

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Využití biologických přípravků při pěstování cibule

Bakalářská práce

Tereza Paťavová

**Zemědělství a rozvoj venkova
Faremní hospodaření**

doc. Ing. Jan Kazda, CSc.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Využití biologických přípravků při pěstování cibule" 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28.04.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Janu Kazdovi, CSc., za jeho podporu, cenné rady, vynikající vedení a pomoc během zpracování mé bakalářské práce. Děkuji rovněž společnosti Monas Technology za poskytnutí biologických přípravků, bez nichž by uskutečnění této práce nebylo možné.

Využití biologických přípravků při pěstování cibule

Souhrn

Bakalářská práce je zaměřena na biologickou ochranu. Téma biologické ochrany je důležité, jelikož přísná legislativa ohledně chemických pesticidů a společenský i politický tlak na odstranění, co nejvíce škodlivých látek z prodeje, ukazuje, že možnost použití pesticidů se bude do budoucna výrazně snižovat (Bleša 2019).

Jako modelový druh byla vybrána cibule kuchyňská (*Allium cepa*). Cibule bývá často napadána houbovými chorobami, které mají vliv na kvalitu, výnos a skladování cibulí.

Práce je zaměřena na 4 komerčně dostupné biologické přípravky. Tři přípravky od firmy Monas Technology, Fix-H+N, Kestom a Hirundo a přípravek Gliorex od firmy Fytovita. Byl sledován účinek přípravků na vitalitu porostu během vegetace a vliv na výnos cibule.

Maloparcelkový polní pokus byl prováděn na žluté a červené cibuli ze sazečky s různými variantami aplikace přípravků, včetně kontrolní skupiny. Hodnocení probíhalo průběžně během vegetace a při sklizni, kde byl zhodnocen celkový zdravotní stav rostlin a výnos. Celkem bylo vytvořeno 20 variant: Fix-H+N, Fix-H+N*, Hirundo, Hirundo*, Kestom, Kestom*, Gliorex, Gliorex*, neošetřená kontrola, neošetřená kontrola*. Hvězdička označuje parcely, na kterých byl jako předplodina pěstován česnek. Těchto deset variant bylo použito na cibuli žlutou i červenou.

Hodnocení pokusu probíhalo ve 2 termínech. První termín proběhl během vegetace a druhý před sklizní. Hodnotil se počet malých nebo nevzešlých cibulí. Sklizeň proběhla na konci července. Po sklizni se cibule nechala zaschnout, očistila se a zvážily se jednotlivě všechny sklizené cibule. Všechny výsledky byly zaznamenány do tabulek, graficky znázorněny a také statisticky zpracovány.

Výsledky pokusu nepotvrzují účinnost biologických přípravků. První kontrola ukázala, že u červené cibule byl nejlepší stav rostlin se 4 malými nebo nevzešlými cibulemi na parcele kontroly*, kde nebyl použit žádný postřik a kde se v minulém roce pěstoval česnek. U cibule žluté byl nejlepší stav rostlin na parcele, kde byl použit přípravek Hirundo a to 17 malých nebo nevzešlých cibulí. Při druhé kontrole byla zjištěna u červené cibule nejlepší kondice porostu na parcele s použitým přípravkem Kestom* a kontrola*, na kterých nebyla žádná malá nebo nevzešlá cibule. U cibule žluté nejlépe dopadla parcela kontroly* s předplodinou česnek, na které byla pouze jedna malá nebo nevzešlá cibule. Po porovnání první a druhé kontroly bylo zjištěno, že v průběhu vegetace byl porost v horším stavu než před sklizní.

Z hlediska výnosů výsledky naznačují, že přípravky měli na výnosy cibule spíše negativní vliv. Jako jediný přípravek Fix-H+N* s předplodinou česnek dosáhl vyššího výnosu než parcela kontroly v porostu červené cibule (12344 g). Tento výsledek však nebyl statisticky průkazný. V porostu žluté cibule největšího výnosu dosáhla parcela kontroly*, o 13,5 % méně než nejvyšší výnos u cibule červené. Celkově žlutá cibule dosahovala nižších výnosů než cibule červená. Ve výnosech také hrála roli použitá předplodina. U několika postřiků byl statisticky dokázán vyšší výnos cibule na parcelách, kde byl v minulém roce pěstován česnek. Například u červené cibule činil rozdíl ve výnosu 68,4 % mezi parcelami s použitým přípravkem Fix-H+N* s předplodinou česnek a Fix-H+N s jinou předplodinou. U žluté cibule byl rozdíl mezi parcelami Fix-H+N* s předplodinou česnek a Fix-H+N s jinou předplodinou 55,4 %.

Klíčová slova: zelenina, cibule, biologická ochrana, choroby cibule, biostimulace

Application of biological preparations in onion cultivation

Summary

The bachelor thesis is focused on biological protection. The topic of biological control is important, because the strict legislation, regarding chemical pesticides and the social and political pressure to remove as many harmful substances as possible from sale shows that the possibility of using pesticides will be significantly reduced in the future (Bleša 2019).

As a model species was chosen onion (*Allium cepa*). Onions are frequently attacked by fungal diseases that affect the quality, yield and storage of onions.

The work focuses on 4 commercially available biological products. Three products from Monas Technology, Fix-H+N, Kestom and Hirundo and Gliorex from Fytovita. The effect of the products on the health of the crop during the growing season and the effect on onion yield was investigated.

A small-plot field experiment was conducted on yellow and red onion with different variants of product application, including a control group. Evaluation was continuous during the growing season and at harvest to assess overall plant health and yield. A total of 20 variants were tested: Fix-H+N, Fix-H+N*, Hirundo, Hirundo*, Kestom, Kestom*, Gliorex, Gliorex*, untreated control, untreated control*. The asterisk indicates plots where garlic was grown as a pre-crop. These ten variants were used for both yellow and red onions.

The trial was evaluated on 2 dates. The first date took place during the growing season and the second before harvest. The number of onions in bad condition was evaluated. The harvest took place at the end of July. After harvesting, the onions were allowed to dry, cleaned and individually weighed. All results were tabulated, graphically represented and also statistically processed.

The experimental results do not confirm the efficacy of the biological products. The first check showed that for red onion, the best plant condition was with 4 small onions in the control* plot where no spray was applied and where garlic was grown the previous year. For yellow onions, the best plant condition was in the plot where Hirundo was applied with 17 small onions. In the second check, the best plant condition for red onions was found in the plot where Kestom* and control* were used and there were no onions in bad condition. For yellow onions, the best performing plot was the control* with garlic as pre-crop, which had only one small onion. After comparing the first and second control, it was found that the crop was in worse condition during the growing season than before harvest.

In terms of yield, the results suggest that the preparations had a rather negative effect on onion yields. Fix-H+N* was the only formulation with a garlic pre-crop that achieved a higher yield than the control plot in the red onion stand (12344 g). However, this result was not statistically conclusive. In the yellow onion crop, the control* plot achieved the highest yield, 13,5 % less than the highest yield in red onion. Overall, yellow onion yielded less than red onion. The pre-crop also played a role in yields. In several sprays, statistically higher

yields of onions were found in plots, where garlic had been grown in the previous year. For example, for red onions, the difference in yield was 68,4 % between plots using Fix-H+N* with a garlic pre-crop and Fix-H+N with a different pre-crop. For yellow onions, the difference between plots of Fix-H+N* with garlic pre-crop and Fix-H+N with other pre-crop was 55,4 %.

Keywords: vegetables, onions, biological control, onion diseases, biostimulation

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce.....	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Zelinařství v České republice.....	10
3.1.1	Pěstování cibule ve světě.....	11
3.2	Cibule kuchyňská.....	11
3.2.1	Agrotechnika cibule kuchyňské.....	11
3.2.2	Škůdci cibule.....	14
3.2.3	Choroby cibule.....	18
3.3	Biologická ochrana.....	21
3.3.1	Přípravky biologické ochrany.....	23
4	Metodika.....	26
4.1	Použitá sadba.....	26
4.2	Použité přípravky.....	26
4.3	Průběh pokusu.....	26
5	Výsledky.....	28
5.1	Hodnocení porostu.....	28
5.2	Hodnocení – Celkové výnosy jednotlivých parcel.....	29
5.3	Statistické vyhodnocení.....	31
5.3.1	Červená cibule.....	31
5.3.2	Žlutá cibule.....	32
5.4	Shrnutí výsledků.....	33
6	Diskuze.....	34
6.1	Pokusy s přípravky biologické ochrany.....	34
6.2	Pokusy přípravků firmy Monas technology.....	36
7	Závěr.....	38
8	Literatura.....	39
9	Samostatné přílohy.....	I

1 Úvod

Rostlinné patogeny včetně hub, bakterií, virů a hádátek způsobují na celém světě vážné ztráty nebo poškození plodin a významně snižují kvalitu a množství zemědělských komodit. V boji proti chorobám rostlin se používají různé metody, strategie a přístupy. Ty zahrnují vývoj rezistentních odrůd prostřednictvím šlechtění rostlin, geneticky modifikovaných rostlin, používání agrochemikálií, fyzikálních metod, správné agronomické postupy a aplikace přípravků biologické ochrany (Thambugala et al. 2020).

Výzvou, kterou je také třeba řešit, je nasycení přibližně 9 miliard lidí do roku 2050. V této souvislosti je jedním z hlavních problémů rozšíření kapacit výroby potravin, včetně potravin získaných z rostlin, při současném zachování životního prostředí. V současné době se státy snaží rozšířit produkci potravin, aby uspokojily své potřeby. Zvýšení produkce dané plodiny je často spojeno se zdokonalováním pěstitelských technik, zejména s používáním produktivnějších kultivarů s odolností vůči hlavním chorobám (Lahlali et al. 2022).

Vstupy agrochemikálií do zemědělství významně přispěly k velkolepému zlepšení produktivity a kvality plodin za posledních 100 let. Znečištění životního prostředí způsobené nadměrným používáním a zneužíváním agrochemikálií, stejně jako vyvolávání strachu ze strany některých odpůrců pesticidů, však vedlo ke značným změnám v postoji lidí k používání pesticidů v zemědělství. V současné době existují přísné předpisy týkající se používání chemických pesticidů a existuje politický tlak na stažení nejnebezpečnějších chemických látek z trhu (Pal & McSpadden Gardener 2006). Poukazuje se také na nedostatek alternativ, které by snížily závislost zemědělského sektoru na pesticidech. V této souvislosti se jeví jako zásadní prohloubit naše znalosti o biologické ochraně, aby se zlepšilo její využití a účinnost. Z těchto důvodů výzkum dobře postupuje směrem k perspektivě biologické ochrany založené na aplikaci mikroorganismů, která by se mohla přidat k ostatním způsobům ochrany a vytvořit tak silnou strategii boje proti chorobám rostlin (Lahlali et al. 2022).

Někteří výzkumní pracovníci v oblasti ochrany rostlin proto zaměřili své úsilí na vývoj alternativních vstupů k syntetickým chemickým látkám pro boj se škůdci a chorobami. Mezi tyto alternativy patří biologická ochrana (Pal & McSpadden Gardener 2006). Biologická ochrana škůdců a patogenů spočívá ve využití jejich přirozených nepřátel k regulaci populace. Toho lze dosáhnout podporou přirozeného výskytu prospěšných organismů na určitém stanovišti nebo pomocí introdukce nepůvodních druhů. Součástí biologické ochrany může být také využití mikroorganismů nepatogenních, inkompatibilních nebo avirulentních (Bleša 2019).

Tato práce se zabývá pěstováním cibule kuchyňské. Rešeršní část práce stručně popisuje cibuli kuchyňskou, její agrotechniku, choroby a škůdce. Dále rozebírá biologickou ochranu zaměřenou především na houbové choroby. V experimentální části je testována účinnost biologických přípravků na bázi živých mikroorganismů při pěstování cibule kuchyňské.

2 Cíl práce

Hypotéza: Biologické přípravky na bázi bakterií a hub sníží výskyt houbových chorob a zvýší výnos cibule kuchyňské.

Cíl práce: Ověřit účinnost komerčně dostupných biologických přípravků na bázi bakterií a hub aplikovaných při sázení sazečky cibule a během vegetace na snížení výskytu houbových chorob cibule a zvýšení výnosu.

3 Literární rešerše

3.1 Zelinářství v České republice

Situace v zelinářství byla ovlivňována v letech 2022 a 2023 kovidovou pandemií z předchozích let, válečným konfliktem na Ukrajině, energetickou krizí, inflací, a především jejich dopady na růst nákladů nejen v zemědělství, také na kupní sílu spotřebitelů a na trh se zemědělskými produkty. Pro zelinářské provozy byl limitující především vývoj cen energií, které jsou zásadní pro provoz závlah, skladů a krytých ploch, dále cen pohonných hmot, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin, nárůst nákladů na práci, a především nedostatek kvalifikované pracovní síly a sezónních pracovníků.

Počasí pro zeleninu se vyvíjelo poměrně příznivě, ačkoli s lokálními výkyvy. I přes několik období obtížného počasí, nedošlo k žádným výrazným extrémům, které by měly kritické dopady na celou republiku. Začátek jara byl příznivý, ale březen a duben přinesly nízké teploty a časté deště po celém území, což zkomplikovalo jarní práce a brzdilo rané výsevy a výsadby. V červnu se počasí změnilo na horké a suché, což způsobilo stres rostlinám a zvýšený tlak škůdců. Některé oblasti postihly bouřky s krupobitím, které poškodily porosty. Období horka a sucha koncem července a začátkem srpna bylo následováno obdobím vydatných srážek, což komplikovalo sklizňové práce a mělo negativní vliv na kvalitu sklizené zeleniny. Naopak, podzimní období bylo výjimečně teplé, což přispělo k dobrému vývoji a sklizni podzimních plodin a prodloužilo sezónu letní zeleniny.

Tržby za produkci tržní zeleniny vzrostly o mírných 2,4 % ve srovnání s předchozím rokem, čímž dosáhly hodnoty 2,55 miliardy Kč. Zvláště významný nárůst tržeb byl zaznamenán u cibule, hrášku, hlávkové kapusty, okurek nakládaček, paprik, póru a salátů. Tento růst byl podpořen vyššími sklizněmi některých druhů zeleniny ve srovnání s rokem 2021. Celkový výsledek finančně nepříznivě dopadl na některé pěstitele zeleniny. Během většiny sezóny se jim nepodařilo kompenzovat rostoucí náklady v cenách, za které svou produkci prodávali. Teprve ke konci roku došlo k mírnému zvýšení cen z důvodu nedostatku některých druhů zeleniny na celoevropském trhu. Vzhledem k nadbytku zeleniny na evropském trhu zůstaly, ale ceny na domácím trhu po většinu sezóny velmi nízké. Do České republiky proudila zelenina z jiných zemí za nízké ceny. Tyto podmínky jsou důsledkem nerovných podmínek v jednotlivých členských zemích, rozdílné podpory zelinářského sektoru i chování obchodních řetězců.

Výsevy ozimé cibule zažily příznivé podmínky a dobře přezimovaly díky mírné zimě. Nicméně, na jaře a v létě byly výrazně postiženy houbovými a plísňovými chorobami, a kvalita cibule často trpěla při sušení na poli v horkém počasí. Výnosy se lišily podle regionu, někde byly nadprůměrné, jinde podprůměrné. Výsevy ozimé cibule v srpnu musely být zavlažovány kvůli nedostatku srážek. Některé pozdější výsevy jarní cibule byly ovlivněny chladným a vlhkým jarem. V horkém létě byly rostliny silně napadeny hmyzem a trpěly plísňovými chorobami. Výnosy a kvalita cibule se výrazně lišily regionálně. Pěstitelé

zaznamenali menší napadení plísní cibulovou, v některých lokalitách byly porosty cibule silně napadeny savým hmyzem, především třásněnkami (Buchtová 2023).

