plečkování. Je možné tuto operaci využívat v porostech plodin, jež jsou širokořádkové. Plečkování pracuje na bázi narušení kořenů plevelných druhů v několika centimetrové hloubce. Ve vrstvě půdy, která je nakypřená ztrácí půda svou kapilaritu, pokud je suché období tak vysychá, a tím dochází k zasychání i plevelů. V případě, že půda bude vlhká, je možnost regenerace některých plevelných druhů.

Do mechanických metod náleží také ruční vytrhávání plevelů neboli pletí, které je běžně využíváno například při ošetřování semenářských ploch a v zahradnictví.

3.3.2.2. Fyzikální způsoby regulace

Do fyzikálních způsobů regulace je řazeno mnoho postupů, které jsou účinné, ale natolik energeticky i technicky náročné, že je jejich uplatnění minimální. Nejvyužívanější technikou jsou termické metody, kde je využito vysokých teplot. Můžeme zde zmínit plamenové plečky a hořáky využívající palivo propanbutan (Jursík, 2011). Termické metody se používají nejčastěji mimo orné půdy na površích, které jsou pevné. Dále je zde využití v širokořádkových plodinách jako je zelenina nebo okopaniny, a to mnohdy v systémech ekologického zemědělství. Cílem však není plevelné druhy spálit, nicméně zvýšit na určitou dobu teplotu plev natolik, aby proběhla denaturace proteinů a následně plevelná rostlina uhynula. Pro využití termické metody je však důležité, aby byly plevelné rostliny mladé, jelikož jsou v této fázi nejcitlivější.

Křen et al. (2015) udávají jako speciální postup propařování půdy, nebo využívání tzv. solarizace, při níž je půda pokrytá černou fólií, což vede k jejímu zahřátí a dochází k zničení semen plevelů, ale také ke zničení houbových patogenů v půdě či škůdců, kteří se v půdě vyskytují. Stejný význam k využití solarizace také uvádí Horowitz et al. (1983). Jako dalším způsobem, který spadá do fyzikálních metod regulace je mulčování - na povrch půdy je nastlán kompost, rašelina nebo sláma. K mulčování se také v dnešní době používá černá netkaná textilie, která je pro vodu propustná, ale pro světlo naopak nepropustná. Tento způsob má uplatnění zejména pro pěstování okrasných rostlin a také pro pěstování zeleniny. Je třeba

zmínit také negativní stránky, kterými je především výskyt škůdců, zejména plzáků, kteří dokážou porost silně poškodit.

3.3.2.3. Biologické způsoby regulace

Biologická kontrola plevelů znamená použití jakéhokoli druhu organismu (mikro nebo makro) k potlačení plevelů a snížení jejich škodlivých účinků v agroekosystémech (Mohammadi, 2013). Je založena na použití biopesticidů, jež lze definovat jako biologické přípravky založené buď na bázi mikroorganismů a virů, tj. mikrobiální přípravky, nebo se jedná o bioagens, tzn. přípravky na bázi makroorganismů s obsahem živých predátorů, parazitů nebo parazitoidů (Křen et al. 2015). Mikulka & Kneifelová (2005) udávají, že biologické metody regulace zaplevelení využívají negativních interakcí mezi rostlinami (i plevelnými) a jejich antagonisty. V současné době biologický způsob regulace je pokládán za významnou doplňkovou a alternativní metodu regulace plevelných druhů. Podle Jursíka et al. (2018) se pouze využívají procesy, které se v přírodě běžně používají, jen se snaží zacílit na konkrétní plevelný druh. Hlavním principem biologické metody regulace je posílení vlivu přirozených nepřátel cílového plevelného druhu, kteří sníží jeho hustotu na úroveň, která bude akceptovatelná a na této úrovni jí dlouhodobě udrží. Podle Tu et al. (2001) je biologická kontrola považována za progresivní a ekologicky šetrný způsob kontroly škůdců, protože nezanechává žádné chemické zbytky, které by mohly mít škodlivé dopady na člověka nebo jiné organismy, a pokud je úspěšná, může poskytnout v podstatě trvalou, rozšířenou kontrolu s velmi příznivými účinky i z hlediska poměru nákladů a přínosů.

Výhody biologických metod je šetrnost k životnímu prostředí, relativně nízké náklady, schopnost využít tuto metody při omezování výskytu plevelů, které jsou jen obtížně regulovatelné, další pozitivní vlastností je také dlouhodobá udržitelnost. Vyskytují se zde i negativní vlastnosti, a to že se neobejde bez podpory, kterou poskytnou státní instituce. Další negativní vlastností je horší uplatnění na trhu, malý zájem velkých firem. Biologickou regulaci také není vhodné uplatňovat v porostech jednoletých polních píceň, jelikož není vhodná z hlediska rychlé a krátkodobé regulace. Jako největší problém se jeví fakt, že klasická biologická regulace vyžaduje alespoň 5 - 10 let k tomu, aby bylo dosaženo maximálního účinku.

3.3.2.4. Chemické způsoby regulace

Chemické způsoby regulace plevelů jsou založeny zejména na používání chemických přípravků, a to obzvláště herbicidů. Herbicidy jsou chemické látky, které jsou určeny k likvidaci nežádoucí vegetace a k hubení plevelných druhů. Patří mezi pesticidy, tj. chemické prostředky sloužící v zemědělství k hubení živých (biotických) škodlivých činitelů pěstovaných rostlin (Křen et al. 2015). V České republice mohou být používány a distribuovány pouze přípravky, které jsou registrovány na našem území a musí být uvedeny v „*Seznamu povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin*“. Tento seznam vydává každý rok Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZUZ).

Podle Jursíka et al. (2018) je používání herbicidů relativně málo náročné na lidskou práci a většinou také bývá méně nákladné než ostatní prostředky regulace plevelů. Bohužel sebou

nese určitá rizika. Pokud jsou nevhodně používány mohou poškozovat pěstovanou plodinu, zatěžovat prostředí a kontaminovat půdu. Dále mohou mít negativní dopad na obsluhu postřikovačů a osoby, které postřikovače obsluhují. Dalším negativním dopadem je fakt, že herbicidy nebo jejich meziproducty mnohdy zůstávají v půdě a mohou být transportovány do povrchových nebo podzemních vod. Rezidua herbicidů se taktéž mohou dostat až do potravin.

