

Účinnost fungicidních přípravků na houby rodu *Colletotrichum* vyskytující se na listech cukrové řepy

EFFECTIVENESS OF FUNGICIDE PRODUCTS AGAINST *COLLETOTRICHUM* ON SUGAR BEET LEAVES

Miroslava Soukupová, David Novotný
Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu v. v. i.

Do rodu *Colletotrichum* ze skupiny Ascomycota patří řada fytopatogenních hub způsobujících škody na obilovinách, luskovinách, zelenině, ovoci a dalších plodinách (1). Složitý životní cyklus mnoha druhů *Colletotrichum* a jejich potenciál vzájemně se křížit jim umožňují infikovat širokou škálu hostitelských druhů a zároveň tím znesnadňují jejich detekci a kontrolu (2). Jedná se o organismy způsobující významné posklizňové choroby, které mohou způsobovat také choroby hlíz a sazenic nebo antraknózy poškozující různé nadzemní části rostlin. Houby tohoto rodu mají schopnost žít v pletivech rostlin, aniž by se na rostlinách objevily nějaké příznaky. Celkově je informací o výskytu hub z rodu *Colletotrichum* na nadzemních částech řepy velmi málo a informace o patogenitě vůči listům pocházejí více ze Severní Ameriky než z Evropy (3, 4).

Většinou jsou houby rodu *Colletotrichum* známy ve formě nepohlavního stadia, vyznačujícího se konidiomaty acervulárního nebo pyknidiálního typu (5). K infekci hostitelské rostliny dochází prostřednictvím apresoria, které se vyvíjí z klíčící spory na povrchu rostliny a proniká do rostlinného pletiva. Ve většině případů pak vznikající kolonie vstoupí do biotrofní fáze, kdy infikované tkáně zůstávají po tuto dobu bezpříznakovými. Poté následuje nekrotrofní fáze, což má za následek smrt rostlinných buněk a vznik lézí v rostlinných pletivech (6).

Na rostlinách cukrové řepy se druhy *Colletotrichum* vyskytují na listech (7), kde mohou způsobovat antraknotické léze obdobně jako na špenátu (3, 8, 4), nebo mohou poškozovat také bulvy (9), kde se objevují černé tečky a následně vpadlé hnědé léze (10) typické především u bramborových hlíz. Takto napadené rostliny

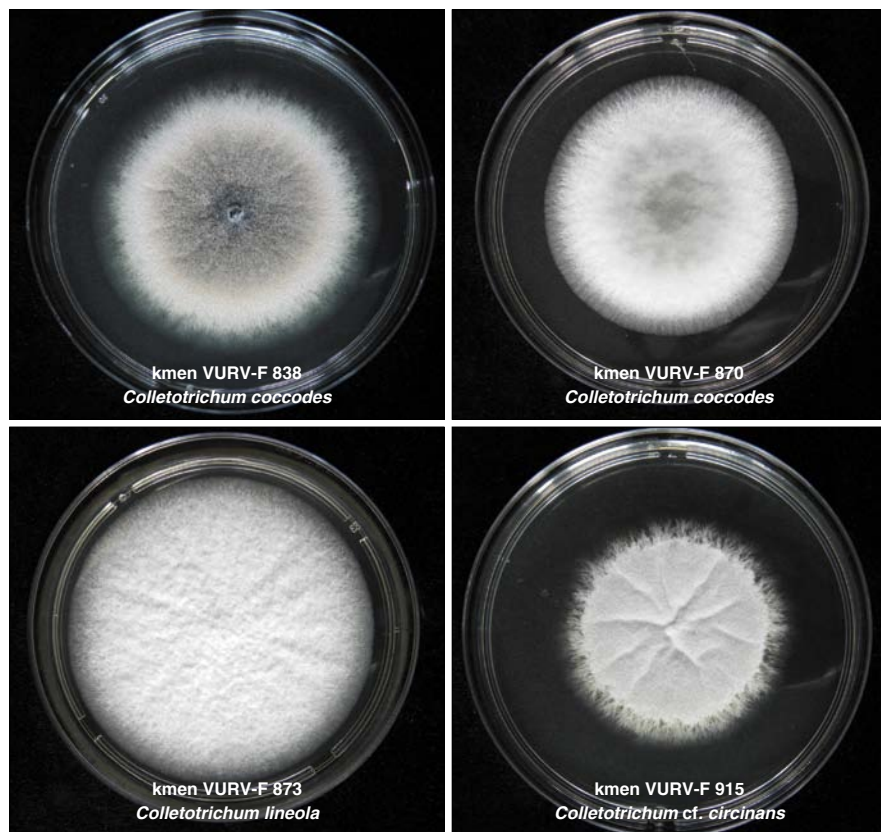
jsou dále zdrojem šíření nákazy a následně vysokých ztrát v průběhu skladování (11, 12). V posledních 15–20 letech došlo v souvislosti s větším využíváním molekulárně-genetických metod k rozvoji poznání hub z rodu *Colletotrichum* z různých hledisek, včetně taxonomie.

