

Snížená citlivost cercosporiózy (*Cercospora beticola* Sacc.) k fungicidům v porostech cukrové řepy?

REDUCED SUSCEPTIBILITY OF CERCOSPORA LEAF SPOT (*CERCOSPORA BETICOLA* SACC.)
TO FUNGICIDES IN SUGAR BEET CROPS?

Tomáš Spitzer, Dominik Bleša – Agrotest fyto, s. r. o.

Cukrová řepa je hostitelem řady fytopatogenních hub, které v menší či větší míře poškozují vzcházející rostlinky, listový aparát nebo uskladněné bulvy. Za jednu z nejvýznamnějších se v minulosti i v současnosti považuje cercosporová listová skvrnitost řepy – cercosporióza (*Cercospora beticola* Sacc.), dříve nazývaná skvrnatička řepná. V literatuře se uvádí výnosové ztráty způsobené cercosporiózou v rozsahu 10–30 % a ztráty na výnosu cukru až do 50 %. Ztráty na výnosu cukru jsou tak obvykle několikanásobně vyšší než u druhé nejvýznamnější choroby cukrovky – padlí (*Erysiphe betae*), vyskytující se především během suchých a teplých ročníků, kde jsou zaznamenávány maximální ztráty výnosu v rozmezí 5–15 %. Z dalších méně významných původců listových chorob cukrové řepy se občas vyskytnou *Ramularia beticola*, *Uromyces betae* nebo *Phoma betae*.

Přestože je *Cercospora beticola* hlavním tuzemským listovým patogenem cukrové řepy (obr. 1.), je patrné, že její výskyt dosahuje značné meziroční variability a vysokého napadení je dosahováno především v oblastech a ročnících s četnými srážkami a průměrnými denními teplotami v rozmezí 20–25 °C.

Výše ztrát výnosu způsobených cercosporiózou je přitom značně závislá na počátku epidemie. Jak uvádí WOLF ET AL. (1), ztráty výnosu cukru, které činí při začátku epidemie v polovině července více než 30 %, mohou klesnout při začátku epidemie v polovině srpna na méně než 10 %.

Na Moravě se cercosporióza řepná objevovala v 70. letech minulého století a znovu se pak objevila koncem 90. let a její výskyt je od té doby pravidelný v závislosti na aktuálním průběhu počasí v konkrétní sezoně. Aplikace fungicidů proti této chorobě se staly součástí pěstební technologie cukrové řepy. V posledních letech je tato choroba dokonce na vzestupu a standardním technologickým postupem se staly dvě až tři aplikace fungicidů za sezonu.

Aplikace fungicidů velmi prodražuje pěstování cukrové řepy, navíc v posledních dvou, třech sezonách zjišťují pěstitelé, že ani po dvou či třech aplikacích fungicidu není účinnost proti této chorobě dostatečná. Jedním z vysvětlení může být vznik snížené citlivosti nebo rezistence houby *Cercospora beticola* k používaným fungicidním účinným látkám.

Životní cyklus *Cercospora beticola*

Přezimování

Houba *Cercospora beticola* přežívá nepříznivé podmínky (zejména zimu) jako mycelium nebo konidie (obr. 2.) na rostlinných zbytcích (listy, stonky) v půdě. Přezívající konidie na rostlinných zbytcích jsou pak hlavním zdrojem infekce v následujícím vegetačním období.

Obr. 1. Cercosporióza je v současné době nejvýznamnějším patogenem cukrové řepy



Primární infekce

Na jaře, za vhodných podmínek (vysoká vlhkost a teplota mezi 25–30 °C) začne houba produkovat mycelium a konidie, které jsou uvolňovány do vzduchu nebo rozstříkány vodou (např. deštěm) a mohou infikovat nové rostliny. Primární infekce nastává, když konidie dopadnou na listy cukrové řepy. Pokud jsou vhodné podmínky (teplé a vlhké prostředí), klíčí a pronikají do rostlinných tkání prostřednictvím průduchů.

Růst a rozvoj houby uvnitř rostliny

Po vstupu do listů houba roste mezi buňkami mezofylu (parenchymu) listu. Vytváří enzymy a toxiny způsobující destrukci buněk hostitele, což se projevuje jako drobné, kruhové, šedé až hnědé skvrny s červenofialovým okrajem (obr. 3.), jsou typickým symptomem. Postupně splynou a vedou k odumření velkých částí listu.

Sekundární infekce a šíření

Jakmile se skvrny objeví, houba produkuje další generace konidií, které se tvoří na povrchu infikovaných tkání. Konidie jsou produkovány v konidioforech (specializované struktury pro tvorbu spór) a jsou viditelné jako drobné černé body na povrchu skvrn. Tyto nové konidie se šíří větrem, deštěm nebo pohybem mechanizace a způsobují sekundární infekce na dalších listech a rostlinách, což vede k rychlému šíření choroby v poli.

Reprodukce

Houba se reprodukuje hlavně asexuálně pomocí konidií, což jí umožňuje rychlé šíření během vegetace. Pohlavní rozmnožování (teleomorfní fáze) u *C. beticola* není běžně pozorováno. Konidie, které infikují nové listy, vytvoří novou generaci skvrn a novou generaci konidií, což umožňuje cyklický nárůst infekce během sezony.

