

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Ochrana proti půdním bakteriálním a houbovým chorobám
česneku**

Diplomová práce

Bc. Veronika Vancová

Obor studia: Rostlinná produkce

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

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci Ochrana proti půdním bakteriálním a houbovým chorobám česneku jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 16.4.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu doc. Ing. Janu Kazdovi, CSc. za maximální ochotu, podporu a cenné rady, díky kterým pro mne bylo psaní diplomové práce snazší.

Ochrana proti půdním bakteriálním a houbovým chorobám česneku

Souhrn

Diplomová práce je zaměřena především na biologickou ochranu rostlin, na jednotlivé prospěšné mikroorganismy a v neposlední řadě na účinnost biologické ochrany na půdní bakteriální a houbové choroby česneku.

Jako modelový druh byl tedy vybrán česnek kuchyňský (*Allium sativum*). Česnek kuchyňský je často během vegetace napadán půdními houbovými patogeny (zejména houbami z rodu *Fusarium*), a fytopatogenními bakteriemi. Tyto půdní organismy negativně ovlivňují výnos a dobu skladovatelnosti česneku. Proti těmto původcům chorob není v současnosti registrován žádný chemický přípravek.

V práci se ověřuje vliv 5 různých biologických přípravků a přípravku Sulka Ca na zdravotní stav česneku a jeho skladovatelnost. Tři biologické přípravky jsou od české firmy Monas Technology s.r.o. (Fix H+N, Hirundo, Kestom), dva biologické přípravky jsou od české firmy FYTOVITA spol. s.r.o. (Clonoplus, Gliorex), a přípravek Sulka Ca je od výrobce VUCHT a.s. Všechny tyto přípravky jsou registrovány jako pomocné přípravky nebo hnojiva.

Maloparcelkový pokus byl založen z vlastní sadby česneku odrůdy Karel IV. V pokusu bylo celkem 7 variant: neošetřená kontrola, Sulka Ca, Clonoplus, Fix H+N, Gliorex, Hirundo, Kestom. Každá varianta byla čtyřikrát opakovaná. Česnek ze všech variant byl namořen v příslušných přípravcích, samozřejmě vyjma neošetřené kontroly. Na jaře byly jednotlivé přípravky aplikovány postřikem ve dvou termínech, kromě přípravku Sulka Ca.

Hodnocení pokusu probíhalo postupně během celé vegetace i po ní. Během vegetace proběhla tři vizuální hodnocení, kde se rostliny česneku hodnotily buď jako poškozené nebo zdravé. Dále následovalo hodnocení hmotnosti mokrého česneku ihned po sklizni. Po přirozeném vysušení česneku byla opět hodnocena hmotnost česneku a také hmotnost jednotlivých palic česneku. Po tomto hodnocení následovalo sledování a následné vyhodnocení skladovatelnosti česneku. Skladovatelnost byla sledována po dobu čtyřech měsíců. Všechny výsledky jsou řádně zaznamenány v tabulkách a grafech v této práci.

V rámci tohoto pokusu nebyl zjištěn pozitivní vliv biologických přípravků na zvýšení výnosu česneku, avšak byl zjištěn pozitivní vliv na dobu skladovatelnosti česneku. V rámci výnosu bylo nejlepších výsledků dosaženo na variantě kontrola. Nejlepší skladovatelnost byla zjištěna u variant ošetřených přípravky Fix H+N a Kestom.

Je velice důležité zdůraznit, že byly vytvořeny co nejpříhodnější podmínky pro výskyt půdních bakteriálních a houbových chorob česneku – předplodina česnek, náchylná odrůda, a to je důvod proč účinnost biologických přípravků nebyla taková jako se zpočátku očekávalo.

Klíčová slova: bakterie, biologická ochrana, česnek, houbové choroby

Protection against soil-borne bacterial and fungal diseases of garlic

Summary

This master thesis is focused on biological protection of plants, the role of individual beneficial microorganisms and effectiveness of biological control on soil-borne bacterial and fungal diseases of garlic.

In this thesis, garlic (*Allium sativum*) was used as a model plant species. Garlic is often affected by soil borne fungal diseases during the vegetation period (mainly fusarium), but also by bacterial pathogens. Both pathogens decline yield and storability of garlic. Unluckily, there are no registered substances against these pathogens.

The research is focused on the possibility of usage 5 different biological substances and Sulka Ca. Fix H+N, Hirundo and Kestom are maintained by Czech company Monas Technology s.r.o., Clonoplus and Gliorex belong to FYTOVITA spol. s.r.o. (also Czech company). However, Sulka Ca, hold by company VUCHT a.s., is nowadays registered only as a sulphur fertilizer. The main aim of this research is to evaluate the impact of biological protection on yield and storability of garlic.

There was made a small-parcel experiment using our own bulbs of variety Karel IV. There were 7 different parcels: control parcel, Sulka Ca, Clonoplus, Fix H+N, Gliorex, Hirundo and Kestom. Each variant was repeated 4 times. All parcels excluding control parcel were mordanted by these biological substances. In the spring, these biological substances were applicated into the parcels too.

The evaluation of this experiment took place gradually during the whole cultivation period and also after the end of vegetation. There were three visual observations during the vegetation period. Plants were rated as infected or healthy. After the harvest, garlic was weighed immediately and later in dry matter too. The weight of each bulb was also measured in this experiment. In the next step, all attention was focused on storability. The storability was evaluated four months. All results can be found in graphs and tables of this thesis.

According to the results, biological substances prolonged the storability of garlic, but didn't increase the yield. The highest yield showed the control variant. The longest storability was found out on the parcels, where substances Fix H+N and Kestom were used.

It is necessary to point out that there were made the best conditions for soil-borne bacterial and fungal pathogens. Firstly, the precrop was garlic and additionally Karel IV. is a susceptible variety. From this point of view, the predictions of the effectiveness of the biological substances used in this thesis were too high.

Keywords: bacteria, biological protection, garlic, fungal diseases

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Vědecká hypotéza a cíle práce.....	8
3	Literární rešerše.....	9
3.1	Charakteristika biologické ochrany.....	9
3.2	Mechanismy účinku prospěšných organismů proti patogenům.....	10
3.3	Vybrané prospěšné mikroorganismy a jejich charakteristika.....	11
3.4	Charakteristika biologických přípravků používaných v ČR.....	19
3.5	Agrotechnika česneku kuchyňského.....	26
3.6	Choroby česneku kuchyňského.....	28
4	Metodika.....	32
4.1	Použité rostliny.....	32
4.2	Použité přípravky.....	32
4.3	Maloparcelkový pokus.....	32
5	Výsledky.....	35
5.1	Hodnocení – vizuální kontrola 22.5.2023.....	35
5.2	Hodnocení – vizuální kontrola 9.7.2023 před sklizní.....	36
5.3	Hodnocení – vizuální kontrola 9.7.2023 při sklizni.....	38
5.4	Hodnocení – Hmotnost česneku při sklizni 9.7.2023.....	39
5.5	Hodnocení – hmotnost česneku po vysušení 30.8.2023.....	41
5.6	Hodnocení – hmotnost vysušených palic 30.8.2023.....	42
5.7	Hodnocení – skladování.....	45
5.8	Hodnocení účinnosti přípravku Baskus proti bakteriózám v česneku.....	48
5.9	Shrnutí výsledků.....	49
6	Diskuze.....	51
6.1	Účinnost biologických přípravků při pěstování česneku kuchyňského.....	51
6.2	Účinnost biologických přípravků při pěstování plodin.....	51
7	Závěr.....	54
8	Literatura.....	55
9	Samostatné přílohy.....	I

1 Úvod

České zemědělství prochází a bude procházet mnoha změnami, zejména v oblasti používání hnojiv a pesticidů. Tyto změny vychází ze strategických plánů. Podle strategie Od zemědělce ke spotřebiteli má v EU dojít ke snížení používání pesticidů o 50 % do roku 2030. To je důvod k tomu, aby se začala více využívat biologická ochrana rostlin, protože ta chemická nebude mnohdy možná a bude možné, že proti některým patogenům již žádná chemická ochrana nebude (Venclová 2023).

Rostlinné patogeny představují hlavní hrozbu pro potravinovou soběstačnost a stabilitu ekosystému. Odhaduje se, že napadení rostlin patogeny sníží asi 30-50 % celosvětové produkce plodin, což povede ke zvýšení chudoby a podvýživy. Mezi fytopageny jsou houbové organismy považovány za jedny z nejničivějších patogenů v zemědělství vůbec (Akram et al. 2023).

Řešení chorob rostlin prostřednictvím biologické kontroly fytopatogenů je jedním z hlavních přístupů vedoucích k udržitelnému zemědělství. Kromě chemických látek se k ochraně proti bakteriálním a houbovým chorobám používá například inokulace prospěšných bakterií, někdy též označována jako biopesticid (Pellegrini et al. 2023).

Mezi další, velice používané, prospěšné organismy v boji proti půdním patogenům patří endofytické houby. Tyto houby jsou všudypřítomné ve všech částech rostlin. Využívají různorodé mechanismy účinku v boji proti patogenům (Akram et al. 2023).

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 pěstitelů 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).

Tato práce se zabývá půdními bakteriálními a houbovými chorobami česneku kuchyňského. Popisuje biologickou ochranu proti těmto chorobám, věnuje se také jednotlivým biologickým přípravkům, které je možné proti těmto chorobám využít. V experimentální části práce popisuje účinek zkoušených přípravků na bázi mikroorganismů proti houbovým a bakteriálním chorobám česneku.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotéza:

Snížením výskytu bakteriálních a houbových chorob účinnou biologickou ochranou se zvýší výnos česneku a jeho skladovatelnost.

Cíl práce:

Zjistit vliv bakteriálních a houbových chorob na výnos česneku.

3 Literární rešerše

3.1 Charakteristika biologické ochrany

Biologická ochrana představuje cílené využívání živých antagonistických organismů v regulaci výskytu škodlivých organismů kulturních rostlin. Přípravky na bázi mikroorganismů jsou označovány jako biopreparáty. Makroorganismy jsou označovány jako bioagens. Bioagens zahrnují predátory, parazitoidy či entomoparazitické hlístice. Biologická ochrana rostlin je významnou součástí integrované ochrany rostlin. Většina přípravků využívaných v biologické ochraně rostlin je zcela nebo alespoň z části selektivní vůči cílovému škodlivému organismu a při dodržení podmínek povoleného použití nepředstavují podle současných znalostí rizika pro zdraví člověka (Kocourek et al. 2022).

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).

V ochraně proti původcům chorob zeleniny se používají biopreparáty na bázi živých mikroorganismů. Spektrum přípravků na bázi biopreparátů proti různým patogenům rostlin se v posledních letech dynamicky rozšiřuje. V současnosti je známo více než 90 mikroorganismů, které se používají proti rostlinným patogenům. Mezi ně patří 37 druhů bakterií, 49 hub, kvasinek a oomycet a pět virů (Kocourek et al. 2022).

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

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). Alheeti & Osman (2008) zmiňuje jako výhody biologické ochrany také bezpečnost pro životní prostředí, ekonomiku této ochrany, specifickou účinnost účinných látek na daný škodlivý organismus a v neposlední řadě také udržitelnost této ochrany.

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). Alheeti & Osman (2008) vidí jako nevýhodu také to, že biologická ochrana často zcela neeliminuje škodlivého činitele. Další nevýhodou je také aplikace těchto přípravků s předstihem, tedy před překročením prahu škodlivosti daného škodlivého činitele.

3.2 Mechanismy účinku prospěšných organismů proti patogenům

Při pěstování zeleniny se využívá několik mechanismů účinku proti původcům chorob. Jedná se o kompetici o prostředí a živiny, antibiόzu, parazitismus či indukovanou rezistenci (Kocourek et al. 2022).

Jedním z nejčastějších mechanismů účinku je kompetice o prostředí a živiny. Celé řada prospěšných mikroorganismů působí tak, že vlivem svého rychlého růstu a vysoké produkce antagonistických metabolitů inhibuje růst mycelia a případně klíčení spor škodlivého houbového organismu (Wang et al. 2023).

Konkurence o prostor využívají také prospěšné kvasinky, což je klíčový mechanismus v antifungální účinnosti *in vivo*. Jejich pozitivní účinek se prokázal při posklizňovém skladování různých plodů, kde inhibovaly hlavně rozvoj plísni díky vysoké kolonizační schopnosti a vytvoření biofilmu. Kvasinky působí i dalšími mechanismy účinku, jako jsou syntéza antifungálních látek a hydrolytických enzymů a indukovaná rezistence vůči chorobám (Herrera-Baland et al. 2023).

Konkurence o živiny je mechanismus, při kterém dochází k produkci například sideroforů, což jsou látky pomáhající k zisku živin (Han et al. 2023).

Další z mechanismů je založen na interakci rostliny a endofytické houby, která rostlinu chrání před fytopatogeny (Valan Arasu & Al-Dhabi 2023). Valan Arasu & Al-Dhabi (2023) ve své studii také popisují působení prospěšných mikroorganismů pomocí fytohormonů, jejichž produkci dochází ke snížení účinků abiotického stresu. Dále zmiňují, že mikroorganismy produkují širokou škálu sekundárních metabolitů s jedinečnými biologickými vlastnostmi, včetně vlastností fungicidních a baktericidních, dále nematocidních a insekticidních.

Endofytické houby jsou cenným zdrojem sekundárních metabolitů redukcí patogeny rostlin. Tyto houby snižují škodlivý účinek fytopatogenů též prostřednictvím kompetice o prostor nebo živiny (Waqar 2023).

Indukovaná systémová rezistence je obranný stav, který umožňuje rostlinám účinněji reagovat na infekci patogenem. U této rezistence hrají velkou roli rhizobakterie, které pomocí kolonie bakterií vytvoří kolem kořenů rostliny biofilm, prostřednictvím kterého chrání rostlinu před napadením patogeny. Mimo jiné tyto bakterie stimulují růst rostlin pomocí fytohormonů a přispívají k represí (potlačení genové exprese) půdních patogenů a dalších škodlivých organismů. U několika druhů rostlin byly prokázány rhizobakterie podporující růst rostlin a účinkující zároveň proti širokému spektru fytopatogenů (Mesa 2021). Stejně poznatky uvádějí i Bathke et al. (2022) ve své studii. Ještě také dodávají, že rhizobakterie nejenže podporují růst rostlin, ale také aktivují obranyschopnost rostlin proti rostlinným patogenům. Autoři také dodávají, že tyto bakterie jsou široce používány jako inokulanty semen pro zvýšení růstu rostlin a biologické ochrany proti patogenům prostřednictvím nejen indukované systémové rezistence, ale též pomocí antagonismu.

Azcón & Barea (1997) vysvětlují, že byl prokázán pozitivní vliv arbuskulární mykorhizy na snížení poškození rostlin způsobeného půdními patogeny. I přesto, že bylo testováno málo izolátů arbuskulární mykorhizy, ukázalo se, že některé izoláty jsou účinnější než jiné. Mimo to

se stupeň ochrany liší podle příslušného patogenu a může být modifikován půdou a dalšími podmínkami prostředí.

3.3 Vybrané prospěšné mikroorganismy a jejich charakteristika

V následující kapitole jsou představeny jednotlivé prospěšné mikroorganismy, jejich mechanismy působení a představení patogenů, proti kterým působí. Mikroorganismy jsou řazeny podle abecedního seznamu.

Bacillus sp.

Rod *Bacillus* byl založen panem Cohnem v roce 1872 a v současné době zahrnuje 2632 druhů a 127 poddruhů. Z hlediska morfologie a biochemie se jedná o bakterie grampozitivní, tyčinkovité, fakultativně anaerobní nebo aerobní s relativně vysokou rychlostí růstu a nízkými nutričními nároky. Jsou schopny růst na různých zdrojích živin, protože produkují řadu enzymů, které degradují různé substráty. Tyto bakterie jsou silně konkurenceschopné a odolné vůči nepříznivému prostředí. Obývají mnoho různých biotopů, včetně půdy. *Bacillus* je řazen k nejrozšířenějším rodům endofytických bakterií (Etesami et al. 2023).

Tento rod zahrnuje mnoho druhů mající vysoký potenciál pro využití v zemědělství. Zástupci tohoto rodu jsou všestranné bakterie, které jsou široce využívány v biotechnologickém průmyslu a zemědělství. Schopnost tvořit odolné spory je tou vlastností, která činí tento rod tak vhodný pro využití v rámci ochrany plodin. Tento rod také zahrnuje druhy, které jsou zvláště účinné proti různým chorobám rostlin, a proto je *Bacillus* jedním z nejpopulárnějších prospěšných mikroorganismů v rámci celé biologické ochrany rostlin proti chorobám (Etesami et al. 2023). *Bacillus sp.* je považován za ekologicky a biologicky bezpečnou alternativu k tradičním chemickým fungicidům (Al Farraj & Elshikh 2023). 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*) (Vancová 2022).

Mnohé studie uvádějí, že *Bacillus* nejenže chrání plodiny proti chorobám, ale také významně podporuje růst plodin, ať už polních či zahradních. *Bacillus sp.* využívá mnoho mechanismů účinku, přímých či nepřímých, kterými podporuje růst rostlin a kontroluje proliferaci patogenů. Mechanismy účinku je myšlena například solubilizace a mineralizace živin, fixace dusíku, produkce fytohormonů, antimikrobiálních sloučenin, hydrolytických enzymů a sideroforů, dále tolerance vůči abiotickému stresu (např. soutěž o prostor a živiny, parazitismus, antibióza, vyvolání systémové rezistence) (Etesami et al. 2023). Stejně poznatky zmiňují ve své studii také Al Farraj & Elshikh (2023). Pro *Bacillus sp.* je charakteristická syntéza různých typů lipopeptidů na bázi sekundárních metabolitů se specifickými aktivitami proti rostlinným patogenům. Tyto peptidy se podílejí na dezintegraci intracelulárních orgánů, jako jsou mitochondrie či nukleová kyselina, čímž dochází ke zničení patogena. Další schopností

peptidů je trhání buněčné stěny, její rozptylování, což také opět vede k zániku původců chorob (Muthukumar et al. 2022).

Bacillus subtilis produkuje vysokou hladinu antibiotik, což je zásadní mechanismus účinku této bakterie v boji s patogenem *Fusarium oxysporum*. Jeden z kmenů *Bacillus subtilis* vyvolal u melounů sekreci obranných látek souvisejících s kyselinou salicylovou a jasmonovou, díky kterým se rostliny melounů staly odolnějšími vůči padlí, které je v rámci pěstování melounů nemalým problémem (Muthukumar et al. 2022).

Al Farraj & Elshikh (2023) se zabývali napadením hořčice černé patogeny rodu *Fusarium* sp. Pokud byla k ochraně hořčice použita bakterie *Bacillus* došlo ke kolonizaci kořenů hořčice černé touto bakterií, a tím se výrazně snížilo napadení hořčice černé, a ještě došlo ke stimulaci růstu rostlin.

Pozitivních výsledků bylo dosaženo i u rajčete jedlého, kde bylo testováno použití *Bacillus* sp. proti plísni šedé, která významným způsobem může snížit výnos rajčat. I zde byl prokázán vliv nejen na patogena, ale opět došlo k lepšímu růstu rostlin, což se projevilo zvětšením průměru stonku, výšky rostlin, navýšením hmotnosti suché i čerstvé biomasy. Aplikace této bakterie zamezila výskyt patogena způsobující plíseň šedou, čímž se také pozitivně navýšila doba skladovatelnosti (Song et al. 2023).

Uplatnění tato bakterie nalezne také při pěstování brambor. Bylo prokázáno pozitivní působení proti původci *Ralstonia solanacearum*, který u brambor napadá cévní svazky, kde přerušuje transport vody a nejčastějším příznakem napadení je tedy vadnutí rostlin. Tento původce je v České republice zařazen mezi karanténní škodlivé organismy (Marković et al. 2023).