Z cukrové řepy je dosud známo šest druhů tohoto rodu (*Colletotrichum* cf. *circinans*, *C. coccodes*, *C. dematium* (včetně *C. dematium* f. *spinaciae*), *C. incanum*, *C. nigrum* a *C. spaethianum*) (6–8, 13–18), které patří do tří komplexů druhů (*C. dematium* complex, *C. spaethianum* complex a *C. coccodes*). (19)

Fungicidní ochrana cukrové řepy se v Česku provádí nejvíce proti cercosporové listové skvrnitosti řepy způsobené houbou *Cercospora beticola* (20), fungicidní ochranu proti houbám rodu *Colletotrichum* současné metodiky ochrany řepy neuvádí.

Při ochraně řepy jsou proti cercosporióze používány přípravky na bázi inhibitorů demethylace sterolů DMI s účinnou látkou difenoconazole, prothioconazole, tetraconazole a mefentrifluconazole, jejich aplikace se provádí preventivně nebo na počátku životního cyklu *Cercospora beticola* (21). Dále jsou používány přípravky

Obr. 1. Kmeny z rodu *Colletotrichum* použité v pokusu při kultivaci na 2% malt agaru



ze skupiny vnějších inhibitorů chinonu QoI, přesněji dnes je využíván pouze azoxystrobin. Používají se i přípravky na bázi anorganických látek jako měď, síra nebo stříbro, které jsou oproti předchozím vůči *Cercospora beticola* velmi účinné s nízkým rizikem vzniku rezistence (20).

Cílem práce bylo zjistit v in vitro podmínkách míru inhibice fungicidy používanými při ochraně cukrové řepy před jinými škodlivými druhy hub pro ochranu této plodiny před houbami rodu *Colletotrichum*.

Materiál a metody

Vliv vybraných přípravků byl zjišťován u čtyř kmenů z rodu *Colletotrichum* izolovaných z listů řepy z polí ve středních Čechách autory práce v uplynulých pěti letech. Tyto kmeny (obr. 1.) jsou nyní uloženy v Kolekci kultur mikroorganismů CARC (dříve Kolekce kultur mikroorganismů VÚRV). Přesněji se jedná o *Colletotrichum coccodes* (kmeny VURV-F 838 a VURV-F 870), *C. lineola* (kmen VURV-F 873) a *C. cf. circinans* (kmen VURV-F 915). Získané kmeny byly identifikovány na základě sekvence jejich ITS úseku rDNA.

V rámci práce byl zjišťován vliv 15 fungicidních přípravků vybraných na základě doporučení Řepářského institutu, spol. s r. o. Mezi těmito fungicidy byly přípravky schválené pro použití v cukrové řepě, ale také přípravky, které jsou určeny k ošetření jiných plodin (např. obilovin, zeleniny, révy, ovocných stromů, v tab. I. jsou označeny hvězdičkou).

Hodnocené přípravky byly naneseny na povrch 2% malt extrakt agar (20 g·l⁻¹ (malt extrakt – VWR International, Leuven; agar – Roth, Karlsruhe) v dávkách uvedených v tab. I. v 300 µl sterilní destilované vody a rovnoměrně rozetřeny Drigalského kličkou. Na kontrolní misky (bez fungicidu) bylo aplikováno pouze 300 µl sterilní destilované vody. Do středu Petriho misek byl umístěn terčík mycelia testovaného kmene *Colletotrichum* vykrojený korkovrtem o průměru 4 mm ze 7 dnů staré kultury houby napěstované na 2% malt extrakt agar. Pro každý kmen houby bylo provedeno 6 opakování od každé varianty.

