

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Možnosti regulace výdrolu řepky v porostech ozimých
obilnin**

Diplomová práce

Autor práce: Markéta Vlachová

Obor studia: Rostlinolékařství

Vedoucí práce: doc. Ing. Miroslav Jursík, Ph. D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Možnosti regulace výdrolu řepky v porostech ozimých obilnin" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. 4. 2022

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce panu doc. Ing. Miroslavu Jursíkovi, Ph. D., který mě svědomitě vedl a pomohl mi s veškerými těžkostmi, které psaní diplomové práce provázejí. Dále bych chtěla poděkovat svým rodičům za jejich podporu.

Možnosti regulace výdrolu řepky v porostech ozimých obilnin

Souhrn

Ozimé obilniny jsou nejpěstovanější skupina plodin v České republice. Metody ochrany a monitoring škodlivých organismů, včetně plevelů, je tedy vhodné dále rozvíjet a precizovat. Nejvýznamnější plodinou z této skupiny pro Českou republiku je ozimá pšenice. Plevelé a některé zaplevelující plodiny (např. řepka) mohou způsobovat vlivem konkurenčního působení velké výnosové ztráty ozimých obilnin. V práci jsou podrobně rozebírány různé metody regulace plevelů v ozimých obilninách, především v ozimé pšenici. Práce se zaměřuje především na škodlivost výdrolu řepky v ozimé pšenici, neboť ozimá řepka je po pšenici druhou nejpěstovanější plodinou v České republice a semena z výnosových ztrát vydrží v půdě životná i více než 10 let. Hlavním cílem práce bylo porovnání účinnosti herbicidů používaných na podzim k regulaci výdrolu řepky.

Maloparcelní pokus byl založen v Praze v roce 2020. Bylo testováno několik v České republice registrovaných přípravků a jejich účinnost byla porovnána s přípravkem obsahujícím chlorsulfuron, který od roku 2021 není možné v České republice používat. Při podzimním hodnocení po aplikaci herbicidů testované varianty vykazaly průkazné rozdíly, povětrnostní podmínky však pozitivně ovlivnily účinnost všech testovaných herbicidů. Nejvyšší účinnost na výdrol řepky vykazaly varianty Pontos (0,50 l/ha) + Fragma (0,10 l/ha) a Chocker (0,50 l/ha) + Fragma (0,075 l/ha), které vykazaly účinnost z 92 %. Naopak nejnižší účinnost vykazala při podzimním hodnocení varianta Pontos (0,40 l/ha) + Stomp Aqua (1,00 l/ha) - při této kombinaci byla zaznamenána účinnost pouze 33,3 %. Teploty v průběhu zimy ovlivnily životaschopnost výdrolu řepky. Při jarním hodnocení účinnosti herbicidů tak všechny testované varianty vykazaly 100 % účinnost.

Klíčová slova: výdrol řepky, účinnost herbicidů, reprodukční schopnost, ozimá řepka, ozimá pšenice

Possibilities of volunteer oil seed rape control in winter cereals

Summary

Winter cereals are the most cultivated group of crops in the Czech Republic. It is therefore appropriate to further monitor and evaluate methods for the protection of these crops and monitoring of harmful organisms, including weeds. The most important crop in this group for the Czech Republic is winter wheat. Weeds and some volunteer crops (for example oil seed rape) can cause large yield losses of winter cereals due to competition. The work discusses in detail the various methods of weed control in winter cereals, especially in winter wheat. The work focuses mainly on the harmfulness of volunteer oil seed rape in winter wheat, because winter oil seed rape is the second most cultivated crop in the Czech Republic after wheat, while the seeds from yield losses could survive for more than 10 years. The main aim of this work was to compare the effectiveness of herbicides used in autumn to control volunteer oil seed rape.

A small-plot experiment was established in Prague in 2020. Several products registered in the Czech Republic were tested and their effectiveness was compared with product containing chlorsulfuron, which has not been used in the Czech Republic since 2021. In the autumn evaluation, the tested treatments showed some differences in efficacy, but weather conditions positively affected the effectiveness of all tested products, when the highest efficacy on volunteer rape seed was shown by Pontos (0.50 l/ha) + Fragma (0.10 l/ha) and Chocker (0.50 l/ha) + Fragma (0.075 l/ha), which shown 92 % efficacy. On the contrary, the lowest efficiency was shown in the autumn evaluation by tank-mix Pontos (0.40 l/ha) + Stomp Aqua (1.00 l/ha), when the efficiency was recorded only 33.3 %. Temperatures during the winter affected the viability of oil seed rape. So at the spring evaluation of herbicide efficacy, all tested treatments fully controlled volunteer oil seed rape.

Keywords: volunteer oil seed rape, herbicide efficacy, reproductive ability, oil seed rape, winter wheat

Obsah

| | | |
|---------|--|-----------|
| 1 | Úvod | 8 |
| 2 | Vědecká hypotéza a cíle práce | 9 |
| 3 | Literární rešerše..... | 10 |
| 3.1 | Ozimé obilniny | 10 |
| 3.1.1 | Ječmen setý ozimý | 10 |
| 3.1.2 | Žito seté | 11 |
| 3.1.3 | Tritikale seté | 11 |
| 3.2 | Pšenice setá | 11 |
| 3.2.1 | Pěstování pšenice ozimé v České republice | 12 |
| 3.2.2 | Agrotechnika | 12 |
| 3.2.2.1 | Výživa a hnojení ozimé pšenice | 14 |
| 3.2.3 | Ochrana obilnin proti plevelům | 15 |
| 3.2.3.1 | Nepřímé metody ochrany | 16 |
| 3.2.3.2 | Přímé metody ochrany | 17 |
| 3.2.4 | Herbicidní ochrana pšenice ozimé | 17 |
| 3.2.4.1 | Inhibitory fotosystému II | 18 |
| 3.2.4.2 | Inhibitory syntézy porfyrinů (PPO inhibitory) | 18 |
| 3.2.4.3 | Inhibitory fytoendesaturázy | 18 |
| 3.2.4.4 | Inhibitory acetolaktát syntázy (ALS inhibitory) | 19 |
| 3.2.4.5 | Inhibitory prodlužování řetězců mastných kyselin | 19 |
| 3.2.4.6 | Inhibitory syntézy mastných kyselin s dlouhým řetězcem | 19 |
| 3.2.4.7 | Inhibitory stavby mikrotubulů | 20 |
| 3.2.5 | Možnosti regulace výdrolu řepky | 20 |
| 3.3 | Řepka ozimá | 24 |
| 3.3.1 | Pěstování řepky ozimé v České republice | 24 |
| 3.3.2 | Agrotechnika | 25 |
| 3.3.2.1 | Výživa a hnojení řepky ozimé | 27 |
| 3.3.2.2 | Ochrana řepky ozimé | 28 |
| 3.3.3 | Biologie řepky ozimé | 29 |
| 3.3.4 | Životaschopnost semen, dormance | 30 |
| 3.3.5 | Vzcházení | 31 |
| 3.3.6 | Výdrol řepky a jeho regulace v ostatních plodinách | 31 |
| 3.3.6.1 | Brambory | 31 |
| 3.3.6.2 | Kukuřice | 32 |
| 3.3.6.3 | Cukrová řepa | 32 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 3.3.6.4 | Mák | 33 |
| 3.3.6.5 | Řepka | 33 |
| 4 | Metodika | 34 |
| 4.1 | Charakteristika místa pokusu | 34 |
| 4.1.1 | Půdní podmínky..... | 34 |
| 4.1.2 | Klimatická charakteristika a počasí pěstitelského roku 2020/2021 .. | 34 |
| 4.2 | Založení a průběh pokusu | 36 |
| 4.3 | Varianty | 37 |
| 4.4 | Aplikace herbicidů | 38 |
| 4.5 | Hodnocení účinnosti herbicidů | 38 |
| 4.6 | Odběr vzorků plevelů | 38 |
| 4.7 | Statistické vyhodnocení dat..... | 38 |
| 5 | Výsledky | 39 |
| 5.1 | Hodnocení účinnosti na výdrol řepky | 39 |
| 5.1.1 | Hmotnost nadzemní biomasy výdrolu řepky | 40 |
| 5.2 | Hodnocení účinnosti na svízel přituly | 41 |
| 5.2.1 | Hmotnost nadzemní biomasy svízele přituly | 41 |
| 5.3 | Hodnocení účinnosti na mák vlčí..... | 42 |
| 5.3.1 | Hmotnost nadzemní biomasy máku vlčího | 43 |
| 5.4 | Hodnocení účinnosti na violku rolní | 44 |
| 5.4.1 | Hmotnost nadzemní biomasy violky rolní | 44 |
| 5.5 | Fotografie jednotlivých variant | 45 |
| 5.5.1 | Varianta č. 2..... | 45 |
| 5.5.2 | Varianta č. 3..... | 46 |
| 5.5.3 | Varianta č. 4..... | 46 |
| 5.5.4 | Varianta č. 5..... | 47 |
| 5.5.5 | Varianta č. 6..... | 47 |
| 5.5.6 | Varianta č. 7..... | 48 |
| 5.5.7 | Varianta č. 8..... | 48 |
| 6 | Diskuze | 49 |
| 7 | Vyjádření k hypotézám..... | 51 |
| 8 | Závěr | 52 |
| 9 | Literatura..... | 53 |
| 10 | Samostatné přílohy..... | 60 |
| 10.1 | Seznam tabulek, grafů a obrázků..... | 60 |

1 Úvod

V posledních letech neustále narůstá populace a tento nárůst vyvíjí obrovský tlak na zemědělskou produkci. Plevelé jsou hlavní škodlivé organismy způsobující výrazné snížení výnosů (Chauhan & Gill 2014). Vzhledem k tomu, že v současné době v osevních postupech převládají ozimé plodiny (ozimé obilniny a řepka olejka), zvyšuje se výskyt ozimých plevelů, které v těchto porostech nacházejí optimální podmínky pro svůj rozvoj. Pokud dojde k přemnožení určitého plevelného druhu nebo skupiny plevelů na pozemku, dochází k výraznému snížení výnosu plodiny a stoupají náklady na její ochranu (Jursík et al. 2018). Zemědělství obecně je velmi závislé na přírodních podmínkách, zejména na počasí a klimatu. Zaplevelení porostu je jeden z nejvýznamnějších biotických faktorů, které ovlivňují výnosový potenciál ozimé pšenice (Chhokar et al. 2012). Plevelé jsou totiž schopné plodinám konkurovat v souboji o vláhu, živiny, světlo, prostor či mohou být hostiteli závažných chorob a škůdců (Capinera 2005). Ozimé obilniny jsou nejčastější následnou plodinou po řepce olejce. Řepka olejka se vyznačuje velmi vysokou reprodukční schopností a její semena jsou v půdě schopna přetrvávat až několik let. Ztráty při sklizni řepky mohou být až 10 000 semen na m². Tato semena jsou schopna být v půdě až deset let a zaplevelovat následné porosty (Weber et al. 2014).

Současná evropská zemědělská politika směřuje k udržitelnosti agrotechnických zásahů a snaží se omezovat použití syntetických chemikálií (Bajwa et al. 2015).

Snížování registrovaných dávek herbicidů může snadno vést ke vzniku rezistentních populací plevelů (Yadav et al. 2013).

Herbicidy v tuto chvíli nelze zcela nahradit jinými způsoby regulace, protože neexistuje adekvátní náhrada se stejnou účinností (Kahramanoglu & Uygur 2010). Dvě třetiny veškerých pesticidů, které se na světě používají v zemědělské produkci, jsou herbicidy (Heap 2007). Vývoj nových pesticidů je velice nákladný proces, na vývoj a zavedení nového pesticidu je v průměru třeba investovat přibližně 300 milionů dolarů a tento vývoj od objevení nové látky po zavedení na trh může trvat 8-10 let (Naylor et al. 2002). Restrikce v posledních letech a regulace používání herbicidů v zemědělství vedly k vážným ekologickým problémům, z nichž nejzávažnější je rezistence plevelů vůči herbicidům. Je tedy třeba operovat s účinnými látkami, které máme, a zajistit dostatečnou účinnost a antirezistentní strategie v době restrikcí, která dnes vládne (Heap 2007). Pšenice ozimá je zdrojem výživy pro miliardy lidí, a proto je nutné se zaměřit na její efektivní pěstování a ochranu (Sattore & Slafer 1999).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je navrhnout účinný způsob regulace výdrolu řepky v porostech ozimých obilnin.

Vědecké hypotézy

1. Účinnou látku chlorsulfuron lze pro regulaci výdrolu řepky efektivně nahradit jinými inhibitory acetolaktát syntázy.
2. Výdrol řepky se dokáže velmi dobře prosadit a reprodukovat v porostu ozimé pšenice.

3 Literární rešerše

3.1 Ozimé obilniny

Obilniny jsou nejrozšířenější a hospodářsky nejdůležitější skupinou kulturních rostlin, od nepaměti sloužící lidstvu jako potravina, surovina pro přípravu krmiv, ale i pro mnohé jiné využití (Houba & Hosnedl 2002). Ve většině zemědělských podniků se pěstují na více než polovině orné půdy a mnohde přesahuje jejich zastoupení i 60 % všech osevních ploch (Vaněk et al. 2016). Ozimé obilniny představují nejdůležitější skupinu plodin na orné půdě ČR a díky příznivé míře rentability se významně podílejí na příjmech pěstitelů. Dlouhodobě nejdůležitějším zástupcem ze skupiny ozimých obilnin na polích českých zemědělců je pšenice setá (Novotný 2015). Dalšími pěstovanými plodinami této skupiny jsou například ječmen, a to v ozimé i jarní formě, žito a triticales (Houba & Hosnedl 2002). Trend osevních ploch v České republice je vidět v Tabulce č. 1. Přestože se výkonost odrůd stále zvyšuje, výnosy spíše stagnují. Jednou z příčin tohoto jevu je klimatická změna. Obyvatelstvo ve světě stále roste, a proto je důležité zajistit dostatečnou rostlinnou produkci všemi možnými prostředky a na všech úrovních, tedy optimalizací výživy a ochrany plodin (West et al. 2012, Costanzo & Baberi 2014).

Tabulka č. 1: *Vývoj osevních ploch obilovin v České republice v ha (ČSÚ 2022).*

| | 2005 | 2010 | 2015 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Obiloviny celkem | 1 607 251 | 1 459 505 | 1 403 430 | 1 353 556 | 1 336 290 | 1 334 331 |
| Pšenice ozimá | 820 440 | 833 577 | 529 820 | 539 446 | 798 583 | 784 784 |
| Ječmen ozimý | 124 806 | 110 207 | 104 540 | 107 707 | 114 633 | 111 006 |
| Žito | 46 903 | 30 249 | 21 980 | 31 129 | 31 432 | 25 154 |
| Tritikale | 64 811 | 45 871 | 42 891 | 39 668 | 42 097 | 40 856 |

3.1.1 Ječmen setý ozimý

Ozimý ječmen se pěstuje hlavně v zemích západní Evropy, kde jsou mírné zimy (Špunar 2001). Dějiny pěstování ječmene sahají do počátku zemědělství a v českých zemích se šířil už s Kelty (Černý et al. 2007). Ozimý ječmen snáší i sušší a méně úrodnou půdu. Ječmen je samosprašný, pouze za sucha je možné otevřené kvetení (Houba & Hosnedl 2002). Ozimý ječmen není náročný na půdní ani povětrnostní podmínky. Má nižší nároky na výživu než pšenice a v osevním postupu je většinou řazen po obilovině nebo jiné časně sklizené předplodině (Pelikán 2005).

3.1.2 Žito seté

Žito seté je naší tradiční obilovinou využívanou pro potravinářské, pícninářské, krmivářské, technické a farmaceutické účely (Kopáčová 2007). Žito je vhodné do vlhkých a chladných podmínek, takže se mu daří i ve vyšších polohách. Snáší i tvrdé mrazy, má mohutný kořenový systém a umožňuje lepší čerpání živin i na chudé půdě. Extrémně vlhká půda a přehnojení působí poléhání (Houba & Hosnedl 2002). Při rozšiřování pšenice na sever do méně příznivých podmínek žito převládlo, až se pěstovalo v téměř čisté kultuře. Možnost uplatnění v horších podmínkách jistě podmínil mohutnější kořenový systém (Petr & Louda 1998).