Coniothyrium minitans

Jedná se o mykoparazitickou houbu vyznačující se svou patogenitou vůči *Sclerotinia sclerotiorum* (Grendene et al. 2002). Yang et al. (2008) však tuto houbu uvádějí jako silné biologické činidlo také proti patogenům *Sclerotinia minor*, *Sclerotinia trifoliorum* a *Sclerotium cepivorum*. Je známo, že tento mikroorganismus vykazuje značné množství variací v morfologii a barevnosti kolonií. Mezi jednotlivými kmeny jsou odlišnosti v makrofenologii, rychlosti růstu konidií atp. (Grendene et al. 2002).

Tato houba byla poprvé identifikována ve spojení se sklerocií *Sclerotinia sclerotiorum* v roce 1947 a od té doby se ukázalo, že má celosvětovou distribuci. Jeho potenciál jako nástroje biologické ochrany proti *Sclerotinii sclerotiorum* identifikovali v roce 1976 vědci Turner & Tribe. Postupem let bylo prokázáno, že v in vitro podmínkách *Coniothyrium minitans* infikuje a snižuje životaschopnost sklerocií. Dále pokračoval výzkum ve skleníkových a polních pokusech. Bylo prokázáno, že různé izoláty *Coniothyrium minitans* se liší ve schopnosti snižovat životaschopnost sklerocií v půdních testech. Vzhledem k tomu, že aktivita hub může být výrazně ovlivněna faktory prostředí, jako je pH, teplota a vodní potenciál půdy, je možné, že variabilita účinnosti izolátů částečně souvisí s různými optimy podmínek prostředí,

s inkubačními podmínkami v *in vitro*, které mohou být vhodné jen pro některé izoláty, zatímco omezují aktivitu jiných (Jones et al. 2011).

Coniothyrium minitans produkuje širokou škálu enzymů degradujících buněčnou stěnu, jako jsou chitinázy a glukánázy, stejně jako antifungální metabolity. Vývoj, růst a kolonizační aktivita kmenů této houby jsou ovlivněny faktory jako jsou teplota a pH. Kyselé podmínky podporují růst mycelia *Coniothyrium minitans*, což je velká výhoda, protože patogenu *Sclerotinia sclerotiorum*, proti kterému tato houba působí, nízké pH také vyhovuje. Růst *Coniothyrium minitans* při nízkém pH by mohl být jedním z důvodů proč tato houba parazituje sklerocia *Sclerotinia sclerotiorum* mnohem lépe než ostatní mikroorganismy využívané v biologické ochraně rostlin. Bylo prokázáno, že fotoperioda měla negativní dopad na růst mycelia *Coniothyrium minitans*, neboli čím déle je mycelium vystaveno světlu, tím se růst mycelia snižuje (Zeng 2012). Toto tvrzení však popírá zjištění Grendene et al. (2002), kteří zjistili, že naopak delší doba světelného záření urychluje růst mycelia houby.

Dostupnost vody je pro růst mycelia *Coniothyrium minitans* limitující. Vodní potenciál je měřítkem toho, kolik energie je potřeba k extrakci vody ze substrátu. Celkový potenciál vody v půdě je součtem mnoha složek včetně matričního, osmotického, tlakového a gravitačního potenciálu. Pokud dojde k poklesu osmotického a matričního vodního potenciálu, dojde také ke snížení růstu mycelia a klíčení konidií. Zkoušené izoláty byly citlivější na pokles matričního než osmotického vodního potenciálu. Bylo také prokázáno, že vodní potenciál má významné účinky na aktivity rostlinných patogenů jako jsou například *Sclerotinia sclerotiorum* a *Sclerotinia minor*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium graminearum* a *Fusarium pseudograminearum* (Jones et al. 2011).

Sclerotinia sclerotiorum produkuje kyselinu šťavelovou, což je fytotoxin produkovaný mnoha rostlinnými patogenními houbami. Tato kyselina má významnou roli v rámci procesu patogenez *Sclerotinia sclerotiorum*. Kyselina šťavelová působí jako toxická sloučenina pro rostliny prostřednictvím mnoha mechanismů, jako je okyselování okolního prostředí, což je příznivé pro aktivitu enzymů degradujících buněčnou stěnu, které produkuje *Sclerotinia sclerotiorum*, dále může dojít k přerušení otevírání a zavírání průduchů rostlin, nebo k inhibici obranných reakcí rostlin. *Coniothyrium minitans* může degradovat kyselinu šťavelovou, což vede ke zvýšení okolního pH. Tato změna pH může zásadně ovlivnit antifungální aktivitu *Coniothyrium minitans* proti *Sclerotinia sclerotiorum* (Yang et al. 2008).

Sclerotinia minor je původcem sklerotiniové hniloby salátu, která je jednou z nejdůležitějších chorob salátu. Patogen přežívá stejně jako *S. sclerotiorum* ve formě sklerocií. Biologická ochrana proti této chorobě není zatím moc rozšířena a tato studie popisuje pozitivní výsledky s použitím *Coniothyrium minitans*, avšak ještě lepších výsledků bylo dosaženo, pokud se houba *Coniothyrium minitans* aplikovala spolu s houbou *Trichoderma hamatum* (Rabeendran et al. 2006).

Při pěstování jetele inkarnátu lze také využít *Coniothyrium minitans* a to v ochraně proti patogenu *Sclerotinium trifolium*, který způsobuje chorobu jménem bílá hniloba jetele. V tomto případě je velice důležité provést aplikace *Coniothyrium minitans* včas, tedy před výsevem (Pisarčík et al. 2021).

Clonostachys sp.

Druhy v rámci rodu *Clonostachys* jsou půdní houby, rozkladači rostlin a endofyty běžně se vyskytující v tropických a subtropických oblastech. Někteří zástupci jsou nespecifickými destruktivními parazity a antagonisty řady hub a oomycet, včetně důležitých rostlinných patogenů, kteří jsou jmenováni níže (Abreu et al. 2014).

Clonostachys rosea je široce využívanou prospěšnou houbou v biologické ochraně rostlin. I tento druh má samozřejmě mykoparazitické, antifungální, antibakteriální a antinematodální vlastnosti. Tato houba působí proti celé řadě houbových rostlinných patogenů, jmenovitě například *Alternaria radicina*, *Alternaria dauci*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhynchosporium commune*. *Clonostachys rosea* je ideálním prostředkem pro biologickou kontrolu chorob rostlin díky své extrémně destruktivní síle proti širokému spektru rostlinných patogenů (Nagaraj et al. 2023).

Mechanismy účinku *Clonostachys rosea* jsou velice podobné jako u *Trichodermy* sp., tzn. kompetice o živiny, mykoparazitismus, indukovaná rezistence rostlin, produkce antimikrobiálních metabolitů, detoxikace mykotoxinů a produkce antibiotik (Wu et al. 2018). Účinek *Clonostachys rosea* proti *Sclerotinia sclerotiorum* testovali Wu et al. (2018). *Sclerotinia sclerotiorum* napadá více než 500 druhů rostlin, včetně mnoha hospodářsky významných plodin (řepka ozimá, jarní, vojtěška setá, sója luštinatá), u kterých způsobuje značné ztráty na výnosu. V této studii byl prokázán velký potenciál *Clonostachys rosea* v boji proti *Sclerotinia sclerotiorum* jako alternativy k chemickým fungicidům.

Nagaraj et al. (2023) použili tuto houbu v rámci biologické ochrany rajčete proti patogenu *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici*, který způsobuje vadnutí rostlin. Autoři v rámci studie prokázali pozitivní účinek *Clonostachys rosea* proti patogenu.

Rajčeti jedlému věnovali pozornost také Meng et al. (2022). Zaměřili se na patogen *Botrytis cinerea*, který je původcem plísně šedé a ta negativně ovlivňuje výnos rajčat. Tato choroba se rozvíjí za nízkých teplot a vysoké vzdušné vlhkosti. Infikuje stará a poškozená pletiva rostlin a k projevům napadení chorobou dochází nejčastěji během skladování. Mimo pozitivní vliv *Clonostachys rosea* na potlačení patogenu *Botrytis cinerea*, byl zjištěn také pozitivní účinek na růst rostlin a na kvalitu samotných plodů rajčete.

Fusarium graminearum je závažným patogenem napadajícím nejčastěji pšenici a ječmen. Má přímý negativní vliv na výnos zrna, ale mnohem významnějším problémem je produkce mykotoxinů, konkrétně mykotoxinu deoxynivalonelu (DON). Na výskyt tohoto patogenu má vliv především výskyt posklizňových zbytků silně infikovaných patogenem. Preventivními opatřeními proti chorobě jsou orba a využívání fungicidů během květu obilnin, avšak tato opatření sama o sobě zcela nesnižují kontaminaci mykotoxiny, a proto se zaměřuje stále větší pozornost na biologickou ochranu proti tomuto původci. *Clonostachys rosea* prokázala již dříve vynikající účinnost proti mnoha druhům patogenů z rodu *Fusarium* sp. Primárním způsobem působení *Clonostachys rosea* je zabíjet a parazitovat buňky patogenních hub. Mimo to využívá několika mechanismů, aby odolala mykotoxinům a dalším obranným látkám

produkovaných patogenem *Fusarium graminearum*. Jedná se tedy o jeden z nejslibnějších mikroorganismů účinných proti *Fusarium graminearum* (Gimeno et al. 2021).

Paenibacillus sp.

Druhy *Paenibacillus* sp. jsou dobře známé bakterie, které byly popsány jako bakterie podporující růst rostlin a látky biologické ochrany (Taheri et al. 2022). Zástupci tohoto rodu jsou grampozitivní, tyčinkovité, fakultativně anaerobní a endospory tvořící bakterie (Fallahzadeh-Mamaghani et al. 2021). Tato rhizobakterie je považována za induktor systémové rezistence (Samain et al. 2022). Tento druh bakterie má různé prospěšné vlastnosti, jako je produkce hormonů a antibiotik, hydrolytická aktivita na houbové organismy a oomycety, solubilizace minerálního fosforu nebo fixace dusíku (Hong et al. 2016). Vlivem svých proměnlivých rysů byli různé druhy tohoto rodu nalezeny v různých prostředích, jako jsou polární oblasti, tropy či extrémně suché pouště. V rámci tohoto rodu je mnoho druhů, které působí proti chorobám řady plodin, například kvěťáku, hrachu, okurek, cizrny, zelí, pšenice apod. (Fallahzadeh-Mamaghani et al. 2021).

Samain et al. (2017) se zabývali vlivem této bakterie na potlačení choroby pšenice ozimé, septoriové skvrnitosti pšenice. Došly k závěru, že *Paenibacillus* sp. vyvolala u pšenice ozimé rezistenci proti této chorobě a potlačila infekci chorobou o více jak 59 %. Dalším poznatkem bylo, že tato bakterie stimuluje kolonizaci kořenů pšenice dalšími prospěšnými bakteriemi, které se v půdě nacházejí.

Při pěstování okurek se objevují závažné problémy s vadnutím okurek, které způsobuje *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *Paenibacillus polymyxa* je vhodná bakterie k použití k biologické ochraně proti výše zmíněnému patogenu. V rámci studie byl prokázán silný inhibiční účinek *Paenibacillus polymyxa* proti *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, a proto má tato bakterie velký potenciál stát se významným článkem v ochraně okurek (Cai et al. 2023). *Fusarium graminearum* je původcem nebezpečné choroby obilnin zvané fuzarióza klasu. Nejenže při výskytu této choroby dochází ke snížení výnosů, dochází také ke snížení kvality zrn a ke snížení i krmné hodnoty zrn kvůli produkci toxických metabolitů, mykotoxinů deoxynivalenolu a zearalenonu. Tyto mykotoxiny představují významnou hrozbu pro zdraví zvířat a bezpečnosti potravin. Bylo prokázáno antagonistické působení *Paenibacillus polymyxa* proti *Fusarium graminearum*. Účinnost bakterie spočívá v tvorbě biofilmu, zvýšení růstu rostlin a posílení obranných mechanismů rostlin proti kolonizaci patogenem (Taheri et al. 2022).

Další studie ukazuje účinek použití *Paenibacillus* sp. v kombinaci s dvěma kmeny *Bacillus* sp. na výrazné snížení hladiny pesticidů v půdě při pěstování slunečnice roční a zároveň došlo k navýšení produkce biomasy slunečnice. Tato studie prokázala, že využívání mikroorganismů při pěstování rostlin se jeví jako efektivní, ekonomická a ekologická alternativa ke klasickému konvenčnímu pěstování rostlin (Rani 2019).

Pseudomonas sp.

Zástupci rodu *Pseudomonas* sp. jsou gramnegativní bakterie, tvarově rovné nebo mírně zakřivené tyčky. Vyskytují se samostatně, ve svazečcích nebo v krátkých řetězcích. Nutričně jsou velice nenáročné. Ke svému růstu vyžadují aerobní podmínky, s výjimkou druhu *Pseudomonas mallei* (Valková 2005). V dnešní době je popsáno více než 220 (Chavéz-Díaz et al. 2022).

Bakterie z tohoto rodu se opět vyskytují v rhizosféře, kde napomáhají rostlinám v boji proti půdním houbovým patogenům. Hlavní mechanismy spojené s touto bakterií jsou produkce antimikrobiálních sloučenin, indukce odolnosti rostlin vůči chorobám a konkurence s patogenem o životní prostor a živiny (Tienda et al. 2024). *Pseudomonas* sp. může syntetizovat enzymy, které mohou modulovat hladiny rostlinných hormonů, dále umí produkovat siderofory, díky kterým mohou rostliny lépe přijímat železo a v neposlední řadě je její velkou schopností produkce antibiotik přispívajících k inhibici půdních patogenů. Další specifickou vlastností této bakterie je produkce kyanovodíku, díky kterému dochází k výrazné inhibici patogenů. Produkce kyanovodíku mimo jiné též vyvolává systémovou rezistenci vůči patogenům (Muthukumar et al. 2022). Produkci sekundárních metabolitů dochází k inhibici mikrobiálního růstu mnoha mechanismy, například přerušением replikace RNA, narušením transportu elektronů, nebo narušením produkce energie. Produkce enzymů, jako jsou chitinasy, glukonasy a proteasy, hrají důležitou roli při oslabování buněčné stěny mnoha patogenů a uvolňují z buněčných stěn uhlík, který bakterie potřebují v jiných metabolických procesech (Dimkić 2022).

Rod *Pseudomonas* sp. zahrnuje mnoho druhů významných v rámci biologické ochrany; jedná se o druhy *P. fluorescens*, *P. aureofaciens*, *P. chlororaphis*, *P. putida*, *P. aeruginosa* a *P. syringae*. Bylo zjištěno, že mechanismus působení jednotlivých druhů proti patogenům v rámci biologické ochrany rostlin je úzce závislý na příslušném kmenu bakterie (Dimkić 2022).

Například v rámci komplexu *Pseudomonas fluorescens* vykazuje druh *Pseudomonas chlororaphis* širokou antagonistickou aktivitu proti různým půdním houbovým patogenům, zejména díky produkci velkého množství metabolitů a antifungálních sloučenin a také díky účinným vlastnostem spojených s kolizací kořenů rostlin (Tienda et al. 2024).

Další druh *Pseudomonas protegens* má širokou antifungální aktivitu proti fytopatogenům *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Penicillium expansum*, *Neofusicocum parvum*, *Phaeoconiella chlamydozpora* a *Phaeoacremonium aleophilum*, které se mimo jiné vyskytují na révě vinné. Nedávno byl popsán účinek tohoto druhu proti patogenu *Erwinia amylovora* (Dimkić 2022).

Byl již také popsán kmen bakterie *Pseudomonas*, který je odolný těžkým kovům, což je velkým přínosem pro biologickou ochranu, protože bude moci být využita na půdách, kde se těžké kovy vyskytují v nadlimitním množství (Dimkić 2022).

Chavéz-Díaz et al. (2022) ve své studii izolovali dva kmeny bakterie *Pseudomonas* sp. z krajové odrůdy kukuřice a zjistili, že tyto kmeny mají důležitou roli v rámci biologické ochrany kukuřice proti fuzariózám a zároveň, že jejich přítomnost výrazně zlepšuje růst rostlin. Autoři došli

k závěru, že používání této bakterie pro ochranu rostlin kukuřice proti houbovým chorobám je zajímavou ekologickou alternativou ke klasickému konvenčnímu pěstování kukuřice. Dalším nečekaným poznatkem je, že rhizosféra mexických krajových odrůd kukuřice je rezervoárem kmenů bakterií *Pseudomonas* sp. Díky tomuto zjištění se podpoří zachování původních mikrobiálních zdrojů.

Merkureyaw et al. (2022) se zabývali vlivem *Pseudomonas fluorescens* při pěstování rajčat. Jejich cílem bylo zjistit, zda aplikace této bakterie pomůže rajčatům lépe zvládat stres ze sucha. Je obecně známo, že fytohormon cytokinin je klíčovým hormonem pro regulaci růstu rostlin a také se podílí na ochraně rostlin před stresem způsobeným suchem. *Pseudomonas fluorescens* produkuje ve větší míře fytohormon cytokinin, s čímž úzce souvisí schopnost bakterie působit proti bakteriálnímu patogenu, který se u rajčat vyskytuje. Výsledky ukázaly, že kolonizace kořenů již zmiňovanou bakterií vyvolala jak fyziologické, tak metabolické změny. Jednalo se zejména o zvýšení obsahu chlorofylu v rostlinách, zvýšení aktivity enzymů sacharidů, zvýšení celkové antioxidační kapacity a akumulace sekundárních metabolitů. Touto studií bylo dokázáno, že aplikace *Pseudomonas fluorescens* při pěstování rajčat není důležitá jen z hlediska ochrany proti patogenům, ale je důležité i z hlediska reakce na abiotický stres.

Pythium oligandrum

Pythium oligandrum patří do rodu parazitických oomycet (řasovek). *Pythium oligandrum* bylo poprvé popsáno v USA roku 1930 panem Drechslerem na kořenech rostlin hrachu. Od té doby byl tento druh nalezen i na dalších druzích rostlin, jako je rajče, okurka, cukrová řepa, řeřicha, paprika a mnoho dalších. Řasovky velice dobře působí jako mykoparazité patogenních hub, bakterií a oomycet v půdě. Oomycety jsou všudypřítomné mikroskopické organismy vyskytující se v různých ekosystémech, včetně extrémních a nehostinných prostředí. V půdě jsou interakce mezi oomycety a rostlinami velmi složité a jejich ekologické role nejsou plně pochopeny (Bělonožníková 2022).

Oomycety vykazují vláknitý růst a živí se osmotrofně. Způsobem, kterým získávají živiny, částečně připomínají životní styl hub, avšak jejich morfologické rysy připomínají rostlinné rysy. Například na rozdíl od hub mají oomycety buněčné stěny složené primárně z β -glukanů, včetně polymerů podobných celulóze, namísto chitinu, který tvoří buněčné stěny u hub (Bělonožníková 2022).

Jeho pozitivní účinek je založen na řadě biochemických procesů, jako jsou degradace polysacharidů ve stěnách patogenu pomocí chitináz, celuláz a exoglykosidáz. Proteázy z různých tříd se také účastní hydrolýzy buněčné stěny. Všechny tyto procesy mohou modifikovat struktury patogenu a tím pomoci *Pythium oligandrum* v soutěži o životní prostor a živiny s patogenním organismem. Sekrece enzymů tedy s největší pravděpodobností hraje klíčovou roli v kolonizaci kořenů rostlin. Tato oomyceta aktivuje obranné mechanismy rostlin, takže posiluje budoucí reakce rostlin na ataky patogenů. Dalším pozitivním vlivem je zvýšení růstu rostlin a zlepšení celkové kondice rostlin. Stimulace růstu rostlin probíhá

prostřednictvím doplňování tryptaminu do kořenů rostlin. Současné studie dokládají omezenou schopnost oomycet produkovat sekundární metabolity (Bělonožníková 2022).