Po 7 dnech kultivace v 25 °C a tmě byla změřena velikost kolonie vyrostlé na Petriho miskách pomocí posuvného měřítka ve dvou směrech kolmých na sebe. Od těchto měření byla odečtena velikost původního terčíku, porovnány s kontrolou a následně byla z nich vypočtena míra inhibice růstu houby podle rovnice (22):

$$\text{inhibice} = \frac{AK(\text{mm}) - AF(\text{mm}) - AT(\text{mm})}{AK(\text{mm}) - AT(\text{mm})} \cdot 100 \quad (\%),$$

kde AF je velikost kolonie na misce s fungicidem a AK je velikost kolonie v kontrolní misce, a AT je velikost původního terčíku

Získaná data byla vyhodnocena analýzou rozptylu (ANOVA) s Tukeyovým HSD post hoc testem s využitím softwaru TIBCO Statistica Ultimate Academic (verze 13.5; StatSoft GmbH, Hamburk, Německo).

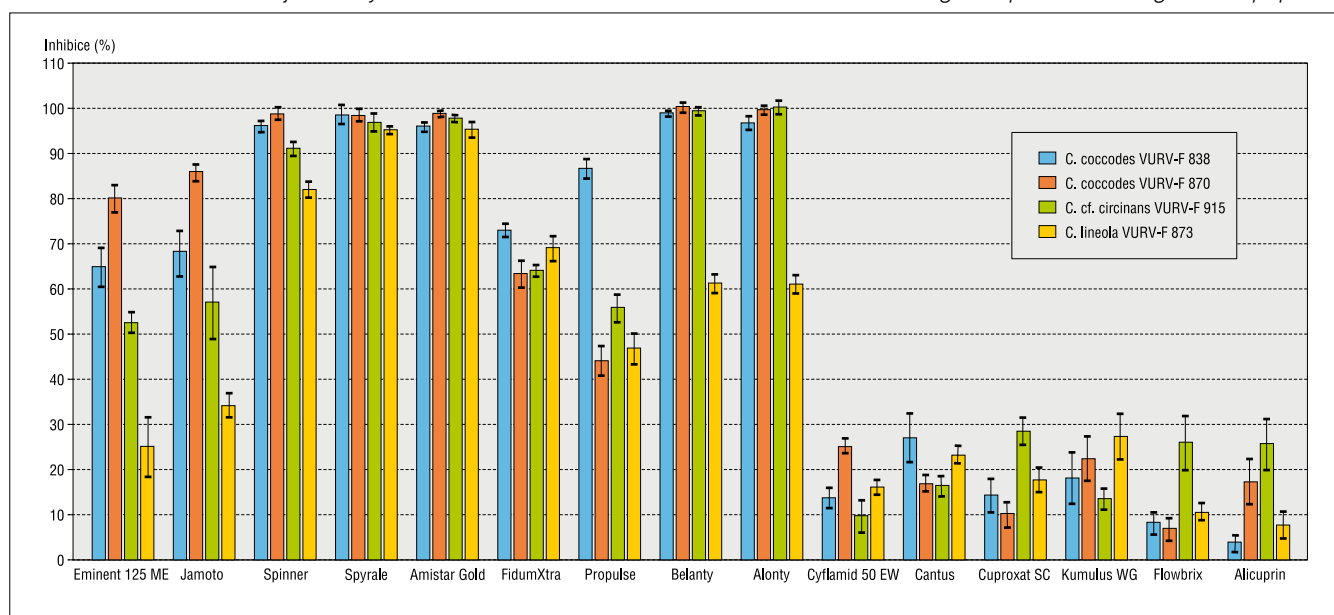
Tab. I. Seznam použitých přípravků

Přípravek (komerční název)	Účinná látka	Množství účinné látky v přípravku	Doporučená dávka přípravku	Množství přípravku naneseného na 1 Petriho misku (v 300 µl vody)
Eminent 125 ME	tetrakonazol	125 g/l	0,8 l/ha	0,443 µl
Jamoto	tetrakonazol	125 g/l	0,8 l/ha	0,443 µl
Propulse	prothiokonazol, fluopyram	125 g/l 125 g/l	1,2 l/ha	0,399 µl
Fidum Xtra*	azoxystrobin, prothiokonazol	140 g/l 100 g/l	1,4 l/ha	0,776 µl
Amistar Gold	azoxystrobin, difenokonazol	125 g/l 125 g/l	1 l/ha	0,554 µl
Spyrale	difenokonazol, fenpropidin	100 g/l 375 g/l	1 l/ha	0,554 µl
Spinner	difenokonazol	250 g/l	0,5 l/ha	0,277 µl
Alonty	mefentriflukonazol	75 g/l	0,7–1 l/ha	0,388 µl
Belanty	mefentriflukonazol, fluxapyxad	100 g/l 50 g/l	1,5 l/ha	0,831 µl
Cantus*	boscalid	500 g/kg	1,2 kg/ha	0,665 g
Cyflamid 50 EW*	cyflufenamid	50 g/l	0,5 l/ha	0,277 µl
Kumulus WG	síra	800 g/kg	6 kg/ha	3,325 g
Cuproxat SC*	síran měďnatý zásaditý	345 g/l	5,3 l/ha	2,937 µl
Flowbrix*	oxichlorid měďnatý	638 g/l	2,6 l/ha	1,441 µl
Alicuprin**	měď	377,5g/l	1,6–2,6 l/ha	0,887 µl

