

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Využití přírodních látek při ošetření osiva řepky

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Jan Herout

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Využití přírodních látek při ošetření osiva řepky" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 19.4. 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za vedení práce, jeho ochotu, trpělivost, čas a rady, které mi během celé spolupráce poskytoval. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu a trpělivost po celou dobu studia.

Využití přírodních látek při ošetření osiva řepky

Souhrn

Řepka ozimá (*Brassica napus*) je jednou z nejdůležitějších plodin světa a je nedílnou součástí osevních postupů. Během vegetace rostliny řepky čelí řadě škodlivých činitelů nebo abiotickým stresům. Mezi hlavní kritickou periodu se řadí vzcházení a počáteční fáze růstu porostu. Funkční způsob pro překonání tohoto období představuje moření osiva před výsevem, ovšem jeho využití v posledních letech zásadně pokleslo z důvodu zákazu neonikotinoidních mořidel, které tvořily drtivou většinu dostupných mořidel. Cílem této diplomové práce bylo ověření možných alternativ v podobě využití přírodních látek s insekticidní a antifugální aktivitou společně s pomocnými látkami ke komplexnímu ošetření osiva před výsevem a posoudit jeho vliv na polní vzcházivost rostlin, produkční schopnosti a výnos ozimé řepky.

Experiment probíhal v rámci dvouletých maloparcelkových pokusů na výzkumné stanici v Červeném Újezdě v pěstitelských letech 2022/2023 a 2023/2024. Z přírodních látek byl využit výluh z kopřivy dvoudomé, papriky seté a tymiánu obecného, Pro další varianty byl použit NeemAzal, což je insekticidní přípravek na ochranu rostlin z výtažku z tropické rostliny zederach indický, Lumiposa jako konvenčně dostupné mořidlo a již zakázané mořidlo Cruiser OSR, sloužící jako kontrola společně s nemořeným osivem. Součástí komplexního moření byl také pomocný přípravek Agrovital a Lexin jako stimulátor, který byl využit také i jako samostatná varianta.

V rámci pokusů byly sledovány parametry porostu jako je počet rostlin, požerků, hmotnost nadzemní a podzemní biomasy nebo šířka kořenového krčku a v konečné fázi výnos a hmotnost tisíce semen. Ze získaných výsledků lze potvrdit pozitivní vliv moření oproti nemořené kontrole na výše zmíněné parametry, i když například u počtu rostlin se tento trend projevil až po období vzcházení porostu. Z jednotlivých variant nejlepší výsledky vykazovala u sledovaných parametrů Lumiposa + Lexin, což se odrazilo i na konečném výnosu, který byl u ní nejvyšší. Z přírodních látek nejlepší výsledky ve většině parametrů prokázal výluh tymiánu + Lexin, včetně vyššího výnosu až 0,5 t/ha oproti nemořené kontrole, u které byl stanoven nejnižší výnos. Druhý nejhorší výnos byl zjištěn u samostatného Lexinu, což podporuje teorii o výhodnosti využití komplexního moření osiva.

Ze získaných výsledků lze usoudit, že výluhy z rostlin, které se vyznačují insekticidním nebo antifugálním účinkem mohou sloužit jako alternativa ke konvenčním mořidlům a je možné je doporučit pro využití v zemědělské praxi.

Klíčová slova: insekticidní ochrana, antifugální aktivita, ošetření osiv, řepka

The use of natural substances in the treatment of rapeseed

Summary

Winter rape (*Brassica napus*) is one of the world's most important crops and is an integral part of crop rotations. During the growing season, rape plants face a number of harmful agents or abiotic stresses. The main critical periods are emergence and the early stages of crop growth. A functional method for overcoming this period is pre-sowing seed treatment, but its use has declined substantially in recent years due to the banning of neonicotinoid seed treatments, which accounted for the vast majority of available seed treatments. The aim of this thesis was to test possible alternatives in the form of the use of natural compounds with insecticidal and antifungal activity together with adjuvants for a complex seed treatment prior to sowing and to assess its effect on plant field emergence, production ability and yield of winter rape.

The experiment was conducted in two-year small-plot trials at the research station in Červený Újezd in the 2022/2023 and 2023/2024 growing years. Among the natural substances, the leachate of stinging nettle, sown pepper and common thyme was used, For other variants, NeemAzal, which is an insecticidal plant protection product made from the extract of the tropical plant *Zederach indica*, Lumiposa as a cordial available mordant and the already banned mordant Cruiser OSR, serving as a control together with untreated seed, were used. Agrovital as an adjuvant and Lexin as a stimulant were also part of the complex treatment, which was also used as a stand-alone option.

The experiments monitored stand parameters such as number of plants, tillers, above and below ground biomass weight or root collar width and finally yield and thousand seed weight. From the results obtained, it can be confirmed that there was a positive effect of the seed treatment compared to the untreated control on the aforementioned parameters, although, for example, in the case of the number of plants, this trend was only apparent after the stand emergence period. Lumiposa + Lexin showed the best results among the variants for the parameters studied, which was also reflected in the final yield, which was the highest. Of the natural substances, the best results in most parameters were shown by the leachate of thyme + Lexin, including a higher yield of up to 0.5 tonnes/ha compared to the untreated control, which was found to have the lowest yield. The second worst yield was found for Lexin alone, supporting the theory of the advantage of using complex seed treatment.

From the results obtained, it can be concluded that plant exudates with insecticidal or antifungal activity can serve as an alternative to conventional seed mordants and can be recommended for use in agricultural practice.

Keywords: insecticidal protection, antifungal activity, seed treatment, rape

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1 Úvod | 8 |
| 2 Vědecké hypotézy a cíle práce | 9 |
| 3 Literární rešerše | 10 |
| 3.1 Řepka olejka | 10 |
| 3.1.1 Biologická charakteristika | 10 |
| 3.1.2 Význam a využití | 10 |
| 3.1.3 Nároky na klimatické a půdní podmínky | 11 |
| 3.1.4 Zařazení do osevního postupu..... | 11 |
| 3.1.5 Zpracování půdy | 12 |
| 3.1.5.1 Orební technologie | 12 |
| 3.1.5.2 Minimalizační technologie..... | 13 |
| 3.1.6 Výběr odrůdy | 14 |
| 3.1.7 Výnosotvorné prvky..... | 14 |
| 3.1.8 Založení porostu | 15 |
| 3.1.9 Výživa a hnojení | 16 |
| 3.1.9.1 Organické hnojení..... | 16 |
| 3.1.9.2 Hnojení dusíkem | 17 |
| 3.1.9.3 Hnojení sírou..... | 18 |
| 3.1.9.4 Hnojení fosforem, draslíkem a hořčíkem | 18 |
| 3.1.9.5 Hnojení mikroelementy | 19 |
| 3.1.10 Regulace růstu | 19 |
| 3.1.11 Regulace zaplevelení..... | 19 |
| 3.1.12 Regulace škůdců | 20 |
| 3.1.12.1 Vybraní nejdůležitější škůdci | 20 |
| 3.1.13 Regulace houbových chorob | 21 |
| 3.1.13.1 Vybrané nejdůležitější choroby | 21 |
| 3.1.14 Sklizeň a posklizňová úprava | 22 |
| 3.2 Moření osiva | 23 |
| 3.2.1 Osivo | 23 |
| 3.2.2 Moření osiva řepky ozimé | 23 |
| 3.2.3 Využití přírodních látek k ochraně rostlin..... | 24 |
| 3.2.4 Vybrané rostliny a jejich látky..... | 25 |
| 3.2.4.1 Kopřiva dvoudomá (<i>Urtica dioica</i> L.) | 25 |
| 3.2.4.2 Paprika setá (<i>Capsicum annum</i> L.)..... | 25 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.2.4.3 | Tyminán obecný (<i>Thymus vulgaris</i> L.) | 26 |
| 4 | Metodika | 27 |
| 4.1 | Pokusné stanoviště Červený Újezd | 27 |
| 4.2 | Průběh počasí | 27 |
| 4.3 | Agrotechnika pokusů | 29 |
| 4.4 | Sledované varianty | 30 |
| 4.4.1 | Charakteristika použitých přípravků | 31 |
| 4.5 | Průběh pokusů | 32 |
| 4.5.1 | Pokusný rok 2022/2023 | 32 |
| 4.5.2 | Pokusný rok 2023/2024 | 34 |
| 4.5.3 | Statistické vyhodnocení | 35 |
| 5 | Výsledky | 36 |
| 6 | Diskuze | 45 |
| 7 | Závěr | 48 |
| 8 | Literatura | 49 |
| 9 | Seznam použitých zkratk a symbolů | 56 |

1 Úvod

Řepka olejka (*Brassica napus* L.) patří mezi nejvýznamnější olejninu světa a konkrétně její ozimá forma je nejpěstovanější olejninou v České republice. Celková plocha ozimé řepky v ČR čítala v roce 2023 celkem 380 tisíc hektarů, což ji řadí na druhé místo v osevních plochách plodin po pšenici ozimé (ČSÚ 2024). Řepka je pěstována pro semena, z kterých je lisován řepkový olej, který je využíván v potravinářství, oleochemii nebo pro energetické účely. Zbylé řepkové výlisky nebo šroty se využívají v krmivářství hospodářských zvířat nebo řepková sláma slouží jako zdroj pro výrobu tepla nebo elektřiny. Zároveň se řepka vyznačuje vysokou předplodinou hodnotou a její pěstování přináší do osevního postupu řadu benefitů (Baranyk et al. 2005).

Pěstební technologie ozimé řepky skýtá řadu rizik a její zvládnutí je zásadní pro dosažení optimálních výnosů a rentability. První a velmi rizikové období nastává již na počátku vegetace po výsevu, jelikož je řepka vysévána v průběhu srpna, kdy hrozí nepříznivé podmínky pro její vzcházení, zejména pak z důvodu nedostatku vláhy. Stresované rostliny zpomalují svůj vývoj a jsou tak náchylnější vůči škodlivým činitelům. Vhodným preventivním opatřením pro překonání tohoto období je využití osiva ošetřeného mořidly, které zvyšují odolnost a konkurenceschopnost klíčících a vzcházejících rostlin vůči škodlivým činitelům po dobu několika týdnů v závislosti na podmínkách stanoviště (Kazda 2009).

Ovšem současným problémem při moření osiva řepky ozimé je omezený výběr povolených mořidel, z důvodu zákazu používání řady látek, které byly k moření využívány, zejména pak ze skupiny neonikotinoidů, které měly velmi vysokou účinnost (Kolařík et al. 2021). Z důvodu této skutečnosti se aktuálně hledají různé možné alternativy, což je i předmětem této diplomové práce. Pro komplexní ošetření osiv byly použity přírodní látky s insekticidní a antifugální aktivitou jako je výluh z kopřivy, papriky nebo tymiánu společně s komerčně dostupnými pomocnými přípravky.

Cílem výzkumu je v rámci dvouletých maloparcelkových pokusů ověřit vliv komplexního moření na produkční schopnost porostu a jeho stav oproti nemořené kontrole. Získané data mohou posloužit jako možný směr pro hledání využitelných alternativ již zakázaných konvenčních mořidel.

2 Vědecké hypotézy a cíle práce

Cílem práce je jednak vypracovat kvalitní literární rešerši na zadané téma a jednak vyhodnotit vliv ošetření osiva řepky přírodními látkami na produkční schopnosti porostu.

Hypotézy:

- 1) Využití komplexního ošetření osiva pomocí přírodních látek s insekticidní a antifungální aktivitou má vliv na polní vzcházivost porostu řepky.
- 2) Využití komplexního ošetření osiva pomocí přírodních látek s insekticidní a antifungální aktivitou má vliv na produkční schopnosti porostu řepky a jeho výnos.

3 Literární rešerše

3.1 Řepka olejka

3.1.1 Biologická charakteristika

Brukev řepka (*Brassica napus* L.) patří do čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*), kde v rodu brukev zaujímá specifické postavení (Fábry et al. 1975). Oproti ostatním kulturním plodinám nelze u řepky přesně určit žádného planého předka, kdy patrně vznikla zkřížením brukve zelné (*Brassica oleracea* L.) a brukve řepáku (*Brassica rapa* L.) jako tzv. amfiallotetraploid v oblasti středozemního genového centra (Fábry et al. 1975).

Areál pěstování řepky zasahuje do celé oblasti mírného pásu, kde se pěstuje ve dvou formách – ozimá a jarní. Ozimý typ je rozšířen především v Evropě a části USA, jarní typ je pěstován hlavně v Kanadě, Číně, Austrálii nebo Novém Zélandu (Baranyk et al. 2010).

Řepka olejka je jednoletá, dlouhodobá rostlina dorůstající v průměru mezi 1,2 a 2 metry v závislosti na odrůdě a podmínkách, zároveň vytváří mohutný kulový kořen s velkým množstvím postranních kořenů. Na lodyze se nachází střídavé, lyrovitě peřenodílné listy, dolní jsou řapíkaté, střední a horní přisedlé a asi ze 2/3 poloobjímavé. V úžlabí lyrovitých listů vyrůstá z pravidla 6-8 větví prvního řádu, které se dále větví. Řepka je fakultativně cizosprašná rostlina, kdy cizí pyl přináší lepší výnosy a plody, ale pokud není k dispozici proběhne samosprašné opylení (Chambó et al. 2014). Během vegetace vytváří 300 až 500 květů, které jsou oboupohlavné, bisymetrické se čtyřmi žlutozelenými lístky. Z těchto květů vznikne přibližně 80–120 plodů – šešulí, ostatní květy rostlina tzv. shazuje. Šešule mají dvě chlopně s blanitou přehrádkou a obsahují v průměru 15 až 20 semen. Semena jsou kulovitého, někdy široce elipsoidního tvaru o velikosti 2 milimetrů a tmavého zbarvení. Olejnatost semen se pohybuje v rozmezí 40–45 % a hmotnost tisíce semen se pohybuje v rozmezí 3,75– 6,5 gramů (Baranyk et al. 2010).

3.1.2 Význam a využití

Řepka je třetí nejvýznamnější olejninou světa, kdy zejména od konce 20. století vzrostl její význam díky šlechtitelskému a genetickému pokroku, pomocí kterého byl snížen obsah nežádoucí kyseliny erukové, glukosinolátů a řepkový olej se vyrovnal svojí kvalitou ostatním olejninám. Jeho využití lze rozdělit do několika oblastí, v **potravinářství** je vhodný pro zpracování studených i teplých pokrmů díky své odolnosti vůči vysokým teplotám a dobré trvanlivosti. Z hlediska složení vyniká velmi dobrým obsahem nenasycených mastných kyselin důležitých pro výživu člověka. V **krmivářství** hospodářských zvířat jsou řepkové extrahované šroty, výlisky, případně drcená semena využívány jako kvalitní bílkovinná složka krmných směsí (Gunstone 2004). Další možností využití řepkového oleje je **oleochemie**, při které se olej využívá k produkci glycerolu, mastných kyselin nebo technických olejů. Poslední oblastí je **energetické využití** řepky, ta je přidávána jako biologická složka do bionafty nebo slouží přímo palivo. Extrahované šroty, výlisky nebo řepková sláma mohou být využity také jako zdroj pro výrobu tepla nebo elektřiny (Baranyk et al. 2005).

3.1.3 Nároky na klimatické a půdní podmínky

Řepku lze úspěšně pěstovat od nížin až do nadmořských výšek okolo 700 m. n. m., a proto se s narůstající výměrou její pěstování rozšířilo do všech výrobních oblastí České republiky. Nejvyšší kvalitu a jistotu výnosu poskytují bramborářské oblasti s nadmořskou výškou mezi 400 a 600 metrů, průměrnou roční teplotou 6,5–8,5 °C a ročním úhrnem srážek 550–750 milimetrů. Mezi méně vhodné oblasti pěstování patří kukuřičná výrobní oblast, kde hrozí nedostatek srážek a větší tlak chorob a škůdců (Bečka et al. 2007).

Nejvýznamnějšími klimatickými faktory ovlivňující vývoj porostů během vegetace je **teplota** a **úhrn srážek**. Fábry et al. (1975) uvádí průměrné optimální teploty během podzimu v rozmezí od 9 do 12 °C. Během zimního období od prosince do února jsou optimální teploty okolo 2 °C a ke konci zimy 5 °C, období nízkých teplot je důležité z důvodu jarovizace. V zimním období je řepka velmi citlivá k holomrazům pod -15 °C, kdy může docházet k jejímu poškození, problém může představovat v předjaří i výrazné kolísání teplot mezi dnem a nocí.

Zásadní vliv na růst rostlin nemá jen samotný úhrn srážek během vegetace, ale především i jejich rozložení během roku. Baranyk et al. (2010) udává v období od srpna do listopadu ideální úhrn srážek 200 milimetrů. Zásadní je dostatek vláhy po zasetí pro dobré vzejití porostu. Nadměrné srážky v podzimním období nejsou příliš vhodné z důvodu většího tlaku chorob a nadměrného přírůstu nadzemní biomasy. Během zimy je příznivý úhrn srážek mezi 110–150 milimetry a poté do období květu okolo 100 milimetrů srážek.

Pro pěstování řepky jsou nejvhodnější strukturní, provzdušněné, dostatečně hluboké půdy se silnou orníční a propustnou podorníční vrstvou. Ideální jsou půdy hlinité, písčitolhinité až hlinitopísčité, s dobrou zásobou živin a neutrální až lehce kyselou půdní reakcí. Řepka je relativně tolerantní i vůči horším půdním podmínkám, ale zvyšuje se závislost kvality produkce na hnojení a úhrnu srážek (Fábry et al. 1975). Mezi nevhodné stanoviště pro její pěstování patří půdy s vyoranou mrtvinou, přesušenými hroudami nebo utužené, kde špatně vzchází. Problematické jsou také pozemky, které bývají na jaře často zamokřené, kde řepka vyhnívá, případným rizikem jsou půdy s rezidui herbicidů například sulfonylmočoviny (Bečka et al. 2007).

3.1.4 Zařazení do osevního postupu

Z pohledu osevního postupu je řepka brána jako zlepšující plodina s vysokou předplodinovou hodnotou poskytující řadu benefitů jako je přerušování obilních sledů, dodání organické hmoty do půdy, zlepšení fyzikálního stavu půdy a její struktury, antifytopatogenní působení, vynášení a mobilizace méně přístupných živin pomocí kořenů, které pronikají do větších hloubek (Bečka et al. 2007).

Opakovaně by měla být řepka pěstována na stejném pozemku minimálně po 4 letech, ideálně po 5 a její zastoupení v osevním postupu by nemělo přesáhnout 12,5 %. Ovšem v současné době je toto zastoupení v ČR často i větší. Český statistický úřad (2023) udává pěstební plochu řepky ozimé čítající přibližně 380 tisíc hektarů. Řepka v osevním postupu nahrazuje ostatní

zlepšující plodiny jako luskoviny a jeteloviny. Její takto vysoká koncentrace je umožněna zvýšenou chemizací a technologickou úrovní pracovních operací (Baranyk et al. 2007).

Z pohledu nároků na předplodinu je především zásadní, aby předplodina byla včas sklizena a byl umožněn výsev řepky v agrotechnickém termínu. Tento požadavek splňují rané brambory nebo zelenina, ozimé směsky, pícniny sklizené v červenci, případně hrách, který měl dle pokusů Christen & Sieling (1995) pozitivní vliv na výnos řepky. Tyto plodiny jsou však v praxi málo pěstované, a proto nejčastěji bývají předplodinou obilniny, zejména ozimá pšenice a ozimý ječmen, které jsou přijatelnými předplodinami, pokud jsou včas sklizeny a je ošetřen jejich výdrol (Baranyk et al. 2010). Mezi nevhodné předplodiny patří plodiny, které neumožní výsev ve správném termínu a opakované pěstování řepky z důvodu většího tlaku chorob a škůdců. Zároveň by se v jednom osevním postupu společně s řepkou neměla vyskytovat hořčice, slunečnice, mák nebo řepa, jelikož v těchto plodinách je špatně likvidovatelná a má podobné spektrum chorob a škůdců (Bečka et al. 2007).

3.1.5 Zpracování půdy

Zpracování půdy dělíme na základní zpracování a předseťové zpracování půdy, kdy volba ideálního systému zpracování půdy v pěstební technologii řepky představuje základní kámen požadovaných výnosů. Rozhodujícími kritérii pro výběr technologie jsou stanovištní podmínky – vláhové poměry, zpracovatelnost půdy, struktura plodin, dále také organizační a ekonomické faktory. Základním požadavkem na zpracování půdy je omezení konkurence výdrolu, management rostlinných zbytků a vytvoření seťového lůžka (Baranyk et al. 2005).

3.1.5.1 Orební technologie

Využití orebné technologie při zpracování půdy představuje relativně vysokou jistotu kvalitního založení a vývoje porostů, zejména pak ve vláhově vyrovnaných oblastech s dobře zpracovatelnými půdami. První operaci technologie představuje podmítka, jejímž úkolem je rozprostření a částečné promísení rostlinných zbytků a podpoření vzejití výdrolu, v praxi je však z časových a ekonomických důvodů často vynechávána. Následná orba pěstiteli poskytuje řadu výhod, jako je dobré zaklopení rostlinných zbytků, potlačení vzcházení výdrolu, prokypření půdního profilu do větších hloubek a vytvoření lepších podmínek pro rozvoj kořenů, či částečné omezení přenosu chorob a výskytu škůdců (Bečka et al. 2007).