Bylo prokázáno, že *Pythium oligandrum* se jako silný mykoparazit ovívá kolem hyf jiných patogenních oomycet a hub, jako je *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora parasitica*, *Verticillium dahliae*, *Botrytis cinerea*, *Aphanomyces cochlioides* a dokonce i další druhy *Pythium* sp. (Bělonožníková 2022).

Pythium oligandrum potlačuje patogena *Fusarium culmorum*, který je velkým problémem při skládování pšenice a ječmene. Tento patogen je hlavním producentem mykotoxinu deoxynivalenolu (DON), který je obrovskou hrozbou v rámci problematiky bezpečnosti potravin. Využití biologické ochrany v boji proti této patogenní houbě je více než žádoucí, protože biologická ochrana rostlin je v souladu se strategií potravinové bezpečnosti a s potravinářským průmyslem bez chemických fungicidů (Ng et al. 2021). Ng et al. (2021) se ve své studii zaměřili na aplikace *Pythium oligandrum* proti *Fusarium culmorum* vyskytujícího se při sladovnických procesech. Pokus se ukázal úspěšný, oomyceta díky svým antifungálním vlastnostem potlačila růst patogenu *Fusarium culmorum*. Je však potřeba aplikovat *Pythium oligandrum* před růstem *Fusarium culmorum*, aby nedošlo k žádné produkci mykotoxinu DON.

Pythium oligandrum může být využito i při pěstování jetele inkarnátu. Pro jetel inkarnát jsou největší hrozbou kořenové choroby, jejichž původci jsou hlavně *Fusarium* sp. a *Sclerotinia* sp. Tento komplex chorob je problematičtější v oblastech, kde je dlouhé zimní období. Citlivost vůči kořenovým chorobám se ukázala velice různorodá v rámci odrůd jetele inkarnátu. Při pěstování pícnin se běžně chemické fungicidy nepoužívají, protože to má nežádoucí vliv na fixaci dusíku, ale také i na životní prostředí. Proto je zde biologická ochrana velice žádoucí. Byl prokázán pozitivní účinek *Pythium oligandrum* na výnos píce jetele inkarnátu, a to i v situacích, kdy byl jetel napaden patogenem *Fusarium* sp. Aby *Pythium oligandrum* maximalizovalo výnos píce jetele inkarnátu, předpokládá se, že jsou zapotřebí dvě aplikace ročně (Pisarčík et al. 2021).

Trichoderma sp.

Trichoderma sp. je kosmopolitní houba, která nalézá široké uplatnění v zemědělství, konkrétně v biologické ochraně rostlin proti různým chorobám, protože působí jako přirozený nepřítel proti mnoha rostlinným houbovým patogenům. Dalším pozitivem této houby je, že pomáhá při aktivaci systémové rezistence rostlin (Salwan et al. 2022).

Je využívána již po desetiletí, vyskytuje se téměř ve všech typech půd v tropickém a mírném klimatickém pásu. Tvoří významnou složku půdní mikrobiální populace. V tomto rodu je popsáno 104 druhů, přičemž většina z nich je charakterizována jako vhodný mikroorganismus k biologické ochraně rostlin proti houbovým chorobám rostlin, avšak zdaleka ne všechny jsou komerčně dostupné. Na světě je k dispozici zhruba 250 přípravků na ochranu rostlin, kde je účinnou látkou právě *Trichoderma* (Asad 2022).

Působí proti celé řadě škodlivých houbových patogenů, *Trichoderma asperellum* působí proti *Alternaria alternata*, *Trichoderma atroviridae* potlačuje *Botrytis cinerea*, *Trichoderma formosa* působí proti virózám na rajčatech, *Trichoderma harsianum* zabraňuje rozvoji *Sclerotinia sclerotiorum*, *Trichoderma virens* je specialistou v boji proti *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum graminicola*, *Botrytis cinerea* (Salwan et al. 2022).

Její umění potlačovat patogeny spočívá v produkci lytických enzymů, sekundárních metabolitů, konkurenci o životní prostor i živiny. Dalšími aspekty jejího pozitivního působení jsou podpora růstu rostlin a vyvolání systémové rezistence rostlin (Salwan et al. 2022).

Asad (2022) jako nepřímé mechanismy působení uvádí indukci morfologických a biochemických modifikací v pěstovaných rostlinách, což vede ke zvýšení odolnosti rostlin proti stresům. Byl také pozorován pozitivní vliv na růst kořenů. K přímým mechanismům patří produkce již zmiňovaných lytických enzymů spolu s dalšími toxickými metabolity, které působí antagonisticky proti patogenu. Autor dále popisuje, že mimo výše zmiňovaných mechanismů, má *Trichoderma* také schopnost změnit rhizosféru (např. okyselení půdy) tak, aby byly znevýhodněny podmínky pro růst půdního patogena nebo skupiny patogenů.

Za nejcharakterističtější rys působení *Trichodermy* sp. je považován mykoparazitismus. Je to schopnost napadat či utlačovat jinou houbu. Při mykoparazitismu patogen zahajuje proces, při kterém vylučuje různé metabolity. Tento proces má čtyři fáze. V první fázi patogen působí na *Trichodermu* chemickým impulsem. Ve druhé fázi dochází ke specifickému rozpoznání, což vede k napadení. Ve třetí fázi se *Trichoderma* navíjí kolem hyf patogena. V závěrečné čtvrté fázi *Trichoderma* sp. vylučuje lytické enzymy, které degradují stěny buněk patogena (Asad 2022).

Zehra et al. (2023) se zabývali vlivem *Trichodermy harzianum* proti patogenu *Fusarium* způsobující vaskulární vadnutí u rajčete jedlého. Prokázalo se, že *Trichoderma* indukovala systémovou rezistenci u rajčete jedlého. Dále se zjistilo, že díky kolonizaci kořenů rajčete *Trichoderma* sp. došlo ke stimulaci obranného aparátu rajčete, a tím došlo ke zvýšené expresi enzymů a proteinů souvisejících s obranou rostliny.

K velice podobným závěrům došli Wang et al. (2023) ve své studii, kde testovanou plodinou byla okurka. Opět byl výzkum zaměřen proti patogenu *Fusarium*, který zde také zapříčiňuje vadnutí rostlin okurek. Nutno podotknout, že experiment byl prováděn v podmínkách hydroponie. Autoři kladou velký důraz na včasnou aplikaci *Trichodermy* sp. Podotýkají, že je velice důležitá aplikace této prospěšné houby preventivně či nejpozději při prvních příznacích napadení rostlin. Dále bylo zjištěno, že pokud se *Trichoderma* dostane ke kořenům ve chvíli, kdy už je tam přítomno *Fusarium*, pozitivní účinek *Trichodermy* není de facto již znatelný.

3.4 Charakteristika biologických přípravků používaných v ČR

Následující kapitola se bude týkat sortimentu 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 promísení 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 2023).

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* sp. a *Botrytis* sp. 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 2023).

Biocont Laboratory, spol. s.r.o.

Rizocore®

Jedná se o pomocný mikrobiální rostlinný přípravek na bázi *Trichoderma harzianum*, *Bacillus megaterium* a mykorrhizní houby ve formě ve vodě rozpustných granulí. Rizocore® díky kombinaci houby a bakterie příznivě ovlivňuje růst, kondici a zdravotní stav rostlin. Mykorrhizní 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 2023).

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 2023).

Fytovita

Gliorex

Pomocný rostlinný přípravek obsahující spóry hub rodů *Clonostachys* sp. a *Trichoderma* sp. 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 2023).

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 2023).

Clonoplus

Rostlinný biostimulant obsahující spory více kmenů houby rodu *Clonostachys*. Jde o přirozeně se vyskytující houby, které rozkládají organické zbytky v půdě a zvyšují příjem živin (Fytovita 2023).

Používá se při výsevech či výsadbách zelenin, květin a bylinek. Lze použít k preventivnímu ošetření výsevních či výsadbových substrátů. Dále ho je možné použít k ošetření osiva před výsevem. Urychluje také zrání kompostů. 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 a je nutné zapravení biostimulantu do půdy (Fytovita 2023).

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 patogeny potřebují živit, dále také roste kolem mycelií patogenů, jejich stěny buněk se rozpadají a patogeny 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. Aplikační 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 2023).

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 2023).

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 2023).

Fix H+N®

Biologický přípravek určený k ošetření silážní i zrnové kukuřice a všech druhů zeleniny. Obsahuje dva druhy bakterií (*Pseudomonas* sp. a *Paenibacillus* sp.), 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* sp., *Colletotrichum* sp., *Sclerotinia* sp., *Verticillium* sp. 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 2023).

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 2023).

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* sp. 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* sp., *Phoma lignam*, *Verticillium* sp., *Botrytis cynerea*). Bakterie také napomáhají zpřístupnění živin rostlinám (Monas Technology 2023).

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 2023).

Kanger®

Je registrovaný jako pomocný rostlinný přípravek. Kanger® je tvořen kultivačním médiem, které obsahuje bakterie v encystované formě (větší podíl), bakterie ve fázi aktivních buněk a směs jejich metabolických produktů. Zatímco aktivní buňky a přítomné metabolity garantují rychlý nástup pozitivních účinků, díky přítomnosti bakteriálních spor je zajištěna trvanlivost přípravku a jeho kontinuální působení v období po aplikaci (Monas Technology 2023).

Bacillus amyloliquefaciens obsažený v přípravku patří k rhizosférním gram-pozitivním bakteriím, jejichž primárním prostředím je půda v okolí kořenů rostlin. Dobře se mu ovšem daří i na listech a na plodech, kde přednostně kolonizuje brázdy lemující epidermální buňky a prosperuje zejména v období zvýšené vlhkosti. Je tak kontaktním antagonistou patogenních hub, které do rostlin vnikají právě přes brázdy v rostlinné pokožce a jsou rovněž nejaktivnější za vlhka. Toto působení je preventivní: bakteriální buňky obsazují prostor, který by jinak pro své klíčení využily houbové spory (Monas Technology 2023).

Ať už mluvíme o sloučeninách obsažených v médiu, o látkách produkovaných bakteriemi post-aplikačně, anebo o preventivním působení na principu konkurence o místo, ve všech případech dochází k inhibici růstu mycelia patogenních hub a k potlačení vývoje jejich spor (Monas Technology 2023).

Tento přípravek najde využití jak v konvenčních sadech, tak i v integrované produkci, kde je povolené množství reziduí chemických přípravků výrazně omezeno. V době, kdy legislativa tlačí na omezení chemických látek, nabízí tento přípravek způsob, jak před houbovými chorobami chránit i choulostivější odrůdy, pro které není současná situace příznivá. Kanger® se vyloženě hodí do ekologické produkce, pro kterou je i registrován. V jabloňových sadech lze přípravek využít zejména v boji proti padlí (*Podosphaera leucotricha*) či strupovitosti (*Venturia inaequalis*), a to jak na listech, tak na plodech. V ekologické produkci se přípravek aplikuje až 10x za sezónu, vše je odvislé od průběhu počasí. Doporučená aplikační dávka je 2 l/ha (Monas Technology 2023).

Kestom®

Biologický přípravek obsahující antagonistickou houbu druhu *Trichoderma atroviride*. Tento kmen trichodermie 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 (antroviridiny), které mají fungistatické účinky, byl u ní navíc také prokázán mykoparazitismus (Monas Technology 2023).

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 kg/ha (Monas Technology 2023).

Prometheus®CZ

Je tvořen živými bakteriemi rodu *Pseudomonas* sp. 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* sp., *Phoma lignam* sp., *Verticilium* sp.). 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 2023).

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 2023).

Syngenta Czech s.r.o.

Taegro®

Jedná se o bakteriální přípravek na bázi *Bacillus amyloliquefaciens*. Účinky této bakterie způsobují lepší odolnost rostlin, antibiózu a kompetici s nežádoucími houbovými patogeny. Jedná se o přípravek na potlačení plísně 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 2023).

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 2023).

3.5 Agrotechnika česneku kuchyňského

Při pěstování česneku je nejprve nutné 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, minimalizace reziduí herbicidů a množství rostlinných zbytků nebo zbytků organických hnojiv. Řešení předplodiny je důležité i proto, že česnek by neměl být pěstován opakovaně na stejném stanovišti. Doporučuje se minimální doba odstupu 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, zejména háďátka zhoubného tak, aby byly včas zapraveny posklizňové zbytky předplodiny a mohla být provedena aplikace některého z přípravků na jeho potlačení. Vhodnou předplodinou jsou okurky, košťáloviny, obilniny, 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, avšak jejich používání bude ukončeno 31.7.2024, Sharpen 40 EC, jeho používání bude ukončeno k 30.11.2024, 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 před sázením česneku závisí na půdně klimatických podmínkách a v odlišných oblastech se může lišit. Obecně se využívá hluboká orba anebo 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 2023).

Výsadba se provádí buď na podzim nebo na jaře, podle zvoleného morfotypu a odrůdy česneku. Sazení na podzim se provádí v poslední dekádě měsíce října až začátkem listopadu do řádků 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 sazení v rozpětí 6-15 cm podle půdních podmínek. Česnek se rozlupeje 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). Česnek je napadán řadou škůdců a chorob. Zcela nejběžnějším problémem při pěstování česneku je zasychání konců listů. Je to důsledek menší kořenové soustavy vůči listové ploše. Tato nerovnováha může vzniknout vláhovým a výživovým deficitem nebo teplotním stresem. Toto zasychání však může indikovat i trvalé poškození kořenů některými chorobami nebo škůdci. Proti zasychání však dosud neexistuje žádná ochrana, pouze prevence proti přírodním vlivům, které to způsobují (Ovesná & Velát 2020).

Proti chorobám a škůdcům jsou nesmírně důležité včasné a preventivní zásahy. Proti rzivosti česneku je důležité dodržet vhodný spon, vhodnou předplodinu a česnek nepřehnojovat (Ovesná & Velát 2020). Proti houbám rodu *Fusarium* spp., *Botrytis* spp., *Penicillium* spp. a *Sclerotium cepivorum* se osvědčilo využití biologických přípravků na bázi prospěšných mikroorganismů (Kazda & Vancová 2021). Proti těmto chorobám je možné využít několik biologických přípravků; například Hirundo, Fix H+N, Prometheus (Kazda et al. 2022) nebo Kestom (Monas Technology 2023). V boji s chorobami česneku však obecně není moc možností (Ovesná & Velát 2020).

Ochrana proti škůdcům česneku také není nijak lehká. V boji proti háďátku zhoubnému lze využít dusíkaté vápno, avšak je nutné brát v úvahu jeho vysokou cenu. Proti houbomilce česnekové lze použít překrytí výsadby česneku bílou netkanou textilí koncem února. Vlnovníka česnekového je možné potlačit mořením v přípravku Sulka, nejlépe již v průběhu září. Dalšími škůdci česneku jsou chřestovnicek cibulový, vrtalka pórová nebo květílka

cibulová. Proti těmto škůdcům se běžně ochrana neprovádí, protože jejich výskyt je minoritní (Ovesná & Velát 2020).

3.6 Choroby česneku kuchyňského

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 nejčastější 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 fuzariózy 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* sp. především *B. fuckeliana* (anamorfa *Botrytis cinerea*). Pouze mycelium mezi stroužky je šedé barvy (Kocourek et al. 2014). I když 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 závlaha a mechanická poškození cibulí (např. květilkou cibulovou nebo larvami kovaříkovitých brouků) (ÚKZÚZ 2023).

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 háďátkům 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 2023), a tak jediné možné řešení je použití biologických přípravků (Kazda et al. 2021). Kazda et al. (2022) ve svém pokusu uvádějí jako účinné přípravky proti této chorobě Fix H+N či Hirundo. Tyto přípravky obsahují bakterie z rodu *Bacillus* sp., *Paenibacillus* sp. a *Pseudomonas* sp.

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 2023). 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 měla povolené používání pouze do roku 2022 (ÚKZÚZ 2023). Jako dobré řešení se jeví využití biologické ochrany, konkrétně prospěšných bakterií z rodu *Bacillus* sp. nebo *Pseudomonas* sp., jak vyplývá z pokusů (Kazda et al. 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). Do nedávna byl povolen chemický přípravek Ortiva, u kterého již povolení používání skončilo (ÚKZÚZ 2023). Z biologické ochrany lze využít prospěšnou bakterii *Bacillus cereus*, u které bylo prokázáno, že inhibuje klíčení uredospor *Puccinia allii* na agaru (Doherty et Preece 1978).

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 saprofyt 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 šedozeleň zbarvenými konidii (ÚKZÚZ 2023).

Ochrana proti této chorobě spočívá v zabránění mechanického poškození cibulí, uskladnění v suchu a chladnu, moření (ÚKZÚZ 2023). Biologické kontrole proti této chorobě nebyla dosud věnována žádná pozornost.

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). Dosud nebyla objevena žádná biologická kontrola proti této chorobě.

Botryotiniová hniloba česnekovitých (*Botryotinia porri*)

U česneku kuchyňského je tento patogen jedním z původců jeho hniloby (Rod et al. 2005). Proti tomuto škodlivému houbovému mikroorganismu je možné využít působení prospěšných bakterií z rodu *Bacillus* sp. nebo *Pseudomonas* sp., které ho eliminují (Kazda et al. 2021).

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. Mimoregetační 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 morfotypů paličák si bezvirózní sadbu můžeme vypěstovat sami, a to vysetím pacibulek a v následných dvou letech přesazením. Po třech letech lze u morfotypu 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 2023).

4 Metodika

4.1 Použité rostliny

V pokusu pro diplomovou práci byl vysazen česnek kuchyňský (*Allium sativum*) z čeledi *Amaryllidaceae*. Odrůda byla vybrána Karel IV., kterou vyšlechtila společnost SEMO a.s. Karel IV. je polopozdní ozimý širokolistý paličák. Barva suknic je bílá s výrazným nádechem fialové barvy. Cibule tvoří velké, stroužky jsou také velké, v palici se jich nachází obvykle pět až sedm.

V tomto pokusu byla použita vlastní sadba.

4.2 Použité přípravky

V rámci tohoto pokusu bylo použito několik přípravků od různých firem. Při výběru přípravků byl zohledněn fakt, že pokus byl založen na pozemku, kde se nachází těžká černozem s vysokým obsahem vápníku.

Od firmy Monas Technology s.r.o. byly použity přípravky Baskus®, Fix H+N®, Hirundo® a Kestom®. Jako další přípravky byly použity Gliorex a Clonoplus od výrobce FYTOVITA s.r.o. Posledním použitým přípravkem je Sulka Ca, jejímž výrobcem je VUCHT a.s.

4.3 Maloparcelkový pokus

Polní maloparcelkový pokus byl založen na vlastním poli v obci Vinary v Královéhradeckém kraji. Je zaměřen na účinnost biologických přípravků proti houbovým organismům, které jsou nejvýznamnějšími škodlivými činiteli při pěstování česneku kuchyňského.

Česnek byl zasázen 30.10.2022 za podmračného počasí. Podmračné počasí bylo vybráno z toho důvodu, protože při jasném a slunečném počasí dochází k negativnímu působení UV záření na živé mikroorganismy obsažené v biologických přípravcích. I když byla sadba v biologických přípravcích mořena a neaplikovaly se biologické přípravky na povrch půdy, mohlo by během sázení dojít k vystavení sadby slunečnímu záření, čímž by mohly být negativně ovlivněny výsledky pokusu.

Velikost jedné parcelky činila 5 m². Na každé parcelce bylo vysázeno cca 60 stroužků česneku kuchyňského. Celkem bylo založeno 28 parcelek. Pokus zahrnoval sedm variant se čtyřmi opakováními (viz tabulka č.1).