V současné době je snaha vytvářet herbicidy pro uplatnění v nejnáznamnějších plodinách, kterými jsou pšenice, kukuřice, rýže a sója. Metody kontroly plevelu závislé na herbicidech však mohou způsobit producentům plodin vysoké náklady kvůli spotřebě fosilních paliv – tzn. neobnovitelné zdroje energie (Lybercker et al. 1988). Účinek vybraných herbicidů na plevel v obilninách je popsán na obrázku č. 1.

Hlavními požadavky kladené na nově zaváděné herbicidy (Jursík et al. 2018):

- vysoká a rychlá účinnost při nízkých dávkách a vysoká selektivita k plodině
- bezpečnost a příznivé ekotoxikologické vlastnosti
- přijatelné chování v prostředí
- levná výroba a dostupná cena

Obrázek 1 – Účinek vybraných herbicidů na plevel v obilninách

	AGRITOX 50 SL	DELFIN	GRODYL 75 WG	MERTIL	STOMP 400 SC PENDIFIN 400 SC	TOLURON
HERMÁNKOVITÉ	○	●●	●●○	●●●	●●	●●●
HLUCHAVKY	●	●●	●○	●●	●●●	●●
HOŘČICE ROLNÍ	●●●	●●	●●●	●●●	●●	●●●
CHUNDELKA METLICE	○	●●	○	●●●	●●●	●●●
KOKOŠKA PASTUŠÍ T.	●●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●○
KONOVICE POLNÍ	●●	●○	●●○	●●	-	●●
MÁK VLČÍ	●●	●●	●	●●●	●●●	●
MERLÍKY	●●●	●	●●	●●	●●●	●●●
PENÍZEK ROLNÍ	●●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●
PCHÁČ OSET	●●●	○	●	○	○	○
PTAČINEC ŽABINEC	●	●●●	●	●●●	●●●	●●○
RDESNA	○	●●	●●	●●	●	●●●
ROZRAZILY	●●	●●	●	●●●	●●	●
ŘEDKEV OHNICE	●●●	●●	●●●	●●●	●●	●●●
SVÍZEL PŘÍTULA	○	●●	●●●	●●●	●●●	○
ŠŤOVÍKY	●●●	●	●●●	●	○	○
VIOLKY	○	●●	●	●●●	●●●	○

○ neúčinný – účinnost do 25% ●● účinnost 75–90 %
● účinnost 25–50% ●●○ účinnost 90–95 %
●○ účinnost 50–75% ●●● účinnost 95–100 %

Zdroj: Agro aliance, 2022

3.3.2.4.1. Chemické způsoby regulace v ozimých obilninách

Regulace plevelných druhů je zejména v porostech ozimé pšenice náročnější než v porostech jarních plodin. Většina herbicidů registrovaných k podzimnímu použití v obilninách je plevely přijímána kořeny i listy, což zvyšuje jistotu dostatečného účinku i za horších povětrnostních podmínek (Jursík et al. 2018).

Podzimní období je typické nižší intenzitou slunečního svitu, kratším dnem, vyšší půdní a vzdušnou vlhkostí. Povětrnostní podmínky v podzimním období jsou příznivé z hlediska

účinnosti herbicidů, které působí přes půdu. Dále také pro kontaktní herbicidy a některé ALS inhibitory. U růstových herbicidů se nedoporučuje podzimní aplikace, poněvadž k dosažení vysoké účinnosti je třeba vyšších teplot a vyšší intenzity slunečního svitu.

Při výběru vhodného termínu ošetření je důležité zohledňovat několik faktorů. Do těchto faktorů je zařazen termín setí, intenzita zaplevelení, s tím úzce souvisí také plevelné spektrum, které se v daném porostu nachází. Dále je důležité zohlednit personální a technické možnosti. Pokud herbicid zůstane aktivní příliš dlouho, může kvůli svým reziduálním účinkům způsobit vážné problémy při produkci následných plodin. Sulfonylmočovinné herbicidy mají dlouhou perzistenci a mohou ovlivnit citlivé následné plodiny (Chhokar et al. 2006; Chhokar et al. 2012).

U ozimých obilnin se aplikují herbicidy preemergentně nebo postemergentně.

- Preemergentní ošetření

Provádí se v období po zasetí plodiny, avšak ještě před jejím vzejitím (Mikulka, 2014). Jedná se buď o kontaktní preemergentní aplikaci, která se provádí po vzejití plevelů, nebo se jedná o aplikaci reziduální preemergentní, jež se provádí před tím, než plevelné druhy vzejdou. Tento způsob ošetřování porostu ozimých obilnin není příliš používán, ačkoliv je k tomuto aplikačnímu termínu řazeno poměrně velké množství herbicidních přípravků. Jursík et al. (2018) udávají, že hlavním důvodem je závislost účinnosti tohoto ošetření na vlhkosti půdy (za sucha bývá nižší) a nutnost následného postemergentního ošetření proti svízele a dalším plevelným druhům, které jsou odolnější. Efektivita tohoto opatření bývá také snížena při horší kvalitě předsetřového zpracování půdy. Proto díky tomuto pohledu je nežádoucí hojné množství posklizňových zbytků na povrchu půdy pozemku a také velká hrudovitost. Mikulka & Kneifelová (2005) uvádějí, že při aplikaci herbicidního přípravku je vhodná vyšší dávka vody (min. 300 l/ha), aby se vytvořil na povrchu půdy požadovaný rovnoměrný „herbicidní film“.

Pro preemergentní ošetření se používají herbicidy, které obsahují *diflufenican*, *linuron*, *pendimethalin*, *chlorsulfuron*, *chlorotoluron*, *flurochloridone*, *flumioxazin*.

Výhodou preemergentního ošetření je odstranění konkurence plevelů hned od počátku vegetace plodiny, lepší selektivita, delší reziduální účinek v půdě, který brání vzcházení dalších vln plevelných druhů. A v neposlední řadě při selhání účinnosti je možné použít opravný postemergentní zásah. Hlavní nevýhodou je, že není možné předvídat intenzitu výskytu některých problémových plevelů jako je například svízel přitula a také heřmánkovité plevele, s tím souvisí také následné provádění opravných zásahů. Také je zde velmi značná závislost na srážkách a půdní vlhkosti, které jsou nepostradatelné pro proniknutí do půdy a následně pro příjem plevelným druhem. Nevýhodou jsou také extrémní půdní vlastnosti jako je pH půdy, zrnitostní složení půdy a obsah organické hmoty, které mohou negativně ovlivňovat selektivitu a účinnost.