Mezi hlavní problémy a nevýhody orby patří vysoká nákladovost, malá výkonnost, a především problematické využití za sucha, kdy hrozí tvorba hrud a následné špatné vzcházení porostů (Baranyk et al. 2005).

Pro kvalitní provedení orby platí několik požadavků a zásad. Nejvhodnější je volba středně hluboké orby v rozmezí 0,18 až 0,24 metrů, ideálně s předradličkou pro lepší zaklopení rostlinných zbytků a menší hřebenovitost pozemku. Důležitým parametrem je termín provedení, kdy by se seťová orba měla provádět 2-3 týdny před výsevem, aby došlo k přirozenému slehnutí půdy a obnovení kapilární vzlinavosti, což však z časových důvodů v praxi není velmi často možné. Proto by současně s orbou nebo ihned po ní mělo proběhnout hrubé urovnání povrchu půdními pěchy nebo válci, které nahradí proces slehnutí půdy a zároveň může sloužit jako součást předseťové přípravy. Poté by mělo co nejdříve proběhnout setí do tzv. čerstvé brázdy z důvodu šetření půdní vláhy (Vašák et al. 2000).

Úkolem předseťové přípravy je urovnání povrchu a příprava seťového lůžka v hloubce následného setí. Pokud nedošlo k úpravě pozemku již při orbě, je potřeba povrch urovnat smyky, hřebovými branami nebo kompaktozem, který je zároveň schopen vytvořit seťové lůžko, případně je vytvořeno přímo při setí pomocí secích kombinací s pasivními nebo aktivními pracovními orgány. Seťové lůžko musí být zpevněné s nakypřenou horní vrstvou půdy pro dobré vzcházení porostu a využití kapilární vody (Vašák et al. 2000).

3.1.5.2 Minimalizační technologie

Bezorebné zpracování půdy je využíváno zejména v sušších oblastech z těžšími půdami, které jsou těžko zpracovatelné, kde zaručuje rovnoměrnější a jistější vzcházení rostlin. Dalšími výhodami oproti orebné technologii je vyšší výkonnost a zároveň ekonomicky výhodnější způsob zpracování půdy, dále pak snížené riziko vzniku eroze, hrud a menší ztráty vláhy. Minimalizace může pro řepku přinášet i řadu nevýhod a rizik oproti orebné technologii. Hrozí zde větší tlak zaplevelení, zejména výdolem, a také chorob a škůdců, s čímž souvisí větší potřeba pesticidů. Při mělkém zpracování půdy hrozí i omezení růstu a rozvoje kořenů, případně poškození řepky rezidui herbicidů, které byly použity k předplodině. Dále je zde větší náročnost na kvalitu a provedení daných operací a s tím především související management rostlinných zbytků po předplodině, tedy jejich kvalitní rozřezání a rozptýlení po pozemku (Bečka et al. 2007).

Minimalizační technologie zpracování půdy pro řepku představuje několik možných způsobů v závislosti na podmínkách, technologickém vybavení, případně předplodině.

Prvním způsobem je **plošné zpracování půdy**, které se dále rozděluje podle hloubky na mělké a hlubší zpracování půdy, při kterém je půda nakypřena a nedochází k jejímu obracení, ale pouze k částečnému mísení. První operací je mělká podmítka talířovými nebo radličkovými podmítači ideálně ihned po sklizni, aby bylo přerušeno vztlínání kapilární vody. Úkolem podmítky je částečné urovnání pozemku a rozmístění posklizňových zbytků (Vašák 2000). Následuje samotné kypření, kdy při mělkém zpracování je půda prokypřena do hloubky kolem 0,1 metru a větší část posklizňových zbytků zůstává na povrchu půdy. Oproti tomu při hlubším zpracování je půda kypřena do hloubek kolem 0,15 až 0,2 metru a dochází tak k lepšímu provzdušnění půdního profilu a mísicímu efektu, kdy větší část posklizňových zbytků je zapravena. Pro oba způsoby jsou nejčastěji využívány diskové či radličkové podmítače nebo kypřiče. Následně navazuje setí pomocí secích kombinací, které vytvoří seťové lůžko a uloží osivo (Baranyk et al. 2007).

Další možností je **strip-till**, který je dle Morrison (2002) definován jako zpracování půdy v pásech ve směru řádků vysévané plodiny, jehož plošný podíl nepřesáhne více než jednu čtvrtinu povrchu pozemku. Při zpracování půdy dochází k jejímu rozříznutí pomocí disků a poté jsou odstraněny rostlinné zbytky z povrchu zpracovávaného pásu o šířce kolem 0,15 metru a následně je půda kypřena radlicí nebo dlátem nejčastěji do hloubky 0,1 až 0,2 metru. Součástí kypřicího nástroje mohou být aplikátory minerálních hnojiv. Do připravených pásů poté následuje setí, nejčastěji při rozteči řádků 0,25, 0,45 nebo 0,75 metru z důvodu lepší funkčnosti strojů (Brant et al. 2016).

V neposlední řadě je možné využít setí do nezpracované půdy, tedy **no till**, při kterém dochází ke zpracování místa výsevu přímo při setí pomocí secích botek a na povrchu půdy zůstává většina posklizňových zbytků (Soane et al. 2012).

3.1.6 Výběr odrůdy

Pro úspěšné pěstování řepky ozimé je jedním z důležitých faktorů výběr vhodné odrůdy do daných podmínek, ve kterých pěstitel hospodaří. Odrůdy lze posuzovat dle různých vlastností, které jsou pro daného pěstitele podstatné, zároveň aktuální sortiment odrůd je velmi široký a poskytuje tak zemědělcům řadu možností (Baranyk et al. 2010).

Od konce 20. století pěstované odrůdy patří mezi tzv. dvounulové, tedy s minimálním obsahem kyseliny erukové a velmi nízkým obsahem glukosinolátů. Na výběr je dle genotypové konstituce z liniových, či hybridních odrůd, které na trhu i u pěstitelů převládají. Hybridní odrůdy využívají v F_1 generaci heterózního efektu jako výsledku řízeného opylení dvou linií za přesně stanovených podmínek, získávají tak požadované vlastnosti rodičovských linií a velmi dobrou výkonnost (Gehring et al. 2007).

Mezi hlavní zohledňované vlastnosti odrůd při výběru vhodné patří výnos semen a olejnatost, které jsou velmi ovlivněny výnosovými prvky rostliny a agrotechnikou. Podstatným prvkem je také zdravotní stav a s tím související zvýšená odolnost vůči houbovým chorobám (Friedt et al. 2018), proto v oblastech se zvýšeným tlakem například fómového černání stonku je vhodné vybírat odolnější odrůdy, z důvodu omezení napadení a úspore na fungicidním ošetření. Dalšími zohledňovanými vlastnostmi je ranost a přezimování, které může hrát důležitější roli především v oblastech s vyšší nadmořskou výškou, kde hrozí silnější zimy, i když v posledních letech probíhá přezimování bez problému. Znalost ranosti a doby dozrávání slouží k naplánování a rozvržení sklizně v případě větší pěstební výměry nebo nedostatku sklízecích mlátiček. V neposlední řadě výběr ovlivňuje také cena osiva, kdy například hybridní odrůdy jsou ve většině případů dražší než liniové (Baranyk et al. 2005).

Volba odrůdy se také odvíjí od již získaných zkušeností pěstitele a jeho intenzifikací pěstování. Informace od odrůdách lze nejlépe získat v Seznamu doporučených odrůd, který vydává ÚKZÚZ na základě poloprovozních pokusů. Zároveň je doporučováno zaměřením na pěstování více odrůd a nespoléhat pouze na vybranou jedinou odrůdu (Baranyk et al. 2010).

3.1.7 Výnosotvorné prvky

Hlavní výnosotvorné prvky ozimé řepky představuje počet rostlin/m², počet šesulí na rostlinu, počet semen v šesuli a hmotnost tisíce semen, součinem těchto prvků získáme předpokládaný výnos (Diepenbrock 2000). Úroveň těchto prvků je závislá a podmíněná řadou vlivů a faktorů, jako je genotyp odrůdy, ekologické podmínky stanoviště, ročník, agrotechnika, které se vzájemným působením ovlivňují. Významnou roli představuje také organizace porostu a jeho konkurenční vztahy o výživu, světelné podmínky či schopnost odolávat faktorům redukcí výnos (Baranyk et al. 2010).

Základním určujícím prvkem výnosu, konkurenčních a autoregulačních schopností porostu je **počet rostlin/m²** a s tím související hustota porostu a rozmístění rostlin. Optimalizace počtu jedinců na jednotku plochy a jejich rozmístění v řádku, by mělo probíhat již správně stanoveným výsevkem a kvalitou založení porostu, což představuje základ pro dobré vzejití, přezimování a redukování vzájemného konkurenčního tlaku rostlin během vegetace podpořené dalšími již výše zmíněnými faktory. Toto tvrzení potvrzuje Diepenbrock (2010), který uvádí, že porost s rovnoměrně rozmístěnými rostlinami lépe odolává stresům prostředí a přináší tak vyšší stabilitu výnosů. Optimální počet rostlin na m² se odvíjí na základě zvolené odrůdy, ročníku, pěstitelských podmínkách a volby rozteče řádků, kdy v návaznosti na tyto aspekty se průměrný počet rostlin na m² pohybuje v rozmezí 20–50 jedinců (Różyło & Pałys 2014; Wang et al. 2014; Roques & Berry 2015).

V závislosti na počtu rostlin a jejich rozmístění se odvíjí **počet šesulí na rostlinu**. Chay & Thurling (1989) a Leach et al. (1999) se shodují, že zvýšený počet rostlin na jednotku plochy a tím jejich zvýšená konkurence, snižují počet větví a šesulí na rostlině. Dále je počet šesulí výrazně ovlivněn dostatkem vody, živin, napadením škůdců, chorob a celkovým růstovým stavem rostliny, naopak není tolik podmíněn odrůdou. Dle zmíněných faktorů se průměrný počet šesulí na rostlinu pohybuje v širokém rozmezí mezi 150–500 šesulí (Vašák et al. 2015; Anđelić et al. 2018; Krček et al. 2019).

Hmotnost tisíce semen (HTS) je podmíněna geneticky, ročníkem, způsobem pěstování a celkovým zdravotním stavem porostu. Hmotnost tisíce semen výrazně negativně koreluje s **počtem semen v šesuli**, kdy se vzrůstajícím počtem semen v šesuli klesá HTS. Výrazně ovlivňující faktor počtu semen v šesuli představuje rozmístění šesulí na větvích, jelikož šesule na vedlejších větvích obsahují méně semen než šesule na květenství vrcholovém, které se tak podílí větším způsobem na celkovém výnosu (Diepenbrock 2010). Průměrný počet semen v šesuli se pohybuje kolem 15 až 25 a hmotnost tisíce semen mezi 4 až 6 gramy (Bečka et al. 2007).

3.1.8 Založení porostu

Správné založení porostu řepky je základem pro její optimální růst, přezimování, zdravotní stav a naplnění výnosového potenciálu. Mezi základní parametry, které je nutné ideálně zvolit a dodržet, patří termín výsevu, výsevek a s tím související počet rostlin na metr čtvereční, mezirádková vzdálenost a hloubka setí (Baranyk et al. 2010).

Zásadní pro optimální založení porostu je dodržení agrotechnického termínu, který by měl být zvolen tak, aby řepka do nástupu zimy vytvořila mohutný kořenový systém s kůlovým kořenem delším než 0,15 metrů, s tloušťkou kořenového krčku nad 8–10 milimetrů a přízemní listovou růžicí s 6–8 listy. Dále by se hodnota pokryvnosti listů (LAI) měla pohybovat v rozmezí 1,5–2,5 m²/m², sušina nadzemní biomasy by měla dosahovat 2 až 2,5 tun, což je přibližně 14–18 tun čerstvé nadzemní biomasy na hektar. A celkově by měl porost dosáhnout IV.–VI. etapy organogeneze vzrostného vrcholu (Baranyk et al. 2007). V závislosti na těchto požadavcích vychází agrotechnická lhůta pro výsev na druhou dekádu srpna pro pícinářskou a bramborářskou výrobní oblast a třetí dekádu srpna pro oblast obilnářskou a řepařskou. V praxi je doporučeno setí na začátku agrotechnických lhůt, avšak s ohledem na ranost odrůdy.

Při opožděném výsevu hrozí špatné vzcházení a pomalý počáteční růst a tím horší konkurenceschopnost vůči plevelům a škůdcům (Bečka et al. 2007).

Dalším významným prvkem je výsevek a s tím související počet jedinců na ploše. V podmínkách České republiky je doporučeno vysévat mezi 2,5-4 kilogramy na hektar, což představuje 40 až 60 rostlin/m², u vzrůstnějších odrůd se využívá spíše dolní hranice tohoto doporučení, s optimálním počtem jedinců v rozmezí 30-50 kusů/m². Výsevek lze upravit také v závislosti na termínu setí, kdy lze při výsevu před agrotechnickou lhůtou snížit výsevek o 10-20 % týdně, při opožděném výsevu se naopak výsevek zvyšuje o 20 % týdně. Pro dosažení cíleného výsevku je předpokladem přesně nastavený secí stroj a optimálně připravené set'ové lůžko (Baranyk et al. 2007).

Nejčastěji využívaná meziřádková rozteč je 0,125 metrů, která zajistí rovnoměrné rozmístění rostlin. Je možné využití i širších řádků o rozteči 0,25, 0,45, nebo i 0,75 metrů, u kterých lze provést mechanickou kultivaci během vegetace. Některé studie jako například Masood et al. (2003) a Waseem et al. (2014) potvrzují zvýšení výnosů se zvětšením meziřádkové vzdálenosti, naopak Wang et al. (2015) nebo Krček et al. (2019) tento trend vyvrací s tím, že výhodnost zvětšení rozteče řádků je závislá na podmínkách stanoviště.

Hloubka výsevu činí 1,5 až 2 centimetry, hlubší výsev okolo 2,5 centimetrů lze zvolit na velmi suchých a písčitéch půdách. Při hlubším výsevu je omezeno vzcházení a rostliny jsou oslabovány, s tím souvisí i dodržení hloubky na celém pozemku, aby se nedocházelo k etapovitému vzcházení porostu (Vašák et al. 2000).

3.1.9 Výživa a hnojení

Řepka se řadí mezi plodiny, které jsou náročné na výživu a hnojení, proto k dosažení výnosového potenciálu je nutné porosty řádně nahnojit. Při stanovení dávky je nutné zohlednit půdní podmínky, předplodinu, genotyp a předpokládaný výnos (Zhang et al. 2010). Odběrový normativ kilogramů čistých živin na tunu semene řepky je dle Vaněk et al. (2016) 55 kg dusíku, 9 kg fosforu, 50 kg draslíku, 45 kg vápníku a 7 kg hořčíku. Řepka se zároveň vyznačuje dobrou osvojovací schopností živin a dokáže díky rozsáhlému kořenovému systému využít i méně přístupné formy živin z větších hloubek půdního profilu. I přes celkově vysoký odběr živin v biomase rostlin řepka neochuzuje významně půdu o živiny, jelikož jejich značnou část zanechává na pozemku v podobě posklizňových zbytků a je tak dobrou předplodinou (Baranyk et al. 2007).

3.1.9.1 Organické hnojení

Základní organické hnojivo představuje **hnůj**, který příznivě působí na obsah humusu a půdní úrodnost. Na půdách, kde se řepka pěstuje, je žádoucí hnojení hnojem jednou za 3 roky, v současné době při jeho nedostatku je často tento požadavek nesplnitelný. Z hlediska nedostatku času před výsevem řepky je doporučeno hnojit hnojem k její předplodině. Pokud je však hnojeno přímo pod řepku, je nutná aplikace 3-4 týdny před setím z důvodu obnovy kapilarity, případně vysévat ihned po zaorání do čerstvé brázdy (Vašák et al. 2000). Hnůj by měl být dostatečně uzrálý, ne příliš slamnatý, kdy zejména při pozdějších aplikacích by mohl negativně ovlivnit založení a vzcházení porostu. Důležitou zásadou je ideálně okamžitě zapravení po aplikaci z důvodu legislativy, která udává povinnost zapravení hnoje po aplikaci

do 48 hodin. Dále se také s postupem času snižuje jeho hnojivá účinnost, zejména v létě při vysokých teplotách vzduchu (Vaněk et al. 2016).

Další možností je využití **kejdy**, která poskytuje snadno přístupné živiny a řepka na ni velmi dobře reaguje. Kejdu je možné aplikovat před setím na strniště předplodiny s ideálně okamžitým zapravením orbou nebo kypřením. Dávka by neměla u kejdy skotu přesáhnout 25 t/ha, prasat 15 t/ha a drůbeže 10 t/ha. Dále je možná aplikace již za vegetace na podzim ve fázi 4-6 pravých listů, pokud již nebyla použita před setím. Dávka by neměla překročit 8-10 t/ha a je realizována pomocí hadicových aplikátorů do meziřádků porostu. Kejdu je možné využít i k regeneračnímu hnojení na jaře kombinací s minerálními hnojivy, kdy by dávka neměla překročit 40 t/ha a ideálně by měla být rozdělena na dvě menší dávky provedené v průběhu března, případně dubna (Vaněk et al. 2016).

3.1.9.2 Hnojení dusíkem

Nároky ozimé řepky na výživu dusíkem jsou značné, jelikož celkový odběr za vegetaci se pohybuje mezi 220 až 300 kilogramy. Odběr je výrazně ovlivňován půdními a povětrnostními podmínkami, hnojením dusíkem a odrudou (Vaněk et al. 2016). Pro pokrytí požadavků rostliny na dusík během vegetace je nutné zvolit vhodné termíny a dávky hnojení, čímž lze výrazně podpořit dosažení výnosového potenciálu a snížit možná rizika ztrát vyplavením nebo snížením účinku dodaného dusíku (Rathke et al. 2006).

Pro zajištění dobrého růstu na podzim a přezimování Vaněk et al. (2016) uvádí potřebu kolem 60 kg N na hektar, což často dokáže pokrýt zásoba minerálního dusíku v půdě. Možné využití hnojení **před setím** je oprávněné na půdách s nízkým obsahem mineralizovatelného N pod 15 mg/kg zeminy, jestliže nebylo hnojeno organicky, ve vyšších nadmořských výškách a chudých nebo mělkých půdách. Dávka by však neměla překročit 40 kg/ha.

Pokud nebylo hnojeno před setím nebo je porost slabý, lze provést **podzimní přihnojení** během vegetace v období přelomu září a října v dávce do 30 kg/ha, optimálně hnojivy s nitrátovým dusíkem, které řepka využije a nehrozí ztráty vyplavením (Baranyk et al. 2007). U kvalitních, silných porostů předkládají Bečka et al. (2013) a Běreš et al. (2019) výhodnost přihnojení v druhé polovině října, kdy již nehrozí přerůstání rostlin, dávkou do 40 kg/ha pomocí stabilizovaných močovin. Tato dávka zlepšuje přezimování porostu a na jaře rychlejší regeneraci a růst.

Zásadní pro výnos semen je jarní hnojení dusíkem, které je rozděleno do dílčích dávek, jelikož jeho nejintenzivnější příjem začíná v průběhu března při dlouhivém růstu a probíhá až do období květu. Celková dávka se odvíjí od stavu porostů po zimu, agroekologických podmínek a využití hnojení na podzim. První jarní dávkou je tzv. **regenerační dávka**, jejímž cílem je podpora regenerace kořenového systému a počátku růstu nadzemních částí. Dávka je aplikována zpravidla v první dekádě března, jelikož kořenový systém regeneruje již při 2 °C a v půdě je většinou nízký obsah minerálního dusíku potřebného k rychlé obnově růstu rostliny. Velikost aplikovaného množství podléhá korekci dle obsahu minerálního dusíku v půdě nebo výše organického hnojení na podzim. Běžně se dávka pohybuje v rozmezí 60 až 100 kg/ha a lze ji rozdělit na dvě dílčí části s odstupem aplikace 14 dní, nejvhodnější je využití ledkových hnojiv, případně hnojiva s přídavkem síry (Vašák et al. 2016).

Další hnojení probíhá ve **fázi dlouživého růstu**, tedy v první dekádě dubna. Dávka se pohybuje v rozmezí 50-80 kilogramů, u silných porostů může být i o 20 kg vyšší. Příhodné je použití opět ledkových hnojiv, případně kapalného hnojiva DAM. Poslední dávka probíhá ve **fázi žlutých poupat** o výši 20 až 30 kg/ha, ovšem může být i vynechána. Žádoucí je na velmi lehkých, chudých půdách nebo u špičkových porostů, kde je předpoklad vysokých výnosů. Používají se stejná hnojiva jako u druhé dávky (Baranyk et al. 2010).

