

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Ochrana ozimé řepky biologickými přípravky proti houbovým
chorobám**

Bakalářská práce

**Tereza Krmelová
Rostlinná produkce**

Doc. Ing. Jan Kazda, CSc.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Ochrana ozimé řepky biologickými přípravky proti houbovým chorobám" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22.4.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu docentu Kazdovi za trpělivé vedení mé bakalářské práce a jejího experimentu. Dále bych ráda poděkovala za jeho ochotu a velkorysou pomoc při získávání potřebných informací. Děkuji.

Ochrana ozimé řepky biologickými přípravky proti houbovým chorobám

Souhrn

Bakalářská práce se zabývala řepkou olejkou a její ozimou formou. V první kapitole byla popsána biologická charakteristika této nejpěstovanější olejnin v České republice a její hlavní využití. Dále podrobněji popsala agrotechniku – základní přípravu půdy, setí, výživu a hnojení.

Následně byly popsány tři hospodářsky nejvýznamnější choroby, které se nejčastěji objevují při pěstování řepky. Jde o fomové černání stonku, bílou hnilobu řepky a verticiliové vadnutí řepky. U všech chorob byl zaznamenán jejich průběh, signalizace a možnosti ochrany. Byly zmíněny celkem tři možnosti ochrany - agrotechnická, chemická a biologická.

Experiment byl založen na hypotéze, že existují biologické přípravky na ochranu proti houbovým chorobám kořenů řepky a zabraňují tak nouzovému dozrávání. Byl založen maloparcelkový pokus ve třech výzkumných stanicích Kujavy, Domanínek a Trutnov. V pokuse bylo zkoušeno 11 variant a 1 neošetřená kontrola, vše bylo třikrát opakováno.

V průběhu experimentu proběhla tři vyhodnocení. První vyhodnocení proběhlo během fáze zelených šešulí, kde se na 6m² zhodnotil výskyt výše vyjmenovaných chorob. Druhé vyhodnocení bylo provedeno dva dny po sklizni, kde se hodnotilo zastoupení zelených a napadených stonků ve strništi. Poslední proběhlo výnosové vyhodnocení. Výsledky byly zaznamenány do tabulek a graficky znázorněny.

Výsledky ukázaly, že biologické přípravky jsou účinné a dokáží do jisté míry potlačit výskyt houbových chorob. V porovnání s fungicidní ochranou měli podobný účinek.

Klíčová slova: řepka ozimá, houbové choroby, biologická ochrana

Protection of winter rape with biological products against fungal diseases

Summary

The bachelor thesis dealt with oilseed rape and its winter form. The first chapter described the biological characteristics of this most cultivated oilseed crop in the Czech Republic and its main uses. It also described in detail the agrotechnics - basic soil preparation, sowing, nutrition and fertilization.

Subsequently, the three economically most important diseases that most often occur in rape cultivation were described. These are foma stem blackening, white rot of rape and verticillium wilt of rape. For all diseases, their progress, signalling and control options have been recorded. A total of three control options were mentioned - agrotechnical, chemical and biological.

The experiment was based on the hypothesis that biological products exist to protect against fungal diseases of canola roots and thus prevent emergency ripening. A small-plot experiment was established in three research stations Kujavy, Domaníněk and Trutnov. In the experiment, 11 variants and 1 untreated control were tested, all repeated 3 times.

Three evaluations were carried out during the experiment. The first evaluation took place during the green shade phase, where the incidence of the above mentioned diseases was assessed on 6m². The second evaluation was carried out two days after harvest to assess the proportion of green and infected stems in the stubble. The last one was a yield evaluation. The results were recorded in tables and graphically illustrated.

The results showed that biological products are effective and can suppress fungal diseases to some extent. Compared to fungicidal protection, they had a similar effect.

Keywords: winter rape, fungal diseases, biological control

Obsah

1 Úvod	1
2 Hypotéza a cíl práce.....	2
2.1 Hypotéza	2
2.2 Cíl.....	2
3 Řepka olejná	3
3.1 Biologická charakteristika	3
3.1.1 Vznik a rozšíření.....	3
3.1.2 Popis řepky ozimé.....	3
3.1.3 Význam řepky ozimé	4
3.2 Technologie pěstování.....	5
3.2.1 Podmínky stanoviště.....	5
3.2.2 Příprava půdy, setí, úprava pozemku po zasetí.....	5
3.2.3 Hnojení	7
3.3 Choroby řepky ozimé.....	9
3.3.1 Klimatické podmínky	10
3.3.2 Působení chorob na výnos a kvalitu	10
3.3.3 Hospodářsky nejvýznamnější choroby řepky ozimé	10
4 Metodika	19
4.1 Založení pokusu.....	19
4.2 Houbové choroby	19
4.3 Použité přípravky na ochranu rostlin	19
4.3.1 Bayer.....	20
4.3.2 Manetech.....	20
4.3.3 Corteva.....	21
4.3.4 Albit Klofač	21
4.3.5 Innvigo	22
4.3.6 Monas Technology	23
4.3.7 BASF	23
4.4 Jednotlivé varianty.....	24
5 Výsledky.....	26
5.1 Hodnocení za vegetace	26
5.1.1 Vyhodnocení ve fázi zelených šesulí Domanínek – 27.7.2021	26
5.1.2 Vyhodnocení ve fázi zelených šesulí Kujavy – 8.7.2021	27
5.1.3 Vyhodnocení ve fázi zelených šesulí Trutnov – 15.7.2021	28
5.1.4 Celkové hodnocení	29
5.1.5 Grafické znázornění napadení jednotlivými chorobami.....	30
5.2 Hodnocení výnosu	34

5.3	Hodnocení strniště.....	35
5.4	Celkové grafické hodnocení	36
6	Diskuze	37
7	Závěr.....	39
8	Literatura.....	40
9	Samostatné přílohy	51

1 Úvod

Intenzivní rozvoj zemědělství vedl k rozvoji mnoha patogenů, jako jsou plevele, škůdci nebo choroby. Se stále častějším výskytem těchto škodlivých organismů a nárůstem jejich škodlivosti došlo k vývoji ochrany. Tato ochrana byla založena na chemické bázi a brzy se hojně rozšířila. S postupem času se došlo k závěru, že časté používání chemické ochrany ve vysoké míře přináší rezistenci, která se vyvinula na základě častého používání stejných přípravků, degradaci půdy a v poslední řadě znečištění životního prostředí.

Řepka je plodina velice náročná a náchylná na patogeny. I u ní se tyto nedostatky často používané chemické ochrany projeví. V posledních desetiletích je proto kladen důraz na šetrnější zacházení nejen s touto plodinou, ale i půdou, na které roste. Opět jsme se vrátili ke správnému zpracování půdy, dodržování osevních postupů a jeho zásad, ke správnému hnojení a dbání na nedostatek či přebytek jak už makroprvků, tak i mikroprvků. Pokoušíme se dát znovu těmto věcem řád, ale i stále vylepšovat a přicházet s novými poznatky, které pěstování této plodiny pomůžou vylepšit či usnadnit.

Houbové choroby jsou nejrozšířenějším patogenem řepky a je těžké je omezit jakoukoliv ochranou. Velkou roli při jejich vývoji hraje počasí, které my nedokážeme ovlivnit a postupem času se stále častěji mění. Společně tedy pečlivou agrotechnickou ochranou jsou stále velice často používané fungicidy na snížení výskytu těchto chorob. Bohužel na základě veřejného mínění velké části obyvatelstva byla zrušena registrace mnoha fungicidních účinných látek orgány Evropské unie. Tento proces vyvolal větší potřebu vývoje ochrany, která nebude „škodit“ a přikročilo se k rozvoji biologické ochrany. Ta je založena na využití užitečných druhů bakterií, hub a dokonce občas i některých virových kmenů. Vývoj biologické ochrany je již dlouhodobý, ale přísné restrikce odpovědných státních orgánů tento proces urychlil. Mnoho z nich je již v dnešní době registrovaných a dostupných, a mají již takový účinek, že mnohdy se vyrovnají účinku fungicidní ochrany.

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou ochrany řepky ozimé proti třem hospodářsky nejvýznamnějším chorobám, a to nejen u nás, ale po celém světě. Těmito chorobami jsou fomové černání stonku, bílá hniloba řepky a verticiliové vadnutí řepky. Bakalářská práce se zabývá vyzkoušením účinnosti zmíněné biologické ochrany proti vyjmenovaným chorobám v polních podmínkách. Účinnost byla dobrá, někdy i srovnatelná s ochranou fungicidní.

2 Hypotéza a cíl práce

2.1 Hypotéza

Existují biologické přípravky, které jsou účinné proti chorobám ozimé řepky a zabrání nouzovému dozrávání.

2.2 Cíl

Ověřit účinnost a porovnat s fungicidním ošetřením vybrané registrované biologické přípravky na původce houbových onemocnění ozimé řepky v polních maloparcelkových pokusech.

3 Řepka olejná

Řepka olejná (lat. *Brassica napus L. var. Napus*) je poměrně mladá olejnína mírného pásma. Ve větším rozsahu se pěstuje až od 19. století. K nárůstu ploch i produkce řepky dochází po roce 1960–v Evropě po roce 1970 (Bečka et al. 2007).

Po roce 1990 došlo k rozvoji pěstování této plodiny, vzrostla osevná plocha a výnosy se stabilizovaly. Postupně se Česká republika nejen dopracovala v technologii pěstování této plodiny k soběstačnosti, ale také se stala velice významným exportérem. V 2. polovině 90. let se rozvinul význam řepky i pro nepotravinářské účely. Velkou proměnnou pro řepku ozimou je počasí. V letech 1998 - 2001 pro ni byly příznivé podmínky jako například počasí, porosty byly silné a dosahované výnosy byly poměrně stabilní. Díky nadprůměrným výnosům docházelo také k problému s řepkou na trhu, kde nabídka převýšila poptávku a s tím se nesla i nízká výkupní cena. Rok 2003 byl extrémně nepříznivý. Řepka v tu dobu dosáhla nejnižšího výnosu za posledních 24 let. K opětovnému zvratu však přišlo již v roce 2004, kdy výnosy byly dokonce i o 1 tunu vyšší než obvyklé výnosy. Postupem došlo k minimalizaci na 40–45 % ploch. Již několik let se nedodrhuje správné střídání plodin a základní hnojení, čímž došlo k velkému rozvoji chorob a škůdců (Baranyk et al. 2005).

3.1 Biologická charakteristika

3.1.1 Vznik a rozšíření

Řepka olejná (*Brassica napus L. var. Napus*) patří do čeledi brukvovité. Pravděpodobně nemá žádného planého předka. Je výsledkem zkřížení brukve zelné s 20 chromozomy a brukve řepice s 18 chromozomy, z čehož vzniknul amfitetraploid s 38 chromozomy (Vašák et al. 2000).

Pěstebním areálem je pro řepku celá oblast mírného pásu. Pěstuje se v jarní a ozimé formě. Ozimá varianta je méně zastoupena. Pěstuje se zejména v oblastech střední a západní Evropy. Dále se pěstuje v jižní části Skandinávie a Kanady, severní části Kavkazu, západní Ukrajině, v části Běloruska a na západě a severu USA. Jarní varianta se pěstuje v oblastech Indického subkontinentu, Číny, Severního Kavkazu, Argentiny, ale i v Severní Africe, Austrálii a na Novém Zélandu (Baranyk et al. 2005).

3.1.2 Popis řepky ozimé

Řepka je bylina sivě zelené barvy. Kořenový systém se skládá z kulovitého hlavního kořene, který je mohutný a postupem času dřevnatí. Nadzemní část dosahuje obvykle výšky 60–120 cm. Při vhodných podmínkách, a v závislosti na odrůdě může dosáhnout i 2 metrů. Lodyha je rozvětvená a pokryta střídavě listy. Během růstu nedřevnatí. Na úžlabí rostliny vyrůstají lyrovité listy. Horní listy jsou naopak vejčité a přisedlé. Květenství má z pravidla žlutou barvu, ale může být i světle žlutá až bílá. Tvoří řídký hrozen, který rozkvétá od spodu nahoru (ÚKZUZ 2022). Plodem je šešule, která má dvě řady a většinou obsahuje 15 – 20 semen s tmavou barvou, jejichž hmotnost tisíce semen je kolem 4,5 – 5,5 gramu. Z větší části

je samosprašná, ale i přes to je rostlinou včelomilnou (Baranyk et al. 2005). Vegetační období řepky ozime trvá v České republice 300 až 340 dní. Často zde trvá 320 až 330 dní, z čehož kvetení trvá 20–25 dnů, které zpravidla probíhá celé v květnu (Baranyk et al. 2005).

3.1.3 Význam řepky ozimé

3.1.3.1 Potravinářství

Rostlinné tuky dodávají lidskému organismu energii a nezbytné látky k jeho správné funkci. Tyto látky jsou zejména esenciální mastné kyseliny, vitamíny rozpustné v tucích a steroly. Kromě dodávání významných látek, dodávají i pokrmům chuť, jemnost a na určitou dobu poskytují i pocit nasycení (Zukalová et al. 2007). Přemíra rostlinných tuku v lidském jídelníčku má i svá negativa. Těmi jsou různá onemocnění jako například kardiovaskulární onemocnění, některé typy rakovin, vysoký tlak, diabetes, obezita aj. (Blatná et al. 2005).

Řepkový olej nejen, že má nejnižší obsah nasycených mastných kyselin, ale má také příznivý poměr kyseliny linolové a linolenové. Kdybychom nahradili slunečnicový olej za řepkový, dosáhla by Česká republika přijatelných hodnot v příjmu nasycených mastných kyselin. K řepkovému oleji patří i významná složka, která působí antioxidantně, zajišťuje stabilitu v oxidačním žluknutí a má vyšší obsah vitamínu K než výše zmíněný slunečnicový olej (Brát et al. 2005).

3.1.3.2 Technické využití

Nedílnou součástí procesu pěstování řepky ozimé je i její technické využití. V krmivářství využíváme například zejména extrahované šroty a pokrutiny. Tyto doplňky stravy pro hospodářská zvířata jsou významnou složkou. Tyto doplňky stravy zajišťují bílkovinou část krmné dávky u hospodářských zvířat. Nevyužívají se však ve větším množství z důvodu obav zemědělců z glukosinolatů a jejich účinků. Jejich hranice je limitována zákonem o krmivech (Baranyk et al. 2005).

V oleochemii se pomocí hydrolýzi a alkoholýzi z řepky extrahují mastné kyseliny, glycerol a estery, kdy všechny tyto složky najdou v organické chemii své uplatnění. Například Glycerol je důležitým trojsytným alkoholem, a tedy i významnou složkou tohoto odvětví (Baranyk et al. 2005).

Od roku 1995 se řepka stala nedílnou složkou při výrobě bionafty (Baranyk et al. 2005). I přesto že s metylestery řepkového oleje (MEŘO) je spojeno mnoho výhod a dobrých zkušeností, přináší i zápory (Kovář 2006). Řepkový olej se řadí mezi biologicky rozložitelná paliva, což je jeho výhodou. Dalšími výhodami jsou například jeho vyrovnaná uhlíková bilance a produkce Co₂, která je nižší při výstupu než při vstupu, díky čemuž má jeho používání potenciál ke snížení skleníkového efektu. Řepkový olej má velkou podobnost s naftou a dává možnosti k dalšímu rozvoji zemědělské výroby a využívání tuzemských zdrojů. Jak se již zmiňovalo, s výhodami vždy přichází i nevýhody. Tou je například výroba, která je omezena ornou plochou pro produkci řepky. Její výhřevnost je menší, což přispívá ke zvýšení spotřeby o skoro 8 %. Motorový olej při jejím používání se stává želatínou, a tak stoupá potřeba

motorového oleje kvůli výměně o 50 %. Motory přicházejí o výkon. Její chladové vlastnosti jsou horší. Je tedy nutné přidat aditiva v mnohem vyšší dávce, zvláště pak v zimních podmínkách (Zukalová et al. 2007).

3.2 Technologie pěstování

3.2.1 Podmínky stanoviště

Nejvhodnější podmínky pro pěstování řepky ozimé mají oblasti bramborářského a řepářského výrobního typu, kde se teplotní průměry drží kolem 8 °C a roční úhrn srážek dosahuje 500 – 700 mm. Nejhorší podmínky zajišťují stanoviště zamokřené s vyoranou mrtvinou. Dále pak stanoviště ohrožená holomrazy s teplotou okolo -15-20 °C a na půdách těžkých, na kterých byla nekvalitně provedena předseťová příprava. Největším nepřítelem pěstování řepky je počasí (Baranyk et al. 2005).

3.2.2 Příprava půdy, setí, úprava pozemku po zasetí

Celý proces pěstování má počátek už ve výběru předplodiny. Nejvhodnější jsou takové předplodiny, které se časně sklízí, což v našich podmínkách jsou rané odrůdy ozimé pšenice, ozimý ječmen, žito a triticales (Mašek & Novák 2011).

Základní přípravu půdy dělíme na přípravu s orbou, minimalizační a půdoochrannou technologii (Bečka et al. 2007).

3.2.2.1 Orba

Jako první, a co nejdříve po sklizni, by měla následovat podmínka, její vliv však není dostatečný na potlačení plevelů a výdrolu. Lze ji provádět však opakovaně do hloubky, ve které je půda ještě vlhká. Po podmítce si můžeme vybrat dle lokality, času a mechanizačních technologií, zda zvolíme orbu či minimalizační technologie. Orba má své výhody, ale i nevýhody. Výhodami jsou zajištění přezimování a stability výnosu řepky. Dobře zapravuje posklizňové zbytky a omezuje výskyt chorob i škůdců. Nevýhody jsou časová náročnost, vysoká energetická spotřeba a nehodí se do lokalit, kde je půda suchá s velkým deficitem vláhy. Jedinou možností v těchto oblastech je, v co nejkratší době po orbě (např. 1 den) zasít. Povrch pole musí být však upravený. Díky zasetí v co nejkratším časovém úseku zabráníme odpaření vláhy. Využití orby je doporučeno na pozemku nejméně jednou za 3–4 roky (Mašek & Novák 2011).

3.2.2.2 Minimalizační technologie

Příprava půdy je založena na principu bezorební přípravy půdy. Provádí se většinou talířovými podmítači do hloubky 12 cm (Bečka et al. 2007). Volba této metody je často vedena

agronomickými a ekonomickými požadavky. Při minimalizační technologii lze zabránit v suchých oblastech tvorbě hrud, které by pak bránily kvalitnímu založení porostu. Po ekonomické stránce jsou díky většímu výkonu strojů při práci omezeny přejezdy po pozemku před setím, čímž chráníme půdu před utužením. Minimalizační technologie zabraňuje erozi a tvorbě půdního škraloupu (Šařec & Šařec 2003).