3.1.1 Pěstování cibule ve světě

Celosvětová produkce cibule se za posledních 10 let zvýšila nejméně o 25 % a v současné době dosahuje přibližně 44 milionů tun, což z ní činí druhou nejdůležitější zahradnickou plodinu po rajčatech. Díky svým skladovacím vlastnostem a trvanlivosti při přepravě byla cibule vždy předmětem širšího obchodu než většina zeleniny. Cibule je univerzální a často se používá jako přísada do mnoha pokrmů a je přijímána téměř všemi tradicemi a kulturami. Spotřeba cibule výrazně stoupá zejména v USA, a to částečně díky intenzivní propagaci, která spojuje chuť a zdraví (Griffiths et al. 2002).

3.2 Cibule kuchyňská

Cibule je rostlina stepního charakteru, a proto jsou pro ni vhodná spíše stanoviště teplá a otevřená. Ve vlhkém prostředí trpí houbovými chorobami (Petříková & Hlušek 2012). Nejlépe prosperuje na půdách středně těžkých s vysokým obsahem humusu, strukturních a vododržných. Vyžaduje 250–300 mm srážek za vegetaci (Malý 1998). Díky velké sací síle kořenového systému obvykle netrpí nedostatkem vody (Petříková & Hlušek 2012). Důležité je větší množství vody ihned po výsevu a v období intenzivního růstu a nalévání cibulí na přelomu června a července. Naopak nevhodné jsou pro cibuli půdy slévací, těžké v lokalitách s chladným koncem léta. Nepříznivé je také prostředí se silnou větrnou erozí, zvláště na jaře (Malý 1998).

3.2.1 Agrotechnika cibule kuchyňské

Cibule nesnáší přímé hnojení organickými hnojivy, které způsobují zvýšený růst nadzemní části na úkor růstu cibule, a proto se v osevním postupu zařazuje do druhé až třetí trati. Nejlepší předplodinou jsou obiloviny. Vhodné jsou, ale také košťáloviny, lusková a plodová zelenina a cukrovka. Nevhodnou předplodinou jsou brambory, kvůli následnému zaplevelení. Také by se měli vybírat pozemky, na kterých není problém s výskytem obtížně hubitelných plevelů (Malý & Petříková 2000). Po sobě by se cibule měla zařazovat nejdříve po pěti letech (Petříková & Hlušek 2012).

Potřeba hnojení se řídí zásobou v půdě. Cibule je, ale plodinou náročnou na živiny a na tvorbu jedné tuny výnosu odčerpá 2,67 kg N, 0,67 kg P, 3,3 kg K, 1,67 kg Ca, 0,67 kg Mg a 0,71 kg S (Petříková & Hlušek 2012). Cibule také vyžaduje spíše lehce alkalickou půdní reakci (6,5 – 7,5 pH). Kyselé prostředí (pH pod 5,5) je pro růst a příjem živin nevhodné. Hnojení je také založeno na vývojové fázi cibule. V první fázi, při které probíhá růst a vývoj listů, převládá spotřeba dusíku. Ve fázi druhé při tvorbě cibule převládá spotřeba draslíku a fosforu, není tedy vhodné v tuto dobu hnojit plodinu dusíkem. Následkem je prodloužení vegetace, zhoršení skladovatelnosti a vyšší výskyt krkatosti. Hnojení dusíkem je vhodné provádět amonnou formou. Celková dávka dusíkatého hnojiva se rozdělí na tři termíny. První hnojení 40–50 % z celkové dávky by mělo proběhnout asi dva týdny před setím, poté 30–35 % z celkové dávky v termínu po vzejití cibule a třetím termínem je stádium 4 listů, při kterém je

vhodné použít 25 % hnojiva z celkové dávky. Tento způsob hnojení je vhodný při dobrých vláhových poměrech nebo v systémech pod závlahou. V případě sucha dusík začíná působit až po srážkách, a to často nastává v době tvorby cibule, kdy už zvýšený příjem dusíku není vhodný. Fosforečná a draselná hnojiva je vhodné aplikovat již na podzim v předcházejícím roce. Opožděná aplikace minerálních hnojiv může u cibule způsobit problémy při vzcházení, z důvodu citlivosti cibule na vysokou koncentraci soli (Malý & Petříková 2000). Hnojení draslíkem podporuje dozrávání a prodlužuje skladovatelnost. Cibule je, ale plodinou citlivou na chlór, a proto není vhodné ke hnojení používat draselnou sůl. Vhodnější je například síran draselný. Dalším důležitým prvkem ve výživě je hořčík. V případě nedostatku zásob v půdě vznikají fyziologické poruchy na nadzemní části a také snížení výnosu. Je vhodné přihnojení síranem hořečnatým nebo hořkou solí. Tyto hnojiva je možné rozpustit a použít jako postřik na list. V dnešní době je také vhodné přihnojení sírou (Malý 2003).

Nejobvyklejší postup pěstování cibule je pěstování z přímého výsevu na jaře (asi 75–80 % všech výsadeb cibule). Výsev musí být proveden včas, ale ne příliš brzy, do dobře připravené půdy. Výsevní řádek musí být pevný, aby se zajistilo kapilární zavlažování semen i v případě jarního sucha. Ideální je záhonový výsev přesným secím strojem do dvoj nebo tří řádkových pásů, které se umísťují na záhon o šířce 1,5 m (Malý 1998). Jednotlivé záhony jsou od sebe vzdáleny 0,5 m (Petříková & Hlušek 2012). Je zásadní použít pouze osivo s garantovanou klíčivostí minimálně 85 % (Malý 1998). Výsevní jednotka činí 250 000 semen, což je přibližně 1 kg osiva. Pro jarní výsev se sejí 4 výsevní jednotky, pokud je cibule určena pro zpracování používá se 3,5 výsevní jednotky. V závislosti na vzdálenosti řádků by měla být hustota porostu 70–100 rostlin/m². Není vhodné hustotu porostu zvyšovat či snižovat, jelikož v přehlušených porostech jsou cibule malé, a naopak v řídkých porostech se prodlužuje vegetace, snižuje se výnos a některé cibule mohou vykazovat příliš tlusté krčky. (Petříková & Hlušek 2012). Množství osiva je třeba zvyšovat jen v případě horšího stavu půdy nebo nižší biologické hodnoty osiva. Na půdách vyžadujících meziřádkovou kultivaci je stále možnost plošného výsevu s řádkovou vzdáleností 450 mm do dvojřádku nebo pomocí rozptylového sejícího stroje do pásků 60–80 mm. Hloubka výsevu by měla činit 20–30 mm. Sklizeň začíná v době, kdy je přibližně polovina natě rostlin polehlá. Je také možné seřezání natě před sklizní, ale mělo by to být spíše výjimečné a nedoporučuje se to především pro cibuli určenou k dlouhodobému skladování. Nejvhodnější je přirozené zatažení krčku po vyorávce při dosušení na záhoně. Vyorávka a sběr vyžadují precizní nastavení techniky, udržování čistoty dopravních pásů a cest a vhodnou regulaci pádových výšek. Cibule se nechávají 3–4 týdny dosušit venkovním vzduchem ve skladech. V případě vlhkého počasí a opožděné sklizně je účinné provést dosušení pomocí předehřátého vzduchu (30 °C). Výška naskladnění může dosáhnout u kvalitně předsušené cibule bez výskytu nečistot až 5 metrů. Při naskladňování do kovových kontejnerů je důležité pečlivě oddělit nečistoty a zajistit dokonalé uzavření kontejnerů. Po vysušení se cibule udržují v chlazených skladech. Ve ventilovaných skladech je nutné provádět noční větrání. Po vyskladnění probíhá třídění, balení a expedice (Malý 1998).

Další variantou pěstování cibule je pěstování k přezimování, což umožňuje rovnoměrnější zásobování v letních měsících. Vysévají se krátkodenní odrůdy do pečlivě připravené půdy. Vhodnou předplodinou jsou v tomto případě rané brambory, hrách, ale i sklizená obilovina, pokud je půda po ní dobře zpracovatelná. Z hlediska rizika ztrát během zimy se výsevek proti jaru zvýší o 20–25 %. Optimální termín výsevu je od 20.8. do 5.9. Příprava půdy a rovněž zásoba hnojiv je shodná s jarním výsevem. PK hnojiva by se měla aplikovat nejpozději 3 týdny před výsevem a je vhodné podzimní dávku N omezit na 20–30 % celkové potřeby. Na suchých stanovištích je nutná závlaha, podle situace a potřeby i

předseťová, po výsevu je vhodné použití mikropostřiku 5–7 mm v jedné závlahové dávce. Ošetření proti plevelům je nutné. Většinou i plečkování již v podzimním období. Přezimující plevely mohou způsobit problémy. Porost by měl být do zimy stejnoměrně urostlý, cibule na rozhraní půdy, tloušťka 5–7 mm, 5–6 pravých listů. Na jaře je nutné velmi brzy přihnojit porost dusíkem a provést ošetření proti plevelům, případně opakovanou mechanickou kultivaci. Část porostu se sklízí jako cibule lahůdková nebo se zkrácenou natí či zelenačka. V době vrcholícího růstu se doporučuje závlaha. Cibuli z přezimování je možné po usušení skladovat 3–6 měsíců. Vzhledem k riziku poškození během zimy, vysokým výrobním nákladům (o 18–25 % proti cibuli z jarního výsevu) a omezené skladovatelnosti by neměly plochy cibule k přezimování přesahovat 8–10 % ploch cibule tržního sektoru. V případě většího rozsahu pěstování a zároveň dobrého přezimování porostu mohou nastat obtíže s odbytem (Malý 1998).

Pěstování cibule ze sazečky je rozšířené především u menších pěstitelů. Výhodou je u této technologie ranější sklizeň a lepší konkurenceschopnost proti plevelům, naopak nevýhodou je snížená skladovatelnost cibule (Malý & Petříková 2000). Sazečka se sází brzy na jaře v množství 700–1200 kg/ha. Hlavním rozdílem při pěstování oproti cibuli z jarního výsevu je možnost aplikovat již před výsadbou 70 % z celkové dávky dusíku. Ostatní hnojení, výběr stanoviště a zpracování půdy se příliš neliší od cibule z jarních výsevů. K výsadbě se používají různé typy sazečů. Některé stroje nekladou důraz na přesnou vzdálenost ani orientaci apikální části nahoru. Modernější zahraniční typy sazečů umožňují precizní výsadbu na přesnou vzdálenost. Pěstování sazečky je založené na hustém jarním výsevu (120–150 kg/ha). Technologie pěstování se shoduje s klasickým pěstováním z jarního výsevu s výjimkou hnojení dusíkem. Dávkování musí být obezřetné především kvůli následnému skladování sazečky. Při sklizni se nejprve předsouší na poli a po sběru se dosouší v kontejnerech. Dále se čistí a třídí podle velikosti (Malý 1998). Vhodná velikost na sázení je 9–14 mm v průměru (Malý 2003). Podíl produkce cibule ze sazečky ve srovnání s celkovou plochou cibulovin je nízký a nepřesahuje 6–8 %. U menších pěstitelů je pěstování ze sazečky oblíbenější a dosahuje 70–80 %. Domácí produkce sazečky činí 1 500 - 1 800 tun ročně, zatímco dovozy se pohybují mezi 900 - 2 000 tunami ročně (Malý 1998).

Možné je také pěstovat cibuli z předpěstované sadby. Tato technologie se v 80. letech rozšířila ve Velké Británii. Výhodou této metody je až o 2 týdny ranější sklizeň, lepší kvalita sukníc a také lepší zpeněžení. Předpěstovává se 6 rostlin na jednu buňku sadbovače a vysazuje se 110 000 buněk na hektar. Z důvodu vysoké pracnosti a nákladovosti se tento způsob pěstování téměř nevyužívá (Malý 1998).

Cibule je úzkolistá rostlina a během vegetace tedy nezakryje celý povrch půdy. Z tohoto důvodu je velice důležité hlídat zaplevelení a včasné a účinně tento problém řešit. První ošetření se provádí preemergentě do 11 dnů po zasetí. Na stanovištích, kde se vyskytují vytrvalé plevely je možné použití totálního herbicidu. V dělené dávce je během vegetace možné herbicidy použít od fáze dvou pravých listů. Při postemergentní aplikaci je vhodné přidávat stimulant Atonik, který zmírňuje u rostlin stres spojený s použitím herbicidu. Možné je také použití registrovaných graminicidů na trávovité plevely ve všech vývojových fázích rostliny. Mechanická kultivace pomocí rotační plečky se využívala při starší technologii pěstování cibule. U všech systémů je, ale vhodné ruční pletí. Především dočištění od přerostlých plevelů (Petříková & Hlušek 2012).

Sklizeň cibule začíná, když je polovina až dvě třetiny nati polehlá. Nejvhodnější pro skladovatelnost je dosychání cibule i s natí. V některých případech, například na silně zaplevelených pozemcích se, ale doporučuje natí nejprve odstranit. K tomu možné použít

stroje jako například vrtulový odnařovač. Pro vyorávku je ideální mírně vlhká půda. Za suchého období dochází k tvorbě hrud a za přílišného vlhka nastává problém s oddělením zeminy od cibule. Vyorávka se provádí speciálními vyorávači a poté se cibule sype na pevnější povrch, kde lépe vysychá. Po dvou až třech týdnech nastává sběr, který se provádí speciálními sklízeči. Sklizeň ozimé cibule začíná většinou v červnu, probíhá ručně a ponechává se na ní zelená nať (Petříková 2006).

Cibule se skladuje ve skladech se zabudovanými větracími kanály, ve speciálních větratelných kontejnerech nebo dříve ve skladech se šikmými rošty. Důležité je skladování suché a zatažené cibule odděleně od jiných plodin. Při teplotě $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ se je cibule při manipulaci náchylná k poškození a při teplotách nižších než $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ nastává poškození fyziologické. Pro dlouhodobé skladování by teplota neměla překročit $3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ideální vzdušná vlhkost je 65–75 %. Celý proces dosoušení a zchlazení cibule je v moderních skladech automatizovaný (Petříková 2006).

3.2.2 Škůdci cibule

Háďátko zhoubné (*Ditylenchus dipsaci*)

Háďátko zhoubné je velice rozšířený karanténní škůdce cibulové zeleniny. Napadá, ale až 500 hostitelských druhů. Jeho škodlivost je velmi závažná, je schopno i likvidace celého porostu (Kocourek et al. 2022). Háďátko rostlinu napadá z půdy a proniká skrz průduchy, poranění nebo aktivně pomocí enzymů. Důsledkem toho jsou poškozené buňky v pletivech, která přestávají růst, praskají a deformují se. Nejvíce bývá napadeno podpůčí, čímž odumírají také kořeny. Poškozená pletiva jsou často napadána bakteriemi a houbami. V případě, že cibule začne hnit, háďátka tuto rostlinu opustí a začínají napadat okolní zdravé rostliny (Kazda et al. 2007). Nadzemní část bývá ztlustlá a popraskaná (Rod 2005). Dále také dochází ke zvlnění, zkadeření, zkřivení a zkroucení listů, lodyh a stonků. V některých případech se objevuje nadměrné odnožování či rašení vedlejších pupenů. Tyto příznaky mohou ukazovat na jiné choroby nebo škůdce a jediným znakem typickým pro háďátka bývají tmavé kruhy viditelné na řezu napadené cibule (Kocourek et al. 2022).

Háďátko může přezimovat ve skladovaných rostlinách, na rostlinných zbytcích nebo v půdě (Rod 2005). Přezimovává v anabiotickém stavu, do kterého může upadnout i za nepříznivých podmínek. Takto může neaktivní háďátko, které se nerozmnožuje a nepřímá potravu přežít i několik let. K obnovení životních funkcí stačí příznivá teplota a malé množství vody. Samice kladou vajíčka do prostředí, kde žijí. (Kazda et al. 2007). V rostlině se vyvíjí několik generací do roka. Starší jedinci často rostlinu opouštějí a vyhledávají nové hostitele. Životní cyklus začíná vývojem larev 1. stupně, který trvá 5 až $5\frac{1}{2}$ dní. Po této fázi jsou larvy schopny pohybu. Vzrostlá larva prvního stupně se svléká ve vajíčku. Inkubační doba larvy 2. stupně je při teplotě $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ sedm dní. Poté se larva 2. stupně vylíhne a za 2 až $2\frac{1}{2}$ dne se podruhé svlékne. Larva přechází do 3. stupně a po 3 až $3\frac{1}{2}$ dnech se opět svléká. Za dalších 4 až 5 dní se svléká po čtvrté larva 4. stupně. Z larev se stávají dospělci 9. až 11. den od vylíhnutí. Celý životní cyklus trvá při $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 19–23 dní, dospělci ale mohou na sazenicích cibule přežít 45–73 dní. V tomto období samice klade vajíčka, kterých může být až 500 (Kocourek et al. 2022).