Optimální hnojení dusíkem výrazně podporuje fotosyntézu a celkovou asimilaci rostliny, čímž pozitivně ovlivňuje tvorbu výnosotvorných prvků a celkový stav porostu (Wright et al. 1988). Nedostatek dusíku je tak spojen s horším přezimováním, omezením růstu větví, redukcí poupat, květů či šešulí na větvi. Naopak při nadbytku je zhoršován zdravotní stav, přezimování a dochází k nevyrovnanému kvetení a dozrávání (Baranyk et al. 2005).

3.1.9.3 Hnojení sírou

Řepka patří mezi velmi náročné plodiny na výživu sírou, která je pro ni nepostradatelná pro správný růst a vývoj (Anjum et al. 2012). Vaněk et al. (2016) uvádí při běžných výnosech potřebu 50-80 kg síry na hektar. Síra je v rostlině nezbytná pro tvorbu esenciálních aminokyselin a bílkovin, výrazně ovlivňuje obsah oleje v semenech nebo využití dusíku (Fismes et al. 2000). Při jejím nedostatku dochází k omezení syntézy aminokyselin, bílkovin a poklesu aktivity enzymů, či nižší fotosyntetické asimilaci, což má za následek snížení výnosů a kvality produkce (Zhao et al. 1997; Scherer 2001). Viditelnými projevy nedostatku jsou barevné změny na mladých listech, později i na starších a při květu na okvětních lístcích (Baranyk et al. 2005).

Celková dodaná dávka síry by se měla pohybovat v rozmezí 20-40 kg/ha. Část je možné aplikovat již před setím, případně při projevech nedostatku během podzimu. Nejčastěji se využívá časná jarní aplikace společně s dusíkem při regenerační dávce pomocí kombinovaných hnojiv například DASA (Baranyk et al. 2007).

3.1.9.4 Hnojení fosforem, draslíkem a hořčíkem

U těchto živin je nutné udržovat jejich zásobu v půdě na dobré úrovni pravidelným hnojením na základě rozborů půd a výnosové úrovně pozemků. Při nedostatku některé z těchto živin je potřeba její obsah zvýšit na požadovanou úroveň, aby nebyla limitována následná produkce. Z toho vyplývá, že těmito živinami nejsou přímo hnojeny rostliny, ale půda při základním zpracování nebo předseťové přípravě půdy (Vaněk et al. 2016). Při nedostatku fosforu je nepříznivě ovlivněn růst kořenů, dochází k nevyrovnanému kvetení a omezení tvorby šešulí. Viditelným znakem je purpurové až fialové zbarvení listů. Při deficitu draslíku jsou rostliny náchylnější k napadení chorobami, hůře přezimují, regenerují a je ovlivněn vodní režim rostliny, což vede k zasychání listů nebo redukcii tvorby šešulí (Pettigrew 2008). Nedostatek hořčíku výrazně ovlivňuje aktivitu fotosyntetického aparátu a tvorbu asimilátů, což způsobuje zejména zhoršený růst listů nebo jejich odumírání (Baranyk et al. 2005).

3.1.9.5 Hnojení mikroelementy

Důležitou součástí vyrovnané výživy řepky ozimé je i hnojení mikroelementy, mezi podstatné prvky patří především bor a molybden, dále pak zinek nebo mangan (Sypták 2009). Z těchto prvků je pro řepku nejzásadnější bór, z důvodu vysokého příjmu během vegetace a citlivosti k jeho nedostatku (Zhang et al. 2014). Bór je nezbytný pro optimální růst rostlin po celou vegetaci (Jankowaki et al. 2016). Jeho nedostatek se projevuje zpomaleným růstem kořenů, později listů a stonků, u kterých může docházet k praskání a snazšímu napadení patogenů, při kvetení hrozí zhoršená tvorba funkčních květů a následně omezená produkce semen (Xu et al. 2001). Vhodná aplikace bóru je pomocí listových hnojiv v průběhu jara během dlouhivého růstu, při vysokém deficitu je možné provést aplikaci již v průběhu podzimu, celková dávka by měla činit asi 400-500 g bóru na hektar (Baranyk et al. 2010).

3.1.10 Regulace růstu

V aktuální době je nedílnou součástí pěstební technologie ozimé řepky chemická regulace růstu, která ovlivňuje funkci fytohormonů a tím růst rostliny. Regulátory růstu se využívají z důvodu posílení vývoje porostu, jeho stabilizaci a podpoření výnosové úrovně. Mohou být aplikovány buď v podzimním nebo jarním období. Cílem **podzimní aplikace** je připravení rostlin na prezimování, tedy vytvoření přisedlé listové růžice se zvýšenou diferenciací úžlabních pupenů, vybudování mohutné kořenové soustavy se silným kořenovým krčkem a zvýšené ukládání asimilátů a menší prodýchávání zásobních látek (Bečka et al. 2007). Pro dosažení regulačního efektu je nutné dodržení aplikačních zásad, tedy použití ve vývojové fázi 4-6 pravých listů, při teplotách minimálně 10 °C, které budou následovat i dalších 10 až 14 dní a optimální množství postřikové jichy s dobrým pokrytí porostu. Nejčastěji jsou využívány přípravky na bázi chlormequatu nebo azolů, které mají zároveň dobrý fungicidní účinek (Baranyk et al. 2010).

Regulátory růstu **na jaře** výrazně ovlivňují výnosové prvky porostu. Při časně aplikaci v BBCH 33 dochází především k zahuštění a většímu větvení rostlin. Při pozdějším použití ve fázi BBCH 40 a více se snižuje zejména výška porostu. Pro splnění účelu zásahu je nutné vycházet z hustoty porostu a jeho zdravotního a výživového stavu (Baranyk et al. 2007).

3.1.11 Regulace zaplevelení

Ozimá řepka se vyznačuje velmi dobrou konkurenční schopností vůči mnoha plevelům, přesto účelné využití herbicidů je podstatným aspektem jejího úspěšného pěstování, jelikož bezplevelný porost skýtá záruku vyššího výnosu a zlepšené kvality sklizených semen (Vašák et al. 2000). Pro úspěšné a ekonomické herbicidní ošetření je zásadní termín jeho provedení, u řepky to je v počátku vegetace, proto se využívají zejména předset'ové, preemergentní nebo časně postemergentní aplikace (Yanev 2020). Nejpoužívanější je preemergentní aplikace herbicidů, tedy před vzejitím řepky, kdy je výhodou nenarušení vývoje porostu na počátku vegetace a dobrá účinnost herbicidů na široké plevelné spektrum. Dále je možné využít časnou postemergentní aplikaci při raných fázích růstu plevelů, ale vzhledem k etapovitému vzcházení různých druhů, může být správná volba termínu problematická. Pokud

výsledek základní podzimní chemické ochrany není uspokojivý využívají se i opravné postemergentní zásahy na jaře (Baranyk et al. 2007).

Hlavními a neškodlivějšími druhy jsou vzrůstné a konkurenceschopné jednoleté přezimující druhy, kdy se jedná především o svízel přitulu, heřmánkovité druhy, úhorník mnohokvětý nebo mák vlčí, kteří konkurují především v jarní a letní části vegetace (Mikulka 2014). V podzimní části nejvíce škodí plevely spodního patra, především penízeček rolní, violka rolní, rozrazil perský, dále pak také výdrol, který má rychlý růst a v počátku vegetace velmi silně konkuruje vzcházející řepce. Obilný výdrol lze ideálně potlačit již při zpracování půdy nebo využitím neselektivních herbicidů před výsevem plodiny, případně po jeho úplném vzejití pomocí graminicidů. Jako problematické se jeví i vytrvalé plevely jako pcháček rolní nebo pelyněk černobílý, ty však vegetují až později na jaře, čímž je jejich regulace velmi nesnadná (Baranyk et al. 2005).

3.1.12 Regulace škůdců

Porosty řepky ozimé škůdci napadají prakticky po celou dobu vegetace, avšak jednotlivé druhy škodí pouze v určitých vývojových fázích rostlin. Velmi početná skupina škůdců škodí již od vzcházení porostu po celé podzimní období, kdy poškozují klíčící rostliny, snižují listovou plochu, zpomalují růst a oslabují rostliny, což může vést až k jejich odumření. Patří sem dřepčící z rodu *Phyllotreta*, mšice, dřepčík olejkový, osenice, pilatka řepková, květilka zelná a také hraboš polní, kdy rozvoj těchto škůdců výrazně podporuje suché počasí. Naopak při deštivém počasí výrazněji škodí plži (Baranyk et al. 2007). Druhou skupinou jsou škůdci, kteří způsobují zejména praskání lodyh a řapíků listů v období časného jara, především se jedná o krytonosce řepkového a čtyřzubého. Poslední skupinou jsou škůdci napadající generativní orgány, kdy způsobují redukci poupát, nasazení šešulí, počet semen v šešuli nebo HTS. Do této skupiny zařazujeme blýskáčka řepkového, krytonosce šešulového, bejlmorku kapustovou nebo i mšice (Bečka et al. 2007).

Mezi faktory ovlivňující výskyt škůdců kromě průběhu počasí dále patří způsob zpracování půdy a špatné zapravení rostlinných zbytků, rozvoj výdrolu nebo vysoké zastoupení brukvovitých plodin v osevním postupu (Bečka et al. 2007).

3.1.12.1 Vybraní nejdůležitější škůdci

Dřepčící – z rodu *Phyllotreta* spp. nebo dřepčík olejkový (*Psylliodes chrysocephala*) patří mezi nejzávažnější škůdce ozimé řepky (Williams 2010). U dřepčíků z rodu *Phyllotreta* škodí dospělci, kteří na vzcházejících porostech dírkují listy, které při velkém zasažení zasychají a hynou. Podporujícím faktorem jejich výskytu je suché a teplé počasí. Ochrana se provádí pomocí moření osiva nebo za vegetace pyretroidy, kdy je ale nutná opakovaná aplikace.

Dřepčík olejkový se vyskytuje v porostech přibližně od konce září, ale dospělci nezpůsobují výrazné škody. Problém způsobují vylíhlé larvy z vajíček, které samičky v tomto období kladou k patám rostlin. Larvy se zavrtávají do řapíků srdčkových listů, později i do kořenového krčku a báze lodyhy, které poškozují během zimy až do jara (Williams 2010). Rostliny snadněji vymrzají, listy žloutnou a zahnívají. Ochrana musí být provedena na dospělce před naklazením vajíček pomocí pyretroidů (Kazda 2014).

Krytonosci – řepkový (*Ceutorhynchus napi*) a čtyřzubý (*Ceutorhynchus pallidactylus*) – označováni také jako tzv. stonkoví krytonosci. Krytonosec řepkový se zpravidla v porostech vyskytuje dříve než čtyřzubý, a to při teplotách vzduchu 10-12 °C, kdy samičky kladou vajíčka do stonku, oproti čtyřzubému, který klade vajíčka do řapíku listů, odkud postupně larvy pronikají do stonků, které před kuklením opouští a kuklí se v půdě. U obou druhů tedy škodí především larvy žírem ve stonku, který pak praská a je náchylný k houbovým chorobám (Eickermann & Ulber 2010). Ideální termín pro chemické ošetření je při výskytu samiček připravených ke kladení, aplikace po vykladení vajíček je neúčinná (Kazda 2014).

Blýskáček řepkový – (*Meligethes aeneus*) je brouk, jehož dospělci nalétávají do porostů ozimé řepky při teplotách vzduchu 15 °C, kde se prokousávají do pupat a zčásti je vyžírají (Ferguson et al. 2015). Důsledkem je nepravidelné nasazení květů, případně šešulí. Výraznější škody hrozí zejména při jeho včasném a vyšším výskytu a pomalejším vývoji rostlin před květem.

Bejlmorka kapustová – (*Dasineura brassicae*) její dospělci se objevují v porostech průběhu května, kdy oplodněné samičky kladou vajíčka ve skupinkách do šešulí. Zde se následně vyvíjí larvy, které enzymaticky rozpouštějí stěnu šešule, ty pak zasychají, deformují, praskají a vypadávají z nich semena společně s larvami, které se kuklí v půdě (Hausmann 2021). Zvýšený výskyt hrozí především za teplého, suchého období během květu (Kazda 2014).

3.1.13 Regulace houbových chorob

Houbové choroby jsou výrazným negativním činitelem při pěstování ozimé řepky a dokáží snížit výnos o řadu procent. Mezi nejčastější a nejvýznamnější choroby patří fomové černání stonku, verticiliové vadnutí, bílá hniloba, alternáriová skvrnitost, padlí nebo šedá plísňovitost. Základní ochranou je prevence, do které patří vhodný osevní postup, odstranění posklizňových zbytků, moření osiva, nepřehoustlé porosty, volba odolných odrůd, a i ochrana proti stonkovým krytonoscům. Z přímých metod je jediným řešením aplikace fungicidů, která je nedílnou součástí pěstební technologie (Bečka et al. 2007).

3.1.13.1 Vybrané nejdůležitější choroby

Fomové černání stonku – původcem choroby je houba *Leptosphaeria maculans*, nepohlavní stádium *Phoma lingam*. Choroba se vyskytuje ve všech pěstebních oblastech ozimé řepky v ČR. Příznaky napadení se mohou objevit již na děložních lístcích na podzim ve formě tmavě šedých skvrn (Baranyk et al. 2010). V jarním období se příznaky vyskytují na listech v podobě skvrn s černými tečkami – pyknidy, dále kořenovém krčku a zejména na poškozených stoncích v jejich spodní části, kdy se na okraji prasklin tvoří protáhlé sytě fialové skvrny, které později tmavnou a zvětšují se. Pletiva stonku postupně nekrotizují, stonek zasychá a trouchnivý, což má za následek předčasné dozrávání semen. Dispozičními faktory je mírná zima a dlouhotrvající chladné a deštivé jaro. Základem ochrany je již zmíněná prevence a použití fungicidů buď preventivně na podzim nebo dle stupně napadení na jaře (Baranyk et al. 2007).

Bílá hniloba – původcem choroby je půdní houba *Sclerotinia sclerotiorum* a napadá řadu druhů jako je slunečnice, sója nebo zelenina. K infekci na řepce dochází v době květu především při vysoké vlhkosti porostu, kdy primárními příznaky jsou vodnaté, protáhlé skvrny na stoncích, které šednou. Dále se v místě napadení objevuje bílý povlak mycelia s černými sklerocii

(Sharma et al. 2015). Napadené stonky se lámou, dochází k poškození postranních větví, kořenů i šešulí, které zasychají. Ochranou je prevence a preventivní fungicidní ošetření před květem (Prokinová 2014).

Verticiliové vadnutí řepky – jejímž původcem je půdní houba *Verticillium longisporum* se vyskytuje v porostech řepky v pozdějších fázích jarního období, kdy napadá stonky, na kterých se objevují šedé až hnědé skvrny. Napadené mohou být také kořeny, které trouchnivý a odumírá kořenové vlášení (Depotter et al. 2016). Výsledkem nákazy je zpomalení růstu rostlin, zasychání stonků a předčasné dozrávání semen. Chemické ošetření se neprovádí, jedinou ochranou je prevence, zejména pak osevni postup a dostatečný časový odstup při pěstování brukvovitých plodin na daném pozemku (Prokinová 2014).

Alternáriová skvrnitost brukvovitých – napadá všechny části rostliny, a to již na podzim, kdy může způsobit odumření klíčících rostlin. Na pletivech vytváří světlé i tmavší skvrny často s koncentrickým zónováním (Kumar & Shete 2021). Největší škody způsobuje při napadení šešulí, na kterých jsou malé tmavé okrouhlé skvrny. Šešule bývají deformované, předčasně pukají a semena v nich jsou scvrklá a nevyzrálá. Cílené chemické ošetření se neprovádí, ochranou je prevence a s tím související výsev zdravého a kvalitního osiva (Prokinová et al. 2014).

3.1.14 Sklizeň a posklizňová úprava

Sklizeň ozimé řepky probíhá zpravidla v druhé polovině července, kdy by měl být porost již v plné zralosti. Problém může být nevyrovnané dozrávání porostu, kdy ve spodních patrech jsou stále zelené šešule, které lze špatně sklídit. U plně zralého porostu je lodyha v horní a střední části hnědá až hnědošedá, ve spodní části je světle zelená, pokud není napadena chorobami (Baranyk et al. 2007). Šešule jsou hnědé nebo šedé a při zvýšeném tlaku snadno pukají. Semena by měla být tvrdá, vybarvená do černa s vlhkostí do 12 %. Sklizeň probíhá pomocí standardních sklízecích mlátiček, které však mají upravený adaptér, který je osazen prodlouženou částí žacího stolu a aktivními děliči, zároveň musí být stroj správně nastavený a seřízený. Kvalita sklizně výrazně rozhoduje o sklizňových ztrátách, které se v průměru pohybují mezi 2 až 10 % (Baranyk 2010).

Posklizňová úprava semen probíhá na posklizňových linkách, kde jsou semena přijímána, čištěna, při vyšší vlhkosti případně dosušena. Cílem procesu je dosažení požadované kvality semen, tedy vlhkost 8 %, olejnatost 42 %, obsah porostlých a poškozených semen do 2 %, obsah nečistot a kyseliny erukové do 2 %. Semena by také neměla obsahovat více jak 25 mikromolů glukosinolátů na jeden gram semene a zároveň musí být zdravotně nezávadná, tedy neplesnivá (Bečka et al. 2007).

3.2 Moření osiva

3.2.1 Osivo

Osivo je rostlinný rozmnožovací materiál získaný generativní cestou a z hlediska pěstování rostlin jeho biologická a semenářská hodnota výrazně ovlivňuje pěstitelský proces. Biologickou hodnotu představují vlastnosti získané během šlechtitelského procesu odrůd a jsou tak pevně geneticky vázány, například mrazuvzdornost nebo výnosová schopnost. Semenářská hodnota je dána jednotlivými semenářskými znaky, které jsou zabezpečovány především množitelem osiva, který osivo vypěstoval. Mezi základní sledované znaky u osiva ozimé řepky patří klíčivost, čistota, vlhkost, příměsi, obsah kyseliny erukové a glukosinolátů či odrůdová čistota. Rozmnožovací materiál je rozdělen do několika kategorií, běžný pěstitel nejčastěji pracuje s kategorií C, tedy certifikovaným rozmnožovacím materiálem, případně kategorií E, která slouží k výrobě certifikovaného osiva (Baranyk et al. 2005).

Celý semenářský proces podléhá zákonu č. 219/2003 Sb. „O uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin“ a prováděcích vyhlášek. Dozor nad dodržováním legislativy provádí Ústřední kontrolní zkušební ústav zemědělský (Baranyk et al. 2007).

3.2.2 Moření osiva řepky ozimé

Moření osiva představuje součást technologie pěstování ozimé řepky a její integrované ochrany, a tak bývá osivo před výsevem fungicidně a insekticidně ošetřeno. Moření osiva je tak základním preventivním opatřením vůči napadení škodlivými organismy především ve fázi klíčení a vzcházení porostu, kdy jsou rostliny nejnáchylnější k napadení a poškození. Klíčící a vzcházející rostliny mohou být poškozeny nebo zničeny velmi rychle, jelikož původci poškození mohou přežívat v půdě nebo rychle migrovat do porostu z okolí a pěstitel tak nemá šanci jakkoliv reagovat. Mořené osivo představuje účinnou ochranu před škodlivými organismy již od výsevu po dobu cca několika týdnů v závislosti na podmínkách stanoviště (Kazda 2009). Moření však nemůže udržet vzešlé rostliny zcela bez poškození, což je dáno mechanismem účinku insekticidních mořidel. Hmyz musí alespoň minimálně poškodit rostlinu, aby pozřel účinnou látku a později zahynul, což má za následek i viditelné napadení rostlin i při dobré účinnosti mořidel (Kazda 2009). Obvykle moření zabrání silnému poškození porostu a snižuje počet rostlin, které v důsledku napadení škůdci odumřou (Baranyk et al. 2005).

Současným problémem při moření osiva řepky ozimé je omezený výběr povolených mořidel, z důvodu zákazu používání řady látek, které byly k moření využívány, zejména pak ze skupiny neonikotinoidů, které měly velmi vysokou účinnost (Kolařík et al. 2021). Z tohoto důvodu probíhá hledání různých alternativ, které by prokázaly obdobnou účinnost a byly by tak využitelné v zemědělské praxi.

3.2.3 Využití přírodních látek k ochraně rostlin

Využití přírodních látek k ochraně rostlin se datuje již do dávné minulosti. Přírodní látky jsou využívány ve formě tzv. biopesticidů, které slouží jako alternativa ke konvenčním syntetickým pesticidům. Biopesticidy využívají přirozeně se vyskytující látky v rostlinách, bakteriích, houbách nebo v tělech živočichů, které jsou schopné omezovat nebo potlačovat škodlivé organismy. Hlavními důvody použití biopesticidů je menší škodlivost a nižší zatížení životního prostředí oproti konvenčním pesticidům, dále pak také specifický účinek na daný škodlivý organismus a malé dávky při zachování dobré účinnosti. V neposlední řadě jsou biologické pesticidy zpravidla snáze odbouratelné, v půdě nezanechávají rezidua a lze je využít i ekologickém zemědělství (Laxmishree & Nandita 2017).