- Časné podzimní postemergentní ošetření

Mikulka (2014) uvádí, že aplikace tohoto ošetření se provádí až poté, co plodina vzejde. Během posledních let časné podzimní postemergentní ošetření nachází významnější uplatnění, a to především s ohledem na skutečnost, že v tomto aplikačním období je možné při použití správného herbicidu dosáhnout vysoké účinnosti na většinu plevelů, které jsou

jednoleté. Dochází také k vysoké účinnosti vůči odolnějším plevelným druhům jako jsou – violky, kakosty, rozrazil a zemědělský lékařský. Jursík et al. (2018) udávají, že předpokladem použití herbicidu v tomto termínu je jeho vysoká selektivita k plodině, neboť toto ošetření se provádí v období od vzejití do fáze 3 listů obilnin. Jedná se o dobu, kdy jsou k herbicidu velmi citlivé nejen vzcházející plevele, ale také plodina. Pro dobrou účinnost postemergentních herbicidů je potřeba zajistit, co nejvyšší stupeň pokrytí plevelů postřikovou tekutinou a dobrou penetraci účinné látky. Toho lze dosáhnout použitím větší dávky vody (400 - 600 l/ha), jemnějším spektrem kapének, případně použitím adjuvantů (Mikulka & Kneifelová, 2005).

Oproti preemergentnímu ošetření pro toto aplikační období není registrováno mnoho herbicidních látek. Zejména jsou využívány herbicidy, které obsahují látky *pendimethalin*, *diflufenican*, *beflubutamid*, *flumioxazin*, *prosulfocarb*. Mnohdy se také používají herbicidy, které obsahují *chlorotoluron* a také některé sulfonylmočoviny. Preemergentní i časně postemergentní ošetření mají určitou výhodu, jelikož je u nich nižší riziko poškození následně plodiny, pokud je použita vyšší dávka herbicidního účinku s dlouhodobou perzistencí v půdě, což má na rizikových pozemcích velmi podstatný význam.

- Pozdní podzimní postemergentní ošetření

Jedná se o pozdější podzimní ošetření, provádí se od fáze 3. listu až do fáze plného odnožování. V tomto aplikačním období je řazeno velké množství herbicidních přípravků. Na chundelku metlici (*Apera spica-venti*) je například možné použít herbicid Bizon, který je složen ze tří látek, a to *florasulamu*, *penoxsulamu* a *diflufenicanu*. Tento herbicid je dále možné použít na většinu dvouděložných plevelů, i když jsou již v pokročilejších růstových fázích. Jako další je možné použít herbicidy, které obsahují *carfentrazone*, *bromoxynil*. Přípravky s tímto složením působí na dvouděložné plevele, a to zejména přes listy.

Jursík et al. (2018) udávají, že efektivita pozdně podzimního postemergentního ošetření bývá v některých letech snížena kvůli nepříznivým povětrnostním podmínkám. Aplikace se provádí zejména v druhé polovině října až začátkem listopadu. Naopak pokud jsou sušší roky a plevele vzcházejí až později na podzim, mohou herbicidy, které jsou určeny pro toto období vykazovat vyšší účinnost.

- Jarní ošetření ozimých obilnin

Jarní ošetřování má stále své nezastupitelné místo, i když v posledních letech význam tohoto ošetřování mírně pokleslo, především kvůli časnému setí plodin. Mnohdy je však potřeba provádět na jaře opravná ošetření porostů, jelikož účinnost podzimního ošetření je závislá na mnoha faktorech, zejména na povětrnostních a půdních vlivech. Mnohdy je také třeba zasáhnout proti dvouděložným plevelům, které se na pozemku vyskytují. Jursík et al. (2018) uvádějí jako dvouděložný plevel pcháč rolní (*Cirsium arvense* L.), který může silně konkurovat na jaře v porostech ozimých obilnin.

Pro velmi rané ošetření jsou vhodné sulfonylmočoviny jako například – *amidosulfuron*, *iodosulfuron*, *tribenuron*, *metsulfuron*, *chlorsulfuron* a *tritosulfuron*. V menším množství se v České republice používají pro regulaci dvouděložných plevelů kontaktní listové herbicidy.

3.3.2.4.2. Chemické způsoby regulace v jarních obilninách

Oproti ozimým obilninám je v porostech jarních obilnin regulace plevelů mnohem snadnější, jelikož je zde rychlejší nárůst biomasy tedy vyšší konkurenční schopnost jarních obilnin a často jednorázové vzcházení většiny dvouděložných plevelů, jež jsou jednoleté. U jarních obilnin také odpadá problém s nízkými teplotami při aplikaci (Jursík et al. 2018).

K potlačování jednoletých dvouděložných plevelů jsou používány zejména herbicidy z řad ALS inhibitorů jako jsou například Glean, Logran, Monitor, Atlantis. Eventuálně kombinace prvků s látkami ze skupiny regulátorů růstových jako jsou například Mustang a Mustang Forte nebo vlastní TM kombinace, které jsou nejvíce používány pro rozšíření účinnosti na pcháč rolní (*Cirsium arvense* L.). Pro regulaci ovsa hluchého (*Avena fatua* L.) a dalších trávovitých plevelných druhů se používají selektivní listové gramicidy – například Puma nebo Axial. Aby kombinace gramicidů a sulfonylmočoviny nepůsobila negativně doporučuje se mezi jednotlivými aplikacemi minimálně týdenní odstup.

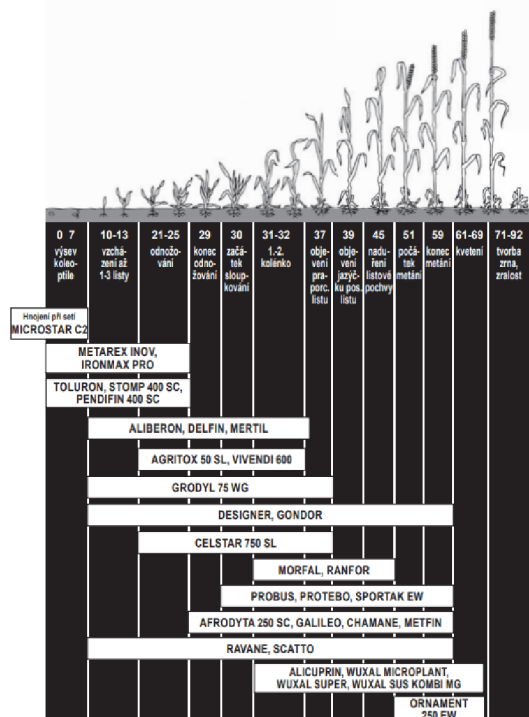
Je však nutné, aby byl dodržen termín aplikace, který je uváděn na etiketě, aby bylo dosaženo vysoké účinnosti a nedocházelo k poškození plodin, jelikož jsou jarní plodiny citlivější k poškození herbicidem více než plodiny ozimé. Jursík et al. (2018) uvádějí, že je výhodné používání směsných přípravků a TM kombinací i proto, že v řadě příští dochází k synergetickému působení mezi sulfonylmočovinou a některými růstovými herbicidy, což umožňuje snížit dávku sulfonylmočoviny a omezit riziko poškození následné plodiny.

