

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Využití plecíh bran v konvenčním a ekologickém
zemědělství**

Bakalářská práce

Autor práce: Vít Viduna

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Využití plecích bran v konvenčním a ekologickém zemědělství" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____ 28.4. 2024 _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce doc. Ing. Václavu Brantovi, Ph.D. a dalším zaměstnancům Katedry agroekologie a rostlinné produkce za pomoc a rady použité k zhotovení této bakalářské práce. Nadále děkuji panu Ing. Vítězslavu Krčkovi, Ph.D., za poskytnuté pozemky a umožnění vykonání pokusů souvisejících s mojí bakalářskou prací.

Využití plecích bran v konvenčním a ekologickém zemědělství

Souhrn:

Mechanická regulace zaplevelení je v režimu ekologického zemědělství zásadním krokem k regulaci početnosti a druhové rozmanitosti plevelů. Jedním z nejpřínosnějších způsobů mechanické regulace plevelů. Systém spočívá ve vláčení porostů, zejména obilnin, kdy dochází ke kontaktu jednotlivých prutů těchto bran s povrchem půdy, kde se nacházejí kromě náměstovaných plodin i plevelné rostliny, které jsou tímto systémem vytrhávány, vynášeny na povrch půdy a tím i likvidovány.

Cílem této práce je porovnat efektivnost zásahu různých intenzit použití plecích bran s ohledem na regulaci samotného zaplevelení a ovlivnění výnosu pšenice ozimé. Samotná experimentální činnost je postavena na pokusu užití plecích bran v porostu pšenice ozimé, kdy tento pokus čítá 4 základní varianty pokusu. První pokusnou variantou je užití jedné aplikace plecích bran a to konkrétně 23. 3. 2023, kdy je porost následně ponechán bez další regulace. Druhá pokusná varianta je regulována plecími branami rovněž 23. 3. 2023 ovšem s aplikací kolmo na předchozí jízdu. Tento systém byl na této variantě opakován 27. 4. 2023. Třetí varianta slouží jako kontrolní varianta, která je ponechána bez aplikace herbicidů i samotných bran. Poslední variantou je herbicidní ošetření porostu pšenice ozimé, které slouží pro celkové porovnání jednotlivých technologií. V průběhu samotného pokusu došlo 18. 3. 2023 ke vstupnímu hodnocení druhového spektra plevelných druhů a jejich početnosti, které probíhalo za pomoci čtvrtmetrových kontrolních čtverců, které byly rozmístěny šikmo v průběhu každého pokusného pásu v počtu čtyř vzorkovacích čtverců na každou variantu pro dosažení co nejužšího spektra plevelných druhů. 15. 8. 2024 došlo stejným způsobem k odběru hodnot rostlinné biomasy ozimé pšenice, kdy byly hodnoceny parametry počtu plodných i sterilních odnoží, jednotlivé délky rostlin a počty celkových a plodných zrn. Finální výsledky nám poskytují reálný výnos zrna v (t/ha), který činil na variantě jednou ošetřené celkově 3,7 t/ha, na variantě s opakovanou aplikací bran činí 2,92 t/ha, varianta kontrolní přináší hodnotu 3,6 t/ha a nakonec herbicidní ošetření činí 5,2 t/ha. Dále byly hodnoceny parametry samotného zrna, kdy byla hodnocena sušina, dusíkaté látky, lepek, zelený test a obsah škrobu. Tento pokus následně ukazuje, že přínos vláčení za pomoci plecích bran přináší svůj efekt z hlediska regulace zaplevelení, ovšem při příliš intenzivní aplikaci bran dochází k poškození pšenice seté, která následně přináší nižší výnosy.

Klíčová slova: plevele, mechanická regulace, kypření půdy, plecí brány

The use of tine harrows in conventional and organic farming

Summary

Mechanical control of weed infestation is an essential step in the organic farming regime to control weed abundance and species diversity. One of the most beneficial mechanisms of mechanical weed control is. This system consists in dragging crops, especially cereal crops, where the individual bars of these harrows come into contact with the soil surface, where, in addition to the crops we grow, there are also weedy plants which are pulled out by this system, brought to the surface of the soil and thus eliminated.

The aim of this work is to compare the effectiveness of different intensities of weeding gates with regard to the control of weed infestation itself and the effect on winter wheat yield. The experimental work itself is based on an experiment of the use of weeding gates in a winter wheat crop, where this experiment consists of 4 basic experimental variants. The first experimental variant is the use of one application of weeding gates, namely on 23 March 2023, when the crop is subsequently left without further control. The second experimental variant is regulated by shoulder harrows also on 23.3.2023 but with application perpendicular to the previous run, when the application of harrows is repeated subsequently on 27.4.2023 using the same system and then left without further regulation. The third variant serves as a control variant, which is left without herbicide application and the gates themselves. The last variant is the herbicide treatment of the winter wheat crop, which serves for an overall comparison of the different technologies. During the trial itself, an initial assessment of weed species spectrum and abundance occurred on 18 March 2023 using quarter metre control squares that were placed diagonally across each trial strip at a rate of four sample squares per variant to achieve the most reliable weed species values. On 15 August 2024, winter wheat plant biomass values were collected in the same manner, assessing parameters such as number of fertile and sterile tillers, individual plant lengths, and numbers of total and fertile grains. The final results provide us with a real grain yield in (t/ha), which was 3.7 t/ha on the variant treated once, 2.92 t/ha on the variant with repeated harrow applications, the control variant yields a value of 3.6 t/ha and finally the herbicide treatment is 5.2 t/ha. Furthermore, the parameters of the grain itself were evaluated for dry matter, nitrogenous matter, gluten, greeny test and starch content. This experiment subsequently shows that the benefit of dragging using shoulder harrows has an effect in terms of controlling lodging, however, when harrows are applied too intensively, the sown wheat is damaged and subsequently yields less.

Keywords Weeds, mechanical control, soil loosening, tine harrows

Obsah

1 Úvod	- 8 -
2 Cíl práce	- 9 -
3 Literární rešerše	- 10 -
3.1 Pšenice setá	- 10 -
3.1.1 Původ	- 10 -
3.1.2 Biologické vlastnosti	- 11 -
3.1.3 Význam a produkce.....	- 12 -
3.1.3.1 Produkce v ekologickém zemědělství	- 13 -
3.1.3.2 Produkce v konvenčním zemědělství.....	- 14 -
3.1.4 Řazení pšenice v osevním postupu	- 15 -
3.1.5 Choroby a škůdci pšenice ozimé	- 15 -
3.1.5.1 Choroby	- 15 -
3.1.5.2 Škůdci pšenice ozimé	- 16 -
3.1.5.3 Abiotické vlivy	- 17 -
3.2 Plevelé pšenice ozimé	- 17 -
3.2.1 Významné plevelé v ekologickém a konvenčním zemědělství	- 18 -
3.2.2 Plevelé jednoleté	- 19 -
3.2.3 Plevelé dvou a víceleté	- 21 -
3.2.4 Plevelé vytrvalé	- 23 -
3.2.5 Vliv technologie pěstování na výskyt plevelů	- 25 -
3.2.5.1 Celoplošné zpracování půdy s obracením.....	- 26 -
3.2.5.2 Celoplošné zpracování půdy bez obracení.....	- 26 -
3.2.5.3 Redukované zpracování půdy	- 26 -
3.2.6 Nepřímé metody regulace plevelů	- 27 -
3.2.6.1 Výběr odrůd	- 27 -
3.2.6.2 Osevní postup.....	- 27 -
3.2.6.3 Meziplodiny.....	- 27 -
3.2.6.4 Agrotechnika	- 28 -
3.2.7 Přímé metody regulace plevelů	- 28 -
3.2.7.1 Fyzikální metody.....	- 28 -
3.2.7.2 Chemické metody.....	- 28 -
3.2.7.3 Biologické metody	- 29 -
3.3 Mechanické metody regulace	- 29 -

3.3.1	Vláčení.....	- 30 -
3.3.1.1	Typy bran + efekt.....	- 30 -
3.3.1.2	Reakce plevelů na vláčení	- 33 -
3.3.1.3	Vliv vláčení v ekologickém a konvenčním zemědělství.....	- 33 -
3.3.2	Plečkování	- 34 -
3.3.2.1	Typy pleček + efekt.....	- 34 -
3.3.2.2	Reakce plevelů na plečkování	- 36 -
3.3.2.3	Vliv plečkování v ekologickém a konvenčním zemědělství.....	- 37 -
4	Metodika	- 38 -
4.1	Popis stanoviště	- 38 -
4.2	Popis samotného pokusu.....	- 38 -
4.3	Specifikace variant	- 38 -
4.4	Agrotechnika.....	- 39 -
5	Výsledky	- 41 -
5.1	Odběr rostlinné biomasy plevelů a výpočet hodnot odnoží pšenice ozimé-	41 -
5.2	Plevelné spektrum jednotlivých pokusných variant.....	- 42 -
5.3	Vyhodnocení základních parametrů při sklizni pšenice ozimé a rozdílnost jednotlivých variant pokusu	- 43 -
5.4	Kvalitativní parametry zrna	- 45 -
6	Diskuze	- 46 -
7	Závěr	- 48 -
8	Literatura.....	- 50 -

1 Úvod

Pšenice ozimá patří celosvětově mezi jednu z nejpěstovanějších plodin, konkrétně v České republice tvoří nejvyšší zastoupení osevních ploch a je tedy stěžejní plodinou. Stejně jako ostatní plodiny musí být pšenice ozimá chráněna proti celé řadě chorob, škůdců ale i plevelů. V režimu ekologického ale i konvenčního typu hospodaření způsobují různé druhy plevelů nejvyšší ztráty na výnosech, a proto patří jako hlavní do hledáčku ochrany rostlin.

K regulaci samotných plevelů může docházet různými způsoby, mezi které dnes nejčastěji patří chemické metody regulace, které ovšem mohou často zanechávat rezidua, která následně negativně ovlivňují další pěstované plodiny v osevním sledu.

Právě z tohoto důvodu mají patřičný význam další metody regulace plevelů, jako například mechanické metody regulace plevelů. Tato metoda regulace je oproti chemickým regulacím náročnější na samotnou aplikaci, a právě z tohoto důvodu je tato práce zaměřena na ověření mechanických metod regulace plevelů.

Tato bakalářská práce se zabývá užitím plecích bran v systému konvenčního a ekologického zemědělství, kdy dochází k porovnání technologií užití mechanické regulace zaplevelení pomocí plecích bran v porovnání s herbicidním ošetřením.

2 Cíl práce

Cílem práce je vypracování literární rešerše popisující problematiku mechanických způsobů regulace plevelů v porostech obilnin a vliv těchto postupů na výnos zrna pomocí polního experimentu stanovit vliv mechanické regulace v porostech ozimé pšenice na výnos zrna ve srovnání s chemickou regulací plevelů.

V rámci hlavního cíle jsou stanoveny dva dílčí cíle práce:

1. Zpracování literární rešerše popisující problematiku mechanických způsobů regulace plevelů v porostech obilnin a vliv těchto postupů na výnos zrna.
2. Stanovit vliv mechanické regulace v porostech ozimé pšenice na výnos zrna ve srovnání s chemickou regulací plevelů.

Druhý dílčí cíl vychází z následující hypotézy:
H1: Regulace plevelů v ozimé pšenici plecími branami vede ve srovnání s chemickou metodou k redukci výnosu zrna a zvýšenému výskytu plevelů.

3 Literární rešerše

3.1 Pšenice setá

Jednou z hlavních a světově nejpěstovanějších plodin je pšenice setá (*Triticum aestivum* L.). Patří mezi nejvyužívanější zástupce rodu *Triticum* na světě a slouží především pro lidskou obživu. V lidské stravě představuje přibližně 20 % celkových kalorií denního příjmu. Vzhledem k intenzivnímu růstu populace dochází ke zvyšování produkce vlivem pokročilého šlechtění rostlin (Liu et al. 2022).

3.1.1 Původ

Pěstování pšenice seté spadá až do období neolitu, přibližně před 10 000 lety. V této době vznikají i počátky samotného zemědělství, kdy se z původních lovců a sběračů začínají stávat první pěstitelé. Uvádí se, že rod *Triticum* čítá dle ploidy pouze 6 konkrétních druhů: pšenice jednozrnka *Triticum monococcum* L. (genom AA), *Triticum uratu* (genom AA), *Triticum turgidum* L. (genom AABB), *Triticum timopheevii* L. (genom AAGG), *Triticum aestivum* L. (genom AABBDD) a *Triticum zhukovskiyi* L. (genom AAAAGG). Těchto 6 druhů můžeme následně členit do 3 skupin dle ploidy. Skupina monococum (diploidní druhy – *T. monococcum*, *T. uratu*), skupina dicocum (tetraploidní druhy – *T. turgidum*, *T. timopheevii*) a skupina triticum (hexaploidní druhy – *T. zhukovskiyi*, *T. aestivum*). Všechny tyto druhy pocházejí z Blízkého východu, konkrétně z oblasti tzv. Úrodného půlměsíce, který zahrnuje východní středomoří, jihovýchodní Turecko, severní Irák, západní Írán a oblast Zakavkazska. Druh *Triticum aestivum* vzniká přirozenou hybridizací (tabulka 1) a předpokládá se, že vzniká z *Triticum turgidum* (AABB) a divokého druhu *Aegilops tauschii* (DD) (Matsuoka et al. 2020).

Peng et al. (2011) sdělují fakt, že pšenice obecná se nikdy nevyskytuje v divoké formě čili je nasnadě vznik hybridizací konkrétních druhů při migraci člověka. Z oblasti Úrodného půlměsíce se původní druh *Triticum turgidum* přemísťuje směrem do Evropy, kde dochází k volné hybridizaci s *Aegilops tauschii*. V průběhu vývoje pšenice obecné dochází vlivem postupné domestikace ke snižování genetické rozmanitosti v porovnání s jejich původními druhy, což má pozitivní vliv na pěstování původními obyvateli Tabulka 1.

Tab. 1: Přehled evoluce *T. aestivum* a *T. turgidum* (Peng et al. 2011).

T. Turgidum (AABB)		T. aestivum (AABBDD)
divoká pšenice emmer (poddruh dvouzrnka)		
↓		
domestikace		
domestikovaná pšenice emmer (poddruh dvouzrnka)	+ Ae tauschii →	poddruh pš. špalda
↓ diverzifikace		↑ + pšenice emmer
poddruh pš. Tvrdá poddruh pš. Naduřelá poddruh pš. Polská poddruh pš. Turská	+Ae tauschii →	poddruh pš. Setá podruh pš. Shloučená poddruh pš. Sphaerococcum
poddruh paleocolchicum	+pšenice emmer →	↓ + pšenice emmer
poddruh carthlicum	+ pšenice emmer ←	poddruh pš. Macha

Dle Haase et al. (2018) se jedná o řadu fenotypových vlastností, mezi domestikovanými a planě rostoucími rostlinami, které se odrážejí na genetické úrovni. Kupříkladu se jedná o sníženou dormanci semen, snadný výmlat zrno, neodlupující se klásky nebo změnu doby kvetení rostlin, která usnadňuje lidský sběr a konzumaci.

3.1.2 Biologické vlastnosti

Pšenice ozimá je rostlina patřící do čeledi Lipnicovitých. Jedná se o jednoletou přezimující trsnatou obilninu, stéblo má duté, tenkostěnné, které je utvářeno obvykle čtyřmi až pěti články, které jsou oddělené kolénky. Listy jsou ploché, bez řapíků, listová žilnatina souběžná a na pomezí listové pochvy a čepele se nachází drobný vroubkovaný jazýček. Ouška objímají částečně stonek a bývají drobně ochmýřena. Květenstvím pšenice je víceřadý klas, zpravidla čtyřhranný s vícekvěťmi klásky. Plodem jsou obilky. Je většinou pěstována od suchých oblastí s nízkým úhrnem až po oblasti s mírným klimatem a vysokým úhrnem srážek. Optimálními teplotami pro klíčení obilek jsou již 4 °C, přičemž za vhodné teploty pro ostatní vývojové fáze se uvádí teplota okolo 20°C. Optimální půdy pro pěstování pšenice ozimé tvoří hlubší hlinité půdy, s ideální průměrnou roční teplotou 9 °C a průměrným ročním úhrnem srážek 500-550 mm. Vhodná hodnota pH pro běžný růst činí okolo 6,1 pH (Acevedo et al. 2002).

Dle Šrámkové et al. (2009) bývá pšeničné zrna typicky oválného tvaru s délkou 5 až 9 mm a hmotností přibližně 35 až 50 mg. Z hlediska obsahových látek samotného zrna stanovujeme obsah bílkovin, škrobů, tuků, vitaminů a dalších látek. Bílkoviny považujeme za jednu z nejdůležitějších živin zásadních pro výživu lidí i zvířat. Jejich obsah v zrně tvoří zhruba 10-18 % celkové sušiny a rozdělujeme je na albuminy, globuliny, gliandiny a gluteniny. Energie v obilných zrnech je uchovávána pomocí škrobu, kterého se zde nachází přibližně 60-70 % celkové hmotnosti sušiny. Škrob je ve své podstatě polymerem glukózy, který se dělí na dva polymery, konkrétně na amylozu a amylopektin. Lipidů se v obilovinách vyskytuje jen velmi málo, ale mají významný vliv na strukturu potravin. Nejvyšší obsah lipidů se vyskytuje v semenném zárodku, kde jsou zastoupeny z 11 %. Vitamíny můžeme definovat jako velmi rozmanitou skupinu esenciálních organických látek. Mezi příklady vitaminů, které se nacházejí v pšeničných zrnech můžeme uvést vitamin A, B6, B12, C, D, E.