3.1.3 Tritikale seté

Je to kříženec pšenice a žita (Triticosecale). Je méně náročné než pšenice. Vyznačuje se samosprašností, ale v závislosti na podmínkách může až ze 40 % kvést otevřeně a podléhat cizosprašení (Houba & Hosnedl 2002). Tritikale jako obilnina je ceněno především pro svou vysokou výnosovou výkonnost v méně příznivých podmínkách. Má tolerantnost k horší předplodině, ke kyselým a písčitém půdám a vyžaduje menší náročnost na agrotechnické vstupy (Pelikán et al. 2008.)

3.2 Pšenice setá

Do rodu pšenice *Triticum*, který náleží do čeledi lipnicovitých *Poacea*, patří několik druhů. Nejvíce ve světě i u nás pěstovaným druhem je pšenice setá, která má nelámavý klas a nahé obilky. Pšenice setá pravděpodobně vznikla z pšenice špaldy a vyskytuje se ve čtyřech varietách – *lutescens*, *milturum*, *erythrospermum* a *ferrugineum* (Zimolka et al. 2005).

Pšenice pochází pravděpodobně z Přední a Malé Asie a počátky jejího pěstování jsou úzce spojeny s rozvojem zemědělství (Špaldon 1982). Vzhledem k její vysoké přizpůsobivosti a velkému množství odrůd s rozdílnými nároky na prostředí se úspěšně pěstuje v našich nejrůznějších oblastech, ale i v méně příznivých podmínkách, kde však vyžaduje nejlepší půdy a intenzivní hnojení (Vaněk et al. 2016). Pšenice je samosprašná rostlina, ale v závislosti na odrůdě se vyskytuje i otevřené kvetení, při němž může dojít k cizosprašení (Houba & Hosnedl 2002).

3.2.1 Pěstování pšenice ozimé v České republice

Pšenice ozimá je nejrozšířenější a nejdůležitější plodinou v České republice. V posledním desetiletí se její osevní plochy pohybují nad úrovní 700 tisíc hektarů (Smutný et al. 2017). Podle Českého statistického úřadu (2022) byla v roce 2021 oseta plocha 784 784 hektarů. Přibližně 60 % produkce z této plochy se používá jako krmivo pro hospodářská zvířata, zbylá plocha je pro potravinářské využití (Prugar et al. 2008). Pro různé další zpracování zrna může pěstitel volit specializované odrůdy, které se liší kvalitativními parametry i agrotechnikou (Frouz & Frouzová 2021).

3.2.2 Agrotechnika

Pšenice se v České republice pěstuje ve všech výrobních oblastech, dosahuje však rozdílných výnosů a kvality zrna podle podmínek stanoviště, použité agrotechniky a odrůdy (Faměra 1993). Z dlouhodobých výnosových výsledků vyplývá vliv stanoviště a ročníku, které ovlivňují výnos zrna přibližně z 25 %. Počasí v jednotlivých ročnících zvyšuje výnosovou variabilitu větší měrou než půdní vlastnosti (Zimolka et al. 2005). Pro dosažení co nejvyšších výnosů a kvality zrna mohou zemědělci uplatňovat a kombinovat širokou škálu agronomických opatření, jako je vhodné střídání plodin v osevních postupech, hnojení a ochrana porostů proti škodlivým činitelům (Abrham et al. 2015).

Pšenice ozimá je ze všech obilnin nejnáročnější na předplodinu, neboť ta podstatně mění půdní prostředí a vlastnosti důležité jak pro růst rostlin, tak pro tvorbu výnosu i jeho kvalitu. Nejlepšími předplodinami jsou jeteloviny, luskoviny, olejniny (ozimá řepka), okopaniny a organicky hnojené plodiny (Zimolka et al. 2005). Tyto nejlepší předplodiny jsou bohužel v dnešní době pěstovány pouze na podnicích s živočišnou výrobou (Moudrý et al. 2007).

Nejvhodnější předplodinou ozimé pšenice je v našich podmínkách vojtěška, která má velké množství kvalitních posklizňových zbytků. Je nutné ale dodat, že v suchých oblastech a v suchých letech vysušuje půdu a prohlubuje vláhový deficit. Olejniny, zvláště ozimá řepka i mák, zanechávají půdu v dobrém stavu a ve staré síle, zvláště pokud byly organicky hnojeny. Zastoupení obilnin ve struktuře plodin a vysoký podíl pšenice nevyklučují pěstování ozimé pšenice po obilninách, což je v každém případě méně vhodné z hlediska výnosu a kvality zrna. Negativní dopady obilní předplodiny je nutné kompenzovat vyššími dávkami průmyslových hnojiv (Zimolka et al. 2005). Pšenice patří mezi nejnáročnější obilniny, potřebuje teplé oblasti, je však schopna snášet mírné přisušky. Na teplé a suché klima reaguje vysokým výnosem (Konvalina & Moudrý 2008). Pokud jsou však teploty příliš vysoké a je i nedostatek srážek

v období dozrávání, dochází k nedostatečnému vyvinutí zrna a zhoršení jeho jakostních parametrů (Faměra 1993).

Agrotechnické zásahy v systému pěstování ozimé pšenice jsou poměrně náročné, zejména z důvodu nepředvídatelnosti teplot a srážek v dlouhodobějším horizontu. I bez znalosti budoucího vývoje počasí existují výnosotvorné znaky, které stabilizují a zvyšují výnosovou úroveň plodin za všech podmínek. Mezi takové ukazatele, kterými lze zvýšit výnosovou stabilitu pšenice, patří podpora klíčení a následného zakořenění, zvýšení tvorby produktivních odnoží bez nadbytečné produkce neproduktivních odnoží a podpora asimilátů do zrna (Koprna 2021). Nejvhodnějšími půdami pro založení porostu a pěstování pšenice ozimé jsou úrodné černozemě na spraších či jiné hlubší hlinitější půdy, které jsou schopné zadržovat vláhu. Pšenici vyhovuje neutrální až slabě kyselé prostředí (Konvalina & Moudrý 2008).

Způsob a kvalita předset'ového zpracování půdy má rozhodující vliv na následné založení porostů. Včasné a vhodně volené způsoby zpracování půdy rozhodujícím způsobem ovlivňují počet rostlin po vzejití, ale také pro přezimování, a rozhodují i o zaplevelení a výskytu chorob. V současné době se ještě při zakládání porostů ozimé pšenice v mnoha zemědělských podnicích vychází převážně z klasických postupů zpracování půdy a setí (Zimolka et al. 2005). Prvním krokem před samotným setím je volba odrůdy, což je jeden ze základních intenzifikačních prvků pěstování, který je ekologicky čistý a bez dalších vkladů. Vlastnosti odrůd rozhodují nejen o jejich stabilitě, ale i o kvalitě produkce (Faměra 1993)

Důležitým článkem zakládání porostů je vlastní setí, jehož podcenění či nekvalitní provedení se těžko napravuje. To je nezbytné pro vyrovnaný porost, protože nepravidelnost v hustotě porostu působí negativně ve dvou směrech. Přímou tím, že v přehoustlých porostech se zvyšuje konkurence, a naopak v řídkých porostech nejsou plně využívány vegetační faktory a dochází k zaplevelování. Nepřímý vliv přehuštění pak spočívá ve zvýšeném výskytu chorob, které v důsledku zvýšené vlhkosti porostního mikroklimatu v takovém prostředí nacházejí vhodnější podmínky a jsou pak zdrojem šíření do okolí (Zimolka et al. 2005).

3.2.2.1 Výživa a hnojení ozimé pšenice

Ozimou pšenici řadíme mezi plodiny se střední potřebou živin. Rostliny ozimé pšenice kořenovým systémem na dobrých strukturních půdách dosahují do zimy do hloubky kolem 0,7 – 1 m (Zimolka et al. 2005). Obilniny mají bohatou kořenovou síť, většina této sítě je soustředěna v ornici do hloubky 40 cm, tím je ovlivněna osvojovací schopnost obilnin (Vaněk et al. 2016). Při nedostatku živin jsou omezovány metabolické procesy a výsledkem jsou slabé a špatně odnožené rostliny, které často vymrzají a nejsou schopné konkurovat (Zimolka et al. 2005). Podle Konvaliny & Moudrého (2008) má však pšenice velmi pomalý jarní vývoj a kořeny potřebují regeneraci. Kvůli tomu špatně konkuruje plevelům a je v tomto období náročnější na výživu.

Příjem živin i jejich konečný odběr sklizní ozimé pšenice jsou značně závislé na půdních a povětrnostních podmínkách, intenzitě růstu, dosaženém výnosu i pěstované odrůdě (Vaněk et al. 2016). V podzimním období přijímají rostliny ozimé pšenice relativně málo živin a přes zimu se jejich příjem úplně zastavuje (Zimolka et al. 2005). Proto je množství vytvořené biomasy během podzimního a brzkého jarního období malé. Hlavní příjem živin je v období intenzivního růstu, příjem živin se zvyšuje již v průběhu sloupkování, je výrazný v době metání a většinou je na vrcholu v době květu. Rostliny tak většinu živin přijmou ve velmi krátkém období. Úkolem pěstitelů je tedy vytvořit v půdě takové podmínky, aby rostliny měly potřebné živiny v jednotlivých fázích růstu k dispozici, mohly je přijmout a uplatnit v produkčním procesu (Vaněk et al. 2016). Pro růst pšenice jsou nejdůležitější živiny dusík, draslík a fosfor. Ve středních až nepatrných množstvích jsou vyžadovány mikroelementy, především mangan, zinek a měď (Kůdela et al. 2013). Průměrný odběr živin pšenicí ozimou viz Tabulka č. 2.

Výživa dusíkem je nejvýznamnější opatření ovlivňující utváření výnosových prvků, růst a vývin rostlin a v konečném souhrnu vlastní výnos a kvalitu zrna ozimé pšenice. Hnojení dusíkem lze rozdělit podle časové aplikace hnojiv na základní hnojení a přihnojení během vegetace (regenerační hnojení, produkční hnojení a kvalitativní hnojení). Hnojení ostatními živinami (především fosforem, draslíkem a hořčíkem) vychází z jejich přístupných obsahů v půdách. Vhodným obdobím ke hnojení těmito prvky je podzim a hnojiva by měla být aplikována nejpozději při předseťové přípravě. Přihnojování během vegetace není účelné, pouze při nedostatku hořčíku lze doporučit hnojiva, která lze aplikovat v roztoku postřikem jako mimokořenovou výživu (Vaněk et al. 2016). Podle Ledgarda & Steeleho (1992) by šlo zcela pokrýt potřebnou dávku dusíku bez použití průmyslových hnojiv, a to vhodně zvoleným osevním postupem s velkým podílem vikvovitých plodin. Navíc využití symbiotické fixace

N může být energeticky méně náročné než výroba a aplikace průmyslových hnojiv a může dojít ke snížení proplavení NO₃- (Crews & Peoples 2004).

Pro zajištění stabilních a vysokých výnosů zrna ozimé pšenice je nutné poskytnout pšenici dobré podmínky. Z výsledků četných pokusů vyplývá, že rozhodující faktory, které vytvářejí předpoklady pro vysokou a kvalitní sklizeň, jsou vysoká půdní úrodnost, vhodná předplodina, vyrovnaná výživa a dostatečná regulace škodlivých činitelů včetně plevelů (Vaněk et al. 2016).

Tabulka č. 2: Průměrný odběr živin v kilogramech na 1 tunu výnosu plodiny (Klir et al. 2008).

| | N | P | P ₂ O ₅ | K | K ₂ O |
|---------------|-------------|----------|-------------------------------|-------------|------------------|
| zrno | 19 | 3,3 | 7,6 | 3,7 | 4,5 |
| sláma | 5,2 | 0,9 | 2,1 | 10 | 12 |
| celkem | 23,2 | 4 | 9,2 | 11,7 | 14,1 |

3.2.3 Ochrana obilnin proti plevelům

Ztráty způsobované plevelely jsou známy již od dob, kdy lidstvo přešlo od způsobu života „lovci a sběrači“ k zemědělství. S výskytem pouze jednoho rostlinného druhu na určité ploše se v přírodě moc často neseťkáme. Monokultura vytvořená člověkem je výrazně nestabilní ekosystém, v němž se uplatňuje silná vnitrodruhová konkurence v boji o živiny, vodu a světlo (Jursík et al. 2018).

Agrofytocenóza je tvořena dvěma odlišnými skupinami rostlin – plodinami a plevelely. Plevel je jakákoli rostlina, která roste na pozemku mezi kulturními rostlinami proti vůli pěstitele a způsobuje ekonomické ztráty. Plevely rostlinám konkurují, a proto člověk neustále vymýšlí různé způsoby jejich regulace (Winkler & Děkanovský 2021). Z travovitých plevelů se v porostech ozimé pšenice nejčastěji vyskytuje chundelka metlice, pýr plazivý, psárka polní, sveřep či lipnice roční. Některé lokálně vyskytující travovité plevele začínají být významně škodlivé (Klem 2002). Z dvouděložných plevelů se v pšenici ozimé nacházejí převážně svízel přítula, violka rolní, heřmánky, ptačinec prostřední, rozrazil, hluchavka či mák (Mikulka 2014).

Škodlivost plevelů může být přímá či nepřímá. Přímá je způsobena zaplevelením pěstované plodiny a snížením výnosu. Nepřímá je např. způsobena přenosem patogenů z plevele na kulturní rostlinu (Štamberková et al. 2012).

Správná regulace plevelů je jednou z nejdůležitějších agrotechnických opatření v produkci pšenice. Strategie regulace plevelů jsou různé a můžeme je rozdělit do tří hlavních skupin: snížení růstu a početnosti plevelů pomocí mechanismů začlenění plodin do osevního sledu, snížení ztráty na výnosu způsobené plevele zvýšením konkurenční schopnosti pěstovaných plodin a dále přímé potlačování plevelů (Pollnac et al. 2009). Diagnostika zaplevelení je velmi důležitá pro volbu následné metody regulace plevelů (Štamberková et al. 2012).

3.2.3.1 Nepřímé metody ochrany

Pokud jsou zvoleny agrotechnické postupy, které mají za cíl bránit výskytu plevelů či je regulovat pomocí navozování podmínek nevhodných pro uskutečnění jejich životního cyklu a negativních interakcí, hovoříme o nepřímých metodách regulace plevelů. Mezi tyto nepřímé metody regulace může být zařazen výběr vhodného pozemku, odrůdy, používání čistého osiva nebo statkových hnojiv (Jursík et al. 2018).

Vhodným opatřením může být volba vhodné odrůdy, protože dnes se ve šlechtění vyskytuje různý soubor morfologických znaků souvisejících se zvýšenou konkurenční schopností plevele, jako je například dynamičtější vzcházení, větší listová pokryvnost, větší počet odnoží a další (Costanzo & Baberi 2014). Důležitý je vyvážený osevní postup, u něž je prokázán výrazný vliv předplodiny, ať přímý či vedlejší, na další vývoj plevelných společenstev (Hiltbrunner et al. 2007). Jestliže jsou na pozemku střídány plodiny s odlišnou bionomií, nemělo by v plevelném společenstvu dojít k výraznějšímu přemnožení škodlivých plevelných druhů (Jursík et al. 2018). Dalšími pozitivními opatřeními může být zařazení vhodné meziplodiny či její využití k mulčování. Zařazení luskovinové plodiny pro mulč prokázalo silné potlačení plevelů v následně zaseté pšenici (Hiltbrunner et al. 2007). Tato metoda spočívá v konkurenčním vztahu, v jehož rámci se v meziorostním období omezuje vysemeňování plevelů a u vytrvalých plevelů to může napomáhat k oslabování kořenového systému či vegetativních rozmnožovacích orgánů (Jursík et al. 2018).