- Předsklizňová ošetření

V předsklizňovém ošetření se používají nejčastěji herbicidy, které obsahují látky *glyphosate*. Rozšířené je toto ošetření zejména v jarním ječmeni, kde kromě regulace pýru plazivého (*Elytrigia repens* L.) působí pozitivně rovněž na rovnoměrnost a rychlost dozrávání. V porostech jarní pšenice je využíváno předsklizňové ošetření pouze za účelem regulace plevelných druhů, které se v daném porostu nacházejí. Pokud je u pšenice jarní ošetření provedeno příliš brzy snižuje se výnos a dochází k pronikání rezidua *glyphosatu* do zrn.

Na obrázku č. 2 je znázorněné použití vybraných přípravků, které se využívají v porostech obilnin, včetně aplikace daného herbicidu.

Obrázek 2 – Použití vybraných přípravků do obilnin



Zdroj: Agro aliance, 2022

3.3.2.4.3. Rezistence plevelů vůči herbicidům

Agronomická ochrana proti plevelům je stále obtížnější a nákladnější kvůli zjevnému zvýšení rychlosti rozvoje odolnosti plevelů vůči herbicidům a nedostatku vývoje nových způsobů účinku herbicidů (Vencill et al. 2011). 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. 2018). Mikulka & Kneifelová (2005) udávají, že rezistence plevelů vznikla bez ohledu na používání herbicidů jako spontánní mutace, ale rozšířila se především v důsledku nevhodného velkoplošného používání herbicidů. Owen & Zelaya (2005) uvádějí, že většina rezistentních biotypů se vyvinula bez selekčního tlaku vyplývajícího z přijetí plodin odolných vůči herbicidům. Jejich používání za posledních padesát let ovlivnilo na orné půdě zejména složení druhového spektra. V současné době by bez herbicidů nebylo možné pěstovat většinu plodin po celém světě.

Bohužel opakované a velkoplošné používání herbicidních přípravků přináší velkou řadu rizik. Jedná se o rizika ekotoxikologická a ekologická obzvláště z hlediska životního prostředí, zdraví zvířat a také zdraví lidí. Mikulka & Kneifelová (2005) uvádějí jako velký problém, že pokud se zemědělcům dostane do rukou silnější a účinnější herbicid, tím delší používání a opakování na pozemku bude přetrvávat. Velkým problémem z pohledu regulace je křížová rezistence (cross – rezistence). Rostlina, u které byla vyvolána rezistence jedním herbicidem, je rezistentní vůči dalším herbicidům s totožným mechanismem účinku. Nejnebezpečnější typ rezistence vůči herbicidům je rezistence vícenásobná (multiple rezistence), kdy se jedná o rezistenci vůči více herbicidům s různými mechanismy účinku.

V dnešní době je rezistence prokazatelná pomocí laboratorních metod – například pomocí biologických metod nebo genetickými testy.

Chundelka metlice (*Apera spica-venti* L.) je jeden z nejvýznamnějších druhů v obilninách, u které byla zjištěna a potvrzena rezistence vůči růstovým herbicidům. Hamouzová et al. (2011) ve svém experimentu zjistili, že chundelka metlice je rezistentní k ALS herbicidům. Dále zjistili, že se u chundelky vyskytla rezistence k PS II inhibitorům a vzácně se objevila také rezistence k inhibitorům ACCase.

- Mechanismus účinku herbicidů

Podstatou biologické aktivity herbicidů je narušení některého z životně důležitých biochemických pochodů v cílové (plevelné) rostlině (Mikulka & Kneifelová, 2005). Tu et al. (2001) udávají, že způsob účinku je chemický nebo fyzikální mechanismus, který zabíjí rostliny narušením nebo změnou jednoho nebo více metabolických procesů. Obvykle se jedná o narušení jednoho nebo více enzymů, které katalyzují některou z reakcí při biosyntéze organických sloučenin jako jsou například lipidy, aminokyseliny a karotenoidy.

Po celém světě se používá klasifikace herbicidů Herbicide Resistance Action Committee, jenž člení herbicidy do 15 hlavních kategorií podle místa a mechanismu účinku, podobnosti symptomů poškození a kompetence k chemické skupině.

- Preventivní a regulační zásahy proti rezistenci

Velmi důležité je rozpoznat rezistenci v počáteční fázi dříve, než se stane akutním problémem a rozšíří se rezistentní populace po celé ploše. Pokud by tento problém nebyl podchycen včas omezení rezistence by bylo potlačeno a došlo by k navýšení nákladů pro regulaci.

V České republice je popsáno zhruba 16 druhů rezistentních plevelných druhů. Většina z druhů byla nalezena a popsána v 80. a 90. letech dvacátého století a jednalo se zejména o rezistenci k herbicidům, které se již v současné době příliš nepoužívají (Hamouzová et al. 2021). V tabulce č. 3 jsou popsána agronomická opatření ovlivňující vznik rezistence.

Tabulka 3 – Agronomická opatření ovlivňující vznik rezistence

Opatření	Nízké riziko vzniku	Vysoké riziko vzniku
Střídání plodin	vhodná rotace plodin	monokultura
Zpracování půdy	každoroční orba	pravidelná minimalizace
Regulace plevelů	pouze mechanická	pouze herbicidní
Výběr herbicidů	herbicidy s různými mechanismy působení	pouze herbicidy s jedním mechanismem působení
Regulace plevelů v předplodinách	vysoce účinná	nedostatečná
Intenzita zaplevelení	nízká	vysoká
Rezistence v sousedství	není známa	běžná

Zdroj: Jursík et al. 2011

3.3.2.4.4. Možnosti chemické regulace vybraných plevelných druhů v obilninách

V porostech obilnin se objevují plevelné druhy, které jsou chemicky obtížně regulovatelné. Patří sem chundelka metlice (*Apera spica-venti* L.), kakost maličký (*Geranium pusillum*), mák vlčí (*Papaver rhoeas* L.), svízel přítula (*Galium aparine* L.) a violka rolní (*Viola arvensis*).

