

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 česneku

Bakalářská práce

Veronika Vancová

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Kazda, CSc.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Využití biologických přípravků při pěstování česneku“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5.4.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Janu Kazdovi, CSc. za cenné rady, podporu, ochotu a skvělé vedení při zpracování bakalářské práce. Také bych chtěla poděkovat společnosti Monas Technology za poskytnutí biologických přípravků, bez kterých by tato práce nevznikla.

Využití biologických přípravků při pěstování česneku

Souhrn

Bakalářská práce je zaměřena především na biologickou ochranu. Tento směr ochrany rostlin je v současnosti velice aktuální, protože do roku 2030 by mělo dojít ve všech zemích EU k padesáti procentnímu omezení používání jakýchkoli pesticidů. Využití pesticidů v ochraně proti některým škodlivým organismům i v hospodářsky nejdůležitějších plodinách tak bude významně omezeno. Biologickou ochranu bude nutné maximálně využívat v těch plodinách, ve kterých funguje a použití pesticidů ponechat na plodiny, ve kterých biologická ochrana není dostatečně účinná (ústní sdělení Minář 2022).

Jako modelový druh byl vybrán česnek kuchyňský (*Allium sativum*). Palice česneku jsou velice často napadány houbovými chorobami (hlavně rod *Fusarium*), proti kterým není registrovaný žádný chemický přípravek.

Práce se zabývá účinkem 3 biologických komerčních přípravků české firmy Monas Technology: Baskus[®], Hirundo[®], Fix H+N[®] a komerčního fungicidního přípravku Sulka Ca proti houbovým chorobám česneku. Byl sledován také vliv na hmotnost palic česneku.

Maloparcelkový polní pokus byl založen z vlastní sadby česneku odrůdy Havran. Bylo celkem zkoušeno 11 variant: neošetřená kontrola, Sulka Ca, Baskus[®], Hirundo[®], Fix H+N[®], každá varianta s biologickými přípravky byla aplikována 3 způsoby, jmenovitě mořením, zapravením přípravku do půdy bezprostředně před výsadbou a postřikem ihned po výsadbě. Na jaře byly parcelky postříkány příslušnými biologickými přípravky na začátku vegetace.

Hodnocení pokusu probíhalo postupně během vegetace ve 3 termínech. Hodnotily se rostliny atypické (zakrnělé, špatný růst, žluté listy), které byly z porostu odstraněny, aby nebyly započítány do dalšího hodnocení. Při sklizni se důkladně zhodnotil celkový zdravotní stav rostlin a palic česneku. Po usušení se zjistila váha 30 palic česneku náhodně odebraných z každé varianty. Všechny výsledky byly zaznamenány do tabulek a graficky znázorněny.

Nejlepších výsledků v ochraně proti houbovým chorobám dosáhl přípravek Fix H+N[®] ve variantě moření, kde bylo zjištěno pouze 15 % poškozených rostlin během celé vegetace při srovnání s neošetřenou kontrolou. U přípravku Hirundo[®] nejvyšší účinnosti dosáhla varianta se zapravením přípravku před výsadbou, zde bylo cca 30 % poškozených rostlin při srovnání s neošetřenou kontrolou. V případě přípravku Baskus[®] byla nejlepší varianta s postřikem po výsadbě – 55 % poškozených rostlin při srovnání s neošetřenou kontrolou. Je třeba ale zdůraznit, že tento přípravek je primárně určen proti bakteriálním chorobám. Naopak nejhoršího výsledku dosáhl přípravek Sulka Ca, kde bylo přes 90 % poškozených rostlin při srovnání s neošetřenou kontrolou.

Hmotnost 30 palic česneku nebyla nijak zvlášť biologickými přípravky ovlivněna.

Přípravek Fix H+N[®] je možno doporučit pěstitelům česneku jako náhradu za přípravek Sulka Ca.

Klíčová slova: biologická ochrana, biologické přípravky, česnek, choroby česneku, patogen

Application of biological preparations in garlic cultivation

Summary

This bachelor thesis is focused primarily on biological protection of plants. These days this way of plant protection is really important, because European Union wants to reduce the use of pesticides to half until 2030. The use of pesticides against harmful pests in important crops will be limited. It is necessary to use the biological protection with crops, where it works and use pesticides only with plants, where the use of biological protection is not efficient (Minář 2022).

The thesis deals with 3 biological commercial preparations, which are produced by Czech company Monas Technology: Baskus[®], Hirundo[®], Fix H+N[®] and commercial used product Sulka Ca against fungal diseases of garlic. We also observed the weight of 30 bulbs of garlic.

We chose a garlic as a model species. Garlic is often attacked by fungal diseases (frequently species *Fusarium*), but there are not some registered fungal preparations against it. We established a field experiment with species of garlic Havran. There were 11 different subvariants: control variant, Sulka Ca, Baskus[®], Hirundo[®], Fix H+N[®]. All three biological preparations had three subvariants: biological seedling pickling, the introduction of biological preparations into the soil before planting the garlic and spraying the biological preparations after planting. In the spring all variants were sprayed by biological preparations.

The evaluation of our experiments took place three times. We were evaluating the atypical plants (rudimentary, bad growing, yellow leaves). These plants were removed and not evaluated. We were observing the health condition of plants and bulbs during the harvest. After drying the bulbs, we evaluated the weight of 30 bulbs of garlic. All results were written down and put into the graphs.

Fix H+N[®] reached the best results in subvariant of pickling the garlic before planting, because only 15 % of garlic bulbs were infected by fungal diseases. The preparation Hirundo[®] showed the best effect in the subvariant of introducing the biological preparation into the soil before planting the garlic, but 30 % of garlic bulbs were infected. Baskus[®] showed the best results in the subvariant of spraying the garlic bulbs after planting, but 55 % of plants were attacked by fungal diseases. It is necessary to add, that this preparation is primarily used against bacterial diseases. Sulka Ca was the worst way how to protect bulbs, because more than 90 % of bulbs were infected. The weight of 30 bulbs was not affected by use of biological preparations.

We could recommend the use of preparation Fix H+N[®] for the garlic croppers instead of preparation Sulka Ca.

Keywords: biological preparations, biological protection, diseases of garlic, garlic, pathogen

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Literární rešerše	3
3.1	České zelinářství	3
3.2	Česnek kuchyňský	3
3.2.1	Botanická charakteristika	3
3.2.2	Agrotechnika česneku.....	4
3.2.3	Škůdci česneku.....	6
3.2.4	Choroby česneku	10
3.3	Biologická ochrana proti houbovým organismům	13
3.3.1	Charakteristika biologické ochrany	13
3.3.2	Vývoj biologické ochrany	14
3.3.3	Využití biologických přípravků v současnosti	15
3.3.4	Biologické přípravky v ČR.....	16
4	Metodika	22
4.1	Použité rostliny	22
4.2	Použité přípravky	22
4.3	Maloparcelkový pokus	22
5	Výsledky	25
5.1	Hodnocení – první kontrola 3.5.2021.....	25
5.2	Hodnocení – druhá kontrola 16.6.2021.....	25
5.3	Hodnocení – třetí kontrola 8.7.2021	26
5.4	Hodnocení – hmotnosti třiceti palic.....	27
5.5	Celkové hodnocení.....	27
5.6	Shrnutí výsledků	30
6	Diskuze	32
6.1	Biologická ochrana.....	32
6.2	Výsledky pokusů s biologickými přípravky	33
6.3	Výsledky přípravků firmy Monas Technology.....	34
7	Závěr	36
8	Literatura.....	37

1 Úvod

K ochraně rostlin proti chorobám a škůdcům je možné použít metody přímé a nepřímé. Nepřímé metody jsou ty, které vytváří nepříznivé prostředí pro rozvoj škodlivých organismů (vhodná agrotechnika, karanténa a šlechtění rostlin). Přímé metody zahrnují chemické, mechanické, biologické a fyzikální způsoby regulace škodlivých organismů. Dnes hraje velkou roli také integrovaná ochrana zavedená v 60. letech minulého století (Věchet 2010).

Smyslem integrované ochrany je uvážení všech dostupných metod, které potlačují rozvoj škodlivých organismů. Mnohé z nepřímých metod ochrany mohou být ve svém důsledku účinnější a možná i levnější než aplikace pesticidu. To platí zejména pro choroby, u nichž účinnost pesticidního ošetření nebývá zdaleka stoprocentní (Matušinsky et al. 2013).

Biologická ochrana jako směr ochrany rostlin je limitována znalostmi životních cyklů účastníků se organismů, jejich vzájemnou interakcí, případně etologií, ale také lokálními podmínkami prostředí, proto kromě agrotechnických postupů a místních zvyklostí pěstitelé často spoléhají spíše na aplikaci chemických pesticidů. Znečištění přírodních zdrojů a přítomnost reziduí pesticidů ve vodních zdrojích, v neošetřených porostech, zasahující necílové organismy a možná karcinogenita používaných chemikálií vede ke změnám v postoji lidí k používání pesticidů v agroprůmyslu (Bleša 2019).

V dnešní době platí přísná legislativa ohledně chemických pesticidů a lze pozorovat společenský i politický tlak na odstranění nejvíce škodlivých látek z prodeje. Navíc, jak se již ukázalo nárůstem rezistence, pomocí chemických přípravků nelze eradikovat závažné choroby z agrosystémů úplně. Z těchto důvodů mají i firmy vyrábějící chemické přípravky snahu o vývoj a aplikaci alternativních metod a přípravků pro kontrolu škůdců a onemocnění. Biologická ochrana rostlin se ukazuje jako vhodná alternativní metoda pro kontrolu chorob rostlin (Bleša 2019).

Tato práce se zabývá pěstováním česneku, který patří mezi oblíbené zeleniny v České republice. Stručně popisuje česnek kuchyňský, jeho agrotechniku, škůdce i choroby. Podrobněji řeší ochranu proti houbovým chorobám podzemních částí česneku, zejména houbám rodu *Fusarium*. V experimentální části práce zkouší účinnost biologických přípravků na bázi mikroorganismů.

2 Cíl práce

Hypotéza:

Biologické přípravky dokážou snížit výskyt houbových chorob česneku a zvýšit hmotnost palic.

Cíl:

Ověřit účinnost komerčně dostupných biologických přípravků na bázi bakterií a hub aplikovaných při sázení česneku a během vegetace na snížení výskytu houbových chorob česneku a zvýšení hmotnosti palic.

3 Literární rešerše

3.1 České zelinářství

V posledních letech se pěstební plochy zeleniny mírně stabilizují. Zvyšuje se výrazně výměra krytých ploch pro pěstování rychlené zeleniny. V roce 2020 bylo v České republice 435 zelinářů, kteří obhospodařovali 11 326 ha. Převažující podíl zelinářských ploch je obhospodařován podniky s výměrou nad 100 ha, zároveň nejvíce zelinářských podniků patří mezi malé farmy s výměrou do 10 ha (Buchtová 2020).

V České republice patří mezi nejpěstovanější zeleninu hlávkové zelí, cibule, mrkev, ale i dřeňový hrách. Z těchto jmenovaných druhů v roce 2019 největší plochu zaujímala cibule, jednalo se o 2187 ha. Hlávkové zelí se v témže roce pěstovalo na 1062 ha. Výměra pěstovaného česneku je oproti zmiňovaným druhům výrazně menší. V roce 2019 byl česnek pěstován na 532 ha a z této plochy se sklídilo 2 393 t. Z těchto dat vyplývá, že průměrný hektarový výnos činil 4,5 t (Buchtová 2020).

Zatímco v roce 2019 došlo k rapidnímu nárůstu cen některých druhů zeleniny vlivem nepříznivých podmínek pro jejich pěstování, v roce 2020 došlo k výraznému snížení cen většiny druhů zeleniny. Cena česneku také kolísá, ale pohybuje se kolem 90 000 Kč/t (Buchtová 2020).

3.2 Česnek kuchyňský

3.2.1 Botanická charakteristika

Česnek kuchyňský (*Allium sativum* L.) patří do rodu *Allium*, do tohoto rodu se řadí také cibule, pór či pažitka. Většina druhů je jedlých, ale nacházejí se zde také druhy, které jsou řazeny mezi invazivní plevele (Peter 2001).

Jedná se o jednoděložnou rostlinu z čeledi amarylkovitých (*Amaryllidaceae*). Dorůstá do výšky 30-100 cm (Peter 2001). Tato prastará kulturní rostlina pochází ze Střední Asie. Dnes se pěstuje po celém světě (Michalec 1977; Petříková & Hlušek 2012).

Pěstuje se jako jednoletá rostlina, avšak jedná se o rostlinu vytrvalou. Kořeny vytváří svazčité. Druh během svého vývoje ztratil schopnost se reprodukovat semeny. Jedná se o tzv. apomiktický druh. Apomixie vede k četným somatickým mutacím. I když jsou při rozmnožování vyvinuty pohlavní orgány (jako je květ, v něm pestíky atp.), tak k oplodnění vůbec nedochází (Ovesná & Velát 2020). Česnek se tedy rozmnožuje vegetativně pomocí stroužků, které mají hmotnost podle odrůdy 1,5-9,5 g. Podpučí je změněná osa a stoužky představují zvětšené kolaterální pupeny. Stroužek je obalen kožovitou šupinou, jednotlivé stroužky jsou ve skupinách odděleny jemnou slupkou. Skupina stroužků tvoří složenou cibuli. Tato cibule je chráněná suchomázdřitými šupinami ve třech vrstvách pevně obalujícími stroužky (Petříková & Hlušek 2012). Cibule je složena z 6-35 stroužků podle odrůdy (Peter 2001).

Nadzemní část je tvořena 8-15 žlábkovitými, plochými, ojíňenými tmavě zelenými listy. Květní lodyha, která se vyskytuje pouze u paličáků, je vysoká až 1 m a vyrůstá z podpučí. Květentví se

nazývá okolík a ten je složen ze zelenkavých či bílých květů, které jsou však sterilní. Mezi kvítky vyrůstají pacibulky, které lze použít v tříleté technologii množení (Petříková & Hlušek 2012). Z morfologického hlediska se rozlišují dva základní morfotypy česneku – morfotyp paličák a nepaličák. Botanická klasifikace rozlišuje dvě variety jako česnek morfotypu paličák - *Allium sativum* var. *ophioscorodon* (Link) Döll, Rhein. a *Allium sativum* var. *pekinense* (Prokh.) F. Maek., a jednu varietu, která se označuje jako morfotyp nepaličák *Allium sativum* var. *sativum* (Ovesná & Velát 2020).

Česnek morfotypu paličák vytváří výrazný květní stvol a kulovitá květenství s pacibulkami, jehož genetický základ je totožný s genetickým základem původní rostliny (Ovesná & Felát 2020). Počet stroužků v cibuli a jejich velikosti jsou různé, avšak jsou pravidelně uspořádané. Stroužky jsou umístěné kolem tuhého středu, což je dalším charakteristickým znakem paličáků. Cibule je kulovitá až mírně zploštělá a zbarvení má bílé, někdy jemně fialové (Konvička 1998).

Česnek morfotypu nepaličák květní stvol nevytváří, proto se v tomto smyslu snáze pěstuje a je mimo Českou republiku oblíbenějším typem. Obecně mají česneky morfotypu nepaličák spolehlivější výnos a lépe se přizpůsobují prostředí a uvádí se, že v průměru mají vyšší skladovatelnost (Ovesná & Velát 2020). Nepaličák nevytváří pevný střed. Cibule je spíše plochá, bílá někdy nafialovělá. Stroužky jsou různě poskládané, jsou menší a je jich v cibuli více než u paličáku. Tento morfotyp lze rozdělit na širokolistý ozimý a úzkolistý nepaličák. Úzkolistý nepaličák lze vysadit jak na podzim, tak na jaře a má nejdélší skladovatelnost, ale výnosově je tento nepaličák průměrný až podprůměrný (Petříková & Hlušek 2012). Mezi nepaličáky se řadí také tzv. asijské česneky (Ovesná & Velát 2020).

