

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra rostlinné výroby

Bakalářská práce

Vliv moření sadby pomocí entomopatogenní a mykoparazitické houby
na výnos a kvalitu hlíz brambor

Autor práce: Martin Sobolík

Vedoucí práce: Ing. Andrea Bohatá, Ph.D.

České Budějovice 2022

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Martin SOBOLÍK**
Osobní číslo: **Z19428**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělství – Rostlinolékařství**
Téma práce: **Vliv moření sadby pomocí entomopatogenní a mykoparazitické houby na výnos a kvalitu hlíz brambor**
Zadávací katedra: **Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné**

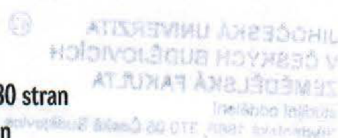
Zásady pro vypracování

Cílem bakalářské práce je sledovat vliv biologického ošetření sadby pomocí entomopatogenní houby *Metarhizium anisopliae* a mykoparazitické houby *Trichoderma virens* na výnosotvorné prvky a vlastní výnos brambor.

Pro účel řešení bude založen maloparcelkový polní pokus. V průběhu vegetace budou hodnoceny následující parametry: počet rostlin na ploše, počet stonků připadajících na jednu rostlinu a po sklizni také počet hlíz na jeden trs, počet hlíz na jeden stonk a průměrná hmotnost jedné hlízy.

Bude stanoven celkový výnos hlíz. Po sklizni bude hodnocen vzhled hlíz a jejich zdravotní stav. V průběhu vegetace bude zároveň sledován výskyt mandelinky bramborové a bude hodnocen celkový zdravotní stav porostu.

Rozsah pracovní zprávy: **25 – 30 stran**
Rozsah grafických prací: **5 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**



Seznam doporučené literatury:

- Čepl J., Vokál B. (1996): Vliv vybraných faktorů na počet hlíz jednoho trsu brambor. Rostl. Výroba 42: 433-439.
Čermák V. (2008): Přehled odrůd bramboru. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, Národní odrůdový úřad, Brno, 128 p.
Diviš J., Bárta J. (2001): Influence of the seed-tuber size on yield and yield parameters in potatoes. Rostl. Výroba 47: 271-275.
Smith D. L., Hamel C. eds. (1998): Crop Yield – Physiology and Processes. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 504 p.
Vreugdenhil D., Bradshaw J., Gebhardt C. Govers F., Taylor M., MacKerron D., Ross H. (eds.) (2007): Potato biology and biotechnology: advance and perspective, Elsevier Inc., p. 856.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Andrea Bohatá, Ph.D.**
Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

Datum zadání bakalářské práce: **28. února 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2021**


JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůvká 1860, 370 05 České Budějovice


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 14.4.2022


.....
Podpis

Abstrakt

Kvalitní sadba hraje důležitou roli při pěstování brambor. K výsadbě by se měla používat výhradně uznaná a certifikovaná sadba brambor. Důležitým parametrem je tedy zdravotní stav sadby. V bakalářské práci byl sledován vliv moření sadby pomocí entomopatogenní houby *Metarhizium brunneum* a mykoparazitické houby *Trichoderma virens* na výnosotvorné parametry a zdravotní stav porostu a následně sklizených hlíz. Oba užitečné druhy hub *M. brunneum* a *T. virens* měly pozitivní efekt na růst a vývoj lilku brambor. Mykoparazitická houba *T. virens* pozitivně ovlivnila zejména růstové parametry u rostlin. Rostliny z ošetřené sadby houbou *M. brunneum* vytvořily větší a těžší hlízy ve srovnání s neošetřenou variantou a variantou *T. virens*. V průběhu vegetace byl v porostu varianty *M. brunneum* zaznamenán statisticky nejmenší počet larev a dospělců mandelinky bramborové. Ze získaných dat bylo zjištěno, že nejvyššího skutečného výnosu bylo dosaženo u varianty *T. virens* a teoretického výnosu u varianty *M. brunneum*. Z výsledků BP vyplývá, že biologické metody ochrany rostliny ve formě moření sadby pomocí užitečných druhů hub lze využít jako program integrované ochrany brambor.

Klíčová slova: lilek brambor, moření sadby, biologická ochrana, výnosotvorné parametry, *Leptinotarsa decemlineata*

Abstract

Quality seed plays an important role in potato cultivation. Only recognised and certified seed potatoes should be used for planting. The health of the seed potatoes is therefore an important parameter. In the bachelor thesis, the effect of seedling coated with the entomopathogenic fungus *Metarhizium brunneum* and the mycoparasitic fungus *Trichoderma virens* on yield-forming parameters and the health status of the crop and subsequently harvested tubers was investigated. Both beneficial fungal species *M. brunneum* and *T. virens* had a positive effect on the growth and development of potato plant. In particular, the mycoparasitic fungus *T. virens* positively affected growth parameters in plants. Plants from seedlings coated with *M. brunneum* produced largerer and heavier tubers in compare to the control and *T. virens* variants. During the vegetation, the *M. brunneum* variant had statistically the lowest number of larvae and adults of the *Leptinotarsa decemlineata*. From the data, it was found that the highest actual yield was achieved with the *T. virens* variant and the theoretical yield with the *M. brunneum* variant. The BP results suggest that biological methods of plant protection by using of beneficial fungi for coating seeds can be used as an Potato Integrated Pest Management.

Keywords: potato, seed coating, biological control, yield-forming parameters, *Leptinotarsa decemlineata*

Poděkování

Rád bych poděkoval své vedoucí bakalářské práce Ing. Andree Bohaté, Ph.D. za odborné vedení, věcné připomínky, vstřícnost a trpělivost při konzultacích. Dále děkuji Ing. Janě Lencové za pomoc a cenné rady a též trpělivost při vypracovávání této práce. Poděkování dále patří Olze Divišové za technickou asistenci a pomoc při přípravě sadby.

Obsah

Úvod.....	8
1 Literární rešerše.....	10
1.1 Původ a rozšíření bramboru hlíznatého.....	10
1.2 Pěstování brambor.....	10
1.3 Sadba brambor.....	14
1.3.1 Příprava bramborové sadby.....	16
1.4 Výnosové prvky	19
1.5 Nejvýznamnější choroby a škůdci brambor	21
1.5.1 Plíseň bramboru - <i>Phytophthora infestans</i> (Mont) de Bary	21
1.5.2 Vločkovitost hlíz bramboru <i>Thanatephorus cucumeris</i> (teleom.) - <i>Rhizoctonia solani</i> (anam.).....	24
1.5.3 Mandelinka bramborová - <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say, 1824).....	25
1.5.4 Drátovci – larvy kovaříkovitých (<i>Elateridae</i>).....	27
1.6 Integrovaná ochrana rostlin	28
1.7 Biologická ochrana.....	29
1.7.1 Mykoparazitické houby v biologické ochraně	30
1.7.2 Entomopatogenní houby v biologické ochraně.....	32
2 Cíle bakalářské práce	35
3 Materiál a metodika.....	36
3.1 Charakteristika vybrané odrůdy lilku brambor (<i>Solanum tuberosum</i>)	36
3.2 Kmeny užitečných druhů hub.....	36
3.3 Adhezivum	36
3.4 Proces moření	37
3.5 Charakteristika pokusného pole	37
3.6 Klimatické podmínky pokusné lokality	39
3.7 Příprava půdy	42

3.8	Založení pokusu	42
3.9	Vzcházení	42
3.10	Výživa a hnojení	43
3.11	Monitoring a ošetření porostu během vegetace	44
3.12	Stanovení počtu stonku na rostlinu	45
3.13	Stanovení výnosotvorných ukazatelů před sklizní.....	45
3.14	Sklizeň a stanovení výnosu a podílu tržních hlíz	45
3.15	Statistická analýza.....	46
4	Výsledky	47
4.1	Vliv moření sadby na průměrný počet stonků na 1 rostlinu.....	47
4.2	Vliv moření sadby na průměrný počet hlíz na 1 trs a počet hlíz na stonek .	48
4.3	Vliv moření sadby na průměrnou hmotnost hlíz	49
4.4	Vliv moření sadby na skutečný a teoretický výnos hlíz na hektar	51
4.5	Podíl tržních hlíz	53
4.6	Výskyt mandelinky bramborové v porostu brambor.....	55
4.7	Hodnocení zdravotního stavu porostu a zdravotního stavu hlíz.....	56
4.8	Hodnocení vzhledu hlíz.....	57
5	Diskuse	58
	Závěr	62
	Seznam použité literatury	63

Úvod

Brambory (*Solanum tuberosum*) jsou jednou z nejdůležitějších plodin jak u nás, tak i v zahraničí. Pěstování lilku brambor má u nás dlouholetou tradici a od počátku jejich potravinářského využití jsou označovány jako druhý chléb. Pěstování brambor historicky znamenalo zlepšení výživy lidí. Brambory jsou dobře stravitelné, obsahují velké množství polysacharidů, které jsou zdrojem energie, dále nutričně velmi hodnotné bílkoviny rostlinného původu, minerální látky, vitamíny a antioxidanty. Úprava je rychlá, jednoduchá a využití v kuchyni je všestranné. Kromě lidské výživy brambory od nepaměti zaručují kvalitní krmivo pro hospodářská zvířata a v neposlední řadě ceněnou surovinu pro výrobu škrobu, lihu a sirupu.

V posledních letech u nás dochází k poklesu ploch, na kterých se brambory pěstují. Poslední dva roky znamenaly nejen pro české pěstitele velké ztráty způsobené zavíráním restaurací a jídelen během epidemie Covid-19 a kvůli poklesu cen komodity. Nyní budou pěstitelé čelit dalším komplikacím a to v důsledku války na Ukrajině. Válka na Ukrajině ovlivňuje ceny ropy, tím zvyšuje ceny nafty, potřebné pro zemědělce a také ceny hnojiv, které k nám dovážíme. Proto také zcela jistě dojde ke zvýšení cen brambor a doufejme, že nedojde k poklesu pěstitelských ploch z důvodu neefektivnosti pěstování brambor. Na druhou stranu může být toto impulz k podpoře českých pěstitelů od státu a následné zlepšení soběstačnosti do budoucna.

V České republice se bramborářství v posledních letech změnilo a pomalu se vyrovnává zemím EU, jak využíváním moderních pěstitelských technologií, tak i použitím nejlepších evropských odrůd. S pěstováním brambor samozřejmě souvisí ochrana před škodlivými činiteli. Řešením nadměrného využívání chemických přípravků je přechod na integrovanou ochranu rostlin, což je soubor metod, které bez nežádoucích vedlejších ekologických a toxikologických vlivů dlouhodobě regulují populace škodlivých činitelů. Záměrem je udržet jejich populace na tolerovatelné úrovni.

Nejzávažnější chorobou brambor dle významnosti z posledních let je plíseň bramboru. Z hlediska ochrany proti této závažné chorobě je u brambor pozornost věnována především efektivní pěstební technologii zaměřené zejména na agrotechnická opatření, spojená se správnou aplikací fungicidů. Co se týká škůdců brambor, je problém především s mandelinkou bramborovou. U ní dochází k zvyšujícímu se potenciálu rezistence po aplikaci insekticidů. Nadějí především u mandelinky bramborové může být funkčnost biologické ochrany. Biologická ochrana proti mandelince by mohla být

do budoucna řešena přirozenými nepřáteli, zejména patogenními mikroorganismy, konkrétně pomocí entomopatogenních hub např. *Beauveria bassiana* a *Metarhizium brunneum* nebo entomopatogenní bakterií *Bacillus thuringiensis*. Vzhledem ke stále častějšímu výskytu rezistentních populací mandelinky bramborové by mohl vývoj a využití mikrobiálních biopesticidů znamenat průlom v řešení problémů s rezistencí a získání alternativy k širokospektrálním insekticidům.

Cílem této práce je vliv moření sadby pomocí entomopatogenní houby *Metarhizium brunneum* a mykoparazitické houby *Trichoderma virens* na výnos a kvalitu hlíz brambor. Za účelem hodnocení byl vliv moření sadby realizován na pokusné parcele v lokalitě Krč u Protivína. Výsledky z pokusu mohou být dále využívány v praxi.

1 Literární rešerše

1.1 Původ a rozšíření bramboru hlíznatého

Brambor hlíznatý (*Solanum tuberosum* L.) je botanicky zařazený do rodu lilek (*Solanum* Tourn.) a čeledě lilkovitých (*Solanaceae* Pers.) (Rybáček et al., 1988).

Lilek brambor pravděpodobně pochází z horských oblastí západu Jižní Ameriky, odkud se jako kulturní rostlina rozšířil do celého světa. Do Evropy se dostal v 16. století, do Severní Ameriky však až mnohem později právě z Evropy. U nás se z počátku pěstoval jako botanická kuriozita, většího významu nabyl v druhé polovině 18. století. (Dorušková, 2008). Pěstování brambor přineslo podstatné zlepšení výživy lidí a staly se také kvalitním krmivem pro hospodářská zvířata a cennou surovinou k výrobě škrobu, sirupu a lihu (Jůzl a Elzner, 2014).

Lilek brambor je čtvrtou nejvýznamnější pěstovanou základní plodinou a zlepšující rostlinou osevních sledů. (Vokál et al., 2013). Díky používání statkových hnojiv a intenzivnímu prokypření při pěstování zanechávají půdu v dobrém fyzikálním stavu. Ve srovnání s ostatními druhy poskytují v našich zeměpisných podmínkách nadprůměrné výnosy, lze je tedy brát jako velmi výkonnou plodinu. Toto lze uplatnit ve výživě lidí, kdy se roční spotřeba brambor v ČR pohybuje okolo 80 kg na osobu a rok (Jůzl et al., 2000). Větší význam pro lidskou výživu mají ve světovém měřítku pouze pšenice, rýže a kukuřice. V našich podmínkách jsou brambory druhou nejdůležitější potravinou (Čepl et al., 2017).

Nejvyšších hektarových výnosů přes 40 t z hektaru se dosahuje na Novém Zélandu, v Belgii, Dánsku, USA a v Nizozemsku. V Česku se výnosy v posledních letech pohybují okolo 20 tun z hektaru. Podle údajů FAO je zhruba 52 % světové produkce použito jako potravina, 34 % jako krmivo, 11 % tvoří sadbové brambory a 3 % jsou surovinou pro výrobu škrobu a lihu. V zemích EU se brambory jako krmivo již téměř nevyužívají, jsou nahrazeny především sójou a kukuřicí. V Česku představuje plocha osázená bramborami asi 1,3 % orné půdy a od začátku 90. let se stále snižuje (Anonym 1).

1.2 Pěstování brambor

Pro kvalitu konzumních brambor je důležité dodržování těchto zásad: výběr pozemku, příprava půdy, výživa a hnojení, vhodnost výběru odrůdy, příprava certifikované

sadby, výsadba, agrotechnické ošetření porostu během vegetace, ochrana proti plevelům, škůdcům a chorobám, sklizeň, posklizňová úprava a skladování (Jůzl a Elzner, 2014).

Pro pěstování brambor jsou nejlepší lehčí až středně těžké půdy s dobře propustnou spodinou, slabě kyselou půdní reakcí (pH 5,5 až 6,5) a s dobrou úrovní staré půdní síly (pozemky pravidelně hnojené organickými hnojivy). Nejlépe jim vyhovuje přímořské klima (rovnoměrné vydatné srážky a mírné teploty umožňují lépe využít výnosové schopnosti) nebo vyšší polohy v přechodném a vnitrozemském klimatu. Pro klíčení hlíz je rozhodujícím činitelem teplota - hlíza se probouzí při teplotě 5 – 6° C, optimum pro klíčení a další růst rostliny je 15 – 20° C, pro růst hlíz je optimální teplota ve dne 20° C, v noci 14 – 15° C. Obecně odolnost brambor k nízkým teplotám je velmi malá, při déletrvajících teplotách -1,5 až -2° C mrznou (Litschmann a Rožnovský, 1994).

Brambory jsou využívány v osevním postupu jako zlepšující a odplevelující plodiny, nenáročné na předplodinu. Nejčastěji se brambory hnojené hnojem zařazují mezi dvě obiloviny (Stach, 1995). Optimální pěstování brambor je s 4-5 letou pauzou, z důvodu zvýšenému výskytu plevelů, chorob a škůdců (Jůzl et al., 2000).

Z hlediska nároků na vláhu jsou brambory humifilní (vlhkomilnou) plodinou. Optimální poměr vodního a vzdušného režimu půdy je ovlivněn druhem půdy, obsahem humusu, srážkovou nebo závlahovou vodou a kultivací. Vyhovující vzdušný režim pro brambory je na lehkých půdách při 75%, na středních půdách 55 – 75% a na těžkých půdách při 40 – 50% maximální vodní kapacity (Litschmann a Rožnovský, 1994).

Brambory lze pěstovat ve všech výrobních oblastech ČR, nejvhodnější oblastí pro jejich pěstování je bramborářská výrobní oblast s ročními srážkami 650 – 800mm, kde je dosahováno nejstabilnějších výnosů. Vhodné podmínky pro pěstování brambor jsou shrnuty v tabulce 1 (Mikula, 1997).

Brambor hlíznatý (*Solanum tuberosum* L.) je botanicky zařazený do rodu lilek (*Solanum* Tourn.) a čeledě lilkovitých (*Solanaceae* Pers.) (Rybáček et al., 1988).

Lilek brambor pravděpodobně pochází z horských oblastí západu Jižní Ameriky, odkud se jako kulturní rostlina rozšířil do celého světa. Do Evropy se dostal v 16. století, do Severní Ameriky však až mnohem později právě z Evropy. U nás se z počátku pěstoval jako botanická kuriozita, většího významu nabyl v druhé polovině 18. století. (Dorušková, 2008). Pěstování brambor přineslo podstatné zlepšení výživy lidí

a staly se také kvalitním krmivem pro hospodářská zvířata a cennou surovinou k výrobě škrobu, sirupu a lihu (Jůzl a Elzner, 2014).

Lilek brambor je čtvrtou nejvýznamnější pěstovanou základní plodinou a zlepšující rostlinou osevních sledů. (Vokál et al., 2013). Díky používání statkových hnojiv a intenzivnímu prokypření při pěstování zanechávají půdu v dobrém fyzikálním stavu. Ve srovnání s ostatními druhy poskytují v našich zeměpisných podmínkách nadprůměrné výnosy, lze je tedy brát jako velmi výkonnou plodinu. Toto lze uplatnit ve výživě lidí, kdy se roční spotřeba brambor v ČR pohybuje okolo 80 kg na osobu a rok (Jůzl et al., 2000). Větší význam pro lidskou výživu mají ve světovém měřítku pouze pšenice, rýže a kukuřice. V našich podmínkách jsou brambory druhou nejdůležitější potravinou (Čepl et al., 2017).

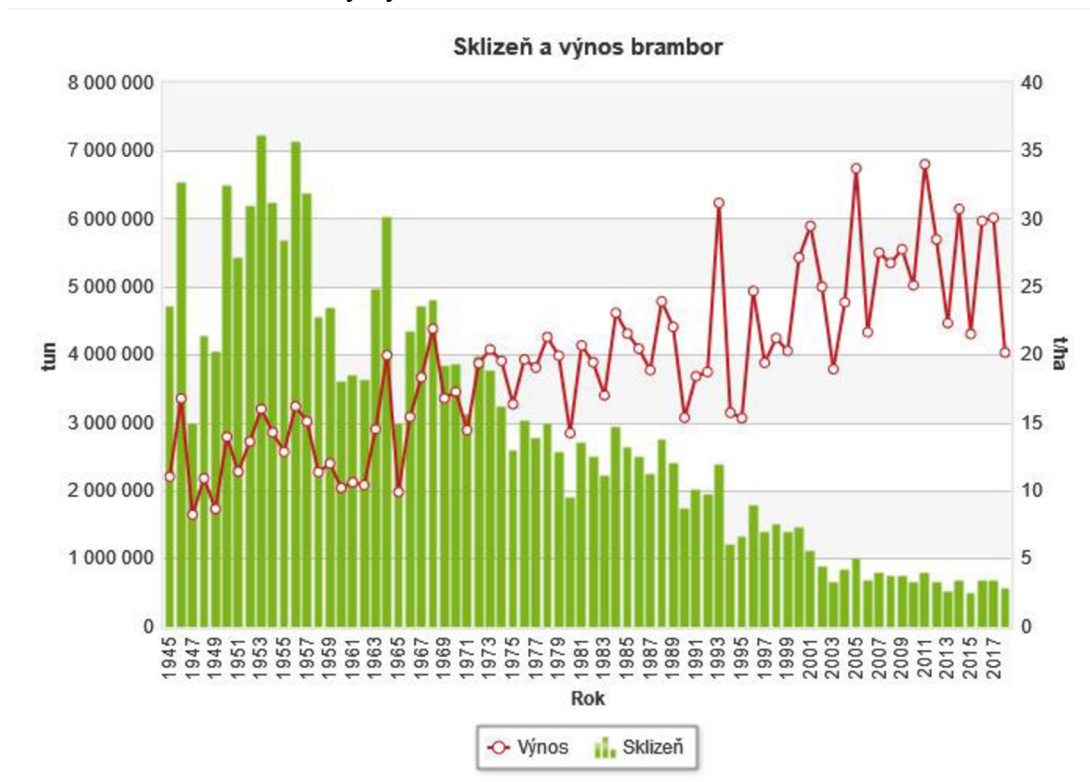
Nejvyšších hektarových výnosů přes 40 t z hektaru se dosahuje na Novém Zélandu, v Belgii, Dánsku, USA a v Nizozemsku. V Česku se výnosy v posledních letech pohybují okolo 20 tun z hektaru. Podle údajů FAO je zhruba 52 % světové produkce použito jako potravinu, 34 % jako krmivo, 11 % tvoří sadbové brambory a 3 % jsou surovinou pro výrobu škrobu a lihu. V zemích EU se brambory jako krmivo již téměř nevyužívají, jsou nahrazeny především sójou a kukuřicí. V Česku představuje plocha osázená bramborami asi 1,3 % orné půdy a od začátku 90. let se stále snižuje (Anonym 1).