- **Chundelka metlice** – *Apera spica-venti* L.

Během podzimního období lze proti chundelce metlici k dispozici několik herbicidních přípravků, kdy je mechanismus účinku různý. Herbicidy, které jsou používány je třeba obměňovat v několika intervalech, aby nedocházelo k rezistenci na tyto herbicidní přípravky. Bohužel rezistence k herbicidům je již v mnoha oblastech stanovena. Jursík & Soukup (2019) uvádějí, že na jaře je možné použít k regulaci chundelky již pouze herbicidy s dvěma mechanismy účinku – nejčastěji se používají ALS inhibitory, ale Mikulka (2014) uvádí, že již byla popsány rezistentní populace vůči ALS herbicidům. Pokud jsou porosty pozdě seté, kde chundelka ještě neměla možnost začít odnožovat, případně pokud odnožování na začátku, je možné použít herbicidy s obsahem *chlorotoluronu*. Jursík et al. (2018) udávají jako vysoko účinné především látky *pendimethanil*, *chlorotoluron*, *flufenacet*, *chlorsulfuron*. Pokud by u chundelky byla zjištěna rezistence je třeba změnit mechanismus účinku, například je vhodné použít na rezistentní populace listové gramicidy.

- **Kakost maličký** - *Geranium pusillum*

Kakost maličký se vyznačuje poměrně vysokou tolerancí. Jeho regulaci je vhodné provádět na podzim, nejlépe časně postemergetně. V této fázi bývá nejcitlivější vůči herbicidům. Velmi důležité je vhodné zvolení herbicidního přípravku, jelikož dostatečnou účinnost vykazují pouze některé látky. Z účinných látek lze zmínit *flumioxazin* a *chlorsulfuron*. Aplikaci těchto přípravků je nutné provádět na vzcházející plevel. Další z účinných látek se jeví například *diflufenican* nebo *florasulam*. Avšak u těchto přípravků není vhodné, aby bylo sucho nebo vysoká intenzita zaplevelení kakostem. Jursík & Soukup (2019) udávají jako velmi dobrou účinnost u látky *pyroxulam* nebo *halauxifen*.

- **Mák vlčí** – *Papaver rhoeas* L.

Jursík & Soukup (2019) uvádí, že ošetření proti máku vlčímu je vhodné provést již na podzim, ale je možné správným výběrem, herbicidu efektivně potlačit tento plevel i během jara. Velmi účinným se jeví ošetření kombinovanými širokospektrálními herbicidy. Marshall et al. (2010) uvádějí, že v západní Evropě již byly nalezeny populace, které jsou rezistentní vůči ALS inhibitorům. Nechá se předpokládat, že rezistentních populací bude přibývat, pokud bude v rámci Evropské unie diverzita používaných herbicidů snižována.

- **Svízel přítula** – *Galium aparine* L.

Jedná se o relativně silně konkurenční plevelný druh a k jeho regulaci je potřeba stanovit komplex opatření. Je relativně odolný k velké škále herbicidních přípravků, k tomuto jevu došlo na počátku éry organických herbicidů, kdy došlo k jeho silnému rozšíření. Regulace svízele je zejména o správném načasování. Pokud je porost silně zaplevelen je vhodné

podzimní ošetření. Jestliže je účinnost podzimního ošetření nedostatečná, je třeba zopakovat aplikaci při jarním ošetření. Jursík & Soukup (2019) uvádí pro časnou jarní aplikaci přípravky, které obsahují látky *florasulam* nebo *amidosulfuron*, případně jejich kombinace s *iodosulfuronem*. Později na podzim je vhodné používat přípravky s obsahem látky *amidosulfuron* nebo *florasulam*. Svízel bývá rezistentní ke skupinám herbicidů – sulfonylmočovinám.

- **Violka rolní – *Viola arvensis***

Regulace u violky rolní je nejlepší provádět na podzim, a to nejlépe postemergentně, kdy je k herbicidům nejcitlivější. Vysokou účinnost k regulaci violek vykazují přípravky s obsahem látek *diflufenican*, *beflubutamid*. Jarní ošetřování porostu, kde se vyskytují violky není vhodné doporučovat, jelikož violky během jara nelze naprosto eliminovat, pouze se sníží její konkurenční působnost. Dobrou účinnost vykazují některé sulfonylmočoviny, především *tribenuron*, *iodosulfuron*, *metsulfuron*, které je však nutné použít s adjuvantem nebo DAMem (Jursík & Soukup 2019; Jursík et al. 2018). Míkulka (2014) uvádí, že problémem je poměrně vysoká tolerance vůči řadě herbicidů, zejména sulfonylmočovinám.

3.3.3. Pravidla správné regulace plevelů

Dle Mikulky (2014):

- Správná determinace plevelů včetně znalostí jejich biologie.
- Aplikace herbicidů nebo jejich kombinací se spolehlivým účinkem na vyskytující se plevele.
- Vyloučení opakovaných aplikací herbicidů se stejnými účinnými látkami po sobě. Hrozí nebezpečí selekce tolerantních plevelů, případně vzniku rezistence u plevelů a jejímu rychlému rozšíření po okolí.
- Při vyšším zaplevelení použít vždy horní hranici povolené dávky herbicidů.
- Používání přesně seřízených a otestovaných postřikovačů s vyškolenou obsluhou.
- Dodržování doporučené dávky vody. Snižování dávky vede zpravidla k vyššímu riziku selhání aplikace.
- Volba optimálního termínu aplikace herbicidů ve vztahu k citlivým fázím plevelů. Aplikace v období velkého sucha jsou rizikové.

3.3.4. Nejčastější chyby při regulaci plevelů

Dle Štěpánka (2005):

- Porost se ošetřuje pozdě a plodina je již nenávratně poškozena.
- Ošetření na přerostlé plevele, na které již nedostatečně působí zvolené herbicidy.
- Dochází k potlačení jen části plevelného spektra, ostatní jsou nezasazeny anebo jen částečně a v dalších letech se přemnožují. To je zvláště nebezpečné, pokud se dlouhodobě používají stejné přípravky.
- Je nedostatečně vedena evidence plevelů na jednotlivých pozemcích, nebo není dostatečně využívána při volbě přípravků.