3.2.2 Agrotechnika česneku

Vždy se musí zohlednit půdně-klimatické podmínky stanoviště a podle toho vybrat vhodnou odrůdu a vhodné zpracování půdy (Ovesná & Velát 2020). Česneku vyhovují půdy záhřevné, hlinité, hlinitopísčité s dostatečnou zásobou živin. Pokud by byl česnek pěstován na půdách písčitých, je nutné využití doplňkové závlahy. Těžké, nepropustné půdy a půdy s vysokou hladinou podzemní vody jsou pro pěstování česneku nevhodné. Nižší a střední polohy jsou pro pěstování česneku ideální. Česneku také vyhovují polohy chráněné a nezastíněné (Petříková & Hlušek 2012).

Česnek jako plodina není náročný, proto je i velmi snášenlivý k různým předplodinám. Rozhodující pro volbu předplodiny by mělo být: následné zaplevelení, včasné zapravení, minimalizace reziduí herbicidů a množství rostlinných zbytků nebo zbytků organických hnojiv. Řešení předplodiny je důležité i z hlediska, že česnek by neměl být opakovaně na stejném stanovišti. Doporučuje se minimální cyklus 5-6 let. Pokud je nutnost tuto dobu zkrátit např. z důvodu nedostatku vhodných pozemků je nutno předplodinu volit i s ohledem na potlačení chorob a škůdců přežívajících v půdě hlavně hádátka zhoubného tak, aby byla i včas zapravena a mohla být provedena aplikace některého z přípravků na jeho potlačení. Vhodnou předplodinou jsou okurky, košťáloviny, obiloviny, řepa doporučují se i brambory (Petříková et al. 2006).

Při výběru předplodiny je třeba zvážit hlavně následné možné zaplevelení pozemku, neboť do česneku je povoleno velmi málo herbicidů. Při pěstování česneku se mimo základní preemergentní aplikaci herbicidu volí už jen mechanická regulace plevelů. Pro preemergentní aplikaci se nejčastěji využívá herbicid Stomp Aqua, Stomp 400 SC, Stomp 330 EC, Sharpen 40 EC nebo Bandur. Aby byla účinnost těchto půdních herbicidů co nejvyšší, musí se aplikovat na vlhkou půdu. Plevelé musí mít maximálně jeden pár pravých listů, jinak herbicidy nebudou správně účinkovat. V zahraničí se využívá také postemergentní aplikace herbicidů s účinnou látkou pyridate či oxyfluorfen, v České republice se tato aplikace neprovádí (Jursík et al. 2016). Příprava pozemků pro sázení závisí na půdně klimatických podmínkách a v odlišných oblastech se může lišit. Obecně se využívá hluboká orba nebo jsou testovány i bezorebné systémy (Ovesná & Velát 2020). Kabir et al. (2013) ve svém pokusu prokázali, že pěstování česneku v systému no-till a v kombinaci s dvanácti centimetrovým mulčem zvýšilo skladovatelnost česneku. Česnek je plodina, pro kterou je vhodné hlubší zpracování půdy. Je to dáno jak hloubkou sázení 6-15 cm tak hlubším prokořeněním. Právě dlouhé a silné kořeny při nedostatečné přípravě dokážou udělat mnoho problémů ve sklizni. Kyprá půda v oblasti kořenů nám zajistí při sklizni čistý a nepoškozený česnek s minimálními ztrátami. Vlastní příprava začíná hlubší orbou na 30 cm. Další operací je srovnání pozemku s následným dostatečně hlubokým prokypřením (Ovesná & Velát 2020).

Česnek se řadí do II. až III. trati hnojení organickými hnojivy, aby se co nejvíce eliminovala tvorba nadzemní části rostliny na úkor cibule. Je také potřeba česnek sázet na půdy s pH 6,5-7,2. Stejně jako cibule snáší velice dobře přímé vápnění, které se provádí mletými nebo dolomitickými vápenci. Česnek je středně náročný na dusík, fosfor i hořčík a náročný na draslík a síru. Při stanovování dávek jednotlivých živin se vždy vychází z odběrů živin jednou tunou produkce (Hlušek et al. 2002). Na podzim při přípravě půdy se aplikují 2/3 dusíku, protože vyšší zásoba dusíku v druhé polovině vegetace podporuje rozvoj nadzemní hmoty na úkor cibule a zhoršuje kvalitu produkce (Petříková & Hlušek 2012). Česnek je náročný na síru, a proto se jako dusíkaté hnojivo často používá síran amonný. Aplikace síry během vegetace může zvýšit obsah allinu (česneková silice) v cibulích. Fosforečná a draselná hnojiva se aplikují na podzim při přípravě půdy. Česnek je velice náchylný na chlor, takže se musí použít draselná hnojiva bez jeho obsahu (Martins et al. 2016).

Před výsadbou je možné mořit stroužky v přípravku Sulka (Ovesná & Velát 2020), avšak jak ukazují výsledky pokusu, je efektivnější využít k moření stroužků česneku některý z biologických přípravků (Kazda et al. 2021). V minulosti bylo také možné použít k moření přípravek Rovral, který účinkoval na houbové choroby česneku, tento přípravek je však od roku 2018 zakázán (ÚKZÚZ 2021).

Výsadba se provádí buď na podzim nebo na jaře, podle zvoleného morfotypu a odrůdy česneku. Sázení na podzim se provádí v poslední dekádě měsíce října a začátkem listopadu do řad o vzdálenosti 30-45 cm, v řádcích na vzdálenost 8-10 cm a do hloubky 5-6 cm (Petříková & Hlušek 2012), zatímco Ovesná & Velát (2020) doporučují hloubku sázení v rozpětí 6-15 cm podle půdních podmínek. Česnek se rozlupuje na stroužky nejdéle jeden týden před výsadbou. Výsadba na jaře se provádí co nejdříve, obvykle v březnu. Jarní přihnojení se v tomto případě

vynechává, hnojí se pouze na podzim při přípravě. Spotřeba sadby je 0,8-1,2 t/ha. Počet vzešlých rostlin by měl být 300-400 tisíc na hektar půdy (Petříková & Hlušek 2012).

3.2.3 Škůdci česneku

Nejrozšířenější škůdci jsou háďátko zhoubné, houbomilka česneková a vlnovník česnekový. Tito škůdci škodí na česneku v současné době nejvíce (Ovesná & Velát 2020).

Háďátko zhoubné (*Ditylenchus dispaci*)

Háďátko zhoubné patří k našim nejškodlivějším druhům háďátek (Kazda et al. 2007). Tento škůdce má kolem 500 hostitelských rostlin (Kocourek et al. 2014). Zdrojem napadení je půda, do rostlin proniká průduchy, poraněním, nebo aktivně pomocí enzymů. Nejvíce bývá napadeno kořenové podpučí. Kořeny sice háďátko zhoubné nenapadá, ale v důsledku napadení kořenového podpučí kořeny odumírají (Kazda et al. 2007). Příznaky napadení jsou tedy houbovatění rostlinných pletiv spojené s deformacemi celých rostlin. Napadené rostliny se vyskytují v ohniscích. Podpučí cibule praská, česnek práchnivý a silně napadené rostliny hynou. Nejvíce škodí háďátko zejména v letech s vlhkým a chladným jarem. Nebezpečí napadení háďátkem je větší na těžkých půdách (Rod et al. 2005).

Háďátko klade vajíčka do prostředí, kde žije. Larvy škodí stejně jako dospělci. Do roka má háďátko zhoubné několik generací, obvykle 5-10 a přezimují všechna vývojová stadia (Ackermann & Kazda 2014). Za nepříznivých podmínek (sucho, nízké teploty) může upadnout do anabiotického stavu. Je neaktivní, nerozmnožuje se a nepřijímá potravu. Tímto způsobem také přezimuje, ale může zůstat v anabiotickém stavu i několik let. Poté stačí příznivá teplota a několik kapek vody, háďátko rychle obnoví životní funkce a stává se opět nebezpečným škůdcem (Kazda et al. 2007).

Ochrana proti háďátku zhoubnému není jednoduchá. Základem nepřímé ochrany je použití zdravou, mechanicky nepoškozenou a háďátkem nenapadenou sadbu (Ackermann & Kazda 2014). Hostitelem háďátka je však i řada běžných kulturních plodin, jako například pšenice a ječmen, toto je tedy také třeba brát v úvahu (Kocourek et al. 2014). K přímé ochraně doporučují Ackermann a kol. (1995) moření v přípravku Sulka a Vydate L, oba tyto přípravky již dnes nejsou povoleny. Sulka je dnes povolena jen jako hnojivo ve formě Sulka K, Sulka Ca s účinností na vlnovníka česnekového. Vydate L je již také zakázán, povolen je Vydate 10 G, tento přípravek je však povolen pouze do roku 2023 (ÚKZÚZ 2021). Ackermann & Kazda (2014) doporučují aplikaci granulí přípravku Basamid granulát, tento přípravek je však od roku 2019 také zakázán (ÚKZÚZ 2021). Proti háďátku zhoubnému byly také provedeny pokusy s kyanidem (Douda 2010; Zouhar 2016). Je také možné, tam kde se háďátko již vyskytne, na podzim zapravit do půdy dusíkaté vápno, které působí jako dezinfekce půdy. Nejlepší je dusíkaté vápno zaorat (Ovesná & Velát 2020).

Houbomilka česneková (*Suillia univittata*)

Hostitelem houbomilky česnekové jsou česnek, pór, cibule a další rostliny z čeledi liliovitých (Kocourek et al. 2014). Listy napadených rostlin se kroutí a vadnou a mohou odumírat. V rostlinných pletivech se objevují beznohé bezhlavé larvy (Ackermann 1995). Je zde také riziko sekundárního napadení bakteriózami a houbovými patogeny (Rod et al. 2005).

Houbomilka česneková je létavý hmyz z řádu dvoukřídlí. Na jaře při teplotě 10 °C klade vajíčka na listy vyrůstajícího česneku hned u země, nebo napadne rostliny, které jsou ještě těsně pod povrchem (Ovesná & Velát 2020). Larvy jsou bělavé a kuklí se v půdě. Vnikají mezi listy a vyžírají jejich báze, často pronikají až k vegetačnímu vrcholu. Mouchy se líhnou v květnu a v červnu a později přezimují (Ackermann & Kazda 2014).

Z nepřímé ochrany je možné využít netkanou textílii, kdy se porost na konci února překryje (Ovesná & Velát 2020). Ackermann a kol. (1995) z přímé ochrany doporučují Basudin 600 EC, Diazinon 60 EC, Dragon 2,5 EC, Karate 2,5 EC, Karate 5 EC, Reldan 2 E, Reldan 50 EC, Sumithion 50 EC, z těchto přípravků však již není žádný povolený (ÚKZÚZ 2021). Ackermann & Kazda (2014) doporučují přípravky Neudosan, Neudosan AF a Zdravá zahrada přípravek proti škůdcům. Přípravku Neudosan skončila registrace v roce 2020 a přípravku Zdravá zahrada přípravek proti škůdcům skončila registrace v roce 2021. Jediný přípravek Neudosan AF má registraci až do roku 2023 (ÚKZÚZ 2021).

Vlnovník česnekový (*Aceria tulipae*)

Vlnovník česnekový se vyvíjí na rostlinách z čeledi amarylkovitých a liliovitých. Je to roztoč o velikosti 0,1-0,3 mm, takže se snadno šíří vzduchem (Ovesná & Velát 2020). Nejdříve škodil na okrasných rostlinách, teprve později se stal také škůdcem česneku. Listy mladých rostlin jsou pokroucené, zkadeřené a žloutnou, napadené rostliny zaostávají v růstu. V místě napadení se nachází podlouhlí roztoči s dvěma páry noh (Kocourek et al. 2014). Ve skladech způsobuje vyšeptání cibulí a stroužků. Na stroužkách je po oloupaní viditelný matný povrch, stroužek se postupně scvrkává a hnědne. U konzumního česneku se sníží riziko vyšeptání skladováním při nízkých teplotách, kdy je tento roztoč málo aktivní (Sapáková et al. 2012). Nepřímo škodí přenosem viróz (Kocourek et al. 2014).

Není výjimkou, že se u česneku, který je pěstovaný na stejném pozemku a skladovaný ve stejných podmínkách, vlnovník objeví jen na jedné odrůdě, kterou zcela znehodnotí, zatímco ostatní odrůdy zůstanou nedotčené. Podle čeho si vlnovník tuto odrůdu vybere, není dosud jasné, neboť každý rok si i na stejné lokalitě vybere odrůdu jinou (Ovesná & Velát 2020). Nepřímoou ochranou je sázet pouze uznanou sadbu a cibuloviny na tomtéž pozemku pěstovat v dostatečných časových odstupech. K ozdravení napadené sadby je možné použít máčení ve vodě o teplotě 55 °C po dobu 15-20 minut (Rod et al. 2005). Ovesná & Velát (2020) tvrdí, že účinné je moření sadbového česneku Sulkou, nejlépe už v průběhu září. Poté je nutné nechat česnek rychle oschnout a uskladnit na větrané místo až do doby výsadby. V registru přípravků na ochranu rostlin ale není žádný přípravek proti tomuto škůdci registrovaný (ÚKZÚZ 2021).

Vrtalka pórová (*Phytomyza gymnostoma* syn. *Napomyza gymnostoma*)

Hostitelskými rostlinami vrtalky pórové jsou všechny druhy cibulové zeleniny, okrasné cibuloviny a plevelné druhy z čeledi liliovitých (Kocourek 2014).

Poškození se pozná podle toho, že na bazálních částech listů jsou řádky bílých skvrn po vpichu samičky, kde nakladla vajíčka. Dochází také ke kroucení listů. V pletivu listů nebo kořenového krčku jsou drobné minující muší larvy. Před kuklením minují larvy mezi suknicemi cibule nebo mezi jednotlivými stroužky česneku. Napadené cibule praskají, listy jsou deformované, za vlhka zahnívají (Rod et al. 2005).

Vrtalka pórová je hmyz z řádu dvoukřídlí. Tento škůdce má dvě generace. Dospělci první generace se objevují v dubnu až květnu. Jarní generace napadá porosty sázené v předchozím roce. Dospělci druhé generace se líhnou po deštích a snížení teplot koncem léta. Většinou přezimují pupária, při mírné zimě mohou přezimovat i larvy, které se kuklí na jaře (Rod et al. 2005).

Rod et al. (2005) jako nepřímou ochranu doporučují důslednou likvidaci posklizňových zbytků a hlubokou orbu. Jako přímou ochranu doporučují ošetření porostu některým z insekticidů na bázi systematických pyretroidů. V dnešní době jsou povoleny tyto přípravky na ochranu proti vrtalce pórové: Decis Mega, Decis Protech, Dinastia, Rhago 50 EW, Sanium Ultra (ÚKZÚZ 2021).

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

V česneku nejsou obě tyto třásněnky považovány za významného škůdce. Jsou to polyfágní škůdci, kteří preferují cibuloviny. Obě patří do hmyzu a do řádu třásnokřídlí (ÚKZÚZ 2021).

Poškozují rostliny sáním, napadené rostliny mají nápadné stříbřitě bílé skvrny v pruzích podél listů, čímž dochází ke ztrátě asimilační plochy. Přezimují dospělci často na hostitelských rostlinách (ozimá cibule, pór) (Kocourek et al. 2014).