U všech variant bylo využito moření česneku, samozřejmě mimo varianty kontrola, kde nedošlo k žádnému ošetření česneku (viz tabulka č.2). U přípravků Fix H+N®, Hirundo® a Kestom® byl česnek mořen 60 minut, zatímco u přípravků Gliorex a Clonoplus byl česnek mořen podle návodu výrobce pouze 30 minut. V přípravku Sulka Ca byl česnek mořen podle návodu 12 hodin a pak byl česnek osušen, aby nedošlo k popálení pletiv česneku. Aplikační dávky přípravků jsou uvedeny v tabulce č.2.

V jarním období byla provedena první foliární aplikace zkoušených přípravků (26.3.2023) při výšce česneku mezi 10-15 cm. Použité dávky přípravků jsou zaneseny v tabulce č.2. Aplikace byla provedena za mírného deště a po aplikaci přetrvávalo podmravné počasí, což je optimální pro přežití a namnožení prospěšných půdních mikroorganismů obsažených v biologických přípravcích. Druhá foliární aplikace byla provedena 16.5.2023, též za podmravného počasí, dávky byly použity totožné jako v případě první aplikace.

Vzhledem k podezření na výskyt bakterií v pokusu s česnekem, byl pokus ošetřen v červnu přípravkem Baskus v dávce 4 l/ha, který proti bakteriím působí. Dne 6.6.2023 bylo ošetřeno opakování A a B, zatímco 16.6.2023 bylo již ošetřeno pouze opakování A.

Tabulka č.1 Schéma maloparcelkového pokusu

I. opakování	II. opakování	III. opakování	IV. Opakování
Kontrola A	Hirundo B	Sulka C	Gliorex D
Sulka A	Gliorex B	Hirundo C	Kontrola D
Fix A	Kestom B	Clonoplus C	Fix D
Hirundo A	Fix B	Kontrola C	Kestom D
Kestom A	Kontrola B	Gliorex C	Sulka D
Gliorex A	Clonoplus B	Fix C	Hirundo D
Clonoplus A	Sulka B	Kestom C	Clonoplus D

Tabulka č.2 Přehled použitých přípravků a jejich dávek

Přípravek	Dávka přípravku na podzim	Dávka přípravku na jaře
Kontrola	X	X
Sulka Ca	4 % roztok	X
Fix H+N	3 ml/ 1 kg sadby	3 l/ha
Hirundo	3 ml/ 1 kg sadby	3 l/ha
Kestom	4 g /1 kg sadby	4 kg/ha
Gliorex	10 g/ 1 kg sadby	4 kg/ha
Clonoplus	10 g/ 1 kg sadby	4 kg/ha

V podzimním období (30.10.2022) byl porost herbicidně preemergentně ošetřen, konkrétně přípravkem Stomp v dávce 3,8 l/ha.

Základní hnojení česneku bylo provedeno před výsadbou, 23.9.2022, hnojivem NPK v dávce 200 kg/ha. Přihnojení na jaře se uskutečnilo 20.4.2023 síranem amonným v dávce 133 kg/ha. Plečkování porostu bylo provedeno 25.3.2023 a 20.4.2023. První plečkování předcházelo první foliární aplikaci biologických přípravků, což vedlo k porušení půdního škraloupu, a tedy k následnému lepšímu průniku prospěšných mikroorganismů do půdy. Druhé proplečkování následovalo po jarním přihnojení, čímž došlo k zapravení hnojiva do půdy, a tím tedy k rychlejšímu působení hnojiva.

Vzhledem k tomu, že byl v pokusu použit česnek morfortypu paličák, bylo nutné dne 11.6.2023 vylámat květní stvolky, aby nedocházelo k vysilování palic, a tedy ke stagnaci jejich růstu.

Během vegetace se uskutečnily dvě vizuální kontroly porostu (22.5.2023 a 9.7.2023), kdy byly vizuálně hodnoceny rostliny česneku (viz tabulka č.3).

Sklizeň byla provedena 9.7.2023 ručně. Jednotlivé varianty a opakování byly sklizeny zvlášť, byly zváženy a svázeny a poté zavěšeny na stinné místo s prouděním vzduchu, aby došlo k přirozenému vysušení česneku. Při sklizni byl ještě hodnocen zdravotní stav palic (viz tabulka č.3).

Po vysušení, 30.8.2023, byl česnek zbaven natě, očištěn a následně došlo k vážení jednotlivých palic z jednotlivých variant a opakování (viz tabulka č.3).

Následovalo hodnocení česneku v průběhu skladování, které probíhalo vždy poslední den v měsíci, konkrétně tedy 30.11.2023, 30.12.2023, 31.1.2024, 29.2.2024 (viz tabulka č.3).

Tabulka č.3 Shrnutí jednotlivých hodnocení v rámci pokusu s česnekem kuchyňským

Datum	Hodnocení
22.05.2023	vizuální hodnocení
09.07.2023	vizuální hodnocení před sklizní
09.07.2023	vizuální hodnocení při sklizni
09.07.2023	hmotnost čerstvého česneku
30.08.2023	hmotnost suchých palic
30.11.2023	skladování
30.12.2023	skladování
31.01.2024	skladování
29.02.2024	skladování

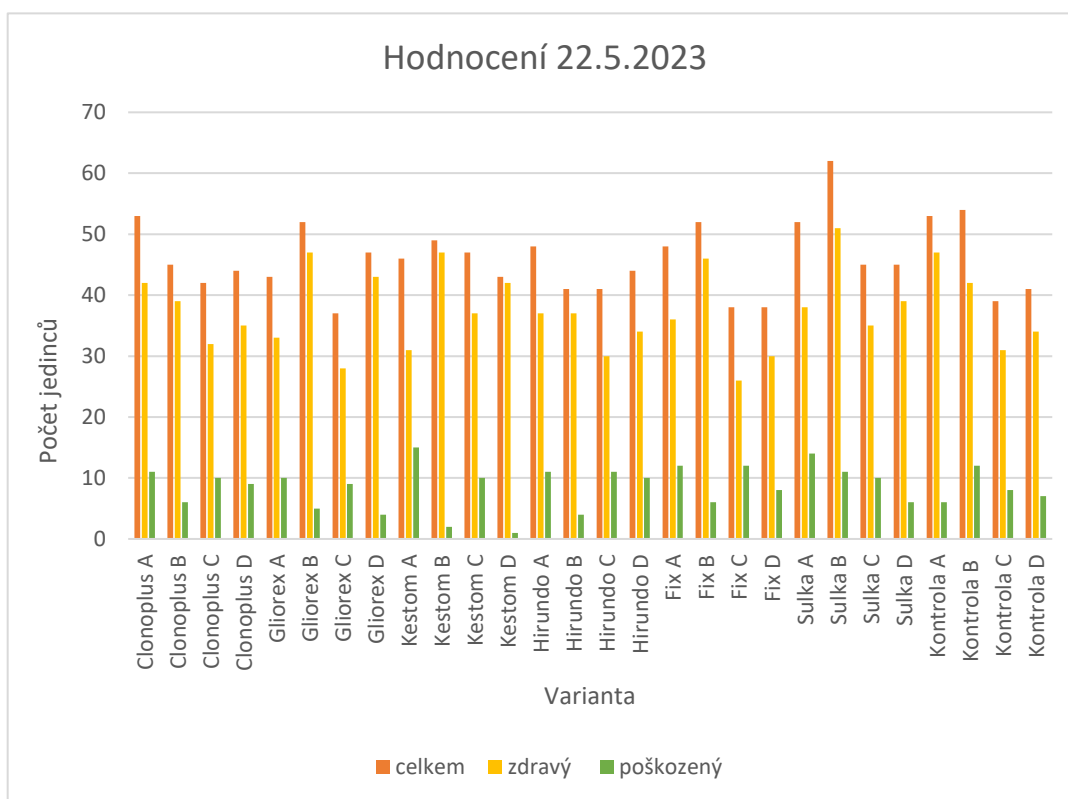
5 Výsledky

V následující kapitole jsou uvedeny a popsány výsledky jednotlivých pozorování.

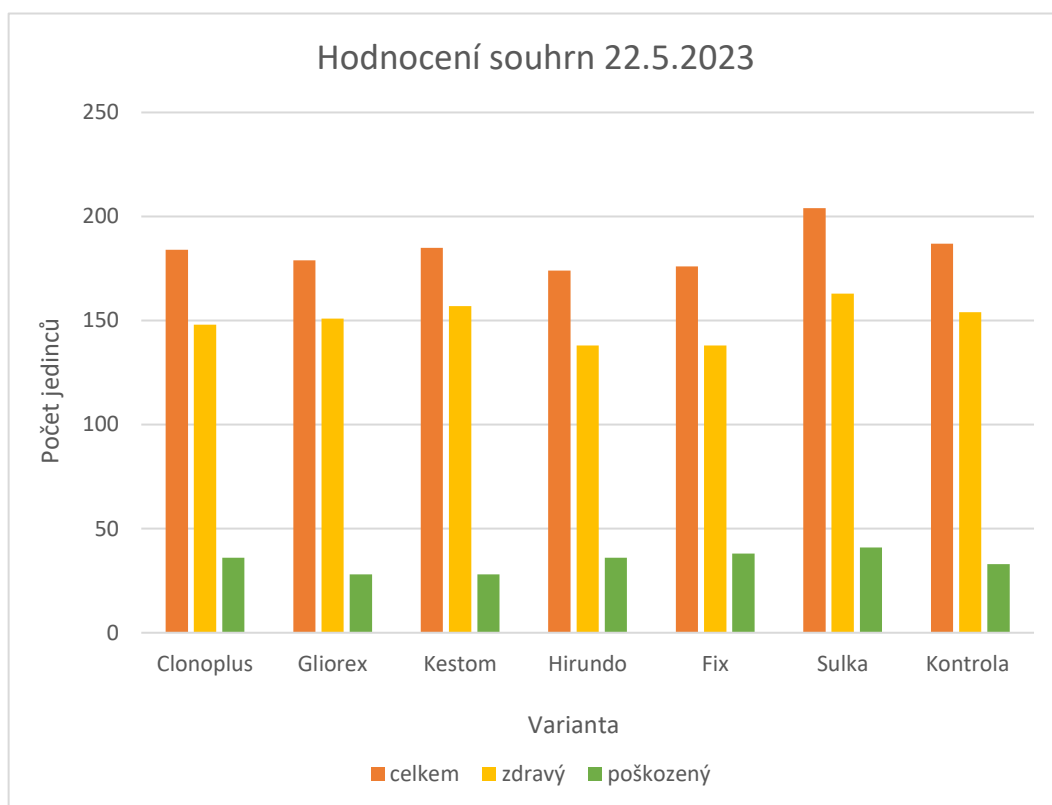
5.1 Hodnocení – vizuální kontrola 22.5.2023

Dne 22.5.2023 byla provedena první vizuální kontrola porostu, při které byly sečteny počty jedinců na každá variantě a vizuálně byly hodnoceny rostliny česneku a následně byly rozděleny do dvou skupin: zdravý česnek, poškozený česnek. Zdravé rostliny nevykazovaly žádné známky problémů s růstem, naopak poškozené rostliny vykazovaly zakrnělý růst nebo v horším případě ani nevyrostly. Výsledky první vizuální kontroly jsou uvedeny v grafu č.1 a v grafu č.2.

Graf č.1 Výsledky první vizuální kontroly se zřetelem na opakování



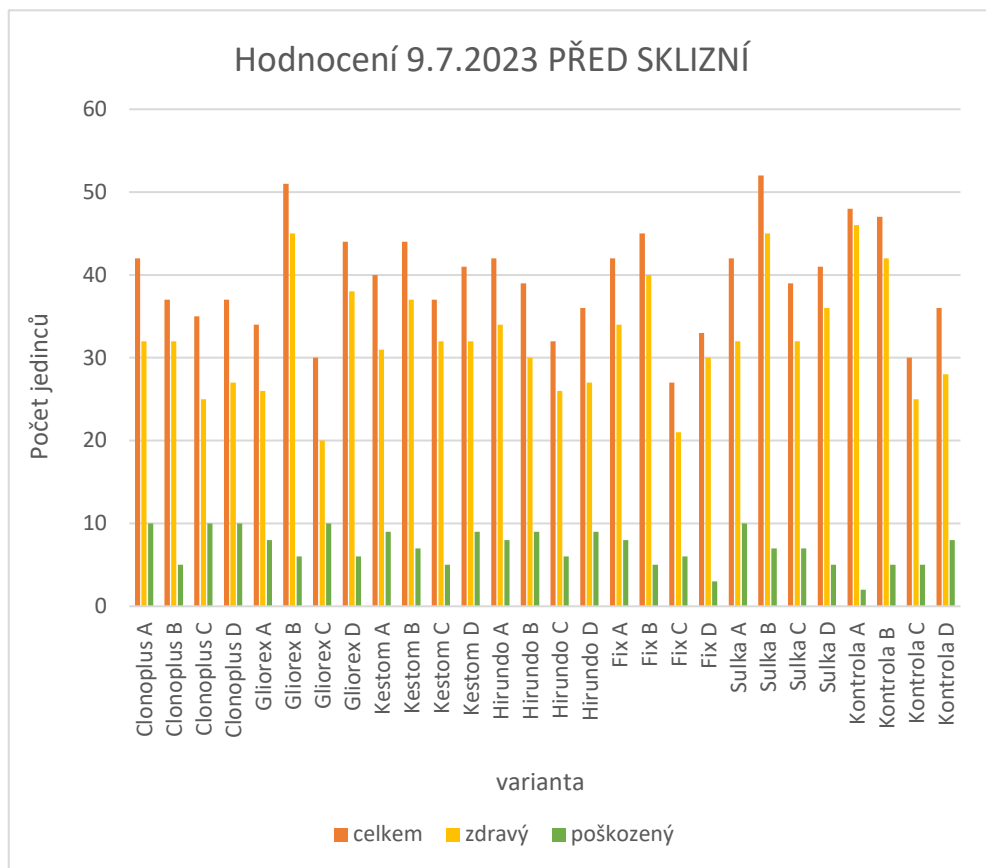
Graf č.2 Výsledky první vizuální kontroly souhrn



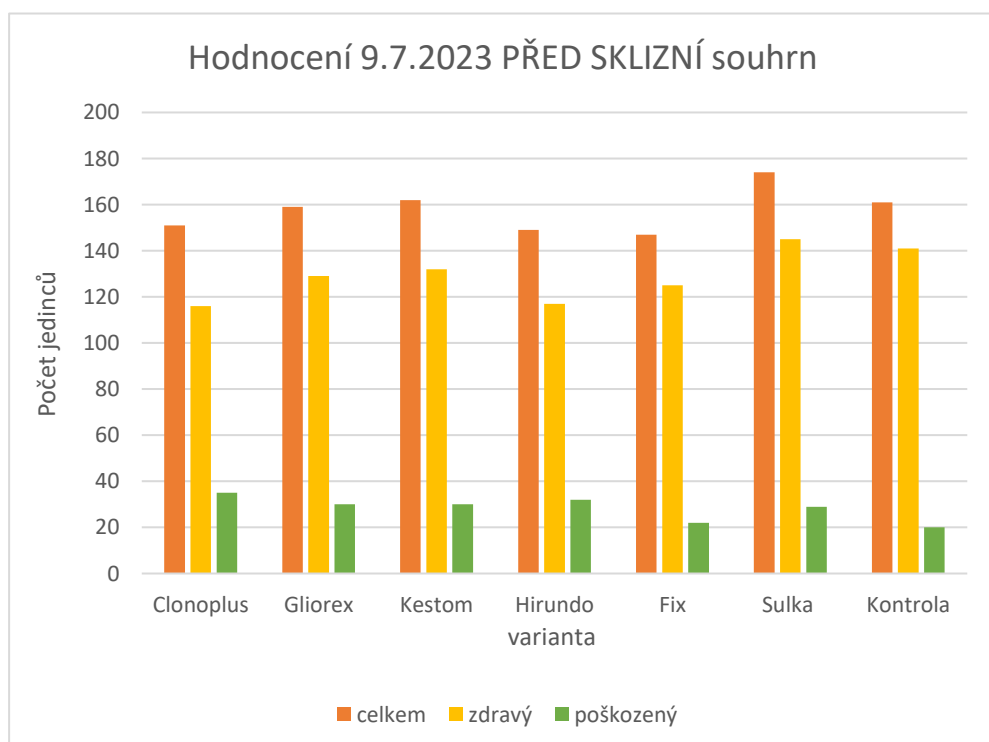
5.2 Hodnocení – vizuální kontrola 9.7.2023 před sklizní

Před sklizní dne 9.7.2023 se uskutečnila druhá vizuální kontrola porostu. Tato kontrola byla provedena stejným způsobem jako první vizuální kontrola porostu; byl tedy sečten celkový počet rostlin na každé variantě a rostliny česneku byly rozděleny na zdravé a poškozené. Výsledky z této kontroly dokumentuje graf č.3 a graf č.4.