Tabulka 1: Vhodné podmínky pro pěstování brambor (Mikula, 1997)

Období	Srážkový úhrn (mm)	Průměrná denní teplota (°C)
Druhá polovina března	20	Nad 5
Duben	45	8-10
Květen	45	12-18
Červen	90	15-18
Červenec	80-90	18-20
Srpen	80-90	16-18

V grafu 1 je shrnuta sklizeň a hektarový výnos brambor od roku 1945 do roku 2018. Ačkoli se hektarový výnos ve sledovaném období zvyšoval (+82,6 %), sklizeň se mimo jiné v souvislosti s výrazným úbytkem osevních ploch (-93,2 %) snižovala (-87,6 %) (Anonym 2).

Graf 1: Sklizeň a hektarový výnos brambor od roku 1945 do roku 2018



Rozdělení brambor dle Jůzl et al., (2000):

a) Podle užitkového směru

- Konzumní brambory rané – brambory určené k lidské výživě, dodávané do 31. 8. roku sklizně, o velikosti nejméně 28 mm příčné délky.
- Konzumní brambory pozdní – brambory určené k lidské výživě dodávané od 1. 9. roku sklizně, varného typu A, B, C, velikosti nejméně 35 mm.
- Průmyslové brambory – brambory vhodných odrůd určené k průmyslovému zpracování o obsahu škrobu nejméně 15 % a velikosti nejméně 30 mm.
- Krmné brambory – brambory určené v přirozeném stavu ke krmným účelům
- Sadbové brambory – brambory pěstované v uzavřených pěstebních oblastech, jejich pěstování podléhá vyhlášce č. 129/2012 Sb., o podrobnostech uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu, ve znění pozdějších předpisů.

b) Podle délky vegetační doby

- Velmi rané odrůdy – odrůdy s vegetační dobou 90–100 dní
- Rané odrůdy – odrůdy s vegetační dobou 100–110 dní

- Polorané odrůdy – odrůdy s vegetační dobou 110–120 dní
- Polopozdní až pozdní odrůdy – odrůdy s vegetační dobou nad 120 dní

c) Podle varného typu

- A – lojovité, nerozvářivé hlízy, pevné konzistence, vhodné pro saláty
- B – polopevné, slabě moučnaté hlízy, vhodné jako příloha a k různé přípravě jídel
- C – moučnaté hlízy, středně rozvářivé, kypré, vhodné pro přípravu těst a jako příloha
- D – silně moučnaté rozvářivé hlízy, nevhodné pro přímý konzum.

1.3 Sadba brambor

O úspěchu pěstování brambor největší měrou rozhoduje použitá sadba, její výkonost, vitalita a zdravotní stav. K výsadbě by se měla používat výhradně certifikovaná sadba brambor, to znamená sadba, která byla uznána semenářskou inspekcí při polních přehlídkách, posklizňových zkouškách a dosažené kvalitativní parametry odpovídají požadavkům pro příslušný stupeň množení. Velikost sadbových hlíz se pohybuje v rozmezí 28 – 60 mm, to odpovídá hmotnosti 30 – 80 g. Čím je hlíza větší, zvětšuje se i její počet stonků. Menší hlízy mají zpravidla menší počet stonků, nasazení hlíz bývá nižší, zato jejich následná velikost je vyšší. Počet vysázených hlíz na 1 ha je nutno volit podle užitkového směru pěstování i podle účelu, pro který je daná odrůda pěstována. Obecně platí, že počet jedinců u konzumních a průmyslových brambor na 1 ha je nižší než u brambor pěstovaných na sadbu (Vokál et al., 2000).

U našich odrůd se pohybuje nejvhodnější množství sadby vysázené na 1 ha kolem 3 tun. Ve 3 t sadby je k dispozici při dané hmotnosti hlíz tento počet hlíz na 1 ha:

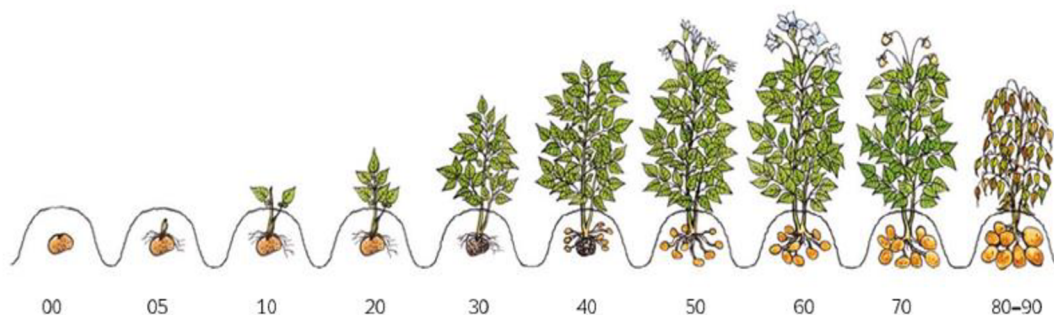
Hm. hlíz v g	40	45	50	55	60	65	70
Počet na 1 ha	75.500	66.666	60.000	54.545	50.000	46.153	42.857

(Diviš et al., 2010)

Současná nabídka odrůd brambor dává možnost výběru odrůdy, která splní požadavky pěstitelů, spotřebitelů a zpracovatelů. V nabídce jsou výnosné a kvalitní odrůdy brambor a jde jen o to využít jejich vlastností. I ta nejlepší odrůda není schopna uplatnit své vlastnosti, při použití nekvalitní sadby. Základním předpokladem pro využití výnosového potenciálu odrůd, je použití sadby, která byla uznaná a parametry odpovídá příslušnému množitelenskému stupni (Diviš, 2007). Pro zajištění optimální kvality sadbového materiálu slouží mechanická a biologická příprava, včetně chemického ošetření (Jůzl a Elzner, 2014).

Sadba brambor se pěstuje jako rozmnožovací materiál předstupňů s označením PB 1, 2, 3, 4, základní rozmnožovací materiál s označením S, SE, E a certifikovaný rozmnožovací materiál s označením A, B a vždy musí být označen příslušnou náveskou připevněnou na obale. Rozmnožovací materiál předstupňů byl získán z mateřských rostlin (PBTC), které byly vypěstovány v chráněném zařízení a v pěstebním substrátu prostého škodlivých organismů – *Pectobacterium* spp., *Dickeya* spp., viru svinutky bramboru, virů A, M, S, X, Y (Vyhláška č. 129/2012 Sb.).

O uznání množitelského porostu může dodavatel požádat na formuláři o uznání množitelského porostu a pro pozemek, na kterém bude porost umístěn platí: rozmnožovací materiál předstupňů a základní rozmnožovací materiál smí být vyráběn pouze na pozemcích v uzavřených pěstebních oblastech, před výsadbou musí být na pozemku proveden průzkum na výskyt *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens a *Globodera pallida* (Stone) Behrens s negativním výsledkem, pozemek nesmí být dotčen mimořádnými rostlinolékařskými opatřeními nařízenými v důsledku výskytu *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* (Spieckermann et Kotthoff) Davis a *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al. Provedený průzkum na pozemku a skutečnost, že není dotčen MRO, prokazuje dodavatel od roku 2021 pouze "Čestným prohlášením": "Prohlašuji, že na pozemku byla provedena kontrola výskytu háďátka bramborového s negativním výsledkem a není dotčen MRO v důsledku výskytu CMS." sadba brambor může být vysázena pouze na pozemku, na kterém nebyly v předcházejících 3 letech pěstovány brambory, ÚKZÚZ kontroluje tuto skutečnost dle LPIS (Anonym 3).



Obrázek č. 1: Lilek brambor – fenologická fáze podle BBCH (Zdroj č. 1)

1.3.1 Příprava bramborové sadby

K sázení používáme certifikovanou sadbu, která zaručuje předepsané parametry odrůdy, odolnost vůči chorobám a kvalitu. Přípravu sadby rozlišujeme na mechanickou, biologickou a chemickou (Jůzl et al., 2000). Hlízy sázíme do nakypřené, nezamokřené a prohřáté půdy. Termín výsadby je odvislý od teploty půdy (6-8 °C), nejdéle by však hlízy měly být vysazeny do 10. května ve vzdálenosti hrůbků 750 mm a dle užitkového směru. Hloubka sázení by měla být, tak aby vrstva hlíny nad hlízami byla 100-150 mm (Vokál et al., 2013).

Mechanická příprava

S mechanickou přípravou sadby se začíná při sklizni, kdy se sadba zbaví příměsí, nahnilých, mechanicky poškozených hlíz. Naskladní se většinou do ohradových palet a uloží se do skladů – bramboráren (Houba, 2003). Třídít a expedovat sadbu je možné až po vydýchání a zahojení hlíz, tj. minimálně za 21 dní po sklizni. Uzanou sadbu je vhodné třídít a expedovat až v pozdějších termínech, nejlépe až v předjaří. Vedle velikostního vytrídění je cílem mechanické přípravy sadby vybrat k sázení hlízy vizuálně nepoškozené a zdravé. Garancí kvalitní a zdravé sadby je uznaná sadba (Diviš et al., 2010).

Velikost sadbových hlíz u uznané sadby se pohybuje v rozmezí 25 až 60 mm, což odpovídá hmotnosti mezi 30 až 80 g v závislosti na obsahu sušiny (Zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin).

Biologická příprava

Biologická příprava sadby se projeví tak, že se zkracuje období mezi výsadbou a vzcházením porostu, snižuje mezerovitost při vzcházení, napadení houbovými chorobami, škůdci, u množitelských porostů umožňuje dřívější desikaci. K biologické přípravě sadby patří – narašování, nakličování, zakořeňování (Vokál et al., 2004).

Narašování sadby

Narašování sadby je nejjednodušším a ekonomicky nejméně náročným způsobem přípravy sadby. Uplatňuje se u veškeré sadby pro množení (pokud není předkličována), i pro běžnou produkci konzumních a průmyslových brambor. (Hamouz, 1996). Narašování sadby se používá k probuzení hlíz a vytvoření klíčků 2 – 5 mm dlouhých. Celková délka procesu se při vhodné teplotě 8 – 10 °C pohybuje v rozmezí jednoho až tří týdnů. Narašování nevyžaduje žádné speciální zařízení a lze jej s minimálními náklady realizovat také u volně ložených hlíz, u hlíz na paletách i v pytlích. Z praktického hlediska je možné ponechání na rozptýleném světle, s omezeným přístupem světla (např. přikrytí plachtou) a pozvolným zvyšováním teploty na 8 – 10 °C nebo využitím prudkých teplotních změn: dva dny při 30 °C nebo pět dní při 20 °C. Pak následuje zchlazení na skladovací teplotu (Jůzl a Středa, 2002). Na hlízách se vytvoří klíčky 1 – 2 mm dlouhé, které se při výsadbě neulámují (Vokál et al., 2004).

Předkličování sadby

Předkličování sadby je nejnákladnější, ale také nejintenzivnější metodou přípravy. Požadované 15–25 mm dlouhé, silné a odrůdově zbarvené klíčky předpokládají dostatečné osvětlení. Předkličovat se začíná asi 6 týdnů před výsadbou. Při teplotě 8–12°C se nechají v prvních 10 dnech hlízy ve tmě narašit. Po vytvoření klíčků 3–5 mm je nutno začít osvětlovat (Diviš et al., 2010). K dosažení potřebné délky a kvality klíčků lze využít různé režimy předkličování s teplotami od 6-8 °C až do asi 18 °C. Čím vyšší je teplota, tím kratší je doba předkličování. Nezbytný je rovněž dostatečný a rovnoměrný přístup světla (Hamouz a Dvořák, 2005). Při všech způsobech předkličování musí být zajištěn dostatečný a stejnoměrný přístup světla k hlízám, neboť nedostatečně osvětlené hlízy vytváří dlouhé klíčky, které by se při sázení snadno ulámaly (Hamouz et al., 2007). Takto upravenou sadbu je možné vysadit i při nižší teplotě, než je optimální

teplota půdy pro výsadbu brambor. V případě použití předklíčené sadby je nutno použít pro výsadbu vhodné sazeče a minimálně manipulovat s naklíčenými hlízami, hrozí totiž olámaní klíčků (Diviš, 2007).

Zakořeňování sadby

Biologická příprava sadby zakořeňováním má v praxi jen omezený význam a je prováděna především malopěstiteli. Sklizeň je díky tomuto opatření uspišena o tři až čtyři týdny. Zakořeňování probíhá nejlépe v bedničkách s plným dnem, na které se nasype vrstva zeminy nebo rašeliny s pískem. Na tu se narovnajjí sadbové hlízy korunkovou částí nahoru a zasypou se 10 - 20 mm vysokou vrstvou zeminy. Hlízy se za občasného pokropení nechají zakořeňovat při teplotě 18 - 22 °C. Zpočátku, v prvním týdnu přípravy, necháváme hlízy přikryté a poté působením světla omezujeme růst tenkých, dlouhých klíčků zvláště. Sázíme za 20 - 25 dní šetrným způsobem (Jůzl a Středa, 2002).

Chemické ošetření sadby – moření sadby

Chemická příprava sadby spočívá v ošetření proti napadení chorobami a škůdci, případně pro přerušení vegetačního klidu a urychlení vzcházení brambor. Nejčastěji se moří sadbové hlízy před sázením a to buď suchou, nebo vlhkou cestou. Moří se zejména proti kořenomorce bramborové, skládkovým chorobám a proti přenašečům viróz (Jůzl a Elzner, 2014). Proti skládkovým chorobám, jako jsou suchá fuzáriová a fomová hniloba, je sadba bezprostředně po sklizni sadbových porostů mořena přípravky na bázi thiabendazolu a imidazolu. Hlízy náchylných odrůd jsou před výsadbou ošetřovány fungicidními přípravky proti kořenomorce bramborové. Proti přenašečům virových chorob - mšicím lze využít vlhkého moření sadby insekticidy, které ochraňují rostliny již při vzcházení. Moření je účinné i proti mandelince bramborové a proti drátovcům (Jůzl a Středa, 2002).

Nejběžnějším způsobem je moření brambor na sazečích. Při použití kvalitních aplikátorů, které je nyní možné bez problémů pořídit, zabezpečuje dokonalé ošetření hlíz a půdy v hrůbcích. Pomocí aplikátorů na sazečích moříme pouze tu sadbu, která je bezprostředně vysázena. Je také zamezeno kontaminaci jiných než sadbových brambor ve skladech (Ort, 2002).

Zásady při moření:

- Nemísit příliš mnoho mořidel! Čím více mořidel do směsí, tím vyšší riziko poškození vzcházivosti a problémů s mísitelností a aplikací.
- Pozor na optimální dávku vody! Při moření během výsadby speciálními aplikátory umístěnými na sazeči je vhodné používat max. 80 až 120 l/ha. Pokud se použije ULV dávkovací zařízení, mělo by to být max. 600 až 1000 ml/t.
- Používat vhodnou mořicí techniku. Řešení domácí výroby nepřicházejí v úvahu. Kapalina zůstávající v očkách hlíz má fytotoxický účinek, jehož důsledkem je poškození vzcházivosti.
- Po moření by měla sadba oschnout a pomalu se zchlazovat.
- U naklíčených hlíz se může mořením poškodit vzcházivost. Ve sporných případech se doporučuje upustit od kombinace mořidel.
- Dbát na rovnoměrné rozdělení mořidla a dostatečnou pokrývnost povrchu hlíz. To je důležité zejména u suchého moření speciálními aplikátory, kdy se moření provádí posypáním hlíz v násypce sazeče. U vlhkého moření lze rovnoměrného rozdělení mořidla dosáhnout snáze.
- Moření proti kořenomorce bramborové se vyplatí zvláště při zvýšeném riziku infekce, a to především tehdy, když hlízy vykazují napadení (černá sklerocia) a při časném termínu výsadby. Doporučuje se rovněž při chladném a vlhkém počasí a na těžkých půdách (Anonym 4).

1.4 Výnosové prvky

Výnosové prvky se vytvářejí postupně během ontogenetického vývoje rostlin. U brambor k nim patří počet rostlin a počet stonků na ploše porostu, počet hlíz na jeden trs a hmotnost hlíz. Tyto prvky je důležité poznat a prozkoumat, protože vhodnými zásahy během vegetace může být ovlivněn výnos konzumních nebo sadbových hlíz, hmotnost jednotlivých hlíz a samozřejmě celkový výnos (Anonym 5).

Struktura výnosu tím i aktuální výnos odrůdy v jednotlivých letech silně kolísá. V letech příznivých pro vysoký výnos brambor se z výnosových prvků nejvíce uplatňuje hmotnost jedné hlízy, zejména ve spojení s vyšším počtem hlíz na stonek. U odrůd tvořících výnos vysokým počtem stonků na trs je třeba mít další z výnosových prvků na patřičné úrovni, nebo by alespoň neměly způsobovat snížení celkového výnosu. Vysoký výnos a výnosovou stabilitu představují odrůdy se středním počtem stonků,

vyšším počtem hlíz na stoněk a střední až mírně nižší hmotností jedné hlízy. Tyto odrůdy v podstatě zachovávají vyrovnaný vzájemný poměr výnosových prvků (Zrůst, 1991).

Počet rostlin

Počet rostlin na jednotce plochy je rozhodujícím výnosotvorným prvkem přesto, že se v poslední době přikládá velká váha počtu stonků na ploše. Počet rostlin je určován sponem sázení, který závisí na kvalitě a velikosti sadby, účelu pěstování, pedoklimatických podmínkách, úrovni agrotechniky, hnojení a ochraně. Ekonomické hledisko (náklady na sadbu) omezuje vysazovaný počet hlíz, který by se měl pohybovat od 45 000 do 55 000. Pro dosažení uvedeného počtu rostlin musí pěstitel omezit faktory, které působí redukci rostlin (Diviš et al., 2010).

Počet stonků

Počet stonků na ploše je uznáván jako důležitý výnosotvorný prvek. Závislý je na počtu oček na hlíze a na počtu klíčků, určován počtem vyrašených klíčků, ale také stavem půdy. Počet klíčků je ovlivněn fyziologickým stářím sadby (Diviš et al., 2000). Při teplém skladování sadby (nad 7 °C) se hlízy dříve probouzejí a převládá u nich vyšší stupeň apikální dominance. Porosty z takové sadby mají rychlejší růst a vývoj, dříve vyžívají, ale rostliny mají menší počet stonků, a tím i hlíz, které mají větší průměrnou hmotnost (Minx a Diviš, 1994). Počet stonků je možno regulovat počtem rostlin na jednotku plochy porostu a pohybuje se v průměrném rozmezí 5 – 7 stonků na jednu rostlinu (Anonym 5).

Počet hlíz

Počet hlíz na rostlině je důležitým výnosovým prvkem, který přímo ovlivňuje hospodářský výnos hlíz a pohybuje se v průměru kolem 10 – 14 hlíz na jednu rostlinu (Anonym 5). Počet hlíz na trs závisí na genetickém základě odrůdy, počtu stonků, průběhu počasí v době nasazování hlíz a na výskytu chorob a škůdců. Můžeme jej ovlivnit hustotou porostu, termínem výsadby, biologickou přípravou sadby a ochranou proti chorobám a škůdcům (Jůzl a Elzner, 2014).

Hmotnost hlíz

Hmotnost hlíz určuje hospodářský výnos brambor. Průměrná hmotnost jedné hlízy se pohybuje v rozmezí 60 – 100g. Hmotnost jedné hlízy je přímo úměrně ovlivňována zejména delší vegetační dobou jednotlivých odrůd a je nejvyšší u pozdnějších odrůd. Rovněž i úroveň výživy průkazně ovlivňuje hmotnost hlíz. Byl prokázán i pozitivní vliv širší vzdálenosti řádků (750 mm) na zvýšení průměrné hmotnosti jedné hlízy, i když celkový výnos hlíz nebyl šířkou řádku (při zajištění stejné hustoty porostu) statisticky průkazně ovlivněn. Pozdní sázení naopak snižuje průměrnou hmotnost hlíz obdobně jako předčasné ukončení vegetace u sadbových porostů, kde v hustších porostech dosahujeme vyšší výtěžnosti drobnějších hlíz sadbové velikosti na jednotce plochy půdy. O nárůstu hlíz značně rozhoduje zaplevelení porostu a úprava režimu vzduchu i vody v půdě. Také choroby a škůdci, ovlivňující v průběhu vegetace v porostu listovou pokrývnost (LAI), negativně působí na hmotnost hlíz u všech směrů pěstování brambor. (Anonym 5).

1.5 Nejvýznamnější choroby a škůdci brambor

1.5.1 Plíseň bramboru - *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary

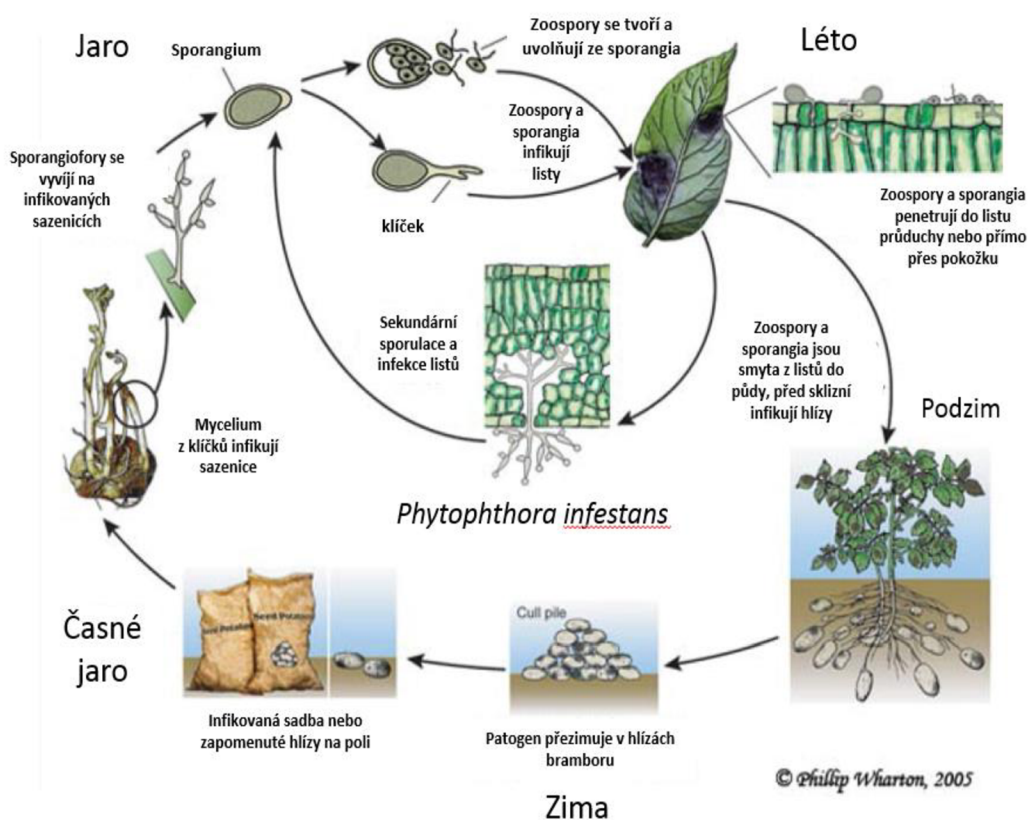
Plíseň bramboru je celosvětově stále nejobávanější chorobou této plodiny, a to i přes výrazné pokroky v ochraně, používání účinnějších fungicidů a intenzivní práci genetiků a šlechtitelů. Do moderních konzumních odrůd s vysokou vnitřní i vnější kvalitou se dosud nepodařilo zakomponovat dostatečně vysokou a stabilní odolnost. Naopak mnohé z nich jsou velmi citlivé a vyžadují intenzivní ochranu. Široký sortiment pěstovaných odrůd navíc komplikuje situaci, neboť každá odrůda se ve vztahu k plísni vyznačuje jinými vlastnostmi, které je nutné znát pro volbu nejefektivnější strategie ochrany proti chorobě. Rovněž potřeba dosahování vysokých výnosů kvalitních hlíz bez chorob zvyšuje náročnost boje s touto chorobou (Hausvater et al., 2011).