- Nedostatečná kontrola na celém pozemku, proto může dojít k loajálnímu přemnožení některých plevelů.
- Nedostatečná regulace zaplevelení hlavně vytrvalými pleveli v rámci celého osevního postupu.
- Nevyužívání regulace vytrvalých plevelů v mezíporostním období, kdy jsou nejlépe hubitelné.

4. Závěr

Bakalářská práce na téma „Výskyt plevelů v obilninách a možnosti jejich regulace“ se zaměřuje na popis jednotlivých obilnin, charakteristiku jednotlivých plevelů, které se vyskytují v jarních i ozimých obilninách a dále na možnosti, jak výskyt plevelů regulovat pomocí přímých a nepřímých metod.

Aby byl pozemek, co nejlépe připraven pro pěstování plodiny je velmi důležité znát biologii plevelných druhů. Významné je také vytvořit podmínky, které jsou vhodné pro pěstované plodiny, ale zároveň podmínky, které jsou nevhodné pro růst a vývoj plevelů. Pokud je porost bezplevelný, tak nám zaručuje kvalitní a vyšší výnosy plodin.

Z nepřímých metod je nezbytné střídání plodin a dodržování vhodných osevních postupů, s tím úzce souvisí i zařazování meziplodin do osevního postupu. Dále je velmi důležité kvalitní zpracování půdy, kdy nezastupitelné místo má určitě předset'ová příprava, která eliminuje výskyt plevelných druhů a také zajišťuje rovnoměrné vzcházení plodin. Nelze však opomenout ochranné metody jako používání čistých nástrojů, kvalitního osiva, ošetřování statkových hnojiv. Všechny tyto způsoby zabraňují šíření a výskytu plevelných rostlin na pozemcích kulturních rostlin.

Důležitá je také kontrola pozemků, kde se pěstované plodiny nacházejí. Pro úspěšnou regulaci je vhodné provádět během doby vegetace kontrolu, a to před tím, než bude prováděna aplikace herbicidy. Před samotnou aplikací herbicidem, je dále nutné vyhodnotit konkrétní spektrum plevelů, které se v daném porostu nachází, díky tomu je možné přizpůsobit výběr a dávku určitého herbicidu, kterou použijeme v porostu.

V konvenčním zemědělství je nejvíce používaná chemická ochrana. Určitou výhodou je úspora provozních nákladů a také šetření pracovních sil. Dochází k omezení výskytu plevelů, a tím narůstá zvyšování výnosů u daných plodin. U chemické ochrany je třeba zmínit také negativní stránky, kdy dochází k omezení účinnosti tím, že každý přípravek působí pouze na určitou část plevelného spektra a některé plevelné druhy se mohou přemnožit. Zbytky některých herbicidních přípravků v produktech a rostlinách mohou ohrožovat zdraví zvířat, ale také lidí. S tímto úzce souvisí, že rezidua v půdě mohou poškozovat následnou plodinu. Velký negativní dopad má rezistence některých druhů plevelů na herbicidní přípravky.

5. Seznam literatury

- Agroaliance. 2022. *Agroaliance – Přípravky na ochranu rostlin*, Třebotov. Available from: <https://agroaliance.cz/cz/pdf/katalog-aa-cz.pdf> (accessed April 2022).
- Bachthaler G, Neuner F, Kees H. 1986. Development of the field pansy (*Viola arvensis* Murr.) in dependence of soil conditions and agricultural management. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*.
- Barberi P. 2002. Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? *Weed Research*, 42, 177-193.
- Barney JN, Ditommaso A. 2003. The biology of Canadian weeds. 118. *Artemisia vulgaris* L. *Canadian Journal of Plant Science*. 83(1), 205-215
- Benada J, Flašarová M, Hubík K, Kryštof Z, Krofta S, Křen J, Macháň F, Milotová J, Míša P, Onderka M, Pokorný E, Střalková R, Tichý F, Váňová M. 2001. *Metodika pěstování jarních obilnin: [ječmen jarní, oves, pšenice jarní]*. Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav.
- Bond W, Grundy AC. 2001. Non-Chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*. 41:383-405.
- Brant V, Balík J, Fuksa P, Hakl J, Holec J, Kasal P, Neckář K, Pivec J, Prokinová E. 2008. *Mezplodiny*. V Českých Budějovicích: Kurent.
- Diviš J, Jůza J, Moudrý J, Vondryš J, Bárta J, Štěrbá Z. 2010. *Pěstování rostlin: (učební texty pro obor provozní podnikatel a pozemkové úpravy a převody nemovitosti)*. 2., dopl. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
- Doohan DJ, Monaco TJ. 1992. The biology of Canadian weeds. 99. *Viola arvensis* Murr. *Canadian Journal of Plant Science*. 72(1), 187-201.
- Ekwealor KU, Echereme CB, Ofobeze TN, Okereke CN. 2019. Economic Importance of Weeds: A Review. *Asian Plant Research Journal*, 3(2): 1-11.
- Gerhards R, Massa D. 2011. Two-year Investigations on Herbicide-Resistant Silky Bent Grass (*Apera spica-venti* L. Beauv.) Populations in Winter Wheat-Population Dynamics, Yield Losses, Control Efficacy and Introgression into Sensitive Population. *Gesunde Pflanzen* 63:75.
- Hamouzová K, Košnarová P, Soukup J. 2021. Syngenta - Herbicidní rezistence: vývoj, prevence a management. Praha. Available from:

<https://view.publitas.com/syngenta/syngenta-brozura-rezistence-plevelu-a5-v11-002/page/1> (accessed April 2022).