* Přípravek není určen pro ochranu řepy, proto je uvedena doporučená dávka pro jinou plodinu; ** nejedná se o fungicid, ale o měďnaté hnojivo, uvedena je dávka pro cukrovou řepu.

Obr. 2. Neotevřené pyknidy houby *Colletotrichum coccodes*



Obr. 3. Míra inhibice růstu jednotlivých kmenů hub rodu *Colletotrichum* na 2% malt extrakt agaru s přidavkem fungicidních přípravků

Výsledky

Hodnocené fungicidy způsobovaly různou míru inhibice růstu zkoumaných kmenů hub z rodu *Colletotrichum* v porovnání s kontrolou, přičemž fungicidy Spyrale a Amistar Gold způsobovaly téměř 100 % míru inhibice (95–99 %) kmenů *Colletotrichum* (obr. 3.). Obdobně přípravky Spinner, Alonty a Belanty inhibovaly růst kmenů *C. coccodes* VURV-F 838, VURV-F 870 a *C. cf. circinans* VURV-F 915 s 90–100 % účinností, ale u kmene *C. lineola* VURV-F 873 byla inhibice pouze cca 81 % v případě přípravku Spinner, respektive 60 % v případě přípravků Alonty a Belanty. Oproti tomu přípravky Cyflamid 50EW, Cantus, Cuproxat SC, Kumulus WG, Flowbrix a Alicuprin měly velmi nízkou účinnost (2–25 %) vůči všem testovaným kmenům.

Diskuze

Přípravky Eminent 125 ME a Jamoto obsahují stejné množství účinné látky tetrakonazol na 1 l přípravku. Tyto přípravky se používají proti cerkosporové listové skvrnitosti řepy a padlí řepy (23). Oba tyto přípravky vykazovaly významnou míru inhibice vůči kmenům *C. coccodes* VURV-F 838, VURV-F 870 a *C. cf. circinans* VURV-F 915, kdy došlo oproti kontrole k inhibici mycelia o více než 50 %, ale u *C. lineola* VURV-F 873 došlo k inhibici nárůstu mycelia pouze o 23,45 % (Emitent) a 32,66 % (Jamoto), jak je vidět na obr. 3. Toto zjištění potvrzuje studie s kmeny způsobujícími antraknózu jahod (24), kde měl také tetrakonazol nejnižší účinnost vůči *C. lineola* oproti dalším testovaným kmenům *C. nymphaeae*, *C. siamense*, *C. fioriniae*.

Přípravky Spinner a Spyrale obsahují jako účinnou látku difenokonazol (Spyrale v kombinaci s fenpropidinem), který působí jako inhibitor biosyntézy ergosterolu, avšak odlišným způsobem než azolové fungicidy a má význam především jako hodnotný antirezistentní prvek při ochraně obilnin proti padlí *Blumeria graminis* (25). Oba tyto přípravky prokázaly velkou míru inhibice vůči všem testovaným kmenům *Colletotrichum*. Vysokou fungicidní účinnost difenokonazolu vůči různým kmenům z rodu