Nejnebezpečnější bývá háďátko na těžkých půdách, při vyšší vlhkosti, střední teplotě a deštivém počasí (Rod et al. 2005). Při výskytu 10–20 jedinců na 1 kg půdy je způsobeno významné poškození na sadbě cibule a v případě výskytu nad 20 jedinců může docházet k úplnému zničení porostu. Jakýkoliv výskyt háďátek v sadbě by měl, ale vést k ozdravení

sadby či jejímu vyřazení. Preventivním opatření je tedy především použití zdravé sadby. Je možné sadbu ozdravit pomocí máčení v teplé vodě. Doba a teplota by měla být 30 až 45 minut při 28 °C, 20 minut při 49 °C a 10–20 minut při 18 až 22 °C. Při nedodržení doby či teploty vzniká riziko poškození sadby (Kocourek et al. 2022). Dalším preventivním opatřením je včasné odstranění a likvidace rostlin s viditelnými příznaky infekce. Vhodné je také přerušování pěstování cibulovin na pozemku po dobu pěti let. Přímá ochrana cibule před háďátkem je komplikovaná (Rod et al. 2005). K dnešnímu dni není registrovaný žádný chemický přípravek pro ochranu v cibuli (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024)

Třásněnka zahradní (*Thrips tabaci*), Třásněnka úzkohlavá (*Thrips angusticeps*)

Třásněnka zahradní je polyfágní a škodí tedy na širokém spektru plodin. Významné poškození působí například na brukvovité a cibulové zelenině, na okurkách, mrkvi a dalších plodinách. Třásněnka úzkohlavá je také polyfág, ale napadá spíše cibuloviny. Oba druhy jsou zařazeny do čeledi třásněnkovití (*Thripidae*) (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024). Dospělci i nymfy škodí na rostlinách vysáváním obsahu buněk z pletiv mezenchymu. Poškozené pletivo se poté naplňuje vzduchem, čímž vznikají především na mladých částech rostlin typické bílé, stříbrně lesklé, později žloutnoucí a zasychající skvrny (Kocourek et al. 2022). Ztrátou asimilační plochy dochází při silném výskytu ke zpomalení růstu a tím snížení výnosu (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024).

Vývoj třásněnky probíhá na rostlině. Dospělec většinou přezimuje na rostlině, v rostlinných zbytcích, v drnu či kompostu, ale může přežít i v povrchových vrstvách půdy (Rod 2005). Samice kladou vajíčka do rostlinných pletiv. Vývoj probíhá přes vajíčko, dvě pohyblivá nymfální stádia podobná imagu, prepupální a jedno až dvou pupální až k okřídleným dospělcům. Po vylíhnutí se nymfy drží v paždí listů, a proto jsou těžko zasažitelné insekticidy. Také klidové stádium nymf se skrývá v listových pochvách, přízemních částech rostlin nebo v půdě. První generace se objevuje v červnu a červenci na různých rostlinách, včetně plevelů. Třásněnka zahradní mívá na cibulovinách 3 až 4 generace za rok, s maximálním výskytem nymf v paždí nejmladších listů cibule. Dospělci i nymfy přezimují často na hostitelských rostlinách jako je ozimá cibule nebo pór. Samice klade během života 25–200 vajíček a celý vývoj třásněnky trvá 20 až 30 dnů (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024).

Jako preventivní ochrana je důležité včasné zapracování posklizňových zbytků. Také se doporučuje nevysévat jarní cibuli v blízkosti cibule ozimé kvůli přezimujícím třásněnkám. Přímá chemická ochrana je cílená na dospělé. Při výskytu vajíček a nymf je již účinnost ochrany snížena. Důležité je nepřipustit namnožení populace na vysoký stupeň, kdy jsou příznaky poškození velmi významné. Poté je již obtížné jejich populaci zredukovat. Negativní vliv na množení má závlaha postřikem. V porostu ozimé cibule je vhodné provést ošetření již na podzim a poté na jaře v průběhu května nejlépe dříve, než samice nakladou vajíčka. Tato jarní aplikace se provádí obdobně i u cibule z jarního výsevu. Významné je také použití přípravků, které jsou selektivní k přirozeným nepřítelům třásněnek. To jsou například dravé třásněnky z rodu *Aeolothrips*, ploštičky z rodu *Geocoris*, hladěnky z rodu *Orius* anebo larvy zlatooček z rodu *Chrysoperla* (Kocourek et al. 2022). Do cibule jsou registrované přípravky s účinnou látkou spinosad, cyantraniliprol a spirotetramat (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024).

Květilka cibulová (*Delia antiqua*)

Květilka se vyvíjí na všech druzích cibulové zeleniny a planě rostoucích druzích z čeledi amarylkovitých. Škodí larvy květilky, a to především na cibuli z pozdních výsevů nebo z výsadby. Lavry přenášejí bakterie, kterými infikují rostliny proniknutím do pletiv. Bakterie poté začnou rozkládat pletiva a vytvářet tím podmínky pro sání larev. Takto napadené rostliny následně vadnou a hynou. Cibule a krček odumírající rostliny zahnívá. Cibuli kuchyňské nejvíce škodí larvy 1. generace na přelomu května a června (Kocourek et al. 2022).

V jednom roce má květilka 2 až 3 generace. Přezimuje v půdě v podobě kukly. Začátkem května se začínají líhnout dospělci, kteří se živí nektarem na květech. Po spáření samice kladou vajíčka na báze rostlin, na půdu či mělce do půdy v blízkosti rostlin. Jedna larva může poškodit i více mladých rostlin. Larvy se kuklí v půdě a v červnu až červenci vylétají dospělci 2. generace. Larvy květilky druhé generace škodí na vzrostlých cibulích, které důsledkem napadení hnijí. Kuklí se v půdě nebo mezi šupinami napadených cibulí a poté vylétají dospělci neúplné 3. generace, kteří kladou vajíčka na nesklizené zbytky.

Jako preventivní opatření je vhodné dodržovat včasné výsevy nebo výsadby cibule a také včasná zaorávka posklizňových zbytků (Kocourek et al. 2022). Populace květilky je efektivně kontrolována parazitoidem *Trybliographa rapae*, drabčikem *Aleochara bilineata* a dalším parazitoidem *Aphaereta minutus*. Lavry také mohou být napadány různými entomopatogenními houbami nebo nematody (Rod et al. 2005). Pro chemickou ochranu jsou registrovány insekticidy s účinnou látkou acetamiprid, cyantraniliprol a tefluthrin (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024).

Chřestovníček cibulový (*Lilioceris merdigera*)

Červený brouk, který způsobuje škody na cibuli, česneku, chřestu a dalších cibulovinách. Škodí také oligopodní larvy s černou hlavou, které se pokrývají vrstvou slizovitého trusu. Mladé larvy skeletují listy, zatím co starší poškozují žírem celý list. Dospělci na listech okénkují nebo poškozují listy bočním žírem (Kocourek et al. 2022).

Chřestovníček má v roce dvě generace. První škodí na česneku a druhá na cibuli a pažitce. Brouci naletují na rostliny již od dubna. Po úživném žíru je samice schopna naklásť až 250 vajíček. Vajíčka jsou oválná, červená asi 1 mm velká. Po vylíhnutí larvy vyžirají do listů okénka. Kuklí se v půdě. Druhá generace brouků se líhne na přelomu června a července a poté se kuklí v červenci a srpnu. Koncem léta se líhnou brouci, kteří již v tomto roce z půdy nevyklézají (Kocourek et al. 2022).

Jako preventivní opatření se doporučuje hluboká orba. Chemická ochrana by se měla kontaktními insekticidy nejlépe před naklazením vajíček či po vylíhnutí larev. V dnešní době však není proti chřestovníčkovi žádný povolený insekticid (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024).

Vrtalka pórová (*Phytomyza gymnostoma*)

Vrtalka je hmyz z řádu dvoukřídlí, který škodí zejména na póru, ozimé cibuli, jarní cibuli pěstované ze sazečky, česneku a okrasných cibulovinách. Jarní cibule z přímého výsevu nebývá napadána (Kocourek et al. 2022). Dospělci jsou asi 4 mm velcí, šedě zbarvení se světlou hlavou a oranžově žlutými tykadly (Rod 2005). Úživným žírem způsobují typické bílé korálkovité vpichy podél okrajů listů, zejména na jejich špičkách (Kocourek et al. 2022). Larvy jsou protáhlé, běložluté, 5 až 8 mm dlouhé (Kazda et al. 2007). Způsobují příčné a podélné miny mezi suknicemi cibule a na rozhraní nadzemní a podzemní části rostliny. Takto napadené rostliny jsou deformované a cibule praskají, za vlhka zahnívají (Rod et al. 2005).

Během jednoho roku vytvářejí dvě generace. V dubnu a květnu létají dospělci 1. generace, v srpnu a září dospělci 2. generace (Kocourek et al. 2022). Jarní generace napadá především porosty sázené či seté v předchozím roce (Rod 2005). Samice klade 3–15 vajíček do bází listů. Larvy se kuklí v rostlinách a při sklizni vypadávají do půdy, kde jako pupária přezimují. Na cibulovinách mohou škodit i další méně hojné druhy vrtalek, jako například vrtalka cibulová (*Liriomyza cepae*) (Kocourek et al. 2022).

Preventivním opatřením je především hluboká orba s dobrým zapravením posklizňových zbytků. Možné je také snížení napadení zakrytím netkanou textilií. Chemická ochrana je cílená na dospělé v období od poloviny dubna do poloviny května nebo v průběhu září až října. Registrovaným přípravkem je v tuto chvíli insekticid s účinnou látkou deltametrin (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024).

Krytonosec cibulový (*Ceutorrhynchus suturalis*)

Škody působí jen lokálně na cibuli nebo česneku. Larvy vykusují v listech chodbičky, které jsou zvenčí patrné jako podélné bílé pruhy. Dospělci škodí žírem na listech (Kocourek et al. 2022).

Během roku vytvářejí pouze jednu generaci. Po zimě se brouci objevují na začátku května. Samice kladou vajíčka do horních částí listů (Kocourek et al. 2022). Larvy jsou rohličkovité, asi 4 mm dlouhé. Kuklí se v půdě a líhnou se v srpnu. Brouci po krátkém žíru na rostlinách zalézají do úkrytů, kde přezimují (Rod 2005).

Preventivním opatřením je nepěstovat cibuli v blízkosti pozemků, které byly napadeny krytonosem. Chemická ochrana se provádí kontaktními insekticidy nejlépe před vykladením vajíček (Kocourek et al. 2022).

Houbomilka česneková (*Suillia univittata*)

Škody způsobují larvy na česneku, cibuli a póru (Kocourek et al. 2022). V jedné rostlině se objevuje jen jedna larva, která vyžírá báze listů. Listy se kroutí a vadnou. Vzniká riziko sekundárního napadení bakteriózami a houbovými patogeny (Rod et al. 2005). Rostlina nevytváří cibule (Kazda 2003).

Houbomilka vytváří jednu generaci za rok. Od února do dubna klade samice vajíčka, vždy jen jedno na rostlinu. Larvy vyžírají báze listů a často se dostávají až k vegetačnímu vrcholu (Kocourek et al. 2022). Napadeny mohou být i rostliny, které dosud nezešly (Rod et al. 2005). Larvy se kuklí v blízkosti rostlin v půdě. Dospělci se líhnou v květnu. Přezimovávají na ozimém česneku nebo nesklizených zbytcích.

Houbomilce je důležité předcházet především při pěstování česneku. Při výskytu v porostech cibule je možné použití kontaktních insekticidů před vykladením vajíček (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024).

Molík česnekový (*Acrolepiopsis assectella*)

Škodí na cibuli, česneku, póru a dalších cibulovinách. Problémem může být především na cibuli pěstované na semeno, u které housenky vyžírají květy (Kocourek et al. 2022). Housenky škodí žírem, čímž snižují asimilační plochu rostlin a tržně je znehodnocují. Sekundárně je zde riziko infekce, které způsobuje zahnívání srdéček rostlin.

Během roku má 2–3 generace. Dospělci první generace se vyskytují v květnu, 2. generace v červenci a třetí v teplých letech v září. Létají v noci. Samice kladou až 100 světlých vajíček, která před vylíhnutím tmavnou. Klade je jednotlivě na spodní stranu listů. Housenky jsou šedo zelené a mají žlutohnědou hlavu. Housenky procházejí šesti instary a

poté se kuklí na rostlinách v síťovém zámotku. Motýli 2. a 3. generace většinou vyhledávají ukryté k přezimování (Kocourek et al. 2022).

Preventivním opatřením je hluboká orba a likvidace posklizňových zbytků (Kocourek et al. 2022). Vhodné je také pěstování cibulovin, co nejdále od loňských ploch (Rod et al. 2005). Housenky parazituje několik druhů lumků, drabčící, střevlíci, zlatoočky, pavouci a další. Chemická ochrana se provádí kontaktními insekticidy proti líhnoucím se housenkám. Na již vylíhlé housenky schované uvnitř listů je třeba požit systémové přípravky (Kocourek et al. 2022). Registrované insekticidy, které je možné použít jsou na bázi acetamipridu, deltamethrinu nebo také *Bacillus thuringiensis* (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024).

3.2.3 Choroby cibule

Fuzariová hniloba česnekovitých (*Fusarium oxysporum f. sp. cepae*, *F. solani*)

Choroba je celosvětově rozšířená a napadá cibuli kuchyňskou, cibuli šalotku, cibuli zimní, pažitku a česnek kuchyňský (Kocourek et al. 2022). Úhyn mladých semenáčků je nejčastěji způsoben touto chorobou. U starších rostlin způsobuje červenání a hnilobu kořenů, která se postupně rozšiřuje do podpučí, ze kterého poté přerůstá na cibule. Hniloba je doprovázena tvorbou bílého až slabě růžového, vatovitého mycelia (Rod et al. 2005). Na nadzemních částech rostlin se objevuje intenzivnější zasychání špiček listů, které je možné zaměnit s jinými chorobami, dále žloutnutí listů, zpomalený nebo zastavený růst až celkový úhyn. V případě, že byla rostlina napadena až ke konci vegetace nebo nebyly pro rozvoj vhodné podmínky se hniloba může projevit až v průběhu skladování (Kocourek et al. 2022). Vždy jsou, ale rostliny infikovány již na poli (Rod 2005).

V závislosti na klimatických podmínkách se choroba objevuje ve větším rozsahu jen v některých letech nebo jen v některých lokalitách. Ve formě chlamydospor může v půdě přežít i několik let. Zdrojem infekce může být sadba, na které nejsou viditelné příznaky. Do rostlin proniká skrze kořeny nebo mechanická poranění. Choroba bývá podpořena těžkou, vlhkou a teplou půdou, nevhodnou závlahou a poškozením cibulí škůdci (např. drátovci nebo květilkou cibulovou) (Kocourek et al. 2022).

Nepřímou ochranou je především včasná a důkladná likvidace posklizňových zbytků, odstup mezi pěstováním hostitelských rostlin na stejném stanovišti minimálně 4 roky a také použití zdravé sadby. Žádné chemické přípravky na tuto chorobu nejsou registrovány. (Rod 2005).