Patogen a zdroje infekce

Původcem plísně bramboru je biotrofní parazit *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, který patří k nejvýznamnějším patogenům brambor a rajčat. Tento zástupce třídy *Oomycetes*, kam řadíme další důležité patogeny způsobující plísně na jiných kulturních plodinách, může zapříčinit rozsáhlé škody na výnosu i kvalitě na poli i ve sklado-

vacích prostorech. V důsledku napadení natě je snížena fotosyntetická aktivita rostliny, infikované hlízy jsou snadno napadány dalšími původci skládkových chorob, jako jsou bakterie (*Erwinia carotovora*) nebo *Fusarium* spp., původce suché hniloby hlíz (Mazáková a Táborský, 2005)

Původce choroby přezimuje v napadených hlízách. Zdrojem infekce porostu je tedy především primárně napadená sadba, kde příznaky na hlízách mohou být i zcela latentní. Po výsadbě mycelium prorůstá do nadzemní části rostliny až do vegetačního vrcholu, kde za příznivých povětrnostních podmínek fruktifikuje. Z těchto primárně infikovaných rostlin se původce šíří do okolního porostu sporangii prostřednictvím vzdušného proudění (Hausvater a Doležal, 2014).



Obrázek č. 2: Infekční cyklus plísně bramboru *Phytophthora infestans* (Tadesse et al., 2021)

Za vhodných podmínek tedy (18-24°C) může být infekce na porostu patrná již za 3 dny. Pro vytvoření spor je optimální teplota 10-25°C, 100% relativní vzdušná vlhkost nebo ovlhčený povrch pletiva hostitelské rostliny a to po dobu alespoň 4 hodin. U náchylných odrůd může být infekce zahájena již po dvou hodinách (Mazáková, 2006).

Tento zdroj se projevuje při prvních infekcích lokálně v daném porostu známými ohnisky kolem primárně infikovaných rostlin. Později, v období epidemie, kdy jsou všeobecně velmi vhodné povětrnostní podmínky pro chorobu, tyto jednotlivé zdroje (včetně divokých skládek a plevelných brambor) již ztrácejí na významu a plíseň je šířena vzdušnými proudy na velké vzdálenosti v rozsáhlých oblastech. Hlízy jsou infikovány sporami smývanými do půdy. Původce se může rozmnožovat i oosporami, které jsou velmi odolné vůči vnějším vlivům a mohou přežívat v půdě. Tvoří se při dříve neznámém pohlavním rozmnožování a souběžném výskytu obou pohlavních typů patogenu označovaných A1 a A2, což bylo prokázáno i v našich populacích. Ale přežívání v půdě není dlouhodobé a při dodržování tří až čtyřletého odstupu brambor v osevních sledech tento zdroj nepřipadá v úvahu (Hausvater a Doležal, 2014).

Příznaky napadení

Na rostlinách vyrůstajících z primárně infikovaných hlíz dochází k systémovému šíření patogenu stonkem. Příznaky choroby se nejdříve objevují na vegetačních vrcholech, infekce se šíří řapíky a dochází k postupnému odumírání listů a stonků. Sekundární infekce se nejdříve projevují na jednotlivých lístcích složeného listu, kde se objevují nejčastěji od špičky nebo okrajů čepele zpočátku nažloutlé až světle zelené, vodnaté, později šedohnědé až černé nekrotické skvrny. Za vlhka, především časné ráno před oschnutím listů jsou nové skvrny na spodní straně listů celé pokryty šedobílým povlakem tvořeným sporangiofory, starší skvrny jsou tímto povlakem lemovány jen na okrajích. Skvrny na lístcích se rychle zvětšují, zasahují postupně celý list, později přecházejí na řapík a šíří se stonkem do vyšších listových pater, postupně jsou napadány i všechny stonky v trsu. Napadená nať rychle odumírá, zbarvuje se tmavohnědě až černě a zahnívá. Choroba se často zpočátku vyskytuje v ohniscích, která vznikají šířením patogenu z primárně napadených hlíz na okolní rostliny, až později dochází k plošnému rozšíření. Na povrchu napadených hlíz se na pokožce objevují nepravidelné, zpočátku nenápadné, hnědé až olověně šedé skvrny, které později mírně propadají. Pod skvrnami se na řezu nachází rezavě hnědé nekrotizující pletivo, neostře ohraničené od pletiva zdravého („hnědá hniloba“). Tato hniloba později často přechází v mokrou hnilobu v důsledku následné sekundární infekce bakteriemi, kdy dojde ke zničení celé hlízy. Za suchého počasí napadené hlízy tvrdnou a mumifikují („suchá hniloba“) (Juroch, 2011).



Obrázek č. 3: Plíseň bramboru na nadzemních částech rostliny a napadené hlízy (Zdroj č. 2 a 3)

1.5.2 Vločkovitost hlíz bramboru *Thanatephorus cucumeris* (teleom.) - *Rhizoctonia solani* (anam.)

V porostu bramboru se běžně vyskytuje vločkovitost hlíz bramboru (starším názvem kořenomorka bramborová). Původcem choroby je polyfágní houba *Thanatephorus cucumeris*, (nepohlavní stadium se nazývá *Rhizoctonia solani*). Patogen má široký okruh hostitelů, kromě bramboru napadá mnoho kulturních rostlin, např. kukuřici, hrách, fazol, rajče, květák. Při silném napadení snižuje výnos bramboru a kvalitu hlíz. Škody jsou vyšší v těžších a vlhkých půdách a v letech s chladným a vlhkým jarem (Víchová 2021).

Napadené rostliny nepravidelně vzcházejí a jsou řídké díky menšímu počtu stonků. Na podzemních částech rostlin se objevují hnědé skvrny. Na nadzemní části stonku těsně nad povrchem půdy se může objevit povlak bílého mycelia, tzv. plstnatost stonku. Před sklizní jsou na hlízách viditelná černá různě velká sklerocia, která jsou dobře viditelná po omytí. Nebezpečí nákazy zvyšují všechny faktory, které prodlužují vzcházení (Anonym 6).

Kořenomorka bramborová je choroba, která má významný vliv na výnos. Ztráty způsobené touto chorobou dosahují v průměru 10 - 15 %, ale často i více. Ještě významnější jsou však ztráty na kvalitě. Tyto škody se projevují deformacemi, výskytem sklerocií a zvýšeným výskytem zelených hlíz. Napadení kořenomorkou může způsobit až zkorkovatění slupky, či odumírání klíčků. Rostliny napadené kořenomorkou mají svinuté listy, které na vrcholcích žloutnou. Jsou porušena pletiva a je omezen přístup asimilátů do hlíz. Kořenomorka je po plísní bramborové druhou nejvýznamnější chorobou brambor u nás (Ort, 2002).

1.5.3 Mandelinka bramborová - *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)

Mandelinka bramborová *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) patří do třídy *Insecta* (hmyz), řádu *Coleoptera* (brouci), čeledi *Chrysomelidae* (mandelinkovití), rodu *Leptinotarsa* (mandelinka).

Mandelinka bramborová je jedním z nejvážnějších škůdců brambor. V České republice škodí nejvíce v teplejších oblastech, především na jižní a jihovýchodní Moravě a v Polabí, kde často vytvoří dvě generace. V bramborářské oblasti je obvyklá jedna generace, ale v teplých letech se v poslední době vyskytuje i v částečné nebo úplné druhé generaci. Škodí larvy všech vývojových stadií a také brouci, a to okusem listů a stonků, někdy také hlíz vyčnívajících z brázd. Nejvýraznější škody způsobují larvy III. a IV. instaru, tj. nejstarších vývojových stadií. Při silném přemnožení způsobuje holožírý a tím výrazně snižuje výnos. Vedle brambor může tento škůdce napadat i další lilkovité rostliny, například lilek baklažán, rajčata a papriku (Doležal a Hausvater, 2020).

Výskyt a šíření mandelinky bramborové

Mandelinku bramborovou objevil v roce 1811 Thomas Nuttall a následně v roce 1824 ji popsal a pojmenoval Thomas Say ze vzorků získaných z Rocky Mountains v Colorado, kde se vyskytovala na rostlinách z čeledi *Solanaceae* - *Solanum rostratum*. Po zahájení pěstování brambor v této oblasti (1845–1850) se objevila velmi brzo i na nich. Odtud se dále šířila do oblastí na východ až k pobřeží Atlantiku. V roce 1874 se poprvé objevila i v Evropě a to v okolí velkých přístavů, kam byla zavlečena obchodními loděmi. V období první světové války se usídlila a rozšířila ve Francii a následně se začala šířit po celé Evropě. Na území bývalého Československa se prvně objevila v červenci 1945. Následně v padesátých letech došlo na našem území k jejímu silnému

přemnožení. Od této doby se stala i u nás nejvýznamnějším žravým škůdcem bramborové natě. Její teritorium výskytu, které se stále zvětšuje, se v devadesátých letech minulého století odhadovalo na 16 milionů km² v Severní Americe, Evropě a Asii. Její výskyt byl zaznamenán prakticky ve všech bramborářsky vyspělých zemích světa s výjimkou Austrálie a Nového Zélandu (Doležal a Hausvater, 2018).

Morfologie

Dospělec dosahuje velikosti 9–11 mm, má oválné, vypouklé tělo a hnědo-oranžový štít s černými skvrnami. Krovky jsou žluté s černými pruhy, kterých je deset. Zbytek těla je oranžový (Anonym 7). Dospělci kladou žlutavě až oranžově zbarvená vajíčka. Larvy v posledním instaru dorůstají až 15 mm, jsou zprvu světle až tmavočervené, později žlutavé. Na bocích mají po dvou řadách černých skvrn. Typický je pro ně širší vysoce klenutý zadeček (Trnka 2008).



Obrázek č. 4: Samička mandelinky bramborové kladoucí vajíčka na list bramboru (Zdroj č. 4), detail různých vývojových stádií larev při žíru (Zdroj č. 5)

Životní cyklus

Dospělý brouk přezimuje v půdě v hloubce 10–40 cm. Úspěšnost přezimování závisí nejvíce na dostatku a kvalitě potravy v závěru vegetace a také na průběhu zimy. Úspěšnější přezimování je v lehčích písčitých půdách a v méně proměnlivých teplotních a vlhkostních podmínkách. Brouci vylézají ze země obvykle v polovině května po vzestupu teplot v půdě na 14 °C, vyhledávají potravu a páří se. K oplození samic však může dojít již na podzim. Samičky kladou vajíčka na spodní stranu listů ve snůškách s 30–35 vajíčky. Průměrná plodnost jedné samice je 500 vajíček. Embryonální vývoj je závislý na teplotě, při 20 °C se larvy líhnou v průměru za 10 dnů. Larvy prochází čtyřmi vývojovými stupni (instary). Po dokončení vývoje larvy zalézají do země, nejčastěji do hloubky 5–12 cm, kde se kuklí a přibližně po 14 dnech se líhnou dospělci

(letní brouci), kteří mohou být v příznivých teplotních podmínkách základem pro vývoj druhé generace. Část populace však v některých letech vytváří neúplnou nebo úplnou druhou generaci, především v teplejších oblastech (Doležal a Hausvater, 2020).

1.5.4 Drátovci – larvy kovaříkovitých (*Elateridae*)

Drátovci jsou larvy brouků čeledi kovaříkovitých (*Elateridae*), jejichž zařazení do podřádu všežraví (*Polyphaga*) do značné míry svědčí o jejich spektru potravy. Z pohledu ochrany rostlin je důležité zejména to, že ani druhy způsobující škody na hospodářsky významných plodinách nejsou vyhraněnými fytofágy, ale živí se také jako saprofágové, což je důležité vědět v souvislosti se současnou strukturou rostlinné výroby a způsoby hospodaření na zemědělské půdě (Hausvater a Doležal, 2019).



Obrázek č. 5: Larva drátovce na bramborové hlíze (Zdroj č. 6 a 7)

Drátovci způsobují škody u mnoha druhů planých i kulturních rostlin. U brambor vyžírají v hlízách dírky a chodbičky do různé hloubky podle druhu a velikosti larev, které jsou vyplněny tmavým trusem. Převážně škodí larvy vyšších vývojových stádií. Znehodnocují kvalitu především konzumních hlíz a mohou do nich také zanášet některé původce hnilob. Drátovce lze však zastihnout přímo v napadené hlíze jen zřídka, neboť při manipulaci s hlízami při sklizni ji rychle opouštějí a vypadávají do půdy. Výskyt drátovců a jimi způsobených škod je u brambor nejčastější v zahradách a na menších pozemcích sousedících s travními porosty nebo jsou-li brambory vysázeny po pícninách nebo trvalých travních porostech. V posledních letech však poškození hlíz brambor drátovci stoupá. Příčiny pravděpodobně spočívají v klimatických změnách, ale také souvisí s minimalizací obdělávání půdy a se změnou struktury rostlinné výroby (Hausvater et al. 2021).

Na zemědělských plodinách škodí více než deset druhů drátovců, resp. kovaříků. Na bramborových polích se vyskytují nejčastěji druhy rodu *Agriotes* (*A. lineatus* – kovařík obilní, *A. obscurus* – kovařík tmavý, *A. ustulatus* – kovařík začoudlý, *A. sputator* – kovařík locikový), dále pak *Athous haemorrhoidalis* – kovařík narudlý, *Limonius pilosus* – kovařík travní, *Melanotus bummipes* – kovařík hnědonohý a *Adelocera murina* – kovařík šedý (Hausvater a Doležal, 2019).

1.6 Integrovaná ochrana rostlin

Integrovaný systém ochrany rostlin je označován zkratkou IPM (Integrated Pest Management). Tento termín byl poprvé použit v roce 1972 v USA Výborem pro ochranu životního prostředí (Hrdý, 1991). Do zemědělské praxe se začal zavádět již v polovině minulého století, v období prvních větších objevů negativního působení pesticidů na zdraví lidí, zvířat a životní prostředí. Na rozdíl od ekologického způsobu pěstování bio-produktů je jejím cílem integrace všech dostupných metod a postupů pěstování a ochrany kulturních plodin při zachování co nejvyšších výnosů a cenové úrovně potravin a krmiv. Nezavrhuje při ochraně rostlin syntetické pesticidy a umělá hnojiva, ale upřednostňuje šetrnější látky a postupy před agresivními (Kuthan a Trubská, 2017).

Integrovaná ochrana rostlin (IOR) je provázaným komplexem zásad, které na sebe navazují a vytváří tak harmonický celek. V praxi to znamená kombinaci vhodných technologií zpracování půdy, hnojení, volby odrůd, střídání plodin, podpory užitečných organismů, využívání metod prognóz a monitoringu škodlivých organismů, používání biologické ochrany rostlin a kvalifikovaného používání přípravků na ochranu rostlin. V případě konvenčního systému hospodaření má zajistit soulad s principy trvalé udržitelnosti. Úzce souvisí také se systémem integrované produkce a ekologického zemědělství (Anonym 8).

V rámci IOR se jedná o přechod mezi konvenčním a ekologickým systémem hospodaření, kdy se pesticidy smí používat jen v takovém případě, když nelze regulovat populace škodlivých organismů na odpovídající úrovni jiným způsobem. Musí se aplikovat takové pesticidy, které vykazují vysokou specifitu k danému škodlivému organismu a s co nejmenšími vedlejšími účinky na lidské zdraví a životní prostředí (Poncová, 2013).

1.7 Biologická ochrana

Biologická ochrana rostlin je využití živého organismu pro ochranu zdraví rostlin. V širším smyslu, který v současné době převládá, jsou sem řazeny i přípravky, jejichž účinnou složkou jsou i „přírodní látky“, tj. např. produkty metabolismu živočichů, rostlin, bakterií a dokonce i některé minerály (Prokinová, 2017). Povinnost používat výlučně biologickou ochranu mají všichni zemědělci v režimu ekologické produkce. V systémech integrované ochrany rostlin má její uplatnění nejvyšší prioritu. Do této skupiny látek patří nejen biopesticidy, ale také feromony na matení anebo lákání hmyzu, přirozeně se vyskytující organizmy a látky, které zvyšují odolnost rostlin vůči nepříznivým vlivům, škůdcům a chorobám (Kuthan a Trubská 2017).

Vývoji biologických přípravků na ochranu rostlin je systematicky věnována pozornost nejméně od počátku minulého století. Díky silnému rozmachu chemické ochrany byl výzkum biologické ochrany rostlin v 50. letech 20. století potlačen, ale nikoli zastaven. V posledních dvaceti letech je této oblasti věnována stále větší pozornost a tomu odpovídá i poměrně velké množství bioagens (prostředek na ochranu rostlin obsahující makroorganizmy povahy živých parazitů, parazitoidů nebo predátorů mimo obratlovce) a biologických přípravků (prostředek na ochranu rostlin obsahující živé mikroorganizmy nebo jejich živé části), které jsou pěstitelům ve světovém měřítku dostupné (Prokinová, 2017).

Nejširší nabídku dostupných biopesticidů pro brambory lze nalézt ve státech, kde tato komodita je významným exportním artiklem - v Belgii, Holandsku a Velké Británii. Používají se jednak na moření hlíz, ale také na ochranu proti plísni bramboru a proti škůdcům (Kuthan a Trubská 2017). Biologická ochrana proti mandelince využívá přirozených nepřátel. V našich podmínkách patří k nejčastějším predátorům hmyz. Mandelinku napadají také patogenní mikroorganismy, zvláště entomopatogenní houby. Nejen v České republice byly prokázány rezistentní populace mandelinky vůči účinným látkám insekticidů. Vývoj a využití mikrobiálních preparátů proti mandelince by mohlo být řešením problémů s rezistencí mandelinky bramborové a vytvoření alternativy k chemickým širokospektrálním insekticidům s využitím v ekologickém zemědělství a mohlo by přispět k udržitelné produkci brambor (Hussein et al., 2016).

1.7.1 Mykoparazitické houby v biologické ochraně

Mykoparazitické houby jsou definovány jako houby napadající jiné houby a jsou přirozenými nepřáteli fytopatogenních hub, jelikož mají schopnost zasahovat do jejich životních procesů. Jejich přítomnost v půdním ekosystému zvyšuje jeho stabilitu a předpokládá se, že je podstatou supresivní schopnosti půd (Prokinová, 1996). V závislosti na způsobu výživy a mechanismu účinku lze mykoparazity rozdělit do dvou hlavních skupin. V jedné skupině, kam patří např. rody *Trichoderma* spp. a *Clonostachys* spp., mykoparazité zabíjejí své hostitele a mají většinou široké spektrum taxonomicky různorodých hostitelů. Používají k tomu různé mechanismy účinku, jako je přímé napadení hyf hostitele hydrolytickými enzymy, produkce látek antibiotické povahy a exotoxinů nebo kompetice o živiny a prostor. Druhou skupinu tvoří druhy, které se specializují pouze na jeden nebo několik cílených patogenů. Svého hostitele hned neusmrcují, ale získávají živiny z žijícího mycelia, takže se z počátku může zdát, že k napadení ani nedošlo. K těmto mykoparazitům patří např. *Ampelomyces quisqualis* parazitující na původcích padlí, nepatogenní *Fusarium* nebo *Sporidesmium sclerotiorum* parazitujícím na sklerociích *Sclerotinia sclerotiorum* (Ondráčková et al., 2019).

Z celosvětového hlediska jsou k výrobě komerčních biologických přípravků nejčastěji využívány druhy rodu *Trichoderma* spp. Z dalších mykoparazitických hub se pro výrobu přípravků využívají druhy *Clonostachys rosea*, *Pythium oligandrum* nebo *Coniothyrium minitans* (Ondráčková et al., 2019).

V českém registru přípravků na ochranu rostlin se nacházejí přípravky obsahující mykoparazitické houby - *Coniothyrium minitans* (Contans WG), *Pythium oligandrum* (Polyversum), *Trichoderma harzianum* (Trianium-P), *Trichoderma atroviride* (Vintec) a *Trichoderma asperellum* (Xilon) (eAgri Registr přípravků na ochranu rostlin, 2022). Kromě registru přípravků na ochranu rostlin je možné přípravky obsahující mykoparazitické houby nalézt také v registru hnojiv, kde jsou registrovány jako pomocné rostlinné přípravky nebo pomocné půdní látky. Jedná se např. o přípravky Gliorex, Clonoplus, Rizocore s účinnými složkami hub *Clonostachys rosea*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* nebo jejich kombinace (Ondráčková et al., 2019, eAgri Registr hnojiv, 2022).