Jednou z podskupin biologických pesticidů jsou tzv. botanické pesticidy, které k ochraně rostlin využívají přirozeně se vyskytující látky v rostlinách, které působí jako repelenty, antraktanty nebo inhibitory růstu. Tyto látky jsou z rostlin extrahovány pomocí různých rozpouštědel nebo jsou využívány na bázi esenciálních olejů (Stankovic et al. 2020; Ngegba et al. 2022). Botanické pesticidy poskytují veškeré výše popsané výhody biopesticidů.

Pavela (2011) ve své publikaci rozděluje botanické pesticidy do tří skupin, Do **první skupiny** patří botanické pesticidy (především neselektivní insekticidy), které jsou dnes komerčně vyráběné z druhů rostlin, které pro tyto účely byly využívány již v historii. Jednotlivé přípravky jsou rozděleny na základě účinných látek, které se získávají z daných rostlin. Patří sem například účinná látka pyretrum získávaná z řimbab nebo chryzantém, nikotin extrahovaný z tabákových listů nebo rotenon, který se nachází v řadě rostlin z čeledi bobovitých (*Fabaceae*).

Ve **druhé skupině** nalezneme nejen insekticidy, ale také akaricidy, fungicidy nebo herbicidy. Tato skupina přípravků vznikala postupně od počátku 20. století v rámci hledání nových alternativ ochrany rostlin. Přípravky se vyznačují selektivitou, environmentální, zdravotní bezpečností a účinkují kurativně i preventivně. Jsou nejčastěji vyráběny z léčivých rostlin, které se vyznačují obsahem směsi biologicky aktivních látek často v unikátních synergických vztazích (Pavela 2011).

V **poslední skupině** nalezneme přípravky, které vznikaly v několika posledních desetiletích, a které obvykle nemají přímé pesticidní účinky, jelikož nezpůsobují mortalitu škodlivého organismu. Svým účinkem mohou omezit vývoj chorob nebo inhibovat další růst patogenu a u škůdců mohou zabránit žíru nebo kladení vajíček. Případně dokáží zvýšit přirozenou obranyschopnost rostlin tím, že indikují částečnou rezistenci, tj. elicitují syntézu látek obranného charakteru. Pro tyto účely lze využít extrakty z vrb, tužebníku nebo křídlatek. Některé přípravky z extraktů vrb, bříz nebo kopřiv dokáží také v rostlinách povzbudit syntézu růstových hormonů a tím podpořit zdravý růst a vitalitu rostlin (Pavela 2011).

3.2.4 Vybrané rostliny a jejich látky

3.2.4.1 Kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica* L.)

Kopřiva dvoudomá je vytrvalá bylina patřící do čeledi kopřivovitých (*Urticaceae*) rozšířená v mírném a tropickém pásmu Evropy, Asie a Ameriky (Di Virgilio et al. 2015). Rostliny mohou dorůst až 2 metrů, vyznačují se oválnými listy, které jsou jemně zubaté, na bázi srdčité a na konci špičaté. V paždí vrchních listů se tvoří drobná nazelenalá květenství. Plodem jsou vějířité, tmavé nažky. Charakteristickým znakem je čtyřhranný stonek, který je společně s listy pokryt žahavými trichomy, které obsahují tekutinu bohatou na histamin, acetylcholin a serotonin, které při doteku vyvolávají bolest (Bhusal et al. 2022). Rostliny kopřivy jsou bohaté i na další organické a minerální látky, kořen obsahuje významné množství lektinů, sterolů, lignanů nebo polysacharidů a některých minerálů jako vápník, hořčík či mangan a zinek. V listech se hojně nachází organické kyseliny (například mravenčí), vitamíny A, C nebo skupiny B, flavonoidy, třísloviny, steroly, terpeny a minerály (Said et al. 2015).

V ochraně rostlin jsou kopřivy využívány ve formě výluhů, odvarů nebo esenciálních olejů. Tyto extrakty vykazují insekticidní, fungicidní, repelentní nebo antifidantní účinky. Z pohledu insekticidního účinku jsou používány vůči hmyzu s bodavě savým ústrojím, například mšicím. González–Macedo et al. (2021) dále pak uvádí dle svých pokusů insekticidní účinek vůči zrnokazům. Antifugální účinek kopřivových extraktů z listů a kořenů udává například na základě výsledků pokusů Nabdalik & Grata (2015) na alternáriovou skvrnitost (*Alternaria solani*), která se vyskytuje na rajčatech a bramborách.

3.2.4.2 Paprika setá (*Capsicum annum* L.)

Paprika setá, někdy nazývaná také jako roční, je jednoletá rostlina patřící do čeledi lilkovitých (*Solanaceae*). Rostlina dorůstá výšky až 1 metru, má vzpřímenou lodyhu, listy jsou dlouze řapíkaté a střídavé. Květy jsou bílé se zvonkovitou korunou, plodem jsou vysychavé bobule, jejichž barva, tvar a velikost se odvíjí od daného kultivaru. Plody papriky obsahují řadu biologicky aktivních látek, z nichž nejdůležitějšími jsou alkaloidy, konkrétně nejvýznamnějším je fenylalkylaminový alkaloid kapsaicin, který je zodpovědný za pálivou chuť papriky, jelikož stimuluje receptory nervových zakončení (Pavela 2011).

Kapsaicin se společně i z dalšími látkami jako je kapsicin, kapsantin, solanin nebo solasodin vyznačuje insekticidními, fungicidními a antibakteriálními účinky. V ochraně rostlin jsou tyto látky využívány v podobě paprikových výluhů, které například na škůdce mohou mít přímou účinnost, tj. způsobení mortality, případně fungují jako repelentní, antiovipoziční nebo antifidantní látky. Pavela (2011) dále uvádí velmi dobrou účinnost výluhů s obsahem kapsaicinu na mšice, třásněnky, molice nebo svilušky, u kterých tuto skutečnost potvrzuje i Fatima et al. (2015), která využila k ochraně proti sviluškám výluh z papriky na rajčatech. Z pohledu antifugálního účinku vůči houbovým chorobám uvádí Copping & Duke (2007) účinnost kapsaicinu na choroby z rodu *Pythium* spp. nebo *Rhizoctonia* spp.

3.2.4.3 Tyminán obecný (*Thymus vulgaris* L.)

Tymián obecný je vytrvalý, drobný keřík patřící do čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*). Dorůstá výšky mezi 0,15 až 0,3 metru, jeho stonky jsou vzpřímené a s věkem dřevnatí. Vyznačuje se velmi aromatickými a drobnými listy. Květy jsou světle fialové až narůžovělé, plodem jsou drobné vejcovité tvrdky (Reddy et al. 2014). Rostliny tymiánu jsou bohaté na řadu biologicky aktivních látek, především na silice, flavonoidy, třísloviny, terpenoidy nebo saponiny (Shabnum & Wagay 2011). Nejvýznamnější složkou tymiánu jsou silice, kdy největší zastoupení představuje thymol s obsahem až 50 %. Dalšími významnými silicemi jsou carvacrol, linalol nebo borneol (Reddy et al. 2014). Právě u tymiánových silic byly zjištěny antibakteriální, antioxidační, insekticidní, fungicidní a repelentní účinky. Například Pavela et al. (2009) a Reddy et al. (2014) se shodují, že esenciální olej s obsahem tymiánových silic vykazuje larvicidní účinnost, kdy jeho aplikace způsobovala u larev mortalitu v desítkách procent. Z hlediska fungicidního účinku tymiánový extrakt projevuje schopnost inhibovat tvorbu mycelia a rozvoj hub, čímž představuje významný potenciál v ochraně rostlin proti houbovým chorobám (Ghasemi et al. 2020; Procházka et al. 2021).

4 Metodika

4.1 Pokusné stanoviště Červený Újezd

Dvouleté maloparcelkové pokusy probíhaly v letech 2022/2023 a 2023/2024 na pokusném stanovišti České zemědělské univerzity v Červeném Újezdě. Červený Újezd se nachází v okrese Praha-západ přibližně 25 kilometrů od Prahy v nadmořské výšce 398 m.n.m. a 50° 04' zeměpisné šířky, 14°10' zeměpisné délky. Oblast dle bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ) spadá do 4. klimatického regionu, tedy mírně teplého a suchého s průměrným ročním úhrnem srážek 450–550 milimetrů a průměrnou roční teplotou 7-8,5 °C. Porovnání průběhu počasí během pokusů s normálem popisuje tabulka 1 a graf 1.

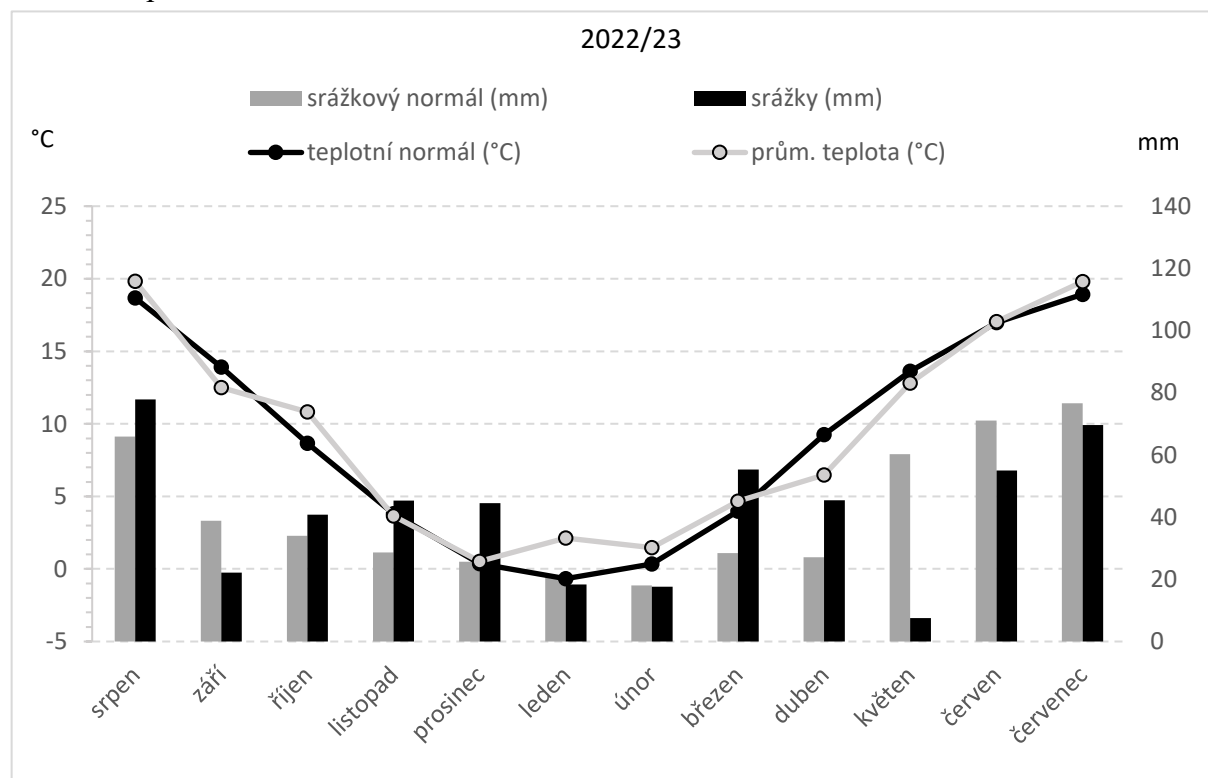
Terén pokusných ploch je jednoduchý, rovinný, který podmiňuje dobré vsakování srážkových vod. Půdním typem je hnědozemě a převažujícím hlinitým půdním druhem tvořen sprašemi a nevápnitými sprašovými pokryvy. Z chemických vlastností půda vykazuje mírný obsah humusu, půdní reakci neutrální, střední sorpční kapacitu a nasycený koloidní komplex. Obsah P a K je střední až dobrý.

4.2 Průběh počasí

Tab. 1: Průměrné teploty a měsíční úhrny srážek na Výzkumné stanici Červený Újezd v roce 2022/23 – slovní hodnocení normality měsíců.

| rok 2022/23 | teplotní normál (°C) | prům. teplota (°C) | odchylka od normálu | hodnocení | srážkový normál (mm) | srážky (mm) | % normálu | hodnocení |
|-------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------------------------|
| srpen | 18,7 | 19,82 | 1,2 | <i>nadnormální</i> | 66 | 77,8 | 118 | <i>normální</i> |
| září | 13,9 | 12,49 | -1,4 | <i>podnormální</i> | 39 | 22,1 | 57 | <i>normální</i> |
| říjen | 8,7 | 10,83 | 2,2 | <i>silně nadnormální</i> | 34 | 40,8 | 120 | <i>normální</i> |
| listopad | 3,8 | 3,66 | -0,2 | <i>normální</i> | 29 | 45,3 | 158 | <i>nadnormální</i> |
| prosinec | 0,4 | 0,52 | 0,2 | <i>normální</i> | 26 | 44,5 | 173 | <i>nadnormální</i> |
| leden | -0,7 | 2,14 | 2,8 | <i>nadnormální</i> | 21 | 18,3 | 88 | <i>normální</i> |
| únor | 0,3 | 1,46 | 1,1 | <i>normální</i> | 18 | 17,6 | 98 | <i>normální</i> |
| březen | 4,0 | 4,67 | 0,7 | <i>normální</i> | 28 | 55,3 | 195 | <i>nadnormální</i> |
| duben | 9,2 | 6,47 | -2,8 | <i>podnormální</i> | 27 | 45,4 | 167 | <i>silně nadnormální</i> |
| květen | 13,6 | 12,82 | -0,8 | <i>normální</i> | 60 | 7,5 | 12 | <i>mimořádně podnormální</i> |
| červen | 17,0 | 17,04 | 0,1 | <i>normální</i> | 71 | 55,0 | 77 | <i>normální</i> |
| červenec | 18,9 | 19,80 | 0,9 | <i>normální</i> | 77 | 69,6 | 91 | <i>normální</i> |
| rok | 9,0 | 9,3 | 0,3 | <i>normální</i> | 495,1 | 499,2 | 101 | <i>normální</i> |

Graf 1: Průměrné teploty a měsíční úhrny srážek na Výzkumné stanici Červený Újezd v roce 2022/23 a porovnání s normálem.



4.3 Agrotechnika pokusů

Tab. 2: Agrotechnika pokusů pěstitelský rok 2022/2023.

| Agrotechnika pokusů pěstitelský rok 2022/2023 | |
|---|--|
| Datum | Operace |
| Podzim | |
| 4.8. 2022 | sklizeň předplodiny (oz. pšenice) – sláma rozdrvena |
| 8.8. 2022 | podmítka (10 cm) |
| 18.8. 2022 | seťová orba (22 cm) |
| 19.8. 2022 | předseťová příprava půdy (kompaktor), pak srážky 62 mm |
| 29.8. 2022 | převlácení 3x |
| 30.8. 2022 | výsev, hloubka 1,5-2 cm, řádky 12,5 cm, výsevek 60 kl. semen na m ² |
| 31.8. 2022 | Butisan Complete (2,5 l/ha) |
| 6.9. 2022 | Stutox lokálně do děr (pak dle potřeby) |
| 21.9. 2022 | Gallant Super (0,5 l/ha) + Nexide (0,08 l/ha) |
| 27.9. 2022 | LAD (27 kg N/ha) |
| 30.9. 2022 | Karate Zeon (0,15 l/ha) + DAM 390 (7 l/ha) |
| 12.10. 2022 | Cyperkill (0,05 l/ha) + DAM 390 (7 l/ha) |
| Jaro | |
| 23.2. 2023 | 1a. dávka dusíku (40 kg N/ha) v DASA |
| 17.3. 2023 | 1b. dávka dusíku (50 kg N/ha) v LAD |
| 23.3. 2023 | Sivanto Energy (0,75 l/ha) |
| 6.4. 2023 | 2. dávka dusíku (60 kg N/ha) v LAD |
| 15.4. 2023 | Gazelle (100 g/ha) + Cyperkill (0,05 l/ha) |
| 21.4. 2023 | 3. dávka dusíku (30 kg N/ha) v LAD |
| 30.4. 2023 | Magma (0,2 l/ha) |
| 8.8. 2023 | sklizeň (maloparcelková sklízecí mlátička Wintersteiger) |

Tab. 3: Agrotechnika pokusů pěstitelský rok 2023/2024.

| Agrotechnika pokusů pěstitelský rok 2023/2024 | |
|---|--|
| Datum | Operace |
| Podzim | |
| 16.8. 2023 | sklizeň předplodiny (j. ječmen) – sláma rozdrvena |
| 17.8. 2023 | podmítka (10 cm) |
| 21.8. 2023 | seťová orba (22 cm) |
| 22.8. 2023 | předseťová příprava půdy (kompaktor), pak srážky 65 mm |
| 23.8. 2023 | výsev, hloubka 1,5-2 cm, řádky 12,5 cm, výsevek 60 kl. semen na m ² |
| 24.8. 2023 | Butisan Complete (2,5 l/ha) |
| 24.8. 2023 | Stutox lokálně do děr (pak dle potřeby) |
| 9.9. 2023 | Gallant Super (0,5 l/ha) + Karate Zeon (0,15 l/ha) |
| 21.9. 2023 | Rafan (0,05 l/ha) |
| 28.9. 2023 | Gallant Super (0,5 l/ha) + Karis (0,08 l/ha) |
| Jaro | |
| 21.2. 2024 | 1a. dávka dusíku (40 kg N/ha) v DASA |
| 8.3. 2024 | 1b. dávka dusíku (50 kg N/ha) v LAD |
| 8.3. 2024 | Cyperkill (0,05 l/ha) |
| 18.3. 2024 | Sivanto Energy (0,75 l/ha) + Folit P (0,5 l/ha) |
| 26.3. 2024 | 2. dávka dusíku (60 kg N/ha) v LAD |
| 30.3. 2024 | Magma (0,2 l/ha) |
| 9.4. 2024 | 3. dávka dusíku (30 kg N/ha) v LAD |

4.4 Sledované varianty

Vybrané varianty byly sledovány v podobě přesných maloparcellek o sklizňové ploše 11,875 m². Celkově bylo pozorováno 8 variant po 4 opakování. Jednotlivé varianty ošetření osiva jsou popsány v tabulce 4.

Tab. 4: Jednotlivé varianty pokusu s dávkováním přípravků a jejich účinnými látkami.

| Varianta | Název přípravku | Dávka/koncentrace | Termín aplikace |
|----------|---|-----------------------------|-------------------|
| 1 | Nemořená kontrola | | |
| 2 | Tymián výluh + agrovital (pinolen) + Lexin (stimulátor) | 10 % 15 l/t + 2 l/t + 2 l/t | mořeno před setím |
| 3 | Kopřiva výluh + agrovital (pinolen) + Lexin (stimulátor) | 10 % 15 l/t + 2 l/t + 2 l/t | mořeno před setím |
| 4 | Paprika výluh + agrovital (pinolen) + Lexin (stimulátor) | 10 % 15 l/t + 2 l/t + 2 l/t | mořeno před setím |
| 5 | NeemAzal (azadirachtin) + agrovital (pinolen) + Lexin (stimulátor) | 3 l/t + 2 l/t + 2 l/t | mořeno před setím |
| 6 | Lumiposa (cyantraniliprole) + Lexin (stimulátor) | 15 l/t + 2 l/t | mořeno před setím |
| 7 | Cruiser OSR (fludioxonyl; metalyxyl-M; thiamethoxam) + Lexin (stimulátor) | 15 l/t + 2 l/t | mořeno před setím |
| 8 | Lexin (stimulátor) | 2 l/t | mořeno před setím |

4.4.1 Charakteristika použitých přípravků

Agrovital – je pomocná látka sloužící jako přídavek do postřiků. Účinnou látkou je 96 % pinolen (di-1-p-menthen). Pinolen je koncentrovaná přírodní látka, která je získávána z pryskyřic jehličnatých stromů vykazující fungicidní účinky. Agrovital je v praxi využíván jako součást postřikové jíchy, kdy chrání přípravky před smyvem od deště, snižuje úlet postřiků a prodlužuje dobu ovlhčení listů po aplikaci, čímž zajistí postupné uvolňování a využívání účinných látek a zaručí tak vyšší účinnost nejen systémových přípravků (Procházka et al. 2017).

Cruiser OSR – je insekticidní a fungicidní přípravek ve formě kapalného suspenzního koncentrátu pro moření osiva řepky olejky a dalších plodin proti škůdcům a houbovým chorobám. Účinnými látkami jsou thiametoxam 280 g/l, který patří do skupiny neonikotinoidů a je neselektivní systemický insekticid s reziduálním působením, fludioxonil 8 g/l, který je širokospektrální kontaktní fungicid s reziduálním účinkem a metalaxyl-M 32,3 g/l, což je systemický fungicid (Kazda et al. 2005). Využití Cruiser OSR je již od roku 2023 v České republice zakázáno a lze ho použít pouze v rámci výzkumných pokusů.