Plíseň cibule (*Peronospora destructor*)

Hostitelskými rostlinami jsou především cibule kuchyňská, cibule šalotka a cibule zimní. Napadá, ale i pažitku a některé další druhy rodu *Allium* (Rod 2005). Nikdy nebyla zjištěna na póru a česneku kuchyňském (Kocourek et al. 2022). Plíseň cibule je celosvětově velice obávanou chorobou, jelikož je schopna v poměrně krátké době napadnout rozsáhlé plochy a způsobit značné škody (Petříková & Hlušek 2012). Jako první příznaky vznikají na listech nápadné světlé, později žlutavé skvrny. Ty se postupně zvětšují a splývají. Za vlhkého počasí se začínají pokrývat šedavým povlakem sporulující houby (Kocourek et al. 2022). Povlak se může objevovat i bez předchozí tvorby světlých skvrn na listech. Napadené listy postupně zasychají a odumírají (Kazda 2003). Nekrotická místa jsou sekundárně pokrývána tmavými, sametovými povlaky saprofytických černí (např. *Cladosporium herbarum*). Dochází k výrazné redukci asimilační plochy, cibule jsou z tohoto důvodu malé, nevyzrálé a špatně

skladovatelné (Kocourek et al. 2022). Rostliny napadeny systémovou infekcí jsou zkroucené, zakrslé, celé pokryté šedavým povlakem a poměrně brzy hynou (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024).

Patogen přezimuje ve formě mycelia v napadených cibulích, které neprojevují žádné příznaky. Například v sazečce, semenných matkách nebo šalotce, z nichž vyrůstají rostliny se systémovou infekcí. Z takto napadených rostlin se poté šíří patogen větrem a sekundárně napadá další rostliny. Zdrojem infekce mohou být také posklizňové zbytky, není vyloučen ani přenos choroby semenem (Rod 2005). Závažným zdrojem infekce je v poslední době cibule ozimá. Inkubační doba choroby je 10 až 20 dní, a proto rostliny napadené sekundární infekcí poměrně dlouho neprojevují žádné příznaky. K tvorbě výtrusů dochází především v noci a následující ráno nebo dopoledne nastává infekce. K infekci může dojít také až následující noc. Výtrusy jsou životaschopné tři dny, po uvolnění od sporangioforů se, ale životnost zkracuje jen na tři hodiny. Vzdušnými proudy se poté dostávají na okolní rostliny, kde klíčí a houba se přes průduchy dostává do pletiv. Vhodné podmínky pro šíření choroby jsou především chladné noci se silnou rosou a teplé dny se zataženou oblohou. Životní cyklus se během příznivých let může opakovat až pětkrát. V našich podmínkách je škoda způsobená plísní cibulovou 10 až 15 % výnosu, ale v letech příznivých pro vývoj této choroby mohou být ztráty na výnosu vyšší než 30 % (Kocourek et al. 2022).

Základem ochrany jsou preventivní opatření, mezi které patří správná likvidace posklizňových zbytků, řidší výsev a výsadba. Důležitá je také volba ploch pro pěstování. Vhodná jsou pole, která jsou bezprostředně po východu slunce osluněná, naopak nikdy by se neměla cibule sázet na místa v blízkosti vodních toků nebo do stínů stromů či budov. Výhodné je také orientovat řádky ve směru východ – západ. Je důležitá také prostorová izolace porostů, především ozimých a jarních (Rod 2005). Zavlažovat je vhodné ráno a v druhé polovině vegetace závlahu výrazně snížit (Kocourek et al. 2022).

Při chemické ochraně lze využít postřiky s účinnými látkami: azoxistrobin, oxathiapiprolin, fluopikolid + propamokarb-hydrochlorid, hydroxid měďnatý, ametoktradin, boskalid + pyraklostrobin nebo fosfáty draselné (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024). U kontaktních přípravků je důležité, aby byla zasažena celá plocha listů a vzhledem k voskovému povrchu je vhodné přidat k postřiku smáčedlo. Ošetření se provádí většinou od června a podle potřeby opakují až do fyziologické zralosti natě. U ozimé cibule je doporučen první postřik již koncem září a další jarní na přelomu března a dubna. U cibule pěstované ze sazečky se první ošetření doporučuje v době, kdy rostliny dosáhly výšky 15–20 cm (Kocourek et al. 2022).

Krčková hniloba cibule (*Botrytis allii*)

Jedná se o celosvětově rozšířenou a také nejčastěji vyskytující se skládkovou chorobu, která napadá cibuli kuchyňskou a šalotku. Projevuje se až v průběhu skladování nebo zcela výjimečně za dlouhodobého deštivého počasí koncem sklizně (Rod 2005). Tato choroba způsobuje, že cibule směrem od krčku k podpučí měknou a hnijí. Na podélně rozřízné cibuli je viditelné zbarvení suknic dohněda nebo došeda. Povrch napadených cibulí se později pokrývá hnědošedým povlakem sporulující houby, na kterém se mohou vytvářet sklerocia (tvrdá, černá tělíška) (Kocourek et al. 2022). Napadené cibule podle podmínek mumifikují nebo podléhají mokré hnilobě. Za sucha probíhá mumifikace, zatím co za vlhka mokrá hniloba. Je také možné, že infekce pronikne do cibule mechanicky poškozeným místem. V takovém případě se hniloba nemusí šířit od krčku, ale od místa poškození. Velkým problémem je tato choroba také u semenných porostů, kde dochází k hnilobě květních

stvolů, květenství a jednotlivých květů. Především dochází k přerůstání infekce do vzniklých semen, ze kterých se poté infekce šíří dál (Kocourek et al. 2022).

Z infikovaných semen přerůstá infekce na mladé semenáčky. Na odumírajících děložních listech a zasychajících špičkách pravých listů se tvoří konidie, které se šíří pomocí větru na okolní rostliny. Zdrojem infekce mohou být také posklizňové zbytky, napadená sazečka nebo sklerocia v půdě. Většinu vegetace žije patogen v rostlině bez příznaků, ty se projevují až v průběhu skladování. Hnilobu podporuje vlhké počasí, přehnojení dusíkem, mechanické poškození cibulí a nevhodné skladování (Rod et al. 2005).

Jako preventivní ochranu je důležité dodržovat prostorovou izolaci mezi jednotlivými druhy, typy a způsoby pěstování cibule. Porosty by neměli být přehoustlé a neměly by se přehnojovat dusíkem. Zaplevelené porosty vytváří vhodné mikroklima pro šíření krčkové hniloby, a proto by se měli udržovat v bezplevelném stavu. Je vhodné sklízet cibuli za suchého počasí a co nejvíce se vyvarovat mechanickému poškození. Výskyt krčkové hniloby je značně ovlivněn termínem a způsobem sklizně. Dalším důležitým krokem je důkladné dosušení cibule po vytažení rostlin. Nať by měla být odstraněna až po doschnutí. Je třeba skladovat jen mechanicky nepoškozené cibule ve vhodných skladovacích podmínkách. Těmi jsou vydesinfikované sklady, teplota 0 až 2 °C a vlhkost 60 až 70%. Cibule ze sazečky jsou napadány častěji než cibule z přímých výsevů a také je vyzorována vyšší náchylnost běloslupkových a neštiplavých odrůd. Chemická ochrana ve formě jakýchkoliv fungicidů je na krčkovou hnilobu neúčinná (Kocourek et al. 2022).

Bílá hniloba česnekovitých (*Stromatinia cepivora*)

Bílá hniloba je celosvětově rozšířená a také nejnebezpečnější choroba napadající cibuloviny (Rod 2005). Nejnáchylnější je česnek kuchyňský, ale je napadána také cibule kuchyňská, cibule šalotka a cibule zimní (Kocourek et al. 2022). Houby vytváří na všech podzemních částech rostlin a na bázích nadzemních částí bílý chmýřovitý povlak s velkým množstvím černých sklerocií o velikosti 0,2 až 0,5 mm. Takto napadené rostliny žloutnou, listy odumírají a již za vegetace rostliny hynou. Ve výjimečných případech se choroba vyskytuje na skladovaných rostlinách (Rod 2005).

Patogen zamožuje půdu pomocí sklerocií minimálně na 8 let, v některých případech třeba i na 15 let. Vitalita sklerocií není snížena ani po projití zaživacím traktem dobytka (Rod 2005). Choroba se šíří ohniskově a při vhodných podmínkách velice rychle. Rozvoj a šíření je podpořeno vlhké a chladné počasí a dusíkem přehnojené a kyselé půdy (Kocourek et al. 2022).

Základní a nejdůležitější ochrana před bílou hnilobou je evidence zamořených ploch a nepěstování hostitelských rostlin na těchto pozemcích po dobu 8 až 15 let. Důležité je samozřejmě také použití zcela zdravé sadby. K přímé ochraně je možné využít přípravků s účinnými látkami azoxystrobin a difenoconazole (Kocourek et al. 2022).

Virová žlutá zakrslost cibule (*Onion yellow dwarf virus – OYDV*)

Virus napadá cibuli kuchyňskou, šalotku, česnek kuchyňský, pór a okrasné i volně rostoucí česneky. Na listech a květních stvolech způsobuje ostře ohraničené žluté pruhy. U cibule také způsobuje, že jsou listy zploštělé, příčně, vrásčitě zprohýbané a zkroucené. Napadené rostliny tedy vypadají jako zakrslé, cibule jsou malé a krkaté a při skladování předčasně raší. Tato viróza se často objevuje i společně s dalšími virózami z nichž některé bývají latentní (Rod 2005).

Virus přezimovává v cibulích, stroužcích a pacibulkách, ve vytrvalých zeleninových (cibule zimní, pažitka) a v okrasných a volně rostoucích druzích česneku. Během vegetace je virus rozšiřován mšicemi (Rod 2005).

Důležitou ochranou jsou především preventivní opatření jako upřednostnění pěstování cibule ze semene místo sazečky a prostorová izolace od semenných, jarních a podzimních porostů cibule. U semenných porostů je třeba pravidelně procházet pozemky a příznakové rostliny včas odstraňovat (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2024).

3.3 Biologická ochrana

Biologická ochrana není nic jiného než ekologické řízení společenství organismů (Chandrashekara et al. 2012). Vychází z úplného nebo částečného zničení populace patogenu jinými organismy, ke kterému běžně dochází v přírodě (Ashraf & Zuhaib 2013). Potlačování chorob pomocí biologických činitelů je trvalým projevem interakcí mezi rostlinou, patogenem, činitelem biologické ochrany (antagonistou), mikrobiálním společenstvím na rostlině a v jejím okolí a fyzikálním prostředím (Chandrashekara et al. 2012). Z důvodů přísné legislativy ohledně chemických postřiků, tlaku na odstranění, co nejvíce škodlivých látek z prodeje a nárůstu rezistence vůči pesticidům se i firmy vyrábějící chemické výrobky snaží o vývoj alternativních přípravků a metod ochrany rostlin (Bleša 2019). Právě biologická ochrana nabízí praktickou a ekonomickou alternativu pro boj s rostlinnými patogeny (Chandrashekara et al. 2012). Díky své bohaté rozmanitosti, složitosti interakcí a četným metabolickým drahám jsou mikrobi úžasným zdrojem biologické aktivity. Existuje mnoho příkladů zvládnutí několika chorob, kdy se patogen nemůže v určitých oblastech vyvíjet, protože půda obsahuje mikroorganismy antagonistické vůči těmto patogenům. Bylo také zjištěno, že rostlina napadená patogenem byla před napadením nebo po něm také přirozeně inokulována antagonistickými mikroorganismy. Někdy se antagonistické mikroorganismy mohou skládat z avirulentních kmenů téhož patogenu, které ničí nebo brzdí vývoj patogenu, jak se děje v případě hypovirulence a křížové ochrany (Ashraf & Zuhaib 2013). Je také důležité zdůraznit, že bioagens mohou snížit škodlivé účinky některých patogenů pod určitou mez, aniž by došlo k podstatným změnám v půdní mikrobiologické rovnováze, k čemuž při aplikaci chemických látek nedochází (Mihajlovic et al. 2017).

Přípravky fungují na principu různých mechanismů. Jedním z nich je mykoparazitismus, kdy je patogen přímo atakován organismem, který se nazývá hyperparazit. Mezi ně lze řadit například hypoviry, fakultativní parazity nebo obligátní bakteriální parazity. Dalším mechanismem je antibióza, při které mikroorganismy produkují látky s antibiotickou aktivitou. Okolní organismy jsou vůči tomuto působení různě citliví. U antibiózy jde o tvorbu pouze sekundárních metabolitů. V biologické ochraně se však využívají i metabolity primární. Jsou to například látky lytických enzymů, které štěpí polymery jako chitin, proteiny, celulózu, hemicelulózu a nukleové kyseliny nebo látky jako je kyanovodík (HCN), který efektivně blokuje enzym cytochromoxidázu v respiračním cyklu aerobních organismů i ve velmi malých koncentracích. Možné je také využití kompetice organismů. V tomto případě nepatogenní mikroorganismy asociované s rostlinami, chrání rostliny před náhlým napadením kolonizací substrátu či zabráním stanoviště. Zároveň může mít vliv na výskyt patogenu kompetice o mikroelementy a hůře dostupné prvky. Zajímavým mechanismem je také elicitace obranné reakce rostlin neboli indukovaná rezistence. Jsou

dvě cesty, kterými lze toto docílit. První možností je získaná systemická odolnost mediovaná kyselinou salicylovou. To vede k syntéze tzv. pathogen – related proteinů, které jsou schopné přímo lyzovat invadující buňky, zesílit buněčnou stěnu nebo lokálně indukovat apoptózu. Druhou cestou je indukovaná systemická odolnost spojená s kyselinou jasmonovou. Tato kyselina slouží jako induktor tvorby sekundárních metabolitů a alkaloidů. Potenciál využití mechanismu elicitace obrané reakce mají některé kmeny mikroorganismů kolonizující kořeny. Například druhy rodu *Pseudomonas sp.* a *Trichoderma*. Velký vliv má rovněž přítomnost rhizobakterií podporující růst rostlin, které kontrolují výskyt mnohých patogenů (Bleša 2019). Jako rod s největším potenciálem je označen rod *Trichoderma* zahrnující 25 látek pro biologickou ochranu, které byly použity proti řadě houbových chorob rostlin. Kromě rodu *Trichoderma* je za významné považováno devět rodů, které zahrnují pět nebo více známých antagonistických druhů, a to *Alternaria*, *Aspergillus*, *Candida*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Pichia*, *Pythium*, *Talaromyces*, a *Verticillium* (Thambugala et al. 2020).

Ochrana rostlin pomocí biologických prostředků, ať už jde o boj proti škůdcům nebo chorobám je na světě využívána již od nepaměti (Prokinová 1996). Mezi první písemnou zmínku o biologické kontrole patří *Oecophylla* z roku 304 n. l. (Van Mele 2008). Vzestup a pád zažila biologická kontrola v moderní době. Po úspěchu parazitické mouchy *Cryptochaetum iceryae* a brouka *Rodolia cardinalis* v kalifornských citrusových sadech v polovině 20. století, průmysl syntetických pesticidů téměř vytlačil biologickou kontrolu. Avšak po vydání knihy "Mlčící jaro" od Rachael Carsonové v roce 1962 se veřejnost začala obracet k alternativám k pesticidům, což otevřelo cestu pro znovuzrození biologické ochrany. Následovala ostrá debata ohledně rizik a účinků biologické kontroly, ale finanční podpora a požadavky regulačních orgánů vedly k podpoře ekologických výzkumů a posouzení rizik. Tento vývoj vyústil ve zkoumání rozsáhlejších možností biologické kontroly a snahu o vyvážený přístup mezi jejími výhodami a riziky. Nicméně nedávné trendy naznačují oslabení biologické kontroly kvůli změnám priorit, politickým překážkám a erozi výzkumných pozic v USA a Austrálii, i když v Evropě zůstává biologická kontrola široce přijímanou alternativou k pesticidům (Barratt et al. 2018). Již v roce 1934 byly zkoumány účinky houby *Trichoderma sp.* na *Rhizoctonia solani* (kořenomorku bramborovou) (Weindling 1934). První bakterii *Agrobacterium radiobacter* K 84, zařadila v roce 1979 americká Agentura pro ochranu životního prostředí (EPA) do boje proti bakteriální nádorovitosti rostlin. O deset let později EPA schválila první houbu, *T. harzianum* ATCC 20476, pro boj s chorobami rostlin. V současné době EPA eviduje 14 kmenů bakterií a 12 kmenů hub, které pomáhají při léčbě chorob rostlin (Lahlali et al. 2022).