Z preventivních opatření se doporučuje po sklizni rychlé zapravení posklizňových zbytků, ve kterých mohou vývojová stadia třásněnek přežít. Přímá ochrana proti třásněnkám je cílena na dospělé, pokud možno po jejich náletu do porostů, nebo po maximu letu dospělců nové generace, kteří v porostu dokončili vývoj. V době výskytu vajíček a nymf je již účinnost ochrany snížena (Kocourek et al. 2014). Proti třásněnce úzkohlavé není registrovaný žádný přípravek, proti třásněnce zahradní ale jsou registrovány přípravky, například: Benevia, Movento 100 SC, SpinTor (ÚKZÚZ 2021).

Chřestovníček cibulový (*Lilicercis merdigera*)

Hostitelskými rostlinami chřestovníčka cibulového jsou zástupci z čeledi liliovitých a amarylkovitých, a to jak kulturní, okrasné i plevelné druhy (Kocourek 2014). Jedná se o hmyz z řádu brouci (ÚKZÚZ 2021).

Mladé larvy skeletují listy, starší poškozují žírem celý list. V místě poškození je pohromadě několik larev pokrytých slizovým trusem. Dospělci poškozují listy bočním žírem nebo okenkováním (ÚKZÚZ 2021).

Chřestovníček cibulový má dvě generace. Jarní generace dává přednost ozimému česneku kuchyňskému a česneku medvědímu, zatímco druhá generace škodí na cibuli kuchyňské a pažitce česnekové. Přezimují brouci v půdě a na zbytcích rostlin (Kocourek 2014).

Jako nepřímá metoda ochrany je doporučována hluboká orba, která hubí v ní přezimující brouky (ÚKZÚZ 2021). ÚKZÚZ (2021) doporučuje k chemické ochraně použít kontaktní insekticidy při výskytu dospělců v porostech před kladením vajíček a na larvy krátce po vylíhnutí, avšak žádný povolený insekticid proti chřestovníčkovi cibulovému není (ÚKZÚZ 2021).

Molík česnekový (*Acrolepiopsis assectella* syn. *Acrolepia assectella*)

Hostiteli tohoto škůdce jsou rostliny z čeledi liliovitých. Jedná se o motýla (ÚKZÚZ 2021).

Česnek je molíkem česnekovým napadán jen vzácně. Housenky prvních instarů minují v listech, později žijí housenky uvnitř dutiny listů. Chodbičky housenek směřují od vrcholu k bázi listu. Žírem housenky snižují asimilační plochu rostlin, tržně znehodnocují rostliny a v důsledku druhotné infekce způsobují zahnívání srdéček napadených rostlin, které může vést až k jejich likvidaci (Rod et al. 2005).

Přezimují motýli, kteří v květnu kladou vajíčka. Housenky se kuklí na povrchu listů. V létě létají motýli druhé generace (Rod et al. 2005).

Z nepřímé ochrany je možné provést hlubokou orbu. Pro přímou ochranu lze použít pesticidy registrované proti žravým škůdcům registrovaným do cibulové zeleniny, včetně přípravků na bázi *Bacillus thuringiensis* (Kocourek et al. 2014).

Krytonosec cibulový (*Oprohinus suturalis*, syn. *Ceutorhynchus suturalis*)

Krytonosec cibulový patří do kmene hmyz, řádu brouci. Jeho hostitelskými rostlinami jsou různé druhy z rodu *Allium* (Kocourek et al. 2014).

Larvy vykusují v listech chodbičky, z vnějšku viditelné jako podélné bílé pruhy. Poškozené listy mohou být druhotně napadeny chorobami. Dospělci poškozují žírem listy (Rod et al. 2005).

Ochrana se provádí kontaktními insekticidy. Pro přímou ochranu lze použít pesticidy registrované proti krytonosci cibulovému, případně proti žravým škůdcům registrovaným do cibulové zeleniny (Kocourek et al. 2014).

Květilka cibulová (*Delia antiqua*)

Květilka cibulová se vyvíjí se na všech druzích cibulové zeleniny a plevelných druzích z čeledi liliovitých.

Jedná se o létavý hmyz z řádu dvoukřídlí (ÚKZÚZ 2021). Larvy aktivně vnikají do pletiv rostlin a infikují je bakteriemi, které přenášejí. Bakterie rozkládají pletiva a vytvářejí podmínky pro

sání larev. Napadené rostliny postupně vadnou a následně hynou. Zavadlé a odumírající rostliny mohou být snadno z půdy vytaženy. Jejich krček a cibule zahnívají (Kocourek et al. 2014).

Jako nepřímá ochrana se dá využít netkaná textilie (Rod et al. 2005). Z přímých metod konkrétně z insekticidů lze použít jediný povolený přípravek Benevia (ÚKZÚZ 2021).

3.2.4 Choroby česneku

Fusariová hniloba česnekovitých (*Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium cepae*)

Tato choroba postihuje širokou škálu druhů zeleniny a je celosvětově rozšířenou chorobou (Stankovic et al. 2007).

U mladých semenáčků cibule kuchyňské je tato houba nejčastějším příčinou jejich úhynu. U starších rostlin cibule a česneku nejprve způsobuje růžovění až červenání kořenů. Kořeny postupně podléhají hnilobě, která přerůstá na podpučí. Hnilobu napadených částí doprovází hustý (vatovitý), bílý až slabě růžový porost mycelia. Z podpučí hniloba postupně přechází na cibule, a to vždy směrem od jejich bází (od kořenů). Listy napadených rostlin postupně žloutnou od špiček až nakonec dochází k úplnému odumření rostlin. V porostu se infekce většinou šíří ohniskovitě. U česneku kuchyňského jsou fusariózy také jedním z původců trouchnivění v průběhu skladování, které se projevuje zhnědnutím a vysycháním pletiv jednotlivých stroužků. Při příčném řezu cibulemi jsou prostory mezi stroužky vyplněny bílým nebo narůžovělým myceliem. Velmi podobné příznaky na skladovaném česneku způsobují i houby z rodu *Botryotinia* především *B. fuckeliana* (anamorfa *Botrytis cinerea*). Pouze mycelium mezi stroužky je šedé barvy (Kocourek et al. 2014). Ikdýž se hniloba objeví až během skladování, vždy došlo k infekci rostlin již na poli (Rod et al. 2005).

Zdrojem infekce je napadená sadba a zbytky napadených rostlin v půdě. Šíří se zejména za deštivého a teplého počasí (Ackermann 1995). Jedná se o dispoziční chorobu, vyskytuje se tudíž ve větším rozsahu jen v některých letech nebo jen v některých lokalitách, převážně v závislosti na klimatických podmínkách. Původci hnilob mohou v půdě přečkávat i několik roků ve formě chlamydospor a až za vhodných podmínek přechází na živé hostitelské rostliny. Do rostlin proniká přes kořeny nebo přes mechanická poranění. Důležitým zdrojem infekce je i bezpříznakově infikovaná sadba (stroužky) (Kocourek et al. 2014). Chorobu podporují těžké, vlhké a teplé (nad 20 °C) půdy, nevhodná zvlaha a mechanická poškození cibulí (např. květilkou cibulovou nebo larvami kovaříkovitých brouků) (ÚKZÚZ 2021).

Nepřímou ochranou proti této závažné chorobě je především včasná a důsledná likvidace posklizňových zbytků a minimálně čtyřletý odstup mezi pěstováním hostitelských rostlin. K pěstování je nutné používat zdravý sadbový materiál. Česnek je třeba skladovat za vhodných podmínek (teplota 0 až 2 °C, vlhkost 60 až 70 %). Jarní typy česneků, a to jak vysazované na jaře nebo na podzim, jsou podstatně méně napadány než typy ozimé (Rod et al. 2005). Ackermann et al. (1995) doporučuje před výsadbou česnek mořit. Jestliže je mořeno současně

i proti hádátkům nebo vlnovníku česnekovému, moří se zásadně odděleně a fungicidní moření až jako druhé. Mořit by se nemělo déle než 7 dní před výsadbou. Ackermann et al. (1995) doporučuje tyto přípravky: Benlate, Benlate T, Fundazol 50 WP, Rovral 50 WP, Rovral FLO, Rovral TS. Dnes již není ani jeden z těchto přípravků povolen (ÚKZÚZ 2021), a tak jediné možné řešení je použití biologických přípravků (Kazda et al. 2021).

Bílá hniloba česnekovitých (*Stromatinia cepivora anam. Sclerotium cepivorum*)

Jedná se o celosvětově rozšířenou, a přitom nejnebezpečnější chorobu cibulovin (Rod et al. 2005). Hostitelskými rostlinami jsou cibuloviny, zejména česnek kuchyňský, cibule kuchyňská, šalotka a pór zahradní (ÚKZÚZ 2021). Nejnáchylnější, a tudíž nejvíce poškozovanou česnekovitou zeleninou je česnek kuchyňský (Kocourek et al. 2014).

Původce hniloby vytváří na všech podzemních částech rostlin a na bázích nadzemních částí bílý chmýřovitý povlak mycelia s velkým množstvím drobných (0,2 až 0,5 mm), téměř kulovitých, černých sklerocií (Ackermann & Kazda 2014). Napadené části pak vypadají jako by byly posypány černými semeny máku. K úhynu rostlin dochází především za vegetace a při skladování se choroba již vyskytuje ojediněle (Kocourek et al. 2014). Pouze výjimečně se choroba vyskytuje i na skladovaných rostlinách, u kterých se infekce neprojevila již za vegetace (Rod et al. 2005).

Vnější vizuální příznaky na nadzemních částech napadených rostlin jsou shodné s napadením houbou *Fusarium oxysporum* – napadené rostliny žloutnou, jejich spodní listy odumírají a většina infikovaných rostlin již za vegetace hyne. V porostech se choroba za vhodných podmínek šíří velmi rychle, a to většinou ohniskovitě (Kocourek et al. 2014).

Patogen, především prostřednictvím svých sklerocií, zamořuje pozemek minimálně na 8 let, ale v některých případech i třeba na 15 let (Kocourek et al. 2014). Ovesná & Velát (2020) však uvádějí, že sklerocia bez hostitele dokážou v půdě přežít až 20 let. Pokud se na pozemku vyskytuje, měl by se tento pozemek ošetřovat samostatně. Jsou známé případy přenosu společně s půdou na strojích či pohybem pracovníků. Pro boj s touto chorobou je důležitý odstup mezi jednotlivými pěstovanými cibulovinami, sázet pouze zdravou sadbu a nevracet se na pozemek, kde se choroby vyskytly ne v kratším intervalu než 6 let, u sklerocie se doporučuje až 10 let (Ovesná & Velát 2020). Rozvoj a šíření choroby podporuje vlhké a chladné (do 20 °C) letní počasí a vlhké, dusíkem přehnojené a kyselé půdy (Kocourek et al. 2014).

V případě této choroby je moření stroužků česneku neúčinné, a proto bezpředmětné (Rod et al. 2005). Ackermann & Kazda (2014) doporučují proti této chorobě aplikaci přípravku Ortiva a Rovral AQUAFLO. Rovral AQUAFLO již není mezi povolenými přípravky a Ortiva má povolené používání pouze do roku 2022 (ÚKZÚZ 2021).

Rzivost česnekovitých (*Puccinia porri* syn. *P. allii*)

Patogen napadá většinu druhů rodu česnek (*Allium*), nejčastěji se vyskytuje na póru a na česneku (Ackermann & Kazda 2014). V minulosti byla rzivostí napadána převážně jen pažitka,

v současnosti občas způsobuje i výrazné škody na česneku kuchyňském, na cibule zimní (sečce) a na póru (Kocourek et al. 2014).

Na jaře na listech vznikají drobné (0,3 mm) žluté kupky (aecia) s primárními výtrusy (aeciospory), které se později přeměňují na oranžově hnědé kupky (uredia) letních výtrusů (urediospory) a koncem léta v tmavohnědé polštářky (telia) se zimními výtrusy (teliospory), pomocí kterých patogen přezimuje (Rod et al. 2005). Silně postižené listy žloutnou a předčasně usychají. Rostliny z důvodu redukce listové plochy krní a v případech časně infekce dokonce i někdy hynou. Výskyt rzivosti podporuje nízká teplota a vysoká vzdušná vlhkost nebo slabé dešťové srážky (Kocourek et al. 2014). Více jsou napadány husté a dusíkem přehnojené porosty (Rod et al. 2005).

V preventivní ochraně jsou důležité nepřehoustlé porosty, odstraňování napadených listů a posklizňových zbytků a důsledné střídání plodin. Především u póru, ale částečně i u česneku jsou rozdíly v náchylnosti jednotlivých odrůd (Kocourek et al. 2014). Jako jediný chemický přípravek je povolený přípravek Ortiva, u kterého již prodej skončil ale používání je povoleno do roku 2022 (ÚKZÚZ 2021). Tento přípravek ve své publikaci také doporučují Ackermann & Kazda (2014).

Peniciliová hniloba cibule (*Penicillium* sp.)

U česneku se tato hniloba vyskytuje na mladých vzcházejících rostlinách po předchozím mrazovém poškození v průběhu zimy nebo během skladování na mechanicky poškozených stroužcích (česnek je značně citlivý na otluky) (Rod et al. 2005).

Jedná se o saprofytní osídlující odumřelá či poškozená pletiva. Mycelium tvoří hustá síť mnohojaderných, septovaných, převážně bezbarvých hyf. Na nich se tvoří charakteristicky metličkovitě větvené konidiofory s modrozeleně, zeleně až šedo-zeleně zbarvenými konidii (ÚKZÚZ 2021).

Ochrana proti této chorobě spočívá v zabránění mechanického poškození cibulí, uskladnění v suchu a chladnu, moření (ÚKZÚZ 2021).

Sazovitost česneku (*Helminthosporium allii*)

Vytváří na suchých vnějších obalových šupinách černé povlaky konidií. Většinou je tato choroba považována za bezvýznamnou „vadu krásy“, avšak v případě pěstování česneku ve vlhkých půdách choroba podstatně ovlivňuje velikost cibulí a v některých oblastech dokonce vůbec nedovoluje pěstování česneku (Rod et al. 2005).

Botryotiniová hniloba česnekovitých (*Botryotinia porri*)

U česneku kuchyňského je tento patogen jedním z původců jeho hniloby (Rod et al. 2005).

Virus žluté zakrslosti česnekovitých (*Onion yellow dwarf virus – OYDV*)

Česnek je náchylný k infekci velkým množstvím rostlinných virů (Ovesná & Velát 2020).

Virus napadá prakticky všechny rostliny z rodu *Allium*. Na listech česneku kuchyňského způsobuje difúzní nebo i ohraničené žluté pruhy (Kocourek et al. 2014).

Uvedený virus se vyskytuje na celém světě ve všech oblastech, kde se hostitelské rostliny pěstují a občas se vyskytuje i spolu s dalšími virózami, z nichž některé samotné jsou latentní (bezpříznakové), avšak v kombinaci s jinými mohou být značně nebezpečné. Mimovegetační dobu virus přežívá ve stroužcích nebo v okrasných a volně rostoucích druzích česneku. Za vegetace je viróza rozšiřována mšicemi. S výjimkou uměle ozdravených rostlin u česneku kuchyňského prakticky neexistují bezvirózní rostliny (Kocourek et al. 2014).

Ovesná & Velát (2020) tvrdí, že u morfortypů paličák si bezvirózní sadbu můžeme vypěstovat sami, a to vysetím pacibulek a v následných dvou letech přesazením. Po třech letech lze u morfortypu paličáků mít vlastní již kvalitní sadbový materiál. Toto tvrzení však Rod (et al. 2005); Kocourek (et al. 2014) vyvracejí. Některé odrůdy česneku kuchyňského je možné pěstovat z certifikované bezvirózní sadby, avšak jen za předpokladu, že sadba je certifikovaná s uvedením bezviróznosti (ÚKZÚZ 2021).