Colletotrichum potvrzují i další studie (23, 25, 26, 27). I přes nižší obsah difenokonazolu byl u kmenů *C. coccodes* VURV-F 838, VURV-F 870 a *C. cf. circinans* VURV-F 915 statisticky nevýznamný (o jednotky procent) a u kmene *C. lineola* statisticky významný (o 13,42 %) vyšší inhibiční účinek přípravku Spyrale, což může být způsobeno obsahem fenpropidinu. Amistar Gold obsahuje oproti přípravku Spinner difenokonazol v poloviční dávce v kombinaci s azoxystrobinem, patřícím mezi strobilurinové deriváty. Amistar Gold se používá ve formě suspenzního koncentráту k ochraně cukrovky proti cerkosporové listové skvrnitosti řepy, rzi řepy, ramulariové listové skvrnitosti řepy, rizoktoniové kořenové a krčkové hnilobě řepy, padlí řepy a také ochraně dalších plodin (řepka olejka, slunečnice, pšenice, triticales, žito, sója a dalších) proti různým houbovým chorobám (např. fomová hniloba, červenohnědá skvrnitost slunečnice, septoriiová skvrnitost pšenice, hnědá rzivost pšenice, žlutá rzivost obilnin (28)). I tento fungicid vykazoval vysoký inhibiční účinek u všech hodnocených kmenů a v porovnání s předchozími dvěma přípravky s obsahem difenokonazolu byl statisticky významně srovnatelný s účinkem přípravku Spyrale.

V přípravku Fidum Xtra je účinnou látkou azoxystrobin v kombinaci s prothiokonazolem. Prothiokonazol obsahuje i fungicid Propulse, který je doplněn o fluopyram ze skupiny pyridinyl-ethyl-benzamidů působící jako SDH inhibitor respirace. Širokospektrální fungicid Fidum Xtra, určený pro použití v obilovinách, měl pro všechny hodnocené kmeny obdobný inhibiční účinek s přípravky na bázi tetrakonazolu, ale nižší než v porovnání s přípravky na bázi difenokonazolu. Oproti přípravkům Eminent 125 ME (o 45 %) a Jamoto (o 36 %) (oba s účinnou látkou tetrakonazol) měl ale vyšší inhibiční účinek na *C. lineola* VURV-F 873. Oproti tomu přípravek Propulse (s účinnými látkami prothiokonazol, fluopyram) vykazoval nižší inhibiční míru než Fidum Xtra (o 10–20 %) mimo kmen *C. coccodes* VURV-F 838, u něhož byla míra inhibice o 13,91 % vyšší.

Fungicidy Belanty a Alonty obsahují účinnou látku ze skupiny azolů mefentriiflukonazol (v Alonty doplněný o fluxapyroxad). Jedná se o širokospektrální přípravek na ochranu porostů cukrové řepy, s registrací proti čtyřem nejrozšířenějším chorobám

řepy v Česku (cerkosporové listové skvrnitosti řepy, padlí řepy, rzivosti řepy a ramulariové listové skvrnitosti řepy) (23, 29). Oba přípravky vykazovaly shodně vysokou míru inhibice vůči kmenům *C. coccodes* VURV-F 838, VURV-F 870 a *C. cf. circinans* VURV-F 915, statisticky významně stejnou jakou mají přípravky obsahující difenokonazol, ale u *C. lineola* VURV-F 873 byla inhibice nižší, pouze 60 %.

Cyflufenamid ze skupiny amidů, který je obsažen v přípravku Cyflamid 50EW, inhibuje napadení rostliny houbou tím, že zabráňuje pronikání haustorií do buněk, následnému vytváření hyf a vytvoření konidioforů. Vyznačuje se dlouhodobým účinkem a velmi dobrým vstřebáváním do pletiv rostlin i za nižších teplot. Přípravek nevykazuje křížovou rezistenci vůči fungicidům s jiným mechanismem působení a je především určen proti padlí v obilninách a jádřovinách (30). U tohoto přípravku byla míra inhibice vůči všem testovaným kmenům velmi nízká, u kmene *C. cf. circinans* dokonce statisticky nevýznamná v porovnání s kontrolou (7,96 %). Fungicid Cantus, který obsahuje boskalid 500 g·l⁻¹, inhiboval růst hodnocených hub také málo. Boskalid inhibuje enzym sukcinát dehydrogenáza SDH, čímž působí na dýchací proces citlivých organismů a je určen především proti houbovým chorobám révy. Tento přípravek u hodnocených kmenů *Colletotrichum* zpomalil růst jen mírně, i když statisticky významně ve srovnání s kontrolou, jak je vidět v na obr. 3. Také jiné studie (31–34) uvádějí, že boskalid nemá na různé druhy *Colletotrichum* inhibiční účinek.