Výluh z kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica* L.) – vykazuje insekticidní, fungicidní, repelentní nebo antifidantní účinky, a proto ho lze využít v ochraně rostlin (González–Macedo et al. 2021). Pro tvorbu výluhu byly použita suchá směs kopřivy dvoudomé, která byla louhovaná ve vodě po dobu 45 minut. Konečným výsledkem louhování byl 10 % výluh.

Lexin – je pomocný rostlinný přípravek, který obsahuje vodný roztok přípravku získaného hydrolytickooxidačním rozkladem technických lignosulfonátů, který představuje směs huminových kyselin, fulvokyselin a jejich solí, kde fulvokyseliny a jejich soli převažují. Huminové látky pozitivně působí na růst a vývoj rostlin, na rozvoj jejich kořenového systému a tím jim pomáhají překonávat abiotické stresy. Auxiny příznivě ovlivňují růst a vývoj rostlin. Rostliny ošetřené lexinem jsou celkově vitálnější, zdravější a lépe odolávají působení různých stresů (Procházka et al. 2017).

Lumiposa – je systémový insekticid pro ošetření semen, který byl vyvinut k ochraně mladých rostlin řepky olejky před širokým spektrem škůdců. Rostliny jsou chráněny před poškozením hmyzem již od počátku vegetace, což jim umožňuje lepší vzcházení a počáteční vývoj. Účinnou látkou je cyantraniliprol, která patří do chemické skupiny antranildiamidů (Hospodková 2022).

NeemAzal – je insekticidní přípravek na ochranu rostlin z výtažku z tropické rostliny zederach indický (*Azadirachta indica*) ve formě emulgovatelného koncentrátu. Účinnou látkou je azadirachtin, která působí proti savým a žravým škůdcům. Přípravek je vstřebáván listy a rozváděn systemicky po rostlině a škůdci se kontaminují požerem nebo sáním rostliny. Přípravek lze využít i v ekologickém zemědělství (Drapáč et al. 2022).

Výluh z papriky seté (*Capsicum annum* L.) – obsahuje řadu biologicky aktivních látek především kapsaicin, který společně i z dalšími látkami jako je kapsicin, kapsantin, solanin nebo solasodin se vyznačuje insekticidními, fungicidními a antibakteriálními účinky (Pavela 2011) Pro výluh byla použita mletá paprika, které se louhovala ve vodě po dobu 45 minut. Výsledkem byl 10 % výluh papriky seté.

Výluh z tymiánu obecného (*Thymus vulgaris* L.) – obsahuje významný podíl tymiánových silic, u kterých byly zjištěny antibakteriální, antioxidační, insekticidní, fungicidní a repelentní účinky (Pavela et al. 2009; Reddy et al. 2014). Pro výrobu tymiánového výluhu byla použita suchá směs tymiánu, která se louhovala ve vodě po dobu 45 minut a výsledkem byl 10 % tymiánový výluh.

4.5 Průběh pokusů

4.5.1 Pokusný rok 2022/2023

Maloparcelkové pokusy ozimé řepky byly v pokusném roce 2022/2023 založeny 30.8. 2022 na pokusném stanovišti v Červeném Újezdě. Konkrétně byla vyseta odrůda Corzar o výsevku 3 kilogramy na hektar, což odpovídalo 60 rostlinám/m². Corzar je liniová odrůda a vyznačuje se vysokým obsahem oleje a nižším vzrůstem, HTS odrůdy se pohybuje okolo 4,6 gramů. Osivo bylo před výsevem namořeno jednotlivými přípravky dle daných variant pomocí rotostatické mořičky na Katedře agroekologie a rostlinné produkce České zemědělské univerzity.

První kontrola porostů proběhla 8.9. 2022, kdy byl počítán počet rostlin/m², počet požerků od škůdců na m² a celkový poměr požerků vůči celkovému počtu rostlin. Rostliny v této době byly ve vývojové fázi vzcházení děložních listů, tedy maximálně BBCH 10. Druhá kontrola a zjišťování stejných parametrů se uskutečnilo 27.9. 2022, kdy se BBCH porostu pohybovalo v rozmezí 10–16, tedy fáze tvorby pravých listů. První odběr rostlin byl proveden 5.10. 2022, kdy z každého opakování jedné varianty byly odebrány celkem 4 rostliny. U odebraných rostlin byla měřena velikost kořenového krčku a následně od sebe byla oddělena nadzemní a podzemní biomasa, která byla poté usušena při teplotě 105 °C po dobu 24 hodin a nakonec zvážena. Stejný odběr a následný postup byl proveden ještě jednou a to konkrétně 26.10. 2022.

V jarním období se uskutečnil jediný odběr a to 22.3. 2023 (obr. 1). Nejdříve byl počítán počet rostlin na m² po přezimování, pak byly z každého opakování odebrány 3 rostliny, u kterých se opět změřila velikost kořenového krčku, oddělila nadzemní a podzemní biomasa, která se usušila a zvážila. V roce 2023 byla provedena sklizeň 8. srpna (obr. 2), při vlhkosti semen okolo 8 %, při které se hodnotil výnos semen, HTS a nečistoty. Všechny agrotechnické zásahy během vegetace jsou popsány v tabulce 2.



Obr. 1: Stav porostů při odběru 22.3. 2023. (Autor Bc. Jan Herout)



Obr. 2: Sklizeň porostů 8.8. 2023. (Autor Ing. Matěj Satranský, Ph.D.)

4.5.2 Pokusný rok 2023/2024

V pokusném roce 2023/2024 byly porosty jednotlivých variant založeny 23.8. 2023 na pokusném stanovišti v Červeném Újezdě. Zasetá byla opět liniová odrůda Corzar při výsevku 3 kilogramy na hektar a 60 rostlinách/m². Osivo bylo před výsevem namořeno jednotlivými přípravky dle daných variant pomocí rotostatické mořičky na Katedře agroekologie a rostlinné produkce České zemědělské univerzity.

První kontrola porostů proběhla 8.9. 2023 (obr. 3), při které byl počítán počet rostlin na m² (obr. 4) a počet požerků od škůdců na m². Stejný proces byl zopakován i při druhé kontrole 19.9. 2023. Zároveň byl proveden první odběr rostlin, kdy stejně jako předchozí rok z každého opakování jedné varianty byly odebrány celkem 4 rostliny. U odebraných rostlin byla měřena velikost kořenového krčku a následně od sebe byla oddělena nadzemní a podzemní biomasa, která byla poté usušena při teplotě 105 °C po dobu 24 hodin a nakonec zvážena. Totožným způsobem proběhl i druhý odběr 7.11. 2023.

V jarním období proběhl jediný odběr rostlin a to konkrétně 19.3. 2023. Před samotným odběrem byl počítán počet rostlin/m² po přezimování, poté již byly z každé parcely odebrány 3 rostliny, u kterých se měřila velikost kořenového krčku, kořene a nadzemní biomasy. Podzemní a nadzemní biomasa byla od sebe oddělena a usušena pro zjištění hmotnosti sušiny. Všechny agrotechnické zásahy během vegetace jsou popsány v tabulce 3.



Obr. 3: Stav porostů při kontrole 8.9. 2023. (Autor Bc. Jan Herout)



Obr. 4: Inventarizace počtu rostlin/m² 8.9. 2023. (Autor Bc. Jan Herout)

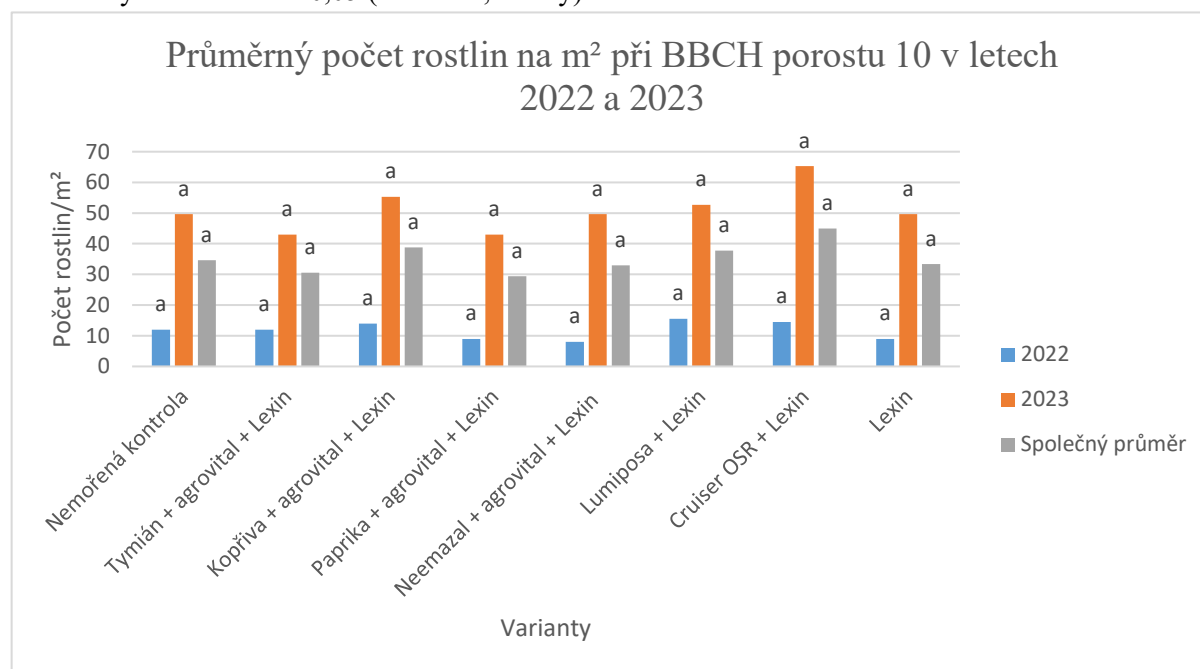
4.5.3 Statistické vyhodnocení

Pro statistické vyhodnocení bylo použito metody analýzy jednoduchého třídění (ANOVA, Tukey, hladina významnosti 95 %). Data byla zpracována programem Statistica 12 (StatSoft).

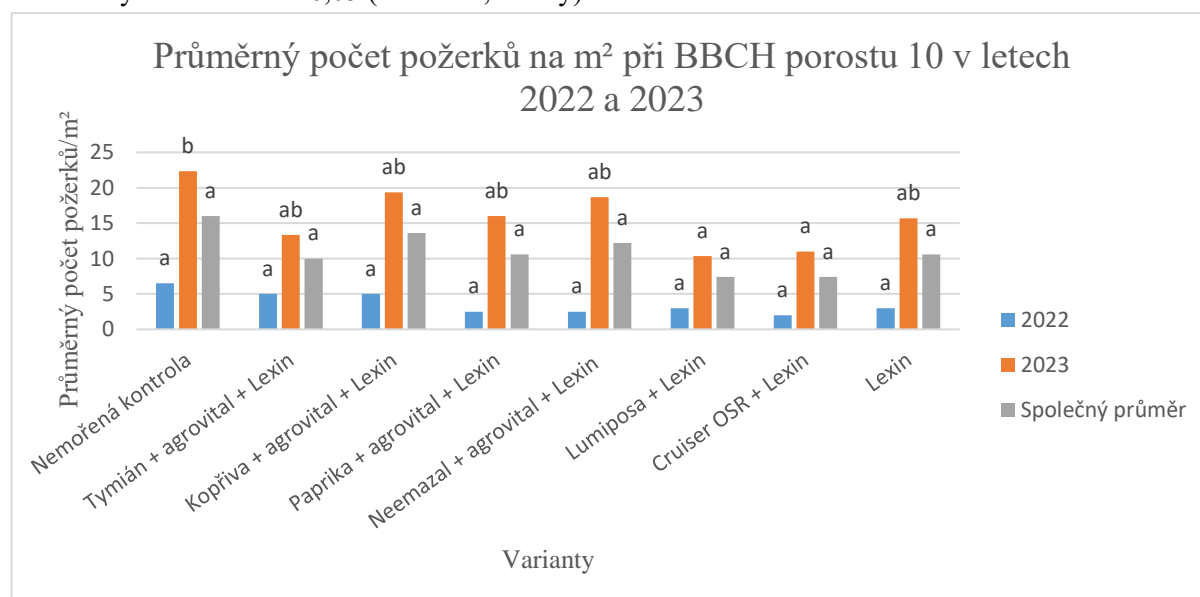
5 Výsledky

Grafy 2 a 3 dokládají průměrný počet rostlin a požerků na metr čtvereční ve vývojové fázi vzcházení porostu, kdy je patrný výrazný pozitivní vliv moření v jednotlivých letech na počet požerků, jelikož nemořená varianta vykazovala vyšší průměrné počty požerků než varianty mořené. Pozitivní vliv moření nebyl tak výrazný na počet rostlin, jelikož některé mořené varianty měly nižší průměrné počty rostlin oproti kontrole.

Graf 2: Průměrný počet rostlin/m² při BBCH porostu 10 v letech 2022, 2023 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

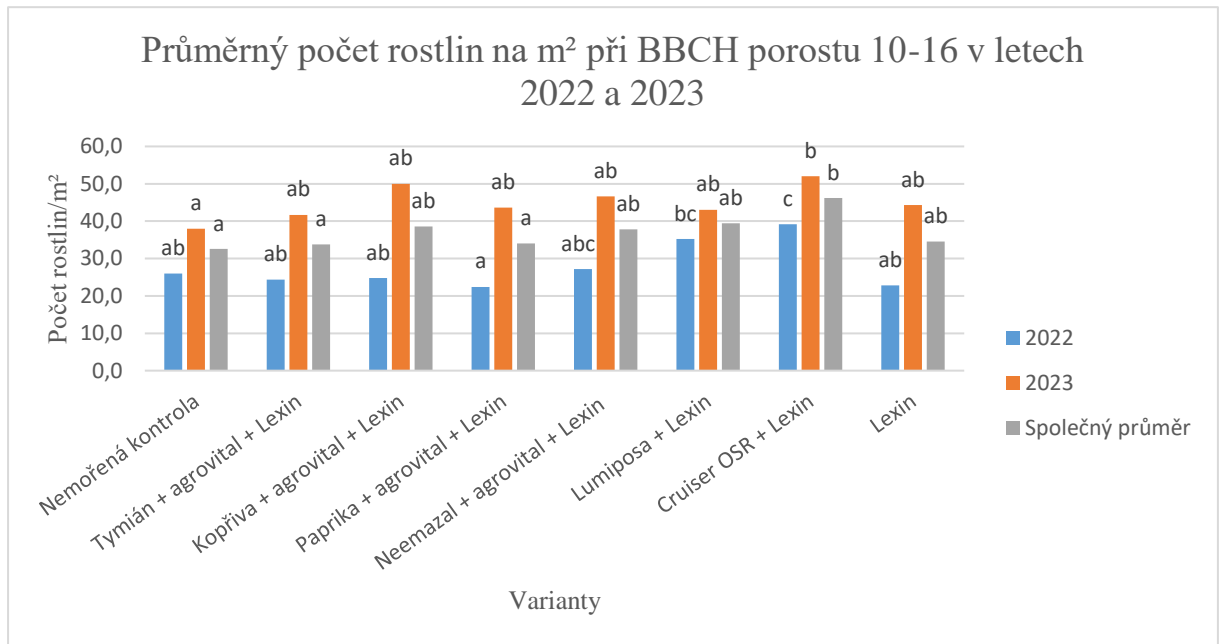


Graf 3: Průměrný počet požerků/m² při BBCH porostu 10 v letech 2022, 2023 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

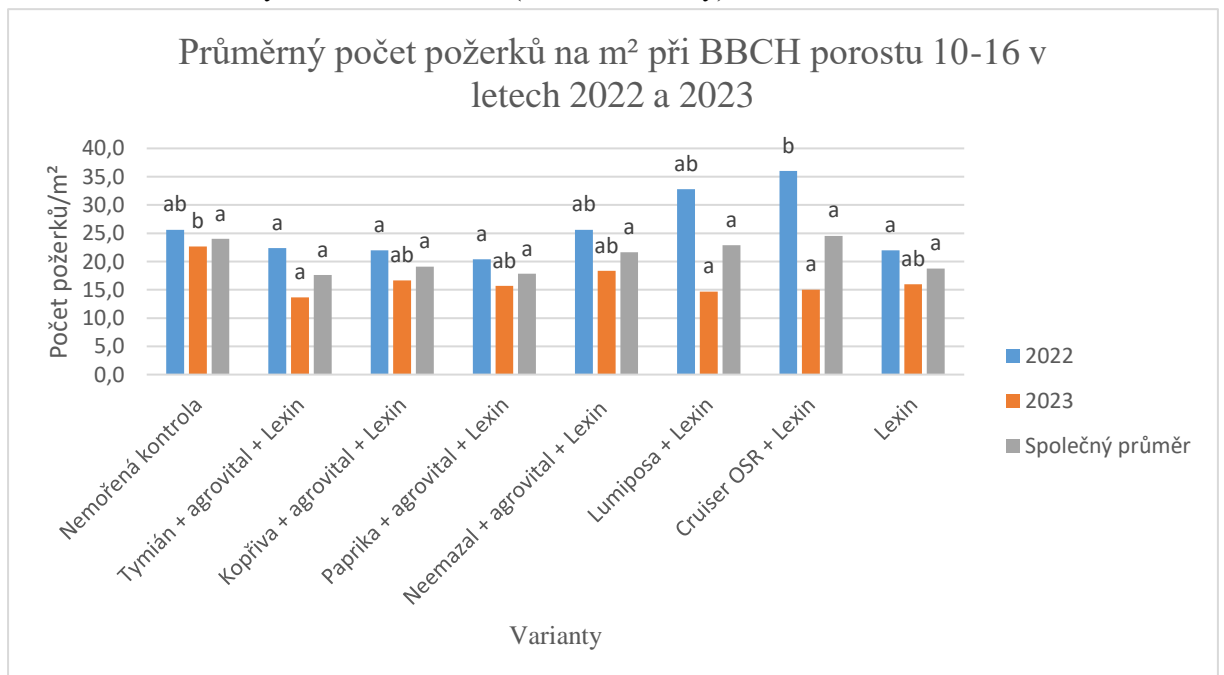


Stejné parametry sleduje i graf 4 a 5 ovšem již při BBCH porostu 10 až 16, tedy ve fázi tvorby pravých listů. Již v této fázi nemořená kontrola prokazovala nejmenší počet rostlin a společně s variantou Cruiser OSR + Lexin, zejména v roce 2022, i nejvyšší počet požerků. Naopak nejmenší počty požerků byly zjištěny u variant s tymiánem a paprikou.