3.2.3.2 Přímé metody ochrany

Dalším způsobem regulace plevelů jsou přímé metody, což jsou pracovní postupy, které cíleně odstraňují plevele z porostu. Tyto metody byly před zavedením herbicidů základem v ochraně rostlin před škodlivým plevelným vlivem. Z nechemických způsobů regulace jsou významné kultivační zásahy v průběhu vegetace, v praxi se tyto metody uplatňují hlavně při pěstování zeleniny a širokořádkových plodin (Jursík et al. 2018). Již první činnosti spojené s regulací plevelů byly omezeny na ruční mechanické postupy a vypalování (Winkler & Děkanovský 2021).

V porostech hustě setých plodin, jako je třeba pšenice, je možné využívat vláčení, které je obvykle realizováno pomocí prutových bran (Kolb & Gallant 2012). Tímto způsobem je možné odstranit či poškodit 30 až 80 % plevelů v závislosti na jejich růstové fázi, vlhkosti půdy, pracovní rychlosti a dalších faktorech (Cirujeda et al. 2003). Do přímých metod je zařazena i biologická ochrana, při níž je využíváno živých organismů (biologické agens, bioagens) k regulaci populační hustoty cílového druhu plevele. V této metodě nikdy nedojde k úplnému odstranění plevelného druhu – s jeho snižující se početností klesá potrava pro bioagens, a tedy i jeho tlak na daný plevelný druh. Dochází poté ke stavu dynamické rovnováhy, při níž počet cílového plevele zůstává pod prahem škodlivosti (Cardina 1995).

Výnos a kvalita zrna pšenice ozimé jsou významně ovlivňovány zdravotním stavem porostů, a tak se většinou neobejdeme bez použití pesticidů (Houba & Hosnedl 2002).

3.2.4 Herbicidní ochrana pšenice ozimé

Herbicidy jsou chemikálie, které působí na fyziologii rostlin a způsobují jejich poškození a následné odumření. Použití je relativně nenáročné na lidské zdroje a bývá také méně nákladné než ostatní metody regulace. Nespornou výhodou chemické ochrany je její účinnost (Jursík et al. 2018). Herbicidy se začaly používat na konci 19. století, modernější podoba a masivní používání však přišly v první polovině 20. století, kdy byly objeveny herbicidní účinky syntetických auxinů 2,4-D, 2,3,5-T a MCPA. V 60. letech 20. století nastal velký příliv nových látek a na trh přišly triazinové herbicidy, chloracetamidy či substituované močoviny a mnohé z těchto účinných látek se používají dodnes (Jursík et al. 2018). V 80. letech 20. století došlo k objevení ALS inhibitorů, což znamenalo expanzi nových účinných látek. Posledními objevenými významnými herbicidy jsou inhibitory HPPD, které na trh přišly v 90. letech minulého století (Jursík et al. 2018).

3.2.4.1 Inhibitory fotosystému II

Tyto herbicidy zamezují přenos elektronů přes thylakoidní membránu chloroplastů ve fotosystému II. V důsledku dochází k fotooxidaci a chloróze listů. Herbicidy z této skupiny působí přes půdu i kontaktně přes listy (ty se ale v pšenici nepoužívají). Do této skupiny patří účinná látka s názvem chlortoluron (Jursík et al. 2018). Tato látka se používá v ozimé pšenici k regulaci chundelky metlice, trávovitých a některých dvouděložných plevelů. Je vysoce selektivní (Cabanne et al. 1984). Menšinou se v obilninách lze setkat také s účinnou látkou metribuzin, který však bude v Evropské unii brzy zakázán (Jursík et al. 2018).

3.2.4.2 Inhibitory syntézy porfyrinů (PPO inhibitory)

Herbicidy této skupiny narušují syntézu pigmentů podílejících se na transformaci sluneční energie. Látky z této skupiny jsou velice účinné a herbicidní efekt se projevuje již v gramových látkách na hektar (Grossmann & Schiffe 1999). V pšenici lze použít carfentrazon, který se používá jako kontaktní herbicid také v ječmeni a kukuřici. Jeho výhoda spočívá v tom, že je možné používat ho v osevních sledech s dvouděložnými plodinami, protože jeho rezidua nepoškozují následné plodiny (Tomlin 2003). Podle pokusů Hana et al. (2007) do 3 dnů od aplikace zmizí až 90 % účinné látky (Han et al. 2007). Aclonifen či flumioxazin se používají jako půdní herbicidy v různých plodinách včetně obilnin (Jursík et al. 2018). Tyto látky se nejčastěji používají v kombinaci s jinými půdními herbicidy, např. s účinnou látkou diflufenican (Nekhat et al. 2020). Metoda aplikace tank-mix (TM) je hojně využívána, protože významně šetří čas, energii, cenu aplikace a pokryje širší spektrum škodlivých činitelů v jedné aplikaci (Chhokar et al. 2007).

3.2.4.3 Inhibitory fytoendesaturázy

Tato skupina herbicidů narušuje syntézu karotenoidů tím, že inhibuje tvorbu esenciálního enzymu fytoendesaturáza (PDS) (Jursík et al. 2018). V důsledku dochází k rozpadu chlorofylu a rostlina nedokáže asimilovat. Pak dochází k vybělení (Rouchaud et al. 1991). Nejpoužívanější účinnou látkou v ozimé pšenici je diflufenican, méně často se používají také beflubutamid a flurochloridone (Jursík et al. 2018).

3.2.4.4 Inhibitory acetolaktát syntázy (ALS inhibitory)

Při syntéze esenciálních aminokyselin valinu, leucinu a isoleucinu je klíčovým prvkem enzym acetolaktát syntáza (ALS) (McCourt & Duggleby 2006). Tento enzym se nachází v chloroplastech rostlinných buněk a při zablokování jeho funkce dochází k zastavení tvorby aminokyselin a následně proteinů, dochází tedy k zastavení transportu asimilátů a růstu (Naylor et al. 2002). Okamžitě po aplikaci ALS inhibitorů dochází k zastavení růstu a efekt je již po několika dnech vizuálně zřetelný (Jursík et al. 2018). Pokud jsou použity nižší dávky, je plný účinek pozorovatelný po uplynutí tří až čtyř týdnů a nemusí vždy dojít k úplnému odumření plevelů (Zimdahl 2007).

Herbicidey z této skupiny jsou jedny z nejpoužívanějších, konkrétně sulfonylmočoviny, do kterých patří například chlorsulfuron, jemuž se bude práce věnovat níže, nebo idosulfuron, mesosulfuron, tribenuron, amidosulfuron a metsulfuron. K ALS inhibitorům patří také triazolopyrimidiny, které se také v obilninách používají, konkrétně to je florasulam, pyroxsulam, či penoxsulam (Jursík et al. 2018).

3.2.4.5 Inhibitory prodlužování řetězců mastných kyselin

Pro fungování fyziologických procesů a hospodaření s vodou je důležitý enzym acyl-CoA elongáza, která katalyzuje reakci při prodlužování řetězců mastných kyselin. Dochází pak k zasažení klíčických rostlin a celkové dehydrataci. V pšenici se používá například prosulfocarb především k regulaci svízele přítuly (Jursík et al. 2018).

3.2.4.6 Inhibitory syntézy mastných kyselin s dlouhým řetězcem

Místo a mechanismus účinku není u těchto herbicidů v rostlině přesně znám, předpokládá se, že alkylují sulfhydrylové skupiny některých esenciálních rostlinných enzymů, čímž dochází k ovlivnění biochemických procesů. Dvouděložné plevely přijímají tyto látky především kořeny, jednoděložné naopak vrcholovou částí klíčku. Často používaná účinná látka z této skupiny v ozimé pšenici je flufenacet (Jursík et al. 2018). Ovšem při nevhodně zvolených dávkách či tank-mix kombinacích může působit fytotoxicky na pěstovanou pšenici (obilninu) (Koephe-Hill et al. 2017).

3.2.4.7 Inhibitory stavby mikrotubulů

Při mitóze, kdy se replikují chromozomy do dceřiných buněk, je zapotřebí mitotické vřetenko z mikrotubulů. U této skupiny herbicidů se předpokládá, že se účinná látka váže na volné tubuliny nebo jiné proteiny a inhibuje se polymerace základních jednotek tubulinu. Tyto herbicidy proto zasahují především dělivá pletiva. V dnešní době se v ozimé pšenici používá pouze pendimethalin (Jursík et al. 2018). Pendimethalin se používá hlavně na jednoleté trávy, ale i dvouděložné plevely. Je přijímán jak kořeny, tak vrcholem, a rostliny hynou krátce po vyklíčení nebo po vzejití z půdy (Soltani et al. 2015).

3.2.5 Možnosti regulace výdrolu řepky

Ozimá pšenice je plodina, která se v současné době pěstuje po ozimé řepce nejčastěji. Vzniká tak velká konkurence ve formě řepkového výdrolu. Především u raně setých porostů vzniká velmi silná konkurenční schopnost řepky, protože jí byly poskytnuty lepší podmínky pro vzcházení než u později setých porostů obilnin (Gulden et al. 2008). Podle Krata a Petersena (2012) může výdrol řepky, pokud není správně ošetřený, způsobit až 70 % ztráty výnosu. Výdrolová řepka vedle kompetičních vztahů figuruje také jako zdroj a hostitel různého spektra chorob a škůdců, které mohou sekundárně škodit i na porostech obilnin (Hwang et al. 2012). Velké plochy ozimé řepky způsobují pěstitelům určité problémy. Jedním z nich je nárůst zaplevelení následných plodin výdrollem řepky ze sklizňových ztrát. Perzistence semen řepky v půdě je delší než u většiny plevelů, a především na těžších půdách vydrží semena v půdě i 10 a více let (Kocourek et al. 2018). Řepka je výbornou předplodinou a je používána jako přerušovač obilních sledů. Nahrazuje tak luskoviny, které byly dříve považovány za vhodné přerušovače. Z výsledků pokusů je známo, že ozimá pšenice po řepce dává až o 17 % vyšší výnosy než pšenice pěstovaná po pšenici. Není tedy výjimka, pokud se v osevním postupu vyskytne sled pšenice – řepka – pšenice (popř. jiná ozimá obilnina) (Bečka 2007).

Do osevního postupu po řepce by neměla být řazena hořčice, mák, len, řepa a většina zelenin, protože je zde výdrol řepky těžce likvidovatelný a má vysokou konkurenční schopnost (Bečka 2007). Mezi odrůdami řepky existují velké rozdíly v délce a síle primární dormance semen, což má klíčový vliv na utváření půdní zásoby semen. Dormance semen řepky je také ovlivněna termínem sklizně a desikace porostu. Předčasně dedikované a sklizené porosty tvoří semena se silnější a delší dormancí, která po sklizni špatně vzcházejí a v půdě jsou proto perzistentnější (Jursík & Soukup 2018).

Hlavním preventivním opatřením je maximální eliminace sklizňových ztrát řepky. Dalším důležitým krokem je třeba semena ze sklizňových ztrát co nejvíce přinutit vyklíčit před zaklopením do půdy, tedy založením nového porostu (Kocourek et al. 2018). Při dostatku srážek je vhodné ponechat semena vyklíčit na povrchu půdy a vyhnout se zpracování půdy zhruba dva až tři týdny po sklizni, v případě suchého průběhu počasí je vhodnější velmi mělké zapravení do půdy (Baranyk 2009). Hlavně posklizňové zpracování půdy po řepce, především načasování a hloubka zpracování, může zredukovat množství semen, která se dostanou do trvalejší půdní zásoby (Huant et al. 2018). Hrubou chybou je hluboké zapravení semen řepky do půdy bezprostředně po sklizni, protože pak semena řepky v půdě vytvoří dlouhodobou půdní zásobu, z níž jsou v dalších letech postupně vynášena do povrchových vstev, kde mohou klíčit a intenzivně zaplevelovat následné plodiny po mnoho let (Kocourek et al. 2018).

Vzejde-li výdrol řepky v jarních plodinách, obvykle zůstává ve vegetativní fázi a nevykvetě. Čím později vzejde, tím více je omezena tvorba generativních orgánů. Naopak pokud řepka vzejde již brzy na jaře, může dojít v důsledku jarovizace k výraznějšímu kvetení. Pokud má výdrol řepky dostatek prostoru, vytváří mohutné listové růžice se silným kořenovým krčkem a vysokou konkurenční schopností (Kocourek et al. 2018).

Z herbicidů se proti výdrolu řepky nejčastěji používají sulfonylmočoviny (Bečka 2007). V porostech obilnin je vhodné k regulaci řepky přistoupit ještě na podzim, kdy bývá k herbicidům nejcitlivější. Na vzcházející řepku (do fáze jednoho až dvou pravých listů) vykazuje vysokou účinnost mnoho půdních herbicidů, zejména obsahující diflufenican, beflubutamid či chlorotoluron. V případě pozdějšího ošetření jsou vhodnější přípravky inhibující ALS (Kocourek et al. 2018). Proti výdrolu řepky lze zasáhnout také na jaře. V takovém případě se používají především sulfonylmočoviny, z nichž nejúčinnější byl chlorsulfuron, který se však již od roku 2022 nesmí v ČR používat. Účinné povolené látky jsou však také tribenuron či iodosulfuron. O něco méně účinný je amidosulfuron. Při velmi vysoké intenzitě zaplevelení a časnějším setí obilniny není vhodné vyčkávat s ošetřením proti výdrolu řepky na jaro, protože konkurenční schopnost je vysoká a opoždění ošetření výrazně sníží výnos ozimé obilniny. V pokusech Jursíka a Soukupa (2018) byl zaznamenán výnosový rozdíl téměř 1 t/ha mezi variantami pozdního a včasného ošetření a regulace výdrolu řepky.

V této práci se snažíme poukázat na možné varianty náhrady výše zmíněného a zakázaného chlorsulfuronu. Chlorsulfuron je selektivní herbicid, který náleží do skupiny sulfonylmočoviny. Ty byly komerčně uvedeny na trh v 80. letech 20. století (Praczyk et al. 2020). Od té doby došlo k velkému rozšíření sulfonylmočoviny do celého světa. Se zvýšením

množství aplikací této skupiny účinných látek přišlo znepokojení veřejnosti týkající se reziduí (Cuimin et al. 2011). Přítomnost reziduí herbicidů může ovlivnit životní prostředí a je tedy nutno je sledovat z hlediska jejich chování v půdě a vodních zdrojích. Některé látky z této skupiny již byly detekovány ve vodních zdrojích (Alesso et al. 2016). Na základě těchto toxikologických studií byl stanoven maximální limit reziduí (MLR) konkrétních herbicidů v konkrétní plodině v mnoha zemích. Ve Spojených státech byla například stanovena hodnota MLR sulfonylmočoviny herbicidů v rýži na 0,05 mg/kg. V Evropské unii je MLR u liči 0,01 mg/kg (Cuimin et al. 2011). Do této skupiny herbicidů patří asi 25 účinných látek. Jsou to většinou inhibitory růstu, které jsou extrémně účinné na široké spektrum plevelů při relativně nízkých dávkách (Cuimin et al. 2011).

Chlorsulfuron byla první komerčně dostupná látka ze skupiny sulfonylmočoviny (Alesso et al. 2016), která se používala převážně v obilninách k regulaci mnoha plevelů včetně trávovitých druhů (Praczyk et al. 2020). Chlorsulfuron byl zaveden firmou Du Pont a byl prodáván pod obchodním názvem Glean. Přípravek se ukázal jako vysoce selektivní díky schopnosti obilnin velmi rychle metabolizovat chlorsulfuron na herbicidně neaktivní látku (Hutchison et al. 1984). Již od začátku byl tento přípravek velmi slibný díky velké efektivitě při malých aplikovaných dávkách (10–40 g/ha). Výhodou je také možnost aplikace preemergentně i postemergentně. Chlorsulfuron je přijímán kořenovým systémem i listy plevelů. Zasažené plevele pomalu odumírají. Tento proces se projevuje chlorózami, nekrotizací, inhibicí růstu a odumíráním vegetačního vrcholu (Ray 1982).

V experimentální části této práce byly použity přípravky, které budou v dalších odstavcích představeny podrobně. Jsou uváděny pod obchodním názvem tak, jak byly použity.