Výhody biologické ochrany spočívají v nižší nákladnosti oproti jiným metodám, poskytnutí ochrany plodin během celé vegetace, bezpečnosti pro životní prostředí a osoby aplikující přípravek. Nejsou toxické pro rostliny a nezanechávají rezidua v rostlinách ani půdě, také podporují růst kořenů a rostlin tím, že podporují prospěšnou půdní mikroflóru, čímž mohou zvyšovat výnosy plodin. Biologická ochrana má, ale také své nevýhody, mezi které patří použití přípravků jen proti specifickým chorobám, nižší dostupnost a malý výběr přípravků, použití přípravků jako preventivních spíše než léčebných (Chandrashekara et al. 2012). Ve srovnání s chemickými přípravky mají také pomalejší nástup účinku, rychlejší expiraci, a především vysokou senzitivitu k abiotickým podmínkám v prostředí např. sucho, horko, zima (Irtwange 2006). Jejich způsoby účinku se obvykle liší od způsobů účinku konvenčních pesticidů. To znamená, že často mohou pomoci potlačit rezistentní patogeny, a že je lze aplikovat střídavě s jinými pesticidy, aby se zabránilo vzniku rezistence (Cawoy et al. 2011). Aktivita látek biologické ochrany, ale může být také ovlivněna použitím syntetických

pesticidů (Smolińska & Kowalska 2018). Navzdory pokroku dosaženému v oblasti poznatků o způsobech účinku biologických přípravků, praktická aplikace často selhává na polích. Jedním z důvodů vysvětlujících tento neúspěch je to, že přípravky biologické ochrany jsou často používány stejným způsobem jako chemický přípravek. Jelikož jsou tyto přípravky biologické, musí být aplikovány v souladu s jejich ekologickými požadavky (Alabouvette et al. 2006). Studie provedená na česneku, hodnotící účinnost kvasinek rodu *Bacillus* proti *Sclerotinia sclerotiorum* v obsahu fenolů, thiosulfínátů a antioxidační aktivity ukazuje, že použití biologické ochrany nepůsobí pozitivně jen proti patogenu, ale také zlepšuje kvalitu konečného produktu (Cavalcanti et al. 2020). Do budoucna je nezbytným krokem k širšímu uplatnění biologické kontroly, důležité zavedení racionálních přístupů k hodnocení environmentálních rizik nepůvodních organismů, avšak budoucí úspěch je silně závislý na větší míře investic do výzkumu a vývoje ze strany vlád a souvisejících organizací, které se zavázaly ke snížení závislosti na chemické kontrole (Bale et al. 2007).

3.3.1 Přípravky biologické ochrany

MONAS technology

PROMETHEUS®CZ

Tento přípravek aktivně ochraňuje porosty řepky, hořčice, máku, slunečnice a zeleniny před půdními houbovými chorobami. Zároveň zlepšuje pH půdy a uvolňuje vázané živiny v organickém materiálu. Jeho účinnost spočívá v živých bakteriích rodu *Pseudomonas* v tekutém médiu, které interagují s rostlinou a zvyšují výnosy. Účinek přípravku je založen na oboustranně prospěšném vztahu mezi kořeny hostitelské rostliny a bakteriemi. Bakterie chrání kořeny před houbovými chorobami, inhibují životnost sklerocií a svými metabolickými procesy upravují pH půdy. Bakterie jsou také schopné odbourávat rezidua pesticidů. Přípravek je určený do všech půd s nižší bonitou, naopak není vhodné ho používat do půd s vysokým obsahem organických látek a zásaditým pH. Během aplikace je důležité vyvarovat se silnému slunečnímu záření. Vhodná je tedy aplikace na večer nebo při oblačném počasí. Další podmínkou je aplikace do vlhké půdy nebo krátce před deštěm. Teplota není stěžejní podmínkou, bakterie jsou schopné přežít v širokém rozmezí teplot. Aplikační dávka je 1 l na hektar (Monas Technology 2024a).

HIRUNDO®

HIRUNDO® je biologický přípravek vhodný pro porosty řepky olejky, hořčice seté, máku setého a všechny druhy zeleniny. Přípravek je registrován v katalogu hnojiv. Obsahuje živé buňky bakterií rodu *Bacillus*, které aktivně potlačují patogeny v půdě a stimulují růst rostlin. Tyto bakterie jsou odolné vůči vysokým i nízkým teplotám a pesticidům, díky tvorbě endospor, které odolávají stresovým podmínkám. Doporučuje se používat v oblastech s vysokým obsahem humusu a neutrálním nebo slabě zásaditým pH půdy, jako jsou černoze na jižní Moravě a částečně v Polabí. Účinnost tohoto přípravku spočívá ve volné symbióze, což je vzájemně prospěšný vztah mezi kořeny hostitelské rostliny a bakterií. Bakterie, které se nacházejí na kořenech, chrání kořeny před houbovými chorobami tím, že produkují fytoalexiny. Taktéž v půdě likvidují houbové patogeny. Bakterie obsažené v přípravku *Hirundo* také pomáhají uvolnit živiny, které jsou vázané v nerozložitelných komplexech a organických zbytcích, z materiálů v blízkosti kořenů rostliny. Tento přípravek je vhodné aplikovat za oblačného počasí nebo navečer, aby se zabránilo poškození bakterií UV

zářením. Je důležité aplikovat ho do vlhké půdy, ideálně krátce před deštěm, během deště nebo po něm, aby se buňky dostaly ke kořenům. Doporučená aplikační dávka je 1 l/ha s množstvím vody 200-600 l/ha v závislosti na vlhkosti půdy (Monas Technology 2024b).

FIX-H+N®

FIX-H+N® je biologický přípravek vyvinutý pro ošetření silážní a zrnové kukuřice a různých druhů zeleniny. Obsahuje dva typy bakterií (FIX-H a FIX-N), které vytvářejí symbiotický vztah s kořeny rostlin, což zlepšuje příjem živin a váže dusík do půdy. Tyto bakterie také produkují rostlinné hormony, což podporuje růst plodiny. Přípravek využívá přírodní potenciál prospěšných bakterií vázaných na kořeny rostlin. Vysoká koncentrace těchto bakterií pomáhá potlačit patogenní organismy, zlepšuje živinovou bilanci půdy a podporuje přímý příjem živin. Navíc produkce rostlinných hormonů cytokininů bakteriemi přímo přispívá ke zlepšení výnosů plodin. Složka FIX-H pomáhá především balancovat pH kolem kořenů a zvládat stresové situace způsobené suchem. Bakterie produkují enzym 4-hydroxyacetofenon monooxygenázu, který převádí piceol, NADPH, H⁺ a O₂ na 4-hydroxyfenyl acetát, NADP⁺ and H₂O. Během této reakce jsou spotřebovávány volné vodíkové ionty (H⁺), což ovlivňuje kyselost půd. V účinné složce FIX-N jsou obsaženy bakterie vázající za anaerobních podmínek vzdušný dusík. Bakterie jsou schopny v půdě za vhodných podmínek navázat až 15-40 kg N na hektar. Nová formulace zvyšuje odolnost vůči UV záření, což zajišťuje spolehlivou aplikaci i za slunečného počasí. Ideální je však aplikace za oblačného počasí nebo navečer. Složky přípravku se míchají až v postřikovacím tanku v dávce 0,5 l/ha - složka FIX-H a 0,5 l/ha – složka FIX-N (Monas Technology 2024c).

BASKUS®

Biologický produkt BASKUS® je navržen tak, aby podporoval zdraví rostlin ve stresových situacích. Je zaměřen na půdní bakteriální patogeny, kteří jsou problémem především při pěstování brambor a zeleniny. Mezi nejčastější patogeny patří rody *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Clavibacter*, *Bacterium*, *Agrobacterium* a *Bacillus*. Tyto bakterie způsobují různé choroby, které se projevují například žloutnutím listů a tvorbou lézí, což vede ke snížení výnosu. Následky chorob se výrazně prohlubují ve stresových podmínkách. Přípravek obsahuje speciální suspenzi „BASKUS19“, která je ve výhradním vlastnictví firmy MONAS technology s.r.o. Obsahuje 7 různých druhů mikroorganismů, které jsou uloženy ve sbírce mikroorganismů jako CCDM 1091. Přípravek je kombinací mikroorganismů, která účinně bojuje proti bakteriím jak G⁺, tak G⁻. Jednotlivé složky přípravku mají pozitivní vliv na zdraví rostlin samostatně, ale díky kombinaci několika druhů mikroorganismů vytváří produkt s konzistentním účinkem proti širokému spektru patogenů a za různých environmentálních podmínek. Tři složky podporují přirozenou obranyschopnost rostlin, zatímco zbývající čtyři aktivně potlačují patogenní bakterie. Aplikace je možná různými způsoby, především kapkovou závlahou nebo postřikem na mladé plodiny. Pokud jsou na lokalitě očekávány stresové podmínky, doporučuje se časná aplikace. V případě, že se objeví první příznaky chorob, jako je například žloutnutí listů, je vhodné přípravek aplikovat ihned. Při dlouhodobém environmentálním stresu se doporučuje opakované ošetření BASKUS® každých 3 až 10 dní podle potřeby. Doporučené dávkování je 1-2 l/ha. Zkušenosti ukazují, že i nižší dávky přinášejí významné zlepšení zdravotního stavu rostlin, ale dávkování 2 l/ha je ještě účinnější a přináší výraznější zvýšení výnosů (Monas Technology 2024d).

KESTOM®

KESTOM® obsahuje antagonistickou houbu *Trichoderma atroviride*, která je součástí přátelské půdní mikroflóry. Zvýšení přítomnosti tohoto kmene trichodermy v kořenové oblasti rostlin vede k potlačení patogenních hub a výraznému snížení jejich počtu. Kmen *Trichoderma* v produktu KESTOM® je registrován pod označením KE100M a je ve výhradním vlastnictvím firmy MONAS Technology s.r.o. *Trichoderma atroviride* je přirozeným nepřítelem ostatních hub v půdě. Kromě soutěže o živiny a prostor aktivně snižuje jejich životaschopnost. Jedním z jejích sekundárních metabolitů jsou atroviridiny, které mají fungistatické účinky. Tato houba také prokazuje mykoparazitismus, tedy útočí na jiné půdní houby za účelem vlastní výživy. Produkuje endochitinázy a exochitinázy, které rozkládají chitinovou stavbu patogenních hub v půdě. Trichodermové mycelium agresivně přerůstá ostatní houby, včetně jejich mycelia, reprodukčních orgánů, spor a sklerocií. Jsou tři možné varianty použití přípravku Kestom. Jako půdní dezinfekční činidlo, kdy se přípravek aplikuje a zapraví do půdy po sklizni nebo stejným způsobem, ale následně v kombinaci s bakteriálními přípravky během sezóny. Třetí variantou je aplikace do půdy k plodině před setím nebo při setí či sázení. Doporučená aplikační dávka je 2 kg na hektar (Monas Technology 2024e).

Inporo – Zdravá zelenina

Ve spolupráci s firmou Agrobio byla v roce 2019 zavedena výroba přípravku pro hobby zahrádkáře (Monas Technology 2024f). Balení obsahuje soupravu dvou přípravků suché formulace Inporo – Zdravá zelenina a Inporo – Růst zeleniny. Přípravek Inporo – Zdravá zelenina obsahuje života schopné spory bakterií *Bacillus amyloliquefaciens*. Tyto bakterie osídlí kořeny rostlin v půdě nebo substrátu a svou činností produkují fytoalexiny – látky, které mají stimulační účinky na růst a přirozenou obranyschopnost zeleniny. Druhá formulace určená pro růst obsahuje bakterie *Paenibacillus polymyxa*. Bakterie váží vzdušný dusík u kořenů v půdě a tím podporují růst zeleniny. Jejich činnost zvyšuje biologickou aktivitu půdy a podílí se na rozkladu organických látek, což uvolňuje živiny (NPK, atd.), které jsou potřebné pro výživu pěstované zeleniny. Tím zlepšují kvalitu a výnosy zeleniny. Při aplikaci je vhodné vybírat období s dostatečnou vlhkostí půdy. V případě suchého počasí je doporučeno aplikovat večer a použít vyšší dávku vody. Za suchého a slunečného počasí není vhodné aplikovat vůbec, aplikaci je lepší odložit. Doporučená dávka je 10 g na 10 m² pro oba přípravky (AgroBio OPAVA 2024).

FYTOVITA, spol. s r. o.

Gliorex

Gliorex je rostlinný biostimulant obsahující spory hub rodů *Clonostachys* a *Trichoderma*. Spory hub obsažené v přípravku vyklíčí a jejich mycelium se rozvine v kořenovém systému ošetřených rostlin a tím brání nástupu patogenních hub. Kromě toho jsou schopny rozkládat organické zbytky v půdě, čímž zlepšují její strukturu a zpřístupňují živiny pro rostliny. Přípravek se používá na výsevy a sadbu zeleniny, květin a bylinek, obilniny v systému ekologického zemědělství a možné je také preventivní ošetření výsevních a výsadbových substrátů. Podle způsobu použití se aplikuje v dávkách 1–40 g. V případě míchání přípravku s osivem se použije dávka 1–4 g na 1 kg osiva, pokud je přípravek používán ve formě zálivky použije se 2–4 g na 10 l na 10 m² a v případě zapravení do půdy se použije s minerálními hnojivy nebo mletým vápencem v dávkách 20 až 40g přípravku na 100m² (Fytovita 2024).

4 Metodika

4.1 Použitá sadba

K pokusu byla využita sazečka cibule kuchyňské. Byla vybrána červená cibule odrůdy Red Kamal a žlutá cibule odrůdy Boga.

4.2 Použité přípravky

Ve spolupráci s firmou MONAS Technology s.r.o. se sídlem v Českých Budějovicích, která poskytla biologické přípravky pro založení tohoto pokusu byly vybrány přípravky Hirundo, FIX-H+N a Kestom. Při volbě přípravků byl brán ohled na pH půdy. Pro vyrovnanost pokusu byl vybrán také produkt Gliorex od firmy FYTOVITA, spol. s r. o.

4.3 Průběh pokusu

Pokus byl založen v Solanech v Litoměřickém kraji na vlastním pozemku s pomocí doc. Ing. Jana Kazdy. Maloparcelkový pokus je zaměřen na ověření účinnosti biologických přípravků při ochraně proti houbovým chorobám a zvýšení výnosu.

Dne 9.4.2023 proběhla příprava parcel a také výsadba. Bylo založeno 20 parcel o velikosti 5 m². Deset parcel bylo připraveno pro cibuli žlutou a zbylých deset pro cibuli červenou. Na každou parcelu bylo vysazeno 150 cibulí ve sponu 15 x 30 cm. Umístění parcel bylo vybráno tak, aby jedno opakování bylo na místě, kde se v minulém roce pěstoval česnek, zatímco druhé opakování bylo na místě, kde předplodinou nebyla cibulovitá plodina. Viz. Tabulka číslo 1. Den po výsadbě byl na všechny parcely aplikován přípravek Stomp Aqua v dávce 3,5 l/ha. Po zbytek vegetace byl pozemek odplevelován jen ručně.

Během vegetace proběhli tři aplikace testovaných přípravků. První proběhla 12.4.2023 za mírně oblačného počasí, což je pro přežití bakterií ideální. Druhá aplikace proběhla 14.6.2023, kdy bylo spíše polojasno. Postřik byl proveden v podvečer. Parcely byly poté zality pro správnou účinnost postřiku. Poslední aplikace proběhla 5. července 2023. V tento den bylo slunečno, proto jsme přípravek aplikovaly až ve večerních hodinách a poté pozemek zalili.

Tabulka č.1 Přehled variant, použitých přípravků a dávek.