- Hamouzová K, Soukup J, Jursík M, Hamouz P, Venclová V, Tůmová P. 2011. Cross-resistance to three frequently used sulfonylurea herbicides in populations of *Apera spica-venti* from the Czech Republic. *Weed Research* **51**, 113–122.
- Holm LG, Plucknelt DL, Pancho, JV, Herberger, JP. 1977. *The world's worst weeds: distribution and biology*. East-West Center, University Press of Hawaii.
- Horowitz M, Regev Y, Herzlinger G. 1983. Solarization for Weed Control. *Weed Science*, 31, 170-179.
- Hron F, Kohout V. 1986. *Polní plevelé – část obecná*. VŠZ Praha, Mon, 168 s.
- Hron F, Vodák A. 1959. *Polní plevelé a boj proti nim*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské vydavatelství.
- Hůla J, Procházková B, Badalíková B, Dovrtěl J, Dryšlová T, Hartman I, Hrubý J, Hrudová E, Javůrek M, Kasal P, Klem K, Kovaříček P, Kroulík M, Kumhála F, Mašek J, Neudert L, Růžek P, Smutný V, Váňová M, Winkler J. 2008. *Minimalizace zpracování půdy*. Praha: Profi Press.
- Chen Ch, Neill K, Wichman D, Westcott M. 2008. Hard Red Spring Wheat Response to Row Spacing, Seeding Rate, and Nitrogen. *Agronomy Journal*, 100,1296-1302.
- Chhokar RS, Sharma RK, Chauhan DS, Mongia AD. 2006. Evaluation of herbicides against *Phalaris minor* in wheat in north-western Indian plains. *Weed Research* 46: 40-49.
- Chhokar RS, Sharma RK, Sharma I. 2012. Weed management strategies in wheat-A review. *Journal of Wheat Research*, 4(2), 1-21.
- Jursík M. 2011. *Plevelé: biologie a regulace*. České Budějovice: Kurent.
- Jursík M, Hamouzová K, Soukup J, Holec J. 2011. *Rezistence plevelů vůči herbicidům a problémy s rezistentními populacemi v ČR*. 123-129 Available from: http://www.cukr-listy.cz/on_line/2011/PDF/123-129.pdf (accessed April 2022).
- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. *Biologie a regulace plevelů*. České Budějovice: Kurent.
- Jursík M, Soukup J. 2019. Agromanuál - Efektivní herbicidní ochrana v ozimých obilninách na jaře. Praha. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a->

pestovani/plevele/efektivni-herbicidni-ochrana-v-ozimych-obilninach-na-jare

(accessed April 2022).

- Kohout V. 1997. Plevelé polí a zahrad. Praha: Agrospoj, 235 s.
- Kolb LN, Gallandt ER. 2012. Weed management in organic cereals: advances and opportunities. *Organic Agriculture* 2, 23-42.
- Křen J, Benada J, Flašarová M, Hubík K, Krofta S, Kryštof Z, Macháň F, Málek J, Míša P, Onderka M, Pokorný E, Střalková R, Špunar J, Váňová M. 1998. *Metodika pěstování ozimých obilnin: [pšenice ozimá, ječmen ozimý, žito, tritikale]*. Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav.
- Křen J, Neudert L, Procházková B, Smutný V, Hůla J. 2015. *Obecná produkce rostlinná*. Brno: Mendelova univerzita v Brně.
- Lee HC. 1995. Non-chemical weed control in cereals. In: Proceedings. Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, UK, 1161 – 1170.
- Lutman PJW, Wright KJ, Berry K, Freeman SE, Tatnell L. 2011. Estimation of seed production by *Myosotis arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Veronica persica* and *Viola arvensis* under different competitive conditions. *Weed Research*. 51, 499-507
- Luzuriaga AL, Escudero A, Pe' rez-garci' AF. 2006 Environmental maternal effects on seed morphology and germination in *Sinapis arvensis* (Cruciferae). *Weed Research* 46, 163–174.
- Lybercker DW, Schweizer EE, King RP. 1988. Economic analysis of four weed management systems. *Weed Sci.* 36, 846-849.
- Marshall R, Hull R, Moss SR. 2010. Target site resistance to ALS inhibiting herbicides in *Papaver rhoeas* and *Stellaria media* biotypes from the UK. *Weed Research* 50, 621–630.
- Mikulka J. 2014. *Plevelé polních plodin*. Praha: Profi Press,
- Mikulka J, Kneifelová M, Martinková Z, Soukup J, Uhlík J. 2005. *Plevelné rostliny*. 2., kompletně přeprac. vyd. Praha: Profi Press.
- Mikulka J, Štrobach J. 2020. *Biologie a regulace vytrvalých plevelů na zemědělské půdě: Biology and control of perennial weeds on agricultural land*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby.
- Mohammadi GR. 2013. Alternative Weed Control Methods: A Review. Soloneski S. ed. *Weed and Pest Control - Conventional and New Challenges*. InTech.

- Mohler CL, Teasdale JR. 1993. Response of weed emergence to rate of *Vicia villosa* Roth and *Secale cereale* L. residue. *Weed Research*, 33,487-499.
- Moudrý J, Bárta J, Bártová V, Bubeník J, Diviš J, Dostálová R, Hýbl M, Konvalinka P, Ondřej M, Peterka J, Pexová Kalinová J, Ponížil A, Seidenglanz, Stražil Z, Šmirous P, Štolcová M, Vaculík A. 2011. *Alternativní plodiny*. Praha: Profi Press.
- O'Brien D. 2009. Why rye cover crops are great natural weed killers. *Agricultural Research* 57:19-20.
- Owen MD, Zelaya I. A. 2005. Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 61(3), 301-311.
- Owens G. 2001. (ed.). *Cereals processing technology*. CRC Press.
- Pavlychenko TK. 1937. Quantitative study of the entire root systems of weed and crop plants under field conditions. *Ecology* 18: 62-79.
- Petit S, Gaba S, Grison A, Meiss H, Simmoneau B, Munier-Jolain N, Bretnagolle V. 2016. Landscape scale management affects weed richness but not weed abundance in winter wheat fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 233:41-47.
- Petr J, Húska J [eds]. 1997. *Speciální produkce rostlinná*. Praha: Česká zemědělská univerzita.
- Pikula J, Obdržálková D, Zapletal M. 1997. *Polní, zahradní a lesní plevelé České republiky*. Praha: Peres. Series in natural history.
- Rolston MP. 1981. Wild oats in New Zealand: a review. *N. Z. J. Exp. Agric.* 9: 115-121.
- Satorre EH, Snaydon RW. 1992. A comparison of root and shoot competition between spring cereals and *Avena fatua* L. *Weed Research*, 32.1: 45-55.
- Sharma MP, McBeath DK, Vanden Born WH. 1977. Studies on the biology of wild oats. II. Growth. *Can. J. Plant Sci.* 57: 811-817.
- Schappert A, Schumacher M, Gerhards R. 2019. Weed Control Ability of Single Sown Cover Crops Compared to Species Mixtures. *Agronomy*, 9(6), 294.
- Smutný V, Winkler J, Klem K. 2018. *Integrovaná regulace plevelů v obilninách: certifikovaná metodika pro praxi*. Brno: Mendelova univerzita v Brně.
- Soukup J. [eds.]. 2002: aplikace Herba – Atlas plevelů, internetová prezentace katedry agroekologie a biometeorologie, Česká zemědělská univerzita v Praze. Available from: <http://www.jvsystem.net/app19/Welcome.aspx> (accessed November 2021).