Pontos je přípravek obsahující 100 g/l pikolinafenu a 240 g/l flufenacetu. Je to přípravek ve formě suspenzního koncentrátu (SC). Používá se k regulaci jednoletých dvouděložných plevelů, chundelky metlice, psárky polní a jítku mnohokvětého. Registrován je do ječmene ozimého, pšenice ozimé, triticales ozimého a žita ozimého. Registrovaná dávka je od 0,5 do 1 l/ha s dodatkem, že dávka 1 l/ha by se měla používat pouze tehdy, pokud je na pozemku psárka polní a svízel přítula.

Glean je přípravek obsahující účinnou látku chlorsulfuron, patří tedy do skupiny sulfonylmočoviny. Tato účinná látka je od roku 2021 v České republice zakázána. Tento herbicid byl v pokusu použit jako referenční produkt, protože pěstitelé ozimé pšenice byli tento herbicid zvyklí používat k regulaci výdrolu řepky. Přípravky obsahující chlorsulfuron se totiž

vyznačovaly vysokou účinností právě na výdrol řepky, a to již v nízkých dávkách. Glean byl registrován v dávkách od 0,005 kg/ha do 0,02 kg/ha (Agromanuál 2021).

Přípravek Fragma obsahuje 50 g/l florasulamu. Přípravek je ve formě suspenzního koncentrátu (SC). Používá se na heřmánkovité plevele, dvouděložné jednoleté, výdrol řepky. Registrace přípravku je do porostů ječmene, ovsa, pšenice, tritikále, žita a travin. Registrovaná dávka se pohybuje od 0,075 l/ha do 0,1 l/ha (Agromanuál 2021).

Sekator OD obsahuje 25 g/l iodosulfuronu a 100 g/l amidosulfuronu. Přípravek je ve formě olejove disperze (OD). Přípravek se používá na dvouděložné jednoleté plevele, jako je např. výdrol řepky, kokoška pastuší tobolka, svízel přítula, hluchavka objímavá, hluchavka nachová, penízek rolní. Registrace je do porostů ječmene, pšenice, triticales a žita v dávce od 0,1 l/ha do 0,15 l/ha (Agromanuál 2021).

Chocker je přípravek složený ze dvou účinných látek, a to 280 g/l diflufenikanu a 280 g/l flufenacetu. Je ve formě suspenzního koncentrátu (SC). Přípravek má kontaktní listový a reziduální půdní účinek. Je účinný převážně na chudelky metlice, lipnice, hluchavky, kokošky pastuší tobolky, violky, drchničky rolní, laskavce, výdrol řepky a je registrován do pšenice ozimé, ječmene ozimého, žita ozimého a triticales ozimého. Registrovaná dávka je od 0,35 l/ha do 0,5 l/ha (Agromanuál 2021).

Stomp Aqua je přípravek ve formě suspenze kapsulí (CS) a obsahuje 455 g/l pendimethalinu. Je registrován do celé škály plodin, a to polních i zahradních. Registrace je do angreštu, bobu obecného, cibulové zeleniny, hrachu, ječmene ozimého, kukuřice, lupiny, maliníku, mrkve, ostružiníku, pšenice ozimé, rybízu, slunečnice roční, sóji luštinaté, triticales ozimého, řepky olejky a žita ozimého. Stomp Aqua působí na velmi široké spektrum plevelů, a to jak dvouděložných, tak trávovitých. Dále je registrován proti nově se rozšiřujícímu plevelu prlině rolní. Registrovaná dávka se pohybuje od 1 l/ha do 3,5 l/ha (v závislosti na plodině) (Agromanuál 2021).

3.3 Řepka ozimá

Řepka olejka (*Brassica napus ssp. oleifera*) vznikla spontánním křížením z řepice olejné (*Brassica campestris L. ssp. oleifera*) a divoké brukve (*Brassica oleacea*). K tomuto zkřížení došlo s velkou pravděpodobností v oblasti Středomoří, kde řepice a divoká brukve rostou pohromadě (Alpmann 2009). Tato plodina je v Evropě u pěstitelů velmi oblíbená a pěstuje se na ploše 6 milionů hektarů (Eurostat 2019). V České republice mají pěstované plochy řepky ozimé klesající tendenci, v roce 2020 byla plocha přibližně 360 tisíc hektarů (Honsová 2021).

K jejímu významnějšímu rozšíření došlo v 19. století. Po roce 1970 se začaly zavádět odrůdy s označením „0“, což byly odrůdy s minimálním obsahem kyseliny erukové, která zhoršovala chuťové i zdravotní vlastnosti oleje. Od roku 1984 postupně přicházejí odrůdy označované „00“ s minimálním obsahem kyseliny erukové a velmi sníženým obsahem glukosinolátů. Glukosinoláty patří do tzv. hořčičných silic a výrazně zhoršují chuťové i zdravotní vlastnosti řepkových šrotů a výlisků. Postupem času se na našem území pěstovaly pouze tyto odrůdy (Bečka 2007). Konkurenceschopnost pěstování řepky olejné v Evropě proti pěstování v regionech, jako je Kanada nebo Austrálie, nebo také vůči konkurenčním olejninám, jako je např. slunečnice, spočívá ve vysoké a relativně stabilní výnosnosti. Kromě optimalizace pěstitelských podmínek vedlo ke zvýšení výnosu také šlechtění. V posledních letech je šlechtění zaměřeno především na vytváření odrůd odolnějších k chorobám, škůdcům nebo odolných k herbicidům. V současné době na polích dominují hybridní odrůdy, u kterých se využívá heterozního efektu. Tyto odrůdy vykazují vysokou a stabilní výnosovou hladinu a zároveň vysokou odolnost k vnějším vlivům (Gertz 2009).

3.3.1 Pěstování řepky ozimé v České republice

Česká republika patří k nejvýznamnějším evropským pěstitelům. Současně máme pravděpodobně největší koncentraci pěstování této plodiny na světě (Vašák 2021). Pěstování řepky v Čechách a na Moravě je z hlediska osevních ploch a výnosů dostatečně dokumentováno již od roku 1868 (Baranyk 2009). V roce 2020 byla sklizňová plocha ozimé i jarní řepky 368 214 ha a průměrný výnos byl 3,38 t/ha. Výnos byl v jednotlivých regionech výrazně ovlivněn povětrnostními podmínkami či tlakem hrabošů (Pančíková 2021). Vysoká koncentrace pěstování je zapříčiněna také širokým využitím této plodiny. Řepka je využívána jak v potravinářství, tak v nepotravinářském průmyslu. Využití se najde pro semena řepky i pro biomasu. Ta se používá jako hnojivo a navrácení živin do půdy nebo jako energetický nosič či

izolační materiál. Řepkové šroty a pokrutiny se využívají jako zdroj bílkovin a zdroj vysoce kvalitního krmiva pro hospodářská zvířata. Posledním produktem je řepkový olej, který je základem pro nespočet produktů, jako je například potravinářský olej, margaríny, léčiva, získává se z něj glycerin, biologicky rozložitelná maziva či složka do bionafty (Jevič 2009).

Současné vysoce intenzivní pěstitelské technologie vyžadují k produkci řepky mnoho vstupů, s těmi je však spojeno mnoho legislativních zákazů a omezení (Vašák 2021). Rozšíření řepky ozimé a zastoupení v některých oblastech je značné, mnohde až neúnosné s ohledem na šíření škůdců a problémy při střídání plodin. Mohou nastávat problémy s vhodnými předplodinami a dále se zaplevelujícími plodinami (Vaněk et al. 2016).

3.3.2 Agrotechnika

V 80. letech minulého století převládal názor, že řepku lze úspěšně pěstovat pouze na místech spíše s těžšími půdami. V současnosti je potenciál pěstování řepky patrný i na místech s půdou středně lehkou a lehkou. Stejně jako u většiny kulturních rostlin pozorujeme i u řepky pozitivní korelaci mezi kvalitou půdy a výší výnosů, ale řepka se dá pěstovat i na lehčích půdách, na kterých bývá nižší zásobení vodou a živinami. Na těchto půdách je nutné počítat s vyšším tlakem chorob a škůdců a je tedy potřeba více dbát na vyrovnanou výživu s důrazem na obsah bóru a síry (Baranyk 2009). Výnosy semen řepky ozimé jsou ovlivněny interakcí se stanovištními a agrotechnickými faktory (Baraszczyk et al. 1993).

S kvalitou půdy úzce souvisí právě vodní režim. Dostatečnými srážkami a příhodnými podmínkami může být do jisté míry kompenzována nižší kvalita půdy. Řepka olejka sice vyžaduje stanoviště s dostatečným přísunem dešťové vody, kvůli silně vyvinutému a hlubokému kořenovému systému je ale schopna prospívat i v půdách s nepravidelnými srážkami. I přes tuto náročnost je však řepka zároveň citlivá na přemokření a utužení. Přemokření nebo utužení půdy totiž výrazně zabraňují dobrému prokořenění, které je pro růst celé rostliny obzvlášť důležité. Důležité pro správnou tvorbu kořenů je i obsah kyslíku, tedy provzdušnění půdy (Baranyk 2009). Tato plodina jako málokterá jiná se dokáže přizpůsobit velmi nepříznivým podmínkám, faktorem jsou však i určité povětrnostní podmínky, které neovlivníme (Bernardová 2020).

Podmínkou dobrého vzejití porostů, a tedy úspěchu při pěstování řepky jsou srážky a vláha po zasetí, tedy koncem srpna až začátkem září. Při vzcházení je rizikové periodické vysychání půdy, které vede k zasychání kořinek a úhynu rostlin. Velmi silné srážky naopak mohou způsobit nedostatek kyslíku a zvyšovat zaplevelení, nedostatek kyslíku pak přímo ovlivňuje zdraví klíčnicích rostlin (Bečka 2007). Denní a noční teploty by se neměly vyznačovat velkými teplotními rozdíly. Ve fázi prodlužovacího růstu a během kvetení je dostatečný přísun srážek zvláště důležitý, protože nedostatek vody může zapříčinit redukci větvení a negativně ovlivňuje tvorbu šesulí (Baranyk 2009).

Řepku lze úspěšně pěstovat od nížin až do nadmořských výsek kolem 700 m. n. m. S růstem výměry se řepka rozšířila do všech výrobních oblastí České republiky. Hlavní pěstitelská výměra je soustředěna v bramborářských a řepařských oblastech. V nižších polohách, tedy kukuřičných oblastech, kde je půda bohatší na živiny, řepka netrpí nedostatkem živin, ale je více napadána chorobami a škůdci. Nejvyšší kvalitu a jistotu produkce poskytuje řepka v bramborářské výrobní oblasti (Bečka 2007).

Řepka vyžaduje dobře připravenou půdu, kvalitní osivo, intenzivní hnojení a ochranu na velmi vysoké úrovni (Bernardová 2020). Pod řepku se používají nejčastěji tři hlavní technologie: jsou tradiční technologie s použitím orby, bezorebná technologie neboli minimalizace, kdy je orba vynechána a půda je zpravidla zpracovávána do 12 cm např. talířovými podmiťáči, a půdoochranná technologie, při níž je půda nechána bez zpracování nebo pouze povrchově kypřena do 8 cm. V této posledně uvedené technologii však zůstává na povrchu půdy značné množství posklizňových zbytků a je třeba na to dát pozor (Bečka 2007). Drobná semena řepky potřebují jemné seťové lůžko, čehož lze v srpnu, kdy se řepka obvykle seje, obvykle snadno dosáhnout. Agrotechnické lhůty pro setí řepky se v jednotlivých oblastech republiky nemění, ale v poslední době se termín setí řepky značně posouvá (Baranyk 2009). Výsevek by neměl překročit 70 semen/m² (což vychází asi na 3-3,5 kg/ha (Bečka 2007). Řada podniků zakládá porost již mezi 10. – 15. srpnem a používá snížené výsevky a následnou regulaci porostu. Porosty jsou pak řidší, ale do zimy vstupují urostle s mohutným kořenovým systémem a mívají pak zpravidla během vegetace lepší zdravotní stav. Lépe odolávají poléhání a poskytují vysoké výnosy (Baranyk 2009). Před vzejitím řepky by měla být zaorána veškerá řepková strniště v okolí dvou až pěti kilometrů z důvodu extrémního výskytu škůdců a chorob na výdrolu řepky. Tento výskyt se většinou objevuje ve druhé polovině září, kdy dochází například i k infekci patogenem *Phoma lingam*. Přijatelnými předplodinami pro řepku jsou

například obilniny, naopak velmi nevhodné jsou veškeré plodiny, které svou agrotechnikou neumožní výsev řepky v agrotechnické lhůtě v srpnu (Bečka 2007).

Před zimním obdobím by měla být řepka dostatečně vyvinutá. Měla by mít alespoň 8 až 10 pravých listů a průměr kořenového krčku by měl dosahovat alespoň 6 mm. V takovém stavu je řepka schopna odolat mrazům okolo -15 až -20 °C. Na podzim se obvykle porost ošetřuje azolovým fungicidem, který řepku chrání před patogenem *Phoma lingam* a zároveň brzdí růst nadzemní biomasy a podporuje tvorbu podzemní části rostliny (Baranyk 2009).

Ozimá řepka potřebuje projít mrazem (proces jarovizace) proto, aby dospěla do reprodukční fáze (Alpmann 2009). Teploty kolem bodu mrazu po dobu tří týdnů stačí na to, aby byl na jaře umožněn prodlužovací růst a následné kvetení (Baranyk 2009). Bez působení nízkých teplot nedojde k žádné nebo jen velmi omezené tvorbě květních částí. Řepka zimní období přečkává ve formě listové růžice naplocho rozprostřené na zemi. Teprve po období zimního klidu a s prodlužujícími se dny se rostlina začíná prodlužovat a tvořit lodyhy (Alpmann 2009).

3.3.2.1 Výživa a hnojení řepky ozimé

Řepka je na živiny velmi náročná, v porovnání s obilninami jich potřebuje asi dvakrát až třikrát více. Později však obohacuje půdu o organickou hmotu, mikroorganismy, melioruje půdu a působí pozitivně na její strukturu. Při výnosu semene 3 t/ha řepka pomocí posklizňových zbytků do půdy navrátí asi 225 kg K, 15 kg P a kolem 105 kg N (Bečka 2007) (viz Tabulka č. 3). Řepka je jednou z nejlepších předplodin, opouští půdu poměrně brzo a současně zanechává půdu v dobrém stavu se značným množstvím posklizňových zbytků. Řepka má také velmi dobrou osvojovací schopnost. Po vytvoření dostatečné kořenové hmoty a prokořenění půdního profilu má mnohem vyšší schopnost příjmu živin než obilniny a je rovněž schopna využívat méně dostupné formy živin (Vaněk et al. 2016).

Tabulka č. 3: Průměrný odběr živin v kilogramech na 1 tunu výnosu plodiny (Klír et al. 2008).

| | N | P | P ₂ O ₅ | K | K ₂ O |
|---------------|-------------|------------|-------------------------------|-------------|------------------|
| semeno | 33,5 | 7 | 16 | 8,3 | 10 |
| sláma | 6,6 | 1,3 | 3 | 19 | 22,9 |
| celkem | 44,4 | 9,1 | 21 | 39,7 | 47,7 |

Řepka je velmi náročná plodina na draslík, který pak většinou zůstává v biomase na poli ve formě posklizňových zbytků, naopak je tolerantní na nedostatek fosforu a vápníku (Bečka 2007). Při intenzivním pěstování řepky ozimé jsou dusíkatá hnojiva aplikována v několika dělených dávkách podle potřeby porostu, což zpravidla vede k vyššímu využití dusíku z hnojiv a omezení nepříznivých vlivů hnojení na životní prostředí (Růžek et al. 2017).

Hektarové dávky v čistých živinách by se měly pohybovat v hladinách kolem 26 kg P, 83 kg K a 24 kg Mg, v případě fosforu a draslíku je vhodné hnojit již k předplodině. V případě špatné zásobenosti fosforem je efektivní lokální aplikace menších dávek fosforu do blízkosti semen při setí řepky. Ze stopových prvků je řepka nejvíce závislá na obsahu bóru, jehož nedostatek se na poli vyskytuje velmi viditelně. Mikroelementy se obvykle dodávají listovou aplikací, na kterou brukvovité plodiny reagují obzvlášť dobře (Bečka 2007).