Graf č.3 Výsledky druhé vizuální kontroly se zřetelem na opakování



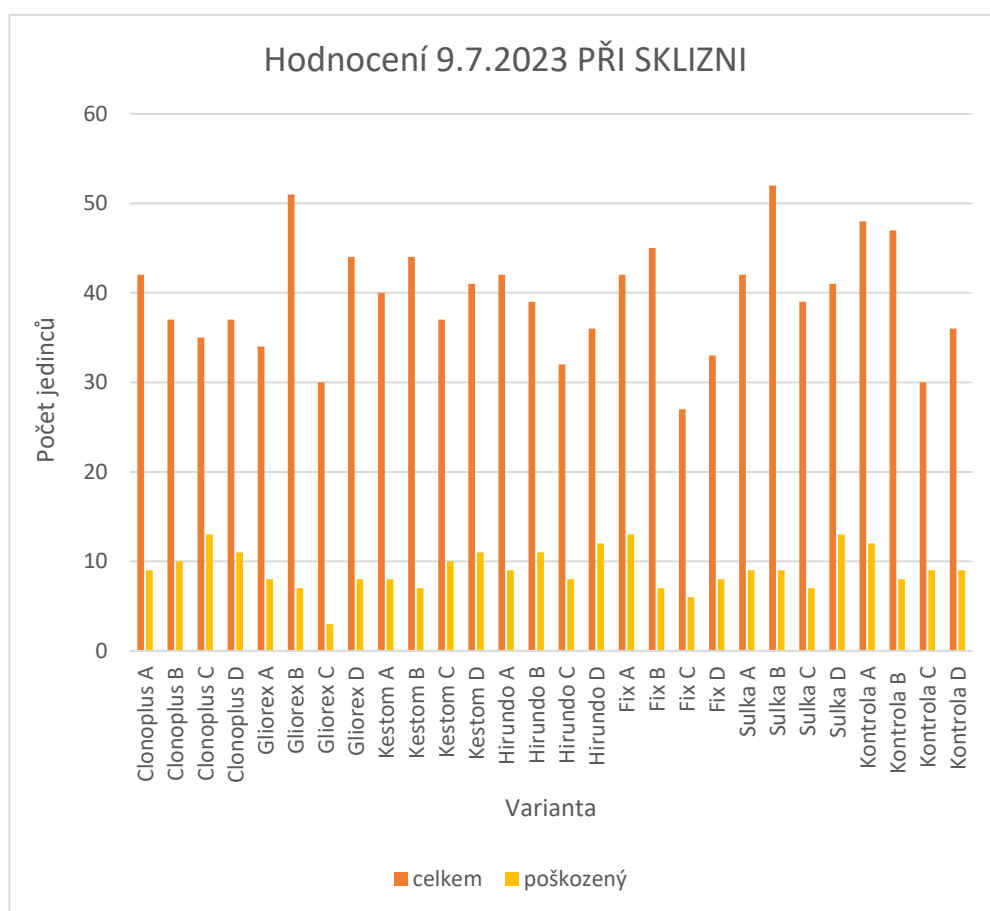
Graf č.4 Výsledky druhé vizuální kontroly souhrn



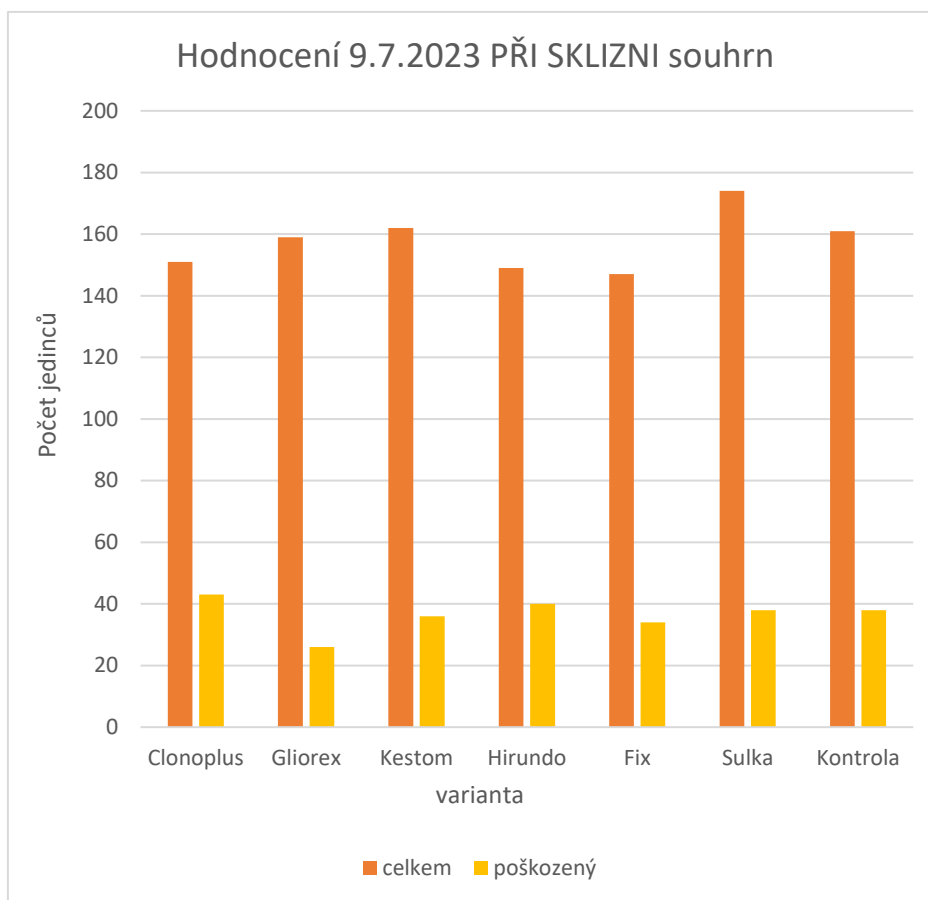
5.3 Hodnocení – vizuální kontrola 9.7.2023 při sklizni

Při sklizni byla provedena poslední vizuální kontrola pokusu s česnekem. Při této kontrole byl spočítán celkový počet palic česneku na každé variantě a dále byly spočítány palice česneku s příznaky poškození (poškozený). Poškozenými palicemi jsou myšleny palice poškozené či napadené, zejména houbovými patogeny (*Fusarium*, *Botrytis*). Výsledky z této kontroly jsou zaneseny v grafu č.5 a v grafu č.6.

Graf č.5 Výsledky třetí vizuální kontroly se zřetelem na opakování



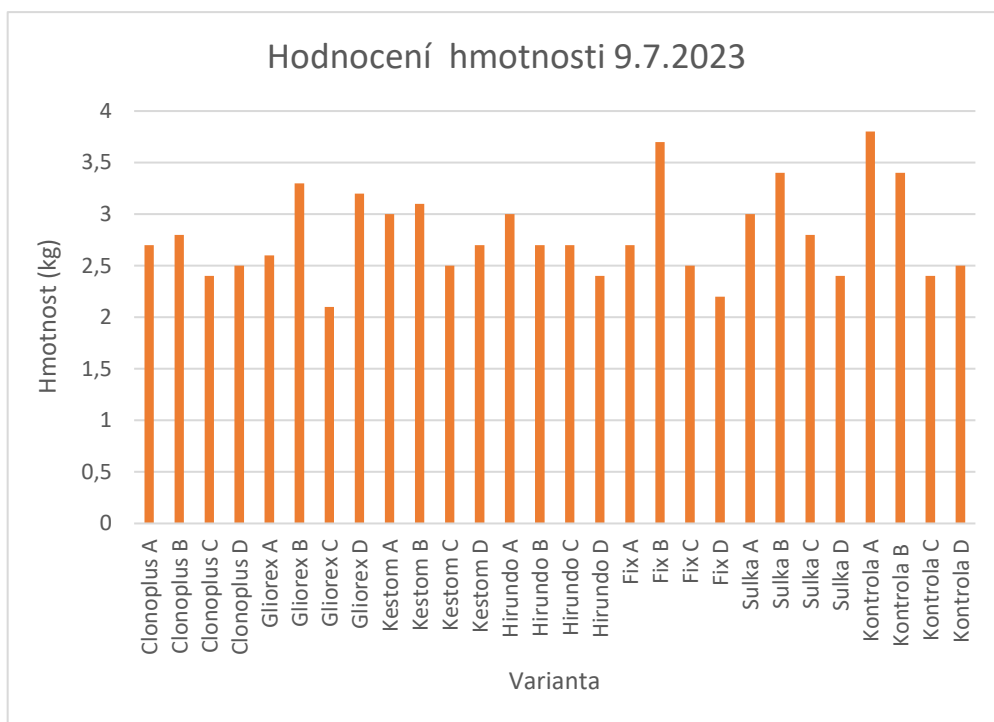
Graf č.6 Výsledky třetí vizuální kontroly souhrn



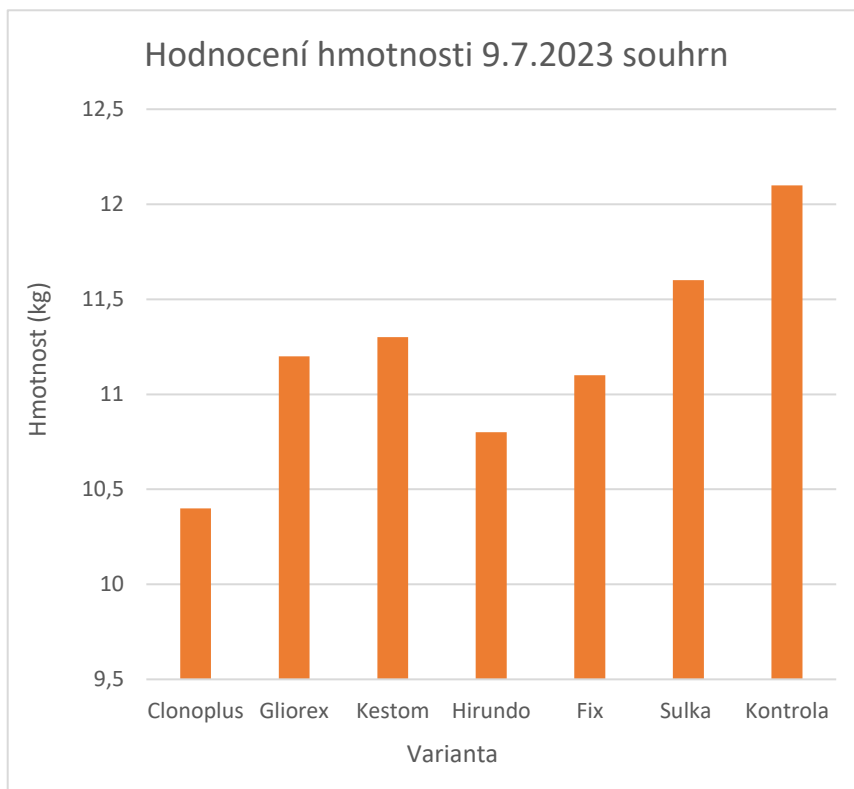
5.4 Hodnocení – Hmotnost česneku při sklizni 9.7.2023

Dne 9.7.2023 proběhlo kromě třetí vizuální kontroly také vážení česneku při sklizni. Česnek byl ručně vytažen ze země, zbaven balu zeminy na kořenech, svázan do snopků podle varianty a následně zvážen. Výsledky z vážení jsou uvedeny v grafu č.7 a v grafu č.8.

Graf č.7 Výsledky hodnocení hmotnosti česneku při sklizni se zřetelem na opakování



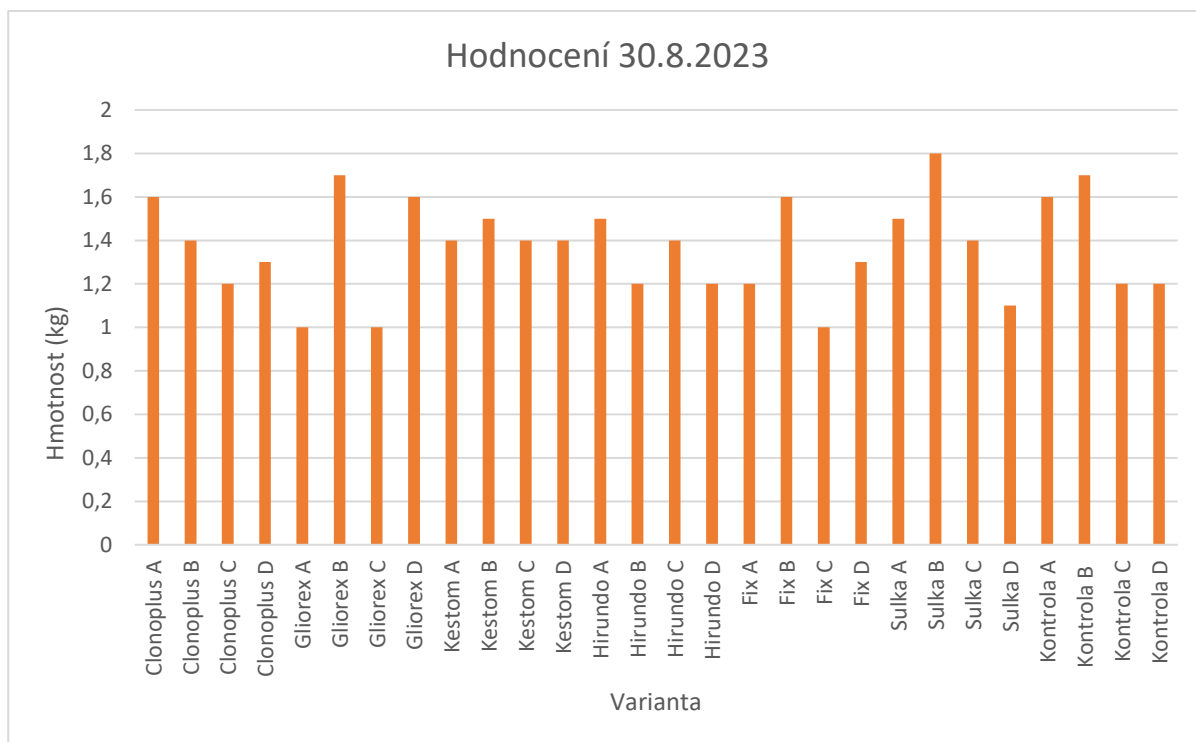
Graf č.8 Výsledky hodnocení hmotnosti česneku při sklizni souhrn



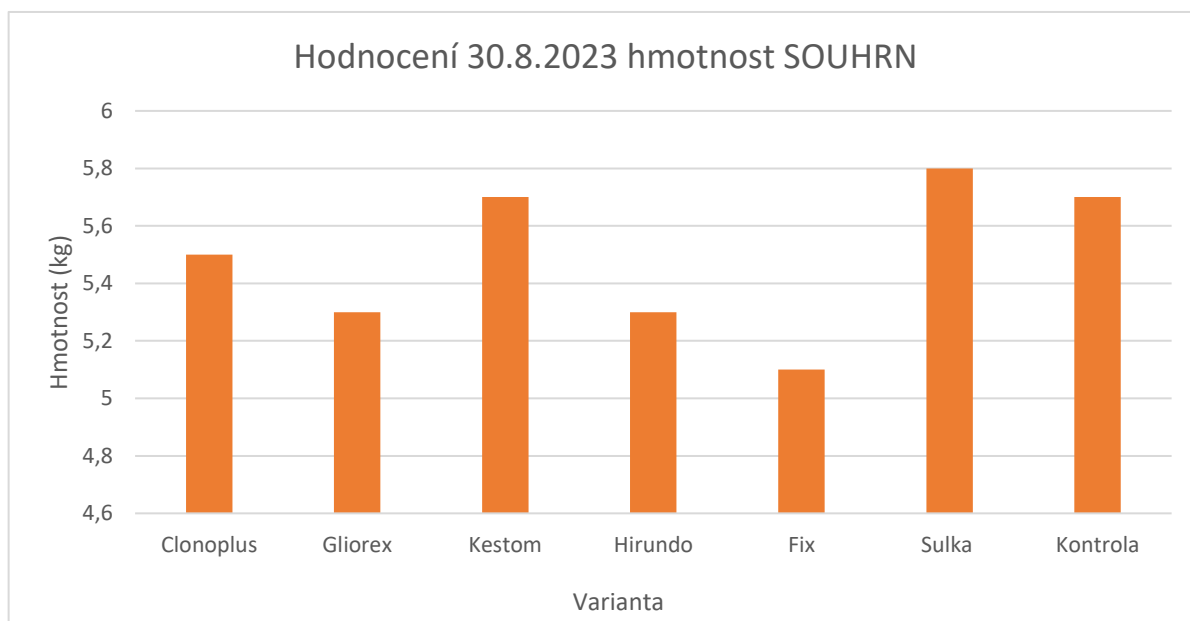
5.5 Hodnocení – hmotnost česneku po vysušení 30.8.2023

Dne 30.8.2023 se uskutečnilo vážení vysušeného česneku. Česnek byl zvážen i s natí, tak jak byl vážen přímo při sklizni, vážena byla vždy celá varianta najednou ve snopku. V grafu č.9 a v grafu č.10 jsou znázorněny výsledky z tohoto hodnocení.

Graf č.9 Výsledky hodnocení hmotnosti česneku po vysušení se zřetelem na opakování



Graf č.10 Výsledky hodnocení hmotnosti česneku po vysušení souhrn



Tabulka č.4 Snížení hmotnosti česneku po vysušení

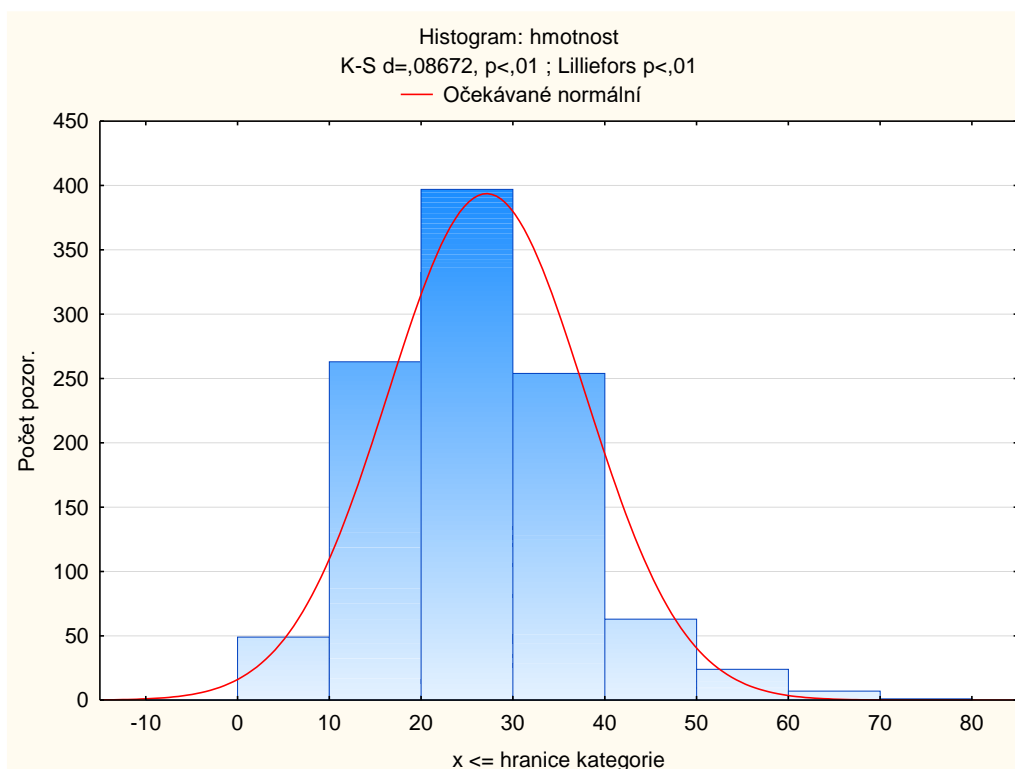
varianta	snížení hmotnosti o %
Clonoplus A	41
Clonoplus B	50
Clonoplus C	50
Clonoplus D	48
Gliorex A	61
Gliorex B	49
Gliorex C	52
Gliorex D	50
Kestom A	53
Kestom B	52
Kestom C	44
Kestom D	48
Hirundo A	50
Hirundo B	56
Hirundo C	48
Hirundo D	50
Fix A	56
Fix B	57
Fix C	60
Fix D	41
Sulka A	50
Sulka B	47
Sulka C	50
Sulka D	54
Kontrola A	58
Kontrola B	50
Kontrola C	50
Kontrola D	52

5.6 Hodnocení – hmotnost vysušených palic 30.8.2023

Dne 30.8.2023 byl vysušený česnek zbaven natě, očištěn a následně byly samostatně zváženy jednotlivé palice česneku z jednotlivých variant.

Tato data byla hodnocena v programu Statistika. Soubor dat byl otestován na normální rozdělení. Z grafu č.11 vyplývá, že se jedná o normální rozdělení. Na základě tohoto faktu bylo možné pro hodnocení využít jednofaktorovou ANOVU. Pro podrobnější vyhodnocení byl použit Tukeyův HSD test.