- Stankiewicz-Kosyl M, Synowiec A, Haliniarz M, Wenda-Piesik A, Domaradzki K, Parylak D, Wrochna M, Pytlarz E, Gala-Czekaj D, Marczevska-Kolasa K, Marcinkowska K, Praczyk T. 2020. Herbicide Resistance and Management Options of *Papaver rhoeas* L. and *Centaurea cyanus* L. in Europe: A Review. 10(6), 874.
- Štěpánek P. 2005. Agromanuál - Podzimní odplevelení obilnin je základ. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/podzimni-odpleveleni-ozimych-obilnin-je-zaklad-2> (accessed March 2022).
- Štrobach J. 2019. Česká technologická platforma pro zemědělství - Schopnost regulace plevelů pomocí jednotlivých krycích plodinách ve srovnání s regulací plevelů s pomocí směsí plodin. Available from: <https://www.ctpz.cz/vyzkum/schopnost-regulace-plevelu-pomoci-jednotlivych-krycich-plodinach-ve-srovnani-s-regulaci-plevelu-s-pomoci-smesi-plodin-926> (accessed March 2022).
- Štrobach J, Mikulka J. 2020. *Biologie a regulace jednoděložných plevelů: Biology and control of monocotyledonous weeds*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby.
- Tauferová A, Petrášová M, Pokorná J, Tremlová B, Bartl P. 2014. *Rostlinná produkce*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno.
- Teasdale JR, Mohler CL. 1993. Light Transmittance, Soil Temperature, and Soil Moisture under Residue of Hairy Vetch and Rye. *Agronomy Journal*, 85, 673-680.
- Tu M, Hurd C, Randall JM. 2001. Weed control methods handbook: tools & techniques for use in natural areas.
- Urban J, Šarapatka B [eds]. 2003. *Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi*. Praha: MŽP.
- Urban J, Vašák J, Adamčík J, Bečka D, Capouchová I, Dvořák P, Faměra O, Kuchtová P, Pazderů K, Pulkrábek J, Štranc P, Tomášek J. 2014. *Zemědělské systémy II.: (rostlinná produkce)*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta.
- Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) - Rostlinolékařský portál. Available from: https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#r1p|domu|uvod (accessed December 2021).
- Vencill W, Grey T, Culpepper S. 2011. Resistance of weeds to herbicides. In *Herbicides and Environment*. IntechOpen, 585-594.

- Weiner J, Griepentrog HW, Kristensen L. 2001. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. *Journal of Applied Ecology* , 38, 784-790.

6. Seznam obrázků, grafů, tabulek

Tabulka 1 – Rozdělení druhů obilnin do skupin podle vlastností a požadavků na prostředí	3
Tabulka 2 – Ekonomický práh škodlivosti v ozimých obilninách.....	8
Tabulka 3 – Agronomická opatření ovlivňující vznik rezistence	27
Obrázek 1 – Účinek vybraných herbicidů na plevele v obilninách	22
Obrázek 2 – Použití vybraných přípravků do obilnin.....	26

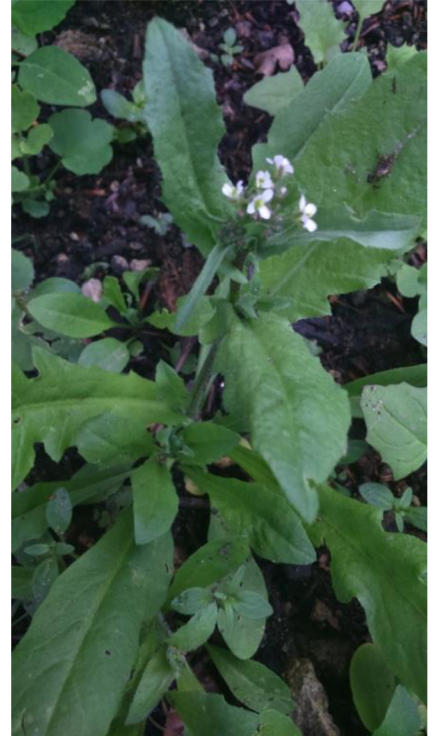
7. Přílohy

Příloha č. 1 – Heřmánkovec nevonný



Zdroj: foto autorka

Příloha č. 2 – Kokoška pastuší tobolka



Zdroj: foto autorka

Příloha č. 3 – Pelyněk černobýl



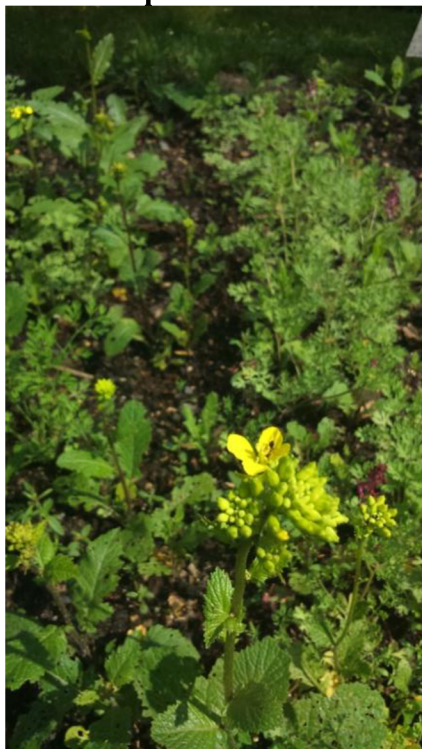
Zdroj: foto autorka

Příloha č.4 – Hořčice polní



Zdroj: foto autorka

Příloha č. 5 – Hořčice polní



Zdroj: foto autorka

Příloha č. 6 – Šťovík kadeřavý



Zdroj: foto autorka

Příloha č. 7 – Kakost maličký



Zdroj: foto autorka

Příloha č. 8 – Kakost dlanitosečný



Zdroj: foto autorka