Hnojení dusíkem na podzim je risk, protože výsledek takového hnojení je značně závislý na nepředvídatelném vývoji podzimního a zimního období v dané lokalitě. Můžeme využít i hnojení „pod patu“ (Vašák 2021). Celé hnojení dusíkem většinou probíhá v těchto krocích – základní hnojení před setím (konec srpna), podzimní korekční hnojení (září až říjen), kořenové přihnojení (březen), srdéčková výživa (březen), listová výživa (polovina dubna), korekční hnojení (duben až květen) (Bečka 2007). S hnojením dusíkem končíme nejpozději v zelených nebo až v počátku žloutnutí pupat. Obvykle do poloviny května (Vašák 2021).

3.3.2.2 Ochrana řepky ozimé

Nejlevnějším intenzifikujícím prvkem technologie pěstování řepky ozimé je volba správné odrůdy, která je přizpůsobena místním půdně-klimatickým podmínkám. Přesto vyžaduje vysoký stupeň ochrany vůči škodlivým činitelům (Walkowski 2011). Ozimá řepka se vyznačuje dobrou konkurenční schopností, což na druhé straně může způsobovat i problémy, přesto je účelné použití herbicidů důležité, zejména k zamezení šíření plevelů na pozemku. Nejčastěji se v porostech řepky objevuje svízel a heřmánkovce (Bečka 2007).

V dnešních převážně obilních předplodinách se nevyhneme problémům s výdrolom obilnin, technologie herbicidní ochrany se tedy neobejde bez účinného graminicidu (Bečka 2007). Vzhledem ke zvyšování minimalizačních technologií dochází k zesilování tlaku škůdců a chorob, které tradiční orba likvidovala (Štranc 2003).

Další složkou ochrany je ochrana proti škůdcům na řepce. Mezi nejčastější škůdce, se kterými se na řepce můžeme setkat, patří dřepčící rodu *Phylotreta*, dřepčící olejkoví, pilatka řepková, plži, hraboši, krytonosci stonkoví, blýskáček řepkový, šešuloví škůdci (krytonosec šešulový a bejломorka kapustová) a mšice. Fungicidní ochrana je v řepce standard a ošetřujeme již na podzim, kdy se aplikují přípravky s částečným fungicidním a s morforegulačním efektem (Bečka 2007).

3.3.3 Biologie řepky ozimé

Řepka olejka patří do čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*). Každý květ je oboupohlavní a skládá se ze čtyř kališních a čtyř do kříže postavených okvětních lístků. Okvětí je volný hrozen, odkvétající zespoda nahoru. Kvetení jednoho květu obvykle trvá kolem tří dnů. Řepka je cizosprašná a tato cizosprašnost je realizována pomocí hmyzu (Alpmann 2009).

Plody u řepky představují cca 5-10 centimetrů dlouhé šešule. Šešule se skládají ze dvou polovin, které jsou odděleny středovou lamelou. Každá šešule obsahuje přibližně 15-20 kulovitých semen, které nasedají právě na středovou lamelu. Po dozrání šešule puknou a semena se vysypou. Jedním z pěstitelských cílů je dosáhnout takové pevnosti šešulí, aby se minimalizovala možnost předčasného vysypání semen z šešulí (Alpmann 2009).

Olejnatost má u řepky stále větší vliv na výkupní cenu. Proto je důležité věnovat obsahu oleje pozornost. Plochy v Evropě stále narůstají v důsledku poptávky po výrobě biopaliv (Zukalová et al. 2011). Olejnatost je většinou geneticky velmi stabilní vlastnost. Pozorované odchylky mezi jednotlivými lety lze většinou vždy vysvětlit problémy se zráním. Stres bývá nejčastěji vyvolaný suchem nebo poškozením chorobami, jako jsou *Verticilium* nebo *Botrytis*. Lehce olejnatost ovlivňuje i doba setí či různé způsoby hnojení (Alpmann 2009).

Řepka olejka má výbornou předplodinovou hodnotu díky mohutnému kulovitému kořenu, který zabezpečuje biologickou ochranu půdy před erozí a mobilizaci živin, především fosforu. Kořeny vedou až do hlubších půdních vrstev a vynášejí tak na povrch živiny, které jsou pro jiné plodiny nedostupné (Bečka 2007).

3.3.4 Životaschopnost semen, dormance

Ozimá řepka je jednou z hospodářsky nejvýznamnějších plodin českého zemědělství. Velké plochy této plodiny však způsobují pěstitelům určité problémy. Jedním z nich je nárůst zaplevelení následných plodin výdrolom řepky ze sklizňových ztrát (Jursík 2018). Sklizňové ztráty jsou způsobeny hlavně nejednotným kvetením a dozráváním řepky (Bečka 2007). Ztráty obvykle přesahují i 1000 semen/m² (Huang et al. 2018). Perzistence semen řepky v půdě je delší než u většiny plevelů a na těžších půdách vydrží semena životaschopná i více než deset let (Beckie and Waevick 2010, Gruber et al. 2014, Jursík 2018). Semena v půdě si podle Bečky (2007) udrží klíčivost až 21 let. Tato perzistence semen řepky v půdě je ovlivněna více faktory. Významným faktorem je vysoká dormance semen - taková semena vydrží v půdní zásobě až desetkrát déle (Weber et al. 2014). Dormance je přitom z velké části ovlivněna termínem sklizně a desikace řepky. Raně desikované a sklizené řepky produkují semena s dlouhou a silnou dormancí (Haile & Shirdiffe 2014).

Dormanci lze definovat jako stav, ve kterém jsou semena chráněna před klíčením v prostředí, které je normálně pro klíčení příznivé. Dormance je tedy přirozeným fyziologickým stavem neumožňujícím klíčení, může však působit i potíže ve vztahu k plevelům či nechtěnému výdrolu (Houba & Hosnedl 2002).

Řepka klíčí a vzchází v několika vlnách, nejvýznamnější část ze ztrát a následné půdní zásoby (až 80 %) vyklíčí po 4 letech (Bečka 2007). Minimálně 17 % ze sklizňových ztrát přežívá úspěšně v půdě rok, po třech letech už je to pouze 1,6 %. Tato čísla samozřejmě záleží na odrůdě, průběhu počasí a zpracování půdy. Po třech letech se procento může zdát malé, ale vzhledem k množství semen je půda stále zásobena (Gruber et al. 2014). Podle Bečky (2007) je účelné pole po sklizni řepky vůbec nepodmítat. Při dostatku srážek vzejde řepka z povrchu půdy a vzešlé rostliny se poté použijí na zelené hnojení, když se kolem poloviny září výdrol zaorá před výsevem ozimé obilniny (Bečka 2007). Podle Geddese a Guldena (2017) je v sušších podmínkách Kanady nejúčinnější regulací výdrolu řepky podzimní narušení půdy krátce po sklizni. Naopak Lutman et al. (2003) zjistil ve výrazně vlhčích podmínkách západní Evropy největší snížení zaplevelení výdrolom řepky, pokud bylo zpracování půdy provedeno později, nebo vůbec. Každopádně největší vlna klíčících semen přichází před nebo krátce po prvním posklizňovém zpracování, které způsobí, že část semen se dostane do hlubších půdních vrstev a stane se součástí trvalejší půdní zásoby semen (Weber et al. 2014).

3.3.5 Vzcházení

Pro vzcházení řepky jsou nevhodné půdy déle než týden na podzim či na jaře zamokřené, kde řepka vyhnívá. Také půdy s vyoranou mrtvinou a s velkým množstvím posklizňových zbytků na povrchu, kde špatně a nerovnoměrně vzchází. Na lokalitách s holomrazy pod -15 až -20 °C řepka vymrzá. Nesnáší lokality, kde leží sníh déle než čtyři měsíce, nebo tam, kde sníh nejméně dva týdny odtává a ledovatí (Bečka 2007). Otužilé, zdravé a správně založené rostliny tyto krátké mrazové periody mohou přežít, pokud se však přidá i dehydratace v průběhu zimy, kdy je půda zmrzlá, může to způsobit okamžité usmrcení plodiny. Rostliny jsou nejlépe na mraz připraveny, pokud jsou ve fázi 6-8 listů, menší rostliny obvykle nejsou schopny přezimovat (Kúdela et al. 2013). Příliš časně seté rostliny mohou ztratit schopnost přezimovat, tedy mrazuvzdornost (Houba & Hosnedl 2002).

Problémové jsou i těžké půdy s hroudami, kde za sucha řepka nevzejde. Řepka nevzejde ani na utužených pozemcích či jejich částech (souvratě). Problémem mohou být i půdy s rezidui herbicidů (především herbicidů s účinnou látkou nazývanou sulfonylmočovina) (Bečka 2007).

3.3.6 Výdrol řepky a jeho regulace v ostatních plodinách

3.3.6.1 Brambory

V bramborářských oblastech bývají s vyšším zastoupením obilnin a řepky v osevních sledech problémy především se svízelem přitulou, kokoškou pastuší tobolkou, penízkiem rolním, heřmánkovitými plevely, ředkvi ohnicí, konopí polní, opletkou obecnou a výdrolm řepky. Výdrol řepky konkuruje hlavně ve vyšších a vlhčích oblastech pěstování brambor (viz Obrázek č. 1). Delší období od desikace do sklizně umožňuje nerušený růst nezasazených listových růžic řepky a tvorbu mohutného kulového kořenu, který poté komplikuje sklizeň brambor. Vysokou účinnost na výdrol řepky vykazuje účinná látka metribuzin (Jursík et al. 2018). Je však možné použít široké spektrum přípravků s různými účinnými látkami, například aclonifen či rimsulfuron (Kasal et al. 2014).



Obrázek č. 1: *Výdrol řepky v porostu brambor (Kasal et al. 2014)*

3.3.6.2 Kukuřice

Většina herbicidů používaných v kukuřici vykazuje na výdrol řepky velmi dobrou účinnost, je možné použít jakýkoli přípravek ze skupiny sulfonylmočoviny, pokud se jedná o výdrol Clearfield řepky, je vhodné použít tembotrione, případně mesotrione (Jursík et al. 2018). Pokud chceme více uplatnit nechemické metody ochrany, je podle Branta & Kroulíka (2018) možné využít metody bio-strip till, při nichž dochází k založení meziplodiny v meziřádcích a následnému kypření a regulaci plevelů a současně i výdrolu řepky

3.3.6.3 Cukrová řepa

V řepě se setkáváme s podobným plevelným spektrem jako u kukuřice. Největší problémy jsou s mračňákem Theoprastovým, tetluchou kozí pysk, plevelnou řepou a také výdrolu řepky. Výdrol řepky v cukrové řepě nezpůsobuje zásadní komplikace, při vhodných podmínkách pro růst je však schopen konkurovat cukrové řepě. Je vhodné přidat do herbicidní technologie přípravky s obsahem lenacilu či triflusulfuronu (Jursík et al. 2018). K ochraně proti výdrolu řepky přistupujeme v první postemerentní aplikaci (T1) a v druhé postemerentní aplikaci (T2), pokud je vyšší výskyt právě výdrolu řepky, volíme přípravek s účinnou látkou metamitron (Jursík et al. 2013)

3.3.6.4 Mák

Pro mák je regulace plevelu v raných růstových fázích klíčová a je nutné eliminovat druhy s vysokou konkurenční schopností, jako je merlík bílý, opletka obecná, konopice polní a výdrol řepky. V praxi se nejčastěji používají herbicidy obsahující tembotrione a mesotrione (Jursík et al. 2018). Pokud však dojde k silnému zaplevelení výdrolem řepky, je obtížné ho herbicidně potlačit a účinnost herbicidů výrazně klesá. Mák je výrazně citlivý na rezidua některých sulfonylmočovín, které se hojně využívají na regulaci výdrolu řepky, proto není vhodné používat v předplodině herbicidy s delší perzistencí v půdě (Havel 2020).

3.3.6.5 Řepka

Nejefektivnější ochranou proti výdrolu řepky v porostech ozimé řepky je pěstování odrůd tolerantních k herbicidům (HT technologii). V Evropské unii byla v roce 2013 zavedena technologie Clearfield, která využívá hybridů řepky, jež jsou odolné k herbicidům s účinnou látkou imazamox. Tato technologie nevyužívá genetických modifikací. Pěstitelé poskytují řadu výhod, jako třeba vysoce účinné postemergentní ošetření na širokou škálu plevelů včetně výdrolu obilnin, konvenční řepky a dalších brukvovitých plodin. Je vysoce účinná na většinu brukvovitých plevelů a regulaci plevelné řepy. Vedle toho eliminuje rizika špatného vzházení řepky v důsledku reziduí sulfonylmočovín v půdě (Jursík et al. 2018). Časový odstup mezi pěstováním řepky technologie Clearfield a pěstováním konvenční řepky na jednom pozemku by měl být minimálně 4 roky (Jursík & Soukup 2014).

4 Metodika

Na pozemcích ČZU v Praze byl založen maloparcelní herbicidní pokus v ozimé pšenici, kde bylo testováno několik herbicidů v tank-mix kombinaci. Hodnocení účinnosti na plevele bylo provedeno odhadovou procentní metodou a byla rovněž odebrána biomasa řepky z plochy 1 m² z každé parcely. Výsledky pokusu byly zpracovány analýzou rozptylu.

4.1 Charakteristika místa pokusu

Pokus byl založen na pozemku obhospodařovaném ČZU v Praze, nedaleko Brandejsova statku (v městské části Praha-Suchdol). Lokalita z hlediska rajonizace spadá do kategorie řepařské výrobní oblasti. Pozemek je v nadmořské výšce 286 metrů.

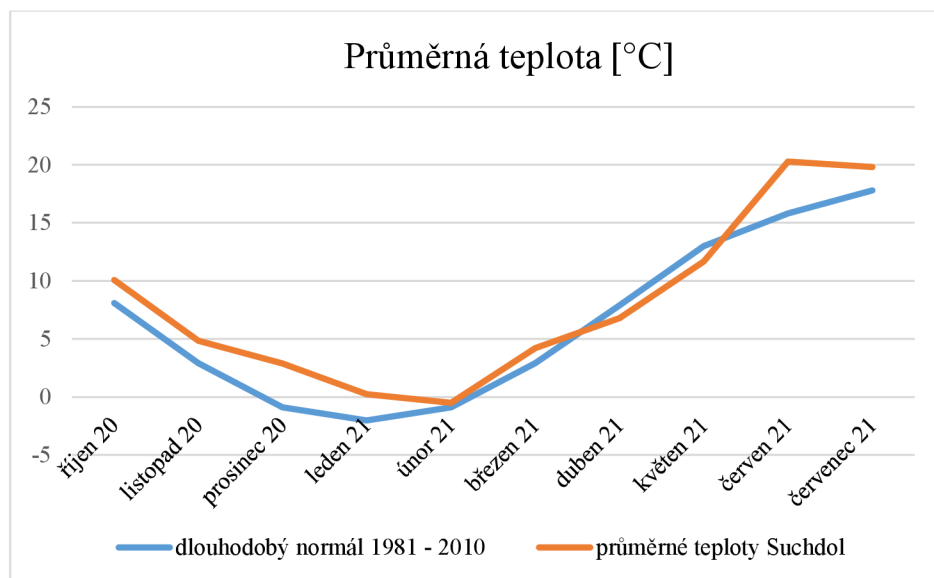
4.1.1 Půdní podmínky

Pozemek, na kterém probíhal pokus, spadá do BPEJ 2.10.00. Jde tedy o hnědozemě, převážně na rovině nebo úplné rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 %. Půda zde má střední až hluboký profil se střední rychlostí infiltrace. Půdní druh je hlinitý.