3.1.3 Význam a produkce

Pšenice ozimá patří k nejvýznamnějším plodinám světa a tvoří důležitou složku jídelníčku většiny světové populace. V posledních 2 tisíciletích došlo k výraznému zdokonalení zpracování pšeničného zrna, jak z hlediska kvalitnějšího mletí mouky, tak i důkladnějšího oddělení mouky od plev. Tato zdokonalení přispívají k nárůstu užívání pšeničné mouky v lidské výživě. Dalším z důvodů útlumu tmavé žitné mouky nad bílou pšeničnou moukou je zvýšená poptávka po bílém pšeničném chlebu. Výrazným milníkem pro růst ploch pšenice ozimé je 20. století, konkrétně období po 2. sv. válce, při snaze uspokojit tehdejší požadavky trhu. V současné době tvoří plochy pšenice ozimé podstatnou část osévaných ploch a tomu odpovídají i zpracovatelské průmysly, které dnes vlastní již více než 30 států světa (Igrejas et al. 2020).

Dle Palíka a kol. (2009) se produkce pšenice ozimé dnes rozděluje na dva hlavní směry pěstování. Pro krmné a pekařské účely. Pro určení kvalitativních parametrů pšeničného zrna musíme podstoupit řadu kvalitativních zkoušek. Mezi hlavní zkoumané parametry pro stanovení jakostních tříd pšenice patří například:

Objemová hmotnost zrna (kg/hl) – tento parametr nám udává poměr mezi hmotností testovaného vzorku a jeho měřeným objemem

Vlhkost (%) – stanoví se jako úbytek hmotnosti testovaného vzorku po sušení za stanovených podmínek

Obsah dusíkatých látek (%) – jedná se o zásadní parametr pro pekárenský průmysl, kdy obsah N – látek přímo souvisí s obsahem lepkových bílkovin, které ovlivňují objem pečiva a jeho fyzikální a chemické vlastnosti

Sedimentační index - Zeleného test (ml) – používá se jako nepřímý ukazatel, který dokáže určit obsah a kvalitu pšeničných bílkovin

Číslo poklesu (s) – nám objasňuje aktivitu amylolytických enzymů v pšeničném zrně

Dle Prugara a kol. (2008) dochází dlouhodobě ke šlechtění pšenice s cílem zlepšit její odolnost vůči abiotickým a biotickým stresům, zvýšit výnosový potenciál a optimalizovat kvalitu zrna. Optimalizací kvality rozumíme kvalitu pekařské pšenice, kde dlouhodobě rozlišujeme odrůdy pšenice do následujících kategorií:

E – elitní pšenice – obecně nejlepší ve všech znacích – užívají se většinou v množitelských porostech

A – kvalitní pšenice – vyhovující ve všech znacích

B – chlebové pšenice – v aridnějších oblastech dochází často k nesplnění potravinářských parametrů

Ck - keksové pšenice

C – odrůdy nevhodné k potravinářským účelům.

Podíl pšeníc kategorie E, A, B a Ck tvoří přibližně 50 % celkově pěstovaných odrůd, z toho zhruba 6 % připadá na produkci osiv. Pšenice kategorie C, neboli pro krmné účely, tvoří zhruba 50% celkové produkce (Prugar a kol. 2008).

Pazdera a kol. (2018) uvádějí, že můžeme pšenici ozimou dělit podrobněji z hlediska potravinářského využití, na pekárenskou a pečivářskou Tabulka 2.

Tab. 2: Jakostní hodnocení potravinářské pšenice (Pazdera a kol. 2018).

ukazatel jakosti	Pšenice Pekárenská	Pšenice pečivářská
vlhkost %	nejvýše 14,0	nejvýše 14,0
objemová hmotnost v kg/hl	nejméně 76,0	nejméně 76,0
obsah N-látek v sušině %	nejméně 11,5	nejvýše 11,5
sedimentační index - Zelenyho test v ml	nejméně 30	nejvýše 25
číslo poklesu v s	nejméně 220	nejméně 220

3.1.3.1 Produkce v ekologickém zemědělství

Pšenice ozimá v osevních postupech velmi dobře reaguje na zlepšující plodiny, mezi kterými se osvědčují např. luskoviny a okopaniny. Z padesátiletého testování vyplývá, že při rotaci pšenice ozimé a případné luskoviny či okopaniny dochází k nárůstu výnosu z 3,6 na 4,2 t/ha i bez použití statkových nebo průmyslových hnojiv (Hejzman & Kunzová 2010).

Pěstování pšenice ozimé a ostatních plodin na území České republiky v režimu ekologického zemědělství stojí jednoznačně za zmínku. Koncem roku 2021 bylo v ČR evidováno 4794 farem hospodařících v režimu ekologického zemědělství. Tento počet farem hospodařil celkově na 558 124 ha, což představuje zhruba 15,7 % celkové výměry zemědělského půdního fondu. Česká republika se nyní řadí mezi 20 států světa s největším

zastoupením ploch vedených v tomto režimu zemědělství. Důležité je ale zmínit, že cca 80 % z výměry EZ v ČR tvoří trvalé travní porosty. Produkci a výnosy plodin na orné půdě nám dokládá Tabulka 3 (Ročenka EZ, 2021).

Tab. 3: Struktura, produkce a výnos plodin v rámci orné půdy na ekofarmách v roce 2021 (Ročenka EZ, 2021).

plodiny	počet ekofarem	období konverze	ekologický režim (ha)	celkem (ha)	ekologická produkce (t)	ekologické výnosy (t/ha)
OP celkem	1966	15444,57	83544,11	98988,68	276046,28	3,30
obilniny na zrno (včetně osiva) celkem	867	5207,57	37061,23	4226,8	112346,59	3,03
z toho: pšenice obecná	425	1963,16	9755,75	11418,19	30135,83	3,19

3.1.3.2 Produkce v konvenčním zemědělství

Produkce pšenice ozimé v konvenčním zemědělství je pochopitelně v mnohem větším měřítku než v režimu EZ. K roku 2021 dosahuje pšenice ozimá v konvenčním zemědělství nárůstu pěstovaných ploch na 53 % zastoupení v OP a přesahuje tak svojí běžnou hodnotu 50 %. Je pěstována na ploše 709,5 tis. ha a sklizena v celkovém množství 4 589,9 tis. tun (tj. 92,5 % celkové výroby pšenice). Zbýlých 7,5 % tvoří pšenice jarní. Na zvýšení výroby pšenice v roce 2021 se podílí především vyšší hektarový výnos jak ozimé pšenice, tak také jarní pšenice, která není předmětem našeho výzkumu. Díky tomu pšenice i nadále tvoří dominantní plodinu z hlediska zastoupení mezi obilovinami, která tvoří 60,3 %. Tohoto roku průměrný výnos pšenice dosahuje výše 6,32 t/ha, což představuje ve srovnání s předchozím rokem nárůst o 0,18 t/ha (tj. o 3 %). Zásadní vliv na produkci pšenice ozimé v konvenčním zemědělství mají i její kvalitativní prvky Tabulka 4 (Situační a výhledová zpráva obilniny, 2021).

Tab. 4: průměrné hodnoty kvality pšenice ze sklizně 2021 ve srovnání s kvalitou z předchozích sklizní (Situační a výhledová zpráva obilniny, 2021).

rok	objemová hmotnost (g/l)	SDS-seditest (ml)	číslo poklesu (s)	N-látky (%)	obsah příměsí (%)	obsah nečistit (%)
2013	809,0	42	338	12,7	4,3	1,1
2014	789,0	42	306	12,1	4,5	1,1
2015	822,0	40	351	12,5	4,3	0,3
2016	772,0	41	324	12,7	6,0	1,1
2017	782,0	46	332	13,7	5,4	0,4
2018	801,0	45	329	13,5	5,2	0,2
2019	778,0	45	346	14,0	5,9	0,5
2020	772,0	42	300	13,0	6,3	1,5
2021	779,0	42	280	12,7	5,5	1,9

3.1.4 Řazení pšenice v osevním postupu

Sieling et al. (2015) vysvětlují, že ekonomické podmínky nutí zemědělce pěstovat plodiny s vysokými výnosy, což se projevuje v osevních postupech převahou obilnin. V tomto případě zde může docházet ke krátkým rotacím plodin, což zapříčiňuje ztráty na výnosech v rozmezí od 8–50 %, v závislosti na zvoleném stanovišti, povětrnostních podmínkách a způsobu střídání plodin. Porosty pšenice pěstované po zvolené zlepšující plodině řepce olejné vykazují lepší vlastnosti z hlediska počtu odnoží na rostlinu projevujících se na podzim než rostliny pěstované po zhoršující pšenici ozimé, což nám dokazuje, že vliv zlepšující předplodiny má významný vliv na následnou plodinu již při jejím podzimním vývoji.

3.1.5 Choroby a škůdci pšenice ozimé

Choroby a škůdci představují jeden z nejzávažnějších problémů při správném vývoji rostlin pšenice. Jejich poškození chorobami, jako jsou např. houby, padlí či skvrnitosti, může činit až 25 % ztrát na výnosu finálního produktu (Li et al. 2022).

3.1.5.1 Choroby

Frekvence výskytu rzi listové u pšenice za zkoumané období 1969-2010 uvádí, že dochází k postupnému nárůstu závažnosti dané choroby v celosvětovém měřítku, vyjma střední a západní Evropy (Morgounov et al. 2011).

Existují 3 druhy pšeničných rzí. Jedná se o rez pruhovou, rez stonkovou a rez listovou. Stonkové rzi se často vyskytují v teplých a vlhkých oblastech. Příznaky infekce rostlin se projevují velkým počtem červených útvarů nacházejících se na vegetativních částech rostlin.

Rez pruhová je hojně rozšířena v oblastech mírného pásma s vlhkým a chladným počasím. Tato choroba se řadí k nejvýznamnějším ze skupiny rzi z hlediska škod na výnosech, kdy při rozsáhlém napadení porostu dokáže způsobovat až 100 % škod u odrůd náchylných k rzím (Figueroa et al. 2018).

Rez listová se nejčastěji vyskytuje v oblastech s vysokou vlhkostí a mírnými teplotními podmínkami. Snížení výnosu porostů způsobuje zmenšení semen a snížení jejich počtu v klasu. Tato choroba navíc vykazuje vysokou adaptabilitu vůči prostředí a vysoký stupeň diverzity druhu. Dalšími zástupci jsou skvrnitosti. Mezi skvrnitosti obilnin patří např. braničnatka plevová, která se v hojném množství vyskytuje na území Austrálie a střední Evropy, kde způsobuje značné škody na porostech pšenice. Na náchylných odrůdách se vyvíjí velmi rychle a dokáže svůj vývojový cyklus, za optimálních podmínek, dokončit během týdne (Figueroa et al. 2018).

Mezi zástupce hub patří např. padlí travní, které je významnou chorobou v oblastech s mírným a přímořským klimatem, zahrnující Ameriku, Afriku a Evropu. Je schopna za optimálních podmínek způsobovat škody na výnosu až v hodnotách 25 %. Většinou postihuje porosty, které jsou výrazně dobře hnojeny dusíkem a jsou čili více zranitelné. Vyznačují se šedavými povlaky mycelia na listech (Kayim et al. 2022).

3.1.5.2 Škůdci pšenice ozimé

Pšenice ozimá je méně náchylná k hmyzím škůdcům než ostatní obiloviny, ovšem i přes to dokáží škůdci způsobit ztráty na výnosu až 40 %. Způsobují významné škody ve dvou fázích vývoje rostlin, konkrétně v období vzcházení a kvetení obilnin. Jedním z konkrétních hmyzích druhů je např. mšice zhoubná, která je rozšířena prakticky celosvětově. Škodí na rostlinách sáním a zároveň mohou působit jako přenašeči viru žluté zakrslosti ječmene. Mohou dosahovat snížení výnosu až o 20 % (Gaur & Mogalapu 2018).

Dle Kazdy a kol. (2010) dalším škůdcem porostů pšenice ozimé může být například hraboš polní, který škodí žírem. Největší část populace se vyskytuje na orné půdě s nízkou hladinou podzemní vody. Vytváří si nory v hloubkách od 5 do 40 cm a jejich rozšíření závisí na hloubce zpracování půdního profilu, na střídání osevních postupů a na likvidaci posklizňových zbytků. Dále můžeme uvést kříška polního, který na podzim klade vajíčka v porostech ozimých obilnin, a následně přezimují. Příznaky poškození listů jsou jen málo patrné, avšak významnost tohoto škůdce spočívá v možnosti přenášení viru zakrslosti pšenice, která dokáže způsobit velmi závažné ztráty na výnosech. Tyto ztráty mohou dosahovat i více než 25 %.

3.1.5.3 Abiotické vlivy

Přínosnou fyziologickou vlastností pšenice jsou její osiny, jež jsou velmi důležitým fotosyntetickým a transpiračním orgánem klásku. Tyto osiny mohou nadále tvořit velmi dobrou ochranu rostlin před běžným okusem divoké zvěře (Li et al 2010).

Chipilski & Uhr (2021) uvádějí, že kromě ostatních rostlin je i pšenice ozimá neustále vystavována abiotickým stresovým faktorům. Sucho nebo teplota patří mezi nejčastější stresory. Aby se rostliny pšenice vyhnuly stresu způsobeného suchem, vyvinuly si různé mechanismy odolnosti, jako např. tvorbu hlubších kořenů, zlepšení osmoprotektivní a antioxidační regulace nebo regulaci genové exprese.

Toleranci k suchu můžeme dělit do tří hlavních skupin:

1. Schopnost udržet vysoký vodní potenciál v listech
2. Schopnost tolerance k nízkému vodnímu potenciálu
3. Tolerance k suchu

Jedním z hlavních úkolů šlechtitelů odrůd pšenic je snaha o vytváření adaptivních odrůd, které tvoří kombinaci mezi stabilním výnosem a dobrou odolností vůči suchu a jiným stresorům (Chipilski & Uhr 2021).

3.2 Plevelle pšenice ozimé

Jabran et al. (2017) uvádějí, že poškození porostů pšenice ozimé z hlediska plevelů má razantně větší význam, než poškození způsobené chorobami a škůdci. Hlavními konkurenčními faktory mezi plevely a pšenicí bývá vylučování alelopatických výměšků, které ovlivňují výrazně porosty pšenic. Plevelle rostoucí v porostech pšenice ozimé mohou významně ovlivnit její vývoj i z pohledu zastínění rostlin, jako např. oves hluchý, který je fyziologicky vyšší než rostliny pšenice a dokáže tedy bez problémů zastínit porost a tím i výrazně ovlivnit fotosyntézu rostlin pšenice. Z hlediska výživného režimu jsou plevelle, více konkurenceschopnější oproti porostům pšenice ozimé, kupříkladu šťovík kadeřavý má vyšší schopnost růstu z hlediska živin vůči pšenici ozimé. Další výhodou plevelných druhů je i jejich kořenový systém, kdy např. poddruh oves tvoří mnohem hlubší a mohutnější kořenový systém čili v období vodního sytostního deficitu má oproti porostům kulturní pšenice značně navrch.

Obecně dochází k intenzivním ztrátám na výnosu porostů pšenice z důvodu nevhodného střídání plodin z hlediska poškození plevely. Uvádí se, že poškození může činit až 40 % ztrát na celkovém výnosu (Shahzad et al. 2021).

Mezi jednu z možností snížení poškození porostů vlivem plevelů může být využití speciálně šlechtěných odrůd, které vylučují alelopatické látky proti plevelům. Konkrétně se jedná o několik odrůd, které mohou produkovat alelochemickou látku 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-on souhrnně látku zvanou DIMBOA, která může mít schopnost

potlačení klíčení, růstu plevelů a tím pádem výhodou pro vlastní růst. Současně dokážou rostliny pšenice detekovat hladinu množství plevelů a pružně reagovat množstvím produkce látky DIMBOA (Zhang et al. 2015).

3.2.1 Významné plevele v ekologickém a konvenčním zemědělství

Kolářová et al. (2015) charakterizují jednotlivé významné plevelné druhy a popisují, že nejvyšší procento plevelných druhů se bez ohledu na způsob pěstování vyskytuje v režimu ekologického zemědělství oproti konvenčnímu typu hospodaření. Mezi nejdominantnější druhy v obou režimech pěstování se vyskytuje merlík bílý. Nejčastěji vyskytujícími se druhy v ekologickém zemědělství bývají opletky plotní, pcháč rolní, heřmánkovec nevonný a další viz (obrázek 1). Ke konkrétnímu porovnání, výskyt plevelů v ekologickém a konvenčním zemědělství tvoří až o 30 % vyšší hodnoty zastoupení plevelů ve prospěch ekologického systému. Jedním z nejvíce problematických zástupců v režimu ekologii se uvádí pcháč rolní, který má razantní tendenci vyššího zastoupení hlavně v nižších nadmořských výškách s hlubokými půdami, bohatými na vláhu a živiny. Při porovnání obou způsobů pěstování se též dokládá vyšší zastoupení vytrvalých plevelů v ekologickém systému s procentuálním zastoupením až 33 % v porovnání s konvenčním zemědělstvím, kde výskyt tvoří pouze 18 %.

Kolářová et al. (2015) dále dokládají porovnání zaměřené na konvenční zemědělství. V tomto režimu pěstování se největší procentuální zastoupení plevelů vyskytuje spíše ve vyšších nadmořských výškách. Mezi nejčastěji vyskytované plevelné druhy, krom již zmíněného merlíku bílého, se zde vyskytuje např. violka rolní, rdesno ptačí, opletka plotní a další viz (obrázek 1). Mezi nejzávažnější plevele se udává pýr plazivý.



Obr. 1: Druhová diverzita plevelů v České republice v různých podmínkách hospodaření. (Kolářová et al. 2015).