Hodnoceny byly i přípravky na bázi síry a mědi (Cuproxat SC obsahující zásaditý síran měďnatý, Kumulus WG tvořený 80% sírou, Flowbrix obsahující oxichlorid měďnatý a Alicuprin tekuté koncentrované měďnaté hnojivo). Jak je vidět na obr. 3., všechny tyto přípravky na bázi síry a mědi měly jen malý inhibiční účinek vůči všem testovaným kmenům. Tato zjištění potvrzují i jiné studie (35, 36) zabývající se vlivem vybraných fungicidů na *C. gloeosporioides*. V případě přípravků Flowbrix u obou kmenů *C. coccodes* VURV-F 738, VURV-F 870 a hnojiva Alicuprin u kmenů *C. coccodes* VURV-F 838 a *C. lineola* VURV-F 873 byl inhibiční účinek v porovnání s kontrolou statisticky nevýznamný.

Závěr

Z 15 použitých fungicidů nejvíce omezovaly růst hodnocených kmenů *Colletotrichum* přípravky s účinnou látkou difenokonazol a mimo kmen *C. lineola* VURV-F 873 také přípravky s účinnou látkou mefentriflukonazol. Naopak málo omezovaly růst hodnocených kmenů přípravky na bázi síry a mědi, ale také přípravek Cantus s účinnou látkou boskalid a přípravek Cyflamid 50 EW s účinnou látkou Cyflufenamid. Vzhledem ke skutečnosti, že fungicidy byly hodnoceny pouze v doporučených (povolených) aplikačních dávkách, bylo by vhodné na tuto studii navázat určením EC50 pro jednotlivé přípravky a polními pokusy.

Popsaný výzkum byl podpořen projekty TAČR TH04030242 a MZE-RO0425.

Souhrn

Cílem této studie bylo porovnat účinnost 15 fungicidních přípravků vůči 2 kmenům *C. coccodes* (VURV-F 838 a VURV-F 870), a po jednom z kmene *C. cf. circinans* (VURV-F 915) a *C. lineola* (VURV-F 873) izolovaným z listů cukrovky. Houby rodu *Colletotrichum* způsobují poškození listů i bulvů řepy, vč. tzv. skládkových onemocnění v různých

Obr. 4. Jednobuněčné konidie hub rodu *Colletotrichum*



zemích světa. Na základě provedených hodnocení lze konstatovat, že vůči všem izolovaným kmenům *Colletotrichum* z listů řepy nejvíce omezovaly růst (v dávkách doporučených při aplikaci při ochraně plodin) přípravky s účinnou látkou difenokonazol ze skupiny inhibitorů demethylace sterolů DMI s obchodními názvy Spyrale, Spinner a Amistar Gold a mimo kmen *C. lineola* VURV-F 873 také přípravky Alonty a Belanty s účinnou látkou mefentriflukonazol. Tyto fungicidy způsobovaly při hodnocení v in vitro podmínkách na Petriho miskách statisticky významně vyšší míru inhibice růstu zkoumaných hub než ostatní azolové fungicidní látky tetrakonazol, prothiokonazol. Naopak velmi málo inhibovaly růst všech hodnocených kmenů přípravky na bázi síry a mědi, ale také přípravek Cantus s účinnou látkou boskalid a přípravek Cyflamid 50 EW na bázi látky ze skupiny amidů. Také lze konstatovat, že kmen *C. lineola* (VURV-F 873) je vůči testovaným přípravkům méně senzitivní než kmeny *C. coccodes* (VURV-F 838, VURV-F 870) a *C. cf. circinans* (VURV-F 915).

Klíčová slova: *Colletotrichum*, fungicidy, *Beta vulgaris*, řepa, ochrana rostlin.

Literatura

- CANO, J.; GUARRO, J.; GENÉ, J.: Molecular and Morphological Identification of *Colletotrichum* Species of Clinical Interest. *J. Clin. Microbiol.*, 42, 2004 (6), s. 2450–2454.
- DE SILVA, D. ET AL.: Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. *Fungal Biology Rev.*, 31, 2017 (3), s. 155–168.
- HANSON, L. E. ET AL.: First report of anthracnose on sugar beet (*Beta vulgaris*) caused by *Colletotrichum incanum* in Michigan, USA. *New Disease Reports*, 47, 2023 (1), s. 1–3.
- ZIAUR BHUIYAN M. Z. R. ET AL.: Identification of *Colletotrichum spaethianum* causing sugar beet leaf spot in North Dakota, USA. *Journal of Plant Protection Research* (in press).