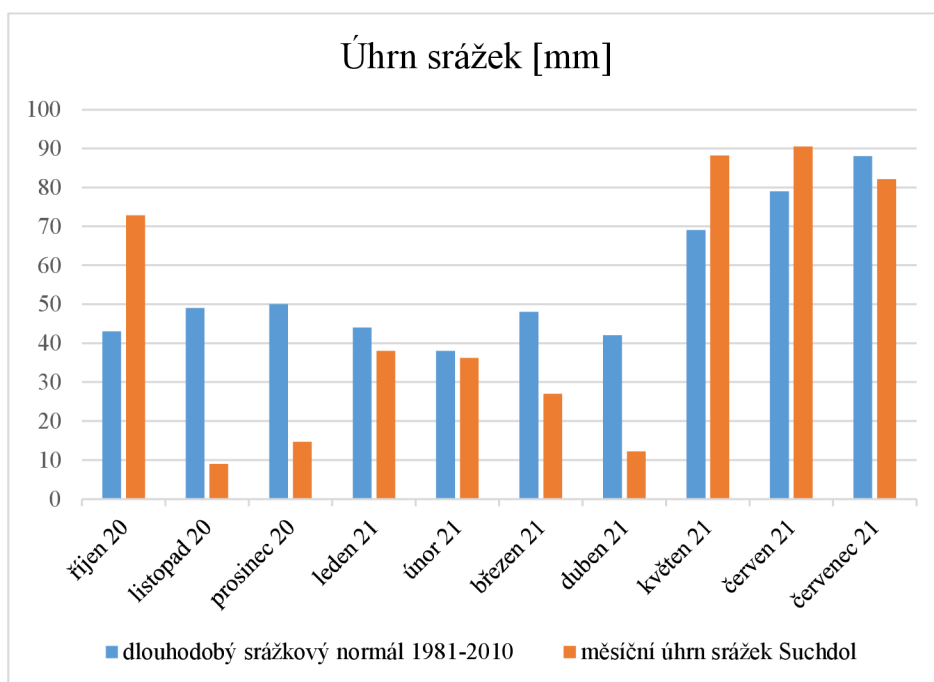
4.1.2 Klimatická charakteristika a počasí pěstitelského roku 2020/2021

Podle BPEJ spadá lokalita do druhého klimatického regionu (T2), tedy teplý mírně suchý klimatický region. Tento klimatický region se vyznačuje dlouhým, suchým a teplým létem, mírným jarem a podzimem. Zima je v tomto regionu zpravidla krátká a suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota pro tento region je 8-9 °C a průměrný úhrn srážek je 500-600 mm.

Meteorologické údaje (teplota a srážky) byly měřeny na meteorologické stanici katedry agrobiologie a rostlinné produkce na České zemědělské univerzitě. Obě meteorologické charakteristiky jsou uvedeny v grafech níže. Je uvedena teplota a vláhá po období vegetace ozimé pšenice v porovnání s dlouhodobým normálem od roku 1981 do roku 2010. Údaje o dlouhodobých normálech byly převzaty z databáze Českého hydrometeorologického ústavu.



Graf č. 1: Průměrná teplota od října 2020 do července 2021 v porovnání s dlouhodobým normálem let 1981-2010.



Graf č. 1: Úhrn srážek od října 2020 do července 2021 v porovnání s dlouhodobým normálem let 1981-2010.

4.2 Založení a průběh pokusu

Testováno bylo osm variant ve třech opakováních ve zcela náhodných blocích. Pozemek byl týden před setím pšenice zorán do hloubky 20 cm. Dva dny před setím pšenice byla provedena umělá infestace výdrolom řepky (F2 generace) v množství 15 g/m², který byl zapraven vibračními branami rovnoměrně do hloubky 0-10 cm. Přirozeně se na pozemku vyskytoval svízel pžitula, mák vlčí a violka rolní. 9. 10. 2020 byla na konci agrotechnického termínu z důvodu intenzivních srážek zasetá pšenice (odrůda RGT Aktion). 5. 11. 2020 byly aplikovány testované přípravky, resp. tank-mix kombinace. Aplikace proběhla v období, kdy pšenice měla vytvořeny dva listy a výdrol řepky jeden pravý list. Na podzim byla provedena kontrola účinnosti herbicidů (25. 11. 2020).

Pozemky byly 20. 3. 2021 pohnojeny hnojivem LAV (ledek amonný s vápencem – 27,5 % N) v dávce 300 kg/ha. Následně 24. 3. 2021 bylo provedeno další hodnocení účinnosti herbicidů. Dne 20. 5. 2021 proběhl odběr biomasy plevelů. Poté 25. 5. 2021 byl pozemek ošetřen morforegulačně přípravkem Modus v dávce 0,3 l/ha a fungicidem Hutton v dávce 0,8 l/ha.

4.3 Varianty

Tabulka č. 4: Biometrické schéma pokusu

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 5 | 8 | 4 | 7 | 2 | 3 | 1 | 6 |
| 4 | 6 | 5 | 1 | 8 | 7 | 2 | 3 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

Tabulka č. 5: Popis testovaných variant

| Var. č. | Přípravek | Účinná látka | Dávka [l (kg)/ha] |
|---------|----------------------|--|-------------------|
| 1 | Neošetřená kontrola | - | - |
| 2 | Pontos Glean | Picolinafen + flufenacet Chlorsulfuron | 0,50 0,01 |
| 3 | Pontos Fragma | Picolinafen + flufenacet Florsulam | 0,50 0,10 |
| 4 | Pontos Fragma | Picolinafen + flufenacet Florsulam | 0,50 0,075 |
| 5 | Pontos Sekator OD | Picolinafen + flufenacet Iodosulfuron + amidosulfuron | 0,40 0,08 |
| 6 | Chocker Fragma | Diflufenican + flufenacet Florsulam | 0,50 0,075 |
| 7 | Pontos Stomp Aqua | Picolinafen + flufenacet Pendimethalin | 0,40 1,00 |
| 8 | Pontos Stomp Aqua | Picolinafen + flufenacet Pendimethalin | 0,50 1,30 |

4.4 Aplikace herbicidů

Přípravky byly aplikovány při teplotě 11 °C a oblačnosti 30 %. Půda byla při aplikaci mokrá a vál severní vítr o rychlosti 1 m/s. Při aplikaci byla pšenice ve fázi dvou listů (BBCH 12). Plevelé i výdrol řepky byly ve fázi děložních listů (BBCH 10). Aplikace byla prováděna maloparcelkovým postřikovačem Schachtner s celkovým záběrem 155 cm. Rám byl osazen pěti tryskami Lunmark 015 F 110. Postřik byl aplikován pod tlakem 0,25 MPa. Dávka postřikové jichy činila 300 l/ha. Porostem se trakařový postřikovač pohyboval rychlostí 3,6 km/hod a ramena nad porostem byla 36 cm.

4.5 Hodnocení účinnosti herbicidů

K hodnocení byla použita procentuální odhadová metoda (0 % bez poškození plevelů, 100 % bez výskytu plevelů, nebo plevelé zcela odumřelé). Účinnost byla hodnocena 25. 11. 2020 a 24. 3. 2021.

4.6 Odběr vzorků plevelů

Z plochy 1 m² byla dne 20. 5. 2021 odebrána nadzemní biomasa plevelů a výdrolu řepky. Biomasa byla roztržena podle druhu a zvážena. Byl hodnocen také počet rostlin jednotlivých plevelných druhů na ploše 1 m².

4.7 Statistické vyhodnocení dat

Získaná data byla statisticky vyhodnocena v počítačovém programu STATISTICA 12. Ke zpracování bylo využito analýzy rozptylu (jednofaktorová ANOVA) a Fisherova LSD testu ($\alpha = 0,05$).

5 Výsledky

Tabulka č. 6: Fenologické fáze (BBCH) plevelů a plodiny při provedených hodnoceních

| Plevel | Hustota (ks/m ²) | BBCH | |
|----------------|------------------------------|--------------|-------------|
| | | 25. 11. 2020 | 24. 3. 2021 |
| svízel přítula | 8-20 | 11 | 32 |
| řepka olejka | 40-80 | 12 | 16 |
| violka rolní | 10-20 | 12 | 17 |
| mák vlčí | 10-20 | 14 | 18 |
| plodina | 200-220 | 14 | 25 |

5.1 Hodnocení účinnosti na výdrol řepky

Při podzimním hodnocení vykázaly nejvyšší účinnost na výdrol řepky tank-mix kombinace Pontos (0,50 l/ha) + Fragma (0,10 l/ha) a Chocker (0,50 l/ha) + Fragma (0,075 l/ha). Tyto varianty dosáhly účinnosti téměř 92 %. Variantou s nejnižší účinností byla tank-mix kombinace Pontos (0,40 l/ha) + Stomp Aqua (1 l/ha), při níž byla zaznamenána účinnost pouze 33,3 %. Účinnost v jarním období byla 100 % u všech herbicidně ošetřených variant.

Tabulka č. 7: Účinnost herbicidních variant na výdrol řepky při dvou hodnoceních 25. 11. 2020 a 24. 3. 2021. Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$.

| Přípravek: | Účinnost (%) | |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| | 25. 11. 2020 | 24. 3. 2021 |
| Pontos (0,50) + Glean (0,01) | 90,0 ^d | 100,0 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,10) | 91,7 ^d | 100,0 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,075) | 86,7 ^{cd} | 100,0 ^a |
| Pontos (0,40) + Sekator OD (0,08) | 83,3 ^c | 100,0 ^a |
| Chocker (0,50) + Fragma (0,075) | 91,7 ^d | 100,0 ^a |
| Pontos (0,40) + Stomp Aqua (1,00) | 33,3 ^a | 100,0 ^a |
| Pontos (0,50) + Stomp Aqua (1,30) | 46,7 ^b | 100,0 ^a |

Data statisticky zpracována ANOVA Fisherovým LSD testem, statisticky významné rozdíly vyjádřeny písemným indexem.

5.1.1 Hmotnost nadzemní biomasy výdrolu řepky

Tabulka č. 8: Hmotnost nadzemní biomasy výdrolu řepky na testovaných variantách (odebráno 20. 5. 2021). Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$.

| Přípravek: | Hmotnost biomasy (g/ m ²) | Počet jedinců (ks/ m ²) |
|-----------------------------------|--|--|
| neošetřená kontrola | 242,4 ^b | 78 ^b |
| Pontos (0,50) + Glean (0,01) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,10) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,075) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,40) + Sekator OD (0,08) | 0 ^a | 0 ^a |
| Chocker (0,50) + Fragma (0,075) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,40) + Stomp Aqua (1,00) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,50) + Stomp Aqua (1,30) | 1,6 ^a | 2 ^a |

Data statisticky zpracována ANOVA Fisherovým LSD testem, statisticky významné rozdíly vyjádřeny písmenným indexem

Na neošetřené kontrole bylo v průměru 78 jedinců výdrolu řepky na ploše 1 m² s průměrnou hmotností nadzemní biomasy 242,4 g/m². Výdrol řepky byl dále zaznamenán pouze na jedné variantě, kde byla aplikována kombinace Pontos (0,50 l/ha) + Stomp Aqua (1,30 l/ha), kde se vyskytli dva jedinci na 1 m² s průměrnou hmotností 1,6 g. Mezi herbicidně ošetřenými variantami nejsou statisticky významné rozdíly ($p=0,462831$).

5.2 Hodnocení účinnosti na svízele přítulu

Při podzimním hodnocení dosáhla nejvyšší účinnosti tank-mix kombinace Pontos (0,40 l/ha) + Sekator OD (0,08 l/ha). Účinnost této varianty byla 90 %. Všechny testované herbicidní varianty dosáhly vysokých účinností (nad 83 %). Nejnižší účinnost byla v tomto termínu zaznamenána u tank-mix kombinace Pontos (0,40 l/ha) + Stomp Aqua (1 l/ha). Při jarním hodnocení byla účinnost všech herbicidních variant 100 %.

Tabulka č. 9: Účinnost herbicidních variant na svízele přítulu při dvou hodnoceních 25. 11. 2020 a 24. 3. 2021. Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$.

| Přípravek: | Účinnost (%) | |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| | 25. 11. 2020 | 24. 3. 2021 |
| Pontos (0,50) + Glean (0,01) | 85,0 ^{ab} | 100,0 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,10) | 86,7 ^{ab} | 100,0 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,075) | 86,7 ^{ab} | 100,0 ^a |
| Pontos (0,40) + Sekator OD (0,08) | 90,0 ^b | 100,0 ^a |
| Chocker (0,50) + Fragma (0,075) | 88,3 ^{ab} | 100,0 ^a |
| Pontos (0,40) + Stomp Aqua (1,00) | 83,3 ^a | 100,0 ^a |
| Pontos (0,50) + Stomp Aqua (1,30) | 88,3 ^{ab} | 100,0 ^a |

Data statisticky zpracována Fisherovým LSD testem, statisticky významné rozdíly vyjádřeny písemným indexem

5.2.1 Hmotnost nadzemní biomasy svízele přítuly

Tabulka č. 10: Hmotnost nadzemní biomasy svízele přítuly na testovaných variantách (odebráno 20. 5. 2021). Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$.

| Přípravek: | Hmotnost biomasy (g/ m ²) | Počet jedinců (ks/ m ²) |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| neošetřená kontrola | 207,6 ^b | 22 ^b |
| Pontos (0,50) + Glean (0,01) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,10) | 3,7 ^a | 2 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,075) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,40) + Sekator OD (0,08) | 2,8 ^a | 2 ^a |
| Chocker (0,50) + Fragma (0,075) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,40) + Stomp Aqua (1,00) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,50) + Stomp Aqua (1,30) | 2,7 ^a | 2 ^a |

Data statisticky zpracována Fisherovým LSD testem, statisticky významné rozdíly vyjádřeny písemným indexem

Na neošetřené kontrole se vyskytlo 22 jedinců svízele přituly s průměrnou hmotností nadzemní biomasy 207,6 g/m². Na třech dalších variantách se vyskytlo vždy po dvou jedincích svízele na ploše jeden 1 m². Byly to konkrétně varianty Pontos (0,50 l/ha) + Fragma (0,10 l/ha) s průměrnou váhou 3,7 g/m², Pontos (0,40 l/ha) + Sekator OD (0,08 l/ha) s průměrnou váhou 2,8 g/m² a na variantě Pontos (0,50 l/ha) + Stomp Aqua (1,30 l/ha) bylo v průměru 2,7 g/m² nadzemní biomasy svízele přituly. Mezi herbicidně ošetřenými variantami nejsou statisticky významné rozdíly (p=0,669711).

5.3 Hodnocení účinnosti na mák vlčí

Účinnost na mák vlčí byla u všech variant téměř 100 %, a to na podzim i na jaře. Na podzim bylo dosaženo plné účinnosti po ošetření tank-mix kombinací Pontos (0,50 l/ha) + Glean (0,01 kg/ha), Chocker (0,50 l/ha) + Fragma (0,075 l/ha) a Pontos (0,50 l/ha) + Stomp Aqua (1,30 l/ha).

Tabulka č. 11: Účinnost herbicidních variant na mák vlčí při dvou hodnoceních 25. 11. 2020 a 24. 3. 2021. Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$.

| Přípravek: | Účinnost (%) | |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| | 25. 11. 2020 | 24. 3. 2021 |
| Pontos (0,50) + Glean (0,01) | 100,0 ^a | 100,0 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,10) | 99,3 ^a | 100,0 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,075) | 98,3 ^a | 100,0 ^a |
| Pontos (0,40) + Sekator OD (0,08) | 99,3 ^a | 100,0 ^a |
| Chocker (0,50) + Fragma (0,075) | 100,0 ^a | 100,0 ^a |
| Pontos (0,40) + Stomp Aqua (1,00) | 98,3 ^a | 100,0 ^a |
| Pontos (0,50) + Stomp Aqua (1,30) | 100,0 ^a | 100,0 ^a |

Data statisticky zpracována Fisherovým LSD testem, statisticky významné rozdíly vyjádřeny písemným indexem

5.3.1 Hmotnost nadzemní biomasy máku vlčího

Tabulka č. 12: Hmotnost nadzemní biomasy máku vlčího na testovaných variantách (odebráno 20. 5. 2021). Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$.

| Přípravek: | Hmotnost biomasy (g/ m²) | Počet jedinců (ks/ m²) |
|-----------------------------------|--|--|
| neošetřená kontrola | 22,6 ^b | 3 ^b |
| Pontos (0,50) + Glean (0,01) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,10) | 8,3 ^{ab} | 1 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,075) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,40) + Sekator OD (0,08) | 0 ^a | 0 ^a |
| Chocker (0,50) + Fragma (0,075) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,40) + Stomp Aqua (1,00) | 0 ^a | 0 ^a |
| Pontos (0,50) + Stomp Aqua (1,30) | 0 ^a | 0 ^a |

Data statisticky zpracována Fisherovým LSD testem, statisticky významné rozdíly vyjádřeny písemným indexem

Na neošetřené kontrole se objevili pouze tři jedinci máku vlčího na ploše jednoho metru čtverečního s průměrnou hmotností nadzemní biomasy 22,6 g/m². Na variantě, kde byla aplikována herbicidní kombinace Pontos (0,50 l/ha) + Fragma (0,10 l/ha), se vyskytl jeden jedinec na ploše 1 m² s průměrnou hmotností 8,3 g/m². Na ostatních variantách nebyly nalezeny žádné rostliny máku vlčího. Mezi herbicidně ošetřenými variantami nejsou statisticky významné rozdíly ($p=0,488471$).