3.2.2.3 Půdoochranné technologie

Při půdoochranné technologii se půda po sklizni předplodiny nezpracovává, maximálně do 8 cm radličkovými kypřiči, při čemž posklizňové zbytky zůstávají na povrchu pozemku (Bečka et al. 2007). Posklizňové zbytky na pozemku mohou sice díky své blízkosti k povrchu zabraňovat erozi, ale jejich výskyt je příčinou mnoha komplikací, které jsou podtrženy zejména krátkým meziporostním obdobím. Jednou z takovýchto metod je setí do mulče. To je metoda, která zabraňuje v suchých oblastech vypařování vláhy z půdy (Mašek & Novák 2011). Další metodou může být tzv. „Pásové zpracování půdy“ neboli „*Strip-tillage*“. Zde jde o přímé setí do pásů zpracované půdy. Tato metoda je od roku 2015 zařazena mezi tzv. specifické půdoochranné technologie v rámci standardů DZES 5 (Vach et al. 2019).

3.2.2.4 Setí

Ozimá varianta je závislá na termínu setí. Tento termín je určen tak, aby řepka byla schopná dosáhnout co nejlepší růstové fáze pro přezimování. Nejlepší fáze je 6 – 8 listů a tloušťka kořenového krčku 8 – 12 mm. To znamená, že v praxi je zapotřebí, aby minimálně 80 dnů bylo s teplotami nad 5 °C, což agronom ovlivnit nemůže. Ovlivnitelnou částí je však samotný termín setí. Pro vyšší – chladnější lokality je doporučeno sít do 15. srpna. Pro střední – teplejší polohy jde o termín od 20. do 25. srpna a v nižších polohách o termín od 25. do 30. srpna (Baranyk et al. 2005). Výsevek se v posledních letech udává ve výsevních jednotkách, což pro řepku je 500 – 700 000 klíčivých semen/ha. Optimální výsledek by měl být na jaře u liniových odrůd 30–60 rostlin/m² a u hybridů 20 – 45 rostlin/m² (Mašek & Novák 2011).

Řepku sejeme s mezirádkovou vzdáleností 12,5 – 25 cm do hloubky 1,5 – 2 cm. Pro budoucnost se pak počítá i s širšími řádky kvůli mechanické kultivaci. Druh secího stroje ovlivňuje především schopnost vysévat malé množství osiva na hektar. To se pohybuje mezi 3 - 5 kg/ha setím relativně do malé hloubky. Je důležité, aby dobře kopíroval reliéf půdy a dodržel nastavený výsevek (Baranyk et al. 2005).

3.2.2.5 Ošetření pozemku po zasetí

Dnes již standardní výbavou pro každý secí stroj jsou zavlačovací pruty či utužovací válce. Tyto součásti stroje zajišťují zakrytí osiva jemnou zeminou a udržení hrudek na povrchu půdy. Pozemek lze po zasetí zválet, avšak tato operace se provádí pouze za sucha Cambridge válci, které umožňují vyrovnané vzcházení, zlepšují účinky herbicidů a mohou odstraňovat také hrudky, které by se mohly stát úkrytem pro slimáčky (Baranyk et al. 2005).

3.2.3 Hnojení

Řepku řadíme mezi nejnáročnější plodiny na výživu. V porovnání s obilninami je 2 krát až 3 krát náročnější nejen díky tvorbě olejných semen, ale také kvůli většímu množství biomasy. Pro příjem živin má dobře uzpůsobený kulovitý kořen, který napomáhá k lepšímu příjmu živin z půdy. Živiny z větší části vrací zpět do půdy ve formě posklizňových zbytků jako je sláma, kořeny, chlopně šešulí a listy. Vysoké výnosy lze očekávat v případě, kdy řepka má dostatek živin a je schopná je přijmout v hlavních vývojových fázích (Baranyk et al. 2005).

3.2.3.1 Organické hnojení

Organické hnojení prospívá k lepšímu růstu a vyšším výnosům. Nejvhodnější variantou je dobře vyzrálý chlévský hnůj při dávce 20 – 30 t/ha, který při zpracování půdy před setím buď zaoráváme, nebo zapravujeme hlubším kypřením. Dalšími variantami jsou kejda, močůvka a digestát. Aplikujeme je většinou na slámu předplodiny, v případě, že ji z pozemku nesklízíme, nebo samostatně před setím v dávce 15–20 t/ha. Tato hnojiva musí být bezprostředně zapravena do půdy. Kromě pozitivního vlivu jako je dodání dusíku do půdy, se organické hnojení využívá i pro svá jiná, mnohá, pozitiva. Těmi jsou například zlepšení schopnosti přijmout fosfor z půdy i z minerálních hnojiv, doplnění organických látek v půdě, dále pozitivně ovlivňuje mikrobiální aktivitu v půdě, má vliv na sorpční komplex a pufrční schopnost půdy nebo ovlivňuje i vodní režim. Každá z výše uvedených variant má odlišné působení (Černý et al. 2018).

3.2.3.2 Vápnění

Ideální hodnota pH pro pěstování řepky, když zohledníme půdní druhy, se pohybuje od 5,5, což je slabě kyselá reakce a je vhodná zejména pro písčité půdy, až po 7,0, tedy reakci neutrální a vhodnou pro hlinité půdy. Při pěstování řepky na kyselých půdách poklesne značně její výnos, proto je vhodné ať už k předplodině či přímo k řepce vápnit. Aplikujeme převážně uhličitanovou formu vápenatých hnojiv. V případě nedostatku hořčíku na pozemku je vhodné aplikovat dolomitický vápenec (Baranyk et al. 2005).

3.2.3.3 Minerální hnojení

Pro hnojení minerálními hnojivy je nejlepší se držet údajů, které jsou snadno dostupné. Velmi důležitým údajem je obsah dané živiny v půdě. Obsah se zjišťuje jednou za 6 let při Agrochemickém zkoušení půd, které provádí Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZUZ). Tyto údaje by však nebyly aktuální každý rok, proto je mnoho doplňkových systémů, které si podnik může zakoupit a jimi lze po zadání například množství aplikovaných hnojiv, pesticidů nebo samotného osevního postupu dopočítat aktuální množství živin obsažených v půdě (ÚKZUZ 2022).

3.2.3.3.1 Hnojení dusíkem

Řepka má vysoký obsah bílkovin. K jejich syntéze potřebuje po celou dobu růstu dostatek dusíku. Zvýšení dávky dusíku obvykle zvyšuje výnos semen a koncentraci bílkovin, ale snižuje obsah oleje (Wang et al. 2007). Spotřeba řepky dusíku je od 200 – 330 kg N ha. Závisí ale na typu půdy a výnosu (Weisler et al. 2001). Díky obsahu dusíku a hnojiv v půdě, zvyšují vegetativní části rostlin, zejména listy, svoji hmotnost a obsah chlorofylu (Gammelvind et al. 1996). Pro konečný výnos semen je rozhodující aplikace na jaře (Sieling et al. 1999). V České republice je například třeba pro uspokojivý výnos v jarním období zajistit dávku dusíku 140-190 kg dělenou dávkou od konce zimu do fáze butonizace (Barlóg & Grzebisz 2004).

3.2.3.3.2 Hnojení draslíkem

Draslík přímo ovlivňuje metabolismus rostlin, pohyb asimilátů a zlepšuje přemístění látek z listů do zásobních orgánů. Pokud je draslíku dostatek, lépe vyžívají pletiva a rostlina má pevnější anatomickou stavbu díky zesilujícím buněčným stěnám. To vede k lepší mrazuvzdornosti, snižuje transpiraci a transpirační koeficient. Zvyšuje intenzitu kvetení a produkci nektaru, který vábí včely. Při nedostatku draslíku jsou rostliny snadněji poškozeny mrazem a špatně reagují na napadení houbovými chorobami. Jeho dlouhodobý nedostatek vede ke žloutnutí okrajů spodních listů. To může přejít až v nekrózu a opadávání (Baranyk et al. 2005).

Část draslíku se do půdy dostává zejména v tekutých organických hnojivech jako je kejda či digestát. Jejich aplikace je vhodná jak před založením porostu, tak i při přihnojení během vegetace na jaře. Z kategorie minerálních hnojiv volíme většinou draselné soli. Pokud je potřeba hnojení hořčíkem či sírou, je možné volit i jiné druhy draselných hnojiv. Aby byl dodaný draslík plně využit, je zapotřebí ho do půdy zapravit. Při správném hospodaření může řepka přispívat k vyrovnané či kladné bilanci draslíku (Černý et al. 2018).

3.2.3.3.3 Hnojení fosforem

Funkce fosforu v půdě je hlavně energetická a stavební od počátku vzcházení až ke sklizni. Při jeho nedostatku špatně rostou kořeny, což vede ke snížení příjmu živin. Při dlouhodobém nedostatku dochází ke zvýšenému ukládání anthokyanů. Listy pak mají purpurovou až fialovou barvu. V pozdějším vývoji dochází k nevyrovnanému kvetení a omezení tvorby semen (Baranyk et al. 2005).

Jako u draslíku platí i u fosforu pravidlo, že čím méně ho je v půdě, tím horší výnos je. Řepka nepříznivě přispívá k záporné bilanci fosforu v půdě z důvodu uložení většiny fosforu v semenech a jejich následnému exportu z pole. Hnojíme především minerálními hnojivy s fosforem, ať už fosforečná hnojiva, tak i vícesložková jako je NP, NPK. Je nutné je zapravit do půdy kvůli nízké mobilitě fosforečných iontů v půdě. Proto je hnojení fosforem předsetřovou záležitostí (Mráz 2016). Pokud budeme hnojit tzv. „pod patu“, měla být dávka fosforu menší, pouze taková, aby zajistila počáteční růst. Pro další vývoj rostliny je důležité mít dobrou zásobu fosforu v půdě (Černý et al. 2018).

3.2.3.3.4 Hnojení hořčíkem

Hořčík se společně s dusíkem podílí na stavě listu. Tvoří důležitou složku chlorofylu, fyтину, oxalátů a chelátů. Ovlivňuje enzymatické systémy, syntézu oleje a společně s fosforem je součástí asimilačních a disimilačních procesů. Typické pro nedostatek hořčíku je chloróza, která vzniká v blízkosti středního žebra a rozšiřuje se až po okraje listů. Při delším nedostatku dochází k odumírání listů a postupuje i na mladé listy (Baranyk et al. 2005).

Stejně jako u fosforu má i u hořčíku řepka negativní vliv na jeho bilanci v půdě, což je dáno nejen exportem semen, ale i malým obsahem hořčíku v organických hnojivech. Potřebu hnojit hořčíkem mají pozemky s intenzivním pěstováním řepky a úrodné půdy jako jsou černozemě a hnědozemě tvořené ve spraších. Stejně jako u předchozích uvedených prvků by měla být hlavním zdrojem pro rostlinu půda. Aplikovat hořčík můžeme již před založením porostu, kde je vhodné použít draselná hnojiva s dobře rozpustnou formou hořčíku jako je kamex a kainit. Hořčík je i nedílnou součástí dolomitického vápence, kde je zastoupen v pomalu rozpustné formě. Můžeme ho doplnit i během vegetace při jarním přihnojením či aplikací na list (Černý et al. 2018).

3.2.3.3.5 Hnojení sírou

Síra je přijímána zejména na jaře a je potřebná pro tvorbu esenciálních aminokyselin a pro tvorbu bílkovin. Pro rostlinu je komponentem mnoha enzymů a vitamínů. Stabilizuje obsah oleje v semeni a napomáhá rostlině přijímat dusík (Nikiforova et al. 2003). Při jejím nedostatku dochází k omezení tvorby a obsahu aminokyselin. Redukuje délku větví, velikost šesulí a samotný počet semen. Dochází k častému opadu květů a k nedostatečnému vývoji šesulí a semen v nich. Obsah oleje klesá (Baranyk et al. 2005; Wang et al. 2014).

Síru je možné zařadit do hnojení před založením porostu, nevyžaduje akutní zapravení do půdy, protože pro hnojení sírou je rozhodující jarní přihnojení (Černý et al. 2018).

3.2.3.3.6 Hnojení mikroelenty

Pro správný růst a vývoj řepky jsou důležité i mikro elementární prvky jako je mangan, bor, zinek a molybden. Nejdůležitějším prvkem z tohoto výčtu je bor. Přispívá k lepšímu metabolismu sacharidů a jejich transportu. Při jeho nedostatku je cesta zablokovaná a hromadí se fenolické látky. Dalším důkazem nedostatku boru je zasažení růstového vrcholu a kořenové špičky. Dochází sice k tvorbě větví, ty však brzy odumírají. Zadrží se dlouhivý růst, zbytní stonek, který často praská a v paždí listů prorůstají postranní výhony. Z pozorování vyplývá, že k lepšímu příjmu boru dochází na půdách s vyšším obsahem draslíku. Hladinu těchto prvků zvyšujeme aplikací hnojiva na list před zahájením dlouhivého růstu (Baranyk et al. 2005).

3.3 Choroby řepky ozimé

Dle záznamů ze statistického úřadu se stala řepka ozimá nejpěstovanější olejninou v České republice. Její osevní plochy zaujímají 15,4 %. Přepočtem na hektary je to 380 tisíc hektarů. Díky intenzifikaci výroby se zvýšilo riziko napadení patogeny. Tuto velkou škálu nezahrnují pouze škůdci, ale i houbové choroby (Fiala 2020). Z historického hlediska byl výskyt chorob ovlivněn převážně hospodařením na půdách. V posledních desetiletích se k agrotechnice přidaly klimatické změny, které ovlivnily i výskyt škůdců (Kazda et al. 2007).

3.3.1 Klimatické podmínky

Za posledních 15 let došlo k výraznému oteplování klimatu. V těchto letech se objevil pouze jeden rok, kdy byly teploty nižší než je dlouhodobý průměr. Zvyšování teplot pocítujeme zejména v letních dnech, kdy se objevují extrémní teploty, ale i zimy začínají vykazovat více teplých dnů, než jsme v našich podmínkách byli zvyklí. Dalším důležitým faktorem jsou srážky, ať už dešťové či sněhové. Za poslední léta dochází k jejich deficitu. Souhrn průměrných srážek za rok může být sice optimální, bohužel však nic nevypovídá o jejich rozložení do průběhu roku. Stále častěji je rok spíše tvořen prudkými dešti v letních obdobích vlivem vysokých teplot. Tyto srážky jsou tak prudké a půda vyschlá, že se nestačí ani vsáknout a z povrchu se z větší části splaví. V měsících, kdy rostlina potřebuje pro svůj intenzivní růst nejvíce vláhy, se stále objevují častěji suché periody. V neposlední řadě za nedostatek může i absence sněhových pokrývek (Fiala 2020).

Jak může z předešlého výčvyplývat, měly by být houbové choroby na ústupu, protože pro ně není ideální počasí. Mnoho patogenů je velice variabilních a bohužel se dokáží vyvíjet i v pro ně nepříznivých podmínkách. (Fiala 2020).

Strategie v ochraně vůči chorobám závisí na skutečnosti, že 1 m² je schopný uživit pouze určitý počet šesulí, který se v chladnějších a teplejších oblastech mění. Teplé oblasti bychom měli směřovat k hybridům, kteří jsou pružnější s dobrým kořenovým systémem. Vhodné jsou pak hybridy, které jsou rané, aby jejich odrost proběhl v době, kdy půda má stále ještě dostatek vláhy. Jejich výsevok by měl být větší z důvodu sucha při vzcházení. Ošetření volíme spíše fungicidní nežli morforegulační. Naproti tomu v chladnějších oblastech, kde si vybíráme jak liniové, tak hybridy pozdní s menším výsevokem a ošetřujeme přípravky, které mají morforegulační účinek. V těchto oblastech bývají srážky vyrovnanější, a tak i riziko houbových chorob je mnohem nižší. Mnohem větší hrozbou je pak nouzové dozrávání a pokud použijeme k tomu pesticidy vzniknou nám oblasti s výrazně nízkou HTS (Kazda 2007).

3.3.2 Působení chorob na výnos a kvalitu

K napadení a poškození porostů může docházet už od klíčení až po sklizeň, což má velký význam nejen na kvalitu samotného porostu, ale i konečného výnosu. Pokud patogen porost napadne, porost je oslabený. To jsou právě ty důvody, proč rostlina nepřežimuje a porost musí být zaorán. Výnos je zejména pak ovlivněn nouzovým dozráváním, které vede ke snížení hmotnosti tisíce semen, které má za příčinu následné snížení výnosu a snížení obsahu oleje ve sklizni (Kocourek et al. 2018).

3.3.3 Hospodářsky nejvýznamnější choroby řepky ozimé

3.3.3.1 Fomová hniloba

Fomová hniloba neboli také fomové černání stonku řepky, se v našich porostech objevuje každoročně (Fiala 2020). Ztráty při pěstování brukvovitých rostlin, způsobené fomovou chorobou (*Leptosphaeria macunulus* Sowerby, 1873), byly zaznamenány už před sto lety (Henderson 1918). Nyní je foma endemickým druhem ve většině světových řepářských oblastech, což je výsledkem celosvětového prodeje semen (Gabrielson 1983). Od roku 1966

se vyskytly nejzávažnější případy fomové epidemie převážně v oblastech produkce řepky. Do 70. let minulého století se tato choroba označovala v Evropě jako nevyskytující se. V materiálech, které vydal ÚKZUZ v 80. letech byla označena za hlavní chorobu řepky ozimé (Kazda 2007). Původcem této choroby je *Leptosphaeria maculans* nebo *Leptosphaeria biglobosa*. Řadíme jí do říše houby (lat. *Fungi*), do třídy lat. *Ascomycetes* a do čeledi *Leptosphaeriaceae*. Zdrojem infekce je půda, v ní obsažené infikované posklizňové zbytky a osivo (Prokinová 2014). Infekci podporuje vlhko a teplo (Kazda 2007). Choroba napadá kotyledony, stonky, listy, kořeny a šesule (Gabrielson 1983; Thomas 1984; Gugel & Petrie 2009). Výskyt této choroby je možný již od děložních listů, kde se projevuje na napadených rostlinách miniaturními, tmavě šedými skvrnkami (Prokinová 2014). Díky klimatickým změnám se dnes projevují spíše později, nejpozději koncem října, začátkem listopadu. Projevem jsou typické skvrny, v níž jsou viditelné černé pyknidy (Fiala 2020). Tyto skvrny popisuje Prokinová (2014) jako „okrouhlé žlutavě šedé skvrny, ve kterých se objevují již zmíněné černé tečky - pyknidy – tedy plodničky houby“. Již během zimní vegetace, nejpozději však v jarním období, se choroba projevuje na kořenovém krčku rostliny hnědočernými až černými skvrnkami. U již starších rostlin jsou na kořenovém krčku skvrny znatelné. Jsou tmavé, šednou a tvoří se černý okraj. V místech takto rozšířeného napadení se pletiva trhají. Pletiva v celé rostlině trouchnivěji a napadení přechází i na kořeny. Takhle napadená rostlina nekrotizuje a dochází tak k nouzovému dozrávání, které nenechají rostlinu dostatečně dozrát. V některých případech mohou být semena i zdeformovaná (Prokinová 2014). Vlivem suššího období a jeho delší periody může infekce zaschnout a dochází k její stagnaci. I přes její hojný výskyt v porostech, a i přes pro ni nepříznivé podmínky nedosahuje takové intenzity. Pletiva nejsou zasažena až do takové hloubky a tedy i hospodářské škody nebývají až tak významné (Fiala 2020)

3.3.3.1.1 Signalizace

Pro signalizaci je důležité pozorování porostu. Pozorujeme ji v první fázi listové růžičce a následně ve druhé fázi, při jarní inventarizaci porostu. Další možností jsou placené metody jako je využití signalizačního programu, který zachytává výskyt askospor v daném regionu (Prokinová 2014).