Rod *Trichoderma*

Rod *Trichoderma* reprezentuje široce polyfágní mykoparazitické a antagonistické druhy hub, které parazitují na mnoha druzích původců houbových onemocnění rostlin

náležících do oddělení *Basidiomycota* (např. *Rhizoctonia*), oddělení *Ascomycota* (např. *Sclerotinia*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Alternaria*, *Phoma* aj.) a houbám podobným organismů říše *Chromista*, *Peronosporomycota*=*Oomycota* (*Aphanomyces*, *Pythium*, *Phytophthora*) (Bohatá, 2021).

Druhy hub patřící do rodu *Trichoderma* se vyskytují po celém světě a lze je snadno izolovat z půdy, rozkládajícího se dřeva a organické hmoty. Potenciál tohoto rodu v biologické kontrole proti patogenům poprvé popsal Weindling v roce 1932. V průběhu let se ukázalo, že je velmi účinný v boji proti různým rostlinným patogenům (Al-Mughrabi, 2008).

Houby rodu *Trichoderma* jsou fakultativní saprotrofové, to znamená, že jsou schopny parazitovat hostitele a následně růst a čerpat živiny z odumřelého hostitele. Příkladem je schopnost parazitovat sklerocia houby *Sclerotinia sclerotiorum*, kde po určité fázi parazitismu je vidět růst mycelia na povrchu sklerocia. Barva mycelia je typicky zelená. Mezi nejvýznamnější druhy patří *Trichoderma harzianum*, *T. atroviride*, *T. hamatum*, *T. aspergillum*, *T. polysporum*, *T. virens*, *T. viride* (Bohatá, 2021).

Houby *Trichoderma* jsou účinné jak na půdní patogeny, tak i na patogeny vyskytující se ve fytoplánu (Monte, 2001). Úspěch druhů *Trichoderma* jako biologické agens je postaveno zejména na jejich vysoké reprodukční schopnosti, schopnosti přežít v nepříznivých podmínkách, využití živin, možnosti modifikace rhizosféry, silné agresivité resp. účinnosti proti fytopatogenním druhům hub. Tyto vlastnosti pak umožňují osidlovat různorodé habitaty v různě vysoké populační hustotě (Chet et al., 1997).

V zahraničí existuje celá řada biopreparátů na bázi této houby používaných buď jako biofungicidy ve formě foliárních aplikací, anebo jako součástí mořidel. Velké množství produktů je registrováno v kategorii pomocných látek. Jejich použití je zejména jako půdní kondicionéry ve sklenicích, okrasných a lesních školkách, při pěstování zeleniny, ale v neposlední řadě také u polních plodin, jako jsou luskoviny, slunečnice, kukuřice a dalších (Kuthan, 2018).

V ČR je evidováno několik pomocných rostlinných přípravků na bázi hub rodu *Trichoderma*. Pro přímou aplikaci jsou tyto produkty registrovány pro skleníkové i venkovní kultury. Nejčastěji je pěstitelé využívají v režimech integrované produkce nebo ekologického zemědělství v boji proti široké škále fytopatogenních druhů hub. Biopreparáty se mohou aplikovat i preventivně do půdního prostředí, protože houby rodu *Trichoderma* se mohou vyvíjet i na posklizňových zbytcích. Jedná se o vynikající

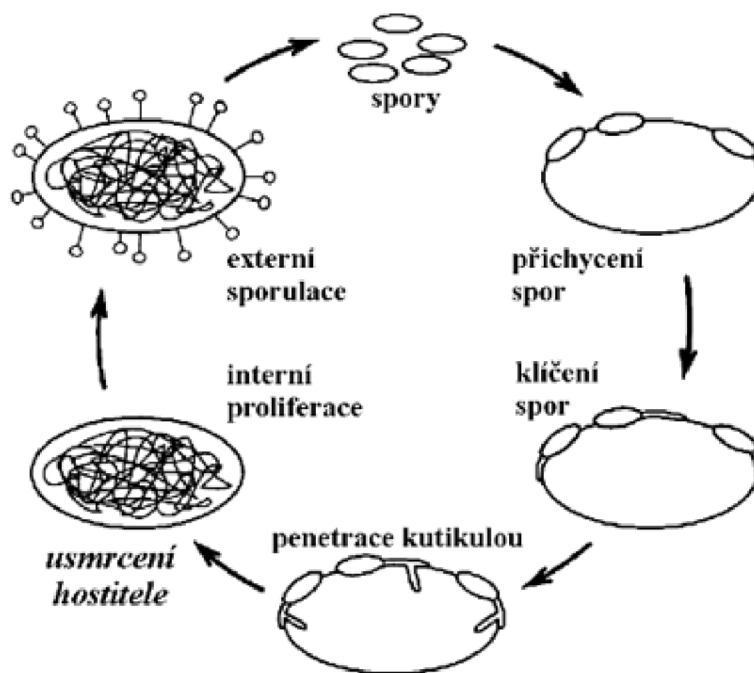
fakultativní saprotrofy (Bohatá, 2021). Z produktů, které tento druh obsahují lze jmenovat preparát *Gliorex* s druhy *Trichoderma* a *Clonostachys* a v roce 2017 nově zavedený mikrogranulovaný pomocný přípravek Pannon Starter Perfect, který kromě účinného kmene *T. asperellum* obsahuje anorganickou složku rychle přístupného fosforu (Kuthan, 2018).

1.7.2 Entomopatogenní houby v biologické ochraně

Entomopatogenní houby jsou běžnou součástí půdy a parazitují na škůdcích ze všech řádů hmyzu, nejčastěji na druzích z řádů ploštice, rovnokřídlí, třásnokřídlí, stejno-křídlí, motýli, brouci a dvoukřídlí. Některé houby jsou široce polyfágní a parazitují nejen na zástupcích z mnoha řádů hmyzu, ale i na fytofágních roztočích a některých druzích háďátek (Inglis et al., 2001). Vzhledem k vzrůstajícímu zájmu o redukci škodlivých činitelů pomocí biologických metod ochrany rostlin je velká pozornost směřována i na entomopatogenní houby, které představují jednu z nejvýznamnějších skupin přirozených nepřátel prakticky všech druhů škodlivého hmyzu (Roy a Cottrell, 2008).

Houby infikují nejčastěji larvy, méně potom dospělce nebo vajíčka. Na rozdíl od jiných entomopatogenních organismů (bakterie, viry), které obvykle vstupují do těla hostitele pasivně s potravou, jsou entomopatogenní houby schopny infikovat svého hostitele nejčastěji přímou penetrací přes jeho exoskelet a kutikulu (Augustyniuk-Kram a Kram, 2012). K této funkci jsou vybaveny enzymatickým aparátem, tvořeným lipázami, proteázami a chitinázami. Tyto enzymy považujeme za indikátory virulence (Sánchez-Pérez et al., 2014). Kromě přímé penetrace kutikulou využívají entomopatogenní houby k pronikání do tělní dutiny i přirozené otvory, jako jsou dýchací otvory a řitní nebo ústní otvor (Ondráčková et al., 2017). Vývojový cyklus entomopatogenních hub se skládá z parazitické (infekce hostitele a následná smrt) a saprotrofní fáze (po smrti hostitele) života. Patří sem uchycení virulentních konidií na povrch těla hostitele, klíčení, penetrace, proces rozpoznávání, který vyúsťuje v přijetí patogenu a navázání parazitického vztahu mezi hostitelem a patogenem, množení v hostiteli, usmrcení a tvorba nových infekčních struktur (Kůdela 1989).

Je popsáno kolem 750 druhů, které mohou infikovat hmyz nebo roztoče. Známe celou řadu této skupiny hub, na jejichž bázi se vyrábí komerční biopreparáty (Landa, 2002).



Obrázek č. 6: Vývojový cyklus entomopatogenních hub (Landa et al., 2008)

Ve světě se v biologické ochraně proti hmyzím škůdcům nejčastěji využívají entomopatogenní houby rodu *Beauveria* (např. přípravky Mycotrol, Nutri-Life Myco-Force), *Isaria* (např. přípravky Mycomite, NoFly, PreFeRal[®]WG), *Metarhizium* (např. přípravky Biocane, Bio-Blast, Met52 EC) a *Lecanicillium* (např. přípravky Mycotal, Mealikil, Vertalec, Ecocill). Některé přípravky jsou registrovány jen pro určitou skupinu škůdců, např. Mycotal (*Lecanicillium muscarium*) proti molícím, jiné jsou určeny pro potlačení širšího spektra hostitelů. Například u přípravku Mealikil[®]Plus s účinnou složkou *Verticillium lecanii* (nově *Lecanicillium lecanii*) se uvádí účinnost proti molícím, mšicím, třásněnkám, moučným červům a roztočům (Ondráčková et al., 2017).

Z hlediska využití entomopatogenních hub, jakožto součásti biologické ochrany rostlin, poskytuje velkou výhodu fakt, že entomopatogenní houby jsou naprosto přirozenou součástí půdního prostředí. Půda jako taková jim poskytuje ideální podmínky, kde jsou chráněny před extrémními teplotami a slunečním zářením a je také přirozenou lokalitou výskytu potenciálních hmyzích hostitelů (Humber, 2008).

Rod *Metarhizium*

Rod *Metarhizium* je půdní saprofyt a zcela běžně se vyskytuje v zemědělských i nezemědělských půdách a v lesních ekosystémech v celé oblasti mírného pásma. Nedávno

bylo zjištěno, že houby rodu *Metarhizium* žijí v těsné asociaci v rhizosféře s kořeny rostlin a přežívají v jejich blízkosti lépe, než když se vyskytují jen volně v půdě (Bruck, 2005). Mezi nejvýznamnější druhy rodu *Metarhizium* patří *Metarhizium anisopliae*, *M. brunneum*, *M. flavoviride*, *M. majus*, *M. minus*, *M. album* a další. Houby rodu *Metarhizium* se u nás v ČR přirozeně vyskytují pouze v půdním prostředí, kde jsou schopny infikovat různé druhy hmyzu vázané výhradně na půdní prostředí nebo druhy, které alespoň část svého vývoje prodělávají v půdě (např. larvy kovaříků „drátovci“, larvy lalokonosců, larvy chrousta obecného „ponravy“, nymfy třásněnek, přezimující stádia dospělců) (Zimmermann, 2007). V současné době není v ČR registrován žádný biopreparát na bázi *M. anisopliae*. Nicméně, firma Forestina vyrábí v ČR supresivní substráty, do kterých jsou vmíchávány konidie houby *Metarhizium anisopliae* spolu s konidiami mykoparazitické houby *Trichoderma virens*. V Evropě a USA je registrován biopreparát Met52 na bázi *M. anisopliae* (překlasifikováno na druh *M. brunneum*), který je určen k regulaci populací třásněnek, molic, roztočů na rychlené zelenině a okrasných květinách ve sklenících a zároveň proti larvám brouků z čeledi nosatcovití (např. lalokonosci) škodících na kořenových systémech rostlin nebo trávníků. Zároveň je biopreparát registrován proti klíšťatům (Bohatá, 2021).

Druh *M. brunneum* (= formálně *M. anisopliae*) se vyznačuje tím, že je široce polyfágní. Parazituje na široké škále hmyzu, ale v závislosti na jednotlivých kmenech *M. brunneum* může napadat i daného specifického hostitele. Napadá až 200 druhů členovců náležejících do více než 50 řádů, rovnokřídlí (*Orthoptera*), dvoukřídlí (*Diptera*), polokřídlí (*Hemiptera*), motýli (*Lepidoptera*) a brouci (*Coleoptera*). Entomopagenní houba *M. brunneum* se používá na ochranu proti hmyzu v mnoha zemích hlavně ve Spojených státech amerických, Brazílii, Austrálii a Filipínách (Bischoff et al., 2009). Pro výrobu biopreparátů se využívají konidie houby. Konidie *M. brunneum* jsou hydrofobní (Shahid et al., 2012), hranolovité, na obou koncích zaoblené (velikost 5-8 x 2,5-3,5 µm), a tvoří řetízky. Jsou zelenošedé až olivově zelené (Landa et al., 2008). Produkce konidií se odehrává v in vitro systémech povrchových kultivací na umělých živných půdách nebo na přirozených substrátech (Landa, 2002). Většina mykoinsekticidů je založená na bázi této houby. Ze 171 mykoinsekticidů a mykoakaricidů je 61 výrobků na bázi *M. anisopliae* (Faria a Wraight, 2007).

2 Cíle bakalářské práce

Cílem bakalářské práce je sledovat vliv biologického ošetření sadby pomocí entomopatogenní houby *Metarhizium brunneum* (starší název *Metarhizium anisopliae*) a mykoparazitické houby *Trichoderma virens* na výnosotvorné prvky a vlastní výnos brambor. V průběhu vegetace byly hodnoceny následující parametry:

- ✓ počet rostlin na ploše,
- ✓ počet stonků připadajících na jednu rostlinu,
- ✓ počet hlíz na jeden trs,
- ✓ počet hlíz na jeden stonek,
- ✓ průměrná hmotnost jedné hlízy,
- ✓ stanovení skutečného a teoretického výnosu,
- ✓ sledování výskytu mandelinky bramborové a celkového zdravotního stavu porostu.

3 Materiál a metodika

3.1 Charakteristika vybrané odrůdy lilku brambor (*Solanum tuberosum*)

K založení pokusu byla v roce 2018 vybrána odrůda Adéla, které patřila mezi nejoblíbenější a nejchutnější odrůdy brambor. Udržovatelem odrůdy je Selecta Pacov a.s., vyšlechtěná byla v České republice a proto má na našem území ideální podmínky k pěstování a na českých polích a zahrádkách se jí daří velmi dobře. Základem bylo křížení ZLATA x HR 8/50 - 76. Tato odrůda je velice odolná virovým chorobám a plísni bramboru (*Phytophthora infestans*) (Anonym 9).

Adéla je raná konzumní odrůda. Dosahuje vysokého výnosu oválných hlíz se sytě žlutou dužninou a žlutou hladkou slupkou. Odrůda Adéla byla vybrána z důvodu stabilního výnosu i za horších a méně příznivých podmínek, kde vykazovala nejlepší výnosy i za velmi suchých let. Je velmi vhodná k dlouhodobému skladování (Anonym 10). Její sytě žlutá dužnina, všestranné využití v kuchyni a její velmi kvalitní chuť si zasloužila vysoký zájem mezi zákazníky. Konzumní jakost je varného typu B/A, struktura pevná, po uvaření netmavne. Má vysokou odolnost virovým chorobám a plísni bramborové. Hlízy jsou odolné mechanickému poškození a obecné strupovitosti.

3.2 Kmeny užitečných druhů hub

V pokusu byl k moření sadby použit kmen MKC 110 112 entomopatogenní houby *Metarhizium brunneum*, který byl odizolován z půdy v roce 2010 na poli s konvenčním systémem hospodaření u obce Stráž nad Nežárkou. Kmen byl izolován pomocí selektivní živné půdy na bázi dodine a čistá kultura byla přečištěna. Kmen byl inkorporován do alginátových pelet. Kmen GL-21 mykoparazitické houby *Trichoderma virens* byl re-izolován z komerčního biopreparátu SoilGard, který vyrábí americká firma Certis USA, LLC. Čistý kmen GL-21 je uchováván ve formě alginátových pelet při -20°C ve sbírce. Oba kmeny jsou ve sbírce vláknitých hub na Katedře rostlinné výroby, FZT JU dlouhodobě uchovávány při teplotě -20°C.

3.3 Adhezivum

Pro moření hlíz byl použit 1% roztok karboxymethylcelulózy (Sigma Aldrich), který sloužila k přichycení spor houby *M. brunneum* a *T. virens* na povrch sadbových hlíz bramboru.

3.4 Proces moření

Spory obou druhů hub byly získány přelitím plně vysporulovaného povrchu kmenů Gl-21 a MKC 110 112 narostlých na plotnách PDA (Potato dextrose agar) sterilním roztokem 0,05% Tween 80. Získaná suspenze každé houby byla přefiltrována přes sterilní gázu a pomocí Neubauerovy počítací komůrky byl stanoven titr, který byl adjustován na finální koncentraci 2×10^7 spor v 1ml.

Z prášku karboxymethylcelulózy byl připraven 1 % roztok, který byl v poměru 1:1 (v/v) smíchán se suspenzí spor kmenů buď entomopatogenní houby *M. brunneum* (MKC 110 112) nebo mykoparazitické houby *T. virens* (kmen Gl-21) adjustované na titr 2×10^7 spor v 1 ml suspenze. Smícháním vznikl 0,5% roztok adheziva o koncentraci 1×10^7 spor v 1 ml. Po vytvoření finální směsi byl „tankmix“ ponechán po dobu 30 minut a pak byla směs použita k moření sadby mokrou cestou.

Sadbové hlízy byly důkladně obaleny jednotlivými roztoky (mořící jíchou). Po důkladném obalení byly hlízy umístěny na síta, kde byly sušeny pomocí aktivního proudu vzduchu ve flow-boxu (Biohazard, KRD, 43 s.r.o.). Hlízy musí být důkladně osušeny, aby nedošlo během skladování k nežádoucímu klíčení spor. Po osušení byly hlízy jednotlivých variant přeneseny do sterilních plastových sáčků a uloženy do mrazicího boxu až do doby začátku experimentu. Sadba ošetřená užitečnými houbami musí být vystavena nízkým teplotám, aby nedošlo k naklíčení spor či jejich rychlé inaktivaci působením vyšší (pokožové) teploty.

3.5 Charakteristika pokusného pole

Pro hodnocení všech uvedených parametrů pokusu bylo založeno pokusné políčko na soukromé farmě v obci Krč u Protivína ležící v jižních Čechách 18 km od okresního města Písek. Farma hospodaří na parcelách o výměře 50 ha v okolí obce Krč. Katastrální území Krč u Protivína se nachází v obilnářské výrobní oblasti v nadmořské výšce 383 m. n. m.

Pro pokus byl vybrán půdní blok 8908.4. Na experimentálním pozemku se nachází středně těžká půda, písčitohlinitá až hlinitá půda, kde obsah jílu je 25 až 45 %. Dle zpracovatelnosti patří mezi půdy střední, na kterých je nejlepší vsakování vody do půdy, které pak příznivě ovlivňuje růst rostlin, kdy rostliny dokáží lépe hospodařit s vodou.

U: 67965

Uživatel: 67965 JI: 1001350634 SZR ID: 1006961791

Obchodní jméno: **Martin Sobolík** Exporty

Adresa: **Protivín, Krč 103, 39811**

DPB Zem. parcely Areály Prac. zákresy Včely v okolí Dotace GPŽ Provozovny

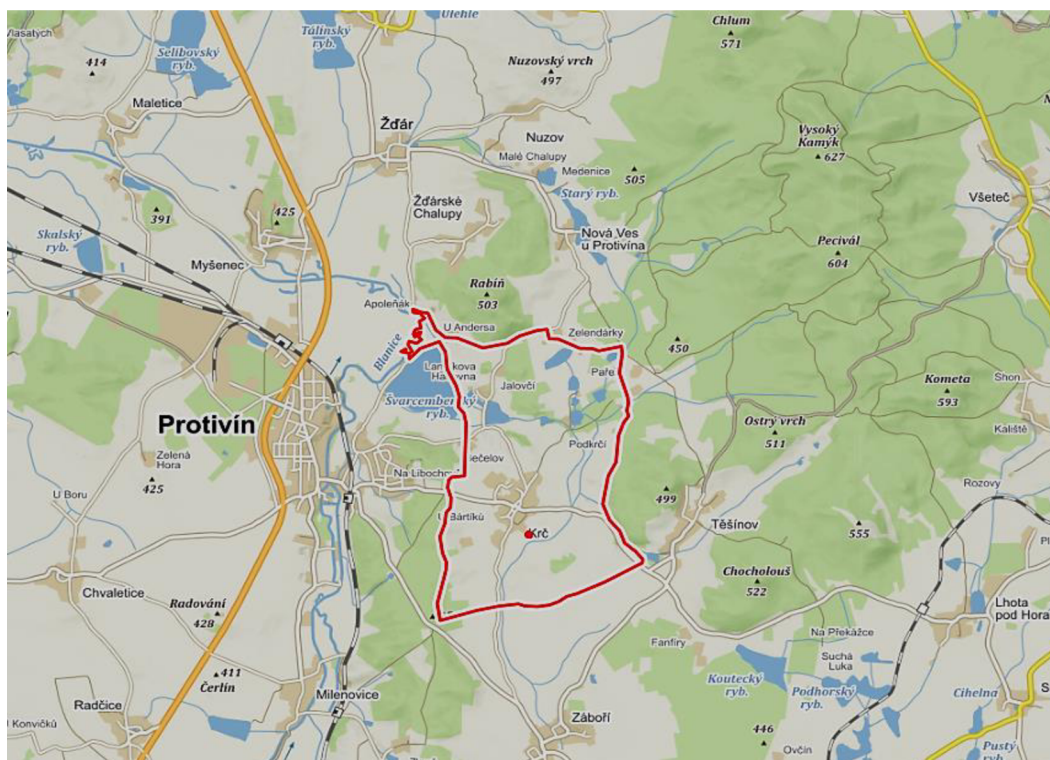
Počet všech účinných: **13** Výměra všech účinných: **41,45**

účinné rozprac. návrhy kolizní zak. farmář nejisté eko nejisté ENVI historie koš

Počet: **13** Výměra (ha): **41,45**

	Příslu	Čtverec	Kód	Vým.	Způs. vým.	Kul.	U/č	Eko.	N	Úč. Od
🔍	PI	760-1130	6801/14	0,89	0,89	T		KONV	-	02.06.20
🔍	PI	760-1130	6904/4	1,03	1,03	R		KONV	-	02.06.20
🔍	PI	760-1130	7902/10	4,00	4,00	T		KONV	-	11.06.20
🔍	PI	760-1130	7902/9	4,84	4,84	T		KONV	-	01.01.21
🔍	PI	760-1130	8908/3	3,34	3,34	T		KONV	-	02.06.20
🔍	PI	760-1130	8908/4	1,66	1,66	R		KONV	-	02.06.20
🔍	PI	760-1140	7006/4	0,50	0,50	T		KONV	-	02.06.20
🔍	PI	760-1140	8101/32	3,95	3,95	G		KONV	-	02.06.20
🔍	PI	760-1140	8101/35	0,55	0,55	R		KONV	-	01.01.21
🔍	PI	760-1140	8102	5,98	5,87	R		KONV	-	10.12.20
🔍	PI	760-1140	9001/26	6,38	6,38	G		KONV	-	02.06.20
🔍	PI	770-1130	4703/4	6,00	6,00	R		KONV	-	16.11.19
🔍	PI	770-1130	5501/3	2,33	2,33	R		KONV	-	02.06.20