5.4 Hodnocení účinnosti na violku rolní

Při podzimním hodnocení vykazala nejvyšší účinnost tank-mix kombinace Pontos (0,50 l/ha) + Stomp Aqua (1,30 l/ha), při níž účinnost byla 91,7 %. Naopak nejmenší regulační efekt vykázal tank-mix kombinace Pontos (0,40 l/ha) + Sekator OD (0,08 l/ha), při němž účinnost byla pouze 71,7 %. Při jarním hodnocení dosáhly všechny testované kombinace 100 % účinnosti.

Tabulka č. 13: Účinnost herbicidních variant na violku rolní při dvou hodnoceních 25. 11. 2020 a 24. 3. 2021. Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$.

| Přípravek: | Účinnost (%) | |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------|
| | 25. 11. 2020 | 24. 3. 2021 |
| Pontos (0,50) + Glean (0,01) | 90,0 ^c | 100,0 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,10) | 81,7 ^b | 100,0 ^a |
| Pontos (0,50) + Fragma (0,075) | 81,7 ^b | 100,0 ^a |
| Pontos (0,40) + Sekator OD (0,08) | 71,7 ^a | 100,0 ^a |
| Chocker (0,50) + Fragma (0,075) | 83,3 ^b | 100,0 ^a |
| Pontos (0,40) + Stomp Aqua (1,00) | 83,3 ^b | 100,0 ^a |
| Pontos (0,50) + Stomp Aqua (1,30) | 91,7 ^c | 100,0 ^a |

Data statisticky zpracována Fisherovým LSD testem, statisticky významné rozdíly vyjádřeny písemným indexem

5.4.1 Hmotnost nadzemní biomasy violky rolní

Na neošetřené kontrole se vyskytovalo 34 jedinců na jeden metr čtvereční s celkovou hmotností nadzemní biomasy 80,7 g. Na herbicidně ošetřených variantách nebyl zaznamenán žádný jedinec violky rolní.

5.5 Fotografie jednotlivých variant

Pokus byl fotografován při podzimním hodnocení a poté na jaře při odběru nadzemní biomasy plevelů.

5.5.1 Varianta č. 1

Obrázek č. 2: *Neošetřená kontrola krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo)*



5.5.1 Varianta č. 2

Obrázek č. 3: *Pontos (0,5 l/ha) + Glean (0,01 kg/ha) krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo)*



5.5.2 Varianta č. 3

Obrázek č. 4: *Pontos (0,5 l/ha) + Fragma (0,1 l/ha) krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo)*



5.5.3 Varianta č. 4

Obrázek č. 5: *Pontos (0,5 l/ha) + Fragma (0,075 l/ha) krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo).*



5.5.4 Varianta č. 5

Obrázek č. 6: *Pontos (0,4 l/ha) + Sekator OD (0,08 l/ha)* krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo)



5.5.5 Varianta č. 6

Obrázek č. 7: *Chocker (0,5 l/ha) + Fragma (0,075 l/ha)* krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo)



5.5.6 Varianta č. 7

Obrázek č. 8: *Pontos (0,4 l/ha) + Stomp Aqua (1 l/ha) krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo)*



5.5.7 Varianta č. 8

Obrázek č. 9: *Pontos (0,5 l/ha) + Stomp Aqua (1,3 l/ha) krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo)*



6 Diskuze

Účinnost všech testovaných herbicidních variant na výdrol řepky v ozimé pšenici dosáhla 100 % při jarním hodnocení. Hlavním důvodem úplného odstranění výdrolu řepky z porostu pšenice byly příhodné povětrnostní podmínky, které podporovaly působení herbicidů. Jednalo se především o nadstandardní půdní vlhkost krátce po aplikaci v říjnu 2020 a silné mrazy v průběhu února roku 2021. V důsledku intenzivních srážek v průběhu října bylo rovněž posunuto setí pšenice až na konec října, což neumožnilo výdrolu řepky vytvořit dostatečně velké rostliny, které by byly odolné nepříznivým povětrnostním podmínkám během zimy. Například Cosser et al. (1997) tvrdí, že efektivním opatřením ke snížení výskytu plevelů může být v některých případech opožděný výsev ozimů, což se potvrdilo i v našem pokusu. Jursík et al. (2018) ale upozorňuje na to, aby nebyl výsev opožděn příliš, protože by mohlo dojít ke snížení výnosu pěstované obilniny.

Podle Beggse (2006), který se opírá o výsledky dlouhodobých pokusů, je zřejmé, že škodlivost výdrolu řepky olejky a její perzistence v půdě je velmi variabilní. Vliv výdrolu řepky na následné plodiny je závislý na podmínkách prostředí, tedy půdních podmínkách, zpracování půdy a povětrnostních podmínkách. Squire et al. (2003) odhaduje, že výdrol řepky je schopný se v agrofytocenózách držet stabilně se vzcházejícím počtem rostlin kolem 100 jedinců na m² po několik let. Adler et al. (1993) tvrdí, že díky vysokému stupni šlechtění moderních odrůd řepky, kdy začínají převládat hybridní odrůdy, ztrácí výdrol řepky schopnost adaptace na variabilní podmínky. I z toho důvodu je konečný negativní vliv výdrolu závislý na mnoha faktorech prostředí. Podle Jursíka et al. (2019) je konkurenční i reprodukční schopnost výdrolu řepky v porostech ozimých pšenic ovlivněna především termínem setí a povětrnostními podmínkami na podzim.

Bernardová (2020) tvrdí, že řepka olejka je velmi odolná vůči kolísání teplot, pokud však dojde v průběhu zimy k velmi nízkým teplotám či holomrazům, může dojít k vyzimování. To se koneckonců v našem pokusu potvrdilo a potvrzují to také pokusy Bečky (2007). Krato et al. (2012) rovněž s tímto tvrzením souhlasí a přidává, že pokud je výdrol řepky stresován herbicidem a poté následují nízké teploty, pak stresovaná rostlina snadněji odumírá. Teplotní podmínky v průběhu našeho pokusu byly oproti dlouhodobému průměru teplejší, s výjimkou února, který byl teplotně normální. V průběhu února byla však velmi studená epizoda, kdy teploty klesaly extrémně nízko ve spojení s nulovou sněhovou pokrývkou, která by výdrol řepky ochránila před nízkými teplotami. To bylo pravděpodobně hlavním důvodem vysoké účinnosti herbicidů a nízké konkurenční schopnosti výdrolu řepky na neošetřené kontrole.

Výdrol navíc musel čelit velmi suchému období na počátku zimy, kdy srážkové úhrny v listopadu a prosinci byly hluboko pod dlouhodobým normálem z let 1986-2010.

Výnos zrna pšenice v pokusu sledován nebyl, i proto, že rozdíly v účinnosti mezi herbicidně ošetřenými variantami pokusu byly minimální. V případě, že se výdrol řepky dokáže v porostu ozimé pšenice uplatnit může způsobit výrazné snížení jejího výnosu, což dokumentuje mnoho pokusů různých autorů. Například Krato & Petersen (2012) popsali konkurenční vztahy mezi výdrollem řepky a ozimou pšenicí v severním Německu a v jejich pokusech byl snížen výnos pšenice až o 70 %. Podle Yadava et al. (2013) může dojít ke snížení výnosu až o 80 %. Spáčilová (2016) navíc popisuje, že výdrol řepky má negativní vliv na vitalitu, kvalitu a tvorbu výnosotvorných prvků pšenice ozimé již v podzimním období.

Podle Bonda (1993) a Streit et al. (2003) je při použití herbicidu k regulaci výdrolu řepky důležité zvolit správnou účinnou látku a vhodně načasovat ošetření. Jursík et al. (2019) tvrdí, že podzimní termín herbicidního ošetření je z hlediska regulace výdrolu řepky vhodnější a efektivnější než jarní herbicidní regulace. Z výsledků pokusů Spáčilové (2016) vyplývá vynikající účinnost i jarních aplikací herbicidů na výdrol konvenční řepky, souhlasí však s Jursíkem et al. (2019), že podzimní aplikace herbicidů, které zajistí časně odstranění výdrolu, se pozitivně projeví na výnosu pšenice.

Pokud se blíže zaměříme na účinnost podzimního ošetření na výdrol řepky a jeho hodnocení před zimou, tak nejvyšší účinnost vykázaly varianty, které obsahovaly picolinafen (Pontos v dávce 0,5 l/ha) v tank-mix kombinaci s florsulamem (Fragma v dávce 0,1 l/ha), případně diflufenican (Chocker v dávce 0,5 l/ha) rovněž v tank-mix kombinaci s florsulamem (Fragma v dávce 0,75 l/ha). Tyto varianty dosáhly účinnosti téměř 92 % již při podzimním hodnocení. Naopak nejnižší účinnost na podzim vykazovala varianta se sníženou dávkou picolinafenu (Pontos v dávce 0,4 l/ha) v tank-mix kombinaci s pendimethalinem (Stomp Aqua v dávce 1 l/ha). Tato varianta dosáhla účinnosti pouze 33 %, kterou můžeme považovat za silně nedostatečnou a předpokládat z ní, že v případě příznivějších vláhových podmínek pro růst řepky by došlo na jaře k regeneraci řepky a možná také k vytvoření generativních orgánů. Přestože Zimdahl (2007) tvrdí, že pendimethalin vykazuje na výdrol řepky výborný účinek, je herbicid Stomp Aqua do řepky registrován. Lze tedy předpokládat, že jeho účinnost na výdrol řepky nemůže být vysoká.

7 Vyjádření k hypotézám

Hypotéza 1. Účinnou látku chlorsulfuron lze pro regulaci výdrolu řepky efektivně nahradit jinými inhibitory acetolaktát syntázy.

- Hypotéza potvrzena.
- Všechny zkoumané účinné látky vykázaly 100 % účinnost na výdrol řepky v ideálních podmínkách pro jejich působení.
- Všechny zkoumané herbicidní varianty poskytly vysokou účinnost na hodnocené plevele (svízel přitula, mák vlčí, violka rolní).

Hypotéza 2. Výdrol řepky se dokáže velmi dobře prosadit a reprodukovat v porostu ozimé pšenice.

- Hypotéza v tomto roce nepotvrzena.
- Je třeba mít data z více pokusných let s různými povětrnostními podmínkami a různým termínem setí pšenice ozimé.
- S ohledem na pozdní setí pšenice a silné mrazy v průběhu února nebyly rostliny řepky na jaře připraveny dostatečně efektivně konkurovat pšenici a nedošlo tedy k reprodukci řepky.

8 Závěr

Účinnost všech testovaných herbicidů na všechny sledované plevele byla při jarním hodnocení 100 %. Takto vysokou účinnost lze přičíst velmi intenzivním srážkám v průběhu podzimu, které vytvořily velmi příznivé podmínky pro účinnost půdních herbicidů, jež byly použity na všech testovaných variantách pokusu. Došlo také k výraznému poškození plevelů v průběhu zimy, kdy byly velmi nízké teploty. Rozdíly mezi variantami je tak možné pozorovat pouze na podzim, kdy bylo hodnocení provedeno tři týdny po aplikaci herbicidů. Z přiložených fotografií je zřejmé, že na přelomu jara a léta, tedy v období rozhodujícím pro tvorbu výnosu, není patrné žádné zaplevelení na ošetřených variantách. Není tedy ani vidět rozdíl a nelze tak jednoznačně posoudit efektivitu jednotlivých přípravků.

Pokus velmi dobře potvrzuje velkou závislost výsledků polních pokusů na průběhu počasí. Pro získání průkaznějších závěrů je velmi žádoucí provést stejný pokus ve víceleté řadě a následně podrobněji analyzovat získané výsledky.

9 Literatura

Abraham Z, Vach M, Hlisnikovský L. 2015. Vliv aplikace hnojiv na výnosy, jakost a ekonomiku pšenice ozimé. VÚZT, VÚRV. Praha.

Adler LS, Wilker K, Wyndham FS, Linder CR, Schmitt J. 1993. Potential for persistence of genes escaped from canola germination cues in crop, wild, and crop-wild hybrid *Brassica rapa*. *Functional Ecology*. 7:736-745.

Agromanuál. 2021. Katalog přípravků na ochranu rostlin. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky> (accessed December 2021).

Alesso M, Escudero LA, Talio MC, Fernández LP. 2016. Monitoring of chlorsulfuron in biological fluids and water samples by molecular fluorescence using rhodamine B as fluorophore. *Talanta* **160**:431-436.

Alpmann L. 2009. Řepka olejka – botanický základ. Pages 48-53 in Alpmann L, Baranyk P et al., editors. Řepka – plodina s budoucností. BASF spol. s.r.o., Praha.

Bajwa AA, Mahajan G, Chauhan BS. 2015. Nonconventional Weed Management Strategies for Modern Agriculture. *Weed Science* **63**:723-747.

Baranyk P. 2009. Podmínky pro úspěšnou produkci řepky olejky. Pages 40-45 in Alpmann L, Baranyk P et al., editors. 2009. Řepka – plodina s budoucností. BASF spol. s.r.o., Praha.

Baraszczyk Z, Baraszczyk T, Górczyński J. 1993. Wpływ okresowej suszy i zakwaszenia gleby na plony nasion rzepaku ozimego w zależności od dawki azotu. *Postępy Nauk Rolnicze* **6**: 15-23.

Bečka D, Vašák J, Zukalová H, Mikšík V. 2007. Řepka ozimá – pěstitelský rádce. Kurent s. r. o., ČZU, Praha.

Beggs GS, Hockaday S, McNicol JW, Askew M, Squire GR. 2006. Modelling the persistence of volunteer oilseed rape (*Brassica napus*). *Ecological Modelling* **198**:195-207.

Bernardová M. 2020. Řepka ozimá – složitost pěstování aneb „Řepka za politiky nemůže“. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/repka-ozima-slozitost-pestovani-aneb-repka-za-politiky-nemuze> (accessed March 2022).

Bond W. 1993. Evaluation of some post-emergence herbicides for the control of volunteer oilseed rape in vegetable crops. *Annual Applied Biology*. **35**:131-138.

Brant V, Kroulík M. 2018. Strip till současné technologické postupy a trendy vývoje. Available from <https://cpz.czu.cz/dl/61869?lang=cs> (accessed March 2022).

Cabanne F, Gaillardon P, Scalla R. 1984. Phytotoxicity and Metabolism of Chlortoluron in Two Wheat Varieties. *Pesticide Biochemistry and Physiology* **23**:212-220.

Capinera JL. 2005. Relationships between insect pests and weeds: an evolutionary perspective. *Weed science* **53** (6):892-901.

Cardina J. 1995. Biological Weed Management. *Handbook of Weed Management Systems*: 279-326.

Cirujeda A, Melander B, Rasmussen K, Rasmussen IA. 2003. Relationship between speed, soil movement into the cereal row and intra-row weed control efficacy by weed harrowing. *Weed Research* **43**:285—296.

Costanzo A, Baberi P. 2014. Functional agrobiodiversity and agroecosystem services in sustainable wheat production. *Agronomy for Sustainable Development* **34**:327-348.

Crews TE, Peoples MB. 2004. Legume versus Fertilizer Sources of Nitrogen: Ecological Tradeoffs and Human Needs Agriculture. *Ecosystems and Environment* **102**:279-297.