Graf 4: Průměrný počet rostlin/m² při BBCH porostu 10 až 16 v letech 2022, 2023 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

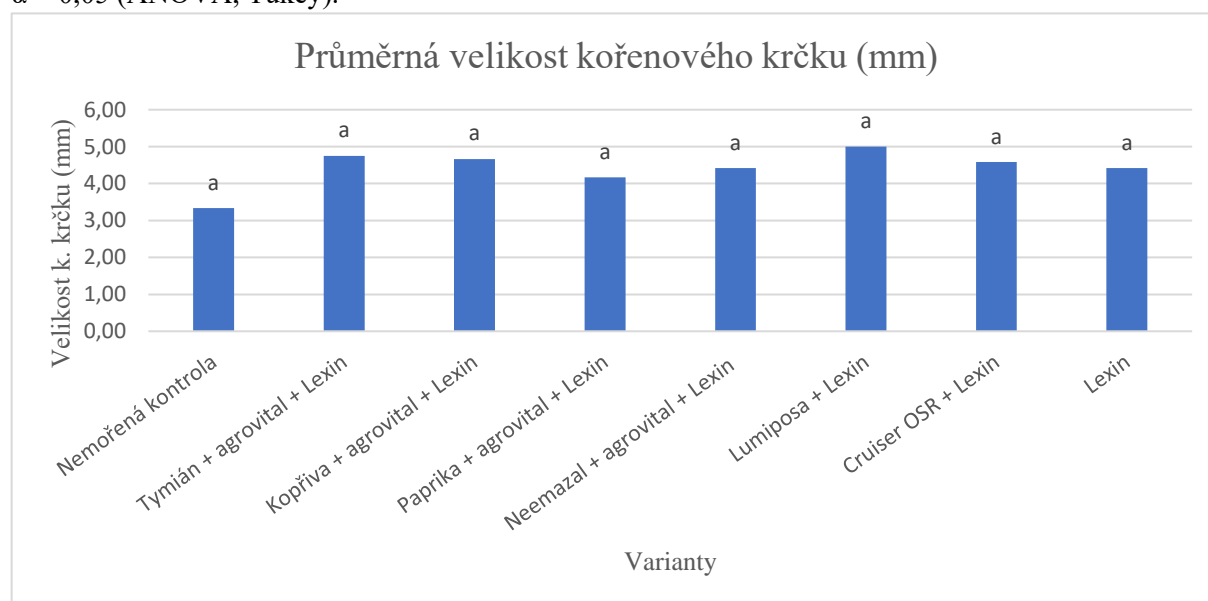


Graf 5: Průměrný počet požerků/m² při BBCH porostu 10 až 16 v letech 2022, 2023 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

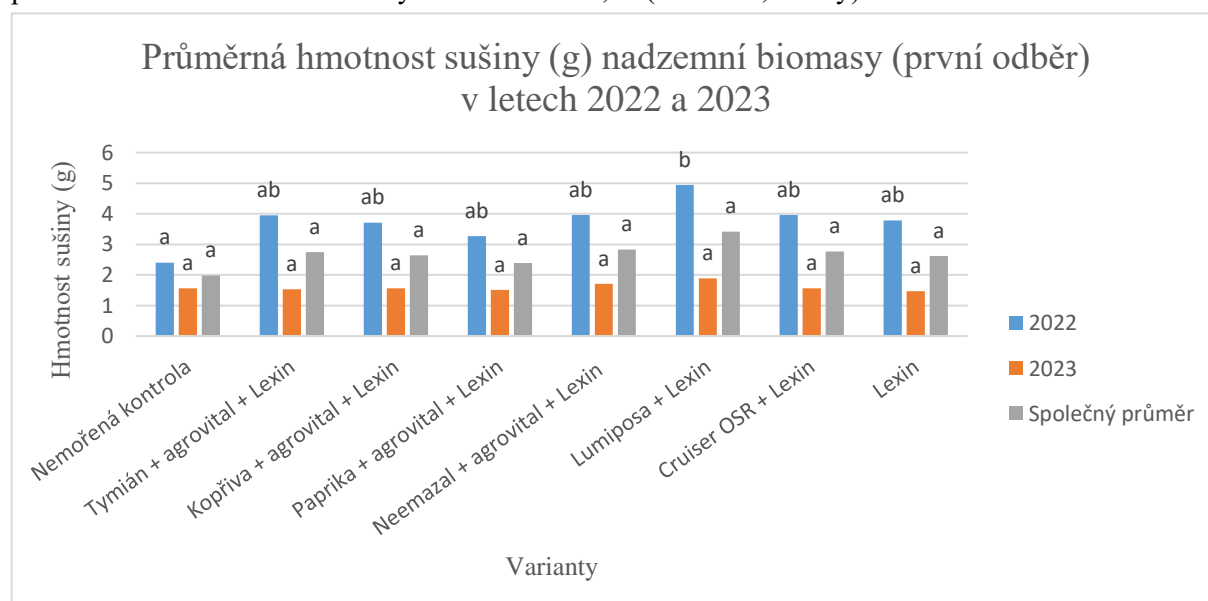


V průběhu vegetace byly provedeny na podzim v letech 2022 a 2023 dva odběry rostlin, během kterých byla posuzována velikost kořenové krčku a hmotnost sušiny nadzemní a podzemní biomasy. Grafy 6, 7 a 8 znázorňují výsledky z prvního odběru, který v obou letech proběhl přibližně při BBCH porostu 16. U prvního odběru se velikost kořenového krčku posuzovala pouze v roce 2022, kdy největší kořenový krček byl zjištěn u varianty Lumiposa + Lexin a nejmenší u nemořené kontroly. Obdobné výsledky byly pozorovány i u hmotnosti sušiny nadzemní a podzemní biomasy.

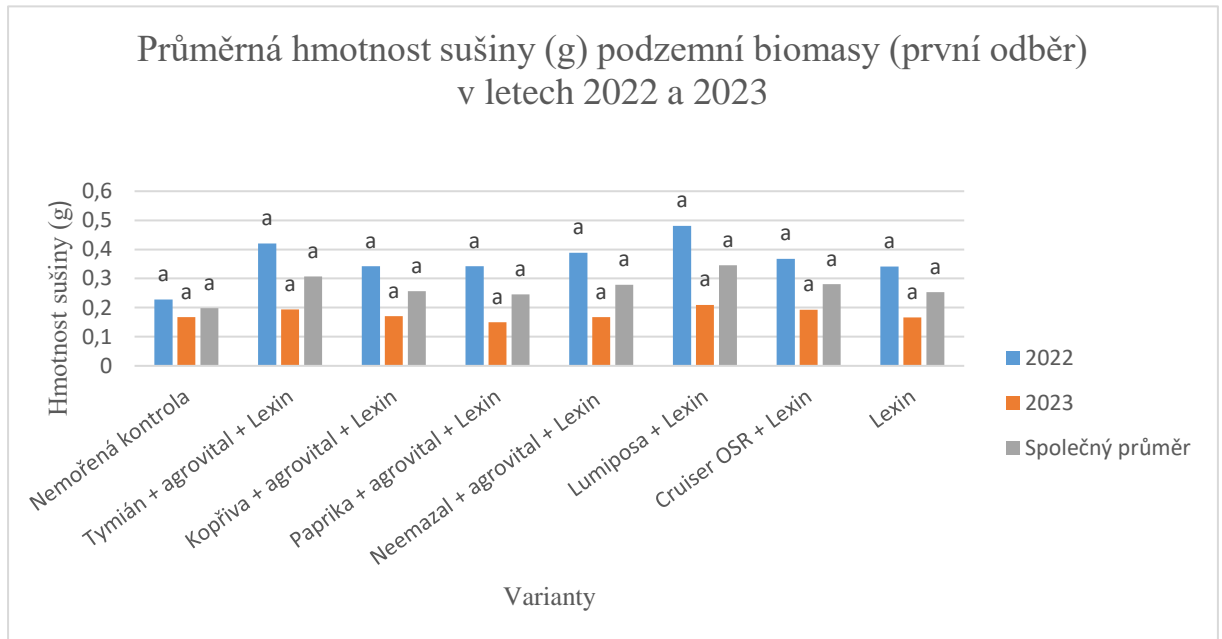
Graf 6: Průměrná velikost kořenového krčku při BBCH porostu 16 v roce 2022. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).



Graf 7: Průměrná hmotnost sušiny nadzemní biomasy při BBCH porostu 16 v letech 2022, 2023 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

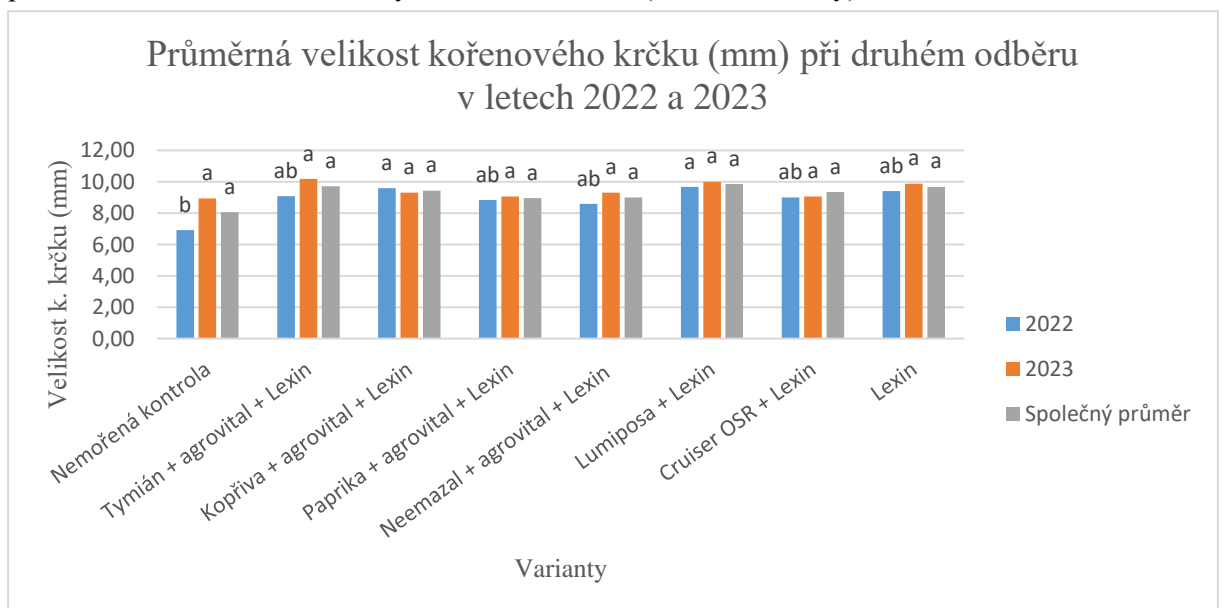


Graf 8: Průměrná hmotnost sušiny podzemní biomasy při BBCH porostu 16 v letech 2022, 2023 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).



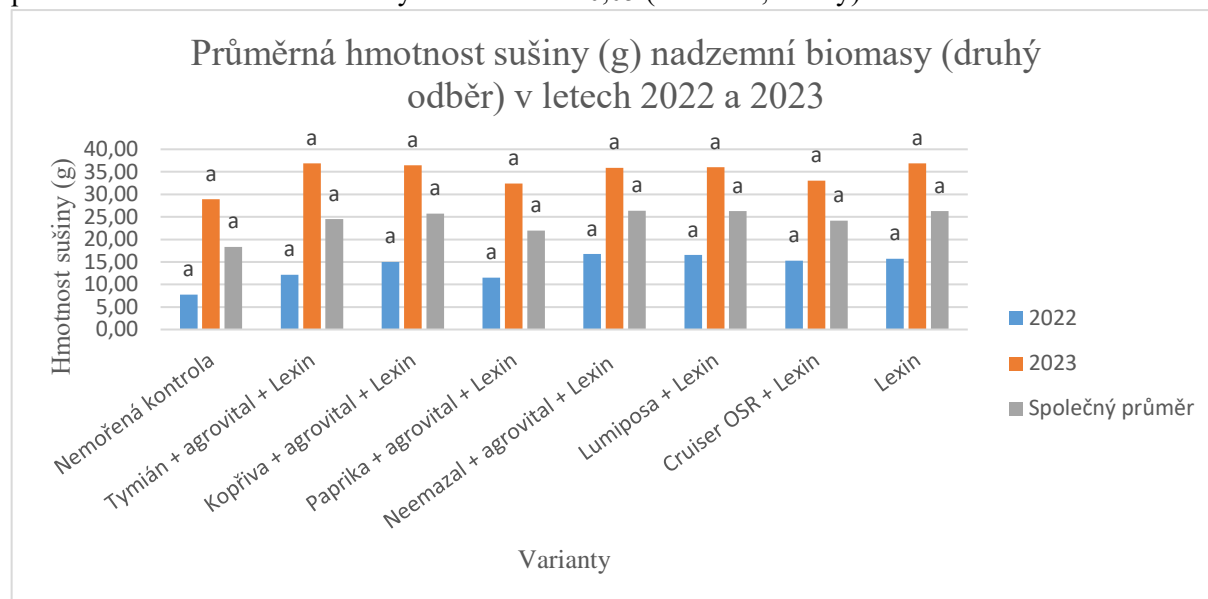
Druhý podzimní odběr rostlin proběhl při BBCH porostu 16–19 Stejně jako u prvního odběru byla sledována velikost kořenového krčku a hmotnost sušiny nadzemní a podzemní biomasy. Výsledky shrnují grafy 9, 10 a 11. Konkrétně graf 9 zobrazuje výsledky měření velikosti kořenového krčku v obou letech a jejich společný průměr. Obdobně jako u prvního odběru nejlepší výsledky vykazovala varianta Lumiposa + Lexin a s přírodních látek tymián, nejhorší byla nemořená kontrola.

Graf 9: Průměrná velikost kořenového krčku při BBCH porostu 16–19 v roce 2022, 2023 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

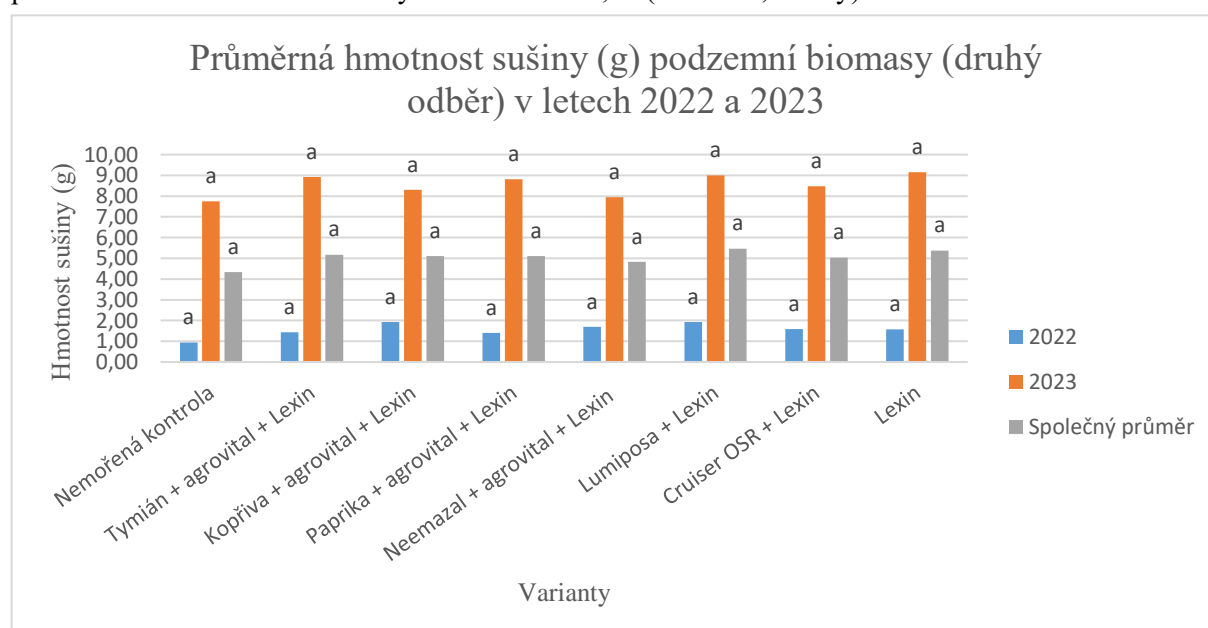


Výsledky hmotnosti sušiny nadzemní a podzemní biomasy při druhém odběru zobrazují grafy 10 a 11, z kterých je patrné, že nejnižší hmotnost sušin byla zjištěna u nemořené kontroly. Naopak u nadzemní biomasy nejlepší výsledky vykazovala varianta s Neemazalem, ovšem vysoká hmotnost nadzemní sušiny pozitivně nekorelovala s hmotností podzemní biomasy, jelikož se tato varianta ukázala být jako druhá nejhorší po kontrole. Nejvyšší hmotnost sušin byla navážena u variant Lumiposa + Lexin a samostatný Lexin.

Graf 10: Průměrná hmotnost sušiny nadzemní biomasy při BBCH porostu 16–19 v letech 2022, 2023 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

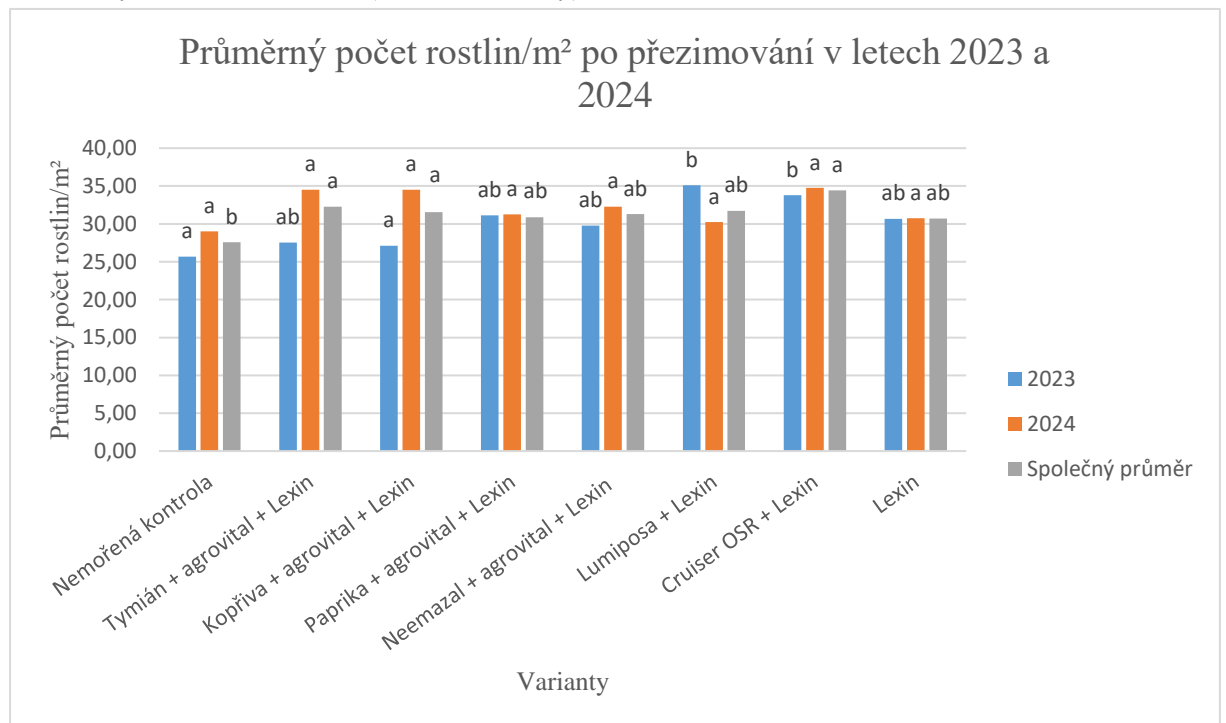


Graf 11: Průměrná hmotnost sušiny podzemní biomasy při BBCH porostu 16–19 v letech 2022, 2023 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).



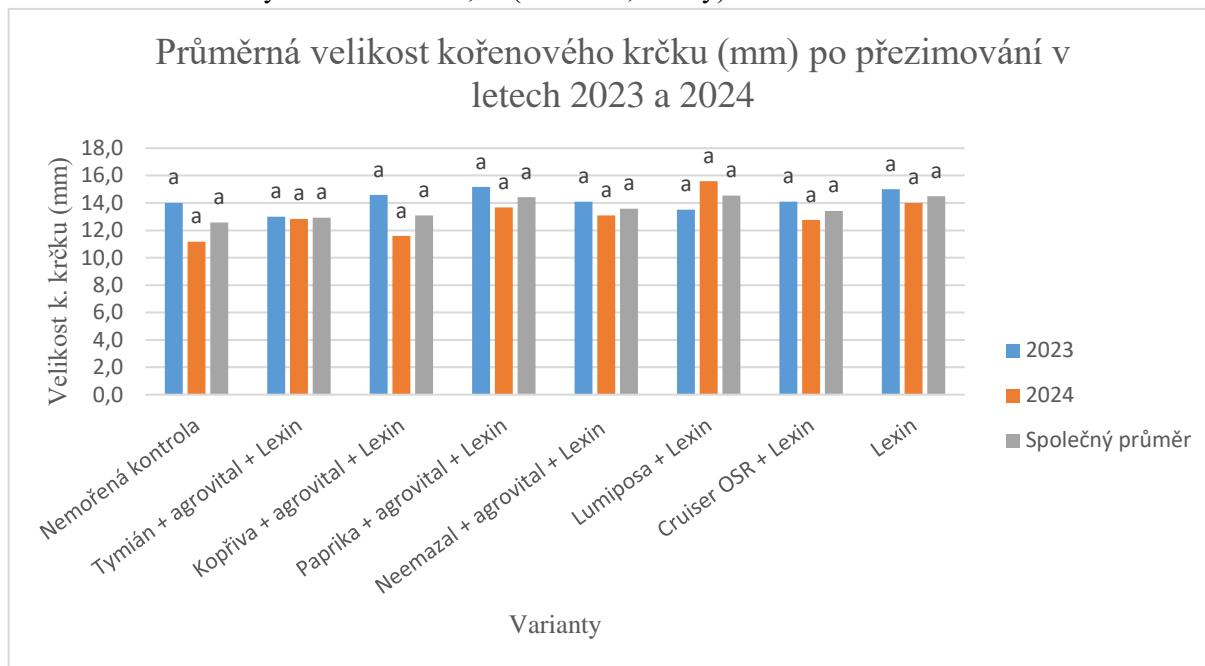
V obou letech byl v jarním období proveden už pouze jeden odběr rostlin a kontrola porostu po přezimování, konkrétně v obou případech v poslední dekádě března, kdy se porosty nacházely již na počátku prodlužovacího růstu. Na grafu 12 jsou vyobrazeny výsledky z inventarizace počtu rostlin/m², kdy mezi jednotlivými variantami byly pozorovány statisticky průkazné rozdíly. Nejmenší počet rostlin byl zjištěn na kontrolní variantě, což koreluje i s podzimními odběry. Z mořených variant největší počet rostlin vykázaly parcely s Cruiserem OSR, tymiánem a Lumiposou. U porostů lze tak potvrdit výrazný pozitivní vliv moření oproti kontrole na počet rostlin/m².

Graf 12: Průměrný počet rostlin/m² po přezimování v letech 2023, 2024 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).