3.3.3.1.2 Ochrana

Postupem času se shromažďovalo mnoho epidemiologických poznatků o fomové chorobě, které vedly k rozvoji postupů zabývajících se kontrolou a ochranou proti ní samotné (Hall 1992). V České republice není stanoven práh škodlivosti, je tedy potřeba se chránit a snažit se ji co nejvíce snížit.

3.3.3.1.2.1 Agrotechnická ochrana

Agrotechnická ochrana je nepřímou ochranou před fomovou chorobou. V případě pěstování řepky ozimé je to pěstování na pozemku jednou za 4 roky, vlastní agrotechnika, zejména pak likvidace posklizňových zbytků nejlépe hlubokou orbou. Vyšší využití minimalizačních technologií zvýšilo množství infikovaných posklizňových zbytků, které zůstaly na povrchu půdy (Barbetti & Khangura 1999). Velice důležité je pak pěstování zdravého, uznaného, případně mořeného osiva a výběr samotné odrůdy (Kazda 2007). Silný

porost proti této chorobě je nepřehuštený, odplevelený a nepřehnojený dusíkem. V neposlední řadě musíme porost ochránit před napadením škůdci jako jsou například krytonosec nebo květilka zelná. (Kocourek et al. 2018)

3.3.3.1.2.2 Chemická ochrana

Chemická ochrana zahrnuje především použití preventivního zásahu. Zahrnuje ale také zásah cílený, který využíváme při výskytu choroby. Využívá především chemické prostředky označované jako fungicidy (Prokinová 2014). V různých oblastech v závislosti na epidemiologii choroby a ekonomiku plodiny se používají různé kombinace fungicidního ošetření semen (moření), půdních fungicidů nebo listových fungicidů. Pro ošetření semen se v Evropě používá thiram a iprodion (Barbetti & Khangura 1999; West et al. 2001). Vysokou účinnost a doporučení mají benzimidazoly. Jako první zásah se používá morforegulace, která může mít i fungicidní účinnou látku, která přispívá k redukci této choroby. Aplikace je vhodná ve fázi 4. – 6. pravého listu (Prokinová 2014). Pokud je vlhko prospívá cílený zásah proti této chorobě na začátku fáze prodlužovacího růstu (Fiala 2020). Aplikace na začátku jara velice zpomalí vývoj patogenu, ale nezničí infekce vzniklé na podzim (Prokinová 2014).

Mezi SDHI fungicidy, které byly požitý u mnoha plodin pro preventivní, systémové a kurativní ošetření pro mnoho houbových chorob, patří fluopyram. Je to jediný člen této skupiny, který se odlišuje tvarem a molekulární flexibilitou než ostatní SDHI fungicidy. Váže se na sukcinátdehydrogenázu, čímž zabraňuje produkci energie v houbových buňkách a blokuje transport elektronů v mitochondriích, což zabraňuje produkci energie a růstu houby (Avenot & Michailides 2010). Některé chemikálie aktivují ochranu rostlin prostřednictvím upregulace genů, které jsou zapojené do PR proteinů prostřednictvím signalizace kyseliny salicylové (Dufour et al. 2013; Bektas et al. 2016). SDHI fungicidy ale nebyly hlášeny s tímto způsobem účinku (Peng et al. 2020).

3.3.3.1.2.3 Biologická ochrana

Jednou z metod je šlechtění odrůd s genem rezistence vůči *L. maculans*. Nicméně i po nasazení genů se foma přizpůsobila během několika let (Bousset et al. 2018). Zdokumentovali se adaptace na geny Rlm1 v Evropě i v Austrálii (Rouxel et al 2001; Van de Wouw et al. 2017), Rlm7 v Evropě (Winter & Koopmann 2016) a například Rlm3 v Kanadě (Zhang et al. 2016).

Bakterie *Pseudomonas a Burkholderia* produkují rhamnolipidy, což jsou přírodní glykolipidy, které se u bakterií podílejí na vývoji biofilmu a povrchové motilitě (Abdel-Mawgoud et al. 2010). Běžně se pro ně využívá název biosurfaktanty, které mají široké spektrum využití, zvláště pak v průmyslových aplikacích. V posledních 10 letech byl jejich účinek využit pro agronomické účely (Chen et al. 2017). Díky tomu, že se dají vyrábět ze zemědělského odpadního materiálu, jsou považovány za velice slibné biologické činidlo (Tan & Li 2018). Jsou biologicky odbouratelné, velice nízké ekotoxické, schopné penetrace do listů a jsou smáčivé (Monnier et al. 2020). Jejich širší využití není tak veliké, protože má vysoké výrobní náklady (Henkel et al 2012). Má antimikrobiální vlastnosti a stimuluje imunitu rostlin (Varnier et al. 2009). Působí přímo antifugálními vlastnostmi na spory a mycelium. Má schopnost interkalovat se do buněčné membrány (Monnier et al. 2020).

Dalším studiem byl objeven potenciál u *Pseudomonas chlororaphis* kmen MA342, který je aktivním organismem v registrovaných přípravcích Cedomon® a Cerall®. Byly použity již na 1,5M hektarech proti houbovým patogenům přenášených semeny či půdou (Hökeberg 2006). Společně s tímto kmenem byl testován i další zástupce *Serratia plymuthica* kmen HRO-C48, který byl původně vyvinut na inhibici patogenu *Verticillium dahliae* v jahod. Je aktivním činidlem v přípravku RhizoStar® (Berg et al 2001). Tato bakteriální činidla úspěšně fungovala jak při laboratorních testech, tak i testech v půdních podmínkách, kde se potvrdil jejich potenciál nejen potlačit *L. maculans* ale i *Verticillium longisporum* (Verticiliové vadnutí řepky) na listech řepky (Hammoudi 2007). Při výzkumu aplikovali bakterie bioprimingem, kdy byla semena namočená v bakteriální suspenzi, která umožnila nasávání vody a bakterií do semen. Tato metoda poskytla vyšší ochranu než povlak bakterií na povrchu semen (Müller & Berg 2008; Abuamsha et al. 2011).

V České republice jsou povoleny přípravky s deklarovanou účinnou složkou označenou lat. *Pythium oligandrum* (Prokinová 2014). *P. oligandrum* patří do třídy vláknitých eukaryotických mikroorganismů (oomycetes). Má příznivé účinky na zdravé rostliny, které vyplývají ze vzájemného působení přímých a nepřímých mechanismů na ochranu rostlin. Napadá patogeny prostřednictvím mykoparazitismu nebo antibiózy, je schopný napadnout i vlastní rod *Pythium* (Gabrielová et al. 2018; Bělonožníková et al. 2020). Jako biologické činidlo může kolonizovat kořenové systémy bez toho, aniž by poškodily rostlinné tkáně, produkují elicitory, vylučují různé hydrolázy a spouští signální kaskády a expresi obranného genu, čímž nepřímo aktivují lokalizovanou a systémově indukovanou rezistenci (Benhamou et al. 2012). Ochrana rostlin tedy probíhá tak, že aktivuje imunitní systém rostlin, čímž poskytuje zvýšenou ochranu proti houbovým a bakteriálním chorobám (Gerbore 2014; Bělonožníková et al. 2020). V rhizosféře podporuje kořenový systém produkci tryptaminu, který díky snadnému vstřebávání zvyšuje kořenovou hmotu (Banhamou et al. 2012).

3.3.3.2 Bílá hniloba řepky

Bílá hniloba řepky neboli hlízenka obecná se v České republice vyskytuje v hojném počtu. Při jejím nekontrolovatelném výskytu může způsobovat značné škody na výnosu. Tato choroba se vyskytuje ve velké míře při vlhkém deštivém počasí v průběhu kvetení. Z čehož vyplývá, že její hospodářský význam je vyšší s horšími klimatickými podmínkami (Fiala 2020). Stejně jako na Fomu, tak i na hlízenku nebyl do 80. let minulého století brán zřetel (Kazda 2007). Jejím původcem je lat. *Sclerotinia sclerotiorum*. Řadíme ji do říše houby (lat. *Fungi*), do třídy *Leotiomycetes*. Jejím původcem je půda, posklizňové zbytky a osivo. Například v půdě sklerocia přežijí 8-10 let (Prokinová 2014). Sklerocia klíčí karpogenně za vzniku apothecia, který uvolňuje askospory sloužící jako primární zdroj inokula pro rozvoj infekce v rostlinách (Jain et al. 2011). Askospory se můžou šířit vzduchem několik kilometrů. Takto přenášené askospory přistávají na okvětních lístcích, využívají je jako zdroj živin ke klíčení a vytváření mycelií, která následně napadají stonek řepky (McLean 1958; Kamal et al. 2015). Je to typ nekrotrofního houbového patogenu, který napadá více než 500 druhů vyšších rostlin (Willettts a Wong 1980). Z polních plodin nenapadá obilniny ani kukuřici. Nejvíce k rozšíření přispívá vysoká vlhkost, především v průběhu dubna a května. V neposlední řadě nepřispívá porostu ani podmáčený pozemek a přehnojený pozemek dusíkem. (Prokinová 2014). Příznaky

bílé hniloby se vyskytují na kořenovém krčku, bázi a stonku. Mladší rostliny mohou být fialově zbarvené (Kazda 2007). První projevy můžeme sledovat na koci fáze kvetení a to protáhlými vodnatými skvrnami na hlavním stonku. Rychle mění barvu na šedou se stříbřitým nádechem. V napadeném místě se pokožka poškozuje trháním a loupáním. Uvnitř stonku se tvoří bílé vatové mycelium s černými nepravidelnými tělísky - sklerocii, což znamená, že dochází ke zkorkovatění pletiva. (Prokinová 2014) Choroba může napadnout i postranní větve. Postupně se může rozšířit i do šešulí, které žloutnou a usychají, i v nich se může objevit mycelium se sklerocii. Silně napadené rostliny odumírají, lámou se a nebo u nich dochází k nouzovému dozrávání. Tato choroba má za příčinu až 30 % ztrát (Kazda 2007).

3.3.3.2.1 Signalizace

Signalizaci bílé choroby pozorujeme přímo v porostu, a to hned na jeho počátku ve fázi kvetení. Další pozorování už jen průběžné. Je možné využít i signalizace na základě průběhu počasí a sledování vlhkosti porostu právě v průběhu kvetení. Zajímavou metodou, bohužel jen v laboratorním prostředí, je signalizace houby z korunních plátků na umělé živené půdě (Kocourek et al. 2018). Pouze orientačně lze pozorovat napadení *S. sclerotiorum* a její viditelné příznaky na obsevu plodinou, která je ranější a náchylnější (Prokinová 2014).

3.3.3.2.2 Ochrana

3.3.3.2.2.1 Agrotechnická ochrana

Preventivní ochrana závisí na agrotechnice. Jejimi obecnými postupy chceme dosáhnout cíle, který vede ke snížení počtu sklerocií v půdě anebo vytvořit takové prostředí, které neposkytuje příznivé podmínky pro jejich rozvoj (Derbyshire & Denton-Giles 2016). Oblíbeným a účinným prvkem je střídání plodin, kdy řepku olejku střídáme s méně náchylnějšími plodinami jako je například pšenice či ječmen.

Na pozemku by se tak měla objevit jednou za 4 roky (Kharbanda & Tewari 1996). Jak už bylo výše zmíněno, sklerocia přežijí na mnoha hostitelských druzích, ať už z oblasti kulturních či nekulturních plodin. Aby bylo střídání plodin úspěšné, je zapotřebí zamezit rozšíření plevelných druhů jako je například ředkev ohnice (lat. *Raphanus raphanistrum*), pcháč oset (lat. *Cirsium arvense*) anebo pampelišce (lat. *Taraxacum officinale*). Ty jsou také hostitelskými rostlinami pro *S. sclerotiorum*, a i přes velkou snahu o střídání plodin, vytváří tzv. „Zelený most“, který jim umožňuje přetrvat na pozemcích, když se zrovna řepka nepěstuje (Boland & Hall 1994).

Obdělávání půdy má velký vliv na přežití sklerocií do půdy. Jejich produkce se snížila po hlubokém zapravení. (Kharbanda & Tewari 1996). Abawi & Grogan (1979) uvedli, že jsou funkční v prvních 2-3 cm. Williams & Selfox (1980) zase potvrdili, že orba do 15 cm snížila klíčivost a produkci apothecia v následujícím roce. Pokud by ale na pozemku byl tento zásah často opakovaný, nebylo by to účinné. Je tedy nutné neopakovat orbu do doby, než se sníží životaschopnost sklerocií. (Derbyshire & Denton-Giles 2016).

3.3.3.2.2.2 Chemická ochrana

Kromě agrotechnické ochrany jsou pro inhibici *S. sclerotiorum* použity i fungicidy. Existuje několik účinných tříd fungicidů. Mezi ně patří anilinopyrimidiny (Benigni & Bompeix

2010), benzimidazoly (Attanayake et al. 2011), dikarboxamidy (Matheron & Matejka 1989), inhibitory demthylace (Li et al. 2015b), chinonové vnější inhibitory – jinak známe jako strobiluriny (Xu et al. 2014) a inhibitory skucinátdehydrogenázy (SDHI) (Ma et al 2009b). Jiné účinné látky byly testovány in vitro, a dosud nebyly použity v terénu jako například fenylpyrroly (Kuang et al. 2011).

Každá z těchto skupin má svůj účinek. Dikarboxamidy inhibují transdukcí osmotického signálu (Yamaguchi & Fujimura 2005). Benzimidazoly vážou tubulin, který narušuje tvorbu mikrotubulů (Lacey 1990), anebo například zmíněné fenylpyrroly inhibují transdukcí osmotického signálu inhibicí specifické proteinkinázy (Pillonel & Meyer 1997). Škála fungicidů je tedy široká, bohužel ne všechny jsou registrovány pro použití na řepku ve všech pěstitelských oblastech (Derbyshire & Denton-Giles 2016).

Rezistence u *S. sclerotiorum* byla celosvětově hlášena pouze pro benzimidazoly a dikarboxamidy (Gossen et al. 2001). V obou případech se rezistentní kmeny objevily po více jak deseti letech po zavedení těchto fungicidů (Derbyshire & Denton-Giles 2016). Zásadní důvod, proč má bílá hniloba nízký sklon k rezistenci vůči fungicidům je způsoben jeho monocyklickým infekčním cyklem. Dle definice infekce probíhá z jediného zdroje inokula za vegetační období (Maddison et al. 1996). Důkazy naznačují, že fungicidní ochrana je pro dlouhodobou ochranu účinnou metodou kvůli pomalému vývinu rezistence. I přes to se stále testují a registrují rozmanitější soubory fungicidů v oblastech, kde se používá chemie s omezeným způsobem účinku. Vstupy fungicidní ochrany by měly být dobře řízeny, jelikož bílá hniloba zde existuje a může tak představovat riziko pro budoucí výnosy plodin. Z toho důvodu se neustále testují a vyvíjí nové typy fungicidní ochrany (Gossen et al. 2001). Kromě toho nadměrný tlak na používání malého počtu registrovaných fungicidů na řepku, může vytvořit rezistenci u jiných druhů infikující řepku (Derbyshire & Denton-Giles 2016).

3.3.3.2.2.3 Biologická ochrana

Dosud nebyla vyšlechtěna odrůda, která by proti bílé hnilobě byla rezistentní, a proto se stále spoléhá na strategii používání fungicidů v kombinaci s postupy kulturního managementu (Khangura & MacLeod 2012). Bylo zjištěno, že aplikace samotných fungicidů je poměrně méně účinná, protože se neshoduje načasování při aplikaci a samotné uvolňování askospor (Bolton et al. 2006). Mnoho jich je i neúčinných kvůli vývoji rezistentních kmenů tohoto patogenu (Zhang et al. 2003). Snižování účinnosti fungicidů, snížení poměru mezi náklady a přínosem chemické ochrany společně s obavami o životní prostředí vedli k hledání alternativního snižování výskytu. V posledních 20 letech bylo vynaloženo úsilí pro objevení biologických ochranných činidel. I přes velké nadšení a rychlosti v objevování bylo komercializováno pouze málo z nich (Zeng et al. 2012a). Biologičtí činitelé, kteří již byli objeveni, náleží říši hub a bakterií. Nedávno však bylo zaznamenáno, že i virové částice přispívají k narušení růstu sklerocií (Yu et al. 2013).

Mezi parazitické houby na hlízence patří *Trichoderma harzianum*, která parazituje ve sklerotiálním, ale i v hyfálním růstovém stádiu (Troian et al 2014). Tato saprofitická houba se vyskytuje především v půdě po celém světě (Schuster a Schmoll 2010). Rod *Trichoderma* se skládá z komplexu hydrolytických enzymů, do kterého patří chitinázy, β -glukázy, celuázy a proteázy. Jsou to všechno enzymy, které dokáží rozkládat buněčnou stěnu fytopatogenů, což

umožňuje pronikání hyf, kolonizaci a nástup myoparazitismu (Carvalho et al. 2015). Chitinázy jsou enzymy nejúčinnější pro biologickou ochranu proti škůdcům a chorobám (Ihrmark et al. 2010; Maruyama et al. 2020).

Dalším účinným kandidátem z říše hub je *Coniothyrium minitans*. Podobně jako *T. harzianum* parazituje jak na sklerociu, tak i myceliu *S. sclerotiorum* (Whipps & Gerlagh 1992). Jeho přední schopností je přetvářet se a šířit se v půdě. Je odolný vůči teplotním výkyvům a obsahu půdní vlhkosti (Derbyshire & Denton-Giles 2016). Je dokázáno, že aktivní šíření *C. minitans* ve fázi semenáčků řepky může snížit množství karpogenního klíčení sklerocií později ve vegetačním období (Yang et al. 2009). Aktivně štěpí kyselinu šťavelovou. Tento proces aktivně vede ke změnám pH. Předpoklad spočívá v tom, že indukovaná změna pH infikované tkáně stimuluje produkci enzymů degradující buněčnou stěnu. Tuto teorii podpořila i studie, ve které mutant *C. minitans* s deficitem oxalát dekarboxylázy, který ztratil schopnost rozkládat kyselinu šťavelovou, byl inkubován společně se *S. sclerotiorum*. Mutant oproti divokému kmenu *C. minitans* měl sníženou schopnost infikovat sklerocia (Zeng et al. 2014). Další jeho užitečnou schopností je vylučovat antifungální sloučeniny. Yang a kol. (2007) prokázali, že látky přítomné ve filtrátu kultury *C. minitans* potlačily růst mycelia a klíčení askospor *S. sclerotiorum*.