5. CANO, J.; GUARRO, J.; GENÉ, J.: Molecular and Morphological Identification of *Colletotrichum* Species of Clinical Interest. *J. Clin. Microbiol.*, 42, 2004 (6), s. 2450–2454.
6. TALHINHAS, P.; BARONCELLI, R.: Hosts of *Colletotrichum*. *Mycosphere*, 14, 2023 (2), s. 158–261.
7. DAUCH, A. L.; WATSON, A. K.; JABAHI-HARE, S. H.: Detection of the biocontrol agent *Colletotrichum coccodes* (183088) from the target weed velvetleaf and from soil by strain-specific PCR markers. *J. of Microbiol. Methods*, 55, 2003 (1), s. 51–64.
8. LIU, B. ET AL.: Three New Fungal Leaf Spot Diseases of Spinach in the United States and the Evaluation of Fungicide Efficacy for Disease Management. *Plant Disease*, 105, 2021 (2), s. 316–323.
9. ABDULMAJEED, S. ET AL.: First report of leaf blight of Indian spinach caused by *Colletotrichum siamense* in India. *J Plant Pathol*, 104, 2022, s. 1567–1568.
10. HANSON, L. E.; MINIER, D. H.; NEHER, O. T.: *Colletotrichum coccodes* causing “black dot” of sugar beet in the Pacific Northwest of the USA. *New Disease Reports*, 46, 2022 (2), s. 1–2.
11. GOUREY, C. O.: Pathogenicity of *Colletotrichum dematium* to table beets and other. *Canadian Journal of Plant Science*, 46, 1966 (5), s. 531–536.
12. LIEBE, S.; VARRELMANN, M.: Effect of Environment and Sugar Beet Genotype on Root Rot Development and Pathogen Profile During Storage. *Phytopathology*, 106, 2016 (1), s. 65–75.
13. CHIKUO, Y.; SUGIMOTO, T.; ENDO, T.: Sugar beet anthracnose caused by *Colletotrichum dematium* f. *spinaciae* (Ellis et Halst.). *Arx. Ann. Phytopath. Soc. Japan*, 50, 1984, s. 46–52.
14. *Fungal & yeast collection (CBS)*. Westerdijk Fungal Biodiversity Institute, [online] https://wi.knaw.nl/fungal_table, cit. 5. 12. 2024.
15. *BCCM/MUCL environmental & agro-food fungi & yeasts catalogue*. BCCM, [online] <https://bccm.belspo.be/MUCL-catalogue-search>, cit. 5. 12. 2024.
16. *CABI Genetic Resources Collection*. CABI, [online] <https://form.jotform.com/232901487583059>, cit. 5. 12. 2024.
17. *ATCC – Microbes products*. ATCC, [online] <https://www.atcc.org/>, cit. 5. 12. 2024.
18. *ARS Culture Collection – Fungi Catalog*. USDA, [online] <https://nrrl.ncaur.usda.gov/>, cit. 5. 12. 2024.
19. LIU, F. ET AL.: Updating species diversity of *Colletotrichum*, with a phylogenomic overview. *Stud. in Mycol.*, 101, 2022 s. 1–56.
20. PAVLŮ, K.: Ochrana proti cerkosporiôze a její rentabilita. *Listy cukrov. řepář.*, 104, 2024 (7–8), s. 246–251.
21. KONOPÍKOVÁ, L.: *Označení přípravku podle nařízení Komise (EU) č. 547/2011: Eminent 125 ME*. ÚKZÚZ, 2022, Brno. [online] <https://mze.gov.cz/public/app/eagriapp/POR/Detail.aspx?id=1040923&stamp=638651846821145626>.
22. USMAN, H. M. ET AL.: Sensitivity of *Colletotrichum fruticola* and *Colletotrichum siamense* of Peach in China to Multiple Classes of Fungicides and Characterization of Pyraclostrobin-Resistant Isolates. *Plant Disease*, 105, 2021 (11), s. 3459–3465.
23. KŮDELA, V. ET AL.: *České a anglické názvy chorob a škůdců rostlin*. Praha: ČAZV, 2012, 272 s., ISBN 978-80-905080-4-0.
24. SCHOENEBERG, A.; HU, M.: Efficacy evaluation of demethylation inhibitors and mixtures against *Colletotrichum* spp. causing strawberry anthracnose. *J. Plant Pathol.*, 104, 2022 (13), s. 1483–1489.
25. LI, R. ET AL.: Screening for a Fenpropidin Enantiomer with High Activity and Low Toxicity. *J. Agric. Food Chem.*, 71, 2023 (45), s. 16984–16992.
26. MELLO, F. E. ET AL.: Sensitivity of *Colletotrichum plurivorum* and *C. truncatum* isolated from soybean in Brazil to SDHIs and DMIs fungicides. *Trop. Plant Pathol.*, 49, 2024, s. 83–92.
27. SING, H. ET AL.: Evaluation of germplasm, fungicides and biocontrol agents against anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) in mango (*Mangifera indica*) nursery. *Indian J. Agric. Sci.*, 90, 2020 (6), s. 1125–1129.
28. LIU, Y. ET AL.: Diversity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose on *Euonymus japonicus* and their sensitivity to fungicides. *Front. Plant Sci.*, 15, 2024, s. 1–14.
29. *Bezpečnostní list Amistar Gold*. Syngenta, 2022, Praha, [online] https://www.syngenta.cz/sites/g/files/kgtney1451/files/media/document/2023/03/30/ETK_Amistar%20Gold.pdf.
30. *Rozhodnutí č. j. UKZUZ 011118/2015*. ÚKZÚZ, 2018 Brno, [online] https://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_cyflamid_50ew.pdf.
31. ISHII, H. ET AL.: Efficacy of SDHI fungicides, including benzovindiflupyr, against *Colletotrichum* species. *Pest. Manag. Sci.*, 72, 2016 (10), s. 1844–1853.
32. XIAOYU, L. ET AL.: Comparative Transcriptome Analyses Reveal Conserved and Distinct Mechanisms of the SDHI Fungicide Benzovindiflupyr Inhibiting *Colletotrichum*. *Phytopathology*, 112, 2022 (6), s. 1255–1263.
33. ISHII, H. ET AL.: Sensitivity to fungicides in isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. acutatum* species complexes and efficacy against anthracnose diseases. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 182, 2022, s. 105049.
34. USMAN, H. M. ET AL.: Sensitivity of *Colletotrichum nymphaeae* to Six Fungicides and Characterization of Fludioxonil-Resistant Isolates in China. *Plant Disease*, 106, 2022 (1), s. 165–173.
35. STIRLING, A.M. ET AL.: Effect of copper fungicide on *Colletotrichum gloeosporioides* and other microorganisms on avocado leaves and fruit. *Aust. J. Agric. Res.*, 50, 1999, s. 1459–1468.
36. SINGH, H. ET AL.: Evaluation of germplasm, fungicides and biocontrol agents against anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) in mango (*Mangifera indica*) nursery. *Indian J. of Agric. Sci.*, 90, 2020 (6), s. 1125–1129.