3.2.2 Plevelé jednoleté

Jednoleté plevelé členíme do několika kategorií, které si následně popíšeme. Jednou ze skupin jednoletých plevelů jsou jednoleté ozimé plevelé, které klíčí zpravidla na podzim, přezimují v podobě drobných semenáčků a během jara mívají značně navrch oproti pěstované pšenici a způsobují jí tak patřičnou konkurenci. Členíme je na přímo škodlivé a fakultativní. Přímo škodlivé druhy klíčí a vzcházejí zásadně na podzim, během chladných teplot, na rozdíl od fakultativních plevelů, které dokáží klíčit i vzcházet během jara. Fakultativní plevelé dokáží zvýšit své šance na přežití hlavně tím, že se dokáží vyhnout podzimnímu ošetření porostů proti plevelům (Werle et al. 2014).

Ahmed et al. (2021) uvádějí za jeden z příkladů ozimých plevelů kokošku pastuší tobolku. Jedná se o ozimý plevel s křivým kořenem a drobným postranním vlášením. Semena klíčí a rostliny vzcházejí zpravidla na podzim a tvoří přizemní přezimující růžici, která může mít i průměr přes 40 cm. Plodem je tobolka obsahující 40 semen. Mezi významné nevýhody tohoto plevelé bývá hostitelský vztah pro řadu hmyzích, houbových, bakteriálních a virových škůdců. Kokoška dokáže přežít poměrně širokou amplitudu teplot, kdy přezimující přizemní růžice vydrží i teploty okolo $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ až po optimální teplotu při jarním a následně letním vývoji $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Většinou se vyskytuje v porostech pšenice ozimé i s ostatními plevelnými společenstvy, jako např. s penízkiem rolním, ptačincem prostředním, lipnicí roční a dalšími plevely. Produkce semen se uvádí v rozpětí 5 000 až 45 000 semen na rostlinu. Dormance semen čítá až 40 let.

Dalším z plevelů je Chundelka metlice. Jedná se o jednoletý ozimý plevel z čeledi lipnicovité, který způsobuje výrazné ztráty na výnosu obilnin, zejména pšenice. Tento druh škodí zejména jak v porostech ozimých, tak i jarních obilnin, kdy má vývojovou výhodu. Z hlediska dormance se za nejlepší opatření jeví přímé setí do nezpracované půdy, protože semena chundelky, které zůstanou na povrchu a nedostanou se mělkým kypřením do půdy, výrazně ztrácejí šanci na sekundární dormanci a plevelné rostliny jsou tedy odkázány na pouhou primární produkci semen. Prosperitě tohoto druhu plevelé nepochybně napomáhá minimalizační nebo redukováno zpracování půdy čili zpracování půdy bez obracecího efektu, které je sice pro pěstitele ekonomicky přívětivější, naproti tomu ovšem napomáhá výrazně zaplevelování těmito plevely. Dokládá se, že chundelka metlice dokáže způsobit škody na výnosech až 42 % (Melander et al. 2007).

Synowiec et al. (2021) uvádí ve své studii fakt, že k významné regulaci výnosu za pomoci metlice chundelky dochází až při vysokém výskytu činicím okolo 100 lat/ m^2 , přičemž tomto markantnímu vývoji chundelky metlice napomáhá její adaptabilita vůči suchu, která napomáhá častému zastínění rostlin pšenice ozimé, která následně ztrácí na výnosech. Její bujarý růst způsobuje i rychlou adaptabilitu na řadu herbicidních přípravků.

Heap (2024) uvádí stále vyšší výskyt rezistentních populací chundelky metlice v porostech pšenice ozimé. Nejvyšší výskyt rezistentních populací uvádí na území České republiky, Německa a Polska. Konkrétně se jedná o rezistenci vůči inhibitorům acetolaktátsyntázy (ALS), Fotosystému 2 a acetylkoenzymu-A karboxylázy (ACC-áza). Výskyt této rezistence způsobuje obtížnější metody regulace chundelky metlice v porostech pšenice ozimé.

Ptačinec prostřední patří mezi jednoleté ozimé plevely, které za optimálních podmínek dokáží dosáhnout značného zaplevelení. Jedná se o nízkou, avšak velmi dobře větvenou plevelnou bylinu s dlouhými, plazivými lodyhami, které jsou schopny zakořeňovat. Na našem území je rozšířen především v nížinách, ale vyskytuje se i ve vyšších polohách. Preferuje hlubší humózní půdy s dobrou zásobou vláhy a živin. Jeho škodlivost spočívá hlavně ve vytváření rozměrných kol, či přímo souvislých pokryvů. Na rostlině se tvoří až několik tisíc semen, která se postupně vysemeňují a šíří. Mají nepravidelnou klíčivost a semena dokáží i z povrchu země klíčit prakticky neustále. Semena tvoří neustále se doplňující půdní zásobu a jsou schopna sekundární dormance i po několika letech (Kohout 1997).

Marshall et al. (2010) popisují ptačinec prostřední jako plevel málo odolný vůči většině běžně užívaných herbicidních přípravků, konkrétně přípravků na bázi sulfonylmočovin, kterými bývají rostliny ptačince prostředního zasaženy při herbicidní aplikaci cílené vůči širšímu spektru plevelů. Při včasné aplikaci herbicidního ošetření tedy nedochází k výrazné škodlivosti v porostech ozimé pšenice. Pozoruhodným výsledkem se dostalo ve Velké Británii, kde se vykytovalo několik lokalit s ptačincem prostředním odolným vůči ALS inhibitorům.

Mikulka a kol. (1999) řadí mezi méně škodlivé druhy violku rolní nebo skupinu rozrazilů. Viola rolní je druh, který je z hlediska požadavků na prostředí nenáročný, snáší sušší i vlhčí půdy, též humózní či písčité půdy. Jedna rostlina může vyprodukovat až 8000 semen. Semena klíčí a následně vzcházejí z hloubky přibližně 1 cm a případná sekundární dormance může být zachována i po několik let. Z hospodářského hlediska se jedná o plevel méně významný, který škodí zejména na jaře a může vytvářet souvislé porosty ve špatně zapojených porostech obilnin. Skupinu rozrazilů tvoří drobné rostliny z čeledi krtičníkovitých, které jsou mělce kořenící s drobným křovitým kořenem. Plodem je dvou pouzdrá tobolka. Rostliny se šíří výhradně generativně s produkcí na jednu rostlinu činící přibližně 500 semen. Tento plevelný druh je hojně rozšířen na celém území republiky v různých půdních i klimatických podmínkách. Z hlediska škodlivosti se tento plevel řadí mezi méně významné i přes jeho hojné rozšíření.

Smatana et al. (2010) uvádí violku rolní ve svém výzkumu jako méně významný plevel, který bývá často zastíněn jinými plevelnými druhy a nepřináší tak primární ohrožení pro porosty pšenice ozimé.

3.2.3 Plevelle dvou a víceleté

Barney & DiTommaso (2003) uvádějí, že jedním ze zástupců dvou a víceletých plevelů může být druh pelyněk. Jedná se o oddenkaté vytrvalé byliny rozmnožující se, jak vegetativní, tak i generativní cestou. Rostliny mohou dosahovat výšky 2,5 m, ojedinele i více, přičemž s věkem rostliny dochází k její postupné lignifikaci, což komplikuje následnou sklizeň. Produkce semen na rostlinu je velmi variabilní, ať už s ohledem na konkrétní druh či podmínky, ale uvádí se hodnota až 200 000 semen. Pelyněk má velmi velkou přizpůsobovací schopnost, vyskytuje se na okrajích polí, jako součást lemových společenstev, v lučních porostech, v okrajích železnic, ale především i v porostech obilnin.

Tato rostlina také dokáže ovlivňovat např. porosty pšenice díky vlastním fyziologicky aktivním kořenovým exudátům. Alelopatii neboli vylučování kořenových exudátů můžeme dělit na interakci mezi rostlinami či interakci inhibiční, z důvodu vylučování biologicky aktivních látek nazývaných alelochemikálie. Ty mohou účinkovat ihned po vyloučení z rostlin nebo mají schopnost ovlivnění porostů i postupným uvolňováním. Dle mnohých zdrojů inhibiční vliv rostlin pelyňku na porosty pšenice spočívá v inhibici klíčení semen, ovšem v této studii se uvádí, že vliv exudátů na klíčivost semen pšenice je minimální, naopak mohou spíše ovlivňovat odnožovací schopnost a růst kořenového systému. Míra ovlivnění inhibicí klíčení činí snížení růstu až o 10 % (Marcinkeviciene et al. 2018).

Weaver & Downs (2003) řadí mezi další zástupce dvou a víceletých rostlin lociku kompasovou. Jedná se o rostliny rozmnožující se výhradně semeny. Klíčí zpravidla na podzim, kdy tvoří přezimující růžici s dlouhým křivým kořenem. K dalšímu vývoji dochází v průběhu jara následného roku. Průměrný počet vyprodukovaných semen na rostlinu činí přibližně 40 000 semen na rostlinu. Tento plevel je považován za škodlivý v celé řadě pěstitelských oblastí, ať už od ovocných sadů, vinic až na ornou půdu do porostů obilnin. Vyskytuje se zejména v prostorech, kde se využívá bezorebné a konzervační zpracování půdy. Uvádí se, že locika kompasová nepřináší přímé sklizňové ztráty vlastním poškozením, ovšem činí obtíže při sklizni, z hlediska obtížného oddělení zrna od květních pupenů lociky, což zapříčiňuje snížení ceny produkce. Dále může stěžovat sklizeň vlivem uvolňování bílého lepkavého latexu, který často zapříčiňuje ucpání sklizňového zařízení či zvýšení vlhkosti sklizeného produktu.

Mikulka & Chodová (2003) popisují poměrně snadnou regulaci lociky kompasové zejména v raných fázích vývoje, kdy tento druh nedisponuje žádnou rezistencí vůči ALS inhibitorům a jsou tedy velmi dobře regulovány širokou řadou herbicidů, zejména úspěšné bývají půdní herbicidy.

Dle Chadha & Florentina (2021) může způsobit tento druh plevelu ztrátu na výnosech i více než 10 %. Díky hlubokému křivému kořenu činí tento druh velmi odolného soupeře z hlediska soutěže o živiny, světlo a vodu. Tato rostlina je někdy označována jako kompasová rostlina, je tomu tak z hlediska jejího postavení listů v severojižní rovině zpravidla za slunečných dnů.

Pye (2008) řadí mezi víceleté plevele zástupce z čeledi *polygonaceae* šťovík kadeřavý, což je převážně dvouletá, rostlina s mohutným křulovitým kořenem. Vyskytuje se většinou na okrajích polí, luk, v travních porostech ale i na orné půdě například v porostech obilnin. Využívá zejména špatně zapojených či mezerovitých porostů, v řádně vedeném porostu se příliš nevyskytuje. Tato rostlina se například dobře šíří nevyzrálou kejdou. Šťovík kadeřavý vytváří během podzimu přízemní listovou růžici, která v pozdějších stádiích vývoje může dosahovat i hloubek až 1,5 m a v následném vývoji pokračuje na jaře. Jedna rostlina je schopna vyprodukovat až 40 000 semen. Semena dokáží setrvat na mateřské rostlině až do jara následného roku a mokou být krom anemochorního šíření rozšiřování i zoochorně či hydrochorně. Díky velmi tvrdému osemení může činit dormance až 80 let.

Jursík a kol. (2008) Popisují šťovík kadeřavý jako velmi nebezpečný plevel zejména v porostech víceletých pícnin či jednoletých ozimých obilnin jakožto plevel pšenice ozimé. Jeho škodlivost spočívá především v jeho vytrvalosti růstu a dobré schopnosti šíření v okolí. Pro pšenici ozimou představuje vysokou konkurenci, zejména ve smyslu zastínění.

Zaplevelující rostliny

Bagavathiannan & Acker (2009) uvádějí jako kulturní plodinu, která tomto případě nehraje roli plodiny, ale tvoří zaplevelující rostlinu, která může způsobit velké potíže při správném vedení porostů obilnin, zejména pšenice seté. Jedná se o vojtěšku setou. Plodem je spirálovitý lusk průměrné velikosti 5-9 mm, obsahující obvykle 2-6 semen. Mimo jiné se může vojtěška vyskytovat na orné půdě i jako nežádoucí plevel, oproti například jiným jednoděložným plevelům může způsobovat větší problémy z hlediska zaplevelení, protože je velmi vytrvalá a je schopna regenerace porostu i při zpracování půdy. Mimo vegetativní způsob růstu jsou i semena vojtěšky dlouhověká a dokáží si zachovat dormanci i po mnoho let. Tato regenerační schopnost je zapříčiněna tím, že jakýkoliv kontakt s růstovým bodem rostliny evokuje rašení nových výhonů a tím pádem i samotnou regeneraci rostlin.

Tato rostlina je běžně využívána jako kulturní rostlina řadící se mezi jedny z nejvyužívanějších pícnin, na orné půdě pěstovaných zpravidla na dva užitkové roky. Má pevný křulovitý a dobře větvený kořen, kdy nejjemnější kořenové vlášení může sahát až do hloubek okolo 10 m. Z hlediska takto mohutné kořenové stavby je vojtěška dobře suchovzdorná a má i velmi dobrou osvojovací schopnost pro určité makroprvky (Mielmann 2013).

Darapuneni et al. (2019) popisují následným pokusem vliv regenerující vojtěšky seté na následné porosty pšenice ozimé. Vliv je popisován po ukončení produkce biomasy vojtěšky, která se zpravidla dělá v období, kdy již porosty nepřináší patřičné výnosy. Porosty vojtěšek můžeme ukončovat různými způsoby, jednou z možností je mechanické ukončení vegetace jakožto běžné zpracování půdy, či chemické ukončení vegetace vlivem přípravků na ochranu rostlin. Tato studie popisuje, že účinnost herbicidního ošetření je závislá na rozdílném úhrnu srážek, na kvalitě postřikové vody či na schopnosti přijmutí účinné látky rostlinou (nevhodná doba aplikace). Z výsledků studie se za nejlepší volbu ukončení porostů vojtěšky jeví hluboké zpracování půdy či varianta s aplikací herbicidu v optimálních podmínkách. Jako nevhodné se

jeví mělké zpracování půdy, celoplošné mechanické regulování či nevhodná herbicidní ochrana.

3.2.4 Plevelé vytrvalé

Vytrvalé plevelé se v mnohdy případech mohou značně lišit od předešlých dvou skupin plevelů. Tyto plevelé se často liší rozmnožovací schopností, některé se rozmnožují převážně generativně, některé vegetativně i generativně a u některých plevelů převažuje vegetativní způsob rozmnožování. Tyto plevelé, zejména ty s vegetativním způsobem rozmnožování často způsobují nemalé škody nejen na orné půdě, ale i na trvalých travních porostech. Vytrvalé plevelé z hlediska vegetativního způsobu růstu vytvářejí různé nadzemní či podzemní struktury, jako jsou nadzemní výhonky, podzemní kořenové výběžky, oddenky a další. V rámci této studie se budeme zabývat konkrétně dvěma druhy vytrvalých plevelů, které se převážně specializují na vegetativní způsob života a způsobují na orné půdě nemalé škody, jedná se o pýr plazivý a pcháč oset. Vytrvalé plevelé se mohou i mimo jiné šířit oddenkovými pupeny, příkladem může být právě pýr plazivý, kdy každá rostlina může obsahovat až 100 spících pupenů, které čekají pouze na mechanické oddělení od rostliny čili při nevhodném zpracování půdy má tento plevel velmi dobré podmínky pro snadné šíření (Hatcher & Williams 2017).

Ringselle et al. (2020) zmiňují škodlivost pýru plazivého. Jedná se o vysoce konkurenční vytrvalou a alelopatickou travu, která se částečně množí semeny, ale převážně upřednostňuje vegetativní způsob rozmnožování. V porovnání s ostatními semeny či oddenky jiných vytrvalých rostlin mají části pýru nižší životnost, většinou v řádu maximálně několika let, ovšem dobrá regenerační schopnost často kompenzuje tuto vlastnost. Většina kořenových oddenků pýru se nachází ve svrchních vrstvách půdy, většinou okolo 10 cm hloubky, při absenci zpracování půdy ještě mělčeji. Obecně je tento druh výrazně škodlivý zejména v jednoletých porostech, jako například v porostech pšenice ozimé, kde díky jeho vysoké konkurenceschopnosti způsobuje značné škody na výnosech. Kromě bohaté oddenkové sítě spočívá škodlivost tohoto druhu také ve vylučování alelopatických látek. Ukazuje se, že tyto látky jsou částečně vylučovány rozkládajícími se částmi rostlin a část je vylučována přímo z nových oddenků. Konkrétní látkou je kyselina ferulová.

V běžném konvenčním zemědělství probíhá likvidace pýru za pomoci aplikace širokospektrálního herbicidu Glyphosate. V režimu ekologického zemědělství nelze provádět aplikace herbicidů, čili systém jeho likvidace je obvykle založen na systému intenzivního zpracování půdy, prováděného systémem často se opakujících podmítek a následně podzimní orby v hloubce alespoň 25 cm. Další variantou regulace pýru bez užití herbicidů může být slibná varianta pěstování s krycími plodinami, které jsou schopné pýru konkurovat, případně kombinovat užití krycí plodiny a mechanické regulace, mezi které může patřit například opakované sekání či okopávání (Aronsson et al. 2015).