Nehledalo se jen ve škále parazitických hub. Kandidáty pro úspěšnou eliminaci *S. sclerotiorum* se stali mnozí bakteriální mykoparazité. Mezi ně patří například *Streptomyces platensis* (Wan et al 2008), *Streptomyces lydicus* (Zeng et al. 2012a), *Bacillus subtilis* (Hu et al. 2014a), *Bacillus amyloliquefaciens* (Wu et al. 2014), *Bacillus megaterium* (Hu et al. 2013), *Pseudomonas fluorescens* (Li et al 2011), *Pseudomonas chlororaphis* (Selin et al. 2010) a *Serratia plymuthica* (Thaning et al. 2001). Většina uvedených mykoparazitů se zaměřuje na askospory a rostoucí hyfy *S. sclerotiorum* (Savchuk & Fernando 2004). Kultivační medium mykoparazita se aplikuje na nadzemní části řepky, kdy se využívá metoda sprejové aplikace. Pomocí laboratorních pokusů byl snížen růst *S. sclerotiorum* o 84.4 % (Li et al 2011). Další pokusy dokázaly, že úroveň ochrany je srovnatelná s úrovní ochrany, kterou dosahují syntetické fungicidy (Gao et al. 2014). Alternativou sprejové aplikace je aplikace mykoparazitů jako obaly/povlaky semen. Zvyšují životaschopnost a podporují kolonizaci rhizosféry (Aeron et al. 2011). Mořením některými mykoparazity vedlo kromě snížení výskytu *S. sclerotiorum*, také ke zvýšení růstu a výnosu u řepky. Tyto vlastnosti vykazovali *B. megaterium*, *B. subtilis* a *P. fluorescens* (Aeron et al 2011; Hu et al. 2013).

Pro komerční účely byli využity z parazitických hub *C. minitans* CON/M/91-08 pod firemním názvem (Contans ® WG) a *T. harzianum* T-22, které získalo svůj firemní název PlantShield ® HC. Tyto přípravky se používají pro ochranu proti sklerotizaci. Bakteriální forma *B. subtilis* QST-713 označená firemním názvem jako Serenade ® MAX má své zaměření na růst hub ve fylosféře (Walgenbach 2009). Proběhlo mnoho porovnávacích studií těchto tří produktů, které se zaměřovaly na inhibici klíčení *S. sclerotiorum* sklerocia, z nichž nejúčinnější byl Contans WG, která snížila životaschopnost sklerocií o 95.3 % a snížila tak celkovou závažnost *S. sclerotiorum* o 68,5 % (Zeng et al. 2012a). Osvědčila se i na polních pokusech s řepkou, které vedly k výraznému snížení výskytu tohoto onemocnění ve srovnání s neléčenými kontrolami (Derbyshire & Denton-Giles 2016). I přes velice uspokojivé výsledky, které Zeng et al. (2012) uvádějí, v další publikaci od stejných autorů (Zeng et al. 2012b) bylo uvedeno, že účinnost *C. minitans* snížila počet sklerocií o pouhých 50 %. Ve studii Sumidy

et al. (2015), která se zabývala aplikací *T. harzianum*, autoři uvádějí, že ani tento přípravek ve srovnání s neošetřenou kontrolou neuspěl, a to i přes několik záznamů o jeho účincích (Zeng et al. 2012a; de Aguiar et al 2014).

Z toho nám vyplývá, že existuje celá škála potencionálních, a dokonce již i komercializovaných přípravků pro biologickou ochranu proti *S. sclerotiorum*. Můžeme však vidět, že jejich účinnost je nekonzistentní, což do jisté míry může být ovlivněno například podmínkami terénu. Jsou ale stále často považovány za ekologicky šetrnou alternativu k běžně používaným fungicidům, a stále zůstávají, i přes občasné výkyvy ve výsledcích, nejslibnější možností ochrany proti *S. sclerotiorum* (Derbyshire & Denton-Giles 2016).

3.3.3.3 Verticiliové vadnutí řepky

Verticiliové vadnutí řepky není tak známá choroba jako bílá hniloba či fomové černání stonku, ale díky klimatickým změnám stále narůstá její počet. Výskyt sice není tak plošný jako u fomového černání, ale počet lokalit stále narůstá (Fiala 2020). Původcem této choroby je *Verticillium longisporum* či *Verticillium spp.* Dle taxonomického zařazení ji řadíme do říše hub (lat. *Fungi*) a do třídy *Sordariomycetes* (Prokinová 2014). Zdrojem infekce jsou rostlinné zbytky či mikrosklerocia vyskytující se volně v půdě (Kazda et al. 2007). Nejvhodnější podmínky a faktory pro rozšíření této choroby jsou vlhko, teplo (Kazda et al 2007), utužená půda, vyšší teplota půdy na jaře, půda chudá na organickou hmotu a nedodržení odstupů pěstování řepky na pozemku minimálně 4 roky (Prokinová 2014). Samotný druh *Verticillium* napadá širokou škálu hostitelů. *V. longisporum* napadá převážně čeled' brukvovitých, zejména pak řepku (Depotter et al. 2015). První hlášené napadení řepky *V. longisporum* bylo na území západní a jižní Scanie v jižním Švédsku v roce 1969 (Kroeker 1970). Obvykle napadá stonky, listy a kořeny. První napadení je velice těžko poznatelné, protože první napadá kořeny, které následně odumírají, a tím rostlina zpomalí růst. Stonky i s vnitřními pletivy se šedivě zbarvují. I kořeny jsou šedé, mnohdy šedočerné, s odumřelým kořenovým vlášením. Listy žloutnou. Dojde tak k předčasnému zasychání větví, dokonce i celých rostlin. Na zaschnutých částech se tvoří mikrosklerocia, která jsou občas zaměnitelná s pyknidami – plodnicemi *P. lingam*, která se poté rozkladem rostlinných zbytků můžou uvolňovat do půdy (Kazda et al. 2007; Prokinová 2014; Depotter et al. 2015).

3.3.3.3.1 Signalizace

První pozorování probíhá ve fázi listové růžice, následně ke konci fáze prodlužovacího růstu a poté už jen průběžně (Kocourek et al. 2018). Diagnostika v polních podmínkách je mnohdy složitá díky snadné záměně s *P. lingam*, obzvláště pak v počátečních fázích růstu. Spolehlivými metodami pro její přesnou identifikaci jsou laboratorní testy – například PCR (Fiala 2020).

3.3.3.3.2 Ochrana

3.3.3.3.2.1 Agrotechnická ochrana

Autoři Prokinová (2014), Depotter et al. (2015) a Fiala (2020) uvádějí ve svých publikacích, že dosud není přímá chemická ochrana možná. Proto je třeba se zaměřit na ochranu

spočívající v agrotechnice. Tyto postupy jsou u většiny preventivních opatření proti chorobám dosti podobná. Většina z nich závisí na dodržování osevního postupu, kdy je potřeba uchovat pravidlo setí řepky na pozemek minimálně jednou za 4 roky a to odrůdy co nejodolnější a ve správném agrotechnickém termínu setí. Prevenci zajistí i zpracování půdy, a to pak jmenovitě hluboká orba se zapravením posklizňových zbytků. Je nezbytné podporovat mikrobiální život v půdě. Nejlépe toho docílíme zapravováním organické hmoty, která by měla být přednostně živočišného původu. Snažíme se, aby pozemek měl vyrovnanou výživu (Depotter et al. 2015; Prokinová 2014; Fiala 2020).

3.3.3.3.2 Biologická ochrana

Potencionálními činidly biologické ochrany k potlačení *V. longisporum* může sloužit několik mikroorganismů, včetně bakterií a hub, za předpokladu toho, že se z nich vyvine účinné biologické činidlo (França et al. 2013).

Microspora ochracea z třídy *askomyceta* je jedním ze zkoumaných biologických činidel. Její účinnost byla prokázána *in vitro* a ve sterilních půdních podmínkách. Způsobuje vysokou míru mikrosklerotální mortality. Její nevýhodou je nedostatečná konkurenceschopnost pro ochranu proti *V. longisporum* v polních podmínkách (Stadler & Tiedemann 2014).

Díky častě prováděným screeningum byly izolovány kolonizující a endofytické houby, které vykazovaly určitou míru ochrany. Z izolátů, které byli schopny snížit závažnost onemocnění a výskyt *V. longisporum* se nejlépe prokázali *Heteroconium chaetospora* a *Meliniomyces variabilis* (Ohtaka & Narisawa 2008).

V ochraně proti *V. longisporum* se prokázala jako účinná bakterie *Serratia plymuthica* HRO-C48 (Müller a Berg 2008), z něhož byl vyvinut biologický přípravek RhizoStar® (Depotter et al. 2015). Určité kmeny *Bacillus amyloquelidaciens* jsou účinnou ochranou proti houbovým patogenům řepky, a to včetně *V. longisporum* (Danielsson et al. 2007). Nejúčinnější ochranu proti *V. longisporum* poskytl kmen *Bacillus amyloquelidaciens* spp. *Plantarum* UCMB5113, který navíc měl pozitivní vliv na aktivní růst rostliny. Za účinností ochrany stojí pravděpodobně produkce antibiotických sloučenin a bio-surfaktantů (Danielsson et al. 2007; Niazi et al 2014). Vznikla i hypotéza, že propůjčuje rezistenci proti vzdušným patogenům, kde prostorová separace tohoto činidla a patogenu brání přímé interakci mezi nimi (Sarosh et al. 2009).

Zapravením organických zbytků do půdy může potlačit houbové choroby přenášené půdou (Bonanomi et al 2007). Zdá se totiž, že lignin v zapravených zbytcích je právě ten klíčový faktor v biologické ochraně proti *V. longisporum*. Tzv. „Hypotéza lignin – melanin“ pojednává o enzymech, které jsou zapojené do biodegradace ligninu, degradují i houbový melanin (Butler & Day 1998; Debone et al. 2005a). Melanin je látka, která chrání mikrosklerocia před biotickým a abiotickým stresem v období mezi hostiteli (Bell & Wheeler 1986). Proto je zapotřebí podporovat mikrobiální organismy v půdě, jež jsou schopny rozkládat lignin a současně snižují mikrosklerotální životaschopnost (Depotter et al. 2015).

4 Metodika

4.1 Založení pokusu

V srpnu 2020 byly na pokusných stanicích Kujavy, Domanínek a Trutnov založeny polní maloparcelkové pokusy. Celkem bylo 11 variant a neošetřená kontrola. Všechny varianty měly tři opakování.

Tab. 1.: Základní charakteristika zkušebních stanic

	Kujavy	Domanínek	Trutnov
Nadmořská výška	260 m.n.m.	550 m.n.m.	450 m.n.m.
Průměrná roční teplota	8°C	6,5°C	7,2°C
Průměrné roční srážky	620 mm	651 mm	708 mm
výrobní oblast	Bramborářská	Bramborářská	Pícninářská
Půdní typ	Kambizem Podzoly	Kambizem	Kambizem
Půdní druh	Hlinito- písčité	Písčito-hlinitá	písčito-hlinitá

4.2 Houbové choroby

V pokusu byl testován účinek registrovaných přípravků proti houbovým chorobám. Zkoumanými chorobami byly tři hospodářsky nejvýznamnější choroby

- 1) Fomové černání stonku (lat. *Phoma sp.*)
- 2) Hlízenka obecná neboli Bílá hniloba řepky (lat. *Sclerotinia sclerotiorum*)
- 3) Verticiliové vadnutí řepky (lat. *Verticillium sp.*)

4.3 Použité přípravky na ochranu rostlin

Na jednotlivých variantách byly aplikovány přípravky na ochranu proti houbovým chorobám v podzimním i jarním období. Zkoušeny byly:

- 1) biologické přípravky například Prometheus, Contans, Serenade
- 2) listová hnojiva například Fumag, Carbon
- 3) fungicidy například Propulse, Corinth

Při pokusech byli využity a porovnány mezi sebou registrované přípravky na ochranu rostlin od firem Bayer, Manetech, Corteva, Albit Klofáč, Invigo, Monas Technology a BASF.

4.3.1 Bayer

4.3.1.1 Contans

Biologický přípravek, jehož účinná látka je parazitická houba *Coniothyrium minitans*. Spory *C.minitans* parazitují na sklerociích a rozkládají je. Využívají se zejména v prvních provzdušněných 10 cm půdy při teplotě 1°C. Pokud půda zamrzne *C.minitans* pouze pozastaví svůj růst, Jakmile se teploty zvýší začne opět parazitovat na sklerociích, proto je její aplikace možná jak na podzim tak na jaře. Účinnost se pohybuje okolo 95-100 % (Agromanual 2022).

4.3.1.2 Serenade

Účinnou látkou je vyselektovaný mikrobiální kmen QST 713 bakterie *Bacillus subtilis*. Za samotnou fungicidní a baktericidní účinností stojí lipopeptidy, což jsou produkty metabolismu právě zmíněné *B.subtillis*. Na základě vodního gradientu penetrují buněčné stěny houbového patogena, který může být jak foma, bílá hniloba, padlí, fuzariózy. Aplikuje se zejména preventivně před výskytem choroby. Tento přípravek je možné využít i v ekologickém zemědělství (Vošlajer & Havlíček 2019).

4.3.1.3 Propulse

Přípravek s účinnými látkami fluopyram (125g) a prothioconazole (125g). Inhibuje přenos elektronů v řetězci enzymu sukcinát dehydrogenázy a demethylaci biosyntézy ergosterolů. Po aplikaci proniká do vodivých pletiv rostliny, kde je rozváděn po celé rostlině a zajišťuje ochranu i nově narostlým částem rostliny. Proniká i do částí, které nebyli přímo zasaženy. Zabraňuje klíčení spor a rozvoji mycelií. Jeho znaky jsou dlouhodobá účinnost, širokospektrální působení, preventivní, kurativní a eradikativní účinek (Bayer s.r.o.).

4.3.2 Manetech

4.3.2.1 IH Flora

Mikrobiální přípravek, který obsahuje bakteriální kmeny *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei sbsp. Tolerans*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum* a *Lactococcus lactis*. Zlepšuje klíčení semen. Urychluje rozklad posklizňových zbytků. Rozvíjí vegetativní orgány a zároveň stimuluje fotosyntézu. Pomáhá rostlině s lepší adaptací na stres pomocí obsaženého oxidu dusnatého. Pomáhá se vyrovnat se stresem způsobeným abiotickými faktory jako je dehydratace tím, že zvýší integrální antioxidační kapacitu a katalázovou aktivitu (Manetech a.s.).

4.3.3 Corteva

4.3.3.1 Corinth

Širokospektrální, morforegulační fungicid s možností použití jak na podzim tak na jaře. Nejlépe účinkuje na Fomu, ale je registrovaný i proti hlízence. Účinnými látkami jsou prothiokonazol 80g/l a tebukonazol 160g/l. Inhibuje demethylaci v biosyntéze ergosterolů. Přípravek proniká po aplikaci vodivými pletivy do celé rostliny a chrání i nově narůstající části. Má dlouhodobý účinek se širokospektrálním působením. Působí preventivně, kurativně a i eradikativně (Corteva Agriscience s.r.o.).

4.3.3.2 Pictor Active

Systémový fungicid proti houbovým chorobám. Skládá se ze dvou účinných látek, a to je Boscalid a pyraclostrobin. Boscalid patří do skupiny sukcinátdehydrogenázy (SDHI). Blokuje růst patogenních hub, inhibuje energetické zdroje a zabraňuje chemické systemizaci dalších důležitých částí buňky. Pohybuje se po celé rostlině, čímž chrání i části, které nebyly fungicidem zasaženy. Pyraclostrobin patří do skupiny strobilirnu. Má ochranné a terapeutické účinky. Inhibuje mitochondriální dýchání, tím zabrání klíčení spor plísní, růstu mycelií a plnému růstu infekce. Může pronikat na povrch, čímž inhibuje růst houby v rostlinných pletivech (Agromanual 2022).

4.3.3.3 Prothio

Syntetický fungicid s účinnými látkami Prothioconazol (210 g/l) a tebuconazol (210 g/l). Přípravek je určen pro ochranu proti fomě a bílé hnilobě. Proti fomě se postřik používá dvakrát za sezónu. U bílé hnilobě je možné aplikovat ho pouze jednou a to ve chvíli, kdy bude v porostu rozkvetlých 20-30 % květů. U rostlin s delší fází kvetení se doporučují dvě aplikace, kdy druhá aplikace proběhne pokud bude v porostu rozkvetlých minimálně 50 % rostlin (Nutrien ag solutions).

4.3.4 Albit Klofač

4.3.4.1 FUMAG 6NK-SB

Listové suspenzní hnojivo s kurativním účinkem. Odstraňuje latentní i zjevné nedostatky bóru a zmírňuje deficit síry. Současně dodává hořčík, dusík a draslík. Aplikace je možná společně s dusíkatými kapalnými hnojivy, roztokem močoviny. Je kombinovatelný s většinou přípravků na ochranu rostlin. Nelze ho namíchat s hnojivy obsahující fosfor (Klofač spol. s.r.o.).

4.3.4.2 Carbon Ca-Si

Listové hnojivo s kurativním účinkem, které odstraňuje latentní ale i zjevný deficit vápníku. Současně dodává křemík a uhlík. Vápník je stavební látka, která má pozitivní vliv na tvorbu kořenového systému a má detoxikační účinek. Křemík má pozitivní vliv na zdravotní stav rostliny a zvyšuje odolnost vůči poléhání. Uhlík zvyšuje dynamiku fotosyntézy, tvorbu cukrů a aminokyselin. Hnojení se doporučuje těsně před a v období intenzivního růstu. Je možné jej kombinovat s většinou přípravků na ochranu rostlin (Klofáč spol s.r.o.).

4.3.4.3 Albit max

Účinnou látkou je kyselina poly-beta hydroxymáselná. Podporuje zdravotní stav plodin a posiluje imunitu proti širokému spektru houbových chorob. Vede ze zvýšení odolnosti proti chorobám a zlepšuje kvalitu. Je určen zejména proti hlízence, fomě, nádorovitosti brukvovitých, padlí brukvovitých, plísní zelné a plísní šedé (Agromanuál 2022).

4.3.4.4 Altela

Jeho účinné látky jsou extrakt z juky (10g) a extrakt z produktů fermentace lactobacillus (42g). Pomocný prostředek pro omezení vývoje houbových chorob a bakteriálních chorob. Vytváří na povrchu rostliny prostředí nevhodné pro patogenní organismy. Obsahuje stopové prvky manganu a zinku, které jsou potřebné pro aktivizaci obranných mechanismů rostliny (Agromanual 2022).

4.3.5 Innvigo

4.3.5.1 Makler

Fungicid ve formě suspenzní emulze s hloubkovým a systémovým účinkem, především s použitím proti houbovým chorobám. Účinnou látkou je azoxystrobin, což je suspenze ze skupiny strobilurinu. Preventivní či přímý zásah proti fomě a hlízence (Innvigo).

4.3.5.2 Bukat

Fungicid ve formě koncentráту zahuštěné suspenze, který je určený k ředění vodou. Využívá účinné látky tebukonazol. Má systematický účinek k preventivnímu tak i kurativnímu opatření. Je určen k ochraně proti houbovým chorobám a to zejména proti fomě (Innvigo).

4.3.5.3 Dafne

Účinnou látkou tohoto fungicidu je difenokonazol, což je sloučenina ze skupiny triazolů. Je účinnou ochranou proti houbovým chorobám. Buduje dobrý ochranný film. Je účinným nástrojem pro kontrolu vývoje rezistence k fungicidům z jiných skupin. Lze ho použít jak preventivně tak i po zjištění příznaků. Je účinný zejména proti hlízence, padlí brukvovitých, suché hnilobě (Innvigo).