Obrázek č. 7: Záznam pokusného pole z portálu veřejného registru půdy (LPIS)



Obrázek č. 8: Mapa pokusné lokality



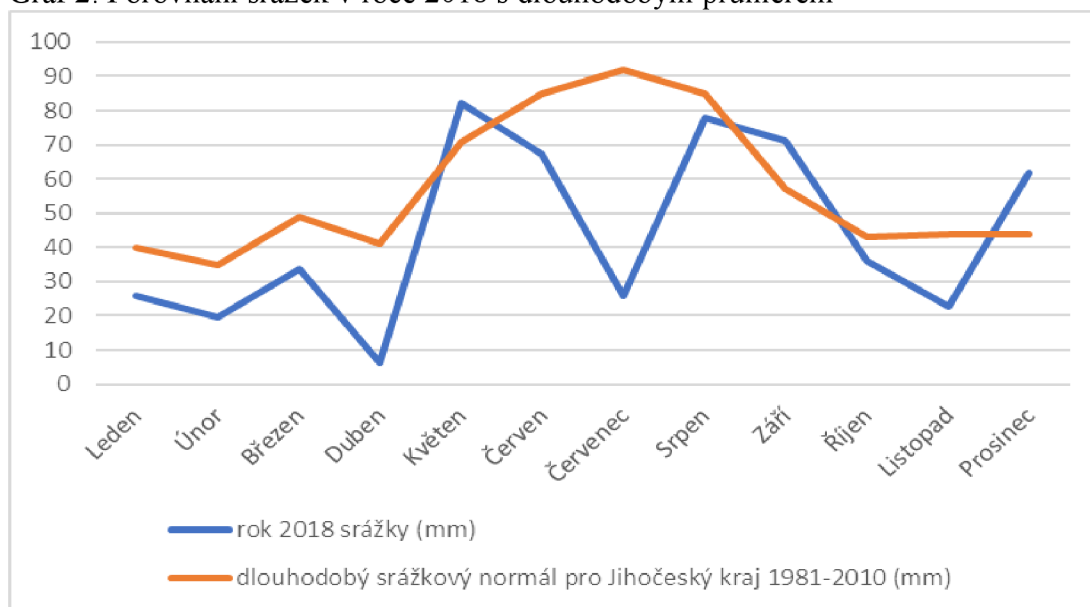
Obrázek č. 9: Letecký snímek pokusného pole

3.6 Klimatické podmínky pokusné lokality

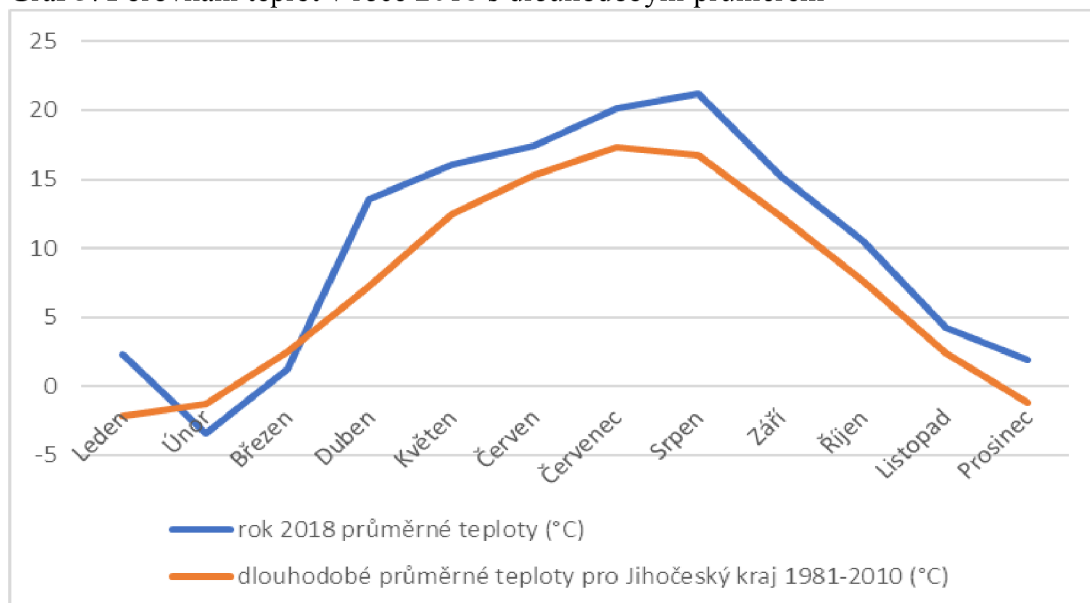
Průměrná roční teplota byla v blízkosti lokality v roce 2018 přesně 10 °C. Nejteplejším měsícem roku byl srpen s průměrnou teplotou 21,2 °C a naopak nejchladnějším měsícem byl únor s průměrnou teplotou -3,4 °C.

Relativní průměrná vlhkost vzduchu v roce 2018 byla na 73 %, úhrn srážek v této oblasti byl 530,7 mm. V pokusné lokalitě bylo v květnu zaznamenáno krupobití, které však nezpůsobilo na porostu brambor významné škody. Hodnocené prvky jsou zaznamenány v následující tabulce.

Graf 2: Porovnání srážek v roce 2018 s dlouhodobým průměrem



Graf 3: Porovnání teplot v roce 2018 s dlouhodobým průměrem



Tabulka 2: Meteorologický záznam pro pokusnou lokalitu z meteorologické stanice v Temelíně pro rok 2018, vzdálená cca 9 km od experimentálního pole (ZDROJ ČHMÚ)

Temelín 2018														
měsíc/prvek		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	průměr/součet
Klimatologické prvky	Relativní průměrná vlhkost [%]	84	78	75	58	66	71	60	59	73	77	91	89	73
	Průměrná teplota [°C]	2,3	-3,4	1,2	13,5	16,1	17,4	20,1	21,2	15,2	10,5	4,2	1,9	10,0
	Suma slunečního svitu [hod.]	49,1	76,4	78,5	256,5	249,4	187,6	266,6	282,8	219,7	148,6	62,9	27,0	1905,1
	Úhrn srážek [mm]	25,9	19,7	33,8	6,3	82,3	67,2	25,8	78,0	71,4	35,9	22,6	61,8	530,7
počet dnů s jevem	blízká bouřka	0	0	0	1	3	1	2	4	0	0	0	0	11
	blýskavice, hřmění	0	0	0	0	5	2	3	5	2	0	0	0	17
	bouřka	0	0	0	1	8	2	5	4	2	0	0	0	22
	děšť	17	5	15	12	16	16	11	11	11	10	15	17	156
	húlava	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	jinovatka, jini	0	2	3	0	0	0	0	0	2	2	3	0	12
	kouřmo	20	18	15	5	12	8	7	5	15	13	27	20	165
	kroupy	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	mlha	9	3	4	1	4	2	5	4	10	12	13	8	75
	náledí	5	7	2	0	0	0	0	0	0	0	1	4	19
	ledovka	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	6
	vítr nárazový	7	0	2	10	2	4	1	3	2	7	0	7	45
	rosa	1	0	0	16	4	7	3	4	17	11	3	0	66
	sněžení	11	15	14	0	0	0	0	0	0	0	4	12	56
	srážky	22	18	25	12	16	16	11	11	11	10	17	25	194
vítr silný	1	0	0	1	0	0	0	1	1	2	0	0	6	

3.7 Příprava půdy

Předplodinou na experimentálním pozemku byla pšenice ozimá (*Triticum aestivum* L.) odrůda Turandot, kdy ihned po její sklizni v roce 2017 byla provedena podmítka diskovým podmítačem POTTINGER TERRADISC 3501. Na podzim byl na pozemek aplikován chlévský hnůj. Po aplikaci hnoje byla do 2 hodin provedena hluboká orba (24 - 30 cm) pomocí 5ti-radličního neseného pluhu KUHN VARI MASTER. Na jaře 2018 byl pro drcení hrud a dokonalé urovnání pozemku použit kompaktor BEDNAR SWIFTER SO6000. Těsně před sázením hlíz byla aplikována průmyslová hnojiva a poté byl pokusný pozemek nakypřen kultivátorem do hloubky 14-18 cm.

3.8 Založení pokusu

Pokus měl 3 varianty. První varianta spočívala v moření sadby pomocí entomopatogenní houby *Metarhizium brunneum*, druhá varianta mořením pomocí mykoparazitické houby *Trichoderma virens* a třetí varianta sloužila jako kontrola, kde byly vysázeny neošetřené hlízy. Každá varianta měla 3 opakování. Na jedné pokusné parcele byly vysázeny mořené nebo nemořené hlízy ve 4 řádcích o délce 2,5 m. Jedna pokusná parcela měla tak plochu 7,5 m² (délka řádku x šířka parcely = 2,5x3,0 m).

Založení pokusných parcel a výsadba byla realizována 25. 4. 2018. Na každou jednotlivou parcelu bylo vysázeno 40 hlíz. Hlízy byly založeny ve sponu 75 cm x 25 cm v hloubce 10-12 cm od vrcholu hrůbků, tak aby hustota porostu byla v rozmezí 45 000 – 55 000 rostlin na hektar. Sázení hlíz bylo provedeno ručně bez použití jakékoliv mechanizace. Mezi pokusnými parcelami byla část osázena (3 hlízy v řádce) nemořenou sadbou odrůdy Adéla. Na okraji byly pokusné parcely odděleny 1,5 metru a 2 řádky, které oddělovaly od sebe jednotlivé parcely. Každá parcela byla ohraničena 1 metrem, kdy v okolí parcely byly nasázeny 3 hlízy nemořenou sadbou odrůdy Adéla (plánek pokusu obrázek č. 10).

3.9 Vzcházení

Vzcháživost je základním kritériem sadby a závisí na podmínkách prostředí a na vitalitě sadby. Vyjadřuje se počtem vzejitých rostlin z celkového počtu vysázených hlíz a udává se v %. Sčítání vyvinutých rostlin bylo provedeno vizuálně v růstové fázi 15 BBCH, kde byly sečteny všechny rostliny na všech 9 pokusných parcelách.

	Kontrola		<i>Trichoderma</i>		<i>Metarhizium</i>	
	<i>Metarhizium</i>		Kontrola		<i>Trichoderma</i>	
	<i>Trichoderma</i>		<i>Metarhizium</i>		Kontrola	

Obrázek č. 10: Schéma založení pokusu

3.10 Výživa a hnojení

Jak bylo uvedeno výše, na podzim byl použit vyzrálý chlévský hnůj v dávce $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a ihned zapraven do půdy hlubokou orbou. Na jaře jako základní dávka bylo použito hnojivo NPK (15 % N, 15% P, 15% K) v dávce $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a LAV (ledek amonný s vápencem 27 % N) v dávce $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. V době vegetace bylo aplikováno listové hnojivo FERBIFLOR na bázi výluhu z vermikompostu. První aplikace byla ve fázi 25-30 BBCH v dávce $2,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Druhá a třetí aplikace ve fázi uzavření porostu respektive v době kvetení v dávce $2,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$.



Obrázek č. 11: porost v růstové fázi 25-30 BBCH (foto: Martin Sobolík)



Obrázek č. 12: Porost bramboru na experimentálních parcelách v růstové fázi 49 - 51 BBCH (foto: Martin Sobolík)

3.11 Monitoring a ošetření porostu během vegetace

Kontrola porostu brambor byla prováděna 3x týdně, sloužila k monitoringu výskytu mandelinky bramborové (*L. decemlineata*) a plísně bramboru (*P. infestans*). Ošetření porostu brambor na pokusných parcelách bylo řešeno v souladu se „Zásadami integrované ochrany rostlin (IOR)“ podle Vyhlášky 205/2012 Sb. Ošetření pomocí pesticidů bylo provedeno proti plevelům, mandelince bramborové (*L. decemlineata*) a plísni bramboru (*P. infestans*). U mandelinky bramborové byla kontrola prováděna z důvodu zjištění prvního výskytu a následně stanovení kritického čísla, aby nedošlo k překročení prahu škodlivosti. Na základě realizovaného monitoringu byly provedeny aplikace insekticidů. Porost byl třikrát preventivně ošetřen fungicidy proti plísni bramboru. Během regulace škodlivých činitelů byla dodržena antirezistentní strategie jak proti mandelince bramborové, tak i plísni bramboru.

Tabulka 3: Termíny ošetření a použité přípravky

10. 5. 2018	vláčení hřbovými bránami, aby došlo k roztažení hrubku a rovnoměrnému vzcházení rostlin
15. 5. 2018	proorávka, neboli přihrnutí zeminy k rostlinám
16. 5. 2018	postemergentní aplikace herbicidu SENCOR 70 WG (<i>metribuzin</i>)
3. 6. 2018	první postřik proti plísni bramboru přípravkem VALBON (<i>benthiavalicarb, mancozeb</i>)
8. 6. 2018	první postřik insekticidem MOSPILAN 20 SP (<i>acetamiprid</i>)
19. 6. 2018	druhý postřik fungicidů proti plísni bramboru RANMAN TOP (<i>cyazofamid</i>)
25. 6. 2018	druhý postřik insekticidem NURELLE D (<i>chlorpyrifos, cypermethrin</i>)
11. 7. 2018	třetí postřik fungicidu proti plísni bramboru VALBON (<i>benthiavalicarb, mancozeb</i>)

3.12 Stanovení počtu stonku na rostlinu

U každé pokusné parcely bylo náhodně vybráno 5 rostlin, u kterých se zaznamenával počet stonků. Pomocí přepočtu byl stanoven průměrný počet stonků na 1 rostlinu u každého opakování všech sledovaných variant.

3.13 Stanovení výnosotvorných ukazatelů před sklizní

Před vlastní sklizní dne 21. 9. 2018 bylo z každé pokusné parcely náhodně vybráno 5 rostlin a ty byly sklizeny samostatně. Vykopané hlízy z každé rostliny byly umístěny do samostatného pytle. Vykopání brambor bylo děláno šetrně, aby nedošlo k mechanickému poškození jednotlivých hlíz. Následně u nich byl stanoveny zdravotní stav hlíz, výnosotvorné prvky a přepočítán teoretický výnos.

U každé hodnocené rostliny všech opakování byl stanoven počet hlíz a jednotlivé hlízy byly samostatně váženy. Ze získaných údajů byl vypočten průměrný počet hlíz na jeden stonk a na základě hmotnosti hlíz přepočítán teoretický výnos na hektar.

3.14 Sklizeň a stanovení výnosu a podílu tržních hlíz

Před sklizní nebyla provedena desikace, ani následné rozdrcení natě. Důvodem bylo, že v roce 2018 bylo suché období, a tím nebylo zapotřebí likvidace natě z důvodu smytí zoospor do půdy. Sklizeň na jednotlivých pokusných parcelách probíhala ručně, kdy byly hlízy vykopávány motykou.

Zbylé rostliny byly následně v průběhu tří dnů z každé varianty a opakování sklizeny. Vykopané hlízy z každé parcely byly umístěny do samostatného pytle a následně zváženy. Přepočtem byl pro každou pokusnou parcelu stanoven skutečný výnos hlíz a následně průměrný skutečný výnos na variantu. Podíl tržních hlíz se stanovil z velikosti, kvality a vzhledu hlíz, kdy byly hlízy z každé pokusné parcely tříděny dle velikosti do kategorií (konzumní, sadba, odpad) a kategorie byly samostatně zváženy.



Obrázek č. 13: Kontrola rostlin během vegetace (foto: Martin Sobolík)



Obrázek č. 14: Sklizeň brambor po dvouřádkovém teku (foto: Martin Sobolík)

3.15 Statistická analýza

Získaná data výnosotvorných prvků byla podrobena jedno nebo dvou-faktorové analýze rozptylu (ANOVA) pomocí softwaru pro statistickou analýzu (StatSoft Inc. 2007). Rozdíly mezi středními hodnotami byly porovnány pomocí Tukeyho testu ($P < 0,05$).

4 Výsledky

Pokus s biologicky mořenou a nemořenou sadbou byl založen na pokusných parcelách o velikosti 7,5 m². Na začátku vegetace byla stanovena vzcházivost rostlin. Na pokusných parcelách byla ve všech variantách a všech opakování zaznamenána 100% vzcházivost. Což bylo dáno kvalitní uznanou sadbou odrůdy Adéla a optimálními vlhkostními a srážkovými podmínkami při vzcházení. Na základě vzcházivosti byl stanoven počet rostlin na hektar. Z výpočtu vychází, že na hektar teoreticky vzešlo 53.333 rostlin. V průběhu vegetace bylo na každé pokusné parcele (3 varianty, 3 opakování) vybráno 5 rostlin. U každé rostliny byl stanoven počet stonků, následně byl spočítán průměr na 1 rostlinu. Zároveň byl v průběhu vegetace proveden monitoring výskytu mandelinky bramborové v porostu ve dvou termínech (8. 6. 2018 a 25. 6. 2018) a byl v porostu sledován výskyt plísně bramboru. V poslední fázi pokusu tj. při sklizni bylo vybráno nejprve 5 rostlin z každé varianty. Každá z rostlin byla samostatně sklizena, a u ní stanoven přesný počet hlíz, které byly jednotlivě měřeny a váženy. Každá hlíza byla podrobena kontrole zdravotního stavu, konkrétně výskytu vločkovitosti. Následně byl porost z jednotlivých opakování všech variant ručně sklizen a stanoven celkový skutečný výnos hlíz.

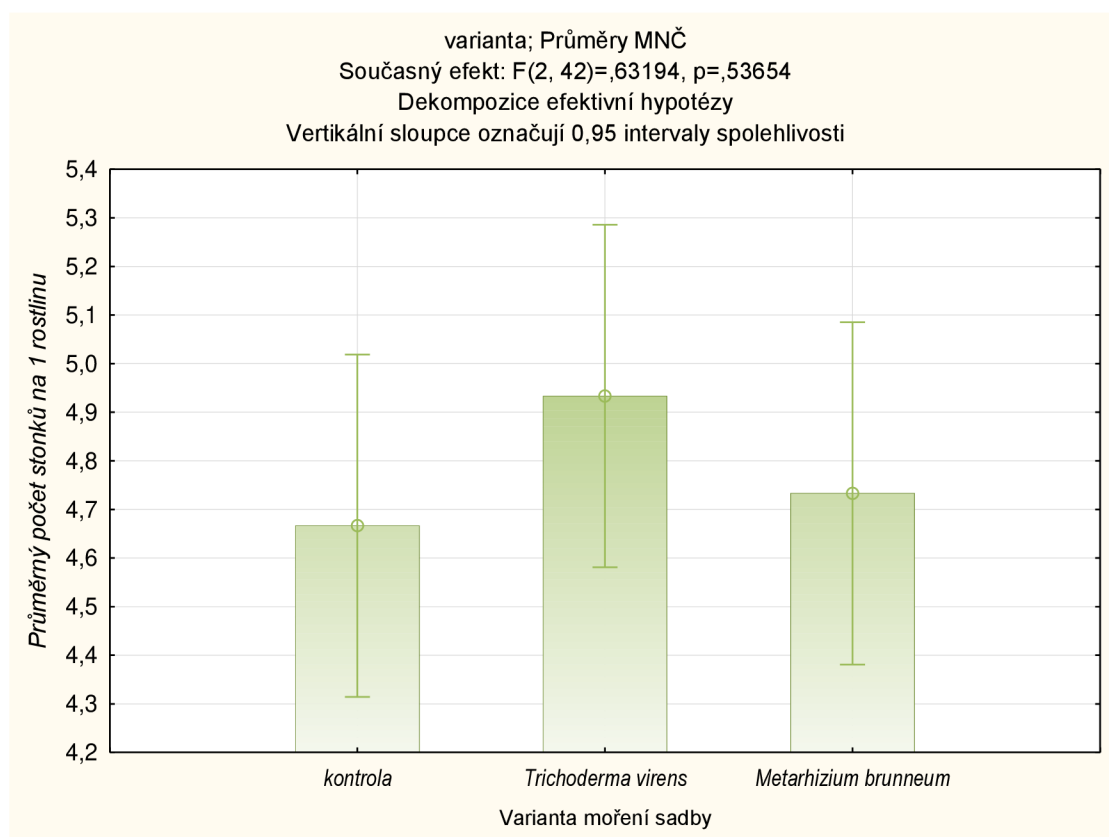
4.1 Vliv moření sadby na průměrný počet stonků na 1 rostlinu

Běžně se počet stonků u jedné rostliny pohybuje od 3 do 8. Z obsahu grafu 4 lze vyčíst, že počet průměrných stonků na rostlinu je pozitivně ovlivněn mořením sadby mykoparazitickou houbou *T. virens*. Rostliny z varianty mořené entomopatogenní houbou *M. brunneum* měly též vyšší počet stonků ve srovnání s kontrolní variantou. Nicméně, vliv užitečných druhů hub na počet stonků nebyl statisticky průkazný ($F=0,632$; $df=2,42$; $p=0,5365$). Vliv počtu stonků se následně projevuje v parametru počtu hlíz na 1 rostlinu.