Graf č. 11 Normální rozdělení



- H_0 : Neexistuje statisticky významný rozdíl mezi hmotnostmi palice česneku a variantou ošetření.
- H_A : Existuje statisticky významný rozdíl mezi hmotnostmi palice česneku a variantou ošetření.
- Hladina významnosti: $\alpha = 0,05$
- Zvolený statistický test: jednofaktorová ANOVA
- $p < 0,05$; zamítáme H_0 (viz obrázek č.1)
- Byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi hmotnostmi palice česneku a variantou ošetření. Pro podrobnější vyhodnocení ANOVY byl zvolen Tukeyův HSD test (obrázek č.2, obrázek č.3)

Obrázek č.1 Jednorozměrné testy významnosti pro hmotnost

Jednorozměrné testy významnosti pro hmotnost (Hodnocení 30.8.2023)						
Sigma-omezená parametrizace						
Dekompozice efektivní hypotézy						
Efekt	SC	Stupně volnosti	PC	F	p	
Abs. člen	764500,6	1	764500,6	6738,504	0,000000	
varianta	4648,4	27	172,2	1,517	0,044356	
Chyba	116856,1	1030	113,5			

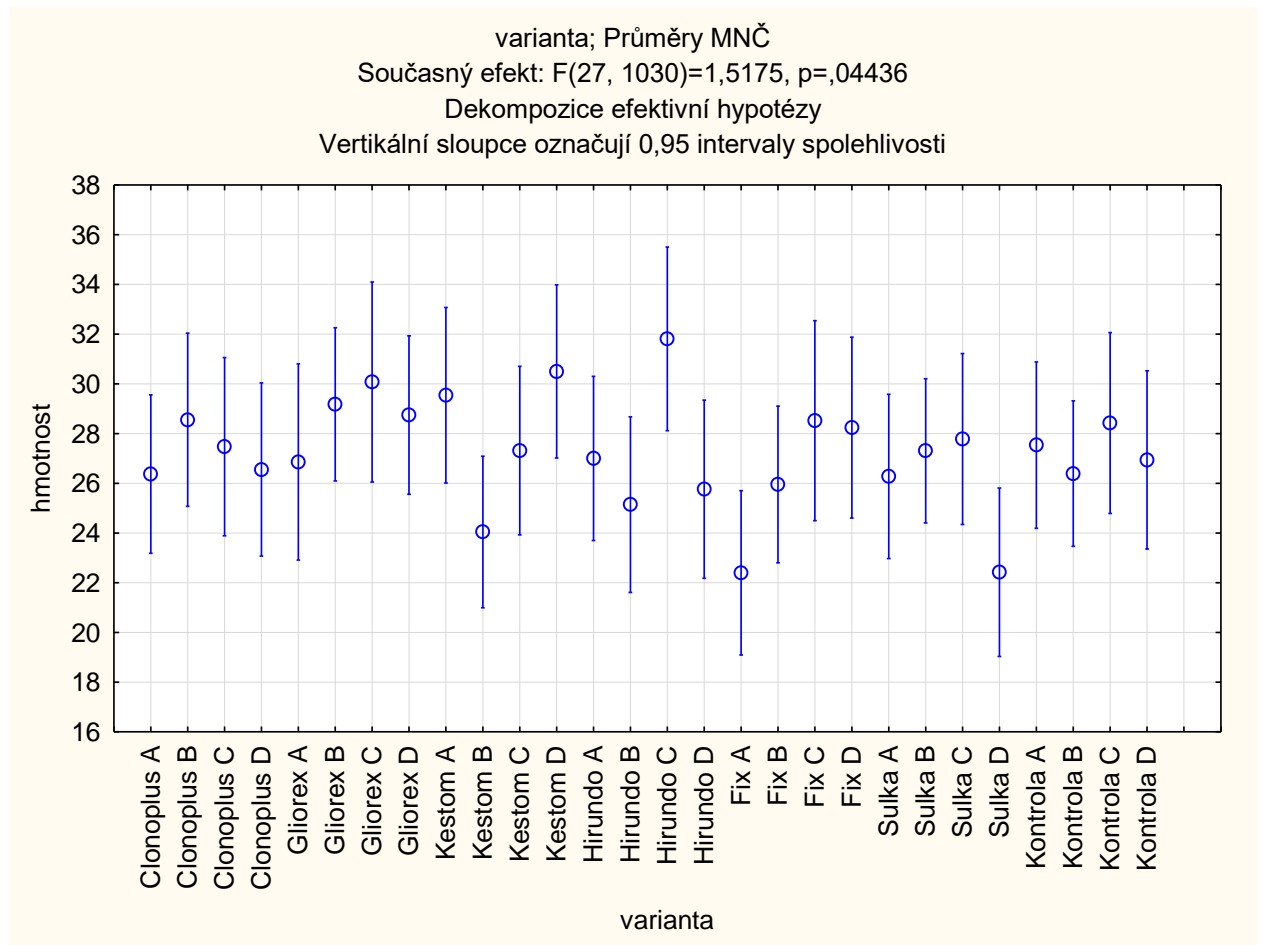
Obrázek č.2 Tukeyův HSD test – první část

Tukeyův HSD test, proměnná hmotnost (Hodnocení 30.8.2023)																	
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy																	
Chyba: meziskup. PC = 113,45, sv = 1030,0																	
Č. buňky	varianta	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}
1	Clonoplus A		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999990	0,999868	1,000000	0,999971	1,000000	1,000000	0,996552	1,000000	1,000000	0,921673	1,000000
2	Clonoplus B	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,983713	1,000000	1,000000	1,000000	0,999946	0,999986	0,999999
3	Clonoplus C	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999842	1,000000	0,999996	1,000000	1,000000	0,998033	1,000000
4	Clonoplus D	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	0,999999	0,999975	1,000000	0,999996	1,000000	1,000000	0,999163	1,000000	1,000000	0,965474	1,000000
5	Gliorex A	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	0,999999	1,000000	0,999940	1,000000	1,000000	0,993081	1,000000
6	Gliorex B	0,999990	1,000000	1,000000	0,999999	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	0,861344	1,000000	1,000000	1,000000	0,997333	0,999999	0,999869
7	Gliorex C	0,999868	1,000000	1,000000	0,999975	0,999999	1,000000		1,000000	1,000000	0,849343	1,000000	1,000000	0,999998	0,992529	1,000000	0,999178
8	Gliorex D	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	0,951600	1,000000	1,000000	1,000000	0,999685	0,999991	0,999993
9	Kestom A	0,999971	1,000000	1,000000	0,999996	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		0,866520	1,000000	1,000000	1,000000	0,996146	1,000000	0,999728
10	Kestom B	1,000000	0,983713	0,999842	1,000000	0,999999	0,861344	0,849343	0,951600	0,866520		0,999880	0,563002	0,999978	1,000000	0,235839	1,000000
11	Kestom C	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999880	0,999880		0,999979	1,000000	1,000000	0,994947	1,000000
12	Kestom D	0,996552	1,000000	0,999996	0,999163	0,999940	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,563002	0,999979		0,999840	0,944197	1,000000	0,988918
13	Hirundo A	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999998	1,000000	1,000000	0,999978	1,000000	0,999840		1,000000	0,984587	1,000000
14	Hirundo B	1,000000	0,999946	1,000000	1,000000	1,000000	0,997333	0,992529	0,999685	0,996146	1,000000	1,000000	0,944197	1,000000		0,705524	1,000000
15	Hirundo C	0,921673	0,999986	0,998033	0,965474	0,993081	0,999999	1,000000	0,999991	1,000000	0,235839	0,994947	1,000000	0,984587		0,705524	0,870394
16	Hirundo D	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	1,000000	0,999869	0,999178	0,999993	0,999728	1,000000	1,000000	0,988918	1,000000	1,000000	0,870394	
17	Fix A	0,997067	0,738858	0,963537	0,997050	0,997049	0,398256	0,436361	0,584353	0,432654	0,432654	0,964265	0,170548	0,981552	0,999999	0,048103	0,999943
18	Fix B	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	1,000000	0,999834	0,999600	0,999993	0,999676	1,000000	1,000000	0,985232	1,000000	1,000000	0,836718	1,000000
19	Fix C	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,995718	1,000000	1,000000	1,000000	0,999990	0,999996	1,000000
20	Fix D	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,995864	1,000000	1,000000	1,000000	0,999995	0,999945	1,000000
21	Sulka A	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999986	0,999837	1,000000	0,999962	1,000000	0,999996	0,996196	1,000000	1,000000	0,920108	1,000000
22	Sulka B	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	0,999509	1,000000	0,999915	1,000000	1,000000	0,996864	1,000000
23	Sulka C	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,998887	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	0,999202	1,000000
24	Sulka D	0,997814	0,766878	0,969917	0,997753	0,997683	0,436791	0,466742	0,621370	0,467248	1,000000	0,970836	0,193938	0,985354	0,999999	0,057095	0,999960
25	Kontrola A	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999551	1,000000	0,999995	1,000000	1,000000	0,997452	1,000000
26	Kontrola B	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999980	0,999789	1,000000	0,999948	0,999999	1,000000	0,994409	1,000000	1,000000	0,893710	1,000000
27	Kontrola C	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,992298	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999984	0,999980	1,000000
28	Kontrola D	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999998	1,000000	1,000000	1,000000	0,999994	1,000000	0,999897	1,000000	1,000000	0,989091	1,000000

Obrázek č.3 Tukeyův HSD test – druhá část

{17}	{18}	{19}	{20}	{21}	{22}	{23}	{24}	{25}	{26}	{27}	{28}
22,400	25,955	28,519	28,242	26,275	27,308	27,784	22,421	27,538	26,392	28,424	26,941
0,997067	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,997814	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
0,738858	0,999999	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,766878	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
0,963537	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,969917	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
0,997050	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,997753	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
0,997049	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,997683	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
0,398256	0,999834	1,000000	1,000000	0,999986	1,000000	1,000000	0,436791	1,000000	0,999980	1,000000	1,000000
0,436361	0,999060	1,000000	1,000000	0,999837	0,999999	1,000000	0,466742	1,000000	0,999789	1,000000	0,999998
0,584353	0,999993	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,621370	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
0,432654	0,999676	1,000000	1,000000	0,999962	1,000000	1,000000	0,467248	1,000000	0,999948	1,000000	1,000000
1,000000	1,000000	0,995718	0,995864	1,000000	0,999509	0,998887	1,000000	0,999551	0,999999	0,992298	0,999994
0,964265	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,970836	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
0,170548	0,985232	1,000000	1,000000	0,996196	0,999915	0,999999	0,193938	0,999995	0,994409	1,000000	0,999897
0,981552	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,985354	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
0,999999	1,000000	0,999990	0,999995	1,000000	1,000000	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	0,999984	1,000000
0,048103	0,836718	0,999996	0,999945	0,920108	0,986864	0,999202	0,057095	0,997452	0,893710	0,999980	0,989091
0,999943	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999960	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
	0,999483	0,869905	0,856191	0,998507	0,920552	0,910886	1,000000	0,936658	0,994273	0,813932	0,991247
0,999483		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999633	1,000000	1,000000	1,000000
0,869905	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,885525	1,000000	1,000000	1,000000
0,856191	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,874638	1,000000	1,000000	1,000000
0,998507	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	0,998897	1,000000	1,000000	1,000000
0,920552	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	0,934767	1,000000	1,000000	1,000000
0,910886	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000			0,924510	1,000000	1,000000	1,000000
1,000000	0,999633	0,885525	0,874638	0,998897	0,934767	0,924510		0,947301	0,995734	0,835890	0,993090
0,936658	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,947301		1,000000	1,000000	1,000000
0,994273	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,995734	1,000000		1,000000	1,000000
0,813932	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,835890	1,000000	1,000000		1,000000
0,991247	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,993090	1,000000	1,000000	1,000000	

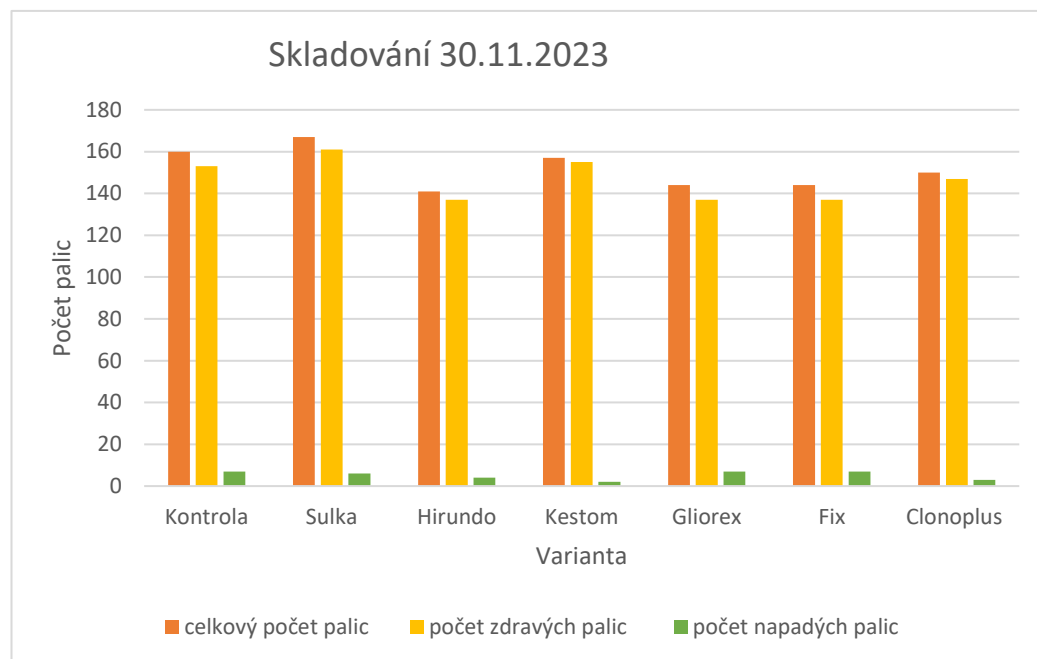
Graf č.12 Výsledky hodnocení hmotnosti palic česneku testem ANOVA



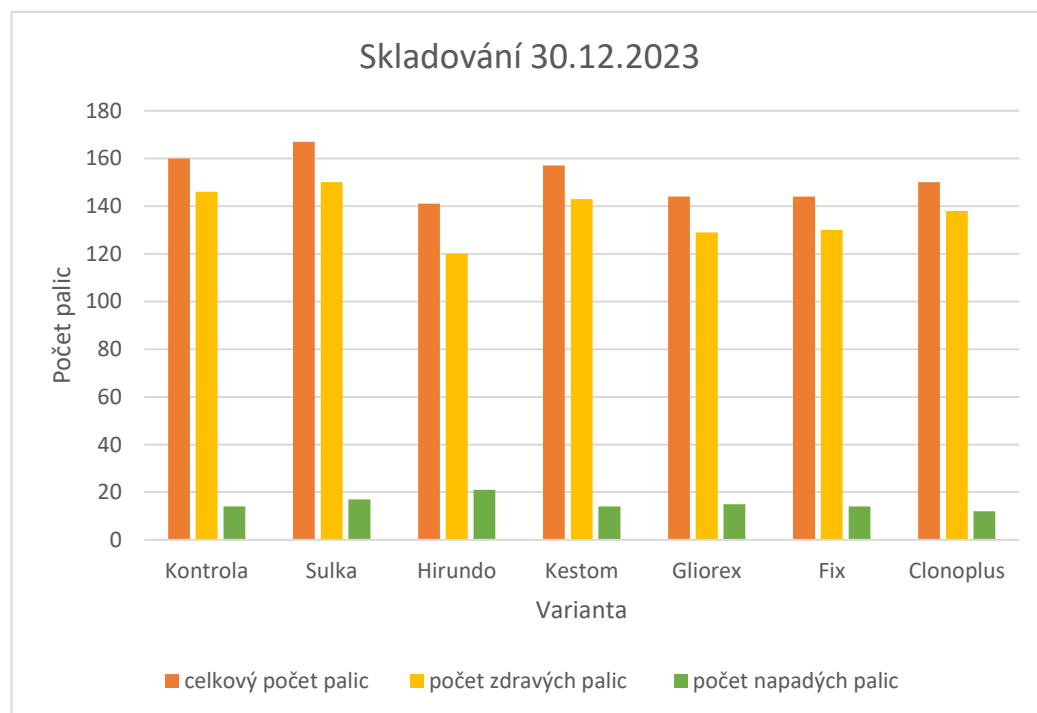
5.7 Hodnocení – skladování

Skladování bylo hodnoceno vždy poslední den v měsíci. Palice česneků byly rozděleny do dvou skupin: zdravé a napadené. Zdravé palice nejevily známky žádného napadení či poškození, zatímco ty napadené vykazovaly různý stupeň vyšeptávání palic. To bylo způsobeno houbovými patogeny, nejčastěji patogenem z rodu *Fusarium*. Výsledky z tohoto hodnocení jsou zaznamenány v grafu č.13, grafu č.14, grafu č.15, grafu č.16.

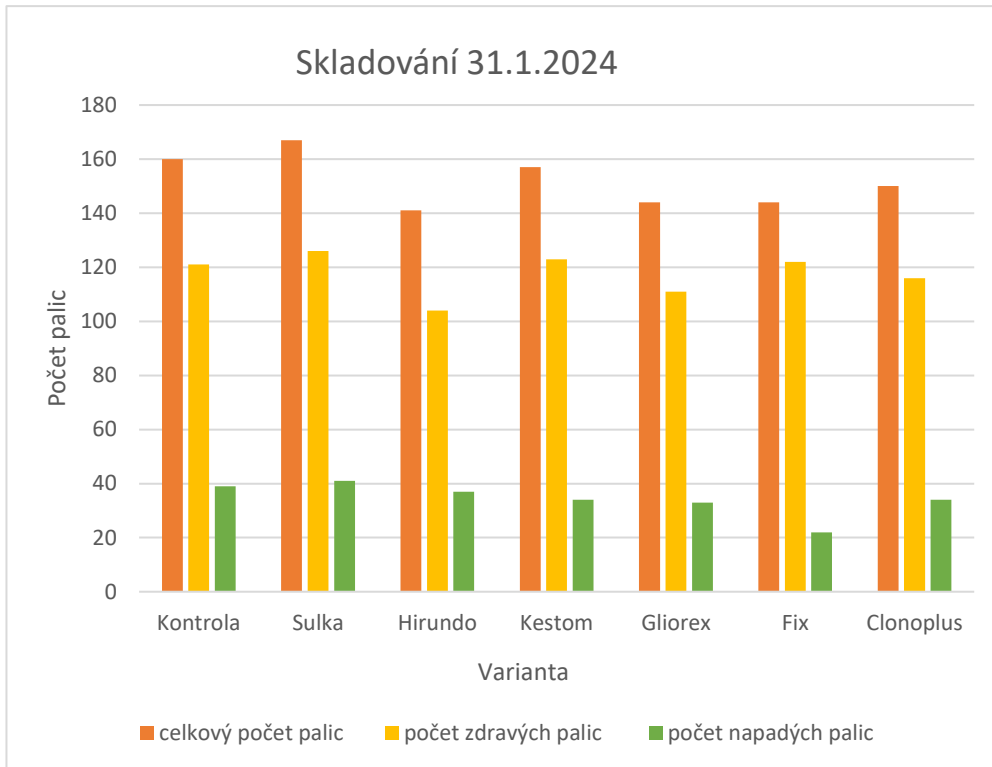
Graf č.13 Skladování česneku 30.11.2023



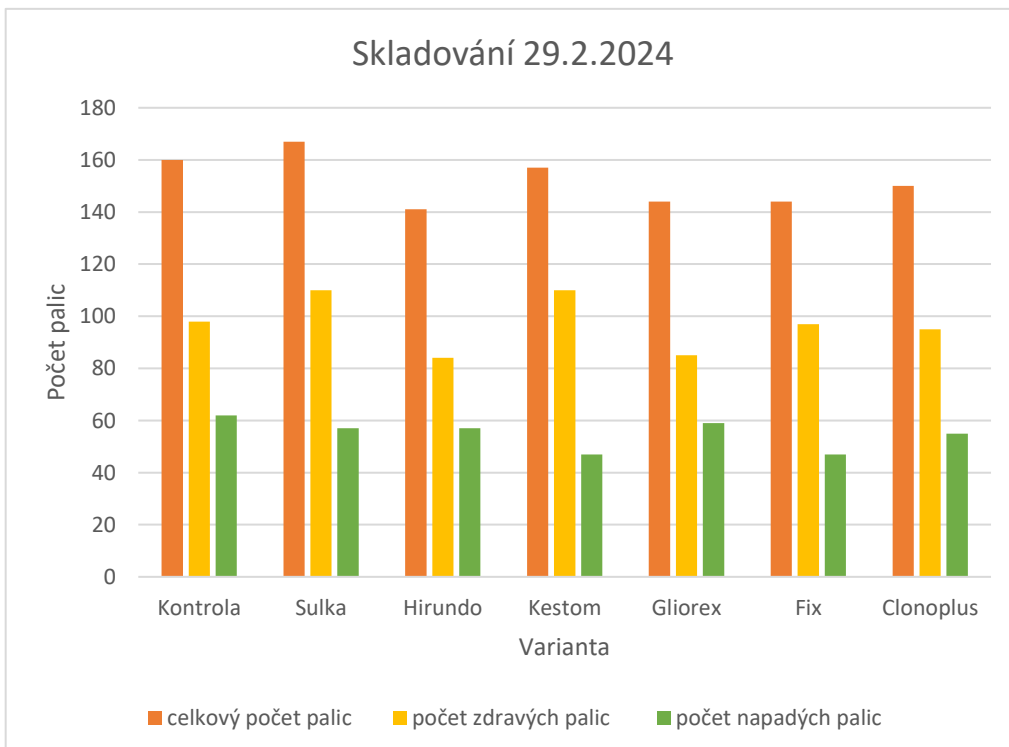
Graf č.14 Skladování česneku 30.12.2023



Graf č.15 Skladování česneku 31.1.2024



Graf č.16 Skladování česneku 29.2.2024



5.8 Hodnocení účinnosti přípravku Baskus proti bakteriózám v česneku

Vzhledem k podezření na výskyt bakterióz na česneku bylo dne 6.6.2023 ošetřeno přípravkem Baskus opakování A a B a 16.6.2023 bylo znovu ošetřeno pouze opakování A. Výsledky hodnocení účinnosti přípravku Baskus jsou zaneseny v tabulkách č.5 a č.6.