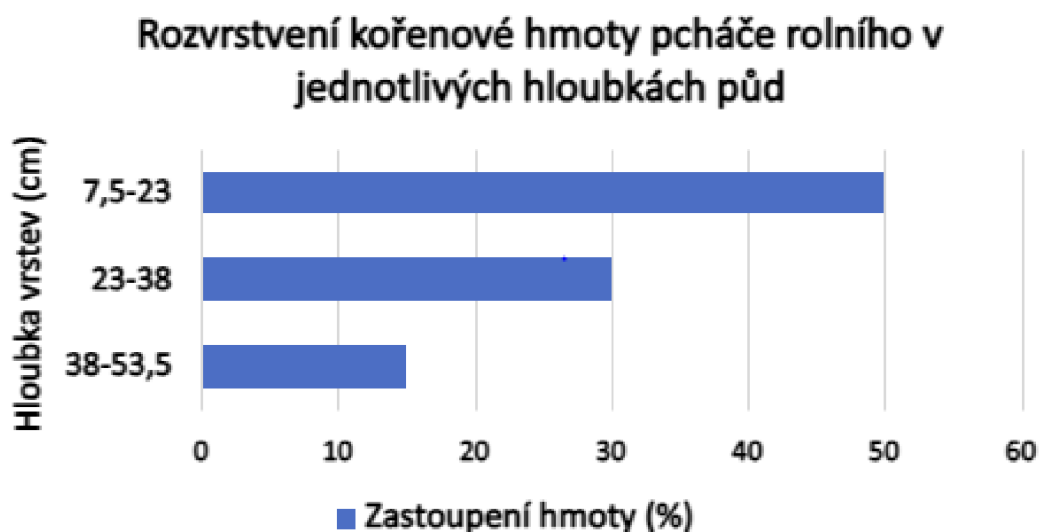
Další možností potlačení či likvidace rostlin pýru plazivého můžeme docílit pomocí užití rostlin, produkujících různé inhibiční nebo alelopatické látky potlačující právě tento druh.

Dle statistických analýz je potvrzena interakce mezi pýrem a jeho potlačujícími kulturními rostlinami. V tomto pokusu se mezi inhibiční kulturní plodiny řadí následující: pohanka obecná, bob obecný nebo lupina bílá. Za neúčinnější plodinu z hlediska vylučování alelopatických látek se ukazuje pohanka obecná, která může výrazně potlačovat růst právě pýru (Zou et al. 2014).

Druhým, velmi významně škodlivým druhem vytrvalých plevelů je pcháč rolní. Původem se předpokládá, že tento druh pochází z oblasti Eurasie a je obecně považován za jeden z velmi významných plevelů polí a pastvin. K jeho významnému rozmachu došlo před 20. stoletím nechtěným šířením nažek do níže zmíněných oblastí (Cripps et al. 2011).

Mclennan et al. (1991) objasňují škodlivost tohoto plevelného druhu a poukazují na vliv snížení výnosu zrna vlivem jeho výskytu. K primární škodlivosti pcháče rolního dochází v období před metáním pšenice ozimé zejména v období sloupkování. Ukazuje se, že jeho škodlivost spočívá v ovlivnění počtu odnoží na rostlinu a tím i k snížení samotného výnosu pšenice ozimé. Dle této studie se ukazuje, že ke snížení na výnosech pšenice ozimé dochází zejména v oblastech se zvýšeným výskytem samotných plevelných rostlin a jejich kořenových výběžků, a to v celkové míře snížení výnosů v rozmezí 30-70 %.

Tiley (2010) popisuje tento druh jako velmi vytrvalý a odolný plevelný druh. Díky počáteční nízké kompetitivnosti růstu se tento druh vyskytuje spíše na nadměrně spásaných, pravidelně obdělávaných nebo nevyužitých půdách bez rostlinného pokryvu. K prvotnímu růstu rostlin dochází zpravidla z jara, kdy klíčí při optimální teplotě 5 ° C, přičemž po vzejití následuje jako první stádium expanze růst přízemní listové růžice. V průběhu následných tří týdnů dochází k masivnímu růstu kořenových výběžků, orientačně činí růst až 3 cm /den. Přes tento intenzivní růst kořenové soustavy se velká část vyskytuje v hloubkách do 30 cm, což se může zdát jako snadný cíl pro regulaci pomocí hluboké orby, to ovšem nevylučuje výskyt velkého množství výběžků ve větších hloubkách, jak dokládá Obrázek 2 znázorňující procentuální zastoupení množství kořenové hmoty v jednotlivých vrstvách půdy.



Obr. 2 Rozvrstvení kořenové hmoty pcháče rolního v různých hloubkách orničního profilu. (Tiley 2010).

Davis et al. (2018) uvádějí, že díky schopnosti vytrvalých rostlin, zejména pcháče rolního vytvářet zásoby sacharidů v kořenových výběžcích se tyto druhy stávají velmi odolnými a vytrvalými výhradně vůči některým způsobům regulace jako je například mechanická regulace. Krom výrazné růstové a kolonizační schopnosti způsobuje pcháč i ostatní druhy značné problémy, mezi které můžeme řadit kontaminované osivo obilnin semeny těchto plevelů, obtížnější sklizně z důvodu tuhých lodyh a následnou kontaminaci sklizené slámy. Krom mechanické regulace pcháče můžeme uvést i jiné možnosti regulace, jako například chemickou regulaci ovšem mezi mnohem účinnější metody regulace pcháče patří důmyslný systém vytrvalé a dlouhodobé regulace vytrvalých plevelů kombinující chemické či mechanické metody regulace.

3.2.5 Vliv technologie pěstování na výskyt plevelů

Winkler et al. (2023) popisují vliv rozdílného zpracování půdy na výskyt plevelů v jejich několikaletých pokusech. Mezi tradiční zpracování půdy patří z velké části konvenční zpracování půdy neboli zpracování půdy využívající efekt obracení určité vrstvy půdního profilu. Dalším z hojně rozšířených systémů zpracování půdy je minimalizační zpracování půdy užívající mělkého prokypření svrchní vrstvy půdy společně s užitím velkého množství rostlinného pokryvu tvořeného z velké části rostlinnými zbytky. Mezi poslední variety zpracování půdy patří redukované zpracování půdy. Tento systém spočívá v částečné či úplné regulaci zpracování půdy přinášející své kladné i záporné stránky. Mezi výhody tohoto způsobu zpracování patří příkladem zvýšení biodiverzity vlivem vyšší početnosti druhů plevelů, naopak příkladnou nevýhodou může být obtížná regulace vytrvalých druhů plevelů. Výslednými hodnotami z několikaletého pokusu můžeme říci, že nejvyšší početnosti plevelů se dostává při pěstování pšenice ozimé v systému redukovaného zpracování půdy. Podstatně nižšímu výskytu početnosti plevelů se dostává na variantě minimalizačního zpracování půdy a úplně nejnižším hodnotám se dostává na variantě konvenčního zpracování půdy.

Woźniak (2019) rozlišuje zaplevelení porostů pšenice ozimé dle jednotlivých plevelných pater. V systému konvenčního zpracování půdy uvádí dle jeho analýzy vyšší výskyt plevelných druhů ve spodním patře, ovšem díky zapravení posklizňových zbytků a jednotlivých semen plevelů mnohé druhy nepřežijí. V systému minimalizačního zpracování půdy se vyskytuje spodní i střední plevelné patro bohužel díky absenci hlubokého zpracování půdy dochází ke kumulaci semen plevelných druhů v mělké vrstvě půdy, kde se semenům dostává optimálních podmínek pro klíčení a následný vývoj. U redukovaného zpracování půdy často dochází k vyššímu výskytu plevelných druhů vzcházejících prakticky na strništi a dochází tak vlivem absence zpracování půdy k šíření zejména těchto druhů nebo druhů, které vytvářejí mohutné kořenové sítě a dokáží poté na pozemku setrvat i mnoho let. Často se proto tento systém zpracování půdy neobejde bez chemické regulace.

3.2.5.1 Celoplošné zpracování půdy s obrácením

Chovancová et al. (2020) zmiňují, že systém celoplošného zpracování půdy s obrácením spočívá ve zpracování půdy zejména pomocí orby, kdy záleží hlavně na kvalitě provedení, hloubce, drobení, závislejících na mnoha faktorech. Vzhledem k výskytu a následnému šíření plevelných druhů přispívá orba zejména u druhů, které se šíří pomocí přirozených mechanismů, jako například autochorie, barochorie, pneumochorie. Systém regulace spočívá v obrácení určité vrstvy orničního profilu a tím i zanesení semen plevelů do spodních vrstev půdy, kde mnohé druhy ztrácejí svou dormanci. Další z výhod tohoto typu zpracování půdy je regulace některých druhů vytrvalých plevelů, mezi které se řadí pýr plazivý nebo při opakovaném provádění operace i pcháč oset. Mezi nevýhody patří rozvoj některých plevelných druhů s delší dormancí, které díky obrácení půdního profilu dostávají impuls ke klíčení a následnému růstu.

3.2.5.2 Celoplošné zpracování půdy bez obrácení

Jak již bylo zmíněno typickým zástupcem tohoto systému zpracování půdy jsou minimalizační technologie. Princip těchto technologií spočívá v opakovaném zpracování svrchní vrstvy půdy s cíleným promícháním půdy s rostlinnými zbytky a tím i zajištění částečného rostlinného pokryvu sloužícího k řadě účelům. Jednou ze zásadních nevýhod tohoto systému ovšem je, že společně s rostlinnými zbytky jsou ve svrchní vrstvě půdy promísены i semena jednotlivých druhů plevelů, které získávají optimální podmínky pro počáteční růst a tím i optimální podmínky šíření zaplevelení. Ukazuje se, že vlivem minimalizačních technologií dochází ke snižování druhové rozmanitosti plevelů ovšem na úkor zvyšování početnosti plevelného spektra vlivem markantnějšího šíření konkrétních plevelných druhů (Winkler et al. 2015).

3.2.5.3 Redukované zpracování půdy

Tento systém zahrnuje dvě variety zpracování, zahrnující takzvaný no-till a strip-till. V případě strip-till dochází pouze k omezenému zpracování půdy, konkrétně v podobě zpracovaného pásu zajišťujícího optimální podmínky pro výsev a růst plodin. No-till technologie představuje způsob založení porostu při kterém dochází pouze k minimálnímu zpracování půdy, které činí zhruba 15 % půdního povrchu, kdy je osivo ukládáno přímo do výsevní rýhy. Celkově se potvrzuje vyšší výskyt počtu plevelných rostlin v systému redukovaného zpracování oproti tradiční konvenční technologii, ovšem naproti tomu redukované zpracování přináší lepší hodnoty v silně aridních oblastech oproti tradiční konvenci. V této technologii zpracování dochází k zvýšenému výskytu vytrvalých travních druhů či jiných velmi významných vytrvalých druhů plevelů jakými může být případně pcháč oset. K největším ztrátám na výnosech dochází zpravidla ke konci vegetačního období (Hofmeijer et al. 2019).

Woźniak & Soroka (2017) popisují významnost výskytu plevelných druhů v systémech redukovaného zpracování půdy v porostech pšenice. Z jejich studie vyplývá zvýšená početnost i druhová rozmanitost plevelů v tomto systému zpracování. Zvýšený výskyt plevelných druhů v

tomto typu zpracování půd může činit navýšení početnosti až o desítky procent oproti konvenčním zpracování půdy.

Další nevýhodou tohoto systému může být zvýšená rezistence plevelných druhů způsobená vlivem absence zpracování půdy nebo opakovanou herbicidní regulací zaplevelení, což následně komplikuje samotný růst a vývoj pšenice ozimé (Peixoto et al. 2020).

3.2.6 Nepřímé metody regulace plevelů

3.2.6.1 Výběr odrůd

Mezi jednu z variant nepřímé regulace zaplevelení se řadí výběr kvalitního certifikovaného osiva, které může být při nekvalitním ošetření prvotním zdrojem zaplevelení. Tento jev se převážně vyskytuje u plevelných druhů, které mají podobný tvar a velikost semen jako semena námi vysévaných plodin. Častým zdrojem zaplevelení právě často bývá šíření semen necertifikovanými osivy například tzv. Farmářskými osivy, které nepodléhají uznávacímu řízení prováděného pomocí Ústředního kontrolního zkušebního ústavu zemědělského. Mezi často problematické druhy plevelů s obtížným čištěním osiva patří oves hluchý v osivu obilovin, pýr plazivý v osivu trav či svízel přítula v osivech řepky a hořčice. Díky necertifikovanému osivu se můžou zavléci některé z invazivních druhů plevelů, například mračňák theophrastův (Mikulka a kol. 2005).

3.2.6.2 Osevní postup

Mikulka a kol. (2005) zmiňují, že další možností nepřímé regulace plevelů může být užívání střídání plodin v osevních postupech. Díky rozličným místům působnosti mohou konkrétní plevele škodit pouze v určitých plodinách, které jim vyhovují z hlediska jejich reprodukčního cyklu, a tím lze do jisté míry konstatovat, že plevelná společenstva mohou být odrazem pěstovaných kultur. V osevních postupech s nadměrným výskytem ozimých plodin se často vyskytují i ozimé přezimující plevelné druhy, mezi které patří svízel přítula, violka rolní, rozrazil laločnatý či některé heřmánkovité plevelné druhy. Opačným příkladem mohou být osevní postupy s vyšším zastoupením jarních plodin jakožto s vyšším zastoupením kukuřice, brambor či cukrové řepy, ve kterých se naopak vyskytuje vyšší zastoupení pozdně jarních druhů, mezi které můžeme řadit merlíkovité plevele, ježatku kuří nohu nebo laskavec ohnutý a další. Díky pravidelnému střídání ozimých a jarních plodin v kombinaci s pěstováním širokolistých a úzkolistých plodin lze docílit snížení rozmanitosti plevelného spektra.

3.2.6.3 Meziplodiny

Zde se píše o využití plodin většinou v obdobím pěstování mezi dvěma hlavními plodinami, takzvané meziplodiny dokážou zajistit pokrytí rostlinného povrchu a zároveň dokáží potlačovat růst plevelných rostlin ať už jejich intenzivním růstem či vylučováním

alelopatických látek, které inhibují růst plevelů. Mezi meziplodiny, které dokážou velmi dobře potlačovat růst plevelů, patří hořčice bílá, ředkev olejná. Dalším z výhodných užití meziplodin z hlediska regulace plevelů může být využití meziplodinového mulče při využití např. no-till technologií, kdy tento mulč zajišťuje rostlinný pokryv, který brání růstu plevelů (Vach & Javůrek 2010).

3.2.6.4 Agrotechnika

Užití agrotechnických zásahů má též významný vliv pro snížení výskytu a regulaci plevelných společenstev. Mezi jeden z významných agrotechnických zásahů patří zpracování půdy. Ať už základní zpracování půdy či předset'ové zpracování půdy přináší důležité regulační účinky. Výraznou rozličnost účinků zpracování půdy můžeme pozorovat na následujícím příkladu. Z pohledu regulace vytrvalých plevelů vlivem zpracování půdy rozlišujeme konvenční a minimalizační zpracování půdy. Při užití klasické technologie dochází v porovnání s minimalizační technologií ke zvýšenému rozrušení kořenového systému vytrvalých plevelů a zároveň výraznému potlačení výskytu např. pelyňku černobýlu, jehož kořenový systém je poměrně citlivý k hlubšímu zpracování půdy a současně jsou jeho rostlinné zbytky zaklopeny orbou a silně poškozeny. Při technologii minimálního zpracování půdy dochází pouze ke zpracování svrchní vrstvy půdy, kdy nedohází u mnoha z těchto vytrvalých plevelů k poškození jejich zásobních orgánů ba naopak dochází k silné regenerační schopnosti a plevelné druhy následně obrůstají s mnohem větší intenzitou (Mikulka a kol. 2020).

3.2.7 Přímé metody regulace plevelů

3.2.7.1 Fyzikální metody

Šarapatka a kol. (2006) popisují za jednu z variant fyzikálních metod regulace plevelů regulace termické. Tato metoda je často rozšířena v režimech ekologického zemědělství, kdy tato metoda regulace spočívá v ohřevu plevelných rostlin plamenem. Tento systém se v mnoha případech užívá k preemergentní aplikaci nebo v určitých pěstovaných kulturách, jakými mohou být porosty kukuřice či cibule i po vzejití. Tento systém ovšem nebývá v porostech obilnin příliš rozšířen.

3.2.7.2 Chemické metody

Chemické metody regulace plevelů jsou v současné době nejrozšířenější a zároveň nejúčinnější metodou regulace plevelů. Vedle hnojení rostlin se jedná o druhou nejdůležitější operaci na daném pozemku. Výhodou je rychlý a efektivní způsob ochrany, který má snadnou aplikaci. Látky, užívané konkrétně na ochranu rostlin proti plevelným rostlinám, nazýváme herbicidy (Mikulka a kol. 2010).

Hamouz et al. (2013) uvádějí možnosti zefektivnění této metody regulace zaplevelení ve své studii. Původně se herbicidy aplikovaly plošně ovšem v dnešní době z důvodu úspory aplikační dávky a dále i ekologickému hledisku přistupujeme dnes k cíleným aplikacím těchto látek na ochranu rostlin. V dnešní době tyto aplikace vycházejí z prahů škodlivostí jednotlivých

plevelných rostlin, kdy výskyt plevelů musí nejdříve překročit daný limit pro daný druh a až poté přistupujeme k samotné aplikaci. Hodnoty úspor herbicidních ošetření jsou pro více plodin různé, ovšem tato studie dokládá hodnoty úspory herbicidů v porostech pšenice až 40 %.

3.2.7.3 Biologické metody

Tato metoda je v praxi poměrně méně rozšířena, ovšem též patří mezi jedny z přímých metod regulace plevelů. Při užití této metody se hovoří o regulaci plevelných druhů pomocí živých organismů jinak zvaných jako bioagens. Mimo námi pěstované plodiny stejně tak i plevelné rostliny bývají často napadány chorobami a škůdci. Využití biologické regulace plevelů spočívá právě ve využití těchto chorob a škůdců pro regulaci plevelných společenstev. Biologické regulace dosahujeme zpravidla introdukcí či podpořením přirozeného výskytu chorob a škůdců, které působí na konkrétní cílový plevel a snižují jeho populační hustotu, která nesmí přesahovat práh škodlivosti a současně dokážou v tomto stavu nadále setrvat. Mezi jedny z nejvýznamnějších bioagens užívaných v České republice lze zmínit nosatčíka suříkového nebo mandelinku ředkvičkovou, kteří najdou uplatnění při regulaci širokolistých šťovíků jako například šťovíku tupolistého (Jursík a kol. 2011).