3.3 Biologická ochrana proti houbovým organismům

3.3.1 Charakteristika biologické ochrany

Biologickou ochranou se rozumí ekologické řízení společenství organismů. Zahrnuje využití mikroorganismů k potlačení chorob a zlepšení zdraví rostlin. Potlačení choroby pomocí biologických činitelů je projev interakce mezi rostlinou (hostitelem), patogenem, agens (antagonistou patogenu) a prostředím, ve kterém se nacházejí (Chandrashekara et al. 2012). Biologická ochrana je pojem, který se v oboru ochrana rostlin objevuje stále častěji. Souvisí to s nutností věnovat čím dál větší pozornost celkovému životnímu prostředí, jeho udržení a stabilizaci ve všech směrech. Významný podíl na ovlivnění prostředí má právě zemědělství a jako významná část rostlinné produkce právě ochrana rostlin před škodlivými činiteli. Několik desítek let se v celém světě zintenzivňuje snaha omezit v ochraně rostlin používání chemických látek, které jsou přirozenému prostředí cizí, a tedy více či méně narušují jeho rovnováhu, stabilitu (Prokinová 1996).

Využití antagonistických organismů ke kontrole a omezení patogenů je možno třemi způsoby-podporou a udržováním přirozeně se vyskytujících organismů, introdukcí nebo umělým namnožením (Kazda et al. 2003, Konvalina 2007). Mikroorganismy v přípravcích na ochranu rostlin nesmějí být geneticky modifikované ve smyslu směrnice č. 90/220/EHS (Konvalina 2007).

Mihajlovic et al. (2017) zdůrazňují, že biokontrolní agens, narozdíl od chemických přípravků, redukuje působení patogenů pod práh škodlivosti bez toho, aniž by výrazně narušili rovnováhu půdní mikrobioty. Významným faktem je i to, že použití přirozeně se vyskytujících organismů nevede ke vzniku rezistence (Ashraf & Zuhaib 2013).

Biopesticidy obsahují pouze mrtvé organismy, jejich součástí tedy nejsou živé organismy, jak je někdy mylně uváděno (Cawoy et al. 2011).

Mezi výhody biologické ochrany patří nižší nákladovost oproti jiným metodám, ochrana rostlin je možná po celou dobu vegetace, nepůsobí na rostliny toxicky, organismy použité při biologické kontrole se v půdě snadno množí a nezanechávají po sobě žádná rezidua, zvyšuje celkové výnosy plodin, zprostředkovává rostlinám živiny, které jsou pro ně jinak nedostupné (Chandrashekara et al. 2012).

Nevýhodou biologických přípravků ve srovnání s chemickými je pomalejší nástup účinku, vysoká senzitivita k abiotickým extrémům v podmínkách prostředí (sucho, horko, zima atd.), limitovaná efektivita při velkém tlaku patogena a rychlejší expirace (Irtwange 2006).

3.3.2 Vývoj biologické ochrany

Biologická ochrana rostlin, ať už proti škůdcům či proti chorobám, je na světě využívána od nepaměti. Již ve starém Egyptě a Sumeru bylo využíváno biologické ochrany, a to v podobě systému zavlažovacích kanálů – ovlivnění půdního prostředí v neprospěch rozvoje populace patogena (Prokinová 1996).

V roce 1927 se uskutečnil pokus s aktinomycety *Streptomyces praecox*. Tyto aktinomycety byly zapraveny do půdy jako ochrana proti *Streptomyces scabies*, původci obecné strupovitosti brambor (Prokinová 1996).

Weindling (1934) se zabýval antagonistickým účinkem houby *Trichoderma* sp. na *Rhizoctonia solani* (kořenomorku bramborovou).

Za historický mezník je považováno sympozium na kalifornské univerzitě v Berkeley v roce 1963, jehož sborník Ekologie půdních patogenů – preludium biologické ochrany, zahájil novou éru výzkumu a vývoje biologické ochrany proti fytopatogenům. Tato výzkumná expanze pokračuje a přitahuje nové výzkumníky z celého světa dodnes (Veselý 1999).

Rozhodující obrat spočívá v tom, že se od laboratorních kultivačních pokusů přistoupilo k biologické ochraně pomocí agens realizovaných již jako formulované, mnohdy již komerční přípravky. V roce 1987, po 60 letech výzkumu biologické ochrany proti chorobám rostlin, byly ve světě k dispozici jen dva komerční biologické přípravky. Během posledních několika let byl zaregistrován významně se zvyšující počet biologických ochranných agens, přicházejících na světový trh. V roce 1998 je to již přibližně 30 přípravků, v nichž účinnou sloužkou je bakterie nebo houba. I přes tyto pokroky je biologická ochrana proti chorobám rostlin mnohem méně rozvinuta než biologická ochrana proti škodlivým organismům živočišného původu (Veselý 1999).

Antaki et al. (2021) zjistili, že použití tří různých kmenů *Streptomyces* sp. proti *Fusarium oxysporum*, které způsobuje vadnutí u cizrny, významně snižuje výskyt tohoto patogenu. Jedná se o jednoletý pokus, tudíž je nutný ještě další výzkum.

Využití kvasinek a bakterií rodu *Bacillus* na kontrolu *Sclerotinia sclerotiorum* v česneku mělo pozitivní efekt. Nejpozitivnější vliv mělo použití *Bacillus pumilus*. Bylo také zjištěno, že interakce mezi rostlinou, patogenem a antagonistickými mikroorganismy mají vliv na celkový obsah fenolických sloučenin a thiosulfátů v česneku a na jejich antioxidační aktivity, což potvrzuje, že tato interakce může přimět rostliny, aby se chránily před napadením patogenem.

To také ukazuje, že použití biologické ochrany nepůsobí pozitivně jen proti patogenu, ale zlepšuje to kvalitu konečného produktu (Cavalcanti et al. 2020).

3.3.3 Využití biologických přípravků v současnosti

V současné době se stále časteji uplatňuje biologická ochrana rostlin jako alternativa konvenčních technologií v zemědělství (Zusková et al. 2020).

Zusková et al. (2020) zkoušeli působení *Trichoderma asperellum* proti hlízence ve slunečnici a proti fusariu v kukuřici. V porostech slunečnice byla nejvíce napadena varianta s konvenčním ošetřením, pozitivní vliv *Trichodermy* byl značný. V kukuřici byl výskyt fuzariózy, při použití *Trichodermy*, v rostlinách nižší o 8 % oproti variantě s konvenčním ošetřením.

Pokusu v oblasti květinářství se věnoval Lecomte et al. (2016), zaměřili se na *Fusarium oxysporum*, které u okrasných rostlin způsobuje vadnutí či hnilobu. Proti *Fusarium oxysporum* bylo použito několik mikroorganismů, jednalo se především o rody *Bacillus*, *Fusarium*, *Glomus* či *Trichoderma*. Účinnost těchto mikroorganismů se pohybovala mezi 10-40 %, což autoři považují za dobrý výsledek.

Na patogen *Fusarium oxysporum*, který škodí mimo jiné na brukvovité zelenině (především na řepce, hořčici, zelí a ředkvičkách), kde způsobuje fusariové vadnutí, se také zaměřil Jelínek (2017). Ten zkoušel působení *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma hamatum*, nepatogenní kmen *Fusarium oxysporum*, *Pythium oligandrum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus amyloliquefaciens* a *Bacillus subtilis* proti patogenu *Fusarium oxysporum*. Nejvyšší účinnost na potlačení patogena vykazovaly druhy *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma hamatum* a *Pythium oligandrum*. Bakterie *Bacillus subtilis* a *Pseudomonas fluorescens* patogen nepotlačily, ale pouze zpomalily jeho růst.

Phytophthora cactorum je patogen, který škodí na mnoha rostlinách, na jahodníku například způsobuje chorobu zvanou Fytoftorová krčková hniloba jahodníku. Proti tomuto patogenu byly zkoušeny tyto bioagens: *Clonostachys* spp., *Clonostachys rosea*, *Trichoderma* spp., *Trichoderma harzianum*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Pseudomonas* spp., *Bacillus subtilis*, *Pythium oligandrum*, *Coniothyrium minitans*. Všechny tyto bioagens vykazovaly určitou míru inhibice, nejlepších výsledků však dosáhla směsná kultura *Clonostachys* spp. a *Trichoderma* spp. *Pythium oligandrum* a *Clonostachys rosea* prokázaly také velice dobré výsledky. (Maňasová et al. 2021).

Ondřej et al. (2012) se zabývali zkoušením kmenů saprofytických hub rodu *Clonostachys*. Ošetřovali osivo fazolu obecného, okurky seté a sadbu česneku. V případě fazolu došlo k nárůstu výnosu i ke snížení poškození lusků a semen šedou a bílou plísnivostí. V případě okurky seté byl sledován účinek proti sklerotiniové hnilobě kořenů, stonkových bází a stonků. Osivo bylo vyseto na pozemek, na kterém byl v předchozích letech zaznamenán vyšší výskyt této choroby. Výskyt choroby se u osiva ošetřeného houbou *Clonostachys* snížil skoro o 90 % oproti neošetřené kontrole. V případě česneku došlo k napadení a hnilobám cibulí u neošetřené sadby 3,5x více oproti ošetřené variantě. Pozitivní vliv ošetření se projevil také na šířce a hmotnosti sklizených cibulí.

Strupovitost bramboru je velice závažná choroba, která se často vyskytuje při pěstování bramboru hlíznatého. Proti této chorobě byly zkoušeny tyto čtyři rody: *Streptomyces*, *Bacillus*, *Brevibacillus* a *Pseudomonas*. Tímto pokusem byly objasněny některé další mechanismy působení proti této chorobě, díky kterým bude možné v budoucnosti využít některý z těchto rodů k eliminaci strupovitosti bramboru (Biessy & Filion 2022).

3.3.4 Biologické přípravky v ČR

Následující kapitola se bude týkat sortimetu biologických přípravků na ochranu rostlin dostupných v České republice. Přípravky budou řazeny podle společností, které biologické přípravky vyrábějí.

Bayer CropScience GmbH:

Contans® WG

Jedná se o fungicidní biologický přípravek ve formě ve vodě dispergovaného granulátu. Jako účinná látka je zde houba *Coniothyrium minitans*. Spory této houby po aplikaci a zapravení v půdě nebo na posklizňové zbytky infikují a parazitují na přítomných sklerociích hub *Sclerotinia* spp. a poměrně rychle je rozkládají. K parazitaci dochází ve vrchní provzdušněné vrstvě půdy cca do 10 cm při teplotách od 1 °C. Přípravek se aplikuje před setím či výsadbou, minimálně 2-3 měsíce před škodlivým výskytem hlízenky obecné. Podmínkou účinnosti přípravku je jeho promísění s půdou a zapravení do hloubky cca 5–10 cm bezprostředně po aplikaci. Aplikace biologického přípravku Contans® WG slouží k regulaci hlízenky, používá se tedy při pěstování řepky olejky, hořčice bílé, slunečnice roční, zeleniny, luskovin, máku setého a mnoha dalších plodin. Umožňuje ozdravení půdy a přerušuje vývojový cyklus choroby. Aplikační dávka se pohybuje kolem 1-2 kg/ha, u zeleniny je však možné aplikovat až 4 kg/ha (Bayer 2021).

Serenade® ASO

Aktivní složkou tohoto fungicidního přípravku jsou bakterie *Bacillus subtilis*. Jedná se o půdní bakterie, které kolonizují kořeny rostlin a dokážou na kořenech rychle vytvořit hustý biofilm. Tento biofilm působí jako ochranná bariéra, která chrání kořeny před chorobami v půdě. Prospěšné bakterie obsažené v tomto přípravku produkují fungicidní a antibakteriální metabolity, které jsou přítomny v produktu při aplikaci a mohou být produkovány v půdě během kolonizace kořenů. Tyto metabolity omezují vývin chorob, aktivují přirozenou obranyschopnost rostlin, podporují růst rostlin, zvyšují účinnost fotosyntézy a také zlepšují příjem živin. Tento přípravek je registrován do celé řady plodin včetně obilnin, olejnin, ovocných dřevin, zeleniny (česneku) a celé řady minoritních plodin. Působí proti celé řadě patogenů, z nichž nejvýznamnější pro česnek jsou *Fusarium* a *Botrytis*. Aplikační dávka činí 4-8 l/ha formou postřiku. Přípravek se aplikuje preventivně před výskytem choroby, je nutné dodržet odstup od srážek minimálně 3-4 hodiny (Bayer 2021).

Biocont Laboratory, spol. s.r.o.

Rizocore®

Jedná se o pomocný mikrobiální rostlinný přípravek na bázi *Trichoderma harzianum*, *Bacillus megaterium* a mykorhizní houby ve formě ve vodě rozpustných granulí. Rizocore® díky kombinaci houby a bakterie příznivě ovlivňuje růst, kondici a zdravotní stav rostlin. Mykorhizní houba napomáhá rozvoji kořenů a zajišťuje větší příjem živin z půdy. Bakterie chrání kořeny a zpřístupňuje živiny, zejména fosfor. Je vhodný do porostů zeleniny i polních plodin, pro okrasné rostliny i sady. Minimální doba pro půdní dezinfekci je 2 týdny. První aplikace se provádí před setím se zapravením do půdy, následná aplikace se závlahou, v sadech se provádí obě před závlahou. Nelze mísit s produkty s fungicidním efektem. Aplikační dávka má rozmezí 40-80 g/ha, pro zeleninu je doporučeno 40-60 g/ha (Biocont 2021).

Biopreparáty spol. s.r.o.

Polyversum®

Tento přípravek je širokospektrý mikrobiologický fungicid ve formě smáčitelného prášku. Jako účinné agens je zde řasovka *Pythium oligandrum*. Tato řasovka proniká svými vlákny do buněk hostitele (kvasinky, houby) a čerpá z něho pro svoji výživu potřebné látky. Na podkladě výživové a prostorové kompetice tak potlačuje fytopatogenní houby. Mezi cílové organismy patří *Alternaria* spp., *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp., *Verticillium* spp. a *Sclerotinia sclerotiorum*. Použití tohoto přípravku je velmi široké, uplatnění má v obilninách, olejninách, zelenině, okopaninách, chmelu atd. Přípravek se aplikuje preventivně před výskytem choroby. Dávkování je závislé na druhu plodiny, obvykle se pohybuje v rozmezí 0,1-0,3 kg/ha (Biopreparáty 2021).

Fytovita

Gliorex

Pomocný rostlinný přípravek obsahující spóry hub rodů *Clonostachys* a *Trichoderma*. Přípravek zlepšuje zdravotní stav vyklíčených rostlin, zlepšuje dynamiku růstu, rostliny jsou celkově vitálnější. Spóry hub obsažené v přípravku vyklíčí a jejich mycelium se rozvine v kořenovém systému ošetřené rostliny a svou přítomností brání nástupu patogenních hub. Rozkládá také organické zbytky a zpřístupňuje je pro příjem rostlinou. Redukuje trvalá stádia fytopatogenních hub v půdě (např. *Rhizoctonia solanii*; *Sclerotinia sclerotiorum*; *Botrytis cinerea*) (Fytovita 2021).

Přípravek se používá k ošetření sadby či osiva, lze ho ale také použít pro ošetření půdy nebo výsevních či výsadbových substrátů. Je kompatibilní s některými fungicidy. Dávka se liší podle způsobu použití přípravku. Při použití na osivo se používá 1-4 g na 1 kg sadby, pokud se přípravek aplikuje na půdu tak dávka činí 20-40 g/100 m² (Fytovita 2021).