	žlutá cibule Bogi		červená cibule Red	kamal	
varianta	přípravek	dávka	přípravek	dávka	Předplodina
1.	Hirundo*	2 l/ha	Hirundo	2 l/ha	česnek
2.	FIX-H+N*	1+1 l/ha	FIX-H+N	1+1 l/ha	česnek
3.	Kestom*	2 kg/ha	Kestom	2 kg/ha	česnek
4.	Gliorex*	4 kg/ha	Gliorex	4 kg/ha	česnek
5.	Kontrola*		Kontrola		česnek
6.	Hirundo	2 l/ha	Hirundo	2 l/ha	jiná zelenina
7.	FIX-H+N	1+1 l/ha	FIX-H+N	1+1 l/ha	jiná zelenina
8.	Kestom	2 kg/ha	Kestom	2 kg/ha	jiná zelenina
9.	Gliorex	4 kg/ha	Gliorex	4 kg/ha	jiná zelenina
10.	Kontrola		Kontrola		jiná zelenina

Přípravky označené * jsou parcely, na kterých je předplodinou česnek.

Během vegetace proběhly dvě kontroly porostu, při kterých jsme hodnotili počet extrémně malých či nevzešlých cibulí. První kontrola proběhla 14.6.2023 a druhá kontrola proběhla před sklizní dne 29.7.2023 (viz tabulka č.2 a č.3).

Sklizeň proběhla 29.7.2023 ručně, poté co více než 2/3 natě polehlo. Sklizené cibule jsme rozprostřeli na parcelách a nechali dva dny zaschnout. Z důvodů deštivého počasí v době sklizně byla cibule přesunuta do větraného přístřešku, kde se nechala doschnout. Během sklizně proběhlo první vážení celkového výnosu z každé parcely. 19.8.2023 po zaschnutí cibule proběhlo očištění cibulí a druhé vážení jednotlivých cibulí.

5 Výsledky

5.1 Hodnocení porostu během vegetace

Dne 14.6.2023 proběhla první kontrola porostu. Na jednotlivých parcelách se spočítaly malé či nevzešlé rostliny. Stejným způsobem proběhlo druhé hodnocení porostu 29.7.2023 před sklizní. Tabulka č.2 ukazuje počet malých nebo nevzešlých rostlin na parcelách, kde byla v předchozím roce pěstována jiná než cibulovitá zelenina, zatímco tabulka č.3 ukazuje počet malých nebo nevzešlých rostlin na parcelách, kde byl předplodinou česnek.

Tabulka č.2 Hodnocení porostu, počet malých nebo nevzešlých rostlin podle variant a přípravků.

	Fix-H+N		Hirundo		Kestom		Gliorex		Kontrola	
	červená	žlutá	červená	žlutá	červená	žlutá	červená	žlutá	červená	žlutá
14.06.2023	23	34	15	17	7	28	14	30	16	27
29.07.2023	-	-	11	11	3	7	6	7	4	3

Tabulka č.3 Hodnocení porostu, počet malých nebo nevzešlých rostlin podle variant a přípravků. Předplodina česnek.

	Fix-H+N*		Hirundo*		Kestom*		Gliorex*		Kontrola*	
	červená	žlutá	červená	žlutá	červená	žlutá	červená	žlutá	červená	žlutá
14.06.2023	15	31	15	30	20	27	24	26	4	20
29.07.2023	3	6	3	9	0	7	3	4	0	1

Při první kontrole bylo zjištěno, že více malých nebo nevzešlých cibulí bylo v porostu žluté cibule, celkem 270 cibulí, zatímco v porostu červené cibule jich bylo 153. Znatelný rozdíl je také mezi parcelami, na kterých byl v minulém roce pěstován česnek a parcelami, kde byla pěstována jiná předplodina (varianty s předplodinou česnek jsou označeny *). U každé varianty žluté i červené cibule je počet malých nebo nevzešlých cibulí nižší na parcelách s předplodinou česnek. U červené cibule byl nejlepší stav rostlin se 4 malými nebo nevzešlými cibulemi na parcele kontroly*, kde nebyl použit žádný postřik a kde se v minulém roce pěstoval česnek. Jako druhý nejzdravější porost byla vyhodnocena parcela s použitým přípravkem Kestom, kde bylo 7 malých nebo nevzešlých cibulí. Nejhorší naopak dopadla parcela s použitým přípravkem Gliorex* a předplodinou česnek. U cibule žluté první kontrola ukázala nejlepší výsledky na parcele, kde byl použit přípravek Hirundo a to 17 malých nebo nevzešlých cibulí. Z parcel na kterých, byl jako předplodina česnek, nejlépe dopadla kontrola* s 20 malými nebo nevzešlými cibulemi. Nejhorší porost byl na parcele Fix-H+N.

Při druhé kontrole byl porost červené cibule stále vitálnější než porost cibule žluté. U červené cibule bylo zjištěno 33 malých nebo nevzešlých cibulí, zatímco u žluté jich bylo 55. I tato kontrola ukazuje, že na parcelách s předplodinou česnek bylo méně malých nebo nevzešlých cibulí než na parcelách s jinou předplodinou. U červené cibule byla v nejlepší kondici parcela s použitým přípravkem Kestom* a kontrola*, na kterých nebyla žádná malá nebo nevzešlá cibule. Obě tyto parcely měli jako předplodinu česnek. Nejhorší naopak dopadla varianta Fix-H+N na které byly téměř všechny cibule malé, proto ani nebyl jejich

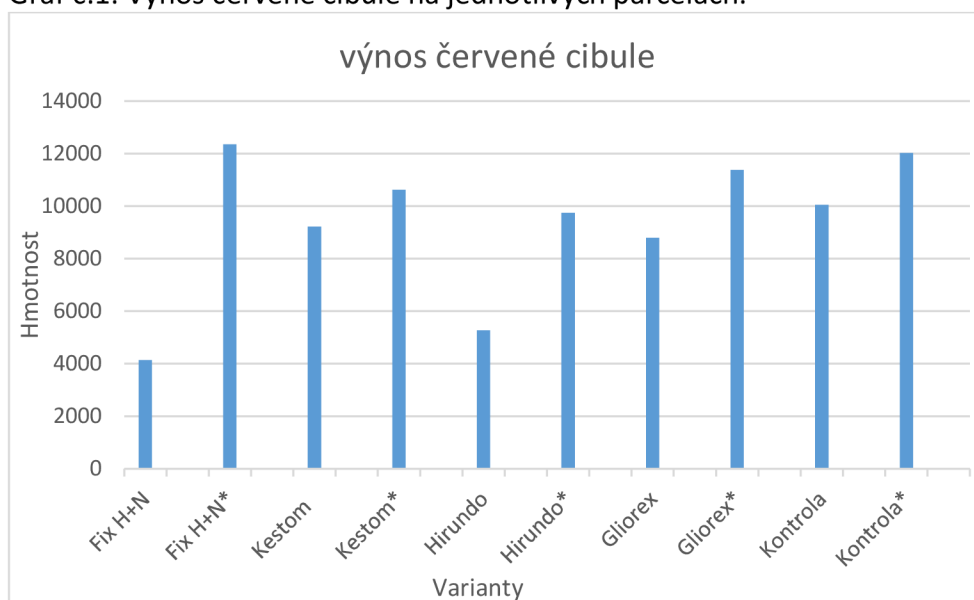
počet zaznamenán. U žluté cibule nejlépe dopadla parcela kontroly* s předplodinou česnek, na které byla pouze jedna malá nebo nezvešlá cibule. Stejně jako u cibule červené nejhůře dopadla parcela s přípravkem Fix-H+N, na které byly téměř všechny cibule malé nebo nezvešlé.

Při porovnání první a druhé kontroly lze říci, že v průběhu vegetace byl porost v horším stavu než před sklizní. Celkově bylo při první kontrole napočítáno 423 malých nebo nezvešlých cibulí, zatím co před sklizní jen 88.

5.2 Hodnocení – Celkové výnosy jednotlivých parcel

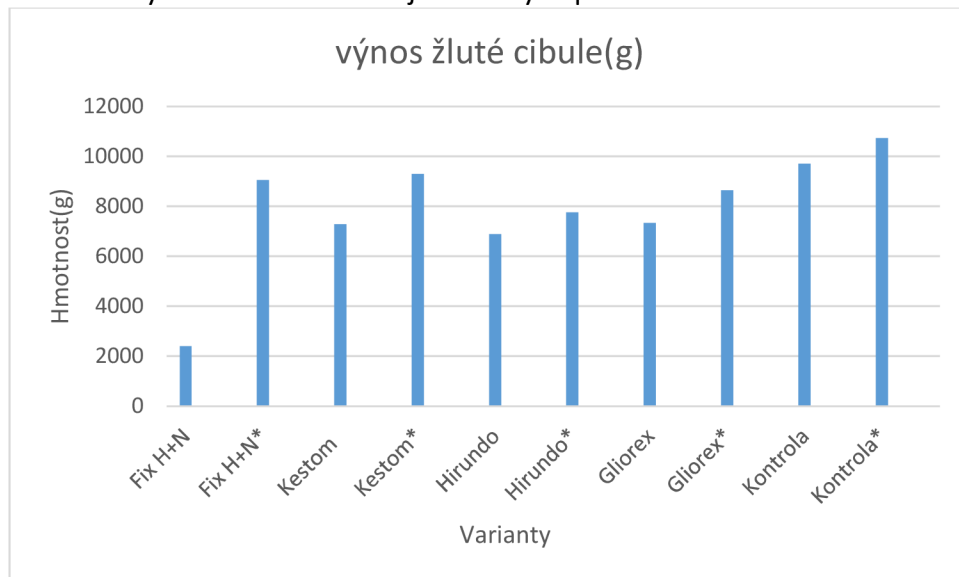
Dne 19.8.2023 proběhlo očištění a vážení cibulí ze všech parcel. Graf č.1 ukazuje vliv biologických přípravků na výnos červené cibule a graf č.2 vliv biologických přípravků na výnos žluté cibule. Je zde také vidět výrazný rozdíl výnosu na parcelách, kde byl v minulém roce pěstován česnek.

Graf č.1: Výnos červené cibule na jednotlivých parcelách.



U červené cibule dosáhla největšího výnosu parcela s výnosem 12344 g, na které byl použit přípravek Fix-H+N* a v minulém roce pěstován česnek. Přiměřeného výnosu také dosáhla parcela kontroly* s 12019 g a Gliorex s 11376 g. Z výnosů lze také říci, že zde hraje důležitou roli předplodina. Ve všech variantách dosáhly parcely, na kterých byl v minulém roce pěstován česnek, vyšších výnosů než parcely s jinou předplodinou. Největší rozdíl ve výnosu je 68,4 % mezi parcelami s použitým přípravkem Fix-H+N* (12344 g) s předplodinou česnek a Fix-H+N (4138 g) s jinou předplodinou. Velice nízkého výnosu také dosáhla varianta Hirundo a to 5267 g.

Graf č.2: Výnos žluté cibule na jednotlivých parcelách.

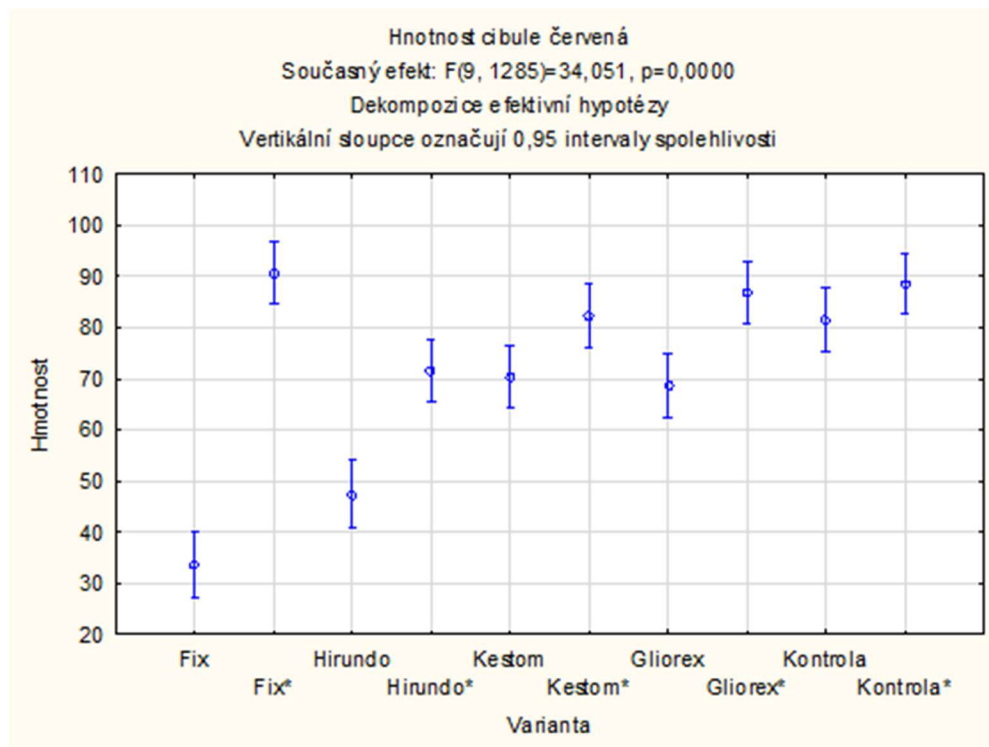


Žlutá cibule dosahovala oproti červené nižších výnosů. Největšího výnosu dosáhla parcela kontroly* a to 10733 g, to je o 13,5 % méně než nejvyšší výnos u cibule červené. Opět velice nízkým výnosem 2396 g vyznívala varianta s přípravkem Fix-H+N s jinou předplodinou. I u žluté cibule byly vyšší výnosy na parcelách, kde se v minulém roce pěstoval česnek. Největší rozdíl a to o 69,4 % byl mezi parcelami Fix-H+N (2396 g) a Kontrola* (10733 g). I na parcelách se žlutou cibulí ovlivnila výnos předplodina a na všech variantách, na kterých byl v minulém roce pěstován česnek, byl vyhodnocen větší výnos než na parcelách s jinou předplodinou. Nejvýznamnější rozdíl ve výnosu v souvislosti s pěstovanou předplodinou byl mezi parcelami Fix-H+N (2396 g) a Fix-H+N* (9046 g) a to o 55,4 %.