3.3 Mechanické metody regulace

Weis et al. (2008) zmiňují důležitost rozpoznání plevelů a možnost následného cíleného provedení aplikace. Způsoby detekce můžeme rozlišit na online a offline systémy, kdy online systém bývá většinou založen na systému rozpoznání plevelných rostlin nejčastěji pomocí senzorové techniky. Tyto systémy nám poskytují cenné informace, které jsou následně poskytnuty operačnímu systému tažného prostředku, který zajistí přesné provedení regulace výskytu plevelů. V opačné situaci se užívají online systémy, které využívají již předem vypracovaných regulačních map, které je nutno předem zhotovit.

Tento způsob regulace je mezi metodami regulace nejhojněji rozšířen právě v režimu ekologického zemědělství, ovšem není vyloučena regulace ani v konvenčním způsobu hospodaření. Právě tento způsob regulace byl velmi rozšířen před zavedením užívání herbicidů, kdy byl hlavním regulačním zásahem. V současnosti dominantní část regulací tvoří chemické regulace, které dosahují o poznání lepších výsledků. V dnešní době opět dochází k částečnému nárůstu využívání mechanických metod regulace plevelů ať už z důvodu nižší ekonomické náročnosti operace nebo případné herbicidní rezistence konkrétních druhů plevelů (Jabran et al. 2012).

Peruzzi et al. (2017) uvádějí, že v běžné praxi ekologického zemědělství lze dosahovat mechanické regulace plevelů pomocí užití plečích bran či různých forem pleček používaných zejména v postemergentním stádiu vývoje kulturních plodin. Pokud se hovoří o užití plečích bran, tak dochází k ošetření celého pozemku a v případě nesprávné aplikace bran může docházet i k poškozením kulturních rostlin a následně ztrátám na výnosu. Proto je zásadním krokem dodržení optimálních hodnot počtu pravých listů pro konkrétní plodinu, aby nedocházelo k

úplné selektivitě týkající se i kulturních plodin. Ke snížení výnosů pěstovaných plodin může nadále docházet při nesprávném nastavení aplikační techniky nebo při nízké kompetici plevelných druhů. Dle studie dochází k odhalení negativního vlivu této operace, při které často dochází k nežádoucímu zahrnování rostlin zeminou, což přináší negativní efekt na porosty kulturních plodin.

Hussain et al. (2018) uvádějí jako další z možností mechanické regulace zaplevelení různé typy pleček, které se od sebe liší nejen účelem ale i kvalitou zpracování půdy. V dnešní době je základem užívání těchto pleček jejich automatizace, která nabízí řadu sensorových či naváděcích systémů. Díky tomuto pokroku jsme schopni provedení co nejpřesnější aplikace s ohledem na minimální poškození porostů. Nejčastěji se využívají plečky, které provádějí regulaci v meziřadí konkrétních plodin s možností kombinací jednotlivých pracovních orgánů, kterými mohou být soustavy nožů, radliček a prstů, které zajistí precizní podříznutí a vynesení plevelných kořenů, kde následně dochází k jejich zaschnutí a odumření rostlin.

3.3.1 Vlácení

Jedná se o systém regulace zaplevelení, kterého většinou využíváme v systémech pěstování úzkořádkových plodin, kdy je regulace zaplevelení nejčastěji prováděna pomocí prutových bran. Tyto brány využívají jejich pružnosti a slouží především pro regulaci klíčících plevelných druhů, které mohou následně zahrnout zeminou a zajistit tak jejich regulaci. Za obvyklou velikost kulturních rostlin vhodných pro aplikaci plecí bran považujeme vzrůst alespoň 2-3 listů dané obilniny. Jedním z klíčových faktorů pro užití plecí bran je vlhkost, protože při použití v přeschlých porostech dochází k rapidnímu snížení efektu dané operace. Opačným problémem mohou být přemokřené pozemky, kdy riskujeme poškození kulturních rostlin a zvýšenou regeneraci rostlin plevelných. Za optimálních podmínek dokážou plecí brány redukovat 60 až 80 % plevelné populace v závislosti na růstové fázi plevelů, pracovní rychlosti či vlhkosti půdy (Jursík a kol. 2018).

3.3.1.1 Typy bran + efekt

Mezi nejrozšířenější typ bran pro regulaci plevelných druhů patří bez pochyb plecí brány. Na popularitě začíná tento typ bran narůstat zejména v 90. letech 20. století, kdy ze strachu z reziduálního působení pesticidů dochází k částečnému rozmachu této metody regulace. Při užití tohoto typu bran zpracováváme standartně celý povrch pozemku, optimálně v preemergentním či postemergentním stádiu vývoje kulturní plodiny. Ukazuje se, že tento způsob regulace redukuje výskyt zejména rychle rostoucích vzpřímených plevelů, mezi které se řadí heřmánkovec nevonný, mák vlčí (Van Der Weide et al. 2008).

Rueda-Ayala et al. (2010) uvádějí mezi další z možností užití celoplošné regulace zaplevelení mimo již známé prutové brány také užití půdních kartáčů či různých systémů pleček. Při užití prutových bran či rotačních kypřičů lze za nevhodných podmínek velmi snadno

dosáhnout poškození kulturních rostlin, ovšem naopak při vhodném užití těchto metod dokáže mechanické vláčení mělce prokypřit svrchní vrstvu půdy a tím podpořit růst pěstovaných plodin. Mezi další z významných úkonů plecích bran může být zmíněno celkové provzdušnění, snížení výparu a podpoření procesu mineralizace. Krom již zmíněných bran lze též pro celoplošnou regulaci zaplevelení užit například řetězových bran či rotačních kypřičů, které se nejhodněji využívají při preemergentní aplikaci. Též se potvrzuje nejvyšší účinnost regulace plevelů při ranných růstových fázích plevele a platí pravidlo, že k čím pozdější aplikaci přistoupíme, tím lze dovolit použít agresivnější nastavení prutových bran s užitím ostřejšího sklonu nastavení či vyšší pojezdové rychlosti. Z hlediska efektivity použití plecích bran se nedoporučuje používání bran na svažitých pozemcích, kde hrozí zvýšená půdní eroze, či užití této regulační metody na kamenitých pozemcích, kde vyšší výskyt kameniva může způsobit mechanické poškození kulturních rostlin.

Brandsæter et al. (2012) popisují ve své práci účinnost plecích bran z hlediska správného zvolení termínu aplikace. Ve svém pokusu hodnotili interakci mezi preemergentní aplikací, postemergentní aplikací a jejich kombinacemi. Výsledně uvádějí vyšší efektivitu regulace zaplevelení za pomoci kombinace časného preemergentního užití bran kombinovaného s následným postemergentním zásahem, kdy může samotná kombinace regulací plevelů čítat až 85 %. Nadále ovšem dokládají, že tento kombinační efekt je hodně závislý na stanovišti a daných vláhových podmínkách daného roku.

Wilson et al. (1993) uvádějí v rámci svého experimentu vliv početnosti odnoží pšenice z hlediska orientace směru jízdy plecích bran a časnosti dané aplikace v porovnání s nekultivovanou variantou. Z výsledků jejich pokusu je patrné, že nejvyšší odnožovací schopnosti pšenice bylo dosaženo při opakovaném přejezdu plecími branami v jarním období v systému jednoho přejezdu souběžně s porostem a druhého přejezdu kolmo na řádky pěstování pšenice ozimé. Zde docházelo k výraznému zvýšení početnosti odnoží na rostlinu oproti variantám samostatné kolmé aplikace či aplikace souběžné s porostem.

Pannacci et al. (2016) vysvětluje principy neoptimálnější regulace plevelů pomocí plecích bran tak, že za nejčastěji užívaný průměr jednotlivých prutů bran se pokládá hodnota 6 mm. Jednotlivé průměry prutů se mohou měnit v závislosti na vývojové fázi plevele. Dalším velmi důležitým parametrem regulace je nastavení sklonu jednotlivých prutů bran, které můžeme nastavovat od hodnot -45° až po $+15^\circ$, kdy hodnota první představuje hodnotu

nejméně intenzivní, kdežto hodnota následná představuje naopak nejintenzivnější nastavení sklonu bran.



Obr. 3: Zobrazení mechanismu účinku plecích bran při vláčení (dostupné z Cura 6-15 ST - Harrows - Hybrid Farming | HORSCH).

3.3.1.2 Reakce plevelů na vláčení

Rasmussen & Svenningsen (1995) popisují ve své studii 3 varianty užití plecích bran. První možností je užití před vzejitím kulturních plodin, jinak zvané jako předseťové vláčení, které ničí zejména semenáčky a klíčící semena plevelných rostlin. Druhým způsobem užití plecích bran je systém vláčení časně po vzejití pěstovaných plodin, kdy dochází k regulaci malých semenáčků plevelných rostlin a k jejich zahrnování zeminou. Poslední variantou je použití plecích bran k regulaci mladých plevelných rostlin do doby, než porost pěstovaných plodin doroste velikosti 40 cm. Tomuto systému se říká tzv. selektivní vláčení, které funguje tak, že vytrhává plevele, dělí je na kusy a zahrnuje do půdy bez současného poškození kulturních plodin. Ukazuje se, že při užití bran ve vláhově slabším roce dochází k redukci na výnosech max do 2,6 %, kdežto při vláhově bohatším roce mohou ztráty na výnosech činit až kolem 9 %. Dále se ukazuje další důležitá informace, která zmiňuje fakt, že první regulační zásah přináší nejvyšší účinnost regulace plevelů, naopak každá další opakovaná agregace bran přináší postupné ztráty na výnosech vlivem poškození kulturních rostlin.

Rasmussen et al. (2010) popisují vliv mechanické regulace zaplevelení v porostech pšenice ozimé následovně. Uvádí, že s pozdější aplikací plecích bran dochází k markantnější regulaci výskytu plevelů a s tím i spjaté pokryvnosti povrchu půdy plevelnými druhy. Dále uvádějí, že dochází k redukci výnosu pšenice ozimé s časnější a intenzivnější aplikací plecích bran. Tato redukce výnosu může činit okolo 5 % snížení výnosu.

Brandsæter et al. (2012) ve svém experimentu uvádějí přínosnost mechanického vláčení porostů v závislosti na zvýšení výnosu pšenice vlivem těchto bran. Z celkových osmi pokusných variant vykazovaly pouze dvě tyto varianty pozitivní efekt na zvýšení výnosu dané plodiny. Pro vysvětlení, se celkově jednalo o varianty s nižším zastoupením množství plevelné biomasy v kombinaci s nižším ročním úhrnem srážek. Konkrétně se tyto úspěšné varianty vyskytovaly převážně na těžších hlinitých a štěrkovitých půdách, kdy v případě první varianty došlo k výraznému regulačnímu efektu plevelů čítající 73 %. V této variantě došlo vlivem efektu plecích bran ke zvýšení výnosu až o 25 %. Druhá varianta ovšem vykazovala opačný regulační efekt, kdy sice došlo k nárůstu výnosů pšenice ozimé o 40 %, ovšem došlo také k výraznému nárůstu plevelné biomasy.

3.3.1.3 Vliv vláčení v ekologickém a konvenčním zemědělství

Gilbert et al. (2009) popisují dopady vláčení na dynamiku minerálního dusíku a případnou možnost využití pro zvýšení výnosů pšenice. V poslední době je pozorována mimo jiné i řada dalších velmi prospěšných vlastností plecích bran aplikovaných na porosty obilnin, mezi které může patřit provzdušnění utužené půdní struktury či zvýšení přístupnosti vody. Spekuluje se o mohutnějším růstu plodin vlivem právě mechanického vláčení a s tím spjatého vlivu na mineralizačně-imobilizační obrát dusíku způsobeného zvýšeným provzdušňováním

svrchní půdní vrstvy a rozdílným uspořádáním a velikostí půdních částic s ohledem na rozvrstvení posklizňových zbytků v půdním profilu. Uvádí se, že organická hmota v půdě může způsobovat imobilizaci N, díky které se následně snižuje příjem N pro samotné rostliny. Dle výsledku studie nenabývá množství mineralizovaného dusíku vlivem mechanické kultivace na příliš vysokých hodnotách a činí přibližně pouze okolo 3 až 10 kg NO³ ha. Z hlediska organických zbytků, jejich mísením ve svrchní vrstvě půdy dochází opravdu ke snižování mineralizace N z důvodu mísení zbytků s půdou, které přináší vyšší imobilizaci N půdními mikroorganismy.

3.3.2 Plečkování

Tento systém regulace zaplevelení se zaměřuje konkrétně na likvidaci plevelných rostlin v prostoru mezi řádky. Nejběžnějšími nástroji užívanými při této regulaci bývají kypřící radlice, motyčky či čepele. Obecnou nevýhodou těchto regulačních systémů bývá jejich ne selektivita, spočívající v nemožnosti rozeznání kulturních plodin od plevelných rostlin. Důležitým faktorem účinnosti plečkování bývá nejčastěji vývojové stádium plevelu a s tím spjatá hloubka zakořenění a samotná výška rostliny. Nejvýhodnější situace pro regulaci nastává ve fázi, kdy existuje dostatečná vývojová diference mezi kulturními rostlinami a plevelem, kdy malé plevelné rostlinky s přehledem lze likvidovat. Vždy je ovšem nutné mít na paměti, že čím intenzivnější regulaci provádíme, tím sice dosahujeme efektivnějšího provedení aplikace, ovšem riskujeme též vyšší míru poškození rostlin kulturních (Van Der Weide et al. 2008).

Fontanelli et al. (2015) uvádějí současné technologie, kdy lze provádět mechanické plečkování s vyšší přesností díky přesnému navádění čepelí či disků, které jsou následně schopny mnohem bližšího přiblížení se dané kulturní rostlině a tím i preciznějšího provedení aplikace. Další novinkou dnešní doby je možnost kombinace jednotlivých metod regulace zaplevelení, mezi které může patřit kombinace mechanických pleček společně s vnitro řádkovou regulací plevelů pomocí plamenných pleček prováděnou zejména v plodinách odolných vůči tomuto systému regulace. Pomocí senzorové techniky můžeme proměnlivě regulovat místo působnosti či samotnou intenzitu plamene těchto pleček v závislosti na výskytu plevelných rostlin.

3.3.2.1 Typy pleček + efekt

Rueda-Ayala et al. (2010) vysvětlují, že z hlediska užívání mechanických metod regulace se více setkáváme s širším spektrem pleček. Meziřádkové kypření se používá častěji v širokořádkových plodinách s roztečí mezi 0,3-0,7 m. V porostech obilnin lze ovšem též využít tento systém, pokud se dodrží širší rozteč řádků alespoň 0,17 m. Mezi hlavní plodiny, kde lze využít těchto systémů regulace patří například cukrová řepa, kukuřice či pšenice. Plečky obecně bývají produkovány v mnoha různých provedeních, ale všechny společně mají za cíl likvidaci plevelů mezi řádky čili bez poškození kulturních rostlin. Mnoho z nich má řadu nožů či lopatek, které mají za úkol podříznutí plevelných rostlin a jejich vynesení do svrchních vrstev, kde dochází k zaschnutí nadzemních orgánů plevelných rostlin a tím i častému odumření rostlin.

Příkladnými plečkami mohou být čepele sestavené na principu kachních nožek, které bývají namontovány na pevných či pružných násadcích, které většinou bývají sestaveny v počtu 3 až 5 násad na sekci, které zajišťují co nejvyšší efekt plečkování.



Obr. 4 Záběr meziřádkové plečky s pomocnými krojícími válci (zdroj: Transformer VF - Chop - Hybrid Farming | HORSCH).

Další možností plečkování mohou být válcové plečky či plečky poháněné pomocí vývodového hřídele tažného prostředku. Na rozdíl od užití plečích bran nabízejí plečky regulaci plevelů i v pozdějších vývojových fázích. Regulace plevelů může být nadále prováděna pomocí rotačních kartáčových pleček, které pomocí tvrdých polypropylenových vláken regulují zaplevelení zejména pomocí vytrhávání a následného zasypávání plevelů, které následně osychají a odumírají. Jednou z hlavních nevýhod těchto rotačních kartáčů ovšem může být zvýšená citlivost na utužení půdy především po vydatných deštích. V současnosti patří mezi významné typy pleček systémy s přesnou regulací zásahu, které pracují na principu čtyř odlišných operací, mezi které patří navádění, detekce a identifikace plevelné rostliny, přesné zaměření a následné mapování. K těmto operacím patří řada moderních technologií, mezi které členíme počítačové vidění, 3D zobrazení, senzory a kamery, užití GPS a řady dalších (Hussain et al. 2018).

Kunz et al. (2015) uvádějí, že mechanické regulace plevelů, konkrétně užití pleček v meziřadí vyvolává až 90% vyvrácení plevelů a zhruba 75 % plevelů v řádku bývá pokryto půdou po dvou přejezdech meziřádkových pleček. Dále se uvádí, že v posledních desetiletí dochází k výraznému zpřesnění provádění daných operací, díky užití optických senzorů společně s technologií RTK-GNSS, které dokážou identifikovat polohu plevelné rostliny v

řádku a za pomoci hydraulicky řízených pleček dokáží následně provést meziřádkovou kultivaci s co největším přiblížením ke kulturním rostlinám, aniž by došlo k jejich poškození. Ukazuje se, že systémy automatického navádění pleček přinášejí zdokonalení provedení operace na rozdíl od klasických konvenčních metod užití pleček.