Koppert

Trianum-P

Formulací tohoto přípravku jsou granule dispergovatelné ve vodě. Jako účinná složka je zde *Trichoderma harzianum*. Při správném použití přípravku vznikne mycelium, které roste podél kořenů rostlin a chrání je před patogeny, jako jsou například *Fusarium*, *Sclerotinia*, *Pythium*, *Rhizoctonia*. *Trichoderma harzianum* odebírá z prostoru kolem kořenů živiny, kterými se patogeni potřebují živit, dále také roste kolem mycelií patogenů, jejich stěny buněk se rozpadají a patogeni umírají. Tento přípravek pomáhá rostlinám přeměňovat železo z nepřístupných forem na formy přijatelné. Aplikace roztoku je možná smáčením, postřikem i kapkovou závlahou. Trianum-P je vhodné používat v rámci prevence, optimální je začít používat tento přípravek na začátku pěstebního cyklu. Aplikáční dávka je variabilní, avšak u zeleniny je nejběžnější 15 kg/ha při první aplikaci a 7,5 kg/ha při druhé aplikaci. Působí na široké spektrum plodin, včetně drobného ovoce, trvalek a okrasných stromů (Koppert 2021).

Monas Technology

Baskus®

Suspenze vícedruhové kultury „BASKUS19“, jež je ve výhradním vlastnictví firmy MONAS technology s.r.o. a je uložena ve sbírce mikroorganismů jako CCDM 1091; celkem obsahuje 7 různých druhů mikroorganismů. BASKUS® je směs mikroorganismů, účinná jak proti G+, tak proti G – bakteriím. Jednotlivé složky přípravku mají pozitivní efekt na zdraví rostlin samy o sobě. Účinek tohoto přípravku je konzistentní napříč širokým spektrem patogenů a při celé škále environmentálních podmínek. Tři z komponent obsažených v přípravku podporují přirozenou obranyschopnost rostlin, zatímco zbylé čtyři aktivně potlačují patogenní bakterie. Výroba přípravku probíhá ve fermentačních tancích. BASKUS® je připravován v profesionálním prostředí za využití moderních technologií, které zaručují stabilně vysokou kvalitu výrobků (Monas Technology 2021).

Je to flexibilní produkt, který lze aplikovat vícero způsoby, nejčastěji kapkovou závlahou nebo postřikem na mladé rostliny. Pokud na lokalitě panují stresové podmínky, nebo je možno je očekávat, doporučuje se včasná aplikace. Jinak by měl být přípravek aplikován, jakmile se

objeví první příznaky chorob (například žloutnutí listů). Za dlouhotrvajícího environmentálního stresu se doporučuje opakované ošetření, při němž je aplikován podle potřeby každých 3 až 10 dní. Doporučené dávkování je 1-2 l/ha. Ačkoli výrazné zlepšení zdravotního stavu lze očekávat už při nižší dávce, experimentálně bylo doloženo, že při dávkování 2 l/ha je pozitivní účinek ještě konzistentnější a vede k výraznějšímu navýšení výnosu (Monas Technology 2021).

Fix H+N®

Biologický přípravek určený k ošetření silážní i zrnové kukuřice a všech druhů zeleniny. Obsahuje dva druhy bakterií (*Pseudomonas* a *Paenibacillus*), které kolonizují rhizosféru a vytvářejí s kořeny plodin volnou symbiózu. Obě složky jsou odolné vůči pesticidům používaným v kukuřici. Formulace je tekuté médium, které se bez dalších úprav přidává do tanku. Přípravek je určený pro aplikaci do plodin pěstovaných na všech bonitách půd v podmínkách České republiky. Nová formulace přináší zlepšení v odolnosti proti UV záření, a tedy větší jistotu správné aplikace i za slunečného počasí. Bakterie zajišťují rostlině lepší příjem živin a zároveň vážou vzdušný dusík do půdy. Dalším přínosem je produkce rostlinných hormonů (cytokininů), které podporují růst plodiny. Vysoká koncentrace bakterií vede k potlačení patogenních organismů (*Fusarium*, *Colletotrichum*, *Sclerotinia*, *Verticillium* a další), zlepšení živinové bilance (rozklad organických i anorganických složek, usnadnění přímého příjmu živin, vázání vzdušného dusíku). Bakterie obsažené v přípravku navíc přímo ovlivňují fitness plodiny produkcí rostlinných hormonů cytokininů. Konečným efektem je zvýšení výnosů. Účinek přípravku FIX-H+N® je v první řadě založen na vytvoření „volné symbiózy“, oboustranně prospěšného vztahu mezi kořeny hostitelské rostliny a bakterií, která se běžně vyskytuje v přírodních půdách. Tato symbióza vzniká kolonizací rhizosféry kořenů rostlin. Bakterie svou přítomností umožňují rostlinám vyrovnat se s nepříznivými podmínkami jejich stanovišť (nízké pH, nízká dostupnost živin, tlak chorob z půdy) (Monas Technology 2021).

Ke kolonizaci kořenů rostliny dochází v průběhu několika dnů po aplikaci, ať už preemergentní nebo časně postemergentní. U polní zeleniny se přípravek aplikuje až po vzejití rostlin. Aplikační dávka tohoto přípravku je 0,5 l/ha – složka FIX-H a 0,5 l/ha – složka FIX-N a množství vody je 200-600 l/ha podle vlhkostních podmínek půdy. V porostech zeleniny se nesmí kombinovat s dusíkatými hnojivy (koncentrace vyšší než 5 %) a s listovými hnojivy obsahujícími bór. V porostech kukuřice nejsou omezení při kombinování s herbicidy (Monas Technology 2021).

Hirundo®

Je to biologický přípravek registrovaný v kategorii hnojiv a je určen do porostů řepky olejky, hořčice seté, máku setého a pro pěstování všech druhů zeleniny. Obsahuje jako agens živé buňky bakterií rodu *Bacillus* v tekutém médiu. Dovede aktivně potlačovat patogeny v půdě na

základě produkce vlastních fungistatických látek a zároveň stimuluje růst rostliny. Bakterie je přizpůsobena vysychání půd, vysokým i nízkým teplotám a je odolná vůči pesticidům, protože vytváří endospory, které odolávají stresovým podmínkám. Tento přípravek je vhodné používat v oblastech s vysokým obsahem humusu, s pH půdy neutrálním nebo slabě zásaditým. Účinek přípravku je založen na volné symbióze (oboustranně prospěšný vztah mezi kořeny hostitelské rostliny a bakterií). Bakterie svou přítomností na kořenech a produkcí fytoalexinů chrání kořeny před houbovými chorobami, svou přítomností ve volné půdě likviduje houbové patogeny (*Sclerotinia*, *Phoma lignam*, *Verticilium*, *Botrytis cynerea*). Bakterie také napomáhají zpřístupnění živin rostlinám (Monas Technology 2021).

Během aplikace je třeba se vyvarovat ostrému slunečnímu svitu, bakterie jsou totiž velmi citlivé na UV záření. Je dobré přípravek aplikovat za oblačného počasí či navečer. Je také vhodné přípravek aplikovat na vlhkou půdu nebo krátce před deštěm nebo po něm, aby se buňky řádně dostaly ke kořenům. Aplikační dávka činí 1 l/ha (Monas Technology 2021).

Inporo – Zdravá zelenina

Souprava byla vyvinutá firmou MONAS Technology pro hobby zahrádkáře. Zahrnuje suché formulace Inporo – Zdravá zelenina a Inporo – Růst zeleniny. První formulace obsahuje spory bakterií *Bacillus amyloliquefaciens*, které díky produkci fytoalexinů stimulují růst rostlin včetně kořenů a podporují přirozenou obranyschopnost. Formulace pro růst podporuje bohatou úrodu zeleniny. Bakterie v něm obsažená – *Paenibacillus polymyxa* – má schopnost vázat u kořenů vzdušný dusík. Zvyšováním biologické aktivity v půdě a následným intenzivnějším rozkladem organických látek vede k lepšímu využití živin zeleninou (Agrobio Opava 2021).

Je určena pro aplikaci do kořenové, listové, cibulové, brukvovité a plodové zeleniny (1-3 opakování během vegetace), kde působí proti půdním houbovým patogenům. Aplikace je nutná na vlhkou půdu, protože tehdy je umožněn pohyb bakterií v půdě. Za suchého a slunečního období není vhodné přípravek aplikovat. Pro aktivaci a míchání se nesmí používat kovové předměty. Doporučená dávka je 10 kg/ha (Agrobio Opava 2021).

Kestom®

Biologický přípravek obsahující antagonistickou houbu druhu *Trichoderma atroviride*. Tento kmen trichodermy patří k přátelské půdní mikroflóře a zvýšení jejího podílu v rhizosféře vede k potlačení patogenních hub a výraznému snížení jejich množství. Tato houba produkuje sekundární metabolity (antiviridiny), které mají fungistatické účinky, byl u ní navíc také prokázán mykoparazitismus (Monas Technology 2021).

Tento přípravek lze použít jako půdní dezinfekční činidlo (aplikace po sklizni na půdu, nutnost zapravení), nebo v kombinaci s bakteriálními přípravky (aplikace po sklizni, nutnost zapravení).

a působení minimálně 3 týdny), anebo pro přímou podporu kořenů rostliny (aplikace před setím či při setí nebo sázení). Doporučená aplikační dávka je 2 l/ha (Monas Technology 2021).

Prometheus®CZ

Je tvořen živými bakteriemi rodu *Pseudomonas* v tekutém médiu. Na základě vzájemných pozitivních interakcí mezi bakterií a rostlinou dochází ke zvyšování výnosů. Je určen do řepky olejky, slunečnice roční, máku setého, hořčice seté a do všech druhů zeleniny. Účinek je založen na volné symbióze mezi kořeny hostitelské rostliny a bakterií. Bakterie aktivně chrání kořeny před houbovými chorobami (*Sclerotinia*, *Phoma lignam*, *Verticillium*). Zároveň je schopná inhibovat životnost sklerocií. Svými metabolickými procesy upravuje pH půdy. Velmi dobře snáší používání umělých hnojiv a pesticidů. Přípravek také napomáhá mineralizaci organické hmoty, pomáhá také rozkladu reziduí pesticidů (Monas Technology 2021).

Přípravek je vhodný do všech typů půd s nižší bonitou, není vhodná aplikace na půdy s vysokým obsahem humusu a zásaditým pH. Aplikace není vhodná za slunečního svitu, protože bakterie jsou citlivé na UV záření. Aplikace je tedy vhodná za oblačného počasí nebo navečer, na vlhkou půdu, před deštěm nebo těsně po něm, aby se buňky dostaly ke kořenům rostlin. Při pěstování zeleniny ve skleníku je vhodná aplikace již při vzcházení rostlin, abychom získali zdravější sadbu. V polních podmínkách se přípravek aplikuje až po vzejití. Aplikační dávka je 1 l/ha (Monas Technology 2021).

Syngenta Czech s.r.o.

Taegro®

Jedná se o bakteriální přípravek na bázi *Bacillus amyloliquefaciens*. Účinky této bakterie způsobují lepší odolnost rostlin, antibiόzu a kompetici s nežádoucími houbovými patogeny. Jedná se o přípravek na potlačení plísňě šedé a padlí. Tento přípravek je určen pro tykvovitou zeleninu, hlávkový salát, jahody a vinnou révu, a to pro pěstování jak na poli, tak v uzavřených podmínkách (Syngenta 2021).

Lze ho použít ve všech fázích růstu plodiny od přesazení nebo ujmoutí až do sklizně. Aplikační dávka se pohybuje v rozmezí 0,185-0,370 kg/ha. Ve sklenících se aplikuje třikrát až dvanáctkrát během vegetačního období s odstupem mezi aplikacemi minimálně 3 dny. V polních podmínkách se aplikuje třikrát až desetkrát za vegetační období, přípravek se smí aplikovat maximálně 4 hodiny před sklizní (4 hodiny je ochranná lhůta přípravku) (Syngenta 2021).

4 Metodika

4.1 Použité rostliny

V pokusu byl použit česnek kuchyňský (*Allium sativum*) z čeledi *Amaryllidaceae*. Byla vybrána odrůda Havran, kterou vyšlechtil pan Ing. Kozák. Jedná se o polopozdní ozimý širokolistý paličák, který má střední až velké cibule, základní barva obalových suknic je bílá, avšak převládá barva fialová. Stroužky má velké, v cibuli jich je zpravidla šest, někdy až osm.

Sadba byla použita vlastní.

4.2 Použité přípravky

Pokus byl založen za podpory české firmy MONAS Technology s.r.o. se sídlem v Českých Budějovicích, která poskytla vlastní registrované biologické přípravky použité v tomto pokusu. Vzhledem k faktu, že na pozemku, kde byl pokus založen, se nachází těžká černozem s obsahem vápníku, byly vybrány tyto přípravky:

- Baskus®
- Fix H+N®
- Hirundo®

Dále byl ještě použit přípravek Sulka Ca, jehož výrobcem je VUCHT a.s.

4.3 Maloparcelkový pokus

Polní maloparcelkový pokus byl založen za pomoci doc. Ing. Jana Kazdy, CSc. na vlastním poli v obci Vinary v Královéhradeckém kraji. Zaměřuje se na účinnost biologických přípravků proti houbovým organismům, které negativně ovlivňují růst a vývoj česneku.

Výsadba proběhla 25.10.2020 za zamračeného počasí, protože biologické přípravky není doporučeno aplikovat za jasného a slunečného počasí kvůli negativnímu vlivu UV záření na ně. Velikost jedné parcelky činila 25 m². Na každou parcelku bylo zasázeno cca 240 stroužků česneku. Bylo založeno celkem 11 parcelek (viz Tabulka č.1).

U variant s biologickými přípravky byly vždy zkoušeny ještě 3 varianty aplikace biologických přípravků: zapravení do půdy („Z“), postřik „P“), moření („M“). Zapravení do půdy proběhlo bezprostředně před sázením. U varianty postřik byla parcelka postříkána ihned po zasázení. U varianty moření byl česnek mořen 6 hodin. V případě použití Sulky Ca trvalo moření 12 hodin (viz Tabulka č.1).

V jarním období byla provedena foliární aplikace zkoušených přípravků (11.4. 2021) při výšce česneku 10 cm stejnými přípravky a stejnými dávkami jako na podzim (viz Tabulka č.1). Aplikace byla provedena v odpoledních hodinách při zatažené obloze a před deštěm. Tyto podmínky jsou ideální pro přežití půdních bakterií obsažených v přípravcích.

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

Varianta	Podzim			Jaro		
	Přípravek	Dávka	Způsob aplikace	Přípravek	Dávka	Způsob aplikace
1	Kontrola	X	X	Kontrola	X	X
2	Sulka Ca	4 % 12 hod.	moření	Sulka Ca	X	X
3	Hirundo	35 ml/10 l 6 hod.	moření	Hirundo	1 l/ha	postřik
4	Hirundo	1 l/ha	postřik	Hirundo	1 l/ha	postřik
5	Hirundo	1 l/ha	zapravení do půdy	Hirundo	1 l/ha	postřik
6	Baskus	35 ml/10 l 6 hod.	moření	Baskus	2 l/ha	postřik
7	Baskus	2 l/ha	postřik	Baskus	2 l/ha	postřik
8	Baskus	2 l/ha	zapravení do půdy	Baskus	2 l/ha	postřik
9	Fix H+N	70 ml/10 l 6 hod.	moření	Fix H+N	0,5 +0,5 l/ha	postřik
10	Fix H+N	0,5 +0,5 l/ha	postřik	Fix H+N	0,5 +0,5 l/ha	postřik
11	Fix H+N	0,5 +0,5 l/ha	zapravení do půdy	Fix H+N	0,5 +0,5 l/ha	postřik

V podzimním období byl porost 14.11.2020 herbicidně preemergentně ošetřen přípravkem Stomp v dávce 3,5 l/ha, podruhé byl ošetřen 15.3.2021 také přípravkem Stomp ve stejné dávce.