Součástí odběru bylo opět měření kořenového krčku rostlin. Na grafu 13 lze vidět, že mezi jednotlivými variantami nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly. Největší kořenové krčky byly naměřeny u rostlin mořených Lumiposou + Lexinem a samostatným Lexinem, nejmenší pak u kontroly, což opět korelovalo s výsledky získanými v podzimním období.

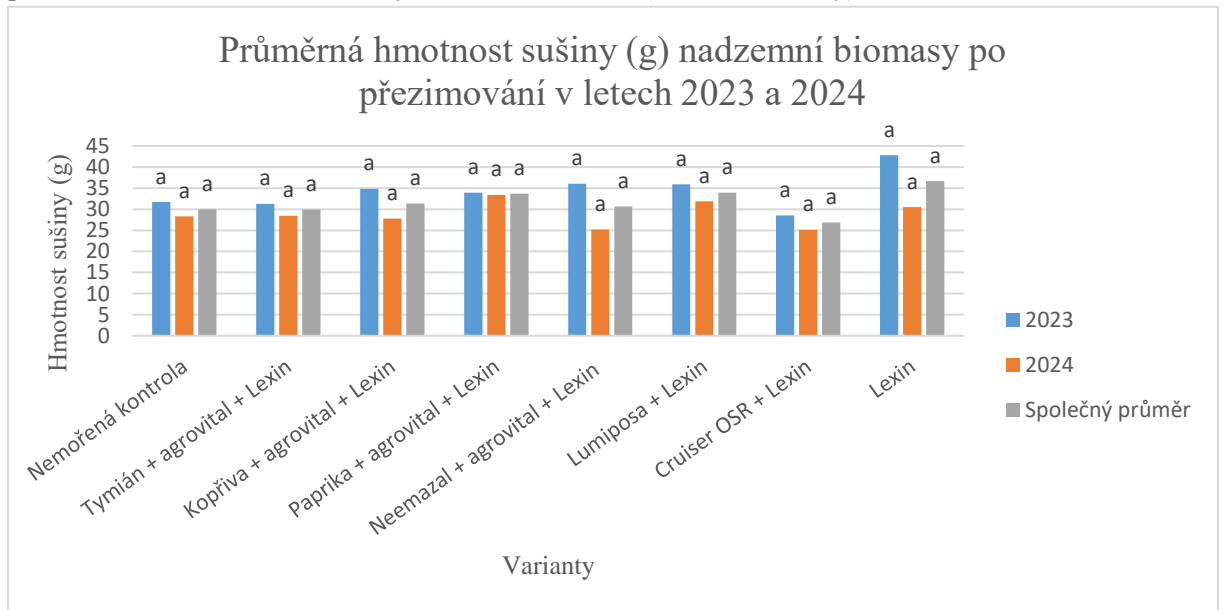
Graf 13: Průměrná velikost kořenového krčku po přezimování v roce 2023, 2024 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).



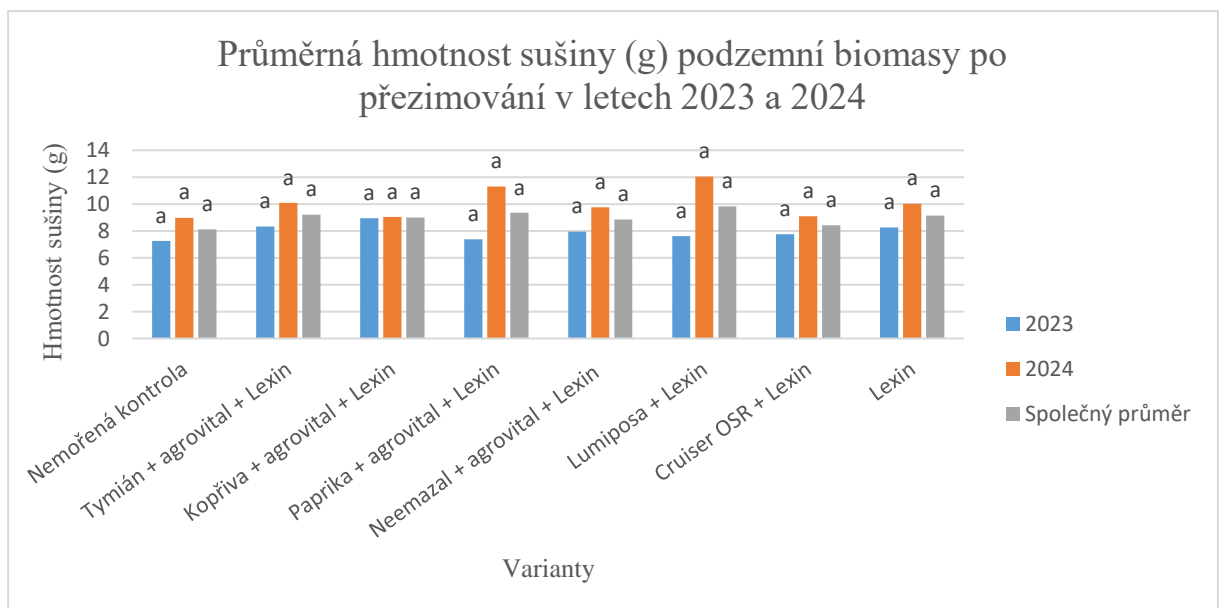
U odebraných rostlin také byla zjišťována hmotnost sušiny nadzemní a podzemní biomasy. Při hodnocení obou charakteristik nebyly u jednotlivých variant zjištěny statisticky průkazné rozdíly. Nejvyšší hmotnost u zmíněných parametrů byla navážena u varianty Lumiposa + Lexin.

U nadzemní biomasy nejhorší výsledky poskytla varianta s Cruiserem OSR, což ovšem mohlo být způsobené vysokým počtem rostlin/m² a s tím související konkurence rostlin. U podzemní biomasy nejhůře dopadla neošetřená kontrola.

Graf 14: Průměrná hmotnost sušiny nadzemní biomasy po přezimování v letech 2023, 2024 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

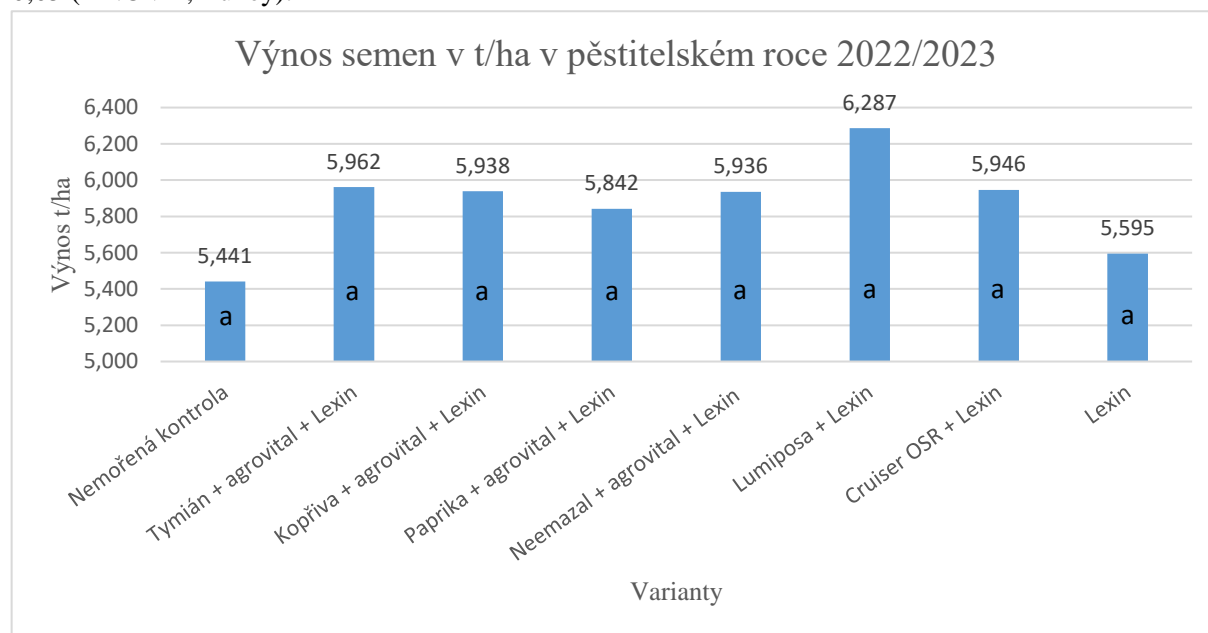


Graf 15: Průměrná hmotnost sušiny podzemní biomasy po přezimování v letech 2023, 2024 a jejich společný průměr. Rozdílné indexy mezi průměry nad jednotlivými sloupci dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).

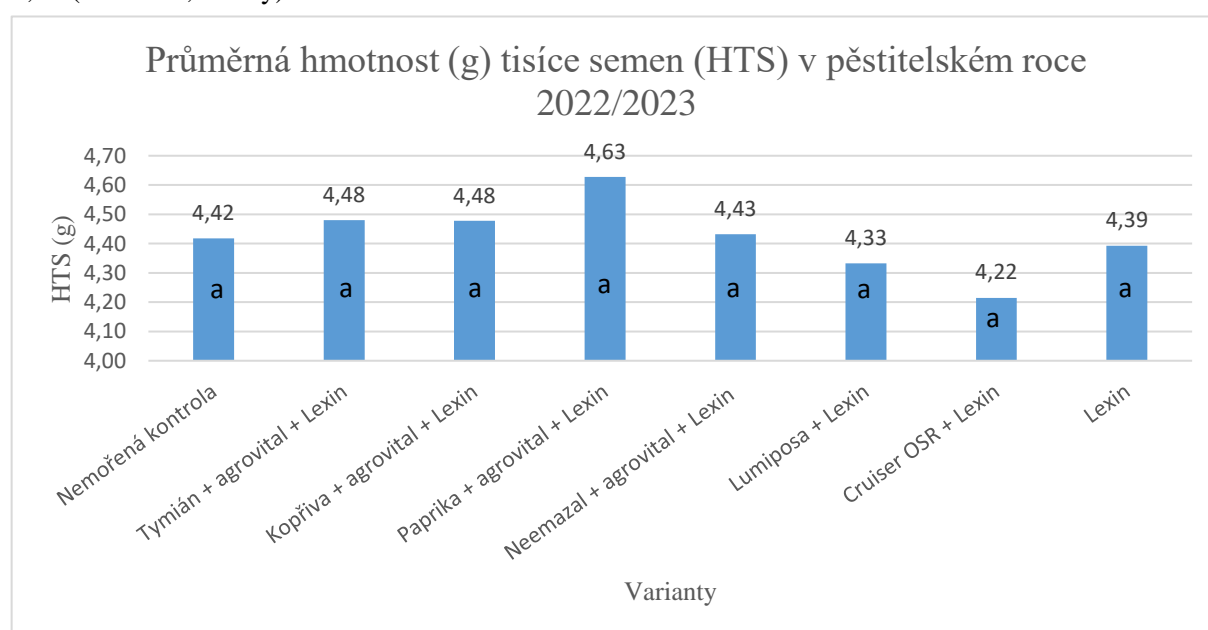


Graf 16 zobrazuje výsledné výnosy semen na jednotlivých variantách v pěstitelském roce 2022/2023. Nejnižší výnos byl sklizen na parcelách s nemořenou kontrolou a samostatným Lexinem. Mezi ostatními variantami nebyly pozorovány výrazné rozdíly ve výnosu, nejlepší výnos poskytla varianta Lumiposa + Lexin. Zároveň s výnosem byla stanovena hmotnost tisíce semen (HTS) jako jeden z výnosotvorných prvků, kterou zobrazuje graf 17. Největší HTS byla stanovena u varianty mořené paprikou, a naopak nejnižší u varianty s Cruiserem OSR.

Graf 16: Výnos semen v tunách na hektar v pěstitelském roce 2022/2023. Rozdílné indexy mezi průměry v jednotlivých sloupcích dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).



Graf 17: Průměrná hmotnost tisíce semen (HTS) v pěstitelském roce 2022/2023. Rozdílné indexy mezi průměry v jednotlivých sloupcích dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (ANOVA, Tukey).



6 Diskuze

Mezi základní preventivní opatření v ochraně rostlin, zejména v počátečních fázích růstu, patří ošetření osiva mořením. Mořené rostliny by měly lépe odolávat tlaku škodlivých organismů a překonávat krizové období v počátku růstu způsobené abiotickým stresem, v současné době především způsobený častějšími suchými periodami.

Kazda (2009) uvádí, že se v České republice mořené osivo ozimé řepky začalo vysévat po roce 1998 a jeho podíl začal významně stoupat. Kazda (2016) dokonce uvádí, že v roce 2013 stoupl podíl mořeného osiva na 90 % a pouhých 10 % ploch ozimé řepky nebylo ošetřeno mořidly. Ovšem v této době nastal zásadní zlom, kdy v roce 2013 Evropská komise zakázala používání neonikotinoidních mořidel, které tvořily drtivou většinu dostupných mořidel. Důvodem zákazu byla ochrana včelstev a dalších necílových organismů. Tento zákaz způsobil pokles vysévaného namořeného osiva na pouhých 13 % všech ploch ozimé řepky v České republice (Kazda 2016). Z tohoto důvodu jsou v posledních letech hledány různé možnosti a alternativy moření osiva ozimé řepky.

Jednu z cest může představovat moření osiva přírodními či biologicky aktivními látkami, které byly využity v rámci našich dvouletých pokusů v podobě výluhu z kopřivy, papriky a kopřivy, další součástí byly pomocné látky Lexin a Agrovital, insekticidní přípravek NeemAzal, mořidlo Lumiposa a Cruiser, jehož použití je již povoleno v rámci výzkumných pokusů a společně s nemořeným osivem sloužil jako kontrola.

Během pokusů byly sledovány parametry porostu jako je počet rostlin, požerků, hmotnost nadzemní a podzemní biomasy nebo šířka kořenového krčku. Počet rostlin/m² je základní prvek ovlivňující výnos, konkurenční a autoregulační schopnosti porostu (Baranyk et al. 2010) a jejich inventarizace proběhla několikrát během vegetace. Při prvním odběru v době vzcházení porostů nebyl vliv moření u všech variant prokazatelný, jelikož vyšší počet rostlin oproti kontrole byl zjištěn pouze u variant s Lumiposou, kopřivou a Cruiserem. Výraznější pozitivní vliv moření se projevil až u druhého odběru při BBCH porostu 10–16, kdy již nemořená kontrola vykazovala nejmenší počet rostlin a byly zde pozorovatelné statistické rozdíly. Tento trend byl pozorován i při inventarizaci porostu po přezimování. Celkově nejlepší výsledky poskytla varianta s Cruiserem a to při všech třech odběrech, tento jev koreluje s výsledky Drapač et al. (2022), který využil Cruiser a přírodní látky při moření osiva máku. Na základě svého pokusu dále Drapač et al. (2022) udává nejvyšší počet rostlin u variant mořených přírodními látkami u výluhu papriky, která ovšem v rámci našeho pokusu ze všech přírodních látek vyšla nejhůře. Naopak si nejlépe z přírodních látek vedly rostliny ošetřené výluhem tymiánu, což potvrzuje zjištění Soletto et al. (2021), která tymiánové oleje využila při ošetření semen sóji luštinaté, že neomezují růst a životaschopnost rostlin, ale v našem případě dokonce vykazují pozitivní vliv.

V počátečních fázích růstu ozimé řepky mohou být výrazným činitelem redukcí počet rostlin škůdci. Nejzávažnějšími škůdci v období vzcházení a tvorbě pravých listů jsou dřepčici z rodu *Phyllotreta* spp. nebo dřepčík olejkový (*Psylliodes chrysocephala*), kteří na porostech dírkují listy, které při velkém zasažení zasychají, hynou až může dojít k odumření celé rostliny (Ortega–Ramos et al. 2021). Účinnou ochranu představuje právě moření, které působí ihned po

výsevu, oproti insekticidům, které jsou aplikovány až po signalizaci příznaků poškození. Ovšem pro účinek mořidla musí škůdce účinnou látku pozřít, což znamená vždy alespoň minimální poškození rostliny (Kazda 2009). V rámci pokusů byly právě sledovány průměrné počty požerků na m² u jednotlivých variant, kdy byla zjištěna vysoká účinnost moření, jelikož vždy nejvyšší počet požerků vykazovala nemořená kontrola, kromě druhého stanovení požerků v roce 2022, kdy jejich nejvyšší počet byl spočítán na variantě s Cruiserem a Lumiposou + Lexinem, což bylo pravděpodobně způsobeno velmi vysokým počtem rostlin/m². V rámci všech variant byly nejmenší počty požerků stanoveny na variantách s tymiánem, což ukazuje velmi dobrý účinek tymiánových olejů vůči škůdcům, tento jev potvrzuje i Pavela (2011), který na základě svých pokusů prokázal účinnost tymiánových olejů vůči blýskáčkovi olejkovému (*Meligethes aeneus*). Přínos moření se také projevil na variantách s Lumiposou + Lexinem, jejichž účinnou látkou je cyantraniliprol, kterou využil při moření osiva kukuřice Zhang et al. (2019) a prokázal vysokou účinnost při regulaci osenice ypsilonové (*Agrotis ipsilon* L.) a NeemAzalem, jehož účinnou látkou je azadirachtin, kterou ve svých pokusech aplikoval na listy ozimé řepky Reddy et al. (2014) a zjistil signifikantní účinek proti dřepčíkům z rodu *Phyllotreta* spp.

Součástí dvou odběrů rostlin na podzim a jednoho na jaře, bylo měření tloušťky kořenového krčku, což je jeden z ukazatelů kvality a zdravotního stavu porostu. Baranyk et al. (2007) uvádí, že pro jistotu přezimování rostliny, je nutné, aby do nástupu zimy vytvořila kořenový krček o velikosti 8–10 milimetrů. Tento předpoklad před nástupem zimy naplnily všechny varianty, kromě nemořené varianty v roce 2022, kde byly viditelné i statistické rozdíly. Dále i v celkových průměrech byly nejslabší kořenové krčky naměřeny u nemořené varianty. Opět byl tedy pozorovatelný pozitivní vliv moření, kdy z mořených variant ve všech odběrech převyšovala ostatní Lumiposa + Lexin.

Odebrané rostliny po změření kořenového krčku byly usušeny a byla zvážena hmotnost nadzemní a podzemní biomasy, kdy nám tyto parametry poskytují další informace o stavu porostu. U všech třech odběrů se u hmotnosti sušiny nadzemní i podzemní biomasy projevil pozitivní vliv moření, jelikož kromě jarního odběru byly nejmenší hodnoty zjištěny u nemořené kontroly. U jarního odběru vykazovala nejmenší hmotnost sušiny varianta s Cruiserem, což ale s největší pravděpodobností způsobil vysoký počet rostlin a jejich vzájemná konkurence.

U všech mořených variant, u kterých byl prokázán pozitivní vliv na hmotnost sušiny byl jako součást moření použit Lexin jako stimulant růstu. Stimulační vliv Lexinu na růst podzemní biomasy prokázal Procházka et al. (2019) při ošetření osiva sóji luštinaté a na růst nadzemní biomasy Adamčík et al. (2016) při ošetření osiva čiroku.

Součástí výsledků je sklizeň v roce 2023, kdy se vyhodnocoval výnos a hmotnost tisíce semen. Největší průměrný výnos byl sklizen na variantě Lumiposa + Lexin, tedy o 0,8 tuny vyšší než u nemořené kontroly. Druhý nejhorší výnos semen poskytla varianta se samotným Lexinem. Zbylé varianty byly z hlediska výnosu velmi vyrovnané, kdy se u nich rozdíly pohybovaly v rámci desítek kilogramů a vykazovaly v průměru o 0,5 tuny vyšší výnos než kontrola.

Z pohledu vybraných přírodních látek si nejlépe vedl tymián a nejhůře paprika, kdy se rozdíl v průměrném výnosu pohyboval okolo 0,1 tuny/hektar. Drapač et al. (2022) při moření osiva máku stejnými přírodními látkami získal opačné výsledky, kdy průměrné výnosy výluhu papriky převyšovaly výnosy výluhu tymiánu přibližně o 0,2 tuny/hektar.

Jednoznačný pozitivní vliv moření nebyl zjištěn u hmotnosti tisíce semen, kdy byla u nemořené kontroly stanovena větší HTS než u některých mořených variant, avšak bez statisticky průkazných diferencí.

Na základě celkových výsledků, lze potvrdit pozitivní vliv moření vybranými mořidly a přírodními látkami na produkční parametry porostu, což se shoduje s výsledky Adamčík et al. (2016), Procházka et al. (2019) a Drapač et al. (2022), kteří různými způsoby využili moření při ošetření semen. V rámci našeho pokusu došlo ke zvýšení celkového výnosu porostů i při namoření pouze samotným stimulantem růstu Lexinem a při volbě komplexnějšího moření došlo ke zvýšení produkce semen minimálně o 0,5 tun/hektar oproti nemořené kontrole. Z tohoto důvodu lze brát moření osiva jako významný prvek zvyšující celkovou rentabilitu pěstování ozimé řepky.