5.3 Statistické vyhodnocení

5.3.1 Červená cibule

Graf č.3: Hmotnost červené cibule s označením intervalu spolehlivosti



Tabulka č.4: Tukeyův HSD test u červené cibule

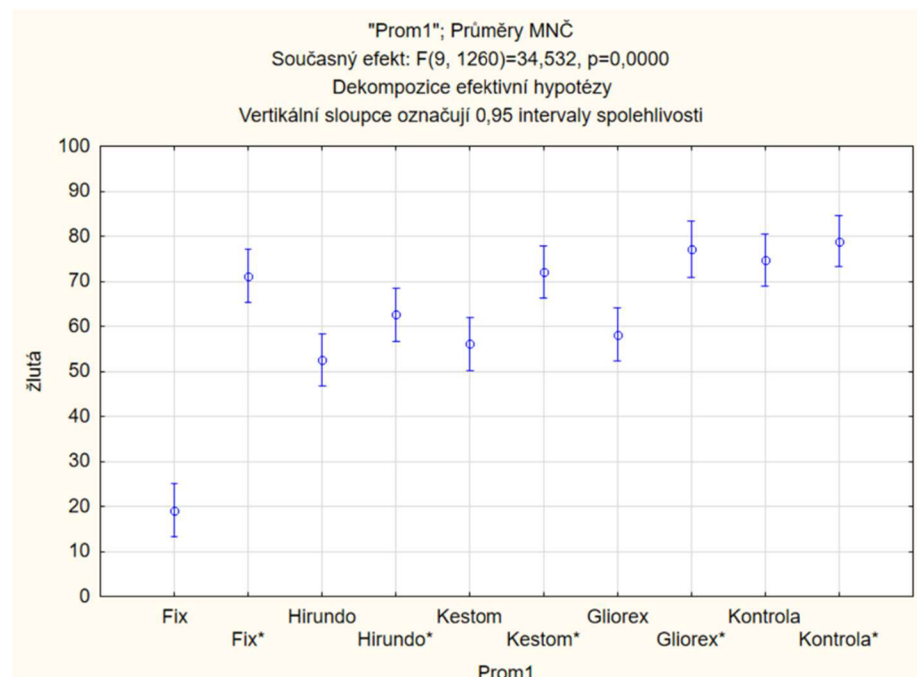
Tukeyův HSD test: proměnná Hmotnost (Tabulka1)											
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy											
Chyba: meziskup. PC = 1274,7, sv = 1285,0											
Č. buňky	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}
1	Fix	33,642	90,765	47,450	71,603	70,359	82,364	68,734	86,840	81,659	88,565
2	Fix*	0,000012		0,091189	0,000012	0,000012	0,000012	0,000012	0,000012	0,000012	0,000012
3	Hirundo	0,091189	0,000012		0,000017	0,000039	0,000012	0,000193	0,000012	0,000012	0,000012
4	Hirundo*	0,000012	0,000437	0,000017		1,000000	0,294697	0,999731	0,017654	0,413157	0,002641
5	Kestom	0,000012	0,000139	0,000039	1,000000		0,169050	0,999998	0,007184	0,257093	0,000937
6	Kestom*	0,000012	0,659254	0,000012	0,294697	0,169050		0,067849	0,991726	1,000000	0,914908
7	Gliorex	0,000012	0,000035	0,000193	0,999731	0,999998	0,067849		0,001851	0,114949	0,000195
8	Gliorex*	0,000012	0,996570	0,000012	0,017654	0,007184	0,991726	0,001851		0,978675	0,999996
9	Kontrola	0,000012	0,563448	0,000012	0,413157	0,257093	1,000000	0,114949	0,978675		0,856791
10	Kontrola*	0,000012	0,999961	0,000012	0,002641	0,000937	0,914908	0,000195	0,999996	0,856791	

Na hranici významnosti 95 % jsou statisticky významné rozdíly v hmotnosti sklizně mezi mnoha variantami. Např. Var.1 přípravek Fix H + N je statisticky průkazně odlišný od všech ostatních variant kromě varianty 3 Hirundo. Stejně tak varianta 3 Hirundo se statisticky průkazně liší od všech ostatních variant kromě 1 Fix H+N. V některých případech měl statisticky významný vliv na výnos i zvolená předplodina. Varianty 2 Fix, 4 Hirundo a 8 Gliorex po česneku dosáhly na hladině významnosti 95 % statisticky průkazně vyššího výnosu než stejné přípravky aplikované po jiné předplodině. V případě varianty 9 kontrola se statisticky průkazně liší pouze od varianty 1 Fix H+N a 3 Hirundo, zatímco varianta 10 kontrola, kde byl předplodinou česnek se statisticky průkazně liší od varianty 1 Fix H+N, 3 Hirundo, 4

Hirundo*, 5 Kestom a 7 Gliorex. Přípravek 7 Gliorex je statisticky průkazně odlišný od pěti variant a to 1 Fix H+N, 2 Fix H+N*, 3 Hirundo, 8 Gliorex*, 10 kontrola. Varianta 8 Gliorex*, kde byl v minulém roce pěstován česnek se také statisticky průkazně liší s pěti variantami a to 1 Fix H+N, 3 Hirundo, 4 Hirundo*, 5 Kestom a 7 Gliorex.

5.3.2 Žlutá cibule

Graf č.4: Hmotnost žluté cibule s označením intervalu spolehlivosti



Tabulka č.5: Tukeyův HSD test u žluté cibule

Tukeyův HSD test; proměnná žlutá (Cibule statistika 1)
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy
Chyba: meziskup. PC = 1148,5, sv = 1260,0

Č. buňky	Prom1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}
1	Fix	19,168	0,000012	0,000012	0,000012	0,000012	0,000012	0,000012	0,000012	0,000012	0,000012
2	Fix*	0,000012		0,000421	0,587951	0,012307	1,000000	0,067929	0,943834	0,998285	0,710198
3	Hirundo	0,000012	0,000421		0,339614	0,997866	0,000147	0,943667	0,000013	0,000017	0,000012
4	Hirundo*	0,000012	0,587951	0,339614		0,876159	0,439805	0,990518	0,034154	0,122182	0,004185
5	Kestom	0,000012	0,012307	0,997866	0,876159		0,005499	0,999969	0,000071	0,000419	0,000014
6	Kestom*	0,000012	1,000000	0,000147	0,439805	0,005499		0,035636	0,979222	0,999822	0,828152
7	Gliorex	0,000012	0,067929	0,943667	0,990518	0,999969	0,035636		0,000734	0,003873	0,000044
8	Gliorex*	0,000012	0,943834	0,000013	0,034154	0,000071	0,979222	0,000734		0,999930	0,999994
9	Kontrola	0,000012	0,998285	0,000017	0,122182	0,000419	0,999822	0,003873	0,999930		0,991460
10	Kontrola*	0,000012	0,710198	0,000012	0,004185	0,000014	0,828152	0,000044	0,999994	0,991460	

Také u žluté cibule jsou na hranici významnosti 95 % statisticky významné rozdíly v hmotnosti sklizně mezi mnoha variantami. Nejvýraznějším rozdílem je varianta 1 Fix H+N, která se svým velice nízkým výnosem statisticky průkazně liší od všech ostatních variant. Význam na tvorbu výnosu měl také v některých případech průkazně vliv česnek jako předplodina. U varianty 2 Fix-H+N, 6 Kestom* a 8 Gliorex* byl na hladině významnosti 95 % statisticky průkazně vyšší výnos než stejné přípravy aplikované po jiné předplodině.

5.4 Shrnutí výsledků

V tomto maloparcelkovém pokusu byla zjišťována účinnost biologických přípravků na zlepšení zdravotního stavu rostlin, především při vlivu houbových chorob a také na zvýšení výnosu u cibule.

První kontrola ukázala, že u červené cibule je nejlepší stav rostlin na parcele, kde byl použit přípravek Kestom. Na parcelách, kde se v minulém roce pěstoval česnek však nejlépe dopadla kontrola, kde nebyl použit žádný přípravek. U cibule žluté první kontrola ukázala nejlepší výsledky na parcele, kde byl použit přípravek Hirundo. Z parcel na kterých, byl jako předplodina česnek, nejlépe dopadla opět kontrola.

Druhá kontrola proběhla před sklizní. U červené cibule byla v nejlepší kondici parcela s použitým přípravkem Kestom a to i na parcelách, kde byl jako předplodina pěstován česnek. Žlutá cibule měla nejméně malých nebo nevzešlých cibulí na obou parcelách kontroly. Úplně nejlépe dopadla parcela kontroly, na které byl v minulém roce pěstován česnek.

Pro zjištění výnosu variant jsme zvažili jednotlivě všechny cibule z každé parcely a pomocí statistické metody Tukeyho HSD testu vyhodnotili výsledky. U červené cibule dosáhla největšího výnosu parcela, na které byl použit přípravek Fix-H+N a v minulém roce pěstován česnek. Statisticky průkazně se tato parcela odlišuje od všech ostatních variant až na parcelu, kde byl použit přípravek Hirundo a v minulém roce zde nebyl pěstován česnek. Největší rozdíl ve výnosu je mezi parcelami s použitým přípravkem Fix-H+N* s předplodinou česnek a Fix-H+N s jinou předplodinou a to o 68,4 %. To ukazuje, že předplodina, zde hraje významnou roli. Tento výsledek, ale ukazuje, že lepšího výnosu dosahuje parcela s předplodinou česneku, což je podle známých agrotechnických pěstebních postupů velice nečekané. Statistický průkazný rozdíl na zvolenou předplodinu se projevil také u parcel s přípravkem Hirundo a Gliorex. V obou případech byl výnos vyšší u variant s předplodinou česnek. V případě varianty Fix-H+N, kde předplodinou nebyl česnek pravděpodobně hrálo roli umístění na poli. I v předchozích letech v těchto místech rostliny dosahovali nižších výnosů než na zbytku pole. Toto může být ovlivněno blízkostí velkého ovocného stromu, který sice na poli neutváří stín, ale jeho kořeny mohou odčerpávat rostlinám vláhu. Druhého nejvyššího výnosu dosáhla parcela kontroly s předplodinou česnek.

Výsledky u žluté cibule se podobaly cibuli červené, ale celkově žlutá cibule dosahovala nižších výnosů, v průměru o 15,5 %. Statisticky průkazně nejlepšího výnosu dosáhla parcela kontroly s předplodinou česnek vůči parcelám Fix-H+N, Hirundo a Hirundo* s předplodinou česnek, Kestom a Gliorex. Opět velice nízkým výnosem vyčnívala varianta s přípravkem Fix-H+N s jinou předplodinou, která byla statisticky průkazně odlišná od všech ostatních variant. I u žluté cibule byly statisticky průkazně vyšší výnosy na parcelách, kde se v minulém roce pěstoval česnek. Konkrétně u variant Fix-H+N*, Kestom* a Gliorex*. Dobrého výnosu dosáhla také parcela s použitým přípravkem Gliorex* s předplodinou česnek.

6 Diskuze

6.1 Pokusy s přípravky biologické ochrany

U biologické kontroly je primárním hlediskem účinnost. Biologické přípravky musí mít viditelný dopad na epidemie chorob buď potlačením růstu patogenu, nebo podporou imunity hostitele, aby byl zajištěn výnos a kvalita plodin s dobrou ekonomickou návratností. V našem pokusu účinnost přípravků nebyla dokázána, existuje ale nespočet experimentů, které účinnost dokazují. Komerční biologické přípravky proti fusariovému vadnutí čočky snížily výskyt choroby až o 50 % a zvýšily výnos až o 58,7 %. *B. myloliuefaciens* významně potlačily chorobu *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. u rostlin *Vicia faba*, přičemž snížily výskyt choroby až o 100 % a zvýšily růst rostlin až o 82 %. Účinnost biologických přípravků je do značné míry spojena s jejich způsobem účinku a je ovlivněna dalšími přirozenými vlastnostmi látek, jako je jejich specifita a také perzistence v prostředí. Proto je nanejvýš důležité zohlednit genetiku, biologii a evoluční potenciál patogenů v ekologickém kontextu. Přípravky na biologické bázi by měly vykazovat samoregulaci ve své reprodukci a mohou sledovat hustotu a časoprostorovou distribuci patogenů, jako je auxin, který je poháněn zpětnou vazbou regulovanými mechanismy se samoorganizujícími vlastnostmi schopnými generovat vysoce kontextově specifické odpovědi na stimulaci signálem. Biologické přípravky Botrytis bunch rot snížily závažnost choroby o 21-58 % a udržely biologickou kontrolní aktivitu po několik sezón ve vinicích. Mnohé biologické přípravky jsou velmi citlivé na výkyvy biotického a abiotického prostředí. Jejich účinnost při laboratorním hodnocení se nemůže vždy projevit v účinnosti in vivo. Například mnoho přípravků z rodu *Pseudomonas* vykazuje dobrou účinnost ve studiích, ale nemůže se promítnout do konzistentního a účinného boje s chorobami v různých polních situacích. U přípravků z kmenů *Candida oleophila* Montrocher proti *Penicillium expansum* choroby jabloní existoval významný rozdíl v enzymatické aktivitě mezi aplikací in vivo a in vitro. Proto je důležité vybrat látky, které mají stabilní účinnost v různých podmínkách prostředí, jako je struktura půdy, vlhkost, extrémní teploty nebo konkurence (He et al. 2021).

Saoussen et al. (2020) testovali potenciál bakterií *Bacillus subtilis* V26 proti původcům fusariového vadnutí a fusariové suché hniloby brambor. Test antagonismu in vitro ukázal, že tento kmen může účinně inhibovat růst *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. graminearum* a *F. sambucinum* o 54,7 až 85,3 % ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Antifungální aktivita byla prokázána proti suché hnilobě bramborových hlíz způsobené druhy rodu *Fusarium*. Preventivní aplikace přípravku V26 významně snížila intenzitu onemocnění suchou hnilobou způsobenou houbami rodu *Fusarium* na 42,8-63,8 %, a to po 21 dnech inokulace houbami. Kmeny této bakterie se díky své schopnosti produkovat endospory, které jsou odolné vůči fyzikálním a chemickým úpravám, jako je například teplo, UV záření a vysychání snadno formulují a skladují. Díky tomu jsou také schopné působit i v nepříznivých podmínkách a mají tak v biologické ochraně potenciál (Saoussen et al. 2020).

Pro boj se strupovitostí brambor, se v laboratoři Výzkumného ústavu v Saint-Jean-sur-Richelieu již více než deset let zkoumá potenciál fenazin produkujících *Pseudomonas spp.* Na třech různých místech v Kanadě (New-Brunswick, Prince Edward-Island a Ontario) bylo prokázáno, že *P. synxantha* LBUM223 je schopna omezit příznaky choroby a je účinná proti několika druhům *Streptomyces* způsobujícím strupovitost brambor. Tento kmen vykazuje vynikající schopnost potlačovat běžnou strupovitost, ačkoli potřebuje několikanásobné aplikace, aby zůstal účinný. Mechanismy biokontroly využívané tímto kmenem jsou nyní dobře známy a sekvenování jeho genomu poskytlo cenné poznatky o dalších klíčových vlastnostech, které jsou přítomny i u tohoto kmene. V laboratoři v současné době probíhá další výzkum s dalšími kmeny produkujícími fenazin, který může vést k objevení dalších kmenů překonávajících. V neposlední řadě bylo prokázáno, že několik bakteriálních kmenů účinných při potlačování běžné strupovitosti brambor také podporuje růst rostlin a výrazně zlepšuje výnosy hlíz v polních podmínkách. Tato další vlastnost by mohla významně přispět k přijetí rostlinám prospěšných bakterií jako klíčové metody ochrany proti běžné strupovitosti brambor (Biessy & Fillion 2022).

Účinnost biologických kontrolních činitelů je do značné míry závislá na půdních podmínkách proto byl na univerzitě v Nairobi (College of Agriculture and Veterinary Sciences) založen pokus s cílem zjistit vliv kombinované aplikace houbových antagonistů *Purpureocillium lilacinum* a *Trichoderma harzianum inoculum* a neemu (TH neem a PL neem) na patogeny *Fusarium oxysporumf. sp.lycopersici* a *M. javanica* ve sterilní a nesterilní půdě při pěstování rajčat ve sklenících. Bylo prokázáno, že kombinace houbových antagonistů a neemu byly účinné v nesterilních i sterilních půdách při regulaci fuzariového vadnutí, zatímco při regulaci *M. javanica* byly méně účinné. To naznačuje, že existuje potenciál využití biologických kontrolních činitelů v přírodních půdních podmínkách (nesterilní půda) k regulaci chorob rostlin (Mwangi et al. 2018).

Švédská studie testovala ve skleníkovém experimentu hypotézu, že prospěšná bakterie *Bacillus velezensis* a žížala *Lumbricus terrestris* pozitivně ovlivňují zdravotní stav a růst hrachu (*Pisum sativum*L.) napadeného patogenem *Aphanomyces euteiches* způsobujícím kořenovou hnilobu. Ošetření *B. velezensis* vedlo k tvorbě vyšší biomasy výhonů a kořenů. Žížaly významně snižovaly příznaky choroby. Snižování příznaků chorob mohlo být způsobeno konzumací *A. euteiches* (přímý účinek) i narušením půdy (nepřímý účinek) (Lagerlöf et al. 2020).

V roce 2012 byl proveden experiment s použitím biologického přípravku založeného na houbách *Clonostachys rosea* a *Trichoderma asperellum* na česnek kuchyňský. Cílem experimentu bylo ověřit účinnost těchto hub proti patogennímu organismu *Sclerotinium cepivorum*. Rostliny byly vysazeny do půdy, která byla kontaminována sklerociemi této patogenní houby. Výsledky experimentu prokázaly vysokou účinnost biologického přípravku proti *Sclerotinium cepivorum*. V ošetřené variantě biologickými přípravky, došlo k úhynu pouze u 11,1 % rostlin. Tento výsledek je výrazně lepší než v neošetřené variantě, kde úhyn dosáhl 25,7 %. I tento experiment potvrzuje, že biologická ochrana rostlin hraje a bude hrát důležitou roli v zemědělství (Ondřej et al. 2012).