První přihnojení se provedlo 22.3.2021 síranem amonným v dávce 200 kg/ha, druhé přihnojení následovalo 18.4.2021 ledkem amonným s vápencem v dávce též 200 kg/ha. Porost česneku byl 24.4.2021 proplečkován. Během vegetace se uskutečnily dvě kontroly porostu a byl proveden negativní výběr. Byly vytaženy rostliny zakrnělé, se žlutými listy, nebo s jinak porušeným růstem. Dále byly zkontrolovány podzemní části vytažených rostlin, které byly většinou napadeny nějakou houbou. Poslední kontrola byla provedena v den sklizně (viz Tabulka č.2).

Tabulka č.2 Datum kontrol porostu.

Kontrola	Datum kontroly
první	03.05.2021
druhá	16.06.2021
třetí	08.07.2021

Vzhledem k tomu, že se jedná o odrůdu typu paličák, bylo nutné vylámat hlávky, to se uskutečnilo 18.6.2021.

Sklizeň se konala 8.7.2021 mechanizovaně. Na obou okrajích a ve středu pokusných parcelek bylo vytaženo 10 rostlin, celkem tedy 30 rostlin z každé parcelky. Sklizené palice se následně svázaly a pověsily na chráněné vzdušné místo, kde došlo k usušení palic.

Dne 4.8.2021 bylo provedeno vážení a měření jednotlivých palic z každé varianty.

5 Výsledky

5.1 Hodnocení – první kontrola 3.5.2021

Dne 3.5.2021 se uskutečnila první kontrola porostu a s ní také negativní výběr. Spočítaly se rostliny chybějící a zakrnělé, které byly z porostu odstraněny, aby nebyly počítány v následujícím hodnocení. Výsledky první kontroly jsou zobrazeny v Tabulce č.3.

Tabulka č.3 Výsledky první kontroly 3.5.2021.

Varianta	Přípravek	Způsob aplikace	Poškozené rostliny – kontrola = 100 %
1	Kontrola	X	100
2	Sulka Ca	moření	164
3	Hirundo	moření	36
4	Hirundo	postřik	55
5	Hirundo	zapravení do půdy	36
6	Baskus	moření	91
7	Baskus	postřik	64
8	Baskus	zapravení do půdy	55
9	Fix H+N	moření	36
10	Fix H+N	postřik	82
11	Fix H+N	zapravení do půdy	55

5.2 Hodnocení – druhá kontrola 16.6.2021

Dne 16.6.2021 byla provedena druhá kontrola porostu. Při této kontrole se spočítaly a odstranily rostliny s různými listovými abnormalitami. Výsledky z této kontroly jsou zaznamenány v Tabulce č.4.

Taulka č.4 Výsledky druhé kontroly 16.6.2021.

Varianta	Přípravek	Způsob aplikace	Poškozené rostliny – kontrola = 100 %
1	Kontrola	X	100
2	Sulka Ca	moření	107
3	Hirundo	moření	29
4	Hirundo	postřik	57
5	Hirundo	zapravení do půdy	32
6	Baskus	moření	54
7	Baskus	postřik	50
8	Baskus	zapravení do půdy	54
9	Fix H+N	moření	18
10	Fix H+N	postřik	50
11	Fix H+N	zapravení do půdy	29

5.3 Hodnocení – třetí kontrola 8.7.2021

Poslední kontrola porostu se konala 8.7.2021, v den sklizně česneku. Z každé parcelky se sklídilo 30 rostlin česneku. Na rostlinách byl podrobně zjištěn výskyt bakteriálních nebo houbových chorob na palici i listech. Do poškozených rostlin byla započítána i relativně malá poškození palic, způsobená houbovými patogeny (*Fusarium*, *Botrytis*), která se však mohou projevit při skladování. Výsledky z této kontroly jsou zaneseny v Tabulce č.5.

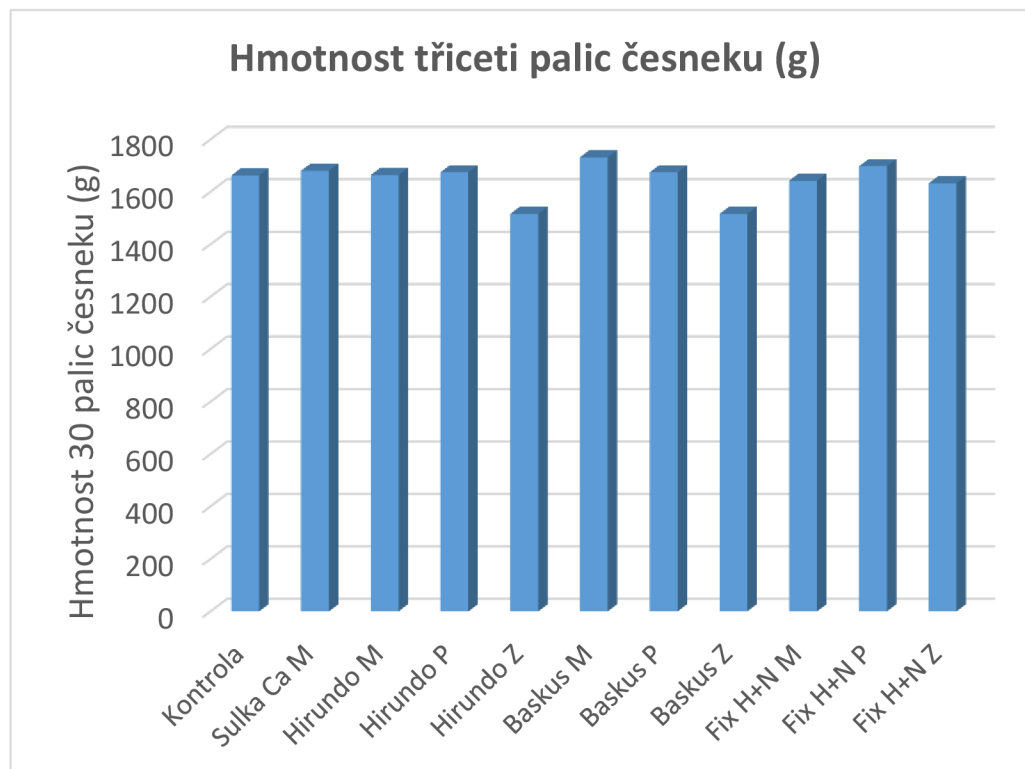
Tabulka č.5 Výsledky třetí kontroly 8.7.2021.

Varianta	Přípravek	Způsob aplikace	Poškozené rostliny – kontrola = 100 %
1	Kontrola	X	100
2	Sulka Ca	moření	62
3	Hirundo	moření	54
4	Hirundo	postřik	46
5	Hirundo	zapravení do půdy	38
6	Baskus	moření	92
7	Baskus	postřik	69
8	Baskus	zapravení do půdy	108
9	Fix H+N	moření	15
10	Fix H+N	postřik	31
11	Fix H+N	zapravení do půdy	31

5.4 Hodnocení – hmotnosti třiceti palic

Dne 4.8.2021 bylo provedeno vážení palic z každé parcelky. Jak ukazuje Graf č.1, vliv biologických přípravků na hmotnost palic není nijak významný.

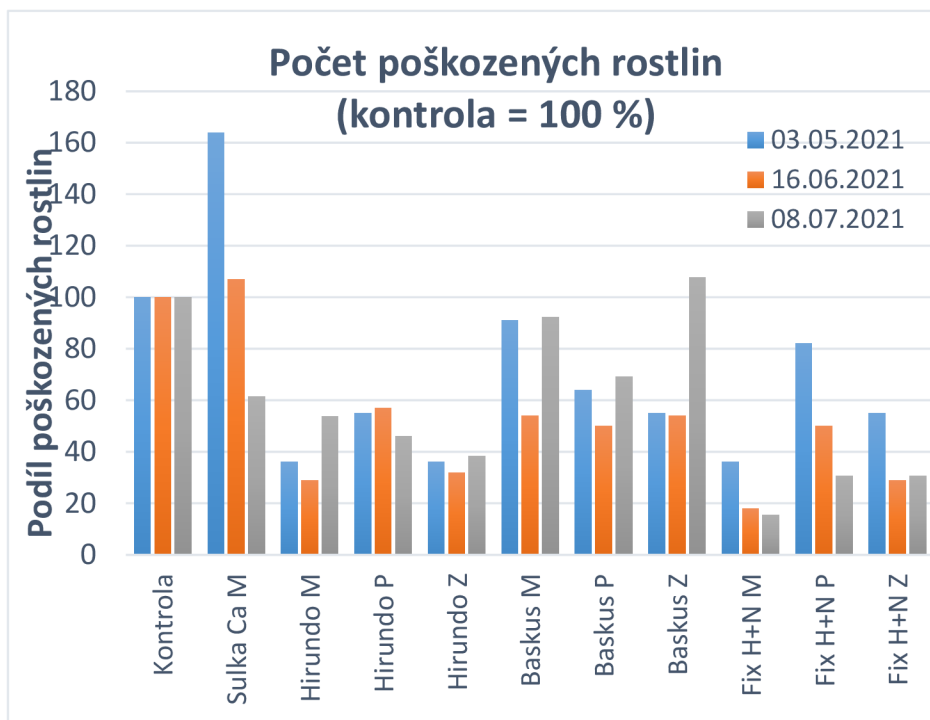
Graf č.1 Hmotnost třiceti palic česneku.



5.5 Celkové hodnocení

Graf č.2 dokumentuje kontroly porostu a počet poškozených rostlin v jednotlivých termínech hodnocení.

Graf č.2 Počet poškozených rostlin.



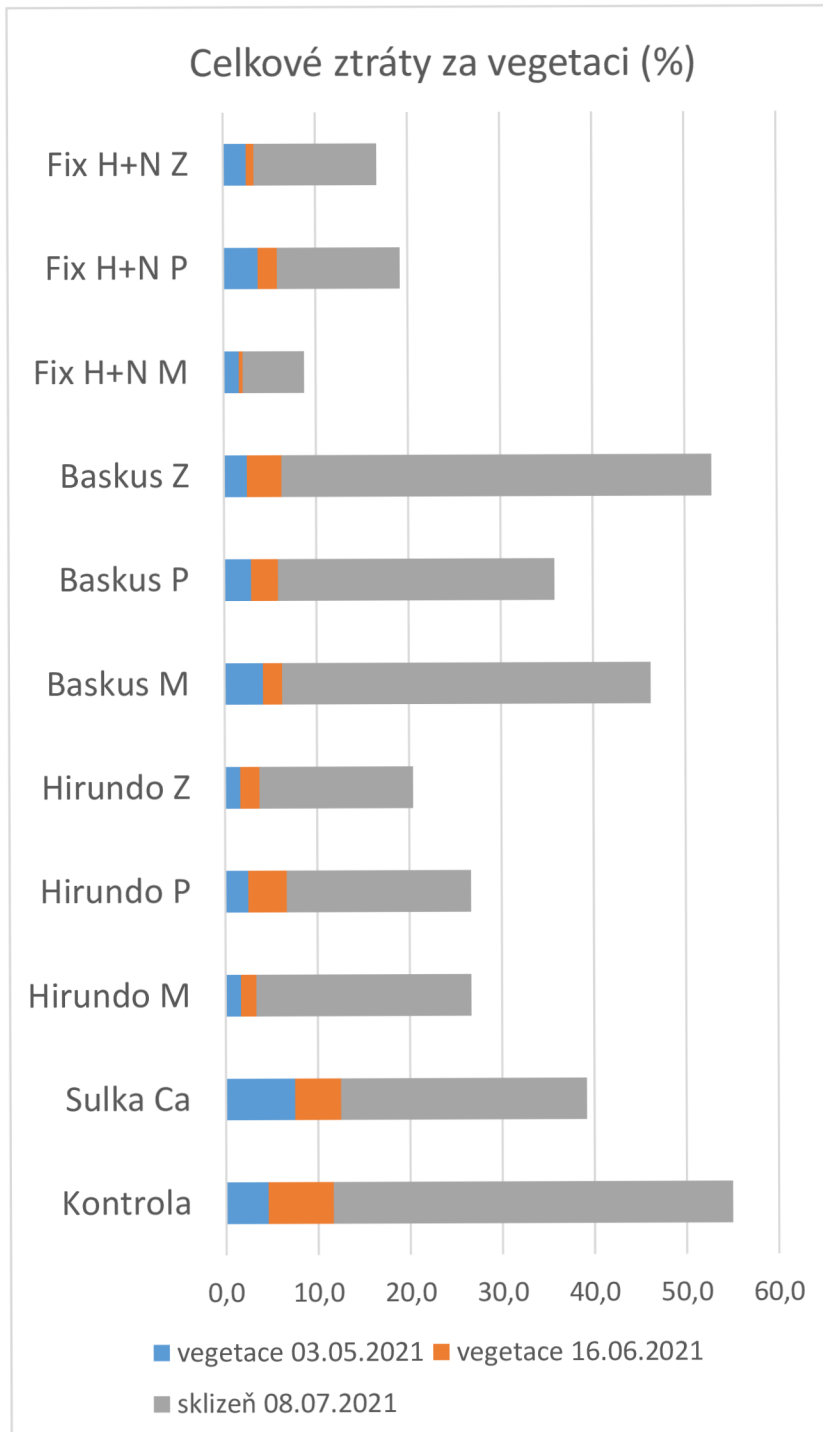
Z Grafu č.3 je zřejmé, že nejméně poškozených jedinců bylo ve variantě Fix H+N mořené. Naopak nejvíce poškozených rostlin se nacházelo ve variantě mořené přípravkem Sulka Ca.

Graf č.3 Kumulativní poškození rostlin česneku během celé vegetace.



Graf č.4 vyobrazuje celkové ztráty za vegetaci. I zde je průkazné, že nejmenší ztráty byly ve variantě Fix H+N mořené.

Graf č.4 Celkové ztráty za vegetaci.



5.6 Shrnutí výsledků

V maloparcelkovém pokusu byl zjišťován vliv biologických přípravků na zdravotní stav česneku, hlavně vliv na rozvoj nepříznivých půdních houbových organismů – především z rodu *Fusarium*.

Při první kontrole porostu (viz Tabulka č.3) bylo zjištěno nejmenší poškození po namoření sadby česneku biologickými přípravky Hirundo® a Fix H+N®. Moření se ukázalo jako nejlepší způsob aplikace. Jen o málo horší výsledky byly zjištěny při zapravení přípravků do půdy bezprostředně před výsadbou. U přípravku Hirundo® se potvrdila schopnost mikroorganismů přežít vyschnutí, protože postřik na povrch půdy dosáhl lepšího výsledku než u přípravku Fix H+N®. Toto zjištění je shodné se zjištěním firmy Monas Technology (2018), která zjistila, že bakterie obsažené v přípravku Hirundo® jsou vhodné do extrémních podmínek jako jsou například sucho či vysoké teploty. Z praktického hlediska se jeví jako nejlepší aplikace moření sadby přípravkem Hirundo® nebo Fix H+N®.

Vzhledem k tomu, že příčinou poškození česneku v tomto pokusu byly zejména půdní houbové organismy (*Fusarium* ssp.), měl přípravek Baskus®, který působí zejména proti bakteriím, účinnost nižší. Ale i v případě aplikace přípravku Baskus® byl zjištěn poloviční výskyt poškozených rostlin při zapravení do půdy ve srovnání s kontrolou, a to má určitě také hospodářský význam. Z výsledků je patrné, že bakterie v přípravku Baskus® jsou patrně náchylnější k vyschnutí, protože u varianty moření byl zjištěn nejvyšší počet poškozených rostlin.

Velice nečekané bylo, že přípravek Sulka Ca, kterým se česnek běžně moří, zvýšil při první kontrole po zimě poškození proti neošetřené kontrole o 64 % a proti nejlepší variantě moření Hirundo® nebo Fix H+N® dokonce o 350 %. Je možné, že Sulka Ca může působit fyto toxicky a pálit pletiva stroužků, které jsou potom vnímavější pro houbové choroby.