4.3.5.4 Mollis

Vícesložkový fungicid se systémovým účinkem. Obsahuje celkem 3 účinné látky, je to difenokonazol, axystrobin a tebukonazol. Jeho účinky slouží k ochraně proti houbovým chorobám. Dávkování se volí podle intenzity napadení (Innvigo).

4.3.6 Monas Technology

4.3.6.1 Prometheus

Biologický přípravek, který chrání široké spektrum rostlin proti houbovým chorobám napadajícím je z půdy. Uvolňuje živiny vázané v organickém materiálu a zvyšuje pH půdy. Je tvořen účinnou látkou ze živých bakterií rodu *Pseudomonas* v tekutém médiu. Princip účinku je založen na symbióze bakterií s kořeny hostitelské rostliny. Chrání kořeny před napadením a inhibuje životnost sklerocií. Dobře snáší podmínky intenzivního zemědělství, kterými jsou použití umělých hnojiv a pesticidy. Napomáhá rozkladu rezidui pesticidů. Má schopnost zvýšit výnos 0 3-10 %. Je vhodný pro použití v ekologickém i intenzivním zemědělství (Monas technology).

4.3.6.2 FIX-H+N

Obsahuje dva druhy bakterií, jež kolonizují kořenový systém hostitelské rostliny a vytváří s ním volnou symbiózu. Zajišťuje rostlině lepší příjem živin a zároveň váže vzdušný dusík. Pomáhá rostlině vyrovnat se s nepříznivými podmínkami jejich stanoviště. Chrání kořeny proti houbovým chorobám například *Fusarium*, *Colletotrichum*. A vytlačuje z půdy další patogenní houby (*Sclerotinia*, *Verticillium*). Zlepšuje příjem živin z půdy. Bakterie produkují cytokininy, tím rostlině ušetřuje energii pro jejich tvorbu a zvyšují koncentraci hormonů v rostlinných pletivech. Je možné ho využít jak v intenzivním tak i v ekologickém zemědělství (Monas Technology).

4.3.7 BASF

4.3.7.1 BAS 750 11F

Jeho účinnou látkou je mefentrifluconazol. Má nízkou rozpustnost ve vodě a nízkou těkavost. Je to fungicidní ochrana proti houbovým chorobám. Je inhibitorem demethylace 3. skupiny. Dále inhibuje biosyntézu ergosterolů v buněčné stěně patogenů. Působí na choroby v různých stádiích jak v rostlině tak i v její tkáni (PPDB 2022)

4.3.7.2 BAS 762 02F

Přípravek je stále ve fázi vývoje, respektive registračních pokusů. Je to fungicid, který je kombinací dvou účinných látek revysol a boscalid. Registrace tohoto přípravku možná proběhne příští rok (BASF spol. s.r.o.)

4.4 Jednotlivé varianty

Varianta 1: Bayer A

Předset'ová aplikace: Contans 2,0 kg/ha (28.8.2020)

Varianta 2: Bayer B

Předset'ová aplikace: Contans 2,0 kg/ha (28.8.2020)

Začátek jara: Serenade 4,0 l/ha (26.3.2021)

Plný květ: Propulse 1 l/ha (20.5.2021)

Varianta 3: Manetech

Podzim: IH Flora 1:100 tj. 5 l/ha na 500l vody (25.9.2020)

Začátek jara: IH Flora 1:100 tj. 5 l/ha na 500 l vody (26.3.2021)

BBCH 61-63 Počátek květu: Pictor 0,5 l/ha (8.5.2021)

Plný květ: IH Flora 1:100 tj. 5 l/ha na 500l vody (20.5.2021)

Varianta 4: Corteva_A

Podzim: Corinth 0,5 l/ha ve 4 listech (24.9.2020), Corinth 0,5 l/ha 14 dní po 1. aplikaci (6.10.2020)

BBCH 30 Počátek prodlužovacího růstu: Corinth 0,8 l/ha (1.4.2021)

Plný květ: Pictor Active 0,8 (20.5.2021)

Varianta 5: Corteva_B

Podzim: Corinth 1 l/ha v 6 listech (6.10.2020)

BBCH 30 počátek prodlužovacího růstu: Prothio 250g 0,6 l/ha (1.4.2021)

Plný květ: Pictor Active 0,8 (20.5.2021)

Varianta 6: Albit Klofač_A

Podzim: Altera 0,5 l/ha (22.9.2020), ALBIT Max TM 60 ml/ha (6.10.2020)

Začátek jara: ALBIT Max TM 60 ml/ha + listové hnojivo FUMAGA 6NK-SB 4kg/ha (26.3.2021)

BBCH 30 Počátek prodlužovacího růstu: ALBIT Max TM 60 ml/ha + listové hnojivo FUMAGA 6NK-SB 4kg/ha (1.4.2021)

BBCH 61-63 Počátek květu: ALBIT Max TM 60 ml/ha + listové hnojivo FUMAGA 6NK-SB 4kg/ha (8.5.2021)

Varianta 7: Albit Klofač_B

Podzim: Altela 0,5 l/ha (22.9.2020), ALBIT Max TM 60 ml/ha (6.10.2020)

Začátek jara: ALBIT Max 60 ml/ha + listové hnojivo CARBON Si 0,5 – 1 l/ha (26.3.2021)

BBCH 30 Počátek prodlužovacího růstu: ALBIT Max 60 ml/ha + listové hnojivo CARBON Si 0,5 – 1 l/ha (1.4.2021)

BBCH 61-63 Počátek květu: ALBIT Max 60 ml/ha + listové hnojivo CARBON Si 0,5 – 1 l/ha (8.5.2021)

Varianta 8: Invigo

Podzim: Azoxystrobin 200 g.ú./ha + tebukonazol 150 g.ú./ha (Makler + Bukat) (6.10.2020)

BBCH 30 Počátek prodlužovacího růstu: Dafne 0,3 l/ha (4.1.2021)

Plný květ: Mollis 1 l/ha (20.5.2021)

Varianta 9: Monas Technology_A

Podzim: Prometheus 1 l/ha (25.9.2020)

Začátek jara: Prometheus 1 l/ha (26.3.2020)

Varianta 10: Monas Technology_B

Podzim: Prometheus 1 l/ha (25.9.2020)

Začátek jara: FIX-H+N 0,5+ 0,5 l/ha (26.3.2021)

BBCH 30 Počátek prodlužovacího růstu: Fix-H+N 0,5 + 0,5 l/ha (27.4.2021)

Varianta 11: BASF

Podzim: BAS 750 11F – 1 l/ha (28.9.2020)

Začátek jara: BAS 750 11F – 1 l/ha (26.3.2021)

Plný květ: 762 02F – 1 l/ha (20.5.2021)

Varianta 12: Neošetřená kontrola

5 Výsledky

5.1 Hodnocení za vegetace

První vyhodnocení výskytu zkoumaných chorob a účinku použitých přípravků proběhla v době tvorby zelených šesulí na 6 m² maloparcelkového pokusu. Vyhodnocení proběhlo následujícím způsobem:

- 1) Na maloparcelkovém pokusu se odměřilo 1.5 m a odpočítali se 3 řádky na obou stranách pokusné parcelky.
- 2) V takto odměřeném úseku se spočítal počet rostlin
- 3) Následně se zaznamená počet rostlin napadených fomovou hnilobou, bílou hnilobou a houbou *Verticilium sp.*
- 4) Výsledky byly zapsány do tabulky
- 5) Výpočet indexu výskytu: počet napadených rostlin/ celkový počet rostlin v odměřeném úseku na všech 3 opakováních
- 6) Tento index výskytu byl následně zprůměrován ze všech opakování a procentuálně porovnán s neošetřenou kontrolou
- 7) Vyšší číslo indexu výskytu znamená vyšší napadení chorobou

5.1.1 Vyhodnocení ve fázi zelených šesulí Domanínek – 27.7.2021

Tab. 2.: Index výskytu chorob (průměr 3 variant)

Varianta	průměr indexu Bílé hniloby	průměr indexu Fomové hniloby	průměr indexu houba <i>Verticilium sp.</i>
1	0,6	11,8	1,2
2	0	5,3	0
3	0	8,8	0
4	0	1,1	0
5	0	1,7	0
6	0	10,8	4,2
7	0	5,6	2,8
8	0	7,1	0
9	0	14,1	1,3
10	0	8,4	0
11	0	6,2	0
kontrola	0	16,6	3,3

Tab. 3.: Porovnání s neošetřenou kontrolou v procentech

Číslo varianty	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Průměrný index Bílá hniloba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Průměrný index Foma	71	32,1	53	6,9	10,3	65,2	33,9	42,6	85,1	50,7	37,5
Průměrný index houba <i>Verticilium sp.</i>	37,2	0	0	0	0	125,3	84,9	0	40,1	0	0

5.1.2 Vyhodnocení ve fázi zelených šesulí Kujavy – 8.7.2021

Tab. 4.: Index výskytu chorob (průměr 3 variant)

Varianta	průměr indexu Bílá hniloba	průměr indexu Fomy	průměr indexu houby <i>Verticilium sp.</i>
1	15	18,4	4,2
2	4,9	7,5	1,1
3	4,4	16,6	5,8
4	4,6	10,5	1
5	7,3	14,2	1,8
6	20,6	13,8	1,8
7	21,6	21,5	1,7
8	4,8	10,2	1,5
9	23,1	11,7	2,6
10	12,3	14,8	3,9
11	6,9	12,1	1,1
kontrola	20	10,9	6,1

Tab. 5.: Porovnání s neošetřenou kontrolou v procentech

Číslo varianty	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Průměrný index Bílá hniloba	75	24,3	22,2	23,2	36,6	103,1	108	24,2	115,5	61,5	34,5
Průměrný index Foma	169,5	68,5	152,2	96,3	130,4	127	197,4	93,7	107,4	136,4	111,4
Průměrný index houba <i>Verticilium sp.</i>	68,5	18,8	94,8	16,8	29,5	29,5	27,7	25,1	42,6	63,2	18,6

5.1.3 Vyhodnocení ve fázi zelených šesulí Trutnov – 15.7.2021

Tab. 6.: Index výskytu chorob (průměr 3 variant)

Varianta	průměr indexu Bílá hniloba	průměr indexu Fomy	průměr indexu houba <i>Verticilium sp.</i>
1	10,1	29,2	2,1
2	1	32,1	0
3	6,8	22,1	2
4	0,8	12,2	4,7
5	0,8	16	3,7
6	11,6	14,7	4,7
7	3,8	23,4	2,6
8	0,8	11,1	3,8
9	7,6	11,6	2,6
10	5,4	10,8	3,8
11	0	16,1	6,5
kontrola	13	32,1	3,5

Tab. 7.: Porovnání s neošetřenou kontrolou v procentech

Číslo varianty	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Průměrný index Bílá hniloba	78,1	7,8	52,2	6,4	5,8	89,8	29,2	6,1	58,8	41,5	0
Průměrný index Foma	91	99,9	69	38,2	50	45,8	73	34,6	36,1	33,8	50,3
Průměrný index houba <i>Verticilium sp.</i>	60,5	0	57,6	134,5	104,1	134,7	75,4	107	73	109,1	184,6

5.1.4 Celkové hodnocení

Tab. 8.: Index výskytu chorob (průměr 3 variant)

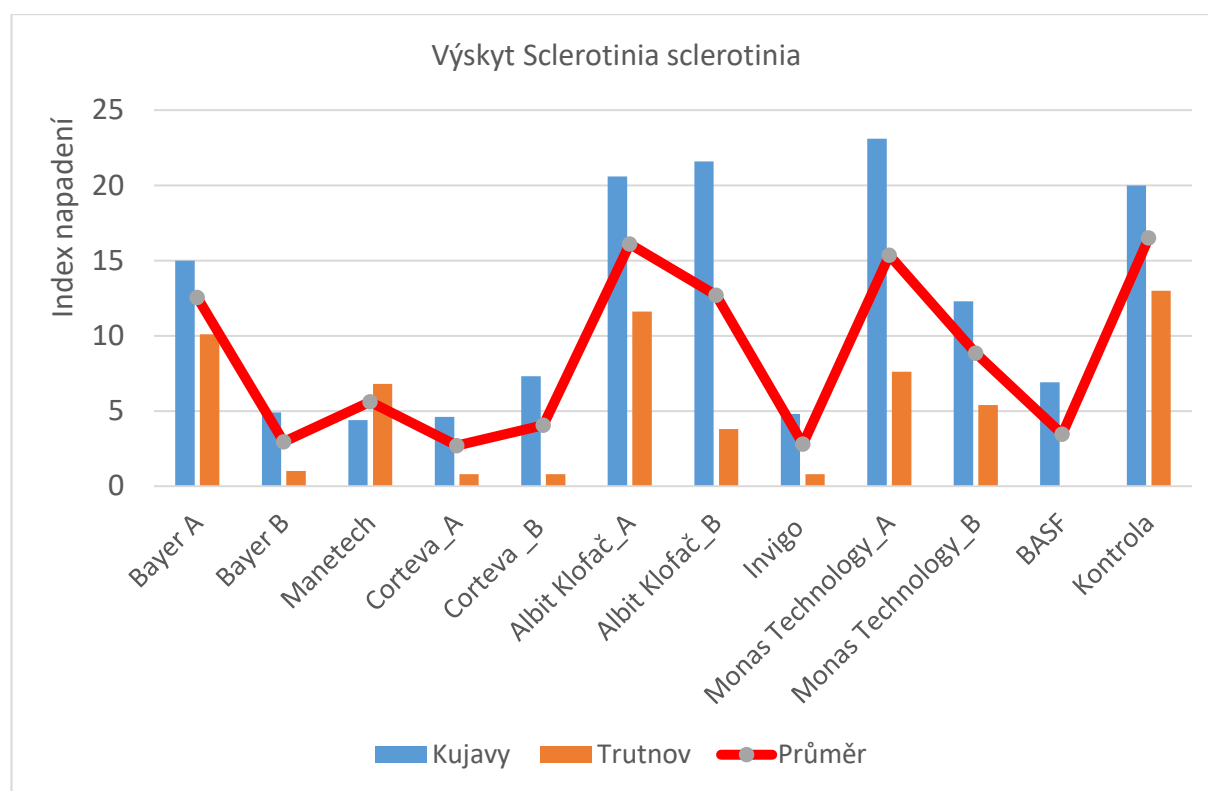
Varianta	průměr indexu Bílá hniloba	průměr indexu Fomy	průměr indexu houba <i>Verticilium sp.</i>
1	8,6	19,8	2,5
2	2	14,9	0,4
3	3,7	15,8	2,6
4	1,8	8	1,9
5	2,7	10,6	1,8
6	10,7	13,1	3,6
7	8,5	16,8	2,4
8	1,9	9,5	1,8
9	10,2	12,5	2,2
10	5,9	11,4	2,6
11	2,3	11,5	2,5
kontrola	11	19,9	44,3

Tab. 9.: Celkové procentuální porovnání s celkovým průměrným indexem výskytu neošetřené kontroly

Číslo varianty	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Průměrný index Bílé hniloby	51	10,7	24,8	9,9	14,2	64,3	45,7	10,1	58,1	34,3	11,5
Průměrný index Foma	111	66,8	91,4	47,1	63,5	79,3	101	57	76,2	73,6	66,4
Průměrný index <i>Verticília</i>	55,4	6,3	50,8	50,4	44,5	96,5	62,7	44	51,9	57,4	67,7

5.1.5 Grafické znázornění napadení jednotlivými chorobami

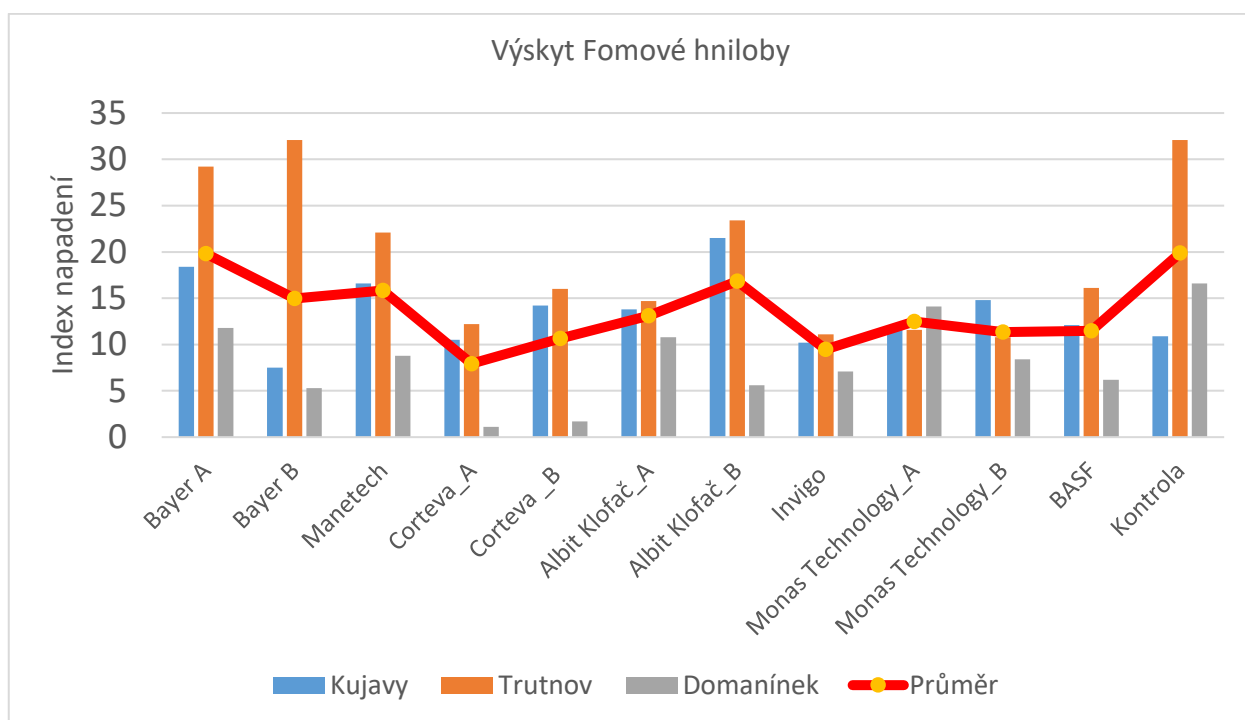
5.1.5.1 Účinnost aplikovaných přípravků proti *Sclerotinia sclerotiorum*.



Graf 1.: Souhrnné hodnocení výskytu *Sclerotinie* dle výše indexu napadení

Výsledky jsou v grafu zaznamenány pouze ze 2 pokusných stanic, protože ve stanici v Domanínku se *Sclerotinia sclerotiorum* vůbec nevyskytla. Nejlepší účinnost potvrdily varianty, které mají opakovanou aplikaci fungicidní ochrany, zvláště pak před začátkem kvetení a v jeho průběhu. Ze zastoupených biologických variant dokázala varianta Monas Technology_B snížit výskyt *S.sclerotiorum* oproti neošetřené kontrole o polovinu. Výsledky u biologických pokusů jsou nevyrovnané na jednotlivých lokalitách, což může být výrazně ovlivněno termínem aplikace, případně průběhem počasí.