Obr. 5 Foto meziřádkové plečky s pomocnou hrůbkovací radličkou. (zdroj: Transformer VF - Chop - Hybrid Farming | HORSCH).

3.3.2.2 Reakce plevelů na plečkování

Rueda-Ayala et al. (2010) uvádějí ve svém pokusu, že při hloubkovém užití pleček v oblasti vláknitých kořenů plevelných rostlin může při dostatečné půdní vlhkosti docházet k regeneraci a opětovnému růstu plevelů.

Chicouene (2007) popisuje reakci některých druhů plevelů, které mají schopnost regenerace i po mechanickém plečkování. Mezi druhy, které disponují častou regenerační schopností, většinou patří vytrvalé druhy plevelů. Autor popisuje 3 hlavní metody regulace regenerativních plevelů, mezi které patří, opakované vyčerpávání zásob, vyvolávání usychání nadzemních částí rostlin a celkově zbavení rostlin jejich zásob a odumření. Jednou z výše zmíněných možností je možnost dehydratace rostlin, které se nejlépe dosahuje u vytrvalých plevelů s mělkým kořenovým systémem, jako je pýr plazivý. V praxi lze docílit dehydratace rostlin pomocí odříznutí nadzemních částí rostlin či vystavení podříznutých kořenů vzduchu. Z hlediska vyčerpání rostlinných zásob dosahujeme nejlépe opakovaným podřezáváním rostlinných těl, které mají snahu obnovovat vegetativní části a tím si spotřebovávají zásobní látky a přicházejí tak o svoji energetickou zásobu. Doba usychání je velmi rozličná, může trvat od jednoho dne po měsíc a v případě přichozího deště dochází k okamžité regeneraci. Pokud je

cílem vyčerpat zásoby u vytrvalých plevelů, většinou je třeba přistoupit k cílevědomému a pravidelně se opakujícímu cyklu mechanických regulací většinou v řádech týdnů.

3.3.2.3 Vliv plečkování v ekologickém a konvenčním zemědělství

Bond & Grundy (2001) uvádějí omezení používání pesticidů v režimu ekologického zemědělství na základě nařízení Evropského společenství č. 2092/91 a zmiňuje fakt, že se tento režim hospodaření musí omezit na regulaci zaplevelení pomocí termických a mechanických metod regulace z čehož vyplývá, že mechanická regulace například pomocí pleček je jednou ze stěžejních metod regulace zaplevelení. Právě z důvodu častých obav z obtížné regulace plevelů dochází ke sníženému zájmu rozvoje ekologického zemědělství konvenčními zemědělci. Systém regulace plevelů v tomto režimu hospodaření spočívá v soustavné činnosti přímých i nepřímých metod regulace, kde hraje plečkování nedílnou roli při regulaci ať už klíčnicích, či mírně vzrostlých rostlin plevelů.

4 Metodika

4.1 Popis stanoviště

Polní pokus byl uskutečněn na pozemku společnosti Agra Řisuty s.r.o. Pozemek se nachází v katastrálním území obce Jedomělice v okrese Kladno a kraji Středočeském.

Oblast je obecně známá svým srážkově slabším charakterem, zejména díky srážkovému stínu Krušných hor. Konkrétní část pozemku, kde se založila experimentální část této bakalářské práce se nachází v nadmořské výšce 318 metrů nad mořem. Průměrný roční úhrn srážek čítá rozmezí 450-550 milimetrů, což výstižně charakterizuje mírně suchý charakter regionu VÚMOP ([eKatalog BPEJ \(vumop.cz\)](http://eKatalog.BPEJ(vumop.cz))).

Dle VÚMOP ([eKatalog BPEJ \(vumop.cz\)](http://eKatalog.BPEJ(vumop.cz))) spadá pokusný pozemek do klimatického regionu MT 1, který je charakterizovaný jako mírně suchý a mírně teplý s průměrnou roční teplotou v rozmezí 7-8,5 ° C. Z hlediska pedologické charakteristiky se jedná o dobře propustné, středně těžké půdy hlinitého charakteru. Hlavní půdní blok se skládá z kambizemě modální eubazické.

4.2 Popis samotného pokusu

Pokus byl založen na části pozemku, kde se vyskytovala minimální svažitost, aby bylo dosaženo stejných aplikačních podmínek. Cílem tohoto pokusu bylo porovnání dvou technologií regulace zaplevelení, přičemž v pokusné části se při různém počtu a intenzitě aplikace hodnotilo užití plečích bran s možností automatické regulace přítlaku a sklonu jednotlivých prstů bran. Naproti tomu byla na zbytku pozemku užita metoda chemické regulace, která poskytovala porovnání pro standard dnešního konvenčního zemědělství. Samotný pokus byl členěn na pásy dlouhé 220 metrů s přesně stanovenou šířkou 24 metrů. Šířka jednotlivých pokusných pruhů byla stanovena z důvodu záběru samotných plečích bran, které činily tento stanovený záběr.

4.3 Specifikace variant

Pro nejvyšší přesnost výsledků pokusu byly pěstovány všechny jednotlivé varianty na stejném pozemku při stejné svažitosti a obdobných půdních podmínkách. Jednotlivé varianty pokusného experimentu této bakalářské práce dokládá tabulka číslo 5.

Tab. 5: Popisná tabulka jednotlivých variant pokusného experimentu.

varianty pokusu	aplikace plečích bran 23.3 2023	aplikace herbicidního ošetření 21.4.2023	aplikace plečích bran 27. 4. 2023
varianta s jednou aplikací plečích bran	1x a následně varianta ponechána bez regulace	bez regulace	bez regulace
varianta s vícečetnou a opakovanou aplikací plečích bran	aplikace bran provedena opakovaně kolmo na předchozí jízdu 23. 3. 2023	bez regulace	opakovaně regulována při systému kolmo na předchozí jízdu v tomto datu
varianta ponechána bez ošetření	Po celou dobu vegetace bez regulace	bez regulace	bez regulace
varianta s herbicidním ošetřením	současně bez ošetření	varianta ošetřena herbicidem lector max	bez regulace

4.4 Agrotechnika

K celkovému přehledu agrotechnických opatření prováděných na jednotlivých experimentálních plochách této bakalářské práce slouží tabulka číslo 6.

Tab. 6: Souhrnná tabulka agrotechnického ošetření všech pokusných variant.

datum	druh operace	aplikační technika	1x ošetření plečích bran	opakované užití plečích bran	kontrola	herbicidní ošetření
02.08.2022	předplodina:		vojtěška setá			
17.08.2022	aplikace herbicidu:	Fendt Rogator 665	Roundup Klasik Pro (3 l/ha)			
06.10.2022	podmítka:	Vaderstad Carrier 1225	Vaderstad carrier 1225			
11.10.2022	podmítka:	Stromexport Finisher	Stromexport Finisher			
20.10.2022	podmítka:	Kockerling Allrounder	Kockerling Allrounder			
21.10.2022	setí:	Vaderstad rapid A800	KWS Eternity			
03.03.2023	aplikace hnojiva:	Amazone ZA-V	YaraBela Nitromag			

23.03.2023	aplikace plecích bran:	Horsch cura 24 ST	pouze jeden přejezd	jeden přejezd s okamžitým přejezdem kolmo na předchozí aplikaci		
21.04.2023	aplikace hnojiva:	Fendt Rogator 665				Altron Silver (0,3 l/ha)
21.04.2023	aplikace hnojiva:	Fendt Rogator 665				AktiFer Grow (2 l/ha)
21.04.2023	aplikace herbicidu:	Fendt Rogator 665				Lector Max (0,3kg/ha)
21.04.2023	aplikace fungicidu:	Fendt Rogator 665				ALMIRO Tebuconazole (0,5 kg/ha)
27.04.2023	aplikace plecích bran:	Horsch cura 24 ST		jeden přejezd s okamžitým přejezdem kolmo na předchozí aplikaci		
27.04.2023	aplikace hnojiva:	Amazone ZA-V			LOVODASA 26 + 13S (120kg/ha)	
10.05.2023	aplikace hnojiva:	Fendt Rogator 665				Altron Silver (0,3 l/ha)
11.05.2023	aplikace herbicidu:	Fendt Rogator 665				Avoxa (1,8 l/ha)
01.06.2023	aplikace fungicidu:	Fendt Rogator 665				ALMIRO fungides (1l/ha)
18.08.2023	sklizeň:	Claas lexion 8700	3,7 t/ha	2,9 t/ha	3,6 t/ha	5,16 t/ha

5 Výsledky

Tato kapitola pojednává o efektu užití plecích bran v různých intenzitách použití v porovnání s herbicidní ochranou rostlin. Odrůda pšenice použitá v pokusu byla pro všechny varianty pokusu totožná a jednalo se o ozimou odrůdu pšenice ozimé Eternity od společnosti KWS. Základními produkčními parametry, které byly hodnoceny, byla produkce nadzemní biomasy plevelů, hodnocení druhových spekter plevelů, počty plodných i sterilních odnoží, délky rostlin, počty celkových a plodných zrn v klase, výnos jednotlivých variant v t/ha a následné laboratorní měření, které zahrnuje výpočet hmotnosti tisíce semen, dusíkatých látek, lepku, škrobu a doplňkového Zeleného testu.

5.1 Odběr rostlinné biomasy plevelů a výpočet hodnot odnoží pšenice ozimé

Dne 17. 3. 2023 došlo k prvotnímu odběru dat a souběžně došlo k hodnocení vstupních dat, mezi které lze uvést počty rostlin/ ha, průměrné počty odnoží na rostlinu a celkovou produkci nadzemní biomasy v t/ha pro jednotlivé varianty pokusu. Hodnoty jsou doloženy tabulkou číslo 7. V první variantě, kde bylo následně užito plecích bran 23. 3. 2023 činil 3 960 000 rostlin/ ha. Hodnota počtu odnoží vykazovala průměrnou hodnotu odnoží 2,2 kusů na rostlinu. Produkce nadzemní biomasy plevelů činila 0,468 t/ ha.

Druhá pokusná varianta, která byla následně vláčena plecími branami 23. 3. 2023 v počtu užití 2x s opakováním aplikace 27. 4. 2023 stejným systémem vykazovala před užitím samotné aplikace bran následující hodnoty. Počet rostlin činil 3 946 670 rostlin/ ha. Počet odnoží na rostlinu pšenice ozimé činil rovné 2 odnože na rostlinu. Samotná produkce nadzemní biomasy plevelů zde nabývala hodnot 0,756 t/ ha.

21. 4. 2023 vzniká při první aplikaci herbicidu 4. kontrolní varianta, na které nejsou aplikované ani herbicidní ani mechanické ošetření porostu a dochází tak ke vzniku výměry adekvátní kontrolní plochy.

Poslední zkoumanou variantou je plocha, na které následně 21. 4. 2023 došlo k aplikaci herbicidního ošetření. Tato varianta vykazovala před samotnou aplikací následné hodnoty. Počet rostlin v kusech/ ha činil hodnotu 3 800 000. Počet odnoží zde dosahoval 2,2 odnoží na rostlinu. Produkce nadzemní biomasy plevelů zde činila 0,417 t/ha.

Tab. 7: Stav porostů ozimé pšenice 17. 3. 2023 (počet rostlin na jednotku plochy a počet odnoží na rostlině) a intenzita zaplevelení vyjádřená produkcí suché nadzemní biomasy (t/ha) na lokalitě Jedoměřice před provedením mechanické regulace plevelů.

varianta	počet rostlin (kusy/ha)	počet odnoží na rostlinu (kusy)	produkce nadzemní biomasy plevelů (t/ha)
regulace plevelů plecími branami – jeden přejezd 23. 3. 2023. Následně je varianta ponechána bez regulace.	3960000	2,2	0,468
regulace plevelů plecími branami – 2x opakovaný přejezd 23. 3.2023 a 3x přejezd 27. 4. 2023	3946670	2,0	0,756
bez regulace plevelů	varianta byla do pokusu zařazena po provedení jarního hodnocení a vznikla na základě rozdělení plochy určené pro chemickou regulaci plevelů		
regulace plevelů herbicidní – postemergentní aplikace herbicidu 21. 4. 2023	3800000	2,2	0,417

5.2 Plevelné spektrum jednotlivých pokusných variant

V následné tabulce číslo 8 se lze přesvědčit o zastoupení plevelných spekter v jednotlivých variantách pokusu. Systém odběru a vyhodnocování plevelných spekter byl prováděn systémem hodnocení za pomoci čtvrtmetrových hodnotících čtverců, které byly rozmístěny šikmo po diagonální spojnici pro získání, co nejpřesnějších hodnot plevelných spekter pro každou pokusnou plochu zvlášť. Získané druhy byly sepsány do tabulky číslo 6. Plevelné druhy v rámci jednotlivých pokusných ploch, které se opakovaly, byly vyřazeny a ponechány pouze plevelné druhy, které se skutečně na jednotlivých plochách vyskytovaly.

Tab. 8: Plevelné spektrum na jednotlivých hodnocených variantách stanovené 17. 3. 2023.

pokusná varianta:	konkrétní varianta:	plevelný druh:	datum odběru:
1	pokusná varianta, kdy následně dochází k aplikaci plecíh bran 23. 3. 2023	Kokoška pastuší tobolka	17.3.
		Ptačinec prostřední	
		Lipnice roční	
		Rožec rolní	
		Pampeliška	
		Huseníček rolní	
		Kokoška pastuší tobolka	
		Rozrazil laločnatý	
		Violka rolní	
		Ježatka kuří noha	
		Rozrazil lesklý	
		Ptačinec prostřední	

		Tetlucha kozí pysk	
2	Pokusná varianta, kde došlo následně k opakované aplikaci plecích bran 23. 3. 2023 a 27. 4. 2023 pokaždé v počtu dvou přejezdů	Rožec rolní	17.3.
		Ptačinec prostřední	
		Lipnice roční	
		Pampeliška	
		Kokoška pastuší tobolka	
		Rozrazil laločnatý	
3	Pokusná varianta, kde dochází 21. 4. 2023 k následné aplikaci herbicidního ošetření bez současného mechanického ošetření varianty	Lipnice roční	17.3.
		Rožec rolní	
		Ptačinec prostřední	
		Rozrazil laločnatý	
		Kokoška pastuší tobolka	
		Zemědým lékařský	
		Kokoška pastuší tobolka	
		Pampeliška	

5.3 Vyhodnocení základních parametrů při sklizni pšenice ozimé a rozdílnost jednotlivých variant pokusu

V této tabulce dochází k hodnocení více parametrů rostlin i zrna s výsledným přepočtem výnosu v t/ ha. Mezi hodnocené parametry patří počty plodných i sterilních odnoží na rostlinu, délky rostlin, celkové počty zrn v klasu s počty produkčních zrn v klasech počítaných v kusech a finálně samotný výnos zrna v t/ ha. Veškeré hodnoty jsou i nadále sumarizovány v tabulce číslo 9.

První varianta pokusu, kde došlo k jedné aplikaci plecích bran 23.3.2023 s následným ponecháním varianty bez ošetření vykazovala následující hodnoty. Počet plodných odnoží činil 2,27 kusů na rostlinu. Počet sterilních odnoží na rostlinu byl 0,03. Délka rostlin měřila 0,73 m. Celkový počet zrn v klasu u první varianty čítal 19,1 kusu. Počet pouze produkčních zrn činil 15,7 kusů. A výsledně výnos, který čítal 3,7 t/ ha.

Druhá pokusná varianta, která byla regulována plecemi branami 23. 3. 2023 a následně regulace opakována 27. 4. 2023 vykazovala následné hodnoty. Počet plodných odnoží zde čítal 2,83 kusu na rostlinu. Počty sterilních odnoží se zde navýšili na 0,13 odnože na rostlinu. Délky rostlin se mírně zvýšily na 0,735 m. Celkový počet zrn v klasu odpovídal rovným 20 kusům na klas, což činilo mírný nadprůměr. Počet produkčních zrn v klasu odpovídal 17,4 kusům v klasu, což byla hodnota slabšího podprůměru. Reálný výnos zrna činil 2,916 t/ ha, což byl znatelný propad výnosu.

Třetí varianta, která vznikla 21.4.2023 odpovídala variantě kontrolní. Zde počet plodných odnoží odpovídal 2,83 kusům na rostlinu, což byla nadprůměrná hodnota. Počet sterilních odnoží byl prakticky shodný s druhou pokusnou variantou a odpovídal hodnotě 0,13 kusu na rostlinu. Délka rostlin zde odpovídala mírnému podprůměru 0,725 m. Celkově počet zrn v klasu čítal 19,2 kusů na klas. Počet produkčních zrn zde činil 15,9 kusů. Celkový výnos této variety dosahoval 3,607 t/ha.

Poslední varianta byla regulována 21. 4. 2023 za pomoci herbicidního ošetření, které bylo následně ponecháno bez dalšího ošetření. Tato varianta obsahovala 2,63 kusu plodných odnoží. Počet sterilních odnoží dosáhnul opět nižšího počtu na rostlinu celkově 0,03 odnože. Délka rostlin dosahovala 0,762 m, což byla hodnota nejvyššího charakteru. Celkový počet zrn zde činil hodnotu 20,1 kusu na rostlinu. Z toho počet produkčních zrn tvořil 17,4 zrna na klas, což byla hodnota obdobná variantě 2. Výsledně bylo dosaženo výnosu, který byl nejhojnější v porovnání s ostatními variantami dosahující hodnoty 5,167 t/ha.