Výsledky druhé kontroly porostu (viz Tabulka č.4) prakticky potvrdily výsledky první kontroly. Účinnost přípravku FIX H+N® se u všech způsobů aplikace ukázala mírně lepší než u přípravku Hirundo®. Moření se u obou přípravků ukázalo jako účinnější, nejslabší byla varianta aplikace na půdu po výsadbě. Účinnost přípravku Baskus® byla z biologických přípravků nejslabší, ale přesto poloviční výskyt napadených či poškozených rostlin ve srovnání s kontrolou je z pěstitelského hlediska také významně lepší. I v rámci druhé kontroly se projevil nepříznivý vliv moření Sulkou Ca na poškození rostlin, i když již v menší míře než při první kontrole porostu.

Výsledky třetí kontroly porostu jsou uvedeny v Tabulce č.5. Nejlepšího výsledku se dosáhlo u varianty moření FIX H +N®, kde bylo zjištěno pouze 15 % rostlin s příznaky houbových chorob při srovnání s kontrolou. I v případě aplikace a zapravení před výsadbou či aplikace postřikem po výsadbě přípravkem Fix H+N® bylo zjištěno nejmenší množství napadených česneků. Velice solidní účinnosti dosáhly i všechny tři varianty přípravku Hirundo® – nejlepší byla varianta se zapravením do půdy před sázením. Zde se vyskytovalo 38 % nemocných rostlin ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Přípravky FIX H+N® a Hirundo® jsou v ochraně proti houbovým chorobám lepší než tradiční ošetření Sulkou Ca. Tato varianta také dokázala částečně

eliminovat houbové patogeny a bylo u ní zjištěno 62 % napadení ve srovnání s neošetřenou kontrolou.

Nejlepší hodnoty tedy dosáhla varianta moření přípravkem FIX H+N[®], pouze 17 % poškozených rostlin za celou vegetaci ve srovnání s neošetřenou kontrolou a 18,5 % ve srovnání s obvyklým ošetřením sadby česneku mořením Sulkou Ca. (viz Graf č.2). Všechny varianty ošetření biologickými prostředky FIX H+N[®] a Hirundo[®] však prokázali 50 % a menší ztráty rostlin během vegetace ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Nejlepším způsobem aplikace uvedených přípravků je moření nebo zapravení do půdy bezprostředně před výsadbou, oproti tomu postřik biologickým přípravkem ihned po zasazení se jeví jako méně účinný.

V Grafu č.1 je znázorněna hmotnost třiceti palic česneku. Rozdíly nejsou příliš velké a jednotlivé varianty se seřadily většinou na úrovni kontroly v intervalu 9 %. Nepatrně nižší hmotnost palic byla zjištěna u variant zapravení do půdy Baskus[®], zapravení do půdy Hirundo[®]. Naopak mírně vyšší hodnoty byly zjištěny u varianty FIX H+N[®] postřik po výsadbě a Baskus[®] moření.

Rozdíly v hmotnosti palic česneku však nejsou nijak významné a mohou být ovlivněny metodikou hodnocení – náhodným výběrem rostlin.

6 Diskuze

6.1 Biologická ochrana

Choroby rostlin je třeba kontrolovat, aby se zachovala kvalita a množství potravin a krmiv na celém světě. Jednou a čím dál významnější alternativní možností ochrany rostlin před chorobami je využití biologické ochrany (Chandrashekara et al. 2012).

Půda je základním médiem pro pěstování zeleniny i polních plodin. Rostliny mohou být napadány různými půdními patogeny. Proti těmto patogenům je vhodné využít biologickou ochranu. Metody této ochrany jsou šetrné, což se velice pozitivně odráží v půdní mikrobiální diverzitě (Pane et al. 2021).

Chandrashekara et al. (2012) uvádějí, že biologický agens se za určitých okolností může stát patogenem. Na druhé straně jmenují nespočet výhod, mezi které patří například bezpečnost pro životní prostředí, snadná výroba, snadná množitelnost v půdě a mnoho dalšího.

Přestože má biologická ochrana nesporně mnoho výhod, byly již také zaznamenány rezistence vůči některým mikroorganismům. Například byla zjištěna rezistence patogena *Botryotinia fuckeliana* vůči bakterii *Bacillus subtilis*. Tato rezistence zároveň potvrzuje hypotézu, že proti biologickým agens, u nichž hlavní způsob účinku je založen na produkci antimikrobiálních metabolitů, se bude vyvíjet u fytopatogenů rezistence. U biologických agens s tímto mechanismem účinku se může rezistence vyvinout rychleji než rezistence proti některým chemickým fungicidům (Veselý 1999).

Mnohaletý výzkum však ukázal, že biokontrolní agens často produkuje antibiotika a že antibiόza je převažujícím mechanismem biologické ochrany proti půdním patogenům (Veselý 1999).

V rámci rodu *Bacillus* mají kmeny *Bacillus subtilis* velký potenciál v účinnosti proti chorobám rostlin. Kmeny této bakterie se snadno formulují a skladují díky své schopnosti produkovat endospory, které jsou odolné vůči fyzikálním a chemickým úpravám, jako je například teplo, UV záření, vysychání, a proto jsou schopné působit i v nepříznivých podmínkách (Saoussen et al. 2021). Saoussen et al. (2021) také přišli na to, že pokud se kmeny *Bacillus subtilis* ošetří nanočásticemi potaženými zlatem, stříbrem či hliníkem, tak to významně zvyšuje růst rostlin, ale také inhibuje růst škodlivých houbových patogenů v rhizosféře. Tvzení o stimulaci růstu rostlin a inhibici růstu škodlivých fytopogenů potvrzuje již Veselý (1999).

Dalším důležitým bioagens je *Paenibacillus*. Vinchira-Villarraga et al. (2021) objevili stimulační účinek této bakterie na růst rostlin. Zabývali se také působením *Paenibacillus* na *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* a zjistili, že *Paenibacillus* tvoří účinný biofilm, čímž snižuje růst *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, a tedy i závažnost onemocnění, které tento patogen způsobuje na rostlinách rajčete. Chávez-Ramírez et al. (2020) provedli pokus na působení *Paenibacillus* proti patogenům *Rhizoctonia solani* a *Pythium ultimum*. Zjistili, že *Paenibacillus* velice inhibuje růst obou patogenů.

Bakterie rodu *Pseudomonas* jsou velmi aktivní proti bakteriálním a houbovým fytopatogenům. Znemožňují růst patogenů vlivem produkce sekundárních metabolitů, enzymů a dalších bioaktivních sloučenin (Dimkić et al. 2022). Tato bakterie má velký potenciál v boji se strupovitostí bramboru, kterou způsobuje mikroorganismus rodu *Streptomyces*. Aby byl účinek bakterie *Pseudomonas* pozitivní, je třeba aplikace přípravku s touto bakterií několikrát za vegetaci (Biessy & Fillion 2022).

V roce 2014 provedl Ondřej & Ondráčková pokus v česneku kuchyňském s biologickým přípravkem na bázi hub *Clonostachys rosea* a *Trichoderma asperellum*. Pokus byl zaměřen na účinnost těchto hub proti patogenní houbě *Sclerotinium cepivorum*. Výsadba byla provedena do půdy zamořené sklerocií této houby. Výsledky prokázaly jasnou účinnost biologického přípravku proti *Sclerotinium cepivorum*. V rámci ošetřené varianty biologickými přípravky došlo k úhynu pouze 11,1 % rostlin, což je oproti neošetřené variantě, kde odumřelo 25,7 %, velmi solidní výsledek. Tento pokus tedy také potvrzuje, že biologická ochrana rostlin má významnou roli v zemědělství.

6.2 Výsledky pokusů s biologickými přípravky

Vědci z Jižní Afriky zjistili důležitost endofytických bakterií (rody *Paenibacillus*, *Enterobacter*, *Bacillus*) na semenech prosa. Bylo zjištěno, že tyto bakterie chrání malé semenáčky prosa před houbovými chorobami, zejména před *Fusarium oxysporum*. Když byly bakterie odstraněny, rostlinky prosa skoro nerostly, avšak po opětovném naočkování semenáčků endofytickými bakteriemi byl růst obnoven (Kumar et al. 2020). V našem případě se na česneku také potvrzuje snížení napadení houbovými chorobami v případě použití přípravků Fix H+N® (*Paenibacillus*) a Hirundo® (*Bacillus*).

Při pěstování borůvek se pěstitelé často potýkají s výskytem plísní, nejčastěji způsobeným patogenem z rodu *Botrytis*. V tomto pokusu se zjistilo, že mikroorganismus *Aureobasidium pullulans* má jedinečnou schopnost kolonizovat povrch hostitele, čímž připravuje patogen o prostor a živiny. Dále bylo prokázáno, že *Bacillus subtilis* výrazně potlačuje rozvoj patogenu *Botrytis* sp. (Abbey et al. 2020). Bakterie z rodu *Bacillus* se nacházejí v přípravku Hirundo®, který v našem pokusu prokázal druhou nejlepší účinnost ze všech zkoušených přípravků.

Na *Bacillus subtilis* se zaměřili také Essghaier et al. (2012), pokus provedli na jahodníku, který také trpí plísní šedou (*Botrytis*), pěstovaném v polních podmínkách. V jejich případě, při použití bakterie *Bacillus subtilis*, došlo ke snížení napadení plísní šedou o 44,3 % - 46,3 %. V našem případě použití přípravku Hirundo® také znatelně snížilo napadení, to bylo na úrovni 30-50 %, což je oproti variantě s přípravkem Sulka Ca, kde bylo napadení přes 90 %, velice obстойný výsledek. Účinnost tohoto přípravku byla na úrovni 62 % (Kazda et al. 2022).

Použití bakterií *Pseudomonas*, *Paenibacillus* a *Bacillus*, v našem případě, dosáhlo nejlepších výsledků. V případě bakterií *Pseudomonas* a *Paenibacillus* bylo napadeno pouze 15 % rostlin (v mořené variantě). Také Avais et al. (2017) prokázali účinnost těchto mikroorganismů na výnos a kvalitu zrna cizrny. Zjistili navýšení počtu lusků na rostlinu o 7,8 %, zvýšení výnosu zrna

o 7,5 %, zvýšení nodulace o 17,5 % a výška rostliny byla o 4 % větší. Došli tedy k závěru, že bakteriální inokulace osiva zvyšuje výnos cizrny, aniž by došlo ke snížení kvality produkce.

Pozitivní účinky *Pseudomonas*, *Paenibacillus*, *Bacillus* sp. a *Bacillus amyloliquefaciens*, tentokrát v salátu, deklaruje také Kazda et al. (2021). Aplikace těchto přípravků výrazně snížila výskyt nežádoucích mikroorganismů, jako jsou *Botrytis cinerea* a *Rhizoctonia solani*, pozitivní vliv se projevil také ve snížení bakteriálních chorob. Všechny tyto mikroorganismy zvýšili velikost hlávek salátu, a tím i podíl prodejných salátů. K podobným výsledkům došel také Martins et al. (2019), ten využil pozitivního působení *Pseudomonas* sp. a *Trichoderma aureoviride* na růst salátu.

Patogen z rodu *Fusarium* napadá také pšenici. Této problematice se věnoval Ullah et. al (2020). Experimentem zjistili, že *Pseudomonas mediterranea* vykazoval maximální biologickou účinnost proti tomuto patogenu. Tento výsledek se také shoduje s naším pokusem, kde působení *Pseudomonas* sp. také výrazně omezilo výskyt *Fusaria*.

6.3 Výsledky přípravků firmy Monas Technology

Pokus v bramborách v Červeném Újezdu, kde se sledovala hmotnost hlíz pod trsem, jasně prokázal účinnost přípravku FIX H+N[®]. Varianta ošetřená tímto přípravkem prokázala navýšení výnosu o 9,7 %, v kategorii brambor konzumních pak došlo k navýšení výnosu o 6 % ve srovnání s kontrolní variantou (Monas Technology 2022).

Další pozitivní účinek přípravku FIX H+N[®] byl prokázán v pokusu s celerem bulvovým. V tomto případě FIX H+N[®] navýšil výnos v průměru o 13,4 %. V pokusu se zkoušely ale také přípravky Hirundo[®] a Prometheus[®]. U těchto přípravků nebylo dosaženo takového navýšení výnosu, ale přesto jejich účinek nebyl zanedbatelný. V Případě Hirunda[®] se výnos zvýšil o 6,9 %, ve variantě Prometheus[®] dokonce o 9,3 % (Monas Technology 2022).

FIX H+N[®] působil příznivě i na porosty kukuřice. V případě kukuřice na siláž byl výnos v zelené hmotě vyšší o 4,1 %, v sušině pak o 25,5 % ve srovnání s kontrolní variantou (Monas Technology 2022).

Přípravek FIX H+N[®] v našem pokusu dosáhl nejlepších výsledků, konkrétně v mořené variantě došlo k poškození pouze 15 % rostlin, to je v porovnání s variantou Sulka Ca, kde bylo poškození na 90 %, opravdu vynikající výsledek. Účinnost přípravku dosahovala tedy 85 %.

V roce 2018 probíhaly pokusy v zelenině. Na dvou lokalitách (Nymburk, Přerov) se uskutečnily pokusy s ledovým salátem a na jedné lokalitě (Přerov) s letním květákem. V obou případech byla sledována zejména váha očištěných hlav zeleniny. Nejlepších výsledků na lokalitě Nymburk v rámci ledového salátu dosáhl přípravek Hirundo[®] - navýšení o 42 % oproti kontrole, jako druhý skončil přípravek Prometheus[®] - navýšení o 22 %, jako poslední se umístil přípravek Fix H+N[®] - navýšení výnosu o 18 %. Na lokalitě Přerov dosáhl nejlepších výsledků přípravek Fix H+N[®] s navýšením výnosu o 22 % oproti kontrole, druhý byl přípravek Hirundo[®] s navýšením o 20 %, a třetí byl přípravek Prometheus[®] s navýšením o 16 %. Z těchto výsledků je patrný vliv půdních podmínek a lokality na účinnost biologických přípravků. V pokusech s letním

květákem dosáhla nejmarkantnějšího zvýšení výnosu (o 24 %) varianta ošetřená přípravkem Fix H+N® (Monas Technology 2022).

Výsledek přípravku Hirundo® nás také mile překvapil, poškozeno bylo jen cca 30 % rostlin (oproti kontrole) ve variantě zapraveno (tzn. zapravení přípravku bezprostředně před výsadbou).

Pokusy s přípravkem Prometheus® byly založeny v roce 2019 na lokalitách Humpolec a Troubsko v řepce olejce. Zde došlo k navýšení výnosu o 10 % oproti kontrole. Další pokusy s tímto přípravkem proběhly například v roce 2017 ve slunečnici, i zde došlo k výraznému navýšení výnosu, zvýšení bylo ještě větší v kombinaci s fungicidem. V máku došlo ke zvýšení výnosu až o 29,5 % oproti kontrole (Monas Technology 2022).

Přípravek Baskus® zvýšil výnos u hlávkového salátu o 40 % oproti neošetřené kontrole (Kazda et al. 2021).

V našem pokusu dosahoval přípravek Baskus® nejslabšího výsledku (31 %), avšak i tento výsledek je oproti Sulce Ca (účinnost pouze 10 %) dobrý.

7 Závěr

Cíl práce ověřit účinnost komerčně dostupných biologických přípravků na bázi bakterií a hub aplikovaných při sázení česneku a během vegetace na snížení výskytu houbových chorob česneku a zvýšení hmotnosti palic byl splněn. U přípravku byla experimentálně prokázána různá úroveň účinnosti v závislosti na druhu přípravku a způsobu aplikace.