Tabulka 4. průměrný počet stonků na 1 rostlinu

Varianta	Průměr±Smodch	Tukey HSD
kontrola	4,67±0,72	a
<i>Trichoderma virens</i>	4,93±0,46	a
<i>Metarhizium brunneum</i>	4,73±0,80	a

Graf 4: Hodnocení vlivu biologického moření sadby na tvorbu stonků na 1 rostlinu



4.2 Vliv moření sadby na průměrný počet hlíz na 1 trs a počet hlíz na stonek

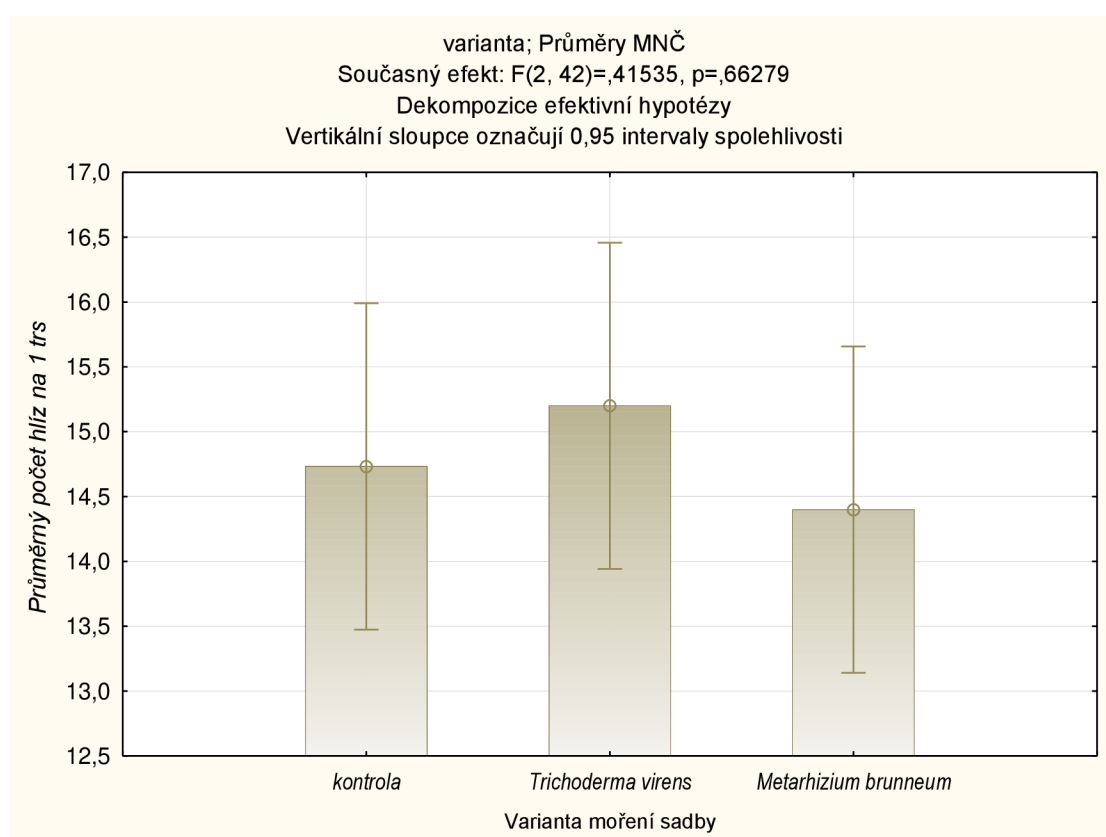
Výsledky průměrného počtu hlíz na jeden trs jsou uvedeny v tabulce 5 a grafu 5. Běžně se počet hlíz na trs pohybuje v rozmezí od 9 do 20. Počet hlíz na trs koreluje s počtem stonků na rostlinu. Mořená sadba mykoparazitickou houbou *T. virens* vytvořila vyšší počet hlíz na 1 trsu ve srovnání s kontrolní variantou a variantou, kde byly hlízy mořeny *M. brunneum*. Nejnižší počet hlíz vykázalo ošetření sadby *M. brunneum*.

Na základě počtu stonků a počtu hlíz byl vypočten parametr počtu hlíz na jeden stonek. Tento výnosotvorný prvek je uveden v tabulce 5, kdy se prokázalo, že největší počet hlíz na stonek vykázala kontrolní varianta. Moření sadby nemělo statisticky průkazný vliv na počet hlíz na jednom trsu ($F=0,415$; $df=2,42$; $p=0,662790$) ani vliv na počet hlíz na stonek ($F=0,2032$; $df=2,42$; $p=0,8169$).

Tabulka 5: Průměrný počet hlíz na jeden trs a přepočítání hlíz na 1 stonek

Varianta	počet hlíz na trs		počet hlíz na stonek	
	Prů- měr±Smodch	Tukey HSD	Prů- měr±Smodch	Tukey HSD
kontrola	14,73±2,28	a	3,25±0,81	a
<i>Trichoderma virens</i>	15,20±2,43	a	3,10±0,54	a
<i>Metarhizium brunneum</i>	14,40±2,53	a	3,11±0,73	a

Graf 5: Hodnocení vlivu biologického moření sadby na tvorbu počtu hlíz na jeden trs



4.3 Vliv moření sadby na průměrnou hmotnost hlíz

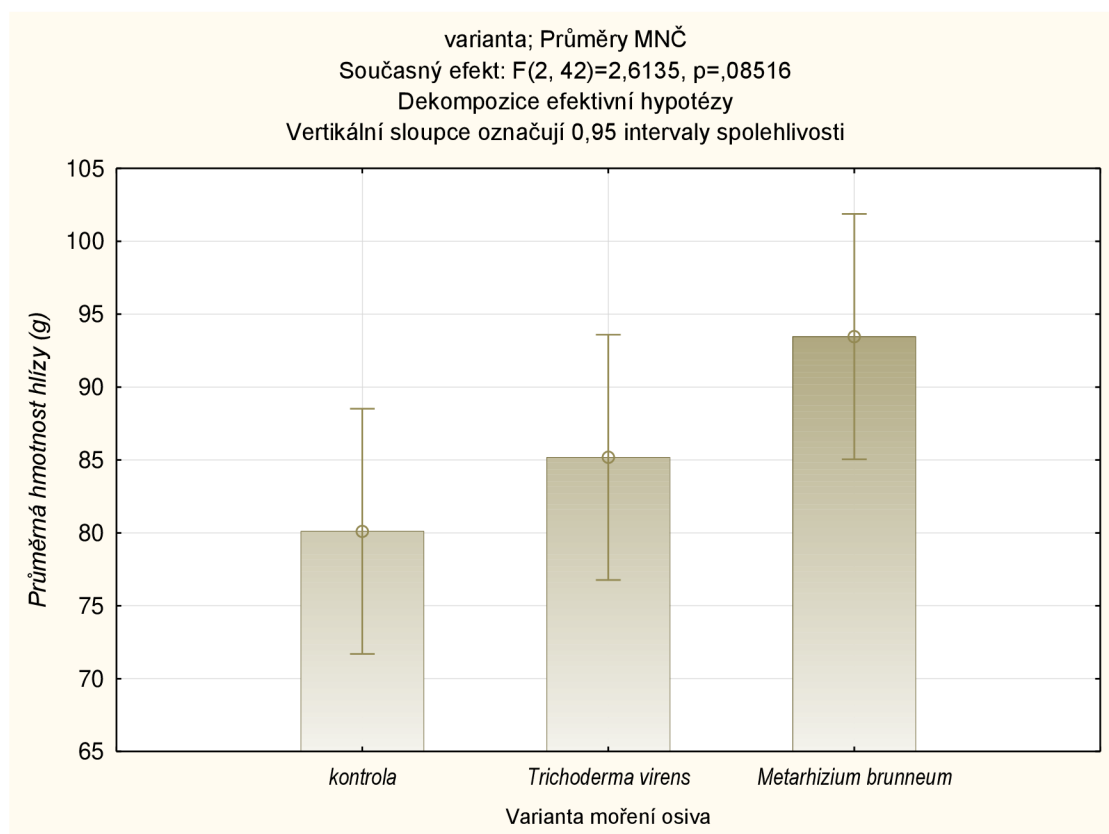
Hmotnost hlíz určuje hospodářský výnos brambor. Průměrná hmotnost jedné hlízy se pohybuje v rozmezí od 60 do 100g. Z výsledků uvedených v grafu 6 je zřejmé, že nejtěžší hlízy byly získány ve variantě ošetřené entomopatogenní houbou *M. brunneum*. Rostliny vyrůstající z hlíz mořených houbou *M. brunneum* nasadily menší počet hlíz ve srovnání s ostatními variantami, nicméně hlízy měly vyšší hmotnost. Ve srovnání

s kontrolní variantou byla jejich hmotnost o více než 13 g vyšší. U tohoto hodnoceného parametru nebyla však prokázána statistická průkaznost ($F=2,613$; $df=2,42$; $p=0,085163$).

Tabulka 6: Průměrná hmotnost hlíz z biologicky ošetřené a neošetřené sadby

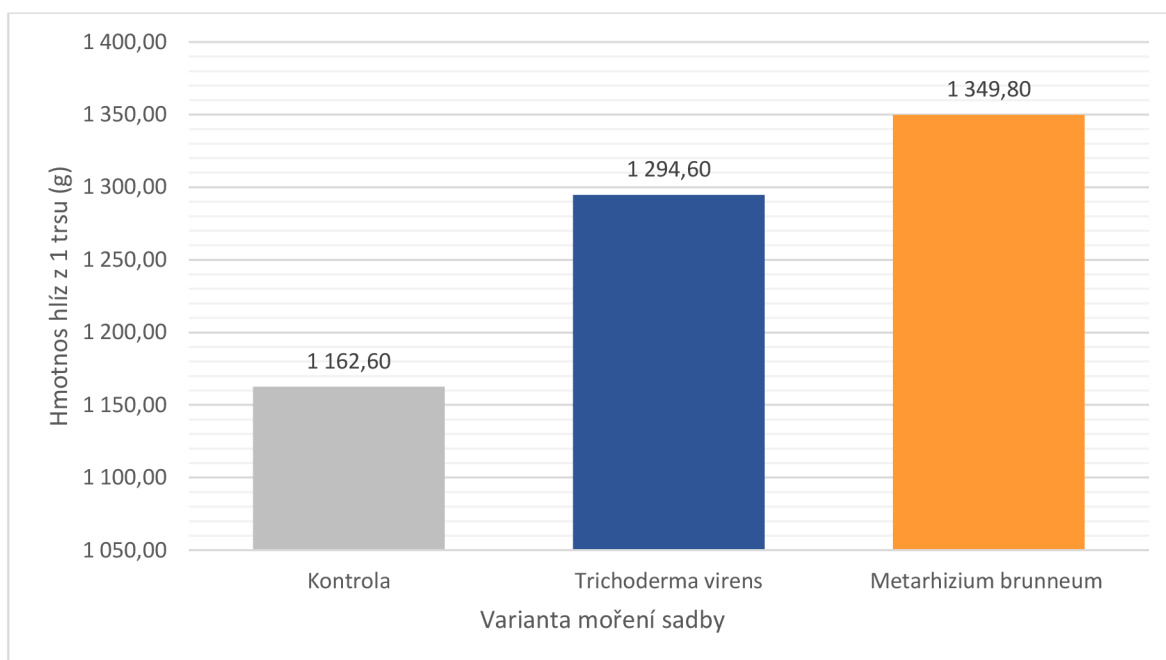
Varianta	Průměr±Smodch	Tukey HSD
kontrola	80,11±19,83	a
<i>Trichoderma virens</i>	85,18±11,09	a
<i>Metarhizium brunneum</i>	93,46±16,32	a

Graf 6: Hodnocení vlivu biologického moření sadby na hmotnost hlíz



Hmotnost jednoho trsu je jeden z hlavních prvků, které určují výnos. Z pokusů je zřejmé, že obě dvě houby, kterými byly hlízy mořeny, měly pozitivní vliv na celkový výnos hlíz a na hmotnosti celého trsu.

Graf 7: Porovnání hmotnosti hlíz z 1 trsu

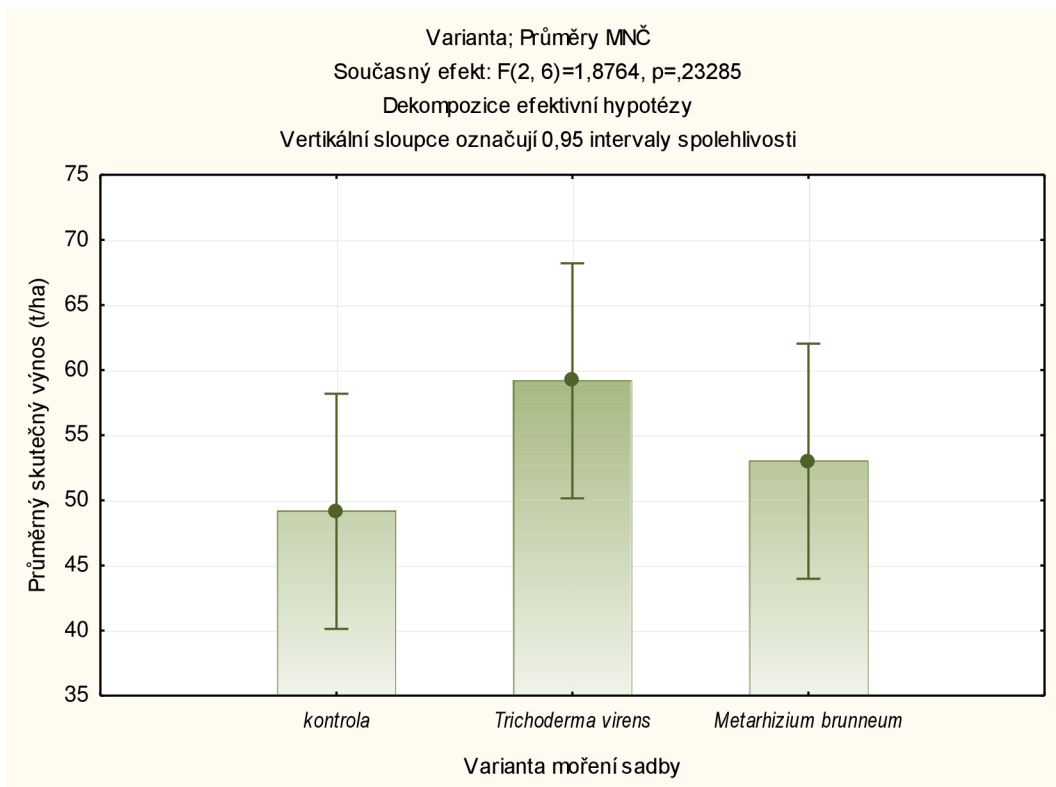


4.4 Vliv moření sadby na skutečný a teoretický výnos hlíz na hektar

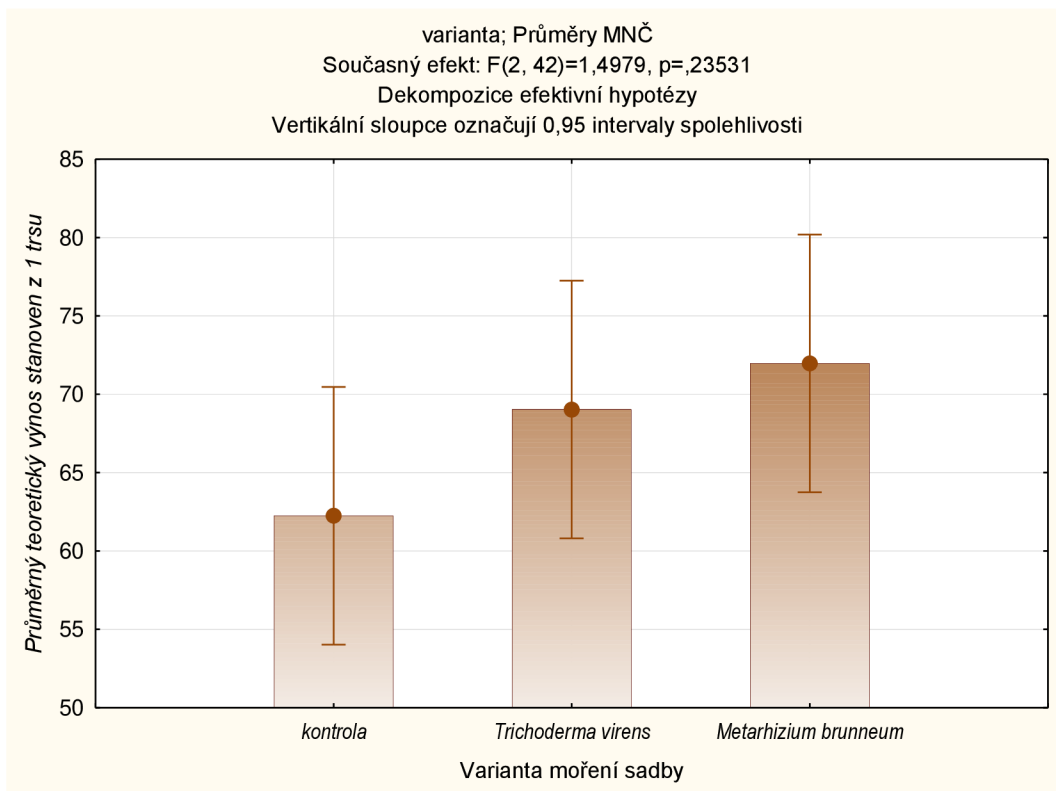
Výnos hlíz brambor je výsledkem souhrnného působení abiotických a biotických faktorů, který se podílí na struktuře tohoto výnosostvorného prvku. Skutečný výnos byl hodnocen na konci pokusu, kdy byly hlízy ze všech variant a opakování jednotlivě sklizeny. Výnos je závislý na počtu trsů na ha, počtu hlíz na trs a průměrné hmotnosti 1 hlízy.

Skutečný výnos hlíz se pohyboval v rozmezí od $49,16 \text{ t/ha}^{-1}$ do $59,18 \text{ t/ha}^{-1}$. U teoretického výnosu bylo dosaženo vyšších hodnot. Z výsledků vyplývá, že moření sadby užitečnými druhy hub *T. virens* a *M. brunneum* zvyšuje skutečný i teoretický výnos hlíz ve srovnání s kontrolní variantou. U těchto výnosů byl zaznamenán zajímavý trend, kdy u skutečného výnosu dominovala varianta, kde byly hlízy mořeny houbou *T. virens*, zatímco u teoretického výnosu byla největší výtěžnost hlíz dosažena u varianty z mořené sadby *M. brunneum*. Nicméně ani u skutečného ($F=1,8764$; $df=2,6$; $p=0,232845$) a teoretického ($F=1,4979$; $df=2,42$; $p=0,235312$) výnosu nebyla zaznamenána statistická průkaznost.

Graf 8: Hodnocení vlivu biologického moření sadby na skutečný výnos u všech testovaných variant



Graf 9: Hodnocení vlivu biologického moření sadby na teoretický výnos u všech testovaných variant



Tabulka 7: Průměrný skutečný a teoretický výnos brambor

Varianta	Skutečný výnos		Teoretický výnos	
	Průměr±Smodch	Tukey HSD	Průměr±Smodch	Tukey HSD
kontrola	49,16±7,45	a	62,25±14,23	a
<i>Trichoderma virens</i>	59,18±4,42	a	69,03±14,38	a
<i>Metarhizium brunneum</i>	53,78±7,06	a	71,97±18,38	a

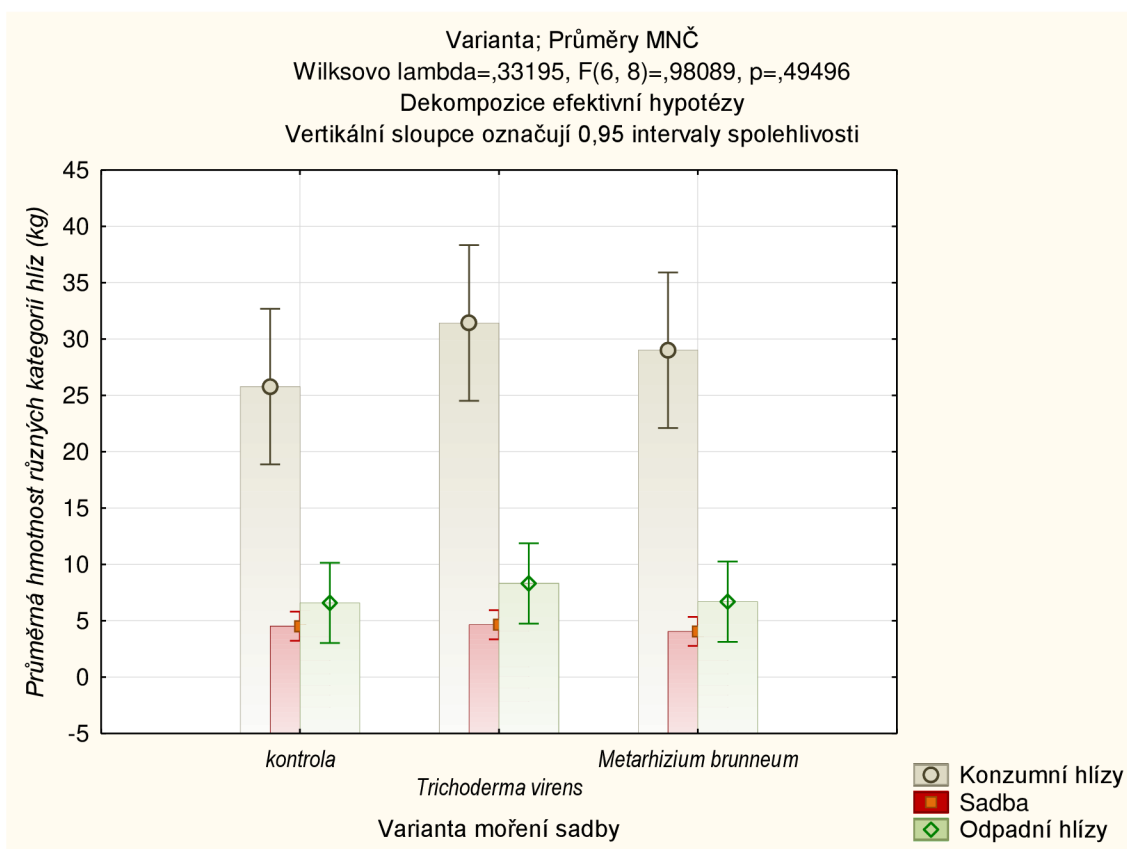
4.5 Podíl tržních hlíz

Na podílu tržních hlíz je zřejmé, že množství konzumních brambor u jednotlivých variant se výrazně neliší. Moření nemělo vliv na podíl tržních hlíz. Největší podíl konzumních brambor a sadby se projevilo ve variantě, kde byly sklizeny hlízy ze sadby ošetřené *T. virens*. Zároveň bylo v této variantě nejvíce odpadních hlíz. Nejvíce hlíz, které by mohly být použity jako farmářská sadba, bylo v kontrolní variantě. Naopak u varianty *M. brunneum* bylo sklizeny nejmenší množství hlíz použitelných jako farmářská sadba. Mezi variantami u jednotlivých kategorií hlíz nebyla zaznamenána statistická průkaznost.