Tabulka č.5 Vliv přípravku Baskus na hmotnost česneku v nevysušeném stavu

při sklizni 9.7.2023	
opakování	hmotnost všech variant (kg)
A	20,8
B	22,4
C	17,4
D	17,9

Tabulka č.6 Vliv přípravku Baskus na hmotnost česneku po vysušení česneku

po vysušení 30.8.2023	
opakování	hmotnost všech variant (kg)
A	9,8
B	10,9
C	8,6
D	9,1

Obě ošetřená opakování vykazovala vyšší hmotnosti než opakování neošetřená.

5.9 Shrnutí výsledků

V polním maloparcelkovém pokusu bylo zjišťováno působení biologických přípravků proti nepříznivým půdním houbovým organismům a bakteriím, které způsobují ztráty při pěstování česneku, ale také při jeho skladování.

V rámci vizuálních kontrol porostu byly jako poškozené rostliny hodnoceny rostliny, které měly zakrnělý růst, byly nažloutlé apod., avšak tím, že se jednalo pouze o vizuální kontrolu, nemohlo být s přesností určeno, zda jsou rostliny opravdu napadeny patogeny nebo se jedná o nějaké abiotické poškození, které může během růstu vymizet, a proto se mnohdy stalo, že počet poškozených rostlin při první vizuální kontrole byl vyšší než při druhé vizuální kontrole.

Při první vizuální kontrole porostu 22.5.2023 (viz graf č.1., graf č.2) byl zjištěn největší počet poškozených rostlin česneku na variantě Kestom A, jednalo se o 14 poškozených rostlin. Zatímco nejmenší počet poškozených rostlin česneku byl napočítán na variantě Kestom D, kde se nacházela pouze 1 poškozená rostlina česneku. V rámci celkového hodnocení této kontroly, kdy byly brány v úvahu všechna opakování souhrnně, se jako nejhorší varianta ukázala varianta, na které byl použit přípravek Sulka Ca. V rámci ní bylo napočítáno 41 poškozených rostlin česneku. Naopak nejlepšího výsledku bylo dosaženo na variantách s přípravky Kestom a Gliorex, kde byl počet poškozených rostlin česneku 28.

V rámci druhé vizuální kontroly porostu 9.7.2023 před sklizní (viz graf č.3, graf č.4) již nejsou výsledky tak jednoznačné jako tomu bylo při první vizuální kontrole. Variant s největším počtem poškozených rostlin je hned několik: Clonoplus A, Clonoplus C, Clonoplus D, Gliorex C, Sulka A. Na těchto variantách bylo zjištěno 10 poškozených rostlin česneku. Naopak nejmenší počet poškozených rostlin byl zjištěn na variantě kontrola A. Pokud vezmeme v úvahu opět varianty souhrnně, tedy bez zřetelů na opakování, výsledky už jsou více jednoznačné. Nejvíce poškozených rostlin česneku bylo napočítáno na variantě s přípravkem Clonoplus, konkrétně 35 poškozených rostlin. Nejmenšího počtu bylo dosaženo na variantě kontrola, kde se vyskytovalo pouze 20 poškozených rostlin česneku.

Při třetí vizuální kontrole porostu 9.7.2023 při sklizni (viz graf č.5, graf č.6) byl zjištěn největší počet poškozených rostlin česneku na variantách Clonoplus C, Fix A, Sulka D, jednalo se o 13 rostlin. Nejmenšího počtu poškozených rostlin bylo dosaženo na variantě Gliorex C. Při souhrnném hodnocení, bez zřetelů na jednotlivá opakování, bylo nejvíce poškozených rostlin na variantě s přípravkem Clonoplus, zde bylo zjištěno 43 poškozených rostlin. Naopak nejméně poškozených rostlin bylo na variantě Gliorex, kde se vyskytovalo 26 poškozených rostlin česneku.

Při sklizni dne 9.7.2023 byla také hodnocena hmotnost všech rostlin česneku z dané varianty. Nejvyšší hmotnost měla varianta kontrola A, konkrétně 3,8 kg. Nejnižší hmotnost, 2,1 kg, byla zjištěna u varianty Gliorex C. V rámci souhrnného hodnocení nejlépe dopadla varianta kontrola, u níž váha dosahovala 12,1 kg. Naopak nejmenší váha byla naměřena na variantě s přípravkem Clonoplus, u níž váha činila 10,4 kg. Za povšimnutí také stojí, že obecně opakování A a B v rámci jednotlivých variant dosahují vyšších hmotností než opakování C a D. Tento fakt poukazuje na to, že v pokusu se opravdu vyskytovaly také bakteriózy česneku, které

snížují celkový výnos česneku, protože na opakování A byl aplikován přípravek Baskus dvakrát a na opakování B byl aplikován jedenkrát. Tento přípravek je určen na ochranu proti bakteriózám.

V rámci vážení česneku po vysušení 30.8.2023 bylo zjištěno, že největší váhy dosahovala varianta Sulka B, která vážila 1,8 kg. Naopak nejnižší váha byla zaznamenána u variant Gliorex A, Gliorex C, Fix C. V těchto variantách váha činila 1 kg. V rámci souhrnného hodnocení nejvyšší hmotnosti, 5,8 kg, dosáhla varianta ošetřená přípravkem Sulka Ca. Na druhé straně nejnižší hmotnosti bylo dosaženo na variantě ošetřené přípravkem Fix, kde byla hmotnost 5,1 kg.

Byl sledován také procentický úbytek hmotnosti česneku během procesu sušení (viz tabulka č.4). Česnek byl zvážen při sklizni 9.7.2023 a poté 30.8.2023 když došlo k jeho přirozenému vysušení. Nejvyššího snížení hmotnosti, o 61 %, dosáhla varianta Gliorex A, naopak nejnižší snížení hmotnosti bylo naměřeno na variantách Clonoplus A a Fix D, jednalo se konkrétně o 41 %.

Hmotnost vysušených palic byla hodnocena 30.8.2023. Toto pozorování bylo vyhodnoceno v programu Statistika. Jako statistický test byla zvolena jednofaktorová ANOVA. Z obrázku č.1 vyplývá, že jsou statisticky významné rozdíly v hmotnosti palic česneku mezi jednotlivými variantami ošetření. Avšak za pomoci Tukeyova HSD testu bylo zjištěno, že statisticky významné rozdíly jsou pouze mezi variantou Fix A a variantou Hirundo C. Toto zjištění dokumentují obrázek č.2, obrázek č.3 a graf č.12.

Hodnocení skladování je zdokumentováno v grafu č.13, grafu č.14, grafu č.15, grafu č.16. V grafech jsou zaznamenány výsledky ze všech opakování souhrnně pro danou variantu ošetření. Z těchto grafů je patrné, že nejvyšší celkový počet palic se nacházel na variantě, které byla ošetřena Sulkou, zde se nacházelo 167 palic. Naopak nejmenší celkový počet palic byl na variantách Fix a Gliorex, zde se jednalo o 144 palic. Co se počtu napadených palic týká, tak nejvíce napadených palic česneku bylo zjištěno na variantě kontrola, konkrétně 62 napadených palic. Nejméně napadených palic, 47 palic, bylo zjištěno na variantě Kestom a Fix. V tabulce č.5 a č.6 jsou zdokumentovány výsledky z hodnocení účinnosti přípravku Baskus proti bakteriózám na česneku. Z výsledků jasně vyplývá, že podezření na výskyt bakterióz v pokusu s česnekem se potvrdilo, protože je zřejmé, že ošetřená opakování A a B dosahovala vyšších hmotností česneku než neošetřená opakování C a D. Byl také odebrán vzorek česneku a zaslán do Ústavu experimentální biologie v Brně, kde bylo zjištěno, že ve vzorku česneku se vyskytují drobné, ploché, nažloutlé kolonie bakterií, které se bohužel opětovně nepodařilo kultivovat, a proto nemohly být určeny. Byla zde nalezena ještě kolonie bakterií *Enterococcus haemoperoxidus*, jejichž výskyt však není ojedinělý a zároveň u nich nebylo prokázáno, že by způsobovaly bakteriózy na česneku. Je také nutno podotknout, že s ohledem na pozdní aplikaci přípravku Baskus proti bakteriózám, se nemohl projevit maximální možný pozitivní vliv tohoto přípravku.

6 Diskuze

6.1 Účinnost biologických přípravků při pěstování česneku kuchyňského

Výše uvedené výsledky jsou nečekané, protože ve většině případů se ukazuje, že účinnost biologických přípravků proti škodlivým půdním houbovým patogenům a bakteriím je nedostatečná. Vysvětlením tohoto jevu může být to, že byl česnek záměrně vysazen na pozemek, kde mu předplodinou byl česnek. Také výběr odrůdy nebyl náhodný. Odrůda Karel IV. byla zvolena, protože v předešlých letech byla v této lokalitě mnohem více napadána půdními houbovými patogeny a bakteriemi než jiné pěstované odrůdy. Po uvážení těchto skutečností je nutné podotknout, že účinnost biologických přípravků není tak špatná, jak se na první pohled zdá.

V roce 2021 Kazda & Vancová (2021) zjistili velice dobrou účinnost biologických přípravků proti půdním houbovým patogenům při pěstování česneku. Bylo zjištěno, že nejlepších výsledků dosahují biologické přípravky, pokud se jimi sadba česneku namoří. Jako nejlepší přípravek, z pohledu poškozených rostlin česneku, zde byl vyhodnocen přípravek Fix H+N. Výborných výsledků dosahoval i při hodnocení hmotnosti palic česneku, zde byla naměřena druhá nejvyšší hmotnost ze všech použitých přípravků. V našem pokusu, na variantě ošetřené přípravkem Fix H+N, byl počet poškozených rostlin česneku, v rámci druhé a třetí vizuální kontroly, druhý nejnižší. Avšak při hodnocení celkové hmotnosti česneku po vysušení, bylo zjištěno, že varianta Fix H+N dosahovala nejnižší hmotnosti ze všech variant.

6.2 Účinnost biologických přípravků při pěstování plodin

Patogen z rodu *Fusarium* nepůsobí problémy a škody jen při pěstování česneku kuchyňského, ale také při pěstování mnoha druhů zeleniny a polních plodin. Jednou ze zelenin, při jejímž pěstování tento patogen negativně působí, je okurka setá. *Fusarium oxysporum* způsobuje problémy již při klíčení semen okurek, ovlivňuje tedy negativním způsobem výnos a kvalitu produkce. Wang et al. (2023) ve svém výzkumu použili proti tomuto patogenu prospěšnou houbu – *Trichoderma asperellum*. Byl zjištěn rychlý růst prospěšné houby, dále vysoká produkce antagonistických metabolitů, inhibice růstu mycelia patogenu a omezené klíčení jeho spor. Byl tedy prokázán pozitivní vliv použití *Trichoderma asperellum* při pěstování okurek setých, protože tato houba výrazným způsobem snižuje riziko napadení okurek patogenem *Fusarium oxysporum*. Zároveň byl také prokázán vyšší účinek, pokud byla prospěšná houba aplikována preventivně, tedy před masivním rozšířením patogenu. V našem pokusu s česnekem kuchyňským bylo také zjištěno, že prospěšná houba *Trichoderma* působí proti patogenům z rodu *Fusarium*, avšak neprokázalo se tak silné pozitivní působení jako je tomu v případech výše zmíněné studie.

Problém s kořenovými houbovými chorobami na okurkách popisují také Cai et al. (2024). Popisují jak patogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* proniká do cévních svazků, kde blokuje tok vody a živin, což způsobuje vadnutí rostlin, a nakonec dojde k odumření kořenů. Cai et al. (2024) potvrdili příznivé působení bakterie *Paenibacillus polymyxa* proti tomuto patogenu. Mimo jiné tato prospěšná bakterie podporuje fixaci dusíku, sekreci IAA a antimikrobiálních sloučenin. V našem případě nebyl prokázán velký účinek proti fuzariózám vyskytujících se na česneku.

Při pěstování rajčat je možné se setkat s patogeny *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium verticillioides*, kteří způsobují hnilobu kořenů. Houby z rodu *Paecilomyces* proti těmto patogenům působí, a tím snižují ztráty na výnosu rajčat, které by se jinak vyskytovaly. Tyto prospěšné houby využívají několik biologických kontrolních mechanismů, jako jsou kompetice, parazitismus či antibiόza. *Paecilomyces formosus* účinně inhibuje růst patogenu *Rhizoctonia solani*. Inhibice probíhá především za využití antibiόzy. Mimo této pozitivní inhibice působí *Paecilomyces formosus* na rostliny rajčete stimulačně (Valan Arasu & Al-Dhabi 2023).

Pozitivní účinky *Pseudomonas*, *Paenibacillus*, *Bacillus* sp. a *Bacillus amyloliquefaciens*, tentokrát v salátu, deklaruje také Kazda et al. (2021). Aplikace těchto přípravků při pěstování salátu 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.

Při pěstování brambor se může vyskytnout problém se suchou hnilobou, jež způsobují patogeny: *Fusarium sambucinum*, *Fusarium solani*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium oxysporum* (Al-Mughrabi 2010). Al-Mughrabi (2010) se ve své studii zaměřil na *Fusarium sambucinum* a použil proti němu prospěšnou bakterii *Pseudomonas fluorescens*. Byl prokázán jednoznačně pozitivní vliv na zvýšení počtu sklizených hlíz brambor. Tato studie došla k závěru, že použití bakterie *Pseudomonas fluorescens*, proti suché hnilobě hlíz bramboru, je vhodnou alternativou k použití fungicidů. V dnešní době již není registrovaný jediný fungicid, který by se mohl použít proti půdním houbovým patogenům a bakteriím při pěstování česneku, a proto jako jediné možné řešení, jak bojovat proti těmto patogenům na česneku je použití biologických přípravků, avšak, jak vyplývá z našeho pokusu, u nich je účinnost podmíněna správným osevním postupem, agrotechnikou a preventivními opatřeními proti výskytu chorob.

Zhang et al. (2024) objevily nového původce skvrnitosti listů jahodníku; jedná se o houbu *Neopestalotiopsis clavispora*. Tato houba způsobuje obrovské ekonomické ztráty při pěstování a produkci jahod. Proti této houbě použili vědci několik druhů bakterií z rodu *Bacillus*. Nejvíce účinnou byla bakterie *Bacillus cereus*; dosahovala nejvyšší míry inhibice, konkrétně 79,5 %. Autoři této studie předběžně doporučují využití *Bacillus cereus* v boji proti dosud neznámé houbě *Neopestalotiopsis clavispora*.

Další chorobou vyskytující se při pěstování jahodníku je plíseň šedá, jejímž původcem je houba *Botrytis cinerea*. Jedná se o nekrofytní houbu, která napadá rostliny především v době květu. Následně dochází k hnilobě jahod, čímž vznikají velké ztráty na výnose. Cota et al. (2008) ve svém výzkumu prokázali, že *Clonostachys rosea* potlačuje patogenní houbu *Botrytis cinerea*, avšak za předpokladu, že se aplikace prospěšné houby bude několikrát za vegetaci jahodníku opakovat. V našem pokusu varianta ošetřená houbou *Clonostachys* dosahovala při vizuálních kontrolách česneku jednoho z nejvyšších počtů poškozených rostlin česneku. Také v rámci skladovatelnosti nebylo dosaženo pozitivních výsledků.

Problém s houbovými chorobami se vyskytuje také při pěstování polních plodin. Například při pěstování bobu obecného se často vyskytuje choroba fusariové vadnutí, způsobená patogenem *Fusarium equiseti*. Haddoudi et al. (2021) využili příznivého působení bakterie *Bacillus* proti tomuto patogenu. Nejvyšší účinnosti dosahoval *Bacillus amyloliquefaciens* proti fusariovému vadnutí, zlepšení bylo o 82-100 %. V našem pokusu nebylo jednoznačně prokázáno příznivé působení bakterie proti půdním houbovým patogenům, ale bylo prokázáno velice příznivé působení prospěšných bakterií *Bacillus* proti bakteriózám vyskytujících se na česneku.

Fuzariózy se běžně vyskytují také při pěstování pšenice seté. Roberti et al. (2008) se zabývali působením prospěšné houby *Clonostachys rosea* proti patogenu *Fusarium culmorum* vyskytujícímu se na pšenici seté. Zjistili, že pozitivního působení dosahuje houba díky kolonizaci kořenů pšenice seté a aktivaci jejího obranného systému. Pozitivní působení této houby proti patogenu *Fusarium graminearum*, který se vyskytuje především na pšenici a ječmeni, popisují Gimeno et al. (2021). V našem pokusu nebylo zřetelně prokázáno pozitivní působení houby *Clonostachys* proti půdním houbovým patogenům na česneku. Avšak pokud byla *Clonostachys* aplikována společně s prospěšnou houbou z rodu *Trichoderma*, tak pak bylo dosaženo velice nízkých počtů poškozených rostlin česneku. Avšak v rámci skladování se jednalo o nejhůře působící prospěšný organismus (i v kombinaci s *Trichoderma*); na variantách ošetřených těmito houbami bylo nejvíce poškozených palic česneku.

7 Závěr

Cíl práce zjistit vliv bakteriálních a houbových chorob na výnos česneku byl splněn. U biologických přípravků byla experimentálně prokázána různá míra účinnosti proti bakteriálním a houbovým chorobám česneku v závislosti na druhu použitého prospěšného mikroorganismu.

Hypotéza, že snížením výskytu bakteriálních a houbových chorob účinnou biologickou ochranou se zvýší výnos česneku a jeho skladovatelnost byla splněna jen částečně.

V roce uskutečnění pokusu byly podmínky více než příhodné pro rozvoj půdních bakteriálních a houbových chorob česneku. Podzim byl vlhký, následovala celkem mokrá zima s vyššími teplotami, které rozvoj houbových chorob podporují. Jaro bylo srážkově průměrné, avšak od května až do sklizně bylo období téměř bez srážek, což negativně přispělo k nižšímu výnosu česneku.

Pro tento pokus byly zvoleny záměrné příznivé podmínky pro výskyt bakteriálních a houbových chorob česneku. Česneku byl předplodinou česnek. Výběr odrůdy nebyl náhodný, jednalo se o odrůdu Karel IV., u které byl v předchozích letech na tomtéž stanovišti zjištěn mnohem větší výskyt fuzarióz, než tomu bylo u jiných odrůd česneku pěstovaných na stejném pozemku.

Zároveň v pokusu byl potvrzen výskyt bakterióz na cibulích česneku, což vedlo k nepříznivému ovlivnění výsledků celého pokusu. Po aplikaci přípravku Baskus proti bakteriózám byl jednoznačně zjištěn pozitivní vliv na hmotnost česneku.