Hypotéza, že biologické přípravky dokážou snížit výskyt houbových chorob česneku a zvýšit hmotnost palic byla splněna jen částečně. Z hlediska účinnosti biologických přípravků na houbové choroby byla hypotéza potvrzena, protože přípravky snížily výskyt napadených palic, avšak z hlediska hmotnosti palic hypotéza potvrzena nebyla. Biologické přípravky totiž neměly významný vliv na hmotnost zdravých palic.

Maloparcelkový pokus prokázal účinnost biologických přípravků proti houbovým chorobám na česneku kuchyňském.

V roce uskutečnění pokusu byly podmínky pro rozvoj houbových chorob, zejména pro patogeny z rodu *Fusarium*, velice příznivé. Jednalo se o vlhký a mokrá podzim i zimu, před sklizní přišlo také hodně srážek, což je pro rozvoj chorob ideální.

Ze všech variant aplikací se jako nejlepší jeví moření, ikdyž je to pro pěstitele z hlediska času i technického vybavení nejnáročnější aplikace.

Z použitých přípravků rozvoj houbových chorob nejvíce eliminoval přípravek Fix H+N[®] se svou účinností 85 %.

Přípravek Hirundo[®] dosáhl v ochraně proti houbovým chorobám také kvalitní účinnosti, která se pohybovala okolo 62 %.

Nejslabší účinek (31 %) byl zjištěn po aplikaci přípravku Baskus[®]. Zde je však potřeba brát na zřetel, že tento přípravek působí zejména proti bakteriálním chorobám.

Překvapivým zjištěním byla účinnost přípravku Sulka Ca, která je běžně využívaná mezi pěstiteli česneku. Zde byla celková účinnost pouze na úrovni 10 %. Je také možné, že tento přípravek působí na rostliny na počátku vegetace fyto toxicky, protože míra poškození česneku při první jarní kontrole byla výrazně vyšší než na neošetřené kontrole.

Přípravek Fix H+N[®] je možno doporučit pěstitelům česneku jako náhradu za přípravek Sulka, který se v současné době používá nejčastěji k podzimnímu preventivnímu ošetření sadby česneku.

8 Literatura

Abbey JA, Percival D, Asiedu SK, Prithiviraj B, Schilder A. 2020. Management of Botrytis blossom blight in wild blueberries by biological control agents under field conditions. *Crop Protection* **131**: 88-92.

Ackermann P, Bagar M, Křištof J, Makeš M, Navrátilová M, Ráčil K, Tichá H, Vaňurová E. 1995. *Metodiky ochrany rostlin pro zahrádkáře a zahradníky*. Český zahrádkářský svaz, Praha.

Ackermann P, Kazda J. 2014. *Metodiky ochrany zahradních plodin pro zahradníky a zahrádkáře*. Český zahrádkářský svaz, Praha.

Agrobio Opava. Zdravá zelenina – odolnost zeleniny. Available from <https://agrobio.cz/zdrava-zelenina---odolnost-zeleniny/28594> (accessed November 2021).

Antaki S, Srinivas V, Pratyusha S, Gopalakrishnan S. 2021. Streptomyces consortia-mediated plant defense against Fusarium wilt and plant growth-promotion in chickpea. *Microbial Pathogenesis* **157**: 104-125.

Ashraf S, Zuhaib M. 2013. *Fungal Biodiversity: A Potential Tool in Plant Disease Management*. Springer Netherlands, Dordrecht.

Avais MA, Ahmad N, Rafique M, Shafique M, Mushtaq MZ, Zahid MA, Ahmad Z. 2017. Effectiveness of bacterial inoculation for improving grain yield and quality of chickpea. *Soil & Environment* **36**: 190-196.

Bayer Crop Science. 2021. Contans WG. Available from <https://cropscience.bayer.co.uk/our-products/fungicides/contans-wg/> (accessed November 2021).

Bayer Crop Science. 2021. Serenade ASO. Available from <https://www.cropscience.bayer.us/products/fungicides/serenade-aso> (accessed November 2021).

Biessy A, Fillion M. 2022. Biological control of potato common scab by plant-beneficial bacteria. *Biological Control* **165**: 104-115.

Biocont Laboratory. 2021. Rizocore. Available from [https://biocont-profi.cz/store/search?utf8=%E2%9C%93&q%5Bcode or import code or name or description cont%5D=rizocore](https://biocont-profi.cz/store/search?utf8=%E2%9C%93&q%5Bcode%20or%20import%20code%20or%20name%20or%20description%5D=rizocore) (accessed November 2021).

Biopreparáty spol. s.r.o. 2021. Polyversum. Available from <https://biopreparaty.eu/cz-polyversum> (accessed November 2021).

Bleša D. 2019. Úvod do problematiky biologické ochrany rostlin. *Obilnářské listy* **XXVII**: 10-13.

Buchtová I. 2020. Situační a výhledová zpráva zelenina. Ministerstvo zemědělství, Praha.

Cavalcanti VP, Aazza S, Bertolucci S, Pereira M, Cavalcanti P, Buttrós V, Silva AM, 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**: 101-112.

Cawoy H, Wagner B, Fickers P, Ongena M. 2011. *Bacillus* – Based Biological Control of Plant Diseases. Pages 273-302 in Stoytcheva M, editor. *Pesticides in the Modern World: Pesticides Use and Management*. BoD – Books on Demand, Croatia.

Dimkić I, Janakiev T, Petrović M, Degrassi G, Fira D. 2022. Plant-associated *Bacillus* and *Pseudomonas* antimicrobial activities in plant disease suppression via biological control mechanisms – A review. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **117**: 101-112.

Douda O. 2010. Hot range and growth of Stem and Bulb Nematode populations isolated from garlic and chicory. *Plant Protection Science* **41**: 104-108.

Essghaier B, Hedi A, Hajlaoui M, Boudabous A, Sadfi-Zouaoui. 2012. In vivo and in vitro evaluation of antifungal activities from a halotolerant *Bacillus subtilis* strain J9. *African Journal of Microbiology Research* **6**: 4073-4083.

Fytovita. 2021. Gliorex. Available from <https://www.fytovita.cz/gliorex.html> (accessed November 2021).

Greathead DJ. 1995. Benefits and Risks of Classical Biological Control. Pages 53-63 in Hokkanen HMT, Lynch JM, editors. *Biological Control: Benefits and Risks*. Cambridge University Press, Cambridge.

Hlušek J, Richter R, Ryant P. 2002. *Výživa a hnojení zahradních plodin*. Profi Press, Praha.

Chandrashekara KN, Durga P, Chakravathi M, Manivannan S. 2012. Biological Control of Plant Diseases. Pages in 147-166 in Vaibhav KS, Yogendra S, Akhilesh S, editors. *Eco-friendly Innovative Approaches in Plant Disease Management*. International Book Distributors, India.

Chávez-Ramírez B, Kerber-Díaz JCh, Acoltzi-Conde MC, Ibarra JA, Vásquez-Murrieta MS, Santos PE. 2020. Inhibition of *Rhizoctonia solani* RhCh-14 and *Pythium ultimum* PyFr-14 by *Paenibacillus polymyxa* NMA1017 and *Burkholderia cenocepacia* CACua-24: A proposal for biocontrol of phytopathogenic fungi. *Microbiological Research* **230**: 126-135.

Irtwange SV. 2006. Application of biological control agents in pre-and postharvest operations. *Agricultural Engineering International* **8**: 1-12.

Jelínek T. 2017. Možnosti biologické ochrany proti houbě *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans*. *Rostlinolékař* **27**: 16-17.

Jursík M, Šuk J, Hamouzová K, Suchanová M, Hamouz P, Kocourek F, Kysilková K. 2016. Optimalizace regulace plevelů v systému integrované produkce košťálové, cibulové, kořenové zeleniny a salátu. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Kabir MA, Rahim MA, Majumder DAN, Iqbal TMT. 2013. Effect of mulching and tillage on yield and keeping quality of garlic (*Allium sativum* L.). Bangladesh Journal of Agriculture Research **38**: 115-125.

Kazda J. et al. 2003. Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny. ProfiPress, Praha.

Kazda J, Prokinová E, Ryšánek P. 2007. Škůdci a choroby rostlin. Euromedia Group k.s., Praha.

Kazda J, Vancová V. 2021. Účinnost biologických přípravků v ochraně česneku. Zahradnictví **29**: 37-41.

Kazda J, Vancová V, Ragimová S. 2021. Biologická ochrana proti houbovým chorobám (I). Naše pole **25**: 30-32.

Kazda J, Vancová V, Ragimová S. 2022. Biologická ochrana proti houbovým chorobám (II). Naše pole **26**: 40-42.

Kocourek F, Holý K, Rod J, Stará J, Kovaříková K, Douda O, Koudela M, Kováčová J, Kocourek, Hajšlová J. 2014. Optimalizace používání pesticidů proti škůdcům a chorobám v systému integrované produkce cibulové a kořenové zeleniny a salátu. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Konvalina P. 2007. Zahradnictví: (pěstování polní zeleniny v ekologickém zemědělství): odborná monografie. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice.

Konvička O. 1998. Česnek: základy biologie a pěstování, obsahové látky a léčivé účinky. Fontána, Olomouc.

Koppert. 2021. Trianum-P. Available from <https://www.koppert.cz/trianum-p/> (accessed November 2021).

Kumar K, Pal G, Verma A, Verma S. 2020. Seed inhabiting bacterial endophytes of finger millet (*Eleusine coracana* L.) promote seedling growth and development, and protect from fungal disease. South African Journal of Botany **134**: 91-98.

Lecomte Ch, Alabouvette C, Edel-Hermann V, Robert F, Steinberg Ch. 2016. Biological control of ornamental plant diseases caused by *Fusarium oxysporum*: A review. Biological Control **101**: 17-30.

Maňasová M, Zouhar M, Wenzlová J, Hanáček A, Pánek M. 2021. Studium vztahů mezi vybranými mikroorganismy a hodnocení jejich potenciálu v ochraně rostlin proti *Phytophthora cactorum*. Rostlinolékař **32**: 9-11.

Martins AP, Medeiros EV, Barbosa JG, Barbosa JMP, Kuklinsky-Sorbal J, Souza-Motta C. 2019. COMBINED EFFECT OF *Pseudomonas* sp. AND *Trichoderma aureoviride* ON LETTUCE GROWTH PROMOTION. *Bioscience Journal* **35**: 419-430.

Martins N, Petropoulos S, Ferreira I. 2016. Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre – and post-harvest conditions: A review. *Food Chemistry* **211**: 41-50.

Matušinsky P, Váňová M, Polišenská I, Spitzerová D, Janeček M, Smutný V. 2013. Nepřímá opatření k omezení výskytu klasových fuzarióz u obilovin. *Obilnářské listy* **XXI**: 62-64.

Mihajlovic M, Rekanovic E, Hrustic J, Grahovac M, Tanovic B. 2017. Methods for management of soilborne plant pathogens. *Pesticidi i fitomedicina* **32**: 9-24.

Michalec Z. 1977. *Člověk a rostliny*. Kotva, Praha.

Minář P. 2022. Ředitel Odboru přípravků na ochranu rostlin ÚKZÚZ [ústní sdělení]. Lužec nad Cidlinou.

Monas Technology. 2018. Bakterie jako nedílná součást života. *Úroda* **66**: 50.

Monas Technology. 2021. Baskus. Available from <http://monastechnology.cz/index.php/produkty/?baskus> (accessed November 2021).

Monas Technology. 2021. Fix H+N. Available from <http://monastechnology.cz/index.php/fix-hn> (accessed November 2021).

Monas Technology. 2021. Hirundo. Available from <http://monastechnology.cz/index.php/hirundo> (accessed November 2021).

Monas Technology. 2021. Kestom. Available from <http://monastechnology.cz/index.php/produkty/?kestom> (accessed November 2021).

Monas Technology. 2021. Prometheus. Available from <http://monastechnology.cz/index.php/prometheus-cz> (accessed November 2021).

Monas Technology. 2022. Výsledky pokusů a zkušenosti zemědělců. Available from <http://www.monastechnology.cz/index.php/zkusenostitop> (accessed January 2022).

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

Ovesná J, Velát F. 2020. *Česnek: odrůdy, agrotechnika, posklizňové zpracování*. Agrární komora České republiky, Praha.

Pane C, Mangeniello G, Nicastro N, Ortenzi L, Pallottino L, Cardi T, Costa C. 2019. Machine learning applied to canopy hyperspectral image data to support biological control of soil-borne fungal diseases in baby leaf vegetables. *Biological Control* **164**: 104-120.

Peter KV. 2001. Hand book of herbs and species. CRC Press, Boca Raton.

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

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

Prokinová E. 1996. Biologická ochrana proti houbovým chorobám rostlin. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

Rod J, Hluchý M, Zavadil K, Prášil J, Somssich I, Zacharda M. 2005. Obrazový atlas chorob a škůdců zeleniny střední Evropy. Biocont Laboratory, spol s.r.o., Brno.

Saoussen BK, Boutheina MT, Štíhlý T. 2021. 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**: 104-118.

Sapáková E, Hasíková L, Hřivna L, Stavělíková H, Šefrová H. 2012. Infestation of different garlic varieties by dry bulb mite *Aceria tulipae*. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **60**: 293-302.

Stankovic S, Levic J, Petrovic T, Logrieco A, Moretti A. 2007. Pathogenicity and mycotoxin production by *Fusarium proliferatum* isolated from onion and garlic in Serbia. *European Journal of Plant Pathology* **118**: 165-172.

Syngenta Czech s.r.o. 2021. Taegro. Available from <https://www.syngenta.cz/produkt/ochrana-rostlin/taegro> (accessed November 2021).

Tichá K. 2001. Biologická ochrana rostlin. Grada Publishing, spol. s. r. o., Praha.

Ullah H, Yasmin H, Mumtaz S, Jabeen Z, Naz R, Nosheen A, Hassan MN. 2020. Multitrait *Pseudomonas* spp. Isolated from Monocropped Wheat (*Triticum aestivum*) Suppress *Fusarium* Root and Crown Root. *Phytopathology* **110**: 582-592.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2021. Registr přípravků na ochranu rostlin. Ministerstvo zemědělství. Available from <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx> (accessed October 2021).

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2021. Rostlinolékařský portál. ÚKZÚZ. Available from http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22bad2d59a0927e6d31a2499e0f317be11%22#rlp|domu|uvod (accessed October 2021).

Veselý D. 1999. Biologická ochrana rostlin proti chorobám. Agro ochrana, výživa, odrůdy **2**: 24-25.

Věchet L. 2010. Biologická ochrana a indukovaná rezistence rostlin k chorobám a škůdcům. Výzkumný ústav rostlinné výroba, Praha-Ruzyně.

Vinchira-Villarraga DM, Castellanos L, Moreno-Sarmiento N, Suarez-Moreno ZR, Ramos FA. 2021. Antifungal activity of marine-derived *Paenibacillus* sp. PNM200 against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, the causal agent of tomato vascular wilt. *Biological Control* **154**: 130-145.

Weindling R. 1934. Studies on lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi. *Phatopathology* **24**: 1153-1179.

Zouhar M, Douda O, Dlouhý M, Lišková J, Maňasová M, Stejskal V. 2016. Using od hydrogen cyanide against *Ditylenchus dipsaci* nematode present on garlic. *Plant, Soil and Environment* **62**: 184-188.

Zusková E, Šuk J, Kazda J. 2020. Biologická ochrana proti houbovým chorobám kukuřice a slunečnice. *Úroda* **68**: 20-21.

Samostatné přílohy



Obrázek č.1 Zakládání pokusů 25.10.2020, autor: Kazda J.



Obrázek č.2 Stav porostu 14.3.2021, autor: Vancová V.



Obrázek č.3 Kontrola porostu 3.5.2021, autor: Vancová V.



Obrázek č.4 Obrázek porostu, autor: Vancová V.



Obrázek č.5 Poškozená palice česneku, sklizeň, autor: Vancová V.