Samozřejmě představa, že moření osiva dokáže ochránit a stimulovat rostliny po většinu vegetace je lichá. Kazda (2009) ve své publikaci uvádí účinnost mořidel v rámci několika týdnů v závislosti na podmínkách a Pavela (2020) udává, že u botanických pesticidů tato doba může být ještě kratší. Ale konkrétně u ozimé řepky může využití moření výrazně pomoci rostlinám překonat krizové období v počátku vegetace z důvodu tlaku škodlivých organismů nebo abiotického stresu. V neposlední řadě při využití mořidel dochází ke snížení množství pesticidů na jednotku plochy a jedná se o bezpečnou, levnou a ekologicky přijatelnou metodu ochrany rostlin, zejména pak v případě využití botanických pesticidů a látek, které mají ještě menší dopad na životní prostředí (Vojvodič & Bažok 2021).

7 Závěr

- Ze získaných výsledků lze potvrdit první stanovenou hypotézu, že využití komplexního ošetření osiva pomocí přírodních látek s insekticidní a antifungální aktivitou má vliv na polní vzcházejivost porostu řepky, i když u některých variant nebyl prokazatelně pozitivní.
- Na základě získaných výsledků lze potvrdit i druhou stanovenou hypotézu, že využití komplexního ošetření osiva pomocí přírodních látek s insekticidní a antifungální aktivitou má vliv na produkční schopnosti porostu řepky a jeho výnos, kdy byl zjištěn pozitivní vliv moření na tyto parametry během vegetace.
- Na variantách, kde bylo využito komplexní moření došlo ke zvýšení produkce semen minimálně o 0,5 t/ha oproti nemořené kontrole, proto lze doporučit při moření osiva využít komplexní insekticidní, antifugální a stimulační ošetření.
- Při pozitivním vlivu na celkový výnos může moření osiva představovat významný a nenákladný prvek ke zvýšení celkové rentability pěstování ozimé řepky viz tabulka 5.
Tab. 5: Cena za ošetření osiva na 1 hektar.

| Varianta | Cena moření na hektar |
|------------------------------|-----------------------|
| Nemořená kontrola | 0,- Kč |
| Tymián + agrovital + Lexin | 17,4,- Kč |
| Kopřiva + agrovital + Lexin | 17,- Kč |
| Paprika + agrovital + Lexin | 16,6,- Kč |
| Neemazal + agrovital + Lexin | 67,- Kč |
| Lumiposa + Lexin | 446,- Kč |
| Cruiser OSR + Lexin | 24,- Kč |
| Lexin | 8,- Kč |

- Ze získaných výsledků lze usoudit, že výluhy z rostlin, které se vyznačují insekticidním nebo antifugálním účinkem mohou sloužit jako alternativa ke konvenčním mořidlům.

8 Literatura

- Adamčík J, Tomášek J, Pulkrábek J, Pazderů K, Dvořák P. 2016. Stimulation sorghum seed leading to enlargement of optimum conditions during germination and emergence. *Plant, Soil and Environment* **62** (12): 547–551.
- Anđelić E, Antunović M, Stošić M, Iljkić D, Varga I. 2018. Yield components of winter oilseed rape regard to plant population. *Yield components of winter oilseed rape regard to plant population* **5**: 33–41.
- Anjum NA, Gill SS, Umar S, Ahmad I, Duarte AC, Pereira E. 2012. Improving Growth and Productivity of Oleiferous Brassicas under Changing Environment: Significance of Nitrogen and Sulphur Nutrition, and Underlying Mechanisms. *The Scientific World Journal* **2012**: 1–12.
- Baranyk P, Balík J, Hájková M, Havel J, Kazda J, Lošák T, Málek B, Markytán P, Plachká E, Richter R, Soukup J, Stražil Z, Šaroun J, Škeřík J, Šmirous P, Štranc P, Volf M, Vrbovský V, Zehnálek P, Zelený V. 2010. *Olejniny*. Profi Press s.r.o., Praha.
- Baranyk P, Fábry A, Balík J, Dostálová J, Humpál J, Kazda J, Koprna R, Kuchtová P, Markytán P, Nerad D, Soukup J, Šaroun J, Škeřík J, Volf M. 2005. *Řepka – pěstování, využití, ekonomika*. Profi Press s.r.o., Praha.
- Baranyk P, Zeman J, Markytán P, Kokaisl K, Čech P, Prousek J, Vrba S, Benešová I, Sypták K, Šaroun J, Málek B. 2005. *Řepka olejka v českém zemědělství. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin*, Praha.
- Bečka D, Šimka J, Cihlář P, Prokinová E, Mikšík V, Vašák J, Zukalová H. 2013. *Řepka ozimá – inovace pěstitelské technologie*. Powerprint s.r.o., Praha.
- Bečka D, Vašák J, Zukalová H, Mikšík V. 2007. *Řepka ozimá – Pěstitelský rádce*. Kurent, s.r.o., České Budějovice.
- Bereš J, Bečka D, Tomášek J, Vašák J. 2019. Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. *Plant, Soil and Environment* **65**: 435–441.
- Bhusal KK, Magar SK, Thapa R, Lamsal A, Bhandari S, Maharjan R, Shrestha S, Shrestha J. 2022. Nutritional and pharmacological importance of stinging nettle (*Urtica dioica* L.): A review. *Heliyon* **8**: 1–8.
- Brant V, Bečka D, Fuksa P, Hakl J, Holec J, Chyba J, Jursík M, Kobzová D, Krček V, Kroulík M, Kusá H, Novotný I, Pivec J, Prokinová E, Růžek P, Smutný V, Škeříková M, Zábanský P. 2016. *Pásové zpracování půdy (strip tillage)*. Profi Press s.r.o., Praha.
- Copping LG, Duke SO. 2007. Natural products that have been used commercially as crop protection agents. *Pest Management Science* **63**: 524–554.
- Český statistický úřad. 2023. *Zemědělství – časové řady*. Český statistický úřad, Available from https://www.czso.cz/csu/czso/zem_cr (accessed February 2024).

- ČSÚ. 2024. Vývoj osevních ploch zemědělských plodin. ČSÚ, Available from <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM02C&skupId=346&z=T&f=TABULKA&katalog=30840&pvo=ZEM02C> (accessed March 2024).
- Depotter JRL, Deketelaere S, Inderbitzin P, Tiedemann A, Hofte M, Subbarao KV, Wood TA, Thomma B. 2016. *Verticillium longisporum*, the invisible threat to oilseed rape and other brassicaceous plant hosts. *Molecular Plant Pathology* **17**(7): 1004–1016.
- Di Virgilio N, Papazoglou NG, Jankauskienec Z, Di Lonardo S, Praczyke M, Wielgusz K. 2015. The potential of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a crop with multiple uses. *Industrial Crops and Products* **68**: 42–49.
- Diepenbrock W. 2010. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Field Crops Research* **67**: 35–49.
- Drapač S, Procházka P, Vostřel J, Fraňková A. 2022. Využití přírodních látek při ošetření osiva máku setého. *Úroda* **5**: 44–48.
- Eickermann M, Ulber B. 2010. Screening of oilseed rape and other brassicaceous genotypes for susceptibility to *Ceutorhynchus pallidactylus* (Mrsh.). *Journal of Applied Entomology* **134**: 542–550.
- Fábry A, Bechyně M, Blažek F, Derco M, Hannich K, Korda J, Kováčik A, Kratochvíl V, Kurzová E, Kutina J, Liška O, Martinek V, Schreier J, Voškeruša J, Zakopal J, Zupalová H. 1975. Řepka, hořčice, mák a slunečnice. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Fatima K, Lovejoy T, Wisdom K. 2015. Efficacy of Garlic (*Allium sativum*) and Red Chili Pepper (*Capsicum annum*) Extracts in the Control of Red Spider Mite (*Tetranychus urticae*) in Tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Asian Journal of Applied Sciences* **3**: 124–131.
- Ferguson AW, Nevard LM, Clark SJ, Cook SM. 2015. Temperature-activity relationships in *Meligethes aeneus*: implications for pest management. *Pest Management Science* **71**: 459–466.
- Fismes J, Vong PC, Guckert A, Frossard E. 2000. Influence of sulfur on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous soil. *European Journal of Agronomy* **12**: 127–141.
- Friedt W, Tu J, Fu T. 2018. Academic and economic importance of *Brassica napus* rapeseed. Springer, Cham.
- Gehring A, Snowdon R, Spiller T, Basunanda P, Friedt W. 2007. New Oilseed Rape (*Brassica napus*) Hybrids with High Levels of Heterosis for Seed Yield under Nutrient-poor Conditions. *Breeding Science* **57**: 315–320.
- Ghasemi G, Alirezalu A, Ghosta Y, Jarrahi A, Safavi AS, Mohammadi AM, Barba JF, Munekata ESP, Dominguez R, Lorenzo MJ. 2020. Composition, Antifungal, Phytotoxic, and Insecticidal Activities of *Thymus kotschyanus* Essential Oil. *Molecules* **25** (5): 1152–1170.

- González-Macedo M, Cabirol N, Rojas-Oropeza M. 2021. Assessment of the ancestral use of garlic (*Allium sativum*) and nettle (*Urtica dioica*) as botanical insecticides in the protection of mesquite (*Prosopis laevigata*) seeds against bruchins. *Journal of Plant Protection Research* **61**: 170–175.
- Gunstone FD. 2004. Rapeseed and canola oil: production, processing, properties and uses. Blackwell Publishing, Oxford.
- Hausmann J. 2021. Challenges for integrated pest management of *Dasineura brassicae* in oilseed rape. *Arthropod-Plant Interactions* **15**: 645–656.
- Hospodková M. 2022. Dejte šanci řepce dobře vzejít. *Agromanual*, Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/dejte-sanci-repce-dobre-vzejit> (accessed March 2024).
- Chambó ED, de Oliveira NTE, Garcia RC, Duarte-Júnior JB, Ruvolo-Takasusuki MCC, Toledo VA. 2014. Pollination of rapeseed (*Brassica napus*) by Africanized honeybees (Hymenoptera: Apidae) on two sowing dates. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **86**: 2087–2100.
- Chay P, Thurling N. 1989. Variation in pod length in spring rape (*Brassica napus*) and its effect on seed yield and yield components. *The Journal of Agriculture Science* **113**: 139-147.
- Christen O, Sieling K. 1995. Effect of different preceding crops and crop rotations on yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science* **174**: 265–271.
- Jankowski KJ, Sokólski M, Dubis B, Krzebietke S, Żarczyński P, Hulanicki P, Hulanicki PS. 2016. Yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) seeds in response to foliar application of boron. *Agricultural and Food Science* **25**: 164–176.
- Kazda J, Baranyk P, Nerad D. 2005. The implication of seed treatment of winter oilseed rape. *Plant, Soil and Environment* **9**: 403–409.
- Kazda J. 2009. Co můžeme očekávat od setí mořeného osiva řepky. *Úroda* **6**: 74–78.
- Kazda J. 2009. Historie a současnost moření osiva řepky. *Úroda* **1**: 44–46.
- Kazda J. 2014. Škůdci polních plodin. Profi Press s.r.o., Praha.
- Kazda J. 2016. Důsledky setí insekticidně nemořeného osiva ozimé řepky. *Agromanual*, Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/dusledky-seti-insekticidne-nemoreneho-osiva-ozime-repky> (accessed April 2024).
- Kolařík P, Kolaříková K, Hospodková M. 2021. Možnosti ošetření osiva řepky ozimé. *Agromanuál*, Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/moznosti-osetzeni-osiva-repky-ozime> (accessed February 2024).
- Krček V, Baranyk P, Brant V, Pulkrábek J. 2019. Influence of crop management on formation of yield components of winter oilseed rape. *Plant, Soil and Environment* **65**: 21–26.

- Kumar R, Shete P. 2021. Symptomology, biology and management of *Alternaria* leaf spot of mustard (*Brassica* spp.). *The Pharma Innovation Journal* **10(6)**: 264–268.
- Laxmishree C, Nandita S. 2017. Botanical pesticides – a major alternative to chemical pesticides: A review. *International Journal of Life Sciences* **5(4)**: 722–729.
- Leach JE, Stevenson HJ, Rainbow AJ, Mullen LA. 1999. Effects of high plant populations on the growth and yield of winter oilseed rape. (*Brassica napus*). *The Journal of Agriculture Science* **132**: 173–180.
- Masood M, Shamsi IH, Khan N. 2003. Impact of row spacing and fertilizer levels (diammonium phosphate) on yield and yield components of canola. *Asian Journal of Plant Sciences* **6**: 454–456.
- Mikulka J. 2014. *Plevele polních plodin*. Profi Press s.r.o., Praha.
- Morrison JE. 2002. Strip tillage for ‘no-till’ row crop production. *Applied Engineering in Agriculture* **18**: 277–284.
- Nabrdalik M, Grata K. 2015. ASSESSMENT OF ANTIFUNGAL ACTIVITY OF EXTRACTS FROM NETTLE (*Urtica dioica* L.) AGAINST *Alternaria solani*. *Proceedings of ECOpole* **9(2)**: 473–481.
- Ngegba PM, Cui G, Khalid ZM, Zhong G. 2022. Use of Botanical Pesticides in Agriculture as an Alternative to Synthetic Pesticides. *Agriculture* **12(5)**: 1–24.
- Ortega–Ramos PA, Coston DJ, Corda GS, Mauchline AL, Cook SM. 2021. Integrated pest management strategies for cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala*) in oilseed rape. *GCB Bioenergy* **14**: 267–286.
- Pavela R, Vrchotová N, Tříška J. 2009. Mosquitocidal activities of thyme oils (*Thymus vulgaris* L.) against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology research* **105(5)**: 1365–1370.
- Pavela R. 2011. *Botanické pesticidy*. Kurent, s.r.o., České Budějovice.
- Pavela R. 2011. Insecticidal and repellent activity of selected essential oils against of the pollen beetle, *Meligethes aeneus* (Fabricius) adults. *Industrial Crops and Products* **34**: 888–892.
- Pavela R. 2020. *Přírodní cestou nejen proti chorobám a škůdcům*. Kurent s.r.o., České Budějovice.
- Pettigrew WT. 2008. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiologia plantarum* **133**: 670–681.

- Procházka P, Řehoř J, ostřel J, Fraňková A. 2021. Využití přírodních látek s antifungální aktivitou při produkci chmele. Agromanual, Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/vyuziti-prirodnich-latek-s-antifungalni-aktivitou-pri-produkci-chmele#:~:text=Jako%20p%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD%20I%C3%A1tky%20s%20antifung%C3%A1ln%C3%ADm,pou%C5%BE%C3%ADvan%C3%BDch%20p%C5%99%C3%ADpravk%C5%AF%20pro%20fungicidn%C3%AD%20ochranu> (accessed March 2024).
- Procházka P, Štranc P, Pazderů K, Štranc J, Vostřel J. 2017. Effects of biologically active substances used in soybean seed treatment on oil, protein and fibre content of harvested seeds. *Plant, Soil and Environment* **63** (12): 564–568.
- Procházka P, Štranc P, Vostřel J, Řehoř J, Brinar J, Křováček J, Pazderů K. 2019. The influence of effective soybean seed treatment on root biomass formation and seed production. *Plant, Soil and Environment* **65** (12): 588–593.
- Prokinová E. 2014. *Choroby polních plodin*. Profi Press s.r.o, Praha.
- Rathke GW, Behrens T, Diepenbrock W. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **117**: 80–108.
- Reddy GVP, Tangtrakulwanich K, Wu J, Miller OH, Ophus VL, Prewett J. 2014. Sustainable management tactics for control of *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae) on canola in Montana. *Entomological Society of America* **107**: 661–666.
- Reddy PV, Kandisa RV, Varsha PV, Satyam S. 2014. Review on *Thymus vulgaris* Traditional Uses and Pharmacological Properties. *Medical & Aromatic Plants* **3**(4): 1–3.
- Roques SE, Berry PM. 2015. The yield response of oilseed rape to plant population density. *Journal of Agricultural Science* 1–16.
- Różyło K, Pałys E. 2014. New oilseed rape (*Brassica napus* L.) varieties – canopy development, yield components, and plant density. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science* **64**: 260–266.
- Said AAH, El Otmani I, Derfoufi S, Benmoussa A. 2015. Highlights on Nutritional and Therapeutic Value of Stinging Nettle (*Urtica Dioica*). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* **7**: 8–14.
- Shabnum S, Wagay MG. 2011. Essential Oil Composition of *Thymus Vulgaris* L. and their Uses. *Journal of Research & Development* **11**: 83–94.
- Sharma P, Meena PD, Verma PR, Saharan GS, Mehta N, Singh D, Kumar A. 2015. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary causing *Sclerotinia* rot in oilseed Brassicas: A review. *Journal of Oilseed Brassica* **6**: 1–44.
- Scherer HW. 2001. Sulphur in crop production—invited paper. *European Journal of Agronomy* **14**: 81–111.

- Soane BD, Ball BC, Arvidsson J, Basch G, Moreno F, Roger-Estrade J. 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil & Tillage Research* **118**: 66–87.
- Soletto JP, Oddino C, Giordano DF, Carezzano ME, Oliva MM. 2021. Effect of *Thymus vulgaris* essential oil on soybeans seeds infected with *Pseudomonas syringae*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **116**: 1–9.
- Stankovic S, Kostic M, Kostic I, Krnjajic K. 2020. Practical Approaches to Pest Control: The Use of Natural Compounds. In *Pests-Classification, Management and Practical Approaches*. IntechOpen, Available from <https://www.intechopen.com/chapters/71770> (accessed March 2024).
- Sypták K. 2009. Hnojení řepky v jarním období. *Úroda* **2**: 55–57.
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Profi Press s.r.o., Praha.
- Vašák J, Baranyk P, Bartoška J, Bečka D, Bechyně M, Filípek I, Kamler F, Kuchtová P, Matula J, Mikšík V, Nerad D, Novák J, Nozdrovický J, Pawlica R, Prášil I, Prokinová E, Suškevič M, Šedivý J, Tuček P, Vincenc J, Zehnálek P, Zukalová H. 2000. *Řepka*. Agrospoj, Praha.
- Vašák J, Bečka D, Röhl W, Makowski N, Bokor P, Bereš J, Mikšík V. 2015. Protistresová technologie produkce ozimé řepky, počet šesulí a větví na řepce – vhodný parametr pro predikci výnosu u podniků? Sborník z konference „Prosperující olejnin“, 10. - 11. 12. 2015.
- Vojvodič M, Bažok R. 2021. Future of Insecticide Seed Treatment. *Sustainability* **13(8792)**: 1–15.
- Wang R, Cheng T, Hu L. 2015. Effect of wide–narrow row arrangement and plant density on yield and radiation use efficiency of mechanized direct-seeded canola in Central China. *Field Crop Research* **172**: 45–52.
- Waseem M, Baloch DM, Khan I. 2014. Influence of various row spacing on the yield and yield components of Raya Anmol and Faisal canola under coastal climatic conditions of Lasbela. *American Journal of Plant Science* **5**: 2230–2236.
- Williams IH. 2010. The major insect pests of oilseed rape in Europe and their management: an overview. *Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests* 1–43.
- Wright GC, Smith CJ, Woodroffe MR. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed productions in South Eastern Australia. *Irrigation Science* **9**: 1–13.
- Xu FS, Wang YH, Meng J. 2001. Mapping boron efficiency gene (s) in *Brassica napus* using RFLP and AFLP markers. *Plant Breeding* **120**: 319–324.
- Yanev M. 2020. WEED CONTROL IN OILSEED RAPE (*Brassica napus* L.). *Scientific Papers. Series A. Agronomy* **63**: 622–631.
- Zhang D, Zhao H, Shi L, Xu F. 2014. Physiological and genetic responses to boron deficiency in *Brassica napus*: a review. *Soil Science and Plant Nutrition* **60**: 304–313.

- Zhang Z, Xu C, Ding J, Zhao, Y, Lin J, Liu F, Mu W. 2019. Cyantraniliprole seed treatment efficiency against *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae) and residue concentrations in corn plants and soil. *Pest Management Science* **75**: 1464–1472.
- Zhang ZH, Song HX, Liu Q, Rong XM, Guan CY, Peng JW, Xie GX, Zhang YP. 2010. Studies on differences of nitrogen efficiency and root characteristics of oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars in relation to nitrogen fertilization. *Journal of Plant Nutrition* **33**: 1448–1459.
- Zhao FJ, Bilsborrow PE, Evans EJ, McGrath SP. 1997. Nitrogen to sulfur ratio in rapeseed and in rapeseed protein and its use in diagnosing sulfur deficiency. *Journal of Plant Nutrition* **20**: 549–558.

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

- BBCH – Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie – škála sloužící k identifikaci fenologických a vývojových stádií rostlin
- BPEJ – bonitovaná půdně ekologická jednotka
- DASA – dusičnan amonný se síranem amonným – hnojivo
- HTS – hmotnost tisíce semen
- LAD – ledek amonný s dolomitem – hnojivo
- LAI – Leaf Area Index – index listové plochy