6.2 Pokusy přípravků firmy Monas technology

V roce 2021 v Královéhradeckém kraji byla testována účinnost biologických přípravků Baskus, Fix-H+N a Hirundo v porovnání s přípravkem Sulka Ca. V tomto pokusu byl prokázán vliv biologických přípravků v boji proti houbovým chorobám, na zvýšení výnosu však přípravky výrazný vliv neměli. Nejlepší výsledky prokázal přípravek Fix-H+N, který houbové choroby eliminoval s účinností 85 %. Přípravek Hirundo dosahoval účinnosti okolo 62 % a přípravek Baskus dosahoval nejslabšího výsledku a to 31 %. Oproti tomu byla vyhodnocena účinnost běžně používaného přípravku mezi pěstiteli Sulka Ca pouze 10 % (Kazda & Vancová 2022).

V roce 2019 proběhl pokus s přípravkem Fix-H+N na bramborách v Červeném újezdě. Použití přípravku vykazovalo navýšení výnosu o 9,7 %. V kategorii konzumních hlíz byl výnos navýšen o 6 %. Tyto výsledky prokazatelně ukazují na účinnost přípravku.

Na lokalitě Přerov nad Labem byla zkoumána účinnost přípravků na výnos celeru. Byly použity přípravky Hirundo, Fix-H+N a Prometheus. Všechny tyto přípravky prokázaly navýšení výnosu, a to minimálně o 6,9 %. Nejlépe dopadla varianta s přípravkem Fix-H+N, kde výnos vzrostl o 13,4 % (Monas Technology 2024g).

Na lokalitách Humpolec a Troubsko byly zaznamenány výsledky pokusů přípravku Prometheus na řepce. Na pokusných plochách v lokalitě Humpolec byl pozorován vliv přípravku na výnos, zatímco v lokalitě Troubsko bylo pozorování zaměřeno na zdravotní stav porostu, který byl napaden fomovou hnilobou. Oba tyto pokusy prokázali pozitivní výsledky ve prospěch biologického přípravku. V porostu, kde nebyl silný tlak chorob se zvýšil výnos o deset 10 % a v porostu napadeném fomovou hnilobou se až o polovinu zlepšil zdravotní stav rostlin (Monas Technology 2024g).

Ve výzkumné stanici Červený újezd by proveden pokus s přípravkem Fix-H+N na silážní a zrnové kukuřici. V případě kukuřice silážní došlo k navýšení produkce zelené hmoty o 4,1 %. Výsledky nárůstu biomasy byly ještě patrnější v případě rostlinné sušiny, kdy bylo vyhodnoceno navýšení o 25,5 %. V případě zrnové kukuřice se zvýšil výnos surového zrna o 12,2 % a u zrna suchého o 14 %. Dobrý vliv měl přípravek i na HTZ kukuřice, která se zvýšila o 4,2 %. Tento pokus byl proveden i o dva roky dříve a prokazoval podobně pozitivní výsledky na zvýšení výnosu zelené biomasy a nárůstu sušiny (Monas Technology 2024g).

V roce 2018 proběhly pokusy na zelenině v lokalitách Ostrá a Přerov. Na obou lokalitách byl pokus proveden na ledním salátu a v Přerově také na letním kvěťáku. Hodnocena byla především váha očištěných hlav zeleniny. V případě ledového salátu bylo prokázáno, že použití bakteriálních přípravků přineslo navýšení výnosů o 16 až 42 %. Při pokusu byly použity přípravky Hirundo, Prometheus a Fix-H+N. Nejlepší výsledek byl prokázán při použití přípravku Hirundo v lokalitě Ostrá a to o 42 %. Na ledovém salátu v Přerově bylo ovšem vyhodnoceno navýšení při použití přípravku Hirundo pouze o 20 %. Nejnižší navýšení výnosu ukázala varianta s přípravkem Prometheus v lokalitě Přerov a to o 16 % zatímco v lokalitě Ostrá bylo navýšení o 22 %. V lokalitě Ostrá bylo navýšení o 18 %. Z těchto výsledků je patrně

znát vliv půdy a lokality na účinnost biologických přípravků. U letního kvěťáku bylo dosaženo zvýšení výnosu zhruba od 17 do 24 %. Nejvyšší výnos byl zaznamenán u varianty s použitým přípravkem Fix-H+N (Monas Technology 2024g).

V roce 2017 byl testován přípravek Prometheus na slunečnici. Sledován byl zdravotní stav rostlin zejména v souvislosti s houbovými chorobami jako je sklerotiniová hniloba, fomové černání a verticiliové vadnutí. V tomto pokusu bylo prokázáno, že přípravek potlačuje všechny tyto choroby. V případě sklerotiniové hniloby byl výskyt napadených rostlin snížen v průměru o 3 %, u fomového černání o 11,4 % a u verticiliového černání o 7,3 %. Ještě výraznější potlačení chorob se ukázalo při použití přípravku Prometheus v kombinaci s fungicidem. Pokusy proběhly také v máku a ukázaly zlepšení zdravotního stavu porostu a navýšení výnosů v průměru o 12,4 % (Monas Technology 2024g).

7 Závěr

Cíl práce ověřit účinnost komerčně dostupných biologických přípravků na bázi bakterií a hub aplikovaných při sázení sazečky cibule a během vegetace na snížení výskytu houbových chorob cibule a zvýšení hmotnosti palic nebyl prokázán. U přípravku byla experimentálně prokázána různá úroveň účinnosti v závislosti na druhu přípravku, přesto ale nejlepší výsledky porostu a výnosů prokazovala kontrola. Hypotéza, že biologické přípravky dokážou snížit výskyt houbových chorob cibule kuchyňské a zvýšit hmotnost tedy splněna nebyla. Výsledky spíše ukazují, že přípravky biologické ochrany měli na pěstování cibule negativní vliv.

Z hlediska účinnosti biologických přípravků na houbové choroby hypotéza nebyla potvrzena. U červené cibule sice při první kontrole dopadl nejlépe přípravek Kestom, ale při druhé dopadla nejlépe kontrolní varianta bez použitého přípravku. Stejně tak u žluté cibule byl nejlepší stav porostu při první kontrole na parcele Hirundo, ale při kontrole druhé na parcele kontroly. Při porovnání první a druhé kontroly se také ukazuje, že v průběhu vegetace byl porost v horším stavu než před sklizní.

Z hlediska hmotnosti cibulí hypotéza také potvrzena nebyla. Biologické přípravky totiž neměly významný vliv na hmotnost zdravých cibulí, naopak výsledky naznačují, že přípravky výnosy cibule snížily. Jako jediný přípravek Fix-H+N* s předplodinou česnek dosáhl vyššího výnosu než parcela kontroly. Tento výsledek však nebyl statisticky průkazný. Ve výnosech také hrála roli použitá předplodina. U několika postřiků byl statisticky dokázán vyšší výnos cibule na parcelách, kde byl v minulém roce pěstován česnek. Toto je také nečekaný výsledek, který by mohl být vysvětlen pozůstatky živin po hnojení česneku během jeho vegetace v minulém roce.

Na tyto výsledky mělo pravděpodobně také vliv počasí. V období pokusu převládaly nadprůměrné teploty doprovázené suchem. Cibule byla zavlažována pouze v době aplikace biologických přípravků. Je tedy možné, že jejich nízkou účinnost ovlivnilo vyschnutí půdy několik dní po aplikaci.

Výsledky tohoto experimentu ukazují na vysokou senzitivitu biologických přípravků k abiotickým podmínkám v prostředí.

8 Literatura

- AgroBio OPAVA. 2024. ZDRAVÁ zelenina - odolnost zeleniny - bakterie. Available at <https://agrobio.cz/zdrava-zelenina---odolnost-zeleniny---bakteri/28594> (accessed March 15, 2024).
- Alabouvette C, Olivain C, Steinberg C. 2006. Biological Control of Plant Diseases: The European Situation: The European Situation. *European Journal of Plant Pathology* **114**:329-341.
- Ashraf S, Zuhaib M. 2013. Fungal Biodiversity: A Potential Tool in Plant Disease Management: A Potential Tool in Plant Disease Management. 69-90 in *Management of Microbial Resources in the Environment*.
- Bale JS, van Lenteren J, Bigler F. 2007. Biological control and sustainable food production. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* **363**:761-76.
- Barratt BIP, Moran VC, Bigler F, van Lenteren JC. 2018. The status of biological control and recommendations for improving uptake for the future. *BioControl* **63**:155-167. Available at <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9831-y>.
- Biessy A, Filion M. 2022. Biological control of potato common scab by plant-beneficial bacteria. *Biological Control* **165**:104808. Available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964421002784>.
- Bleša D. 2019. Úvod do problematiky biologické ochrany rostlin. *Obilnářské listy* **XXVII**:10-13.
- Buchtová I. 2023. Situační a výhledová zpráva zelenina. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Cavalcanti VP, Aazza S, Bertolucci SKV, Pereira MMA, Cavalcanti PP, Buttrós VHT, e Silva AM de O, Pasqual M, Dória J. 2020. Plant, pathogen and biocontrol agent interaction effects on bioactive compounds and antioxidant activity in garlic. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **112**:101550. Available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0885576520302186>.
- Cawoy H, Bettiol W, Fickers P, Ongena M. 2011. Bacillus-Based Biological Control of Plant Diseases. Ch. 13 in . IntechOpen, Rijeka. Available at <https://doi.org/10.5772/17184>.
- Fytovita. 2024. Gliorex. Available at <https://fytovita.cz/gliorex.htm> (accessed February 2024).
- Griffiths G, Trueman L, Crowther T, Thomas B, Smith B. 2002. Onions—A global benefit to health. *Phytotherapy Research* **16**:603-615. John Wiley & Sons. Available at <https://doi.org/10.1002/ptr.1222>.
- He D-C, He M-H, Amalin DM, Liu W, Alvindia DG, Zhan J. 2021. Biological Control of Plant Diseases: An Evolutionary and Eco-Economic Consideration: An Evolutionary and Eco-Economic Consideration. *Pathogens* **10**.

- Chandrashekara KN, Manivannan S, Peddi D, Mohan C. 2012. Biological Control of Plant Diseases.
- Irtwange S. 2006. Application of biological control agents in pre-and postharvest operations **3**.
- Kazda J, Prokinová E, Ryšánek P. 2007. Škůdci a choroby rostlin: domácí rostlinolékař. Knižní klub, V Praze.
- Kazda J, Vancová V. 2022. Využití biologických přípravků při pěstování česneku. Agromanuál. Available at <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/vyuziti-biologickych-pripravku-pri-pestovani-cesneku> (accessed March 2024).
- Kazda J. 2003. Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny3., dopl. vyd.. [Martin Sedláček], Praha.
- Kocourek F et al. 2022. Integrovaná ochrana zeleniny. Profi Press, Praha.
- Lagerlöf J, Ayuke F, Heyman F, Meijer J. 2020. Effects of biocontrol bacteria and earthworms on *Aphanomyces euteiches* root-rot and growth of peas (*Pisum sativum*) studied in a pot experiment. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science* **70**:427-436. Taylor & Francis. Available at <https://doi.org/10.1080/09064710.2020.1761995>.
- Lahlali R, Ezrari S, Radouane N, Kenfaoui J, Esmael Q, El Hamss H, Belabess Z, Barka EA. 2022. Biological Control of Plant Pathogens: A Global Perspective: A Global Perspective. *Microorganisms* **10**.
- Malý I, Petříková K. 2000. Základy pěstování cibulové zeleniny. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.
- Malý I. 1998. Polní zelinářství. Agrospoj, Praha.
- Malý I. 2003. Pěstujeme cibuli, česnek, hrách a další cibulové a luskové zeleniny. Grada, Praha.
- Mihajlovic M, Rekanovic E, Hrustic J, Grahovac M, Pešić B. 2017. Methods for management of soilborne plant pathogens. *Pesticidi i fitomedicina* **32**:9-24.
- Monas Technology. 2024. Baskus. Available at <https://monastechnology.cz/index.php/produkty/?baskus> (accessed March 2024).
- Monas Technology. 2024. FIX-H+N. Available at <https://monastechnology.cz/index.php/fix-hn> (accessed March 2024).
- Monas Technology. 2024. Hirundo. Available at <https://monastechnology.cz/index.php/hirundo> (accessed March 2024).
- Monas Technology. 2024. Kestom. Available at <https://monastechnology.cz/index.php/produkty/?kestom> (accessed March 2024).

Monas Technology. 2024. O nás. Available at <https://monastechnology.cz/> (accessed March 2024).

Monas Technology. 2024. Prometheus. Available at <https://monastechnology.cz/index.php/prometheus-cz> (accessed March 2024).

Monas Technology. 2024. Výsledky pokusů a zkušenosti zemědělců. Available at <https://monastechnology.cz/index.php/zkusenosti-zemedelcu> (accessed March 2024).

Mwangi MW, Muiru WM, Narla RD, Kimenju JW, Kariuki GM. 2018. Effect of soil sterilisation on biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and *Meloidogyne javanica* by antagonistic fungi and organic amendment in tomato crop. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science* **68**:656-661. Taylor & Francis. Available at <https://doi.org/10.1080/09064710.2018.1450439>.

Ondřej M, Ondráčková E, Nesrsta M. 2012. Využití hub rodu *Clonostachys* proti půdním patogenům. *Úroda* **60**:64 - 66.

Pal KK, McSpadden Gardener B. 2006. *Biological Control of Plant Pathogens. The Plant Health Instructor* **2**.

Petříková K, Hlušek J. 2012. *Zelenina: pěstování, výživa, ochrana a ekonomika*. Profi Press, Praha.

Petříková K. 2006. *Zelenina: pěstování, ekonomika, prodej*. Profi Press, Praha.

Prokinová E. 1996. *Biologická ochrana proti houbovým chorobám rostlin: (studijní zpráva)*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

Rod J, Hluchý M, Prášil J, Somssich I, Zacharda M. 2005. *Obrazový atlas chorob a škůdců zeleniny střední Evropy*. Biocont Laboratory, spol, Brno.

Rod J. 2005. *Obrazový atlas chorob a škůdců zeleniny střední Evropy: ochrana zeleniny v integrované produkci včetně prostředků biologické ochrany rostlin*. Biocont Laboratory ve spolupráci se Semo Smržice, Brno.

Saoussen BK, Mejdoub-Trabelsi B, Tounsi S. 2020. Biological potential of *Bacillus subtilis* V26 for the control of *Fusarium* wilt and tuber dry rot on potato caused by *Fusarium* species and the promotion of plant growth. *Biological Control* **152**.

Smolińska U, Kowalska B. 2018. Biological control of the soil-borne fungal pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* — a review. *Journal of Plant Pathology* **100**:1-12. Available at <https://doi.org/10.1007/s42161-018-0023-0>.

Thambugala K, Daranagama D, Phillips A, Kannangara S, Promputtha I. 2020. Fungi vs. Fungi in Biocontrol: An Overview of Fungal Antagonists Applied Against Fungal Plant Pathogens: An Overview of Fungal Antagonists Applied Against Fungal Plant Pathogens. *Frontiers in Microbiology* **10**.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2024. ÚKZUZ. Rostlinolékařský portál. Available at https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22bad2d59a0927e6d31a2499e0f317be11%22#rlp|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c421a82|skudci (accessed March 2024).

Van Mele P. 2008. A historical review of research on the weaver ant *Oecophylla* in biological control. *Agricultural and Forest Entomology* **10**:13-22. John Wiley & Sons. Available at <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2007.00350.x>.

Weindling R. 1934. Studies on a lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi. *Phytopathology* **24**:1153-1179. Available at <https://eurekamag.com/research/013/514/013514545.php>.

9 Samostatné přílohy

Obrázek č.1: Založení pokusu 9.4.2023, autor: T. Pařavová.



Obrázek č.2: První aplikace biologických přípravků, autor: J. Kazda.



Obrázek č.3: Porost cibule v průběhu vegetace 24.6.2023, autor: T. Paťavová



Obrázek č.4: Porost cibule před sklizní, autor: T. Paťavová.



Obrázek č.5: Sklizená parcela červené cibule, varianta Hirundo, autor: T. Pařavová



Obrázek č.6: Sklizené, zaschlé a očištěné cibule připravené na vážení, autor: T. Pařavová