Soukupová M., Novotný D.: Effectiveness of Fungicide Products against *Colletotrichum* on Sugar Beet Leaves

The aim of this study was to compare the efficacy of 15 fungicide products against 2 strains of *C. coccodes* (VURV-F 838 and VURV-F 870), and one each of *C. cf. circinans* (VURV-F 915) and *C. lineola* (VURV-F 873) isolated from sugar beet leaves. Fungi of the genus *Colletotrichum* cause damage to beet leaves and beet bulbs, including so-called storage diseases in various countries of the world. Based on the evaluations carried out, it can be concluded that regarding all the strains of *Colletotrichum* isolated from beet leaves, the most growth inhibiting (at the doses recommended for crop protection applications) were products with the active substance difenoconazole from the group of sterol demethylation inhibitors DMIs with the trade names Spyrale, Spinner and Amistar Gold and, apart from the *C. lineola* (strain VURV-F 873), also products Alonty and Belanta with the active substance mefentrifluconazole. These fungicides caused a statistically significantly higher inhibition of the growth of the fungi than the remaining azole fungicides tetraconazole, prothioconazole when evaluated in in-vitro conditions in petri dishes. In contrast, the growth of all the evaluated strains was only slightly inhibited by sulphur and copper-based products, but also by Cantus with the active substance boscalid and Cyflamid 50 EW based on a substance from the amide group. It can also be concluded that *C. lineola* (VURV-F 873) is less sensitive to the tested products than *C. coccodes* (VURV-F 838, VURV-F 870) and *C. cf. circinans* (VURV-F 915).

Key words: *Colletotrichum*, fungicides, *Beta vulgaris*, sugar beet, plant protection.

Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Miroslava Soukupová., Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu, v. v. i., Odbor ochrany plodin a zdraví rostlin, Drnovská 507, 161 06 Praha 6, Česká republika, e-mail: miroslava.soukupova@carc.cz