Tab. 9: Vybrané parametry rostlin ozimé pšenice při sklizni a výnos zrna při sklizni 15. 8. 2023.

varianta	počet plodných odnoží (kusy)	počet sterilních odnoží (kusy)	délka rostliny (m)	počet zrn v klasu (kusy)	počet nalitých zrn v klasu (kusy)	reálný výnos zrna (t/ha), 100 % sušina
regulace plevelů plecími branami – jeden přejezd 23. 3. 2023. Následně je varianta ponechána bez regulace.	2,27	0,03	0,730	19,1	15,7	<u>3,706</u>
regulace plevelů plecími branami – 2x opakovaný přejezd 23. 3. 2023 a 2x přejezd 27.4.2023	2,83	0,13	0,735	20,0	17,4	<u>2,916</u>
bez regulace plevelů	1,90	0,13	0,725	19,2	15,9	<u>3,607</u>
regulace plevelů herbicidní – postemergentní aplikace herbicidu 21.4.2023	2,63	0,03	0,762	20,1	17,4	<u>5,167</u>

5.4 Kvalitativní parametry zrna

Po samotné sklizni pokusných ploch došlo dne 15. 8. 2023 k vyhodnocení základních obsahových hodnot zrna. Přesně vyobrazená data můžeme vidět v tabulce číslo 10.

První varianta, vykazovala hodnoty hmotnosti tisíce semen (HTS) 35,8 g. Dusíkaté látky v této variantě nabývaly hodnot 14,2 %, která byla nejvyšší dosahovaná hodnota. Obsah lepku v pšenici ozimé při této variantě dosahoval hodnoty 14,2 %. Zeleného test dosahoval hodnot 64,1 ml. Finálně škrob zde dosahoval hodnoty 65,5 %.

Druhá varianta, dosahovala následných hodnot. Hmotnost tisíce semen čítala 39,7 g. Dusíkaté látky zde dosahovaly 12,8 %. Lepek zde byl zastoupen z 21,9 %. Zeleného test nabýval hodnot 58 ml. Škrobnatost dosahovala 65,5.

Třetí varianta pokusu vykazovala finálně následné hodnoty. Hmotnost tisíce semen činila 40,2 g. Dusíkaté látky zde čítaly 11,8 %. Lepek zde byl zastoupen z 17,8 %. Zeleného test nabýval hodnot 51,8 ml. Škrobnatost dosahovala 67,9 %.

Poslední varianta, vykazovala tyto hodnoty. Hmotnost tisíce semen tvořila 41,9 g. Dusíkaté látky zde dosahovaly 11,4 %. Lepek zde byl zastoupen z 17,8 %. Zeleného test nabýval hodnot 49,4 ml. Škrobnatost dosahovala 68,2 %.

Tab. 10: Vybrané parametry zrna ozimé pšenice na hodnocených variantách. Vzorky zrna byly odebrány při sklizni 15. 8. 2023.

varianta	HTS (g), sušina 100 %	N - látky (%)	lepek (%)	ZELENÝ test	škrob (%)
regulace plevelů plecími branami – jeden přejezd 23. 3. 2023. Následně je varianta ponechána bez regulace	38,5	14,2	26,4	64,1	65,5
regulace plevelů plecími branami – 2x opakovaný přejezd 23. 3. 2023 a 3x přejezd 27. 4. 2023	39,7	12,8	21,9	58	67
bez regulace plevelů	40,2	11,8	17,8	51,8	67,9
regulace plevelů herbicidní – postemergentní aplikace herbicidu 21. 4. 2023	41,9	11,4	17,8	49,4	68,2

6 Diskuze

Cílem této práce bylo stanovit vliv mechanické regulace v porostech ozimé pšenice na výnos zrna ve srovnání s chemickou regulací plevelů.

V tomto pokusném experimentu se celkově vyskytovaly čtyři pokusné varianty, kdy první pokusná varianta byla vláčena za pomoci plecích bran v celkovém počtu jednoho přejezdu. Druhá varianta byla regulována opakovanou aplikací kolmo na předchozí jízdu ve dvou termínech, kdy obě tyto aplikace byly provedeny v jarním období formou postemergentní aplikace. Třetí varianta sloužila jako kontrolní a čtvrtá varianta byla regulována herbicidně.

Pro porovnání výnosů jednotlivých variant bylo užito průměrných hodnot výnosu pšenice ozimé v České republice pro režim ekologického zemědělství, kde byly aplikovány plecí brány a pro herbicidní ošetření bylo užito průměrného výnosu pšenice ozimé v režimu konvenčního zemědělství (Situační a výhledová zpráva obilniny 2022). Tento zdroj uvádí průměrnou hodnotu výnosu pšenice v ekologickém zemědělství jako 3,19 t/ha a pro konvenční systém pěstování byl v roce 2022 stanoven průměr 6,16 t/ha. Následně bylo za pomoci těchto průměrných hodnot dopočítáno procentické zastoupení jednotlivých variant.

První varianta pokusu, kde došlo k jedné aplikaci plecích bran 23.3.2023 s následným ponecháním varianty bez ošetření vykazovala následující hodnoty. A výsledně výnos, který dosahoval 3,7 t/ha. Zde procentické zastoupení činilo 116 % průměrné hodnoty výnosu České republiky v režimu ekologického zemědělství.

Druhá pokusná varianta, která byla regulována plecími branami 23. 3. 2023 a následně regulace opakována 27. 4. 2023 vykazovala následné hodnoty. Reálný výnos zrna činil 2,916 t/ha, což je propad výnosu, který dosahuje 91,4 % průměrné hodnoty výnosu pšenice v České republice v režimu ekologického zemědělství.

Třetí varianta, která vznikla 21. 4. 2023 odpovídá variantě kontrolní. Celkový výnos této variety dosahoval 3,607 t/ha, což představovalo 113% průměrné hodnoty výnosu v České republice v režimu ekologického zemědělství.

Poslední varianta byla regulována 21. 4. 2023 za pomoci herbicidního ošetření, které bylo následně ponecháno bez dalšího ošetření. Výsledně bylo dosaženo výnosu, který byl nejhojnější v porovnání s ostatními variantami dosahující hodnoty 5,167 t/ha, ovšem v porovnání s průměrným výnosem v režimu konvenčního zemědělství dosahuje pouze 83,9 % průměru.

Experimentální pokus této bakalářské práce se shoduje se studií Rasmussen et al. (2010) v celkové regulaci plevelné biomasy, kdy se v obou studiích ukazuje, že s vyšší intenzitou užití plecích bran dochází k razantnější regulaci zaplevelení. Dokladem je zde pokusná varianta číslo 2 této bakalářské práce, kde dosahovala hodnota nadzemní biomasy plevelů neporovnatelně vyšších hodnot s ostatními variantami. I přes tyto vysoké hodnoty

zaplevelení se na této variantě ukazuje razantní regulační vliv plecích bran, které znatelně dokázaly regulovat i vzrostlejší stadia plevelných druhů.

Jeden z výsledků této bakalářské práce by se mohl shodovat se studií Rasmussen & Svenningsen (1995), kteří uvádějí, že při vláhově bohatších letech dochází vlivem aplikace plecích bran za nevhodných aplikačních podmínek k redukcí výnosu porostů pšenice ozimé. Vlivem vláhově bohatšího jara v rámci experimentu této bakalářské práce mohly tyto nevhodné regulační podmínky zapříčinit též snížení výnosu dle výsledků této bakalářské práce.

Jak zmiňují Rasmussen (2010) a Rasmussen & Svenningsen (1995) možnou redukcí výnosů hlavní plodiny vlivem příliš intenzivní aplikace plecích bran se jeví i jako jedna z možností redukce výnosu pšenice ozimé v pokusném experimentu této bakalářské práce, kde v pokusné variantě č.2 s opakovanou aplikací ve dvou termínech finálně skutečně došlo k redukcí výnosu zrna pšenice ozimé na vůbec nejnižší hodnotu z celého experimentu.

Z hlediska zvýšené regulační schopnosti plecích bran při okamžité následné aplikaci kolmo na předchozí jízdu se studie kolektivu autorů (Pannacci et al. 2016) shoduje s naším experimentem, kdy skutečně docházelo k lepší účinnosti samotné regulace zaplevelení oproti pouze samostatné jednosměrné aplikaci bran. Stejný výsledek jako u kolektivu autorů byl shledán i u případného ovlivnění hmotnosti tisíce semen vlivem plecích bran, který nebyl ani v jedné ze studií prokázán.

Stejně jako uvádí Bagavathiannan & Acker (2009) se i v našem pokusu vyskytovala regenerující vojtěška setá, která se vyskytovala na všech zkoumaných pásech a pravděpodobně se zde uchytila z důvodu její velmi silné regenerační schopnosti, která dokázala odolat i hlavnímu zpracování půdy. Možným aspektem, proč se zde vyskytovala, by mohl být aspekt mělkého zpracování půdy do 15 cm, s absencí hluboké orby, kterého podnik vlastníci propůjčený pozemek velmi hojně využívá. Jedním z možných aspektů regulace výnosu ve všech mechanicky regulovaných pokusných plochách mohl být faktor konkurenceschopnosti regenerující vojtěšky seté, která se v mechanicky regulovaných plochách vyskytovala a samotnou mechanickou regulací za pomoci plecích bran mohla být i podpořena její regenerační schopnost.

Stejně jako uvádějí Wilson et al.(1993) vliv počtu přejezdů plecích bran na početnost samotných odnoží pšenice ozimé, tak stejného efektu je dosaženo i této bakalářské práci, jak ostatně uvádí tabulka číslo 7 v kapitole výsledky, která dokládá skutečně prokazatelné zvýšení odnožovací schopnosti pšenice, která byla vláčena za opakované techniky užití plecích bran. Vliv jednoho přejezdu souběžně s porostem a následným přejezdem kolmo na výsev řádků nebyl v rámci této bakalářské práce zkoumán, ovšem mohl by být využit při následných experimentech do budoucna.

7 Závěr

- Z výsledku experimentálního pokusu této bakalářské práce, který se celkově skládal ze čtyř variant, byly zkoumány hodnoty délky rostlin, počtů odnoží, počtu zrn v klasech, obsahové parametry zrna a finálně samotný výnos zrna jednotlivých variant.
- První pokusná varianta dosáhla ve většině průměrných hodnot, ovšem z hlediska výnosu dosáhla ve finále druhé nejlepší hodnoty. Tato skutečnost je pravděpodobně zapříčiněna mnoha faktory, mezi které může patřit ne příliš intenzivní regulace zaplevelení, která by poškodila i porost pěstované pšenice, nižší počáteční hodnota množství nadzemní rostlinné biomasy plevelů, která by mohla ovlivnit účinnost regulace zaplevelení a řada dalších.
- Druhá pokusná varianta, která byla opakovaně regulována pokaždé kolmo na předchozí jízdu a ve dvou termínech vykazovala pozoruhodné zvýšení odnožovací schopnosti pšenice, které bylo zřejmě dosaženo díky opakované mechanické regulaci zaplevelení. Ovšem vlivem více negativních faktorů došlo na této variantě k dosažení úplně nejslabšího výnosu ze všech zkoumaných variant. Mezi faktory, které tuto skutečnost mohli ovlivnit, určitě mohla patřit regenerující vojtěška, kterou mechanická regulace nedokázala účinně regulovat a navíc mohla podpořit její růst. Dalším faktorem mohl být vliv bezkonkurenčně nejvyššího množství nadzemní biomasy plevelů, která se zde před započítáním samotných aplikací skutečně vyskytovala.
- Třetí pokusná varianta, která vznikla v průběhu formování samotných aplikačních pásů, vykazovala ve všech parametrech průměrné hodnoty až na výnos, který zde byl třetím nejhorším. Tato pokusná varianta nebyla vůči plevelům žádným způsobem regulována, a přesto nedosahovala nejhorších výsledků. Jedním z odůvodnění takového výsledku může být počáteční relativně malé množství nadzemní plevelné biomasy.
- Poslední pokusnou variantou byla ta, kde bylo užito chemické regulace zaplevelení za pomoci herbicidního přípravku, který poměrně spolehlivě reguloval zaplevelení daného pokusného pásu.

Doporučení pro praxi

- Mechanické regulace zaplevelení, konkrétně využití plecích bran v konvenčním a ekologickém zemědělství má svá opodstatnění, ovšem samotný regulační efekt těchto bran se odvíjí od půdních, klimatických a agrotechnických podmínek daného pozemku
- Vláčení za pomoci plecích bran lze využít jako alternativní metody regulace zaplevelení oproti užití standardních herbicidních technologií užívaných v konvenčním zemědělství.
- V ekologickém zemědělství patří užití plecích bran i nadále mezi jedny z hlavních regulačních zásahů primárního i sekundárního zaplevelení.
- Dalším doporučením by mohlo být nevyužívání plecích bran v porostech, kde byla předplodinou vojtěška setá, kterou plecí brány pravděpodobně nedokáží regulovat.
- Za důležité ovšem považuji dodat, že celý polní experiment byl založen, veden i sklizen pouze v jedné konkrétní lokalitě, kde jisté faktory mohly ovlivňovat nezdár mechanické regulace zaplevelení. V následných experimentech by mohla lépe vycházet kombinace

užití plecích bran i v preemergentní aplikaci, či časně postemergentní aplikaci, kdy by mohly skutečně drobné rostlinky plevelů v kombinaci s následnými postemergentními aplikacemi být spolehlivě regulovány.

8 Literatura

Acevedo E, Silva P, Silva H. 2002. Wheat growth and physiology. Pages 39-70 in Curtis C B, Rajaram S, Macpherson G H, editors. Bread wheat. Food and agriculture organization of the United nations, Rome.

Ahmed T H, Francis A, Clements R D, Dyck E, Ross E, Upadhyaya K M, Hall M L, Martin L S. 2021. The Biology of Canadian Weeds. 159. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. Canadian Journal of Plant Science **102**. DOI: 10.1139/cjps-2021-0059.

ANDREASEN C, STREIBIG JC. 2011. Evaluation of changes in weed flora in arable fields of Nordic countries – based on Danish long-term surveys. Weed Research **51**:214-226. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.2010.00836.x> (accessed April 17, 2024).

ANDREASEN C, STREIBIG JC. 2011. Evaluation of changes in weed flora in arable fields of Nordic countries – based on Danish long-term surveys. Weed Research **51**:214-226. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.2010.00836.x> (accessed April 18, 2024).

Armengot L, José-María L, Chamorro L, Sans FX. 2013. Weed harrowing in organically grown cereal crops avoids yield losses without reducing weed diversity. Agronomy for Sustainable Development **33**:405-411. Available at <http://link.springer.com/10.1007/s13593-012-0107-8> (accessed April 16, 2024).

Aronsson H, Ringselle B, Andersson L, Bergkvist G. 2015. Combining mechanical control of couch grass (*Elymus repens* L.) with reduced tillage in early autumn and cover crops to decrease nitrogen and phosphorus leaching. Nutrient Cycling in Agroecosystems **102**:383-396. Available at <http://link.springer.com/10.1007/s10705-015-9712-7> (accessed January 3, 2024).

Bagavathiannan MV, Acker RCV. 2009. The Biology and Ecology of Feral Alfalfa (*Medicago sativa* L.) and Its Implications for Novel Trait Confinement in North America. Critical Reviews in Plant Sciences **28**:69-87. Available at https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07352680902753613?casa_token=dQ4YYiMpe5IAAAAA%3AcgYBju_b4AR1WvdlnsMECLnLf8liJUsIZAfj7S5BvZR0V-yfF6UKN3qLRXpHFTAsdoy_Dear8XvR-A (accessed January 1, 2024).

Barney JN, DiTommaso A. 2003. The biology of Canadian weeds. 118. *Artemisia vulgaris* L. Canadian Journal of Plant Science **83**:205-215. Available at <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.4141/P01-098> (accessed December 30, 2023).

Bond W, Grundy AC. 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. Weed Research **41**:383-405. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3180.2001.00246.x> (accessed February 22, 2024).

Cripps MG, Gassmann A, Fowler SV, Bourdôt GW, McClay AS, Edwards GR. 2011. Classical biological control of *Cirsium arvense*: Lessons from the past. Biological Control **57**:165-174. Available at https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964411000697?casa_token=S_Y

SCvjt2okAAAAA:F13xvDkn0p9ZXyr6jky3EDsuxmsSdNAR5F1IIV1KZtba4Iu__qhNBfFq_JXxSgQ12RoE1ifY7s (accessed January 13, 2024).

Darapuneni MK, Lauriault LM, Angadi SV. 2019. Alfalfa Termination Strategies Determine Subsequent Wheat and Haygrazer Forage Yield and Nutritive Value. *Crop, Forage & Turfgrass Management* **5**:1-7. Available at https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2134/cftm2019.05.0034?casa_token=YxdDJP0rXF0AAAAA%3AnX0mVltkk2-i538fabTy4LyZv7mAfsLYKU-IHYqjM-GRPIpbCb0n5U3LvoOj8vGtc62xtfdrwhuDrRvj (accessed January 1, 2024).

Davis S, Mangold J, Menalled F, Orloff N, Miller Z, Lehnhoff E. 2018. A Meta-analysis of Canada Thistle (*Cirsium arvense*) Management. *Weed Science* **66**:548-557. Available at https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174518000061/type/journal_article (accessed February 5, 2024).

E katalog BPEJ. .. Available at <https://bpej.vumop.cz/43311> (accessed March 20, 2024).

Erekul O, Köhn W. 2006. Effect of Weather and Soil Conditions on Yield Components and Bread- Making Quality of Winter Wheat (*Triticum Aestivum* L.) and Winter Triticale (*Triticosecale* Wittm.) Varieties in North-East Germany. *Journal of Agronomy and Crop Science* **6**: 452-464. DOI: 10.1111/j.1439-037X.2006.00234.x

Figueroa M, Hammond-Kosack E K, Solomon S P. 2018. A review of wheat diseases – a field perspective. *Molecular Plant Pathology* **19**: 1523-1536. DOI: 10.1111/mpp.12618.