Cuimin Y, Beibei Z, Wenyuan L, Feng F, Yonggang Z, Hui D. 2011. Rapid determination of sixteen sulfonylurea herbicides in surface water by solid phase extraction cleanup and ultra-high-pressure liquid chromatography coupled with tandem mass spektrometry. *Journal of Chromatography B* **879**(30). Available from <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2011.09.028> (accessed January 2022).

Český statistický údaj. (ČSÚ). 2022. Available from: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM02C&pvo=ZEM02C> (accessed January 2022).

Faměra O. 1993. Základy pěstování ozimé pšenice. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze.

Frouz J, Frouzová J. 2021. *Aplikovaná Ekologie*. Karolinum Press, Praha.

Gertz A. 2009. Šlechtění řepky olejné. KWS Saat AG.

Grossmann K, Schiffe H. 1999. Protoporphyrinogen oxidase-inhibiting activity of the new, wheat-selective isoindoldione herbicide, cinidon-ethyl. *Pesticide Science* **55**:687-695.

Gruber S, Weber AE, Claupein W. 2014. Which soils are comfortable for oilseed rape seeds (*Brassica napus*) to survive? *Plant Soil Environment* **60**:280-284.

Gulden RH, Warwick SI, Thomas AG. 2008. The biology of Canadian weeds. 137. *Brassica napus L.* and *B. rapa L.* *Canadian Journal Plant Science* **88**:951-996.

- Haile TA, Shirdiffe SJ. 2014. Effect of harvest timing on dormancy induction in canola seeds. *Weed Science* **62**:548-554.
- Han L, Xu Y, Dong M, Qian Ch. 2007. Dissipation and Residues of Carfentrazone-ethyl in Wheat and Soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **79**:445-447.
- Havel J. 2020. Zakládání porostů máku a možnosti regulace plevelů. Oseva vývoj a výzkum.
- Heap I. 2007. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Herbicide Resistance Action Committee (HRAC), North American Herbicide Resistance Action Committee (NAHRAC), Weed Science Society of America (WSSA). Oregon, USA.
- Hiltbrunner J, Jeanneret P, Liedgens M, Stamp P, Streit B. 2007. Response of Weed Communities to Legume Living Mulches in Winter Wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science* **193(2)**:93-102.
- Honsová H. 2021. Setkání nad pokusy s řepkou. *Úroda* **69(8)**:55-56.
- Houba M, Hosnedl V. 2002. Osivo a sadba, praktické semenářství. Ing. Martin Sedláček, Praha.
- Huang SB, Gruber S, Claupein W. 2018. Timing and depth of post-harvest soil disturbance can reduce seedbank and volunteers of oilseed rape. *Soil Tillage* **175**:187-193.
- Hutchison JM, Shapiro R, Sweetser PB. 1984. Metabolism of Chlorsulfuron by Tolerant Broadleaves. *Biochemistry and physiology* **22**:243-247.
- Hwang SF, Ahmed HU, Zhou Q, Strelkov SE, Gossen BD, Peng G, Turnbull GD. Assessment of the impact of resistant and susceptible canola on *Plasmodiophora brassicae* inoculum potential. *Plant Pathology* **62**:945-952.
- Chhokar RS, Sharma RK, Sharma I. 2012. Weed management strategies in wheat-A review. *Journal of Wheat Research* **4(2)**.
- Jevič P. 2009. Nepotravinářské využití řepky olejně. Pages 10-22 in Alpmann L, Baranyk P et al., editors. Řepka – plodina s budoucností. BASF spol. s.r.o., Praha.
- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. Biologie a regulace plevelů. České Budějovice: Kurent s.r.o.
- Jursík M, Kolářová M, Soukup J. 2019. Competiton, reproduction ability, and control possibilities of conventional and Clearfield ® volunteer oilseed rape in winter wheat. *Crop Protection* **122**:30-34.

Jursík M, Soukup J. 2014. Nové způsoby regulace plevelů v ozimé řepce v ČR. Agromanual.cz. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/nove-zpusoby-regulace-plevelu-v-ozime-repce-v-cr> (accessed March 2022).

Jursík M, Soukup J. 2018. Efektivní regulace výdrolu ozimé řepky. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/efektivni-regulace-vydrolu-ozime-repky> (accessed August 2021).

Jursík M. 2018. Možnosti regulace výdrolu Clearfield řepky v obilninách. Úroda (66) **11**:20-22.

Jursík M, Andr J, Holec J, Soukup J. 2013. Současné možnosti a regulace plevelů v cukrovce a trendy do budoucna. Listy cukrovarnic a řepařské 129 (4):124130.

Kahramanoglu I, Uygur FN. The effects of reduced doses and application timing of metribuzin on redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 34(6):467-74.

Kasal P, Čepl J, Svobodová A, Čížek M. 2014. Metodika ochrany brambor proti plevelům se sníženými vstupy herbicidů. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod.

Klem K. 2002. Proti trávovitým plevelům v ozimé pšenici. Úroda (62)4:12-14.

Klír J, Kunzová E, Čermák P. 2008. Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Ministerstvo zemědělství.

Kocourek F, Havel J, Hovorka T, Jursík M, Kazda J, Kolařík P, Plachká E, Skuhrovec J, Seidenglanz M, Šafář J. 2018. Metodika integrované ochrany řepky vůči škodlivým organismům vyjma podzimních škůdců. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.

Koephe-Hill RM, Armel GR, Bradley KW, Bailey WA, Wilson HP, Hines TE. 2017. Evaluation of Flufenacet plus Metribuzin Mixtures for Control of Italian Ryegrass in Winter Wheat. Cambridge University Press.

Kolb LN, Gallandt ER. 2012. Weed Management in organic cereals: advances and opportunities. Organic Agriculture 2:23-42.

Konvalina P, Moudrý J. 2008. Pěstování pšenice seté v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Kopáčová O. 2007. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací.

Koprna R. 2021. Vliv přípravků na bázi cytokininů na vývoj odnoží a výnos pšenice. Úroda (69)3:26-27.

Krato C, Hartung K, Petersen J. 2012. Response of imidazolinone-tolerant and susceptible volunteer oil seed rape (*Brassica napus* L.) to ALS inhibitors and alternative herbicides. *Pest Manag. Science* **68**:1385-1392.

Krato C, Petersen J. 2012. Competitiveness and yield impact of volunteer oilseed rape (*Brassica napus*) in winter and spring wheat (*Triticum aestivum*). *Journal Plant Disease Protection* **119**:74-82.

Kůdela V, Ackermann P, Prášil IT, Rod J, Veverka K. 2013. Abiotikózy rostlin: poruchy, poškození a poranění. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha.

Ledgard SF, Steele KW. 1992. Biological Nitrogen Fixation in Mixed Legume/Grass pastures. *Plant Soil* **141**:137-153.

McCourt JA, Duggleby RG. 2006. Acetohydroxyacid synthase and its role in the biosynthetic pathway for branched-chain amino acids. *Amino Acids* **31**:173.

Mikulka J. 2014. Plevelle polních plodin. Profi Press, Praha.

Monzateri M, Zand E, Baghestani MA. 2005. Weeds and their Control in Wheat Fields of Iran, first ed. Agricultural Research and Education Organization Press, Tehran.

Moudrý J et al. 2007. Základní principy ekologického zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta.

Naylor REL. 2002. Weed Management Handbook. British Crop Protection Council. Blackwell Science, Oxford.

Nekhat AF, Dhaka AK, Singh B, Kumar A, Bhuker A. 2020. Influence of herbicides and their mixtures on growth, yield attributes productivity and economics of wheat. *Journal of Pharmacogenosy and Phytochemistry* **9(5)**:258-262.

Novotný P. 2015. Ozimé obilniny netrácejí na významu. *Zemědělec* **30**:16-17.

Pelikán M, Burešová I, Kučerová J, Petr J. 2008. Možnosti ovlivnění jakosti rostlinných produktů in *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský*. Praha.

Pelikán M. 2005. Stručná charakteristika a užití jednotlivých obilovin. *Potravinářská revue* **1**.

Petr J, Louda F. 1998. Produkce potravinářských surovin. Praha. VŠCHT.

Praczyk M, Wielgusz K, Stachowiak W, Niemczak M, Pernak J. 2020. Synthesis and efficacy of herbicidal ionic liquids with chlorsulfuron as the anion. *Open Chemistry* **18**:1282-1293.

Prugar J, Baranyk P, Bárta J, Bjelková M, Bradová J, Burešová I, Capouchová I, Cuhra P, Čepička J, Čepl J. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s., Praha.

Ray TB. 1982. The Mode of Action of Chlorsulfuron: A New Herbicide for Cereals. *Pestic Biochemistry and Physiology* **17**:10-17.

Rouchaud J, Gustin F, Van Himme M, Bulcke R, Benoit F, Maddens K. 1991. Metabolism of the herbicide diflufenican in the soil of field wheat crops. *J. Agric. Food Chemistry* **39** (5):968-976.

Růžek P., Kusá H., Vavera R. 2017. Efektivnost regeneračního hnojení řepky ozimé dusíkem. Sborník z konference „Prosperující olejniny“ 5-7. 12. 2017.

Satorre EH, Slafer GA. 1999. *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination*. Food Products Press. New York.

Smutný V, Vrtílek P, Dryšlová T, Neudert L. 2017. Různé technologie zpracování půdy a jejich vliv na výnos a ekonomiku pěstování ozimé pšenice v suché oblasti. Pestovatelské technologie a ich význam pre prax: Zborník z 8. medzinárodnej vedeckej konferencie: 12-16. VÚRV.

Soltani N, Shropshire CH, Sikkema PH. 2015. Pendimethalin residues from Weed Management in Dry Bean Can cause injury in Autumn Seeded winter wheat. *Agricultural Sciences* **6**(1):4. Available from https://www.scirp.org/html/14-3000994_53498.htm (accessed February 2022).

Spáčilová V. 2016. Možnosti regulace výdrolu herbicidně (imidazolinone) tolerantní řepky v porostech pšenici ozimé. *Obilnářské listy* **3**:59-64.

Squire GR, Beff GS, Askew M. 2003. The potential for oilseed rape volunteer (volunteer) weeds to cause impurities in later oilseed rape crops. Final report of the DEFRA project: Consequences for Agriculture of the Introduction of Genetically Modified Crops.

Streit B, Rieger SB, Stamp P, Richner W. 2003. Weed populations in winter wheat as affected by crop sequence, intensity of tillage and time of herbicide application in a cool humid climate. *Weed Res.* **43**:20-32.

Špaldon E. 1986. *Rostlinná výroba*. Státní zemědělské nakladatelství Praha.

Špunar J. 2001. Ozimý ječmen a jeho perspektiva. *Úroda*. Available from <https://uroda.cz/ozimy-jecmen-a-jeho-perspektiva/> (accessed January 2022).

Štranc P, Vašák J, Štranc D, Seitz J. 2003. Netradiční způsoby ochrany ozimé řepky proti slimáčkům a plzákům. Sborník „Řepka, Mák, Hořčice“. ČZU v Praze.

- Tomlin C. 2003. The Pesticide Manual **13th**. British Crop Protection Council.
- ultra-high-pressure liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry.
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi press s.r.o., Praha.
- Vašák J. 2021. Chyby při pěstování ozimé řepky. Úroda (69)**1**:37-38.
- Walkowski T. 2011. Biologický pokrok v produkci řepky. Sborník z konference „Prosperující olejniny“ 8-9. 12. 2011.
- Weber EA, Gruber S, Claupein W. 2014. Emergence and performance of volunteer oilseed rape (*Brassica napus*) in different crops. European Journal of Agronomy **147**:32-39.
- West JS, Townsend JA, Stevens M, Fitt BDL. 2012. Comparative biology of different plant pathogens to estimate effects of climate change on crop diseases in Europe. European Journal of Plant Pathology **133**:315-331.
- Winkler J, Děkanovský I. 2021. Vegetace plevelů – pohled do minulosti. Úroda (69)**9**:12-16. Ústav biologie rostlin, Mendelova univerzita v Brně. Fakultní nemocnice Brno.
- Yadav L, Sharma J, Singh AK, Kumar R, Meena RN, Choudhary HR et al. Efficacy of 2,4-D herbicide application on growth, yield and spike deformities in late sown wheat varieties in Eastern Uttar Pradesh. Madras Agric Journal 100 (**1-3**):135-138.
- Zimdahl RL. 2007. Fundamentals of weed science. Elsevier, Colorado.
- Zimolka J, Edler S, Hřivna L, Jánský J, Kraus P, Mareček J, Novotný F, Richter R, Říha K, Tichý F. 2005. Pšenice, pěstování, hodnocení a užití zrna. Profi Press. Praha.
- Zukalová H, Bečka D, Šimka J, Vašák J. 2011. Pohled na kvalitu ozimé řepky v první dekádě 21. století. Sborník konference Prosperující olejniny. ČZU v Praze.

10 Samostatné přílohy

10.1 Seznam tabulek, grafů a obrázků

| | |
|--|----|
| Tabulka č. 1: Vývoj osevních ploch obilovin v České republice v ha (ČSÚ 2022). | 10 |
| Tabulka č. 2: Průměrný odběr živin v kilogramech na 1 tunu výnosu plodiny (Klír et al. 2008). 15 | |
| Tabulka č. 3: Průměrný odběr živin v kilogramech na 1 tunu výnosu plodiny (Klír et al. 2008). 27 | |
| Obrázek č. 1: Výdrol řepky v porostu brambor (Kasal et al. 2014)..... | 32 |
| Graf č. 1: Průměrná teplota od října 2020 do července 2021 v porovnání s dlouhodobým normálem let 1981-2010. | 35 |
| Graf č. 2: Úhrn srážek od října 2020 do července 2021 v porovnání s dlouhodobým normálem let 1981-2010. | 35 |
| Tabulka č. 4: Biometrické schéma pokusu | 37 |
| Tabulka č. 5: Popis testovaných variant | 37 |
| Tabulka č. 6: Fenologické fáze (BBCH) plevelů a plodiny při provedených hodnoceních 39 | |
| Tabulka č. 7: Účinnost herbicidních variant na výdrol řepky při dvou hodnoceních 25. 11. 2020 a 24. 3. 2021. Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$ | 39 |
| Tabulka č. 8: Hmotnost nadzemní biomasy výdrolu řepky na testovaných variantách (odebráno 20. 5. 2021). Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$ | 40 |
| Tabulka č. 9: Účinnost herbicidních variant na svízel přítulu při dvou hodnoceních 25. 11. 2020 a 24. 3. 2021. Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$ | 41 |
| Tabulka č. 10: Hmotnost nadzemní biomasy svízele přítuly na testovaných variantách (odebráno 20. 5. 2021). Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$ | 41 |
| Tabulka č. 11: Účinnost herbicidních variant na mák vlčí při dvou hodnoceních 25. 11. 2020 a 24. 3. 2021. Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$ | 42 |
| Tabulka č. 12: Hmotnost nadzemní biomasy máku vlčího na testovaných variantách (odebráno 20. 5. 2021). Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$ | 43 |
| Tabulka č. 13: Účinnost herbicidních variant na violku rolní při dvou hodnoceních 25. 11. 2020 a 24. 3. 2021. Statisticky zpracováno ANOVA pro $\alpha = 0,05$ | 44 |
| Obrázek č. 2: Neošetřená kontrola krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo) .. | 45 |
| Obrázek č. 3: Pontos (0,5 l/ha) + Glean (0,01 kg/ha) krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo) | 45 |
| Obrázek č. 4: Pontos (0,5 l/ha) + Fragma (0,1 l/ha) krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo) | 46 |
| Obrázek č. 5: Pontos (0,5 l/ha) + Fragma (0,075 l/ha) krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo)..... | 46 |

Obrázek č. 6: Pontos (0,4 l/ha) + Sekator OD (0,08 l/ha) krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo) 47

Obrázek č. 7: Chocker (0,5 l/ha) + Fragma (0,075 l/ha) krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo) 47

Obrázek č. 8: Pontos (0,4 l/ha) + Stomp Aqua (1 l/ha) krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo) 48

Obrázek č. 9: Pontos (0,5 l/ha) + Stomp Aqua (1,3 l/ha) krátce po aplikaci (vlevo) a 20. 5. 2021 (vpravo) 48