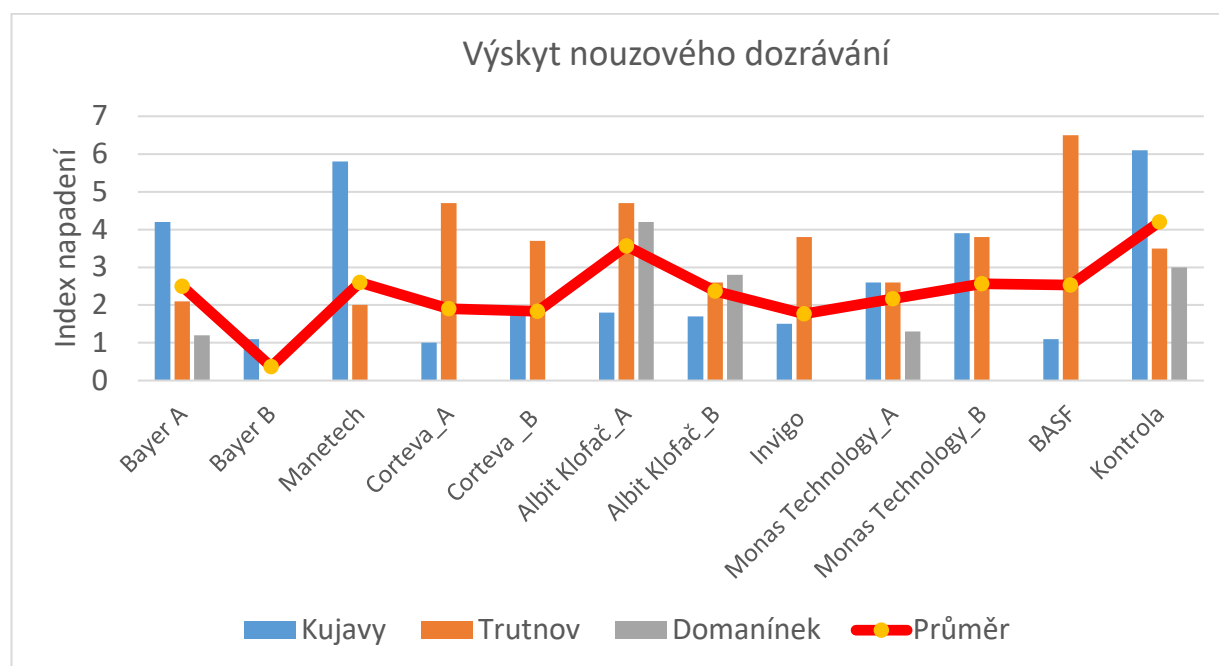
5.1.5.2 Účinnost aplikovaných přípravků proti *Phoma spp.*



Graf 2.: Souhrnné hodnocení výskytu *Phoma spp.* Dle výše indexu napadení

Tato choroba se ukázala jako nejdominantnější choroba roku 2021. Nejlepší účinnost mělo fungicidní ošetření Corteva_A Ostatní fungicidy na tom nebyli tak dobře. O trochu hůře skončila Invigo a Corteva_B. Fungicidním variantám se velice dobře vyrovnala biologická ochrana firmy Monas Technology B.

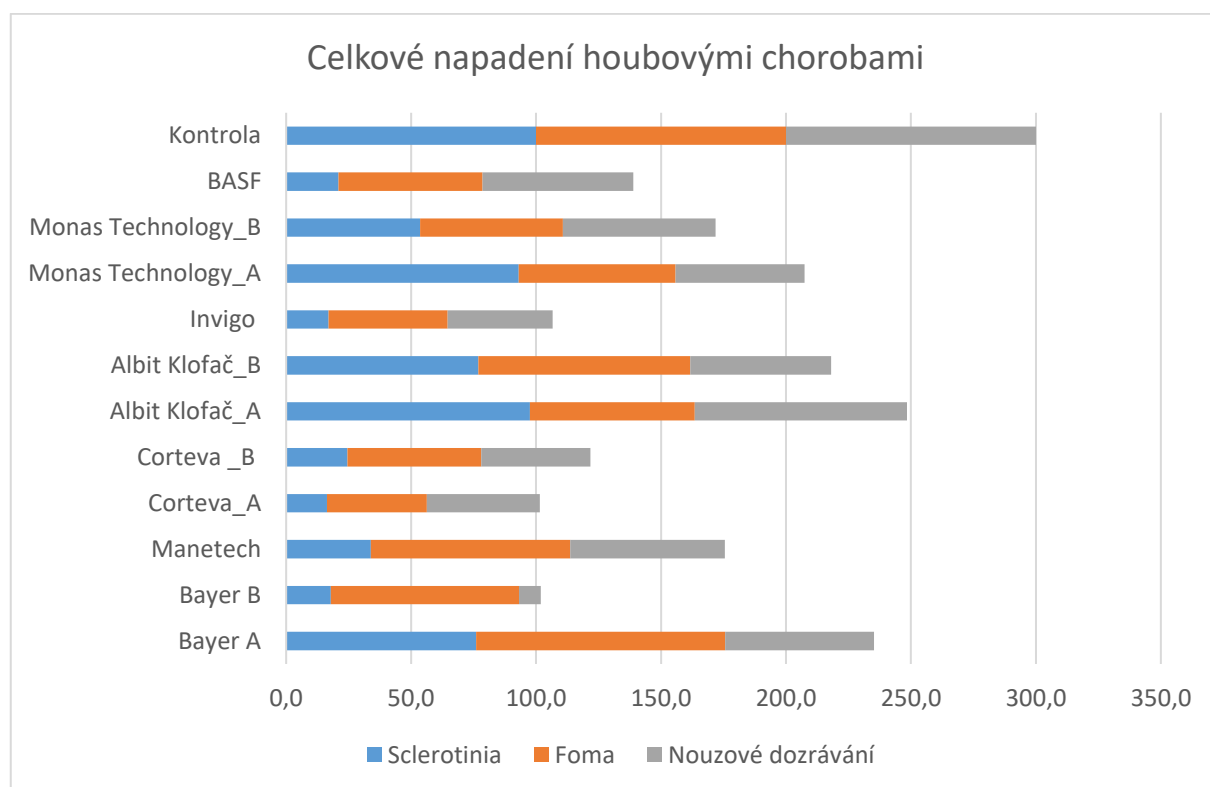
5.1.5.3 Účinnost aplikovaných přípravků proti *Verticillia* sp.



Graf 3.: Souhrnné hodnocení výskytu *Verticillia* sp. Dle výše indexu napadení

Nejvýraznější pozitivních důsledků dosáhla varianta Bayer B, která je kombinací biologické a chemické ochrany. Její účinnost se projevila na všech zkoumaných lokalitách, kde prakticky eliminovala výskyt nouzového dozrání o 93 %. Další fungicidní varianty Corteva_A, Corteva_B a Invigo snížilo výskyt o 53-55 %. Z biologické ochrany se tomuto výsledku přiblížily varianty Monas Technology se snížením výskytu o 48 %.

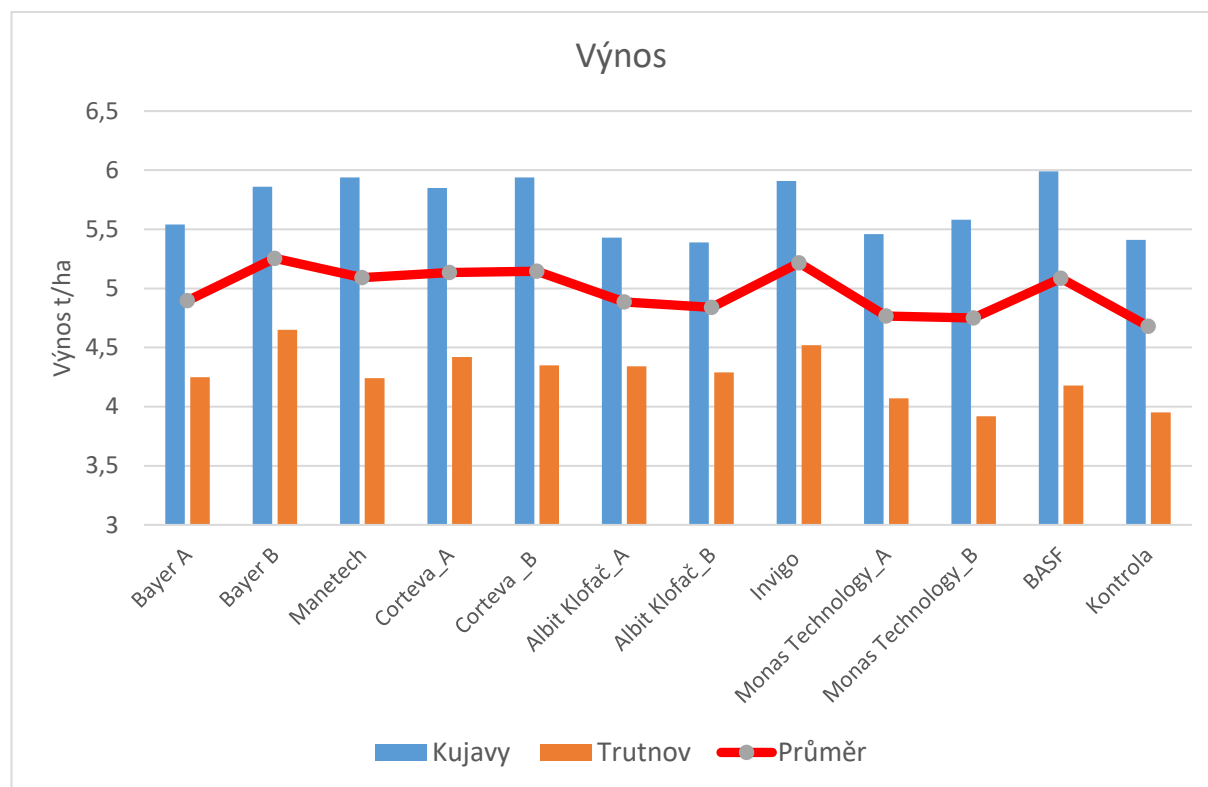
5.1.5.4 Celková účinnost vůči na houbové patogeny



Graf 4.: Souhrnné hodnocení účinku použitých variant ve srovnání s neošetřenou kontrolou

První příčky souhrnných výsledků obsadily Varianty Bayer B, Corteva_A a Invigo. Kombinace biologické a chemické se ukázala jako perspektivní. Z biologických variant měla nejlepší účinek ve snížení výskytu houbových chorob varianta Monas Technology B, která celkový výskyt těchto chorob inhibovala o 45 %.

5.2 Hodnocení výnosu



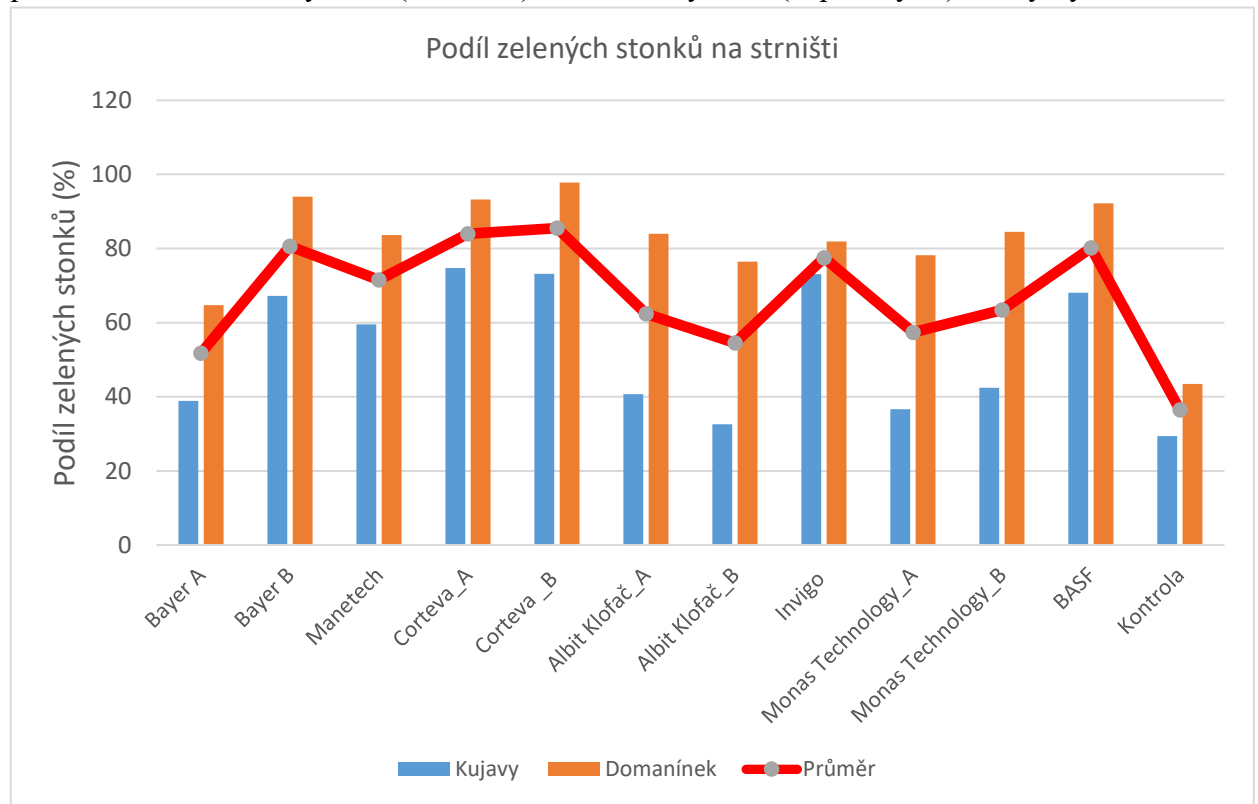
Graf 5.: Souhrnné hodnocení výnosu

Výnos ze zkušební stanice Domaníněk nebyl hodnocen, protože těsně před sklizní porost poničilo krupobití.

Nejvyšší výnos měla varianta Bayer B, která byla již v předchozím hodnocení na vysoké úrovni. Další nejlépe dopadly varianty Invigo, Corteva_A a Corteva_B. Z biologických variant nejlépe výnosově vyšel Albit Klofač A, kde se projevila aplikace listových hnojiv stejně jako u varianty Manetech.

5.3 Hodnocení strniště

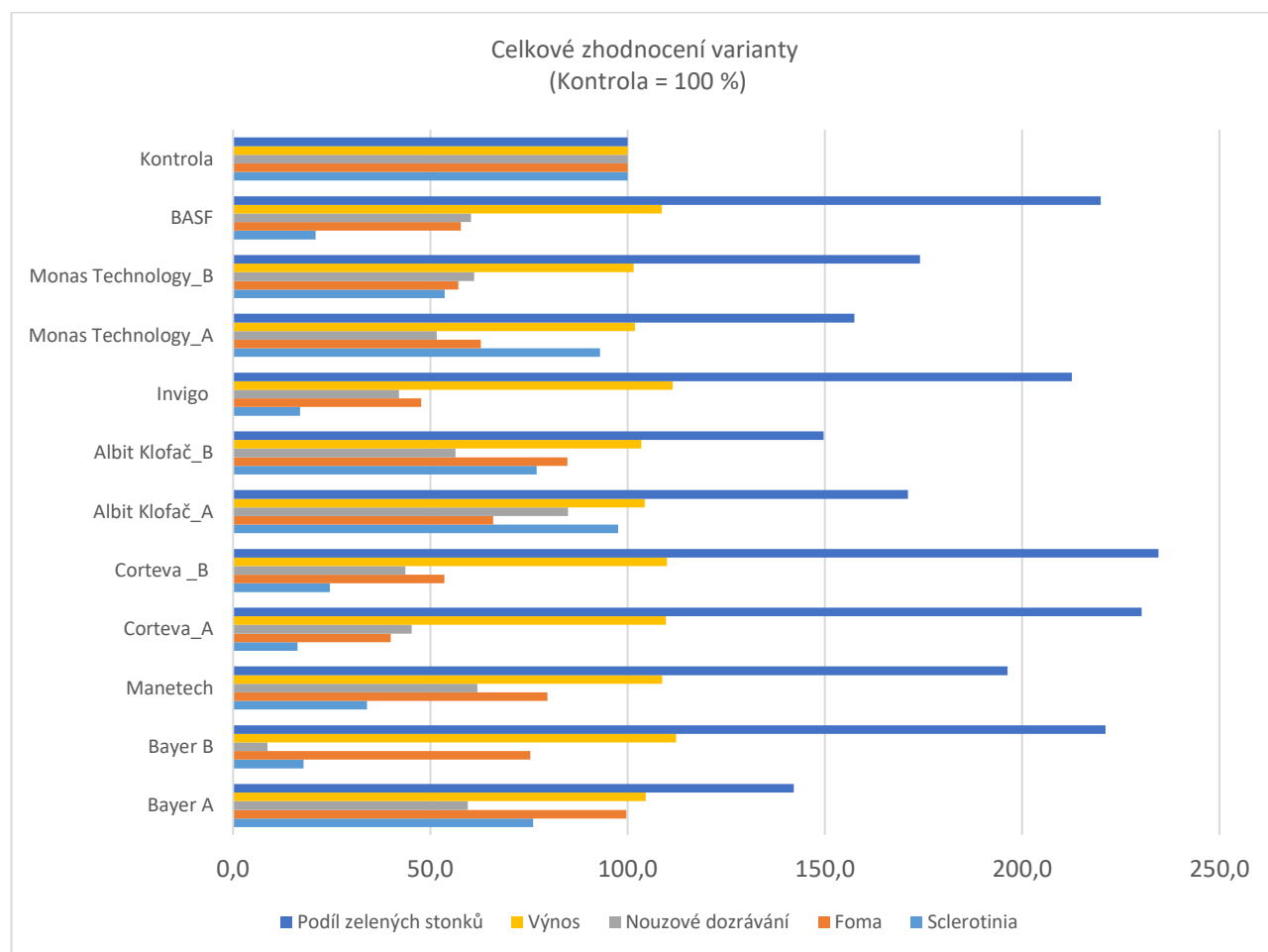
Hodnocení proběhlo druhý den po sklizni. Na polovině parcelky o velikosti 5 m² byl spočítán poměr mezi zelenými (zdravými) a suchými (napadenými) zbytky stonků.



Graf 6.: Souhrnné hodnocení strniště

Z grafu můžeme vidět, že nejvyšší podíl zelených stonků ve strništi měli varianty Corteva_A, Corteva_B, Bayer B a BASF – Tyto varianty dosáhli 220 – 235 % ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Patrně je to důsledek aplikace fungicidů ve fázi plného květu. Z biologických variant měli nejvyšší podíl zelených stonků varianty Monas Technology B se 174 % a Albit Klořáč A se 171 %.