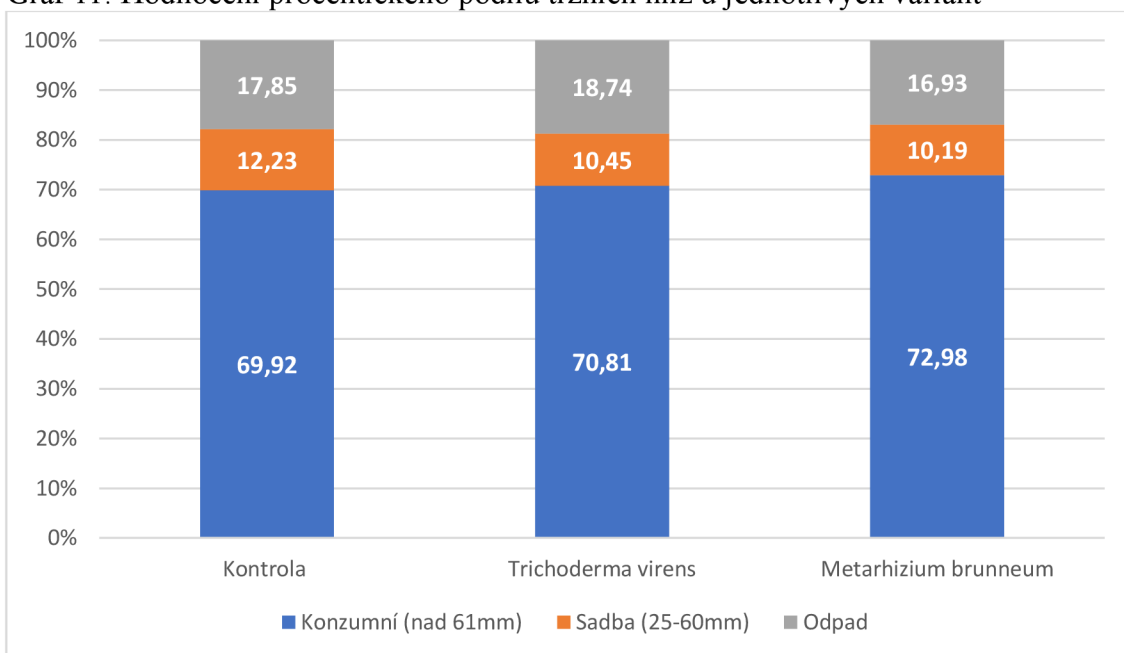
Tabulka 8: Kategorie hlíz po sklizni

Varianta	Konzumní		Sadba		Odpad	
	Průměr± Smodch	Tukey HSD	Průměr± Smodch	Tukey HSD	Průměr± Smodch	Tukey HSD
kontrola	25,78±3,91	a	4,51±0,48	a	6,58±1,94	a
<i>Trichoderma virens</i>	31,43±7,18	a	4,64±1,39	a	8,32±2,70	a
<i>Metarhizium brunneum</i>	29,01±2,18	a	4,05±0,57	a	6,69±2,83	a
	F=1,01; df=2,6; p=0,4188		F=0,343; df=2,6; p=0,722897		F=0,44583; df=2,6; p=0,6599	

Graf 10: Hodnocení vlivu biologického moření sadby na průměrnou hmotnost u jednotlivých kategorií sklizených hlíz



Graf 11: Hodnocení procentického podílu tržních hlíz u jednotlivých variant

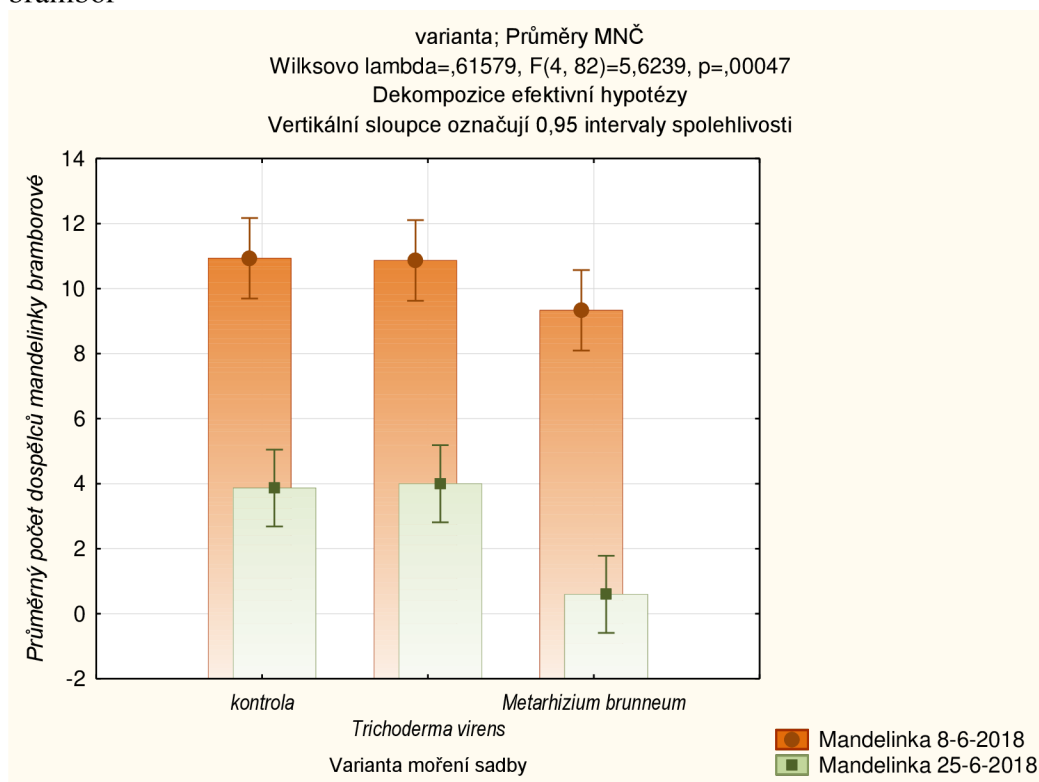


4.6 Výskyt mandelinky bramborové v porostu brambor

Velmi teplé počasí mělo pozitivní vliv na vývoj mandelinky bramborové *Leptinotarsa decemlineata*, která byla schopna bez problému vytvořit v daném ročníku dvě generace. Z důvodu růstu rezistence v dané populaci vůči insekticidům byl problém udržet práh škodlivosti na přijatelných hladinách.

Výskyt dospělců a larev mandelinky bramborové byl monitorován ve dvou termínech 8. 6. a 25. 6. 2018. Při prvním hodnocení stavu populace na pokusných parcelách nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl u jednotlivých variant ($F=2,1686$; $df=2,42$; $p=0,1267$). Statisticky potvrzeným výsledkem je vliv moření sadby na výskyt larev a dospělců mandelinky bramborové v porostu ve druhém kontrolním termínu 25. 6. 2018 ($F=10,749$; $df=2,42$; $p=0,0002$). Výskyt larev a dospělců byl v oboru sledovaných termínech nejnižší ve variantě ošetření entomopatogenní houbou *M. brunneum*. V prvním termínu nebyl počet jedinců ve srovnání s oběma variantami tak výrazný, naopak ve druhém termínu byl rozdíl v počtu jedinců výrazný.

Graf 12: Porovnání počtu jedinců mandelinky bramborové při monitoringu v porostu brambor



Tabulka 9: Výskyt larev a dospělců mandelinky bramborové v porostu brambor

Varianta	8. 6. 2018		25. 6. 2018	
	Průměr±Smodch	Tukey HSD	Průměr±Smodch	Tukey HSD
kontrola	10,93±2,46	a	3,87±2,92	a
<i>Trichoderma virens</i>	10,87±2,29	a	4,00±2,48	a
<i>Metarhizium brunneum</i>	9,33±2,38	a	0,60±0,31	b

4.7 Hodnocení zdravotního stavu porostu a zdravotního stavu hlíz

Zdravotní stav porostu na pokusných parcelách během vegetace byl udržen ve velmi dobrém stavu z důvodu velmi suchého ročníku a včasných aplikací fungicidní ochrany. Ani v jedné variantě nebyl porost infikován plísní bramboru *Phytophthora infestans*, alespoň nebyly zaznamenány vizuálně symptomy patogenu.

Hodnocení hlíz a posouzení jejich zdravotního stavu bylo provedeno na 100 hlízách z každé varianty. Mechanické poškození bylo nižší z důvodu ruční sklizně pomocí motyky. Na hlízách nebylo zaznamenáno poškození larvami kovaříků, tj. drátovců. Výskyt strupovitosti (*Streptomyces scabies*) nebo napadení hlíz vločkovitostí (*Rhizoctonia solani*) nebyl prokázán. Bohužel na základě těchto výsledků nelze vyhodnotit to, zda je moření sadby mykoparazitickou houbou *T. virens* účinné proti těmto půdním patogenům.

Tabulka 10: Hodnocení zdravotního stavu

Parametr hodnocení	Kontrola	<i>Trichoderma virens</i>	<i>Metarhizium brunneum</i>
Mechanické poškození hlíz	minimální	minimální	minimální
Larvy kovaříků	bez poškození	bez poškození	bez poškození
Počet hlíz napadených strupovitostí	bez strupovitosti	bez strupovitosti	bez strupovitosti
Počet hlíz a rozsah napadení vločkovitostí	bez vločkovitosti	bez vločkovitosti	bez vločkovitosti

4.8 Hodnocení vzhledu hlíz

Vzhled hlíz byl posouzen objektivní metodou a všechny sledované parametry byly shodné ve všech variantách. Hlízy měly pravidelný tvar. Slupka a dužnina měla sytě žlutou barvu, na kterou odběratelé kladou velký důraz.

Tabulka 11: Sledované parametry hlíz u jednotlivých variant byly stejné

Parametr	Stav
Tvar hlíz	Kulovitý až oválný
Barva dužniny	Sytě žlutá
Barva slupky	Sytě žlutá
Hloubka oček	Středně hluboká

5 Diskuse

Výsledky dosažené v bakalářské práci pochází z jednoletých pokusů uskutečněných v roce 2018. Práce se zabývala vlivem biologického ošetření sadby na výnosotvorné prvky a vlastní výnos brambor. Hodnocena byla produkční schopnost vybrané odrůdy Adéla po biologickém moření sadby entomopatogenní houbou *Metarhizium brunneum* a mykoparazitickou houbou *Trichoderma virens*. V rámci pokusu byl hodnocen počet rostlin na ploše, počet stonků připadajících na jednu rostlinu, počet hlíz na jeden trs, počet hlíz na jeden stonek a průměrná hmotnost jedné hlízy. Dále byl hodnocen celkový výnos hlíz, vzhled hlíz a jejich zdravotní stav. V průběhu vegetace byl sledován výskyt mandelinky bramborové a hodnocen celkový zdravotní stav porostu. Hlavním cílem bylo vyhodnocení vlivu moření entomopatogenní a mykoparazitickou houbou na výnosotvorné prvky.

Entomopatogenní houba *Metarhizium brunneum* je celosvětově rozšířeným druhem běžně se vyskytujícím v půdě (Inglis et al., 2001). Tato houba byla testována díky její schopnosti způsobovat onemocnění hmyzu zejména na mnoha zástupcích škůdců, kteří prodělávají alespoň část svého vývojového cyklu v půdním prostředí. Druhou testovanou houbou byla mykoparazitická houba *Trichoderma virens*, která se vyskytuje ve všech typech půd bohatých na organické látky. Druh *T. virens* potlačuje různé půdní patogeny rostlin a je schopen na těchto druzích fytopatogenních hub parazitovat. Antagonistické schopnosti různých druhů rodu *Trichoderma* vůči rostlinným patogenům vedly k jejich využití jako biopesticidů v zemědělství. Zároveň má *T. virens* pozitivní vliv i na samotné rostliny, kdy podporuje jejich odolnost, růst a absorpci živin. Jsou také oportunními a symbiotickými patogeny, což může vést k aktivaci obranných mechanismů rostlin (Baroncelli et al., 2016; Ghasemi et al., 2020).

Již známým faktem je, že po inokulaci houbami různými metodami, jako je ošetření osiva nebo sadby, aplikace na list nebo ke kořenům, byl prokázán zvýšený růst rostlin zprostředkovaný endofytickou kolonizací různými rody houbových entomopatogenů (Gurulingappa et al., 2010; Garcia et al., 2011; Lopez a Sword, 2015; Jaber a Enkerli, 2016, 2017; Jaber a Araj, 2018). Například po ošetření semen bobu entomopatogenními houbami *B. bassiana* a *M. brunneum* se významně zvýšila výška rostlin, počet listů a hmotnost výhonků a kořenového systému (Jaber a Enkerli, 2016). Pozitivní vliv *M. brunneum* na růst a vývoj rostlin uvádí také Jaber (2018). *M. brunneum*

podporuje růst pšenice po svém endofytickém usídlení v rostlinách po ošetření semen. To následně přináší řadu výhod, mezi které patří především posílení růstu rostlin. Pozitivní vliv měla entomopatogenní houba *M. brunneum* i na larvách kovaříků (dále drátovce) rodu *Agriotes*, což potvrzují Kabaluk a Ericsson (2007), kteří testovali vliv ošetření osiva kukuřice seté. Zjistili, že vlivem moření touto houbou došlo k navýšení výnosu zrna a zároveň zaznamenali účinnost na drátovce rodu *Agriotes*. Razinger et al. (2018) zaznamenali mortalitu drátovců v krátkodobých a dlouhodobých biologických pokusech. Preventivní aplikace *M. brunneum* v polních podmínkách provedená Reinbacher et al. (2021) ukázala, že ošetřená půda zvýšila mortalitu drátovců v laboratoři, ale statisticky významného snížení poškození brambor bylo dosaženo pouze ve dvou z deseti polních pokusů. Milosavljević et al. (2020) při svých studiích také vsadili na *M. brunneum* jako slibný nástroj proti drátovcům, nicméně polní účinnost byla nedostatečná. Předchozí studie identifikovaly problémy při polní aplikaci, včetně výběru houbového izolátu a jeho kompatibility s podmínkami prostředí (Kabaluk a Ericsson, 2007; Reddy et al., 2014), významu teploty (Antwi et al., 2018) a vysoké vlhkosti půdy (Kabaluk et al., 2007; Sharma et al., 2019) spojené se strukturou půdy (Ensaifi et al., 2018), pomalou rychlostí účinnosti (Reddy et al., 2014) a problémem v účinnosti kvůli výskytu drátovců v hlubších vrstvách půdy (Sufyan et al., 2017). Toto problémy lze do budoucna řešit základním výzkumem houbových izolátů s cílem vybrat slibné kmeny a aplikovaným výzkumem zaměřeným na formulaci a strategie aplikace.

Liu et al. (2014) při testování kmenů *Trichoderma*, a potvrdili pozitivní vliv na potlačení fytopatogenní houby *Rhizoctonia solani* a zvýšení výnosu u brambor. Yao et al. (2016) provedli biologické testy in vitro mezi *P. infestans* a izoláty *Trichoderma*, které prokázaly, že kolonie *P. infestans* byly mykoparazitickou houbou významně inhibovány a potlačovány. Antifungální metabolity produkované izolátem *Trichoderma* významně bránily v laboratorních podmínkách růstu kolonií plísně bramboru *P. infestans*. Při testování na rostlinách izolát *Trichoderma* významně snížil index choroby, zvýšil výšku stonku rostliny a sušinu jak čerstvých, tak i suchých listů brambor.

Výsledky maloparcelkového polního pokusu na bramborách prokázaly pozitivní vliv mykoparazitické houby *T. virens* na vývoj rostliny, který se projevil větším počtem stonků a větším počtem nasazených hlíz. Právě počet hlíz na rostlině je důležitým výnosotvorným prvkem, který přímo ovlivňuje výnos. Z hlediska hospodářského výnosu brambor je důležitým ukazatelem hmotnost hlíz. Z výsledků vyplývá, že prů-

měrná hmotnost hlíz je pozitivně ovlivněna aplikací entomopatogenní houby *M. brunneum* oproti kontrole. Zajímavým poznatkem je, že rostliny vyrůstající ze sadby namořené entomopatogenní houbou *M. brunneum* nenasadí velký počet hlíz, ale hlízy jsou větší a těžší než hlízy z namořené sadby *T. vires* a kontroly. Průměrný výnos na poli i průměrný teoretický výnos je pozitivně ovlivněn mořením sadby pomocí užitečných hub. Hmotnost je u konzumních hlíz kladně ovlivněna aplikací použitých hub. U sadby a odpadních hlíz nejsou zaznamenány výrazné rozdíly.

Mandelinka bramborová je citlivá k infekci entomopatogenní houby *Beauveria bassiana*, kdy houba může být v populaci šířena z infikovaných jedinců na zdravé jedince. Zároveň bylo prokázáno, že houba *B. bassiana* je schopna infikovat přezimující dospělce popřípadě kukly v půdě nebo i larvální instary (Klinger et al., 2006; Wraight a Ramos, 2015).

Výskyt dospělců mandelinky bramborové v porostu brambor byl hodnocen ve dvou termínech (8. 6. a 25. 6. 2018). Počet larev a dospělců byl pozitivně ovlivněn u varianty moření entomopatogenní houbou *M. brunneum*, což potvrzuje entomopatogenní aktivitu této houby (Kryukov et al., 2017).

Hlavním přínosem entomopatogenních a mykoparazitických hub je z hlediska dlouhodobého působení velmi malá pravděpodobnost vzniku rezistence v populacích klíčových škůdců a patogenů rostlin (Bamisile et al., 2021; Ondráčková et al., 2017). Mezi negativní vlastnosti biopreparátů na bázi entomopatogenních hub patří delší časová perioda od aplikace po úspěšnou eliminaci v porovnání s aplikací chemických přípravků, které působí v rámci hodin (St. Leger et al., 1996). Nicméně, užitečné druhy hub jsou šetrné k životnímu prostředí a jsou schopny se dlouhodoběji udržet v cílených agro-ekosystémech. Nevýhodou entomopatogenních hub, jak uvádí Ondráčková (2017), je závislost účinnosti v oblasti mírného pásma na podmínkách prostředí, zvláště na teplotě a vzdušné vlhkosti. Houby potřebují pro svůj vývoj teplotu kolem 25 °C a při klíčení a sporulaci RVV nad 90 % (Inglis et al., 2001).

Do budoucna by bylo dobré odebírat vzorky půdy s cílem zjistit, zda užitečné druhy hub se po zanesení jejich spor pomocí namořených hlíz v půdě udrží popřípadě i namnoží. Pokud se tento předpoklad prokáže, je možné pomocí těchto mikroorganismů navýšit supresivitu půd, což by vedlo k zlepšení nejen půdního prostředí, ale zároveň k eliminaci škodlivých činitelů a tím k lepšímu zdravotnímu stavu následně pěstovaných plodin. Zároveň by bylo zajímavé získávat z půdy přezimující dospělce,

nebo zejména kukly a dospělce mandelinky z prodělané první generace za účelem zjištění infekčnosti houbou *M. brunneum*. Předpokladem je, že tito jedinci mohli přijít do kontaktu se sporama houby vnesenými pomocí namořené sadby, což by vysvětlilo skutečnost, že se na parcelách varianty *M. brunneum* vyskytovalo menší množství larev a dospělců mandelinky ve srovnání s kontrolní variantou a variantou *T. virens*.

Závěr

- ✓ Oba užitečné druhy hub *M. brunneum* a *T. virens* měly pozitivní efekt na růst a vývoj lilku brambor.
- ✓ Mykoparazitická houba *T. virens* pozitivně ovlivnila zejména růstové parametry u rostlin (počet stonků, počet hlíz na jeden trs).
- ✓ U rostlin vyvinutých z mořené sadby entomopatogenní houbou *M. brunneum* byla naopak zaznamenána větší velikost a hmotnost hlíz, což se projevilo při přepočtu teoretického výnosu.
- ✓ Nejvyššího skutečného výnosu bylo dosaženo u varianty, kde byla sadba namořena mykoparazitickou houbou *T. virens*.
- ✓ V pokusném roce 2018 byly ideální podmínky pro rozvoj mandelinky bramborové vlivem podprůměrných srážek a teplého počasí.
- ✓ Výskyt larev a dospělců byl při druhém termínu hodnocení nejnižší ve variantě ošetření sadby entomopatogenní houbou *M. brunneum*, což bylo statisticky prokázáno.
- ✓ Na pokusných parcelách nebyl zaznamenán výskyt drátovců, larev kovaříků rodu *Agriotes*, proto nelze jednoznačně říci, zda houba *M. brunneum* je schopna infikovat larvy škůdce.
- ✓ Při hodnocení zdravotního stavu nebyla zjištěna v porostu přítomnost patogenu *Phytophthora infestans*.
- ✓ Hlízy brambor ve všech variantách nevykazovaly přítomnost patogenu *Rhizoctonia solani* a *Streptomyces scabies*, bohužel na základě těchto výsledků nelze vyhodnotit to, zda je moření sadby mykoparazitickou houbou *T. virens* účinné proti těmto půdním patogenům.
- ✓ Vzhled hlíz nebyl negativně ovlivněn vlivem moření, hlízy vykazovaly znaky typické pro odrůdu Adéla.