Za těchto podmínek bylo dosaženo těchto výsledků: u nevysušeného česneku se jako nejlepší varianta ukázala varianta kontrola, na druhém nejlepším místě byla varianta ošetřená přípravkem Sulka Ca. Všechny ostatní varianty ošetřené biologickými přípravky dosahovaly výnosů nižších. Při vážení jednotlivých vysušených palic česneku byl prokázán statisticky významný rozdíl pouze mezi dvěma variantami z 28 variant; konkrétně mezi variantou Fix A a Hirundo C. V rámci sledování skladovatelnosti česneku hypotéza splněna byla, protože nejvíce poškozených palic česneku bylo zjištěno na variantě kontrola. Na variantě Sulka Ca a Hirundo byl zjištěn druhý nejvyšší počet poškozených palic česneku, zatímco u všech zbylých biologických přípravků byl zjištěn nižší počet napadených palic česneku. Jako nejlepší varianty s nejmenším počtem poškozených palic byly vyhodnoceny varianty ošetřené přípravkem Fix H+N a Kestom.

Po aplikaci přípravku Baskus byl jednoznačně potvrzen pozitivní vliv na hmotnost česneku.

Uvedený pokus dokládá, že biologická ochrana má své hranice. Důležité je vybrat správné biologické přípravky, které mají účinnost proti chorobám houbového nebo bakteriálního původu. Výběr přípravku je velmi důležitý, protože většina přípravků účinkuje pouze proti specifickým původcům chorob. Zdravotní stav rostlin je vždy ovlivňován dodržením osevního sledu, správnou agrotechnikou, preventivními opatřeními a dalších prvky integrované ochrany rostlin. Pokud jsou tyto zásady pěstiteli nedodržovány, účinnost biologických přípravků nedokáže výrazněji zabránit rozvoji chorob.

Tato diplomová práce prokázala, že při extrémně příznivých podmínkách pro rozvoj chorob, biologická ochrana není dostatečná.

8 Literatura

- Abreu LM, Moreira GM, Ferreira D, Rodrigues-Filho E, Pfenning LH. 2014. Diversity of *Clonostachys* species assessed by molecular phylogenetics and MALDI-TOF mass spectrometry. *Fungal Biology* **118**: 1004-1012.
- Ackermann P, Bagar M, Krištof 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.
- Akram S, Ahmed A, He P, He P, Liu Y, Wu Y, Munir S, He Y. 2023. Uniting the Role of Endophytic Fungi against Plant Pathogens and Their Interaction. *Journal of Fungi* **9**: 72.
- Al Farraj DA, Elshikh MS. 2023. Biocontrol of Fusarium wilt disease by endophytic *Bacillus xiamenensis* BS10 isolated from the root nodules of *Brassica nigra* (mustard plant) and analysis of defence molecular biomarkers in the greenhouse and field trial. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **128**: 104-115.
- Alheeti A, Osman YA. 2008. Biological Pest Control: Advantages and Challenges in the Arab World. *Journal of Arab Organization for Agricultural Investment And Development* **20**: 31-42.
- Al-Mughrabi KI. 2010. Biological control of Fusarium dry rot and other potato tuber diseases using *Pseudomonas fluorescens* and *Enterobacter cloacae*. *Biological Control* **53**: 280-284.
- Asad SA. 2022. Mechanisms of action and biocontrol potential of *Trichoderma* against fungal plant diseases – A review. *Ecological Complexity* **49**: 61-72.
- Ashraf S, Zuhaib M. 2013. *Fungal Biodiversity: A Potential Tool in Plant Disease Management*. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Azcón AC, Barea JM. 1997. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens – an overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza* **6**: 457-464.
- Bathke KJ, Jochum ChC, Yuen GY. 2022. Biological control of bacterial leaf streak of corn using systemic resistance-inducing *Bacillus* strains. *Crop Protection* **155**: 201-210.
- Bayer Crop Science. 2023. Contans WG. Available from <https://cropscience.bayer.co.uk/our-products/fungicides/contans-wg/> (accessed November 2023).
- Bayer Crop Science. 2023. Serenade ASO. Available from <https://www.cropscience.bayer.us/products/fungicides/serenade-aso> (accessed November 2023).

Bělonožníková K, Hýsková V, Chmelík J, Kavan D, Čeřovská N, Ryšlavá H. 2022. *Pythium oligandrum* in plant protection and growth promotion: Secretion of hydrolytic enzymes, elicitors and tryptamine as auxin precursor. *Microbiological Research* **258**: 178-190.

Biocont Laboratory. 2023. 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 (accessed November 2023).

Biopreparáty spol. s.r.o. 2023. Polyversum. Available from <https://biopreparaty.eu/cz-polyversum> (accessed November 2023).

Cai F, Yanf F, Ma T, Osei R, Jin M, Zhang C, Wang Y. 2023. An endophytic *Paenibacillus polymyxa* hg18 and its biocontrol potential against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *Biological Control* **188**: 388-401.

Cai F, Yang Ch, Ma T, Osei R, Jin M, Zhang C, Wang Y. 2024. An endophytic *Paenibacillus polymyxa* hg18 and its biocontrol potential against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *Biological Control* **188**: 209-215.

Dimkić I, Janakiev T, Petrović 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**: 52-60.

Doherty MA, Preece TF. 1978. *Bacillus cereus* prevents germination of uredospores of *Puccinia allii* and the development of rust disease of leek, *Allium porrum*, in controlled environments. *Physiological Plant Pathology* **12**: 123-132.

Etesami H, Jeong BR, Glick BR. 2023. Biocontrol of plant diseases by *Bacillus* spp. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **126**: 48-57.

Fallahzadeh-Mamaghani V, Golchin S, Shirzad A, Mohammadi H, Mohamadivand F. 2021. Characterization of *Paenibacillus polymyxa* N179 as a robust and multifunctional biocontrol agent. *Biological Control* **154**: 104-112.

Fytovita. 2023. Clonoplus. Available from <https://fytovita.cz/clonoplus.htm> (accessed November 2023).

Fytovita. 2023. Gliorex. Available from <https://www.fytovita.cz/gliorex.html> (accessed November 2023).

Gimeno A, Leimgruber M, Kägi A, Jenny E, Vogelgsang S. 2021. UV protection and shelf life of the biological control agent *Clonostachys rosea* against *Fusarium graminearum*. *Biological Control* **158**: 33-45.

Gimeno A, Leimgruber M, Kägi A, Jenny E, Vogelgsang S. 2021. UV protection and shelf life of the biological control agent *Clonostachys rosea* against *Fusarium graminearum*. *Biological Control* **158**: 502-508.

- Grendene A, Minardi P, Giacomini A, Squartini A, Marciano P. 2002. Characterization of the mycoparasite *Coniothyrium minitans*: comparison between morpho-physiological and molecular analyses. *Mycological Research* **106**: 796-807.
- Haddoudi I, Cabrefiga J, Mora I, Mhadhbi H, Montesinos E, Mrabet M. 2021. Biological control of *Fusarium* wilt caused by *Fusarium equiseti* in *Vicia faba* with broad spectrum antifungal plant-associated *Bacillus* spp. *Biological Control* **160**: 308-313.
- Han VC, Michael PJ, Swift B, Bennett SJ. 2023. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum*: Modes of action of biocontrol agents, soil organic amendments, and soil microbiome manipulation. *Biological Control* **786**: 346-352.
- Herrera-Baland D, Wang SY, Wang CX, Shi XCh, Liu FQ, Laborda P. 2023. Antagonistic mechanisms of yeasts *Meyerozyma guilliermondii* and *M. caribbica* for the control of plant pathogens: A review. *Biological Control* **186**: 88-103.
- Hong ChE, Kwon SY, Park JM. 2016. Biocontrol activity of *Paenibacillus polymyxa* AC-1 against *Pseudomonas syringae* and its interaction with *Arabidopsis thaliana*. *Microbiological Research* **185**: 13-21.
- 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.
- Chatterton S, Punja ZK. 2008. Colonization of cucumber plants by the biocontrol fungus *Clonostachys rosea* f. *catenulata*. *Biological Control* **46**: 267-278.
- Chavéz-Díaz IF, Cruz-Cárdenas CI, Sandoval-Cancino G, Calvillo-Aguilar FF, Ruíz-Ramírez S, Blanco-Camarillo M, Rojas-Anaya E, Ramírez-Vega H, Arteaga-Garibay RI, Zelaya-Molina LX. 2022. Seedling growth promotion and potential biocontrol against phytopathogenic *Fusarium* by native rhizospheric *Pseudomonas* spp. strains from Amarillo Zamorano maize landrace. *Rhizosphere* **24**: 28-35.
- Irtwange SV. 2006. Application of biological control agents in pre-and postharvest operations. *Agricultural Engineering International* **8**: 1-12.
- Jones EE, Stewart A, Whipps JM. 2011. Water potential affects *Coniothyrium minitans* growth, germination and parasitism of *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia. *Fungal Biology* **115**: 871-881.
- 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, Vancová V, Ragimová S. 2021. Biologická ochrana proti houbovým chorobám (I). Naše pole **25**: 30-32.

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.

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

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.

Koppert. 2023. Trianum-P. Available from <https://www.koppert.cz/trianum-p/> (accessed November 2023).

Koucourek F, Douda O, Harašta P, Hamouz P, Holec J, Horská T, Hovorka T, Jursík M, Kazda J, Kolářová M, Koudela M, Krejzar V, Kumar J, Mazáková J, Novotný D, Pánková I, Pluhař P, Prášil J, Psota V, Pultar O, Rod J, Růžička T, Ryšánek P, Seidenglanz M, Slavíková L, Stará J, Víchová J. 2022. Integrovaná ochrana zeleniny. Profi Press, Praha.

Maheshwari DK, Dheeman S, editors. Sustainable Agrobiology: Design and Development of Microbial Consortia. Springer Nature, Singapore.

Marković S, Milovanović TP, Jelušić A, Iličić R, Medić O, Berić T, Stanković S. 2023. Biological control of major pathogenic bacteria of potato by *Bacillus amyloliquefaciens* strains SS-12.6 and SS-38.4. *Biological Control* **182**: 92-99.

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.

Meng F, Lv R, Cheng M, Mo F, Zhang N, Qi H, Liu J, Chen X, Liu Y, Ghanizadeh H, Wang A. 2022. Insights into the molecular basis of biocontrol of *Botrytis cinerea* by *Clonostachys rosea* in tomato. *Scientia Horticulturae* **291**: 405-420.

Merkureyaw MF, Pandey Ch, Hennessy RC, Nicolaisen MH, Liu F, Nybroe O, Roitsch T. 2022. The cytokinin-producing plant beneficial bacterium *Pseudomonas fluorescens* G20-18 primes

tomato (*Solanum lycopersicum*) for enhanced drought stress responses. *Journal of Plant Physiology* **270**: 153-162.

Mesa VR. 2021. Biocontrol by induced systemic resistance using plant growth promoting rhizobacteria. *Rhizosphere* **17**: 72-83.

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

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

Monas Technology. 2023. Baskus. Available from <http://monastechnology.cz/index.php/produkty/?baskus> (accessed November 2023).

Monas Technology. 2023. Fix H+N. Available from <http://monastechnology.cz/index.php/fix-hn> (accessed November 2023).

Monas Technology. 2023. Hirundo. Available from <http://monastechnology.cz/index.php/hirundo> (accessed November 2023).

Monas Technology. 2023. Kanger. Available from <http://monastechnology.cz/index.php/produkty/?kanger> (accessed November 2023).

Monas Technology. 2023. Kestom. Available from <http://monastechnology.cz/index.php/produkty/?kestom> (accessed November 2023).

Monas Technology. 2023. Prometheus. Available from <http://monastechnology.cz/index.php/prometheus-cz> (accessed November 2023).

Monas Technology. 2023. Sufy. Available from <http://monastechnology.cz/index.php/produkty/?sufy> (accessed November 2023).

Monas Technology. 2023. Výsledky pokusů a zkušenosti zemědělců. Available from <http://www.monastechnology.cz/index.php/zkusenostitop> (accessed November 2023).

Muthukumar A, Raj TS, Prabhukarthikeyan SR, Naveen Kumar R, Keerthana U. 2022. Chapter 6 - *Pseudomonas* and *Bacillus*: A biological tool for crop protection. Pages 145-158 in Singh HB, Vaishnav A, editors. *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*. Elsevier, Amsterdam.

Nagaraj G, Rengasamy K, Thiruvengadam R, Karthikeyan M, Shanmugam V, Narayanan S. 2023. Morpho-molecular characterization of *Clonostachys rosea* and deciphering its biomolecules untangles the anti-fungal action against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **125**: 200-220.

Ng CA, Pernica M, Yap J, Belakova S, Vaculova K, Branyik T. 2021. Biocontrol effect of *Pythium oligandrum* on artificial *Fusarium culmorum* infection during malting of wheat. *Journal of Cereal Science* **100**: 100-118.

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

Pellegrini M, Djebaili R, Pagnani G, Spera DM, Del Gallo M. 2023. Plant Growth-Promoting Bacterial Consortia Render Biological Control of Plant Pathogens: A Review. Pages 57-74 in Petříková K & kolektiv. 2006. Zelenina: pěstování, ekonomika, prodej. Profi Press, Praha.

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

Pisarčík M, Hakl J, Szabó O, Hrevušová Z. 2021. Efficacy of variable timing of *Pythium oligandrum* applications on red clover grown under field conditions. *Crop Protection* **149**: 110-119.
Prokinová E. 1996. Biologická ochrana proti houbovým chorobám rostlin. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

Rabeendran N, Jones EE, Moot DJ, Stewart A. 2006. Biocontrol of *Sclerotinia lettuce drop* by *Coniothyrium minitans* and *Trichoderma hamatum*. *Biological Control* **39**: 352-362.

Rani R, Kumar V, Usmani Z, Gupta P, Chandra A. 2019. Influence of plant growth promoting rhizobacterial strains *Paenibacillus* sp. IITISM08, *Bacillus* sp. PRB77 and *Bacillus* sp. PRB101 using *Helianthus annuus* on degradation of endosulfan from contaminated soil. *Chemosphere* **225**: 479-489.

Roberta R, Veronesi AR, Cesari A, Cascone A, Di Berar I, Bertini L, Caruso C. 2008. Induction of PR proteins and resistance by the biocontrol agent *Clonostachys rosea* in wheat plants infected with *Fusarium culmorum*. *Plant Science* **175**: 339-347.

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.

Salwan R, Sharma A, Kaur R, Sharma R, Sharma V. 2022. The riddles of *Trichoderma* induced plant immunity. *Biological Control* **174**: 37-44.

Samain E, Ernenwein C, Aussenac T, Selim S. 2022. Effective and durable systemic wheat-induced resistance by a plant-growth-promoting rhizobacteria consortium of *Paenibacillus* sp. strain B2 and *Arthrobacter* spp. strain AA against *Zymoseptoria tritici* and drought stress. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **119**: 101-122.

Samain E, van Tuijn D, Jeandet P, Aussenac T, Selim S. 2017. Biological control of septoria leaf blotch and growth promotion in wheat by *Paenibacillus* sp. strain B2 and *Curtobacterium plantarum* strain EDS. *Biological Control* **114**: 87-96.

Song J, Ling L, Xu X, Jiang M, Guo L, Pang Q, Xiang W, Zhao J, Wang X. 2023. Biological control of gray mold of tomato by *Bacillus altitudinis* B1-15. *Biological Control* **183**: 184-192.

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. 2023. Taegro. Available from <https://www.syngenta.cz/produkt/ochrana-rostlin/taegro> (accessed November 2023).

Taheri E, Tarighi S, Taheri P. 2022. Characterization of root endophytic *Paenibacillus polymyxa* isolates with biocontrol activity against *Xanthomonas translucens* and *Fusarium graminearum*. *Biological Control* **174**: 31-49.

Taheri E, Tarighi S, Taheri P. 2022. Characterization of root endophytic *Paenibacillus polymyxa* isolates with biocontrol activity against *Xanthomonas translucens* and *Fusarium graminearum*. *Biological Control* **174**: 302-315.

Tienda S, Gutiérrez-Barranquero JA, Padilla-Roji I, Arrebola E, de Vicente A, Cazorla FM. 2024. Polyhydroxyalkanoate production by the plant beneficial rhizobacterium *Pseudomonas chlororaphis* PCL1606 influences survival and rhizospheric performance. *Microbiological Research* **278**: 127-135.

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 2023).

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2023. Registr přípravků na ochranu rostlin. Ministerstvo zemědělství. Available from <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx> (accessed October 2023).

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2023. Rostlinolékařský portál. ÚKZÚZ. Available from http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22bad2d59a0927e6d31a2499e0f317be11%22#rlp|domu|uvod (accessed October 2023).

Valan Arasu M, Al-Dhabi NA. 2023. Biological control of root rot disease-causing *Rhizoctonia solani* in tomato plant by an endophytic fungus and analysis of growth promoting activities in greenhouse and field. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **127**: 80-102.

Valková T. 2005. Využití zástupců rodu *Pseudomonas* v biotechnologiích [BSc. Thesis]. Masarykova univerzita v Brně, Brno.

Vancová V. 2022. Využití biologických přípravků při pěstování česneku [BSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Venclová B. 2023. Česká republika se během předsednictví otevřela mnoha obtížným tématům. *Úroda* **71**: 8-9.

Wang R, Yu X, Yin Y, Norvienyeku J, Asad Ali Khan R, Zhang M, Ren S, Chen J, Liu T. 2023. Biocontrol of cucumber Fusarium wilt by *Trichoderma asperellum* FJ035 dependent on antagonism and spatiotemporal competition with *Fusarium oxysporum*. *Biological Control* **186**: 105-112.

Waqar S, Bhat AA, Khan AA. 2023. Endophytic fungi: Unravelling plant-endophyte interaction and the multifaceted role of fungal endophytes in stress amelioration. *Plant Physiology and Biochemistry* **172**: 110-126.

Wu H, Sun L, Liu F, Wang Z, Cao Ch. 2018. Preparation of dry flowable formulations of *Clonostachys rosea* by spray drying and application for *Sclerotinia sclerotiorum* control. *Journal of Integrative Agriculture* **17**: 613-620.

Yang R, Han Y, Li G, Jiang D, Huang HCh. 2008. Effects of ambient pH and nutritional factors on antifungal activity of the mycoparasite *Coniothyrium minitans*. *Biological Control* **44**: 116-127.

Zehra A, Aamir M, Dubey MK, Akhtar Ansari W, Meena M, Swapnil P, Upadhyay RS, Ajmal Ali M, Ahmed Al Ghamdi A, Lee J. 2023. Enhanced protection of tomato against Fusarium wilt through biopriming with *Trichoderma harzianum*. *Journal of King Saud University – Science* **35**: 108-121.

Zeng W, Wang D, Kirk W, Hao J. 2012. Use of *Coniothyrium minitans* and other microorganisms for reducing *Sclerotinia sclerotiorum*. *Biological Control* **60**: 225-232.

Zhang S, Wu J, Chen J, Jun S, Yuan Y, Dai X, Wang F, Ma Y. 2024. The biological control effect of *Bacillus cereus* on strawberry leaf spot disease caused by *Neopestalotiopsis clavispora*. *Scientia Horticulturae* **327**: 405-411.

9 Samostatné přílohy



Obrázek č.4 Založený pokus 30.10.2022, autor: Vancová V.



Obrázek č.5 Porost česneku po proplečkování 25.3.2023, autor: Vancová V.



Obrázek č.6 Ručně sklizený pokus česneku 9.7.2023, autor: Vancová V.



Obrázek č.7 Poškozený česnek 9.7.2023, autor: Vancová V.



Obrázek č.8 Poškozený česnek 9.7.2023, autor: Vancová V.



Obrázek č.9 Projev bakteriózy na česneku 9.7.2023, autor: Kazda J.