5.4 Celkové grafické hodnocení



6 Diskuze

Dnešní vyspělé státy mají jednu snahu, a to snížit zátěž na životní prostředí způsobenou cizorodými látkami. Druhou stránkou věci je zajištění dostatku potravin při masivním úbytku zemědělské půdy (Kuthan 2017). A to jak již víme, se bez kvalitní agrotechniky a především ochrany rostlin neobejde. Optimální řešení tedy nabízí vývoj takových přípravků na ochranu rostlin, které nebudou životní prostředí zatěžovat a navíc zajistí dostatek potravin bez reziduí.

Restrikce Evropské unie, které byly uvedeny ve společné zemědělské politice, snížily použití chemických účinných látek o 25 %. Do roku 2030 to má být o dalších 50 %. Evropská unie chce tímto podpořit integrovanou ochranu rostlin, která se zabývá přípravky na ochranu rostlin s menší zátěží na životní prostředí, tedy biologickými přípravky. Bohužel, jak už slovo „společná“ napovídá, nebere se v potaz množství povolených chemických postřiků v jednotlivých členských státech. Gaudiaut (2018) uvádí, že v České republice se například využívá na hektar v průměru 1,5 kg postřiku, což je čtyřikrát méně než v Itálii. Restrikce, tak jak je Evropská unie nastavila, povedou ke znemožnění používání chemických postřiků a urychlí vývoj biologické ochrany.

V posledních 20 letech bylo vynaloženo velké úsilí na vývoj kvalitních biologických činidel. Tato činidla jsou zejména houby, bakterie a některé kmeny virů, ale i přes velkou snahu se jich registrovalo jen malé množství (Zeng et al. 2012). Evropa, i přes nadšené projevy politiků a snahy pro použití v polních podmínkách, má pouze omezený počet těchto látek. Na seznamu účinných látek podle směrnice EU 91/414/CEE je jich zařazeno 6, z nichž 4 jsou fungicidy (Kuthan & Trubská 2017).

Z biologických přípravků vyšel nejlépe přípravek Prometheus od firmy Monas technology, který obsahuje bakterie z rodu *Pseudomonas*. Napadení bílou hnilobou a houbou *Verticillium sp.* snížil na polovinu. Proti fomové hnilobě byl stejně účinný jako fungicidní ochrana a jak vyplývá z hodnocení strniště, měl i nejvyšší podíl zelených stonků. Z rhizobakterií, které vykazovaly antagonistickou aktivitu vůči širokému spektru houbových chorob, měly právě izolované kmeny *Pseudomonas* nejvyšší účinek (Berg et al. 2002; 2006; Costa et al. 2007). Nejen, že nepřímě prospívají růstu a přežití rostlin (Cook et al. 1995; Winding et al. 2004), ale také regulují produkci antibiotik a exoenzymů, tvorbu biofilmu, motilitu a aktivity biosurfaktantů (Drenkard & Ausubel 2002; van den Broek et al. 2003; Achouak et al. 2004). Li et al. (2011) prokázal deformaci sklerocií při jejím použití.

Realizovaný experiment v této bakalářské práci poukázal na zajímavý fakt ve srovnání s jinými autory. Zeng et al. (2012a) ve své publikaci uvádějí, že *C.minitans* (Contans®) snížila výskyt sklerocií v půdě o 95.3 %. Námí provedený experiment a studie od Zeng et al. (2012b), která je od stejných autorů, zaznamenala účinnost *C.minitans* o cca 50-60 %. Rozdíl může být dán tím, že různé kmeny *S.sklerotiorum* produkují různé množství oxalátu, což způsobuje různou citlivost právě na zmíněnou bakterii (Huang et al. 2011). Z výsledků je možné vyzorovat, že samotná aplikace přípravku Contans není vhodná. Nadprůměrných výsledků dosáhl tento přípravek ve společné aplikaci s biologickým přípravkem Serenade a fungicidním přípravkem Propulse. Serenade s účinnou látkou z rodu bakterií *Bacillus subtilis*, je biologický přípravek s fungicidním i insekticidním účinkem. Navíc indukuje obrané reakce a zlepšuje fyziologický stav hostitelských rostlin (Bleša et al. 2022). Při aplikaci *B.subtilis* se objevily hyfy bílé hniloby s abnormálním růstem, únikem cytoplazmy a s menším počtem infekčních

polštářků ve srovnání s neošetřenými kontrolami (Chen et al 2014a). Jeho nezávislé testy prokázaly snížení výskytu onemocnění bílé hniloby o 50-70 %. Úroveň ochrany, které dosáhli v těchto experimentech, je srovnatelná s použitím syntetických fungicidů (Gao et al. 2014). Tato ochrana, tedy kombinace biologických a chemických činidel, vyšla jako nejúčinnější varianta.

Schopnost biologických prostředků udržovat účinnou koncentraci v terénu, je velice diskutabilní záležitostí a závisí do značné míry na podmínkách daného prostředí (Hu et al. 2011). Rozhodování pěstitelů není však ovlivněné pouze účinkem samotných přípravků, nýbrž poměru mezi samotným výkonem a jeho cenou. Pokud bude potřeba pro co nejvyšší možnou účinnost postřiku vyžadovat opakovanou sezónní aplikaci, může to hodně ovlivnit pěstitelův úsudek (Faechner 2015). I přes všechny možné testy, polní pokusy a jiná zjišťování účinnosti biologických činidel a jiné možné překážky, je zde fakt, že již v různých zemích je mnoho biologických látek pro ochranu rostlin proti houbovým chorobám registrováno a běžně v praxi užíváno. To jen podporuje jejich účinnost (Derbyshire & Denton-Giles 2016).

V provozních podmínkách je tedy možné biologické přípravky v integrované ochraně využívat, je ale nepravděpodobné, že budou fungovat jako jediné řešení proti výskytu chorob.

7 Závěr

Tato bakalářská práce měla za cíl ověřit účinnost a porovnat ji s fungicidním ošetřením vybraných registrovaných biologických přípravků na původce houbových chorob na ozimé řepce. Pokus byl založen na maloparcelkových pokusech. Z vyhodnocení vyplývá, a to jak z pozorování ve fázi zelených šesulí, výnosu a strništi po sklizni, několik zásadních bodů:

- Biologické přípravky dokázaly do jisté míry potlačit výskyt houbových chorob
- Biologické přípravky se se svými účinky dokáží vyrovnat fungicidním přípravkům
- Aplikace listových hnojiv zlepšuje kondici rostlin
- Doba aplikace přípravků má vliv na vývoj chorob a následný výnos rostliny

Nejúspěšnější, čistě biologickou variantou se stala varianta Monas Technology B s přípravky Prometheus a FIX H+N.

Celkově nejúčinnější byla varianta Bayer B s biologickými Contans a Serenade a fungicidním přípravkem Propulse.

Hypotéza, zda existují biologické přípravky, které jsou účinné proti chorobám ozimé řepky a zabrání nouzovému dozrání, byla potvrzena.

8 Literatura

- Abawi GS, Grogan RG. 1979. Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. *Phytopathology* **69**:899-904.
- Abdel-Mawgoud AM, Lépine F, Déziel E. 2010. Rhamnolipids: Diversity of structures, microbial origins and roles. *Appl. Microbiol. Biotechnol* **86**:1323-1336
- Abuamsha R, Salman M, Ehlers RU. 2011. Effect of seed priming with *Serratia plymuthica* and *Pseudomonas chlororaphis* to control *Leptosphaeria maculans* in different oilseed rape cultivars. *European Journal of Plant Pathology* **130**: 287-295
- Achouak W, Conrod S, Cohen V, Heulin T. 2004. Phenotypic variation of *Pseudomonas brassicacearum* as a plant root-colonisation strategy. *Mol Plant Microbe Interact* **17**: 872–879
- Aeron A, Dubey RC, Maheshwari DK, Pandey P, Bajpai VK, Kang SC. 2011. Multifarious activity of bioformulated *Pseudomonas fluorescens* PS1 and biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum* in Indian rapeseed (*Brassica campestris* L.). *European Journal of Plant Pathology* **131**: 81–93
- Agromanual®. ALBIT MAX. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/ostatni/pripravek/albit-max> (accessed March 2022)
- Agromanual®. Altela. Available from <https://agromanualshop.cz/altela-50ml/> (accessed March 2022)
- Agromanual®. Contans WG. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/fungicidy/fungicid/contans-wg> (accessed February 2022)
- Agromanual®. Pictor active. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/fungicidy/fungicid/pictor-active> (accessed March 2022)
- Attanayake RN, Jiang DH, del Rio ML, Chen W. 2011. Genetic diversity and population differentiation of *Sclerotinia sclerotiorum* collected from canola in China and USA. *Phytopathology*. **101**: S10-11
- Avenot HF, Michailides TJ. 2010. Progress in understanding molecular mechanisms and evolution of resistance to succinate dehydrogenase inhibiting (SDHI) fungicides in phytopathogenic fungi. *Crop Prot.* **29**:643–651
- Benhamou N, le Floch G, Vallance J, Gerbore J, Grizard D, Rey P. 2012. *Pythium oligandrum*: An example of opportunistic success. *Microbiology* **158**:2679–2694
- Baranyk P, Bittner V, Čerovská M, Fábry A, Hřivna L, Kazda J, Kroutil P, Kuchtová P, Markytán P, Matula J, Nerad D, Pavela R, Plachká E, Pospíšil J, Richter R, Rožnovský J, Říha K, Soukup J, Sypták K, Šaroun J, Šivic L, Škeřík L, Volf M. 2005. Řepka olejka v českém zemědělství: komplexní pěstitelská technologie. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. Praha. 161 s.,

- Barbetti MJ & Khangura RK. 1999. Managing blackleg in the disease-prone environment of Western Australia. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, 1999. Canberra, Australia
- Barlóg P, Grzebisz W. 2004. Effect of Timing and Nitrogen Fertilizer Application on Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). II. Nitrogen Uptake Dynamics and Fertilizer Efficiency. *Journal of Agronomy and Crop Science* **5**: 314-323
- BASF spol. s.r.o. 2022. BAS 762 02F. Praha.
- Bayer Crop Science s.r.o. Propulse. Available from <https://cropscience.bayer.co.uk/our-products/fungicides/propulse/> (accessed March 2022)
- Bečka D, Vašák J, Zukalová H, Mikšík V. 2007. Řepka ozimá – Pěstitelský rádce. ISBN 978-80-87111-05-5
- Bektas Y, Rodriguez-Salus M, Schroeder M, Gomez A, Kaloshian I, Eulgem T. 2016. The synthetic elicitor DPMP (2,4-dichloro-6-((E)-[(3-methoxyphenyl)imino]methyl}phenol) triggers strong immunity in *Arabidopsis thaliana* and tomato. *Sci Rept.* **6**:29554
- Bell AA. And Wheeler MH. 1986. Biosynthesis and functions of fungal melanins. *Annu. Rev. Phytopathol.* **24**: 411-451
- Bělonožníková K, Vaverová K, Vaněk T, Kolařík M, Hýsková V, Vaňková R, Dobrev P, Křížek T, Hodek O, Čokrtová K, Štípek A, Ryšlavá H. 2020. Novel Insights into the Effect of *Pythium* Strains on Rapeseed Metabolism. *Microorganisms* **8**:1472
- Benigni M, Bompeix G. 2010. Chemical and biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* in witloof chicory culture. *Pest Management Science* **66**: 1332-1336
- Berg G, Fritze A, Roskot N, Smalla K. 2001. Evaluation of potential biocontrol rhizobacteria from different host plants of *Verticillium dahliae* Kleb. *Journal of Applied Microbiology*, **156**: 75–82.
- Berg G, Opelt K, Schmidt S, Zachow C, Lottmann J, Götz M et al. 2006. The rhizosphere effect on bacteria antagonistic towards the pathogenic fungus *Verticillium* differs depending on plant species and site. *FEMS Microbiol Ecol* **56**: 250–261
- Berg G, Roskot N, Steidle A, Eberl L, Zock A, Smalla K. 2002. Plant-dependent genotypic and phenotypic diversity of antagonistic rhizobacteria isolated from different *Verticillium* host plants. *Appl Environ Microbiol* **68**: 3328–3338
- Blatná J, Dostálová J, Perlín C, Tláškal P. 2005. Výživa na začátku 21. století. Společnost pro výživu. Nadace NutriVIT. Praha 79s. ISBN 80-239-6202-7
- Bleša D, Matušinský P, Tvarůžek L, Blažková K. 2022. Principy biologické ochrany proti houbovým chorobám rostlin. *Agromanual*. Agrotest fyto s.r.o. Kroměříž. Available: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/principy-biologicke-ochrany-proti-houbovym-chorobam-rostlin> (accessed March 2022)
- Boland GJ, Hall R. 1994. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Canadian Journal of Plant Pathology* **16**: 93-108

- Bolton MD, Thomma BPHJ, Nelson BD. 2006 *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *Molecular Plant Pathology* **7**:1-16
- Bonanomi G, Antignani V, Pane C, Scala F. 2007. Suppression of silborne fungal diseases with organic amendments *J. Plant Pathol.* **89**: 311-324
- Bousset L, Ermel M, Lebreton L. 2018. The full life cycle of *Leptosphaeria maculans* completed on inoculated oilseed rape incubated under controlled conditions. *Plant Pathology* **67**:1321-1328
- Brát J, Dostálová J, Pokorný J. 2005. Výživová doporučení pro příjem lipidů a jejich plnění v České republice. *Výživa a potraviny* **60(6)**: 156-157
- Butler MJ. and DAY AW. 1998. DEstruction of fungal melanins by ligninases of *Phanerochaete chrysosporium* and other white rot fungi. *Int. J. Plant Sci.* **159**: 989-995
- Carvalho DDC, Geraldine AM, Junior ML, and de Mello SCM. 2015. Controle biológico do mofobranco por *Trichoderma harzianum* em feijão em condicoes de campo. *PEsqui. Agropesuária Bras* **50**: 1220-1224
- Cook RJ, Thomashow LS, Weller DM, Fujimoto D, Mazzola M, Banger G, Kim D. 1995. Molecular mechanisms of defense by rhizobacteria against root disease. *Proc Natl Acad Sci USA* **92**: 4197–4201
- Corteva agriscience. Corinth. Available <https://www.corteva.cz/produkty-a-reseni/ochrana-plodin/corinth.html> (accessed March 2022)
- Costa R, Gomes NCM, Krögerrecklenfort E, Opelt K, Berg G, Smalla K. 2007. *Pseudomonas* community structure and antagonistic potential in the rhizosphere: insights gained by combining phylogenetic and functional gene-based analyses. *Environmental Microbiology* **9**:2260-2273
- Černý J, Balík J, Kulhánek M, Sedlár O. 2018. Hnojení ozimé řepky na podzim. *Agromanual. Česká zemědělská univerzita v Praze.* Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-ozime-repky-na-podzim#:~:text=Je%20prok%C3%A1z%C3%A1no%2C%20%20C5%BEe%20na%20p%C5%99%C3%ADm%C3%A9,zaorat%20nebo%20zapravit%20hlub%C5%A1%C3%ADm%20kyp%C5%99en%C3%ADm>. (Accessed February 2022)
- Danielsson J, Reva O. and Meijer J. 2007. Protection of oilseed rape (*Brassica napus*) toward fungal pathogens by strains of plant-associated *Bacillus amyloliquefaciens*. *Microbial Ecol* **54**: 134-140
- de Aguiar RA, da Cunha MG, Lobo Junior M. 2014. Management of white mold in processing tomatoes by *Trichoderma* spp. and chemical fungicides applied by drip irrigation. *Biological Control* **74**: 1–5
- Depotter JRL, Dekerelaere S, Inderbitzin P, von Tiedemann A, Höfteová M, Subbarao KV, Wood TA, Thomma BPHJ. 2015. *Verticillium longisporum*, the invisible threat to oilseed rape and other brassicaceous plant hosts. *Molecular Plant Pathology* **17**: 1004-1016

- Derbyshire MC, Denton-Giles M. 2016. The control of sclerotinia stem rot on oilseed rape (*Brassica napus*): current practices and future opportunities *Plant Pathology*. **65**: 859-877
- Drenkard E, Ausubel FM. 2002. *Pseudomonas* biofilm formation and antibiotic resistance are linked to phenotypic variation. *Nature* **416**: 740–743
- Dufour MC, Lambert C, Bouscalt J, Mérillon JM, Corio-Costet MF. 2013. Benzothiadiazole-primed defence responses and enhanced differential expression of defence genes in *Vitis vinifera* infected with biotrophic pathogens *Erysiphe necator* and *Plasmopara viticola*. *Plant Pathol.* **62**:370–382
- Fiala T. 2020. Hospodářsky významné choroby řepky. *Agromanual*. Zkušební stanice Kluky. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/hospodarsky-vyznamne-choroby-repsy> (accessed February 2022)
- França SC, Spiessens K, Pollet S, Debode J, De Rooster L, Callens D, Höfte M. 2013. Population dynamics of *Verticillium* species in cauliflower fields: influence of crop rotation, debris removal and ryegrass incorporation. *Crop Prot.* **54**: 134–141
- Gabrielová A, Mencl K, Suchánek M, Klimeš R, Hubka V, Kolařík M. 2018. The oomycete *Pythium oligandrum* can suppress and kill the causative agents of dermatophytoses. *Mycopathologia* **183**:751 - 764
- Gabrielson RL. 1983. Blackleg disease of crucifers caused by *leptosphaeria maculans* (*Phoma lingam*) and its control. *Seed Science and Technology* **11**:749-780
- Gao XN, Han QM, Chen YF, Qin HQ, Huang LL, Kang ZS. 2014. Biological control of oilseed rape *Sclerotinia* stem rot by *Bacillus subtilis* strain Em7. *Biocontrol Science and Technology* **24**: 39–52.
- Gaudiat T. 2021. Quels pays consomment le plus de pesticides en Europe ?. *Statista*. Available from <https://fr.statista.com/infographie/15061/consommation-pesticides-en-europe-par-pays/> (Accessed March 2022)
- Gerbore J, Benhamou N, Vallance J, Le Floch G, Grizard D, Regnault-Roger C, Rey P. 2014. Biological control of plant pathogens: Advantages and limitations seen through the case study of *Pythium oligandrum*. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* **21**:4847–4860
- Gammelvind LH, Schjoerring JK, Mogensen VO, Jensen CR, Bock JGH. 1996. Photosynthesis in leaves and siliques of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Plant Soil* **186**:227—236
- Gossen BD, Rimmer SR, Holley JD. 2001. First report of resistance to benomyl fungicide in *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Disease* **85**: 1206
- Gugel RK, Petrie GA. 2009. History, occurrence, impact and control of blackleg of rapeseed. *Can. J. Plant Pathol* **14**: 36-45.
- Hall R. 1992. Epidemiology of black leg of oilseed rape. *Can. J. Plant Pathol.* **14**:46-55
- Hammoudi O. 2007. Einfluss mikrobieller Antagonisten auf den Befall mit *Phoma lingam* und *Verticillium dahliae* var. *longisporum* an Raps (*Brassica napus* L. var. *napus*). Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