Seznam použité literatury

- Al-Mughrabi K. (2008): Biological control of *Phytophthora infestans* of potatoes using *Trichoderma atroviride*. Pest Technology. 104-108.
- Antwi F.B., Shrestha G., Reddy G.V., Jaronski S.T. (2018): Entomopathogens in conjunction with imidacloprid could be used to manage wireworms (*Coleoptera: Elateridae*) on spring wheat. The Canadian Entomologist. 150, 124-139.
- Augustyniuk-Kram A., Kram K.J. (2012): Entomopathogenic Fungi as an Important Natural Regulator of Insect Outbreaks in Forests (Review). In: Forest Ecosystems - More than Just Trees, Dr Juan A. Blanco (Ed.). 265-282.
- Bamisile B.S., Akutse K.S., Siddiqui J.A., Xu Y. (2021): Model Application of Entomopathogenic Fungi as Alternatives to Chemical Pesticides: Prospects, Challenges, and Insights for Next-Generation Sustainable Agriculture. Frontiers in Plant Science. 12:741804.
- Baroncelli R., Moncini L., Matarese F. (2016): Two endopolygalacturonase genes in *Trichoderma virens*: in silico characterization and expression during interaction with plants. Journal of Phytopathology. 164(1), 18 -28. ISSN 0931-1785.
- Bischoff J.F., Rehner S.A., Humler R.A. (2009): A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. Mycologia. 101: 512-530.
- Bohatá A. (2021): Entomopatogenní houba – *Metarhizium anisopliae*. ÚKZÚZ [online]. [cit. 15. 2. 2022]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22db2c1b7d82dc9d6138a33d1f86843d17%22#r1p|uzitorg|detail:db2c1b7d82dc9d6138a33d1f86843d17
- Bohatá A. (2021): Mykoparazitické houby - *Trichoderma* spp. ÚKZÚZ [online]. [cit. 9. 2. 2022]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22db2c1b7d82dc9d6138a33d1f86843d17%22#r1p|uzitorg|detail:b004bc0d0cb1691c3484f52bc7b6bf25
- Bruck D.J. (2005): Ecology of *Metarhizium anisopliae* in soilless potting media and the rhizosphere: implications for pest management. Biological Control. 32: 155-163.
- Čepl J., Čížek M., Domkářová J., Chlan M., Králíček J., Růžek P., Šantrůček L., Zvolánek J. (2017): Stabilita produkce brambor, Český bramborářský svaz Havlíčkův Brod, Vydává Agrární komora ČR, 32 s. Dostupné z: http://www.akcr.cz/data_ak/17/v/Brambory2017brozura.pdf
- Diviš J. (2007): Příprava sadby, organizace porostu, Časopis Zemědělec. Profi Press. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/priprava-sadby-organizace-porostu/>
- Diviš J., Jůza J., Moudrý J., Vondryš J., Bárta J., Štěrba Z. (2010): Pěstování rostlin – učební texty, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. 259 s. ISBN 978-80-7394-216-8.
- Doležal P., Hausvater E. (2018): Mandelinka bramborová - nejvýznamnější škůdce bramborové natě. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/mandelinka-bramborova-nejvyznamnejsi-skudce-bramborove-nate>

-
- Doležal P., Hausvater E. (2020): Ochrana brambor proti mandelince bramborové. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o. a Poradenský svaz „Bramborářský kroužek“, z. s., ISBN 978-80-86940-87-8.
- Dorušková V. (2008): *Solanum tuberosum* L. – lilek brambor / ľuľok zemiakový. Copyright © www.botany.cz, 2007-2019. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/solanum-tuberosum/>
- eAGRI Registr hnojiv (2022): Dostupné z: <https://eagri.cz/public/app/rhpub/hnojivaVerejnostQF.do>
- eAGRI Registr přípravků na ochranu rostlin (2022): Dostupné z: <https://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx?type=0>
- Ensafi P., Crowder D.W., Esser A.D., Zhao Z., Marshall J.M., Rashed A. (2018): Soil type mediates the effectiveness of biological control against *Limonium californicum* (Coleoptera: Elateridae), Journal of economic entomology. 111(5), 2053-2058.
- Faria M.R., Wraight S.P. (2007): Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A Comprehensive List with Worldwide Coverage and International Classification of Formulation Types. Biological Control. 43, 237-256.
- Garcia J.E., Posadas J.B., Peticari A., Lecuona R.E. (2011): *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin promotes growth and has endophytic activity in tomato plants. Advances in biological Research. 5:22–27.
- Ghasemi S., Safaie N., Shahbazi S., Shams-Bakhsh M., Askari H. (2020): The Role of Cell Wall Degrading Enzymes in Antagonistic Traits of *Trichoderma virens* Against *Rhizoctonia solani*. Iranian journal of biotechnology. 18(4): 2333.
- Gurulingappa P., Sword G.A., Murdoch G., McGee P.A. (2010): Colonization of crop plants by fungal entomopathogens and their effects on two insect pests when in planta. Biological Control. 55:34–41.
- Hamouz K. (1996): Příprava sadby brambor. Farmář, roč. 2, č. 3, s. 14-15.
- Hamouz K., Čepl J., Domkářová J., Dvořák P., Hausvater E., Mottl V., Vokál B., Zavadil J. (2007): Rané brambory: pěstitelský rádce. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, 48 s. ISBN 978-80-903522-9-2. Dostupné z: <https://metodiky.agrobiologie.cz/PDF/KRV/Rane-brambory-pestitelsky-radce.pdf>
- Hamouz K., Dvořák P. (2005): Příprava sadby raných brambor. Farmář, roč. 11, č. 2, s. 14-15.
- Hausvater E., Doležal P. (2014): Integrovaná ochrana proti plísni bramboru. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o. a Poradenský svaz „Bramborářský kroužek“, 23 s, ISBN 978-80-86940-57-1.
- Hausvater E., Doležal P. (2019): Drátovci a osenice u brambor. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r. o. a Poradenský svaz „Bramborářský kroužek“, 11 s. ISBN 978-80-86940-84-7.
- Hausvater E., Doležal P., Baštová P.: (2021): Certifikovaná metodika. Integrovaná ochrana brambor proti drátovcům. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o., 17 s.
- Hausvater E., Doležal P., Dejmalová J. (2011): Plíseň bramboru. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o., 11 s.
-

-
- Houba M. (2003): Sadba brambor (Poděkování Josefu Mejstříkovi). 1. vyd. Nakladatelství MH Beroun, 102 s. ISBN 80-86720-10-1.
- Hrdý J. (1991): Biopesticidy v zemědělství, Praha. Ministerstvo zemědělství ČR, 107 s.
- Humber R.A. (2008): Evolution of entomopathogenicity in fungi. *Journal of Invertebrate Pathology*. 98: 262-266.
- Hussein H.M., Zemek R., Skoková Habušťová O., Půža V. (2016): Laboratory Evaluation of *Isaria fumosorosea* CCM 8367 and *Steinernema feltiae* Ustinov against Immature Stages of the Colorado Potato Beetle, *PLoS One*; 11(3): e0152399. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4807784/>
- Chet I., Inbar J., Hadar Y. (1997): Fungal antagonists and mycoparasites. In: Esser K., Lemke P. A. (Eds.): *The Mycota IV—Environmental and Microbial Relationships*. Springer, Verlag Berlin Heidelberg. 165-184.
- Inglis G.D., Goettel M.S., Butt T.M., Strasser H. (2001): Use of Hyphomycetes fungi for manging Insect Pests. In: Butt T.M., Jackson C., Magan N. (Eds.): *Fungi as biocontrol agents – progress, problems and potential*. CAB International, Wallingford, UK, 2001, 23-69.
- Inglis G.D., Goettel M.S., Butt T.M., Strasser H. (2001): Use of hyphomycetes fungi for managing insect pests. In: Butt T. et al.: *Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential*. CAB International, Wallingford, UK, 23-69.
- Jaber L.R. (2018): Seed inoculation with endophytic fungal entomopathogens promotes plant growth and reduces crown and root rot (CRR) caused by *Fusarium culmorum* in wheat. *Planta*, 248(6):1525-1535.
- Jaber L.R., Araj S.E. (2018): Interactions among endophytic fungal entomopathogens (*Ascomycota: Hypocreales*), the green peach aphid *Myzus persicae* Sulzer (*Homoptera: Aphididae*), and the aphid endoparasitoid *Aphidius colemani* Viereck (*Hymenoptera: Braconidae*). *Biological Control*. 116:53–61.
- Jaber L.R., Enkerli J. (2016): Effect of seed treatment duration on growth and colonization of *Vicia faba* by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. *Biological Control*. 103:187–195.
- Jaber L.R., Enkerli J. (2017): Fungal entomopathogens as endophytes: can they promote plant growth? *Biocontrol Science and Technology*. 27:28–41.
- Juroch J. (2011): *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary původce chorob plísňě bramboru a rajčete. Praha. Ministerstvo zemědělství ČR. 8 s. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/file/125259/plisen.pdf>
- Jůzl M., Elzner P. (2014): Pěstování okopanin. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 100 s. ISBN 978-80-7509-196-3.
- Jůzl M., Pulkrábek J., Diviš J. (2000): Rostlinná výroba III - okopaniny. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 222 s. ISBN 80-7157-446-5.
- Jůzl M., Středa T. (2002): Příprava sadby brambor pro nejranější sklizeň. In: *Časopis Úroda 2002*. Dostupné z: <https://uroda.cz/priprava-sadby-brambor-pro-nejranejsi-sklizen/>
-

-
- Kabaluk J., Ericsson J.D. (2007): Environmental and behavioral constraints on the infection of wireworms by *Metarhizium anisopliae*. *Environmental Entomology*. 36, 1415-1420.
- Kabaluk J., Vernon R., Goettel M. (2007): Mortality and infection of wireworm, *Agriotes obscurus* [Coleoptera: Elateridae], with inundative field applications of *Metarhizium anisopliae*, *Phytoprotection*. 88, 51-56.
- Klinger E, Groden E, Drummond F. (2006): *Beauveria bassiana* Horizontal Infection Between Cadavers and Adults of the Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). *Environmental Entomology* 35: 992–1000.
- Kryukov V, Yaroslavtseva O, Tyurin M, Akhanaev Y, Elisaphenko E, Wen T-C, Tomilova O, Tokarev Y, Glupov V. (2017): Ecological preferences of *Metarhizium* spp. from Russia and neighboring territories and their activity against Colorado potato beetle larvae. *Journal of Invertebrate Pathology*. 149: 1–7.
- Kůdela V., Bartoš P., Čača Z., Dirlbek J., Frič F., Lebeda A., Šebesta J., Ulrychová M., Vašáková E., Veselý D. (1989): *Obecná fytopatologie*. Academia, Praha, 387 s. ISBN 80-200-0156-5.
- Kuthan A. (2018): Houby rodu *Trichoderma* a jejich využití v zemědělské praxi. Časopis Agromanuál. Dostupný z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/houby-rodu-trichoderma-a-jejich-vyuziti-v-zemedske-praxi>
- Kuthan A., Trubská J. (2017): Biopesticidy u nás a ve světě. Časopis Agromanuál. Dostupný z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/biopesticidy-u-nas-a-ve-svete>
- Landa Z. (2002): Biologická ochrana zahradních rostlin proti chorobám a škůdcům v polních podmínkách, ve sklenicích a fóliovnících. In: Demo M. a kol.: Trvalo udržatelné technologie v záhradnictve. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 225-280.
- Landa Z., Bohatá A., Kalista M. (2008): Záměrné využívání autochtonních kmenů vybraných druhů entomopatogenních hub. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 47 s.
- Litschmann T., Rožnovský J. (1994): Klimatická změna a zemědělství. Brno, Sborník referátů.
- Liu, S., Mase, K., Bougher, C., Hicks, S. D., Abu-Omar, M. M., & Fukuzumi, S. (2014): High-Valent Chromium–Oxo Complex Acting as an Efficient Catalyst Precursor for Selective Two-Electron Reduction of Dioxygen by a Ferrocene Derivative. *Inorganic Chemistry*. 53(14), 7780-7788.
- Lopez D.C., Sword G.A. (2015): The endophytic fungal entomopathogens *Beauveria bassiana* and *Purpureocillium lilacinum* enhance the growth of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*) and negatively affect survival of the cotton bollworm (*Helicoverpa zea*). *Biological Control*. 89:53–60.
- Mazáková J. (2006): Plíseň bramboru (*Phytophthora infestans*) – taxonomie, původ, biologie a možnosti ochrany, s 79-92. In: Lebeda A., Mazáková J., Táborský V.: Protozoa a Chromista – taxonomie, biologie a hospodářský význam. Česká fytopatologická společnost, 92 s. ISBN 80-903545-1-3.
-

-
- Mazáková J., Táborský V. (2005): Plíseň bramborová – složení patogena *Phytophthora infestans* v ČR. Rostlinolékař. 16/4: 23-24 s.
- Míkula P. (1997): Pěstování brambor: (studijní zpráva). 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 49 s. ISBN 80-86153-23-1.
- Milosavljević I., Esser A.D., Rashed A., Crowder D.W. (2020): The composition of soil-dwelling pathogen communities mediates effects on wireworm herbivores and wheat productivity. *Biological Control*. 149.
- Minx L., Diviš J. (1994): Rostlinná výroba III (okopaniny). Praha, Vysoká škola zemědělská. 148 s.
- Monte E. (2001): Understanding *Trichoderma* between biotechnology and microbial ecology. *Int Microbiol* 4:1-4 *Mycology Research*. 99 (4): 441-446.
- Ondráčková E., Ondřej M., Prokinová E. (2019): Biologická ochrana rostlin s využitím mykoparazitických hub. Časopis Agromanuál 2019. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/biologicka-ochrana-rostlin-s-vyuzitim-mykoparazitickych-hub>
- Ondráčková E., Ondřej M., Seidenglanz M., Havel J., Plachká E. (2017): Entomopatogenní houby v ochraně rostlin proti škůdcům. *Agromanuál*, 6: 42-44.
- Ondráčková E., Ondřej M., Seidenglanz M., Havel J., Plachká E. (2017): Entomopatogenní houby v ochraně rostlin proti škůdcům. Časopis Agromanuál 2017. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/entomopatogenni-houby-v-ochrane-rostlin-proti-skudcum>
- Ort P. (2002): Moření brambor přispívá k vysoké a kvalitní úrodě. Časopis Úroda 2002. Dostupné z: <https://uroda.cz/moreni-brambor-prispiva-k-vysoke-a-kvalitni-urode/>
- Poncová K. (2013): Bioprospect. Bioinsekticidy. Ústav biochemie a mikrobiologie, 1, roč. 23, 12- 15.
- Prokinová E. (1996): Biologická ochrana proti houbovým chorobám rostlin. Rostlinná výroba, ÚZPI, 7-39.
- Prokinová E. (2017): Využití biologické ochrany rostlin v systému ekologického pěstování plodin. Časopis Agromanuál. Dostupný z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/vyuziti-biologicke-ochrany-rostlin-v-systemu-ekologickeho-pestovani-plodin>
- Razinger J., Schroers H.J., Urek G. (2018): Virulence of *Metarhizium brunneum* to Field Collected Agriotes spp. *Wireworms*. *JAST* 20. 309–320.
- Reddy G.V., Tangtrakulwanich K., Wu S., Miller J.H., Ophus V.L., Prewett J., Jaronski S.T. (2014): Evaluation of the effectiveness of entomopathogens for the management of wireworms (*Coleoptera: Elateridae*) on spring wheat. *Journal of Invertebrate Pathology*. 120, 43-49.
- Reinbacher L, Bacher S., Knecht F., Schweizer Ch., Sostizzo T., Grabenweger G. (2021): Preventive field application of *Metarhizium brunneum* in cover crops for wireworm control, *Crop Protection*. 150,105811.
- Roy H.E., Cottrell T.E. (2008): Forgotten natural enemies: Interactions between coccinellids and insect-parasitic fungi. *European Journal of Entomology*, 105: 391- 398.
-

-
- Rybáček V. a kol. (1988): Brambory. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 358 s.
- Sánchez-Pérez L., Barranco-Florido J., Rodríguez-Navarro S., Cervantes-Mayagoitia J., Ramos-López M. (2014): Enzymes of Entomopathogenic Fungi, Advances and Insights. *Advances in Enzyme Research*. 2, 65-76.
- Shahid A.A., Rao A.Q., Bakhsh A., Husnain T. (2012): Entomopathogenic fungi as biological controllers: New insights into their virulence and pathogenicity. *Archives of Biological Sciences*. 64: 21-42.
- Sharma A., Jaronski S., Reddy G.V. (2019): Impact of granular carriers to improve the efficacy of entomopathogenic fungi against wireworms in spring wheat, *Journal of Pest Science*, 93(1), 1-16.
- St. Leger R.J., Joshi L., Bidochka M.J., Roberts D.W. (1996): Construction of an improved mycoinsecticide overexpressing a toxic protease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 93: 6349-6354.
- Stach J. (1995): Základní agrotechnika. Jihočeská universita v Českých Budějovicích. 56 s. ISBN 80-7040-117-6.
- Sufyan M., Abbasi A., Gogi M.D., Arshad M., Nawaz A., Neuhoff D. (2017): Efficacy of *Beauveria bassiana* for the management of economically important wireworm species (*Coleoptera: Elateridae*) in organic farming, *Gesunde Pflanzen*, 69(4), 197-202.
- Tadesse Y., Amare D., Kesho A. (2021): Recent Advances in Potato Late Blight Disease Management Strategies. *Journal of Plant Pathology and Microbiology*, 12(6), No. 559.
- Trnka F. (2008): *Leptinotarsa decemlineata* – mandelinka bramborová [online]. [cit. 5. 2. 2022]. Dostupné z: <http://www.naturabohemica.cz/leptinotarsa-decemlineata/>
- Vichová J. (2021): Houbové choroby bramboru. Agromanuál [online]. [cit. 8. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/choroby-bramboru-6-houbove-choroby-bramboru-i>
- Vokál B. a kol. (2000): Brambory. Praha: Agrospoj, 245 s.
- Vokál B. a kol. (2004): Pěstování brambor. Praha: Agrospoj, 261 s.
- Vokál B. a kol. (2013): Brambory, šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Praha: Profi Press, 168 s. ISBN 978-80-86726-54-0.
- Vyhláška č. 129/2012 Sb. o podrobnostech uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu, změna č. 409/2013 Sb., změna č. 368/2015 Sb., změna č. 334/2017 Sb.
- Wraight S.P., Ramos M.E. (2015): Delayed efficacy of *Beauveria bassiana* foliar spray applications against Colorado potato beetle: Impacts of number and timing of applications on larval and next-generation adult populations. *Biological Control*. 83: 51–67.
- Yao Y., Li Y., Chen Z., Zheng B., Zhang L., Niu, B., Meng, J., Li, A., Zhang, J., Wang, Q. (2016): Biological control of potato late blight using isolates of *Trichoderma*. *American Journal of Potato Research*. 93(1), 33-42.
-

ZÁKON č. 219/2003 Sb. o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin, ÚZ č. 316/2006 Sb., změna č. 299/2006 Sb., změna č. 96/2009 Sb., změna č. 300/2009 Sb., změna č. 331/2010 Sb., změna č. 54/2012 Sb., změna č. 295/2017 Sb.

Zimmermann G. (2007): Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology*. 17: 879-920.

Zrůst J. (1991): Skladba výnosotvorných prvků u brambor šlechtěných pro raný konzum. *Rostlinná výroba* 37, č. 9-10.

Seznam internetových zdrojů:

Anonym 1: Brambory. Zemědělské komodity, informace o zemědělství [online]. [cit. 5. 2. 2022]. Dostupné z: <http://www.zemedelskekomodity.cz/index.php/roslinna-vyroba-menu/okopaniny/brambory>

Anonym 2: Sklizeň a výnos brambor. Český statistický úřad [online]. [cit. 5. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/stoletistatistiky/sklizen-a-vynos-brambor>

Anonym 3: Sadba brambor. ÚKZÚZ [online]. [cit. 5. 2. 2022]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/osivo-a-sadba/certifikace/sadba-brambor/>

Anonym 4: Opatrně při moření hlíz. Informační centrum bezpečnosti potravin. Ministerstvo zemědělství © 2021 [online]. [cit. 14. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/opatrne-pri-moreni-hliz.aspx>

Anonym 5: Okopaniny - výnosové prvky [online]. [cit. 12. 2. 2022]. Dostupné z: https://agrobiologie.cz/SMEP3/Okopaniny/okopaniny/php/skripta/kapitola35e7.html?titul_key=5&idkapitola=218

Anonym 6: Kořenomorka bramborová. Agromanuál [online]. [cit. 8. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/korenomorka-bramborova>

Anonym 7: Mandelinka bramborová - *Leptinotarsa decemlineata* [online]. [cit. 5. 2. 2022]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c263e14%22#r|p|sol|skudci|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c263e14|popis

Anonym 8: Integrovaná ochrana rostlin. ÚKZÚZ [online]. [cit. 5. 2. 2022]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/skodlive-organismy/integrovana-ochrana-rostlin/>

Anonym 9: Odrůda Adéla, Šlechtitelská stanice Selekt Pacov, a.s. [online]. [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.sadba.cz/adela.htm>

Anonym 10: Sadba brambor/konzumní brambory [online]. [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <http://www.agrahb.cz/rane.php>

Zdroje obrázků:

Zdroj č. 1:

<https://www.listova-hnojiva.com/wp-content/uploads/2017/11/Brambory-BBCH.jpg>

Zdroj č. 2:

https://www.agromanual.cz/userfiles/image/clanky/hausvater_5_2013_plisen_bramboru/02_epidemicke_sireni_plisne_ve_spatne_osetrenem_porostu.jpg

Zdroj č. 3:

<https://www.agromanual.cz/cache/img/b0/data-web-clanky-2021-vichova-3-2021-choroby-bramboru-9-skladkove-choroby-2.fitbox.x1280.y1280.r0.q85.nr1.me2.jpg>

Zdroj č. 4:

<https://www.agromanual.cz/cache/img/63/data-web-clanky-2020-dolezal-5-2020-mandelinka-bramborova-1.fitbox.x1280.y1280.r0.q85.nr1.me2.jpg>

Zdroj č. 5:

https://www.agromanual.cz/inc/imgresize.php?img=%2Fdata%2Fagromanua%2Fhtml%2Fnovy%2Fdata%2Fweb%2Fclanky%2F_2020%2Fdolezal_5_2020_mandelinka_bramborova%2F4.jpg&method=fitbox&nw=1280&nh=1280&rotate=0&jpgquality=85&nore-size_small=0&max_enlargement=2

Zdroj č. 6:

<https://www.ireceptar.cz/galerie/jak-chranit-urodu-pred-dratovci-pomohou-pasti-i-vcasna-sklizen-20191017.html?photo=1>

Zdroj č. 7:

<https://cdn.sadbovezemiaky.sk/images/drotovec.jpg>