Fontanelli M, Fasconi C, Martelloni L, Pirchio M, Raffaelli M, Peruzzi A. 2015. Innovative Strategies and Machines for Physical Weed Control in Organic and Integrated Vegetable Crops. *CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS* **44**:6. Available at <https://www.aidic.it/cet/15/44/036.pdf> (accessed February 21, 2024).

Gaur N, Mogalapu S. 2018. Pests of Wheat. Page 81-97 in Omkar editor. *Pests and Their Management*. Springer Singapore, Kallang.

Gilbert P-A, Vanasse A, Angers DA. 2009. Harrowing for weed control: Impacts on mineral nitrogen dynamics, soil aggregation and wheat production. *Soil and Tillage Research* **103**:373-380. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167198708002341> (accessed February 21, 2024).

Haas M, Schreiber M, Mascher M. 2018. Domestication and crop evolution of wheat and barley: Genes, genomics and future directions. *Journal of Integrative Plant Biology* **61**: 204-225. DOI: 10.1111/jipb.12737.

Hamouz P, Hamouzová K, Holec J, Tyšer L. 2013. Impact of site-specific weed management on herbicide savings and winter wheat yield.. *Plant, Soil and Environment* **59**:101-107. Available at <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20133173258> (accessed March 8, 2024).

Hatcher PE, Froud-Williams RJ. 2017.. 389-412 in *Weed Research: Expanding Horizons*. Wiley. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119380702.ch13?fbclid=IwAR0QwJpO>

oqgiSayWXv1TiGXWnPc2Z3qsZhKJIfV1jRz9VWf5T74Il4AQoGM (accessed January 3, 2024).

Heap, I. 2024. The international Survey of Herbicide Resistant Weeds. Tuesday. Available online: www.weedscience.com (accessed on 5 March 2024).

Hejcman M, Kunzová E. 2010. Sustainability of winter wheat production on sandy-loamy Cambisol in the Czech Republic: Results from a long-term fertilizer and crop rotation experiment. *Field Crops Research* **115**: 191-199. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.11.004.

Hofmeijer M, Krauss M, Berner A, Peigné J, Mäder P, Armengot L. 2019. Effects of Reduced Tillage on Weed Pressure, Nitrogen Availability and Winter Wheat Yields under Organic Management. *Agronomy* **9**:11. Available at <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/4/180> (accessed February 8, 2024).

Hussain M, Farooq S, Merfield C, Jabran K. 2018. Mechanical Weed Control. 133-155 in *Non-Chemical Weed Control*, 1st edition.. Elsevier. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128098813000085> (accessed March 9, 2024).

Chadha A, Florentine S. 2021. Biology, Ecology, Distribution and Control of the Invasive Weed, *Lactuca serriola* L. (Wild Lettuce): A Global Review. *Plants* **10**:15. Available at <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/10/2157> (accessed December 31, 2023).

Chicouene D. 2007. Mechanical destruction of weeds. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **27**:19-27. Available at <http://link.springer.com/10.1051/agro:2006012> (accessed February 21, 2024).

Chipilski R, Uhr Z. 2021. Physiological and agronomic assessment of tolerance to drought of perspective breeding lines common winter wheat. *Bulgarian Journal of Agriculture Science* **27**: 297-303.

Chovancova S, Illek F, Winkler J. 2020. The effect of three tillage treatments on weed infestation in maize monoculture. *Pakistan Journal of Botany* **52**:5. Available at http://pakbs.org/pjbot/paper_details.php?id=8091 (accessed February 6, 2024).

Igrejas G, Branlard G. 2020. *The Importance of Wheat. Wheat Quality For Improving Processing And Human Health* Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-34163-3_1. – Pochybnost, poradit se.

Jabran K, Ali A, Sattar A, Ali Z, Yaseen M, Hussain M, Iqbal J, Munir MK. 2012. Cultural, mechanical and chemical weed control in wheat.

Jabran K, Mahmood K, Melander B, Bajwa A A, Kudsk P. 2017. Weed Dynamics and Management in Wheat. Page 97-166 in Sparks L D, editor. *Advances in Agronomy*. Academic Press Inc., United States.

Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. *Biologie a regulace plevelů*. Kurent, České Budějovice.

Jursík M, Holec J, Zatoriová B. 2008. Širokolisté šťovíky: šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*) a šťovík kadeřavý (*Rumex crispus*). *Biologie a regulace dalších významných plevelů české republiky* **124**:5.

Jursík M. 2011. *Plevele: biologie a regulace*. Kurent, České Budějovice.

Kayim M, Nawaz H, Alsalmo A. 2022. *Fungal Diseases of Wheat*. Page 20 in Rahman Ansari M editor. *Wheat*. Intech Open, London.

Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. *Encyklopedie ochrany rostlin*. Profi Press, Praha.

Kohout V. 1997. *Plevele polí a zahrad*. Agrospoj, Praha.

Kolářová M, Tyšer L, Soukup J. 2015. Weed species diversity in the Czech republic under different farming and site conditions. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis* **63**: 741-749. DOI: 10.11118/actaun201563030741.

Křišťálová V, Hejcman M, Červená K, 2010. Winter resistance of pasture weeds *Rumex obtusifolius* L. and *R. crispus* L.. 663-665 in *Grassland in a changing world*. Mecke Druck und Verlag, Duderstadt.

Kunz C, Weber J, Gerhards R. 2015. Benefits of Precision Farming Technologies for Mechanical Weed Control in Soybean and Sugar Beet - Comparison of Precision Hoeing with Conventional Mechanical Weed Control. *Agronomy* **5**:130-142. Available at <http://www.mdpi.com/2073-4395/5/2/130> (accessed February 18, 2024).

Li L, Guo N, Mengmeng F Y, Duan, Li Ch. Effect of *Piriformospora indica* – Included Systemic Resistance and Basal Imunity Against *Rhizoctonia cerealic* and *Fusarium graminearum* in Wheat. 2022. *Sec. Plant Physiology* **13**. DOI: 10.3389/fpls.2022.836940.

Li X-F, Bin D, Hong-gang W. 2010. Awn anatomy of common wheat (*Triticum aestivum* L.) and its relatives. *International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics* **63**: 391-397.

Liu H, Shi Z, Ma F. 2022. Identification and validation of plant height, spike length and spike compactness loci in common wheat (*Triticum aestivum* L.) *BMC Plant Biology* **22**. DOI: 10.1186/s12870-022-03968-0.

Marcinkeviciene A, Kriauciuniene Z, Velicka R, Kosteckas R, Fujii Y. 2018. ALLELOPATHIC EFFECT OF ARTEMISIA VULGARIS ON WINTER WHEAT AND WINTER OILSEED RAPE. *Fresenius Environmental Bulletin* **27**:727 - 732.

MARSHALL R, HULL R, MOSS SR. 2010. Target site resistance to ALS inhibiting herbicides in *Papaver rhoeas* and *Stellaria media* biotypes from the UK. *Weed Research* **50**:621-630. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.2010.00813.x> (accessed March 6, 2024).

Matsuoka Y, Mori N. 2020. Reproductive and genetic roles of the maternal progenitor in the origin of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Ecolgy and Evolution* **10**:13926-13937. DOI: 10.1002/ece3.6985.

MCLENNAN BR, ASHFORD R, DEVINE MD. 1991. *Cirsium arvense* (L.) Scop. competition with winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Weed Research* **31**:409-415. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.1991.tb01781.x> (accessed March 7, 2024).

Melander B, Holst N, Jensen K P, Hansen M E, Olesen E J. 2007. *Apera spica-venti* population dynamics and impact on crop yield as affected by tillage, crop rotation, location and herbicide programmes. *Weed research* **48**: 48-57. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2008.00597.x

Mielmann A. 2013. The utilisation of lucerne (*Medicago sativa*): a review. *British Food Journal* **115**:13. Available at <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/00070701311317865/full/html> (accessed January 1, 2024).

Mikulka J, Chodová D, Martinková Z, Kohout V, Soukup J, Uhlík J. 1999. Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. *Farmář – Zemědělské listy*,

Mikulka J, Chodová D. 2003. Germination and emergence of prickly lettuce (*Lactuca serriola* L.) and its susceptibility to selected herbicides. *Plant, Soil and Environment* **49**:89-94. Available at <http://pse.agriculturejournals.cz/doi/10.17221/4095-PSE.html> (accessed March 6, 2024).

Mikulka J, Kneifelová M, Martinková Z, Soukup J, Uhlík J. 2005. Plevelné rostliny, 2.nd edition.. Profi Press.

Mikulka J, Štrobach J. 2020. Biologie a regulace vytrvalých plevelů na zemědělské půdě: Biology and control of perennial weeds on agricultural land. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.

Mikulka J. 2010. Metody regulace invazních plevelů na zemědělské půdě: uplatněná certifikovaná metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.

Ministerstvo zemědělství. 2021. Ročenka 2021 Ekologické zemědělství v České republice, Praha.

Ministerstvo zemědělství. 2021. Situační a výhledová zpráva obiloviny, Praha.

Morgounov A, Tufan A H, Sharma R, Akin B, Bagci A, Braun J-H, Kaya Y, Keser M, Payne S T, Sonder K, McIntosh R. Global incidence of wheat rusts and powdery mildew during 1969-2010 and durability of resistance of winter wheat variety Bezostaya 1. 2011. *European Journal of Plant Pathology* **132**: 323-340. DOI: 10.1007/s10658-011-9879-y.

Oladeji S O, Oyebamiji K A. 2020. *Stellaria media* (L.) Vill. – A plant with immense therapeutic potentials: phytochemistry and pharmacology. *Heliyon* **6**. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04150.

Palík S, Burešová I, Edler S, Sedláčková I, Tichý F, Váňová M. 2009. Metodika pěstování ozimé pekárenské pšenice. Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž.

Pannacci E, Tei F, Guiducci M. 2016. Mechanical weed control in organic winter wheat. *Italian Journal of Agronomy* **11**:7. Available at <http://www.agronomy.it/index.php/agro/article/view/900> (accessed February 22, 2024).

Pazdera K, Bečka D, Capouchová I, Dvořák P, Procházka P, Urban J. 2018. Pěstování polních plodin – cvičení. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra rostlinné výroby, Praha.

Peixoto DS, Silva L de CM da, Melo LBB de, Azevedo RP, Araújo BCL, Carvalho TS de, Moreira SG, Curi N, Silva BM. 2020. Occasional tillage in no-tillage systems: A global meta-analysis. *Science of The Total Environment* **745**:14. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969720344168> (accessed February 9, 2024).

Peng H J, Sun D, Nevo E. 2011. Domestication evolution, genetics and genomics in wheat. *Molecular breeding* **28**: 281-301. DOI: 10.1007/s11032-011-9608-4.

Peruzzi A, Martelloni L, Frasconi C, Fontanelli M, Pirchio M, Raffaelli M. 2017. Machines for non-chemical intra-row weed control in narrow and wide-row crops: a review. *Journal of Agricultural Engineering* **48**:57-70. Available at <http://www.agroengineering.org/index.php/jae/article/view/583> (accessed February 19, 2024).

Prugar J, a kol. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský; Česká akademie zemědělských věd, Praha.

Pye A. 2008. Ecological studies of *Rumex crispus* L : propagation, competition and demography. Doctoral Thesis. Uppsala.

Rasmussen J, Svenningsen T. 1995. Selektive weed Harrowing in Cereals. *Biological Agriculture & Horticulture* **12**:20. Available at <https://www.pismin.com/10.1080/01448765.1995.9754721> (accessed February 21, 2024).

RASMUSSEN J, MATHIASSEN H, BIBBY BM. 2010. Timing of post-emergence weed harrowing. *Weed Research* **50**:436-446. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.2010.00799.x> (accessed April 16, 2024).

Ringselle B, Cauwer BD, Salonen J, Soukup J. 2020. A Review of Non-Chemical Management of Couch Grass (*Elymus repens*). *Agronomy* **10**:26. Available at https://www.mdpi.com/2073-4395/10/8/1178?fbclid=IwAR3x0nI13MSR00j94ckzawwS_OArQpZnt_skQi_MjzIMtZZnvs6C40eY4Q#B69-agronomy-10-01178 (accessed January 3, 2024).

Rueda-Ayala V, Rasmussen J, Gerhards R. 2010. Mechanical Weed Control. 279-294 in *Precision Crop Protection - the Challenge and Use of Heterogeneity*. Springer Netherlands, Dordrecht. Available at https://link.springer.com/10.1007/978-90-481-9277-9_17 (accessed February 18, 2024).

Shahzad M, Hussain M, Jabran K, Farooq M, Farooq S, Gašparovič K, Barboricova M, Aljuaid S, B, El-Shehawi M, A, Zuan K, T, A. 2021. The Impact of Different Crop Rotations by Weed Management Strategies Interactions on Weed Infestation and Productivity of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agronomy* **11**. DOI: 10.3390/agronomy11102088

Sieling K, Christen O. 2015. Crop rotation on yield of oilseed rape, wheat and barely and residual effects on the subsequent wheat. *Archives of Agronomy and Soil Science* **61**: 1531-1549. DOI: 10.1080/03650340.2015.1017569.

Situační a výhledová zpráva. 2023.. Ministerstvo zemědělství ČR v Agrospoji, Praha.

Smatana J, Vereš T, Smatanová N, Koblunický P. 2010. Weed infestation dynamics in the winter wheat (*Triticum aestivum* L.) canopy.. *Research Journal of Agricultural Science* **42**:275-278.

Synowiec A et al. 2021. Environmental Factors Effects on Winter Wheat Competition with Herbicide-Resistant or Susceptible Silky Bentgrass (*Apera spica-venti* L.) in Poland. *Agronomy* **11**:17. Available at <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/5/871> (accessed March 5, 2024).

Šarapatka B, Urban J. 2006. *Ekologické zemědělství v praxi*, 2.nd edition.. PRO-BIO, Šumperk.

Šrámková Z, Gregová E, Šturdík E. 2009. Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta Chimica Slovaca* **2**: 115-138.

Tiley GED. 2010. Biological Flora of the British Isles: *Cirsium arvense* (L.) Scop.. *Journal of Ecology* **98**:938-983. Available at <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2745.2010.01678.x> (accessed January 13, 2024).

Vach M, Javůrek M. 2010. *Předpoklady pro netradiční technologie zakládání porostů polních plodin*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.

VAN DER WEIDE RY, BLEEKER PO, ACHTEN VTJM, LOTZ LAP, FOGELBERG F, MELANDER B. 2008. Innovation in mechanical weed control in crop rows. *Weed Research* **48**:215-224. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.2008.00629.x> (accessed February 19, 2024).

Vasas A, Orbán-Gyapai O, Hohmann J. 2015. The Genus *Rumex*: Review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology* **175**:198-228. Available at https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874115301264?casa_token=-Agba2O83h0AAAAA:tzNbkXLLFAtkuS1Vg0KmoYWW_XzOShrjwjglO8y9feKWlLl8q4eN3EK9wUFouRq9Jp08U_LwYmA (accessed December 31, 2023).

Weaver SE, Downs MP. 2003. The biology of Canadian weeds. 122. *Lactuca serriola* L. *Canadian Journal of Plant Science* **83**:619-628. Available at <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.4141/P02-059> (accessed December 30, 2023).

Weis M, Gutjahr C, Rueda Ayala V, Gerhards R, Ritter C, Schölderle F. 2008. Precision farming for weed management: techniques. *Gesunde Pflanzen* **60**:171-181. Available at <http://link.springer.com/10.1007/s10343-008-0195-1> (accessed February 22, 2024).

Werle R, Bernards L M, Arkebauer J, Lindquist. 2014. Environmental Triggers of Winter Annual Weed Emergence in the Midwestern United States. *Weed science* **62**: 83-96. DOI: 10.1614/WS-D-13-00091.1.

WILSON BJ, WRIGHT KJ, BUTLER RC. 1993. The effect of different frequencies of harrowing in the autumn or spring on winter wheat, and on the control of *Stellaria media* (L.) vill., *Galium aparine* L. and *Brassica napus* L. *Weed Research* **33**:501-506. Available at

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.1993.tb01966.x> (accessed April 17, 2024).

Winkler J, Dvořák J, Hosa J, Martínez Barroso P, Vaverková MD. 2023. Impact of Conservation Tillage Technologies on the Biological Relevance of Weeds. *Land* **12**:10. Available at <https://www.mdpi.com/2073-445X/12/1/121> (accessed February 22, 2024).

Winkler J, Trojan V, Hrušešová V. 2015. Effects of the Tillage Technology and the Forecrop on Weeds in Stands of Winter Wheat. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **63**:477-483. Available at <http://acta.mendelu.cz/doi/10.11118/actaun201563020477.html> (accessed February 6, 2024).

Woźniak A, Soroka M. 2017. Effect of tillage systems on weed infestation of durum wheat. *International Journal of Plant Production* **11**:8. Available at https://ijpp.gau.ac.ir/article_3551_43dd44e0e9dbdb1858aa255d971d4171.pdf (accessed March 7, 2024).

Woźniak A. 2019. Effect of tillage system on the structure of weed infestation of winter wheat. *Spanish Journal of Agricultural Research* **16**:7. Available at <http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/12531> (accessed February 6, 2024).

Zhang Z-S, Li H-Y, Kong H-Ch, Xu H-X. 2015. Interference of allelopathic wheat with different weeds. *Pest Management Science* **72**: 172-178. DOI: 10.1002/ps.3985.

ZOU LING, SANTANEN ARJA, TEIN BERIT, STODDARD FREDERICKL, MÄKELA PIRJOSA. 2014. Interference potential of buckwheat, fababean, oilseed hemp, vetch, white lupine and caraway to control couch grass weed. *Allelopathy Journal* **33**:227-236. Available at <https://www.proquest.com/openview/c49a0f22493c24e778f9e0537eb24908/1?pq-origsite=scholar&cbl=2030009> (accessed January 4, 2024).