- Henderson MP. 1918. The black leg disease of cabbage caused by phoma lingam (Tode). Desm. *Phytopathology* **8**: 379-431
- Henkel M, Müller MM, Kügler JH, Lovaglio RB, Contiero J, Syldatk C, Hausmann R. 2012. Rhamnolipids as biosurfactants from renewable resources: Concepts for next-generation rhamnolipid production. *Process Biochem.* **47**:1207-1219
- Hökeberg M. 2006. Development and registration of biocontrol products—experience and perspectives gained from the bacterial seed treatment products Cedomon® and Cerall®. Proceedings of the International Workshop “Implementation of Biocontrol in Practice in Temperate Regions—Present and Near Future”. Research Centre Flakkebjerg, Denmark, November 1–3, 2005. DIAS Report, **119**: 77
- Hu XJ, Roberts DP, Xie LH et al. 2013. *Basillus megaterium* A6 suppresses *Sclerotinia sclerotiorum* on oilseed rape in the fields and promotes oilseed rape growth. *Crop Protection* **52**: 151-158
- Hu Xj, Roberts DP, Xie LH et al. 2014a. Formulations of *Basillus subtilis* BY-2 suppress *Sclerotinia sclerotiorum* on oilseed rape in the field. *Biological Control* **70**: 54-64
- Chen Y, Gao X, Qin H, Huang L, Han Q. 2014a. Inhibitory efficacy of endophytic *Bacillus subtilis* EDR4 against *Sclerotinia sclerotiorum* on rapeseed. *Biological Control* **78**: 67–76
- Chen J, Wu Q, Hua Y, Chen J, Thang H, Wang H. 2017. Potential applications of biosurfactant rhamnolipids in agriculture and biomedicine. *Appl. Microbiol. Biotechnol* **24**:8309-8319
- Ihrmark K, Asmail N, Ubhayasekera W, Melin P, Stenlid J, Karlsson M. 2010. Comparative molecular evolution of *Trichoderma* chitinases in response to mycoparasitic interaction. *Evol. Bioinforma. Online* **6**: 1-26
- Innvigo Agrar CZ s.r.o. Bukat 500 SC (Tebukonazol). Available from <https://cz.innvigo.com/bukat-500-sc-tebukonazol/> (accessed March 2022)
- Innvigo Agrar CZ s.r.o. DAFNE 250 EC (Difenokonazol). Available from <https://cz.innvigo.com/dafne-250-ec-difenokonazol/> (accessed March 2022)
- Innvigo Agrar CZ s.r.o. Makler 250 SE (Azoxystrobin). Available from <https://cz.innvigo.com/makler-azoxystrobin/> (accessed March 2022)
- Innvigo Agrar CZ s.r.o. Mollis 450 SC (Difenokonazol + Azoxystrobin + Tebukonazol). Available from <https://cz.innvigo.com/mollis-450-sc-difenokonazol-azoxystrobin-tebukonazol/> (accessed March 2022)
- Jain A, Singh S, Sarma Kumar B, Bahadur Singh H. 2011. Microbial consortium-mediated reprogramming of defence network in pea to enhance tolerance against *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Applied Microbiology* **112**: 537-550.
- Kazda J, Málek B, Markytán P et al. 2007. Stanovisko k pesticidům řepka, slunečnice a hořčice. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejin. Praha.
- Khangura R, MacLeod WJ. 2012. Managing the risk of *Sclerotinia* stem rot in canola. Farm note 546. Western Australia: Department of Agriculture and Food.

- Kharbanda PD, Tewaei JP. 1996. Integrated management of canola diseases using cultural methods. *Canadian Journal of Plant Pathology* **18**: 168-75
- Klofáč spol. s.r.o. FUMAG 6NK-SB. Klofáč listová hnojiva. Available from <https://www.klofac-hnojiva.cz/katalog/fumag-6nk-sb/> (accessed March 2022)
- Klofáč spol. s.r.o. CARBON Ca-Si. Klofáč listová hnojiva. Available from <https://www.klofac-hnojiva.cz/katalog/carbon-ca-si/> (accessed March 2022)
- Kocourek F, Havel J, Hovorka T, et al. 2018. Metodika integrované ochrany řepky vůči škodlivým organismům vyjma podzimních škůdců. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 978-80-7427-300-1.
- Kovář J. 2006. Alternativní paliva a jejich problematika – přímé využití RME a FAME. Sborník 22-23.1.2006 Hluk. 23. vyhodnocovací seminář Systém výroby řepky a Systém výroby slunečnice. S. 22-30, ISBN 80-87065-00-X
- Kroeker G. (1970) Vissnesjuka på rabs och rybs i Skåne orsakad av *Verticillium*. [*Verticillium* on oilseed rape and turnip rape in Scania caused by *Verticillium*.] *Svensk Frötidning* **19**: 10–13.
- Kuang J, Hou YP, Wang JX, Zhou MG. 2011. Sensitivity of *Sclerotinia sclerotiorum* to fludioxonil: in vitro determination of baseline sensitivity and resistance risk. *Crop Protection* **30**: 876-882
- Kuthan A. 2017. Biopesticidy u nás a ve světě. *Agromanual*. Trubská. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/biopesticidy-u-nas-a-ve-svete> (accessed February 2022)
- Lacey E. 1990. Mode of action of benzimidazoles. *Parasitology Today* **6**: 112 -115
- Li H, Li HB, Bai Y et al. 2011. The use of *Pseudomonas fluorescens* P13 to control sclerotinia stem rot (*Sclerotinia sclerotiorum*) of oilseed rape. *The Journal of Microbiology* **49**: 884–889
- Li JL, Liu XY, Di YL, Liang HJ, Zhu FX. 2015b. Baseline sensitivity and control efficacy of DMI fungicide epoxiconazole against *Sclerotinia sclerotiorum*. *European Journal of Plant Pathology* **141**: 237-246
- Ma HX, Chen Y, Wang JX. et al. 2009b. Activity of carbendazim, dimethachlon, iprodione, procymidone and boscalid against *Sclerotinia* stem rot in Jiangsu Province of China. *Phytoparasitica* **37**: 421 – 429
- Maddison AC, Holt J, Jeger MJ. 1996. Spatial dynamics of a monocyclic disease in a perennial crop. *Ecological Modelling* **88**: 45-52
- Manetech a.s. Lavien® Flora. Available from <https://laiven.org/produkty/probiotika-pro-rostliny-flora/> (accessed March 2022)
- Maruyama CR, Bilesky-José N, de Lima R, Fraceto L.F. 2020. Encapsulation of *Trichoderma harzianum* Preserves Enzymatic Activity and Enhances the Potential for Biological Control. *Front. Bioeng. Biotechnol* **8**: 225

- Mašek J, Novák P. 2011. Technika a technologie pro setí řepky. Profi Press. Česká zemědělská univerzita v Praze. Technická fakulta. Katedra zemědělských strojů. Available from <https://zemedelec.cz/technika-a-technologie-pro-setirepky/#:~:text=U%20p%C5%AFdoochrann%C3%BDch%20technologi%C3%AD%20je%20mo%C5%BEen%C3%A9,dostatku%20%C4%8Dasu%20na%20p%C5%99%C3%ADpravu%20set%C3%AD.> (accessed February 2022)
- Matheron ME, Matejka JC. 1989. In vitro and field comparison of 6 new fungicides with Iprodione and Vinclozolin for control of leaf drop of lettuce caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Disease* **73**: 727-730
- McLean DM. 1958. Role of dead flower parts in infection of certain crucifers by *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. *Plant Dis. Rep.* **42**: 663-666
- Monas Technology. FIX-H+N®. Available from <http://www.monastechnology.cz/index.php/en-fix-hn> (accessed March 2022)
- Monas Technology. Prometheus®CZ. Available from <http://www.monastechnology.cz/index.php/prometheuscz> (accessed March 2022)
- Monnier N, Cordier M, Dahi A, Santoni V, Guénin S, Slément Ch, Sarazin C, Penaud A, Dorey S, Cordelier S, Rippa S. 2020. Semipurified Rhamnolipid Mixes Protect *Brassica napus* Against *Leptosphaeria maculans* Early Infections. *Phytopathology* **110**:4
- Mráz J. 2016. Hnojení řepky fosforem během vegetace. Konference: Prosperující olejníny. AGRA GROUP a.s. Pages: 188-189
- Müller H. and Berg G. 2008. Impact of formulation procedures on the effect of the biocontrol agent *Serratia plymuthica* HRO-C48 on *Verticillium* wilt in oilseed rape. *BioControl* **53**:905-916
- Niazi A, Manzoor S, Asari S, Bejai S, Meijer J, Bongcam-Rudloff E. 2014. Genome analysis of *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* UCMB5113: a rhizobacterium that improves plant growth and stress management. *PLoS One* **9**
- Nikiforova V, Freitag J, Kempa S, Adamik M, Hesse H, Hoefgen R. 2003. Transcriptome analysis of sulfur depletion in *Arabidopsis thaliana*: interlacing of biosynthetic pathways provides response specificity. *Plant J* **33**: 633–650
- Nutrien Ag Solutions. 2022. Genfarm Prothio T fungicide. Macquarie Park, NSW.
- Ohtaka N. and Narisawa K. 2008. Molecular and endophytic nature of the root-associated fungus *Meliniomyces variabilis* (LtVB3). *J. Gen. Plant Pathol* **74**: 24-31
- Peng G, Liu X, McLaren DL, McGregor L, Yu F. 2020. Seed treatment with the fungicide fluopyram limits cotyledon infection by *Leptosphaeria maculans* and reduces blackleg of canola, *Canadian Journal of Plant Pathology*, **42**:480-492
- Pillonel C, Mayer T. 1997. Effect of phenylpyrroles on glycerol accumulation and protein kinase activity of *Neurospora crassa*. *Pesticide Science* **49**: 229-236

- PPDB: Databáze vlastností pesticidů. 2022. Mefentrifluconazol (Ref: BAS 750F). University of Hertfordshire. Available from <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/3098.htm> (accessed April 2022)
- Prokinová E. 2014. Choroby polních plodin ISBN 978-80-86726-59-5
- Rouxel T, Penaud A, Pinochet X et al. 2001. A 10-year survey of populations of *Leptosphaeria maculans* in France indicates a rapid adaptation towards the Rlm1 resistance gene of oilseed rape. *European Journal of Plant Pathology* **109**: 871-81
- Sarosh Br, DAnielsson J, Maijer J. 2009. Transcript profiling of oilseed rape (*Brassica napus*) primed for biocontrol differentiates genes involved in microbial interactions with beneficial *Bacillus amyloliquefaciens* from pathogenic *Botrytis cinerea*. *Plant Mol. Biol.* **70**: 31-45
- Savchuk S, Fernando WGD. 2004. Effect of timing of application and population dynamics on the degree of biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* by bacterial antagonists. *FEMS Microbiology Ecology* **49**: 379–388
- Schuster A, Schmoll M. 2010. Biology and biotechnology of *Trichoderma*. *Appl. Microbiol. Biotechnol* **87**: 787 – 799
- Selin C, Habibian R, Poritsanos N, Athukoral SNP, Fernando D, de Kievit TR. 2010. Phenazines are not essential for *Pseudomonas chlororaphis* PA23 biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum*, but do play a role in biofilm formation. *FEMS Microbiology Ecology* **71**: 73–83
- Sieling KO, Teebken GB, Hanus H. 1999. Soil mineral N and N net mineralization during autumn and winter under an oilseed rape–winter wheat–winter barley rotation in different crop management systems. *J. Agric. Sci. Camb.* **132**: 127—137
- Stadler M. and Tiedemann AV. 2014. Biocontrol potential of *Microsphaeropsis ochracea* on microsclerotia of *Verticillium longisporum* in environments differing in microbial complexity. *BioControl* **59**: 449-460
- Sumida CH, Canteri MG, Peirl DC et al. 2015. Chemical and biological control of *Sclerotinia* stem rot in the soybean crop. *Ciência Rural* **45**: 760-766
- Šařec P, Šařec O. 2003. Různé způsoby zakládání porostů řepky ozimé ve střední Evropě. *Biom.cz*. Available from <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/ruzne-zpusoby-zakladani-porostu-repky-ozime-ve-stredni-evrope> (Accessed February 2022)
- Tan YN, Li Q. 2018. Microbial production of rhamnolipids using sugars as carbon sources. *Microbiol. Cell Fact* **17**:89
- Thaning C, Welch CJ, Borowicz JJ, Hedman R, Gerhardson B. 2001. Suppression of *Sclerotinia sclerotiorum* apothecial formation by the soil bacterium *Serratia plymuthica*: identification of a chlorinated macrolide as one of the causal agents. *Soil Biology and Biochemistry* **33**: 1817–1826
- Thomas P. 1984: Canola Growers' Manual. Canola Council of Canada, Winnipeg, MB.

- Troian RF, Steindorff AS, Ramada MHS, Arruda W, Ulhoa CJ. 2014. Mycoparasitism studies of *Trichoderma harzianum* against *Sclerotinia sclerotiorum*: evaluation of antagonism and expression of cell wall-degrading enzymes genes. *Biotechnology Letters* **36**: 2095 – 2101
- Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Ministerstvo zemědělství. Agrochemické zkoušení půd. Available from <https://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/hnojiva-a-puda/agrochemicke-zkouseni-zemed-pud/> (accessed February 2022)
- Vach M. 2019. Využívejme více půdoochranné technologie. *Agromanual*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/vyuzivejme-vice-pudoochrannetechnologie> (accessed February 2022)
- Van den Broek D, Chin-A-Woeng TFC, Eijkemans K, Mulders IH, Bloemberg GV, Lugtenberg BJJ. 2003. Biocontrol traits of *Pseudomonas* spp. are regulated by phase variation. *Mol Plant Microbe Interact* **16**: 1003–1012
- Van de Wouw AP, Howlett BJ, Idnurm A. 2017. Changes in allele frequencies of avirulence genes in the blackleg fungus, *Leptosphaeria maculans*, over two decades in Australia. *Crop & Pasture Science* **69**: 20-29
- Varnier AL, Sanchez L, Vatsa P, Boudesocque L, Garcia-Brugger A, Rabenoelina F, Sorokin A, Renault JH, Kauffmann S, Pugin A, Clement C, Baillieul F, Dorey S. 2009. Bacterial rhamnolipids are novel MAMPs conferring resistance to *Botrytis cinerea* in grapevine. *Plant Cell Environ.* **32**:178-193
- Vašák J. et al. 2000. Řepka. *Agrospoj*, Praha. 322s
- Vošlajer Z, Havlíček M. 2019. Serenade® ASO - biologický přípravek pro široké spektrum plodin. Bayer s.r.o. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlina-pestovani/choroby/serenade-aso-biologicky-pripravek-pro-siroke-spektrum-plodin> (accessed March 2022)
- Walgenbach P. 2009. Serenade biofungicide (strain QST of *Bacillus subtilis*): a new tool for control of stem rot (*Sclerotinia sclerotiorum*) in Canola. *Phytopathology* **99**: S136
- Wan MG, Li GQ, Zhang JB, Jiang DH, Huang HC. 2008. Effect of volatile substances of *Streptomyces platensis* F-1 on control of plant fungal diseases. *Biological Control* **46**: 552–559
- Wang ZH, Li SX, Malhi S. 2007. Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **88**: 7-23
- West JS, Khabanda PD, Barbetti MJ, Fitt BDL. 2001. Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) on oilseed rape in Australia, Canada and Europe **50**:10-27
- Whipps JM, Gerlah M. 1992. Biology of *Coniothyrium munitans* and its potential for use in disease biocontrol. *Mycological Research* **96**:897-907

- Wiesler F, Behrens T, Horst WJ. 1999. Einfluß von Höhe, Zeitpunkt and form der Stickstoffdüngung sowie der Sorte auf die Ertragsbildung und die N-Flächenbilanz bei Winterraps. VDLUFA-Schriftenreihe **52**: 171—174
- Williams JR, Stelfox D. 1980. Influence od farming practices in Alberta on germination and apothecium production of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. CANadian Journal of Plant Pathology **2**: 169-172
- Winding A, Binnerup SJ, Pritchard H. 2004. Non-target effects of bacterial biological control agents suppressing root pathogenic fungi. FEMS Microbiol Ecol **47**: 129–141
- Winter M, Koopman B. 2016. Race spectra of *Leptosphaeria maculans*, the causal agent of blackleg disease of oilseed rape, in different geographic regions in northern Germany. European Journal of Plant Pathology **145**: 629-641
- Wu J, Yuan J, Raza W, Shen QR, Huang QW. 2014. Biocontrol traits and antagonistic potential of *Bacillus amyloliquefaciens* strain NJNJSB3 against *Sclerotinia sclerotiorum*, a causal agent of canola stem rot. Journal of Microbiology and Biotechnology **24**: 1327-1336
- Xu CY, Hou YP, Wang JX, Yang GF, Liang XY, Zhou MG. 2014. Activity of a novel strobilurin fungicide benzothiofostrobin against *Sclerotinia sclerotiorum*. Pesticide Biochemistry and Physiology **115**: 32-38
- Yamaguchi I, Fujimura M. 2005. Recent topics on action mechanisms of fungicides. Journal of Pesticide Science **30**: 67-74
- Yang L, Li GQ, Jiang DH, Huang HC. 2009. Water-assisted dissemination of conidia of the mycoparasite *Coniothyrium minitans* in soil. Biocontrol Science and Technology **19**: 779-796
- Yang R, Han YC, Li GQ, Jiang DH, Huang HC. 2007. Suppression of *Sclerotinia sclerotiorum* by antifungal substances produced by the the mycoparasite *Coniothyrium minitans*. European Journal of Plant Pathology **119**: 411-20
- Yu X, Li B, Fu YP et al. 2013. Extracellular transmission of a DNA mycovirus and it use as a natural fungicide. Proceedings of the National Academy od Sciences. USA **110**: 1452-1457
- Zeng LM, Zhang J, Han YC et al. 2014. Degradation of oxalic acid by the mycoparasite *Coniothyrium minitans* plays an important role in interacting with *Sclerotinia sclerotiorum*. Environmental Microbiology **16**: 2591-2610
- Zeng WT, Wang DC, Kirk W, Hao JJ. 2012a. Use of *Coniothyrium minitans* and other microorganisms for reducing *Sclerotinia sclerotiorum*. Biological Control **60**: 225-232
- Zhang X, Peng P, Kutcher R, Balesdent MH, Delourme R, Fernando DWG. 2016. Breakdown of Rlm3 resistance in the Brassica napus–*Leptosphaeria maculans* pathosystem in western Canada. European Journal of Plant Pathology **145**:659-674
- Zhang X, Sun X, Zhang G. 2003. Preliminary report on the monitoring of the resistance of *Sclerotinia libertinia* to carbendazim and its internal management. Journal od Pesticide Science Administration **24**: 18-22

Zukalová H, Bečka D, Vašák J. 2007. Kvalita ozimé řepky a její hospodářský význam.
Konference: Prosperující olejniny. Pages 71-74. Česká zemědělská univerzita. Praha.

9 Samostatné přílohy



Foto 1.: Fomové černání stonku Autor: Tereza Krmelová



Foto 2.: Bílá hniloba stonku Autor: Tereza Krmelová



Foto 3.: Nouzové dozrání způsobené komplexem hub.

Autor: Tereza Krmelová



Foto 4. a 5.: Hodnocení výskytu v porostu ve fázi zelených šušulí ve stanici Kujavy
Autor: Doc. Ing. Jan Kazda CSc.