Obr. 2. Konidie cercosporové listové skvrnitosti řepy – *Cercospora beticola* Sacc. (foto: Wikimedia Commons)



Tab. 1. Fungicidní účinné látky povolené proti cercosporióze

Účinná látka	Chemická skupina	Riziko rezistence	Spotřeba 2023 (t)
Mefentrifluconazol	triazol (DMI)	střední	2,8
Difenoconazol			5,1
Tetraconazol			1,9
Metconazol			0,04
Prothioconazol			2,9
Pyraclostrobin Azoxystrobin	Qol (strobilurin)	vysoké	2
Boscalid Fluxapyroxad	SDHI	střední – vysoké	0,45
Fenpropidin	aminy (morfolin)	nízké – střední	5,6
Oxid mědi Síran měďnatý	kontaktní, multispektrální	nízké	20
Fenpicoxamid	Qil	neznámé	

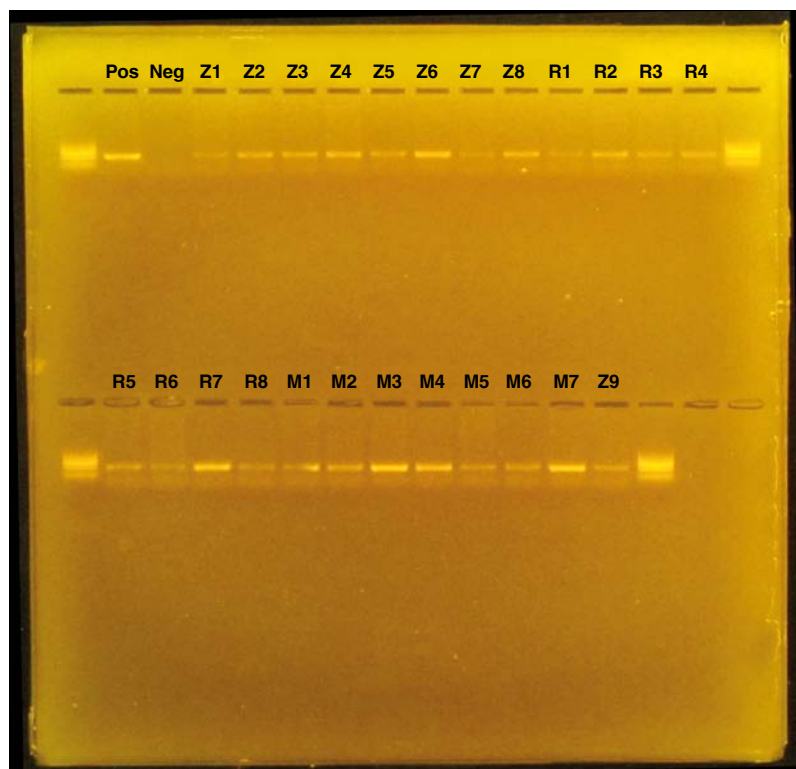
Základní faktory ovlivňující životní cyklus

Vysoké teploty (25–30 °C) a vysoká vlhkost vzduchu nebo povrchu listu jsou optimální pro klíčení konidií a infekci. Dešťové srážky nebo zavlažování přispívají k šíření konidií z infikovaných listů na zdravé listy, čímž zvyšují rychlost a rozsah infekce. Rostlinné zbytky infikovaných rostlin na poli jsou hlavním zdrojem inokula pro infekci v následující sezoně.

Obr. 3. Typický symptom cercosporiózy – drobné šedé až hnědé skvrny s červenofialovým okrajem na listech



Obr. 4. Diagnostické potvrzení identity izolátů pomocí druhově specifických primerů dle KNIGHT ET AL. (6)

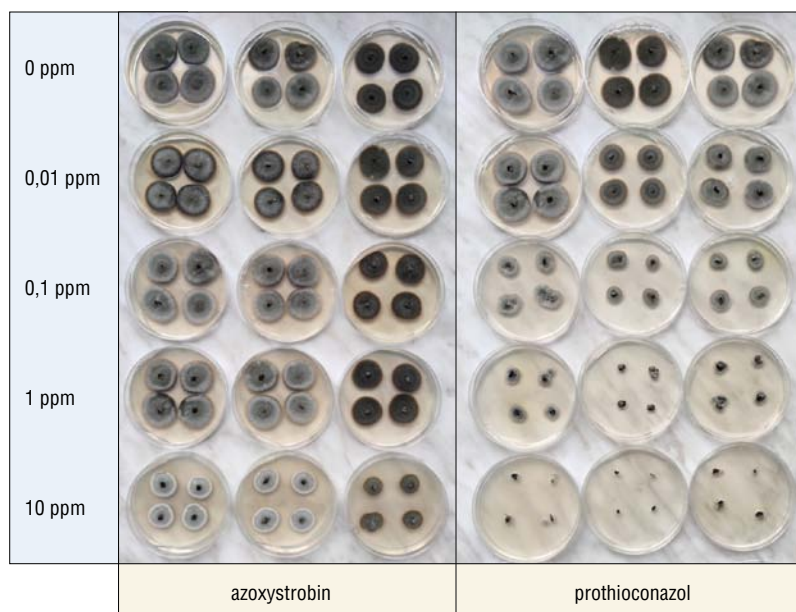


Z – izoláty z lokality Kroměříž, R – Rataje, M – Marefý

Rezistence *Cercospora beticola* k fungicidům

Z literatury je známo, že *C. beticola* vykazuje rezistenci vůči několika skupinám fungicidů, a to **DMI** (demethylation inhibitors – inhibitory demethylace), **Qol** (quinone outside inhibitors – chinonové vnější inhibitory) a **SDHI** (succinate dehydrogenase inhibitors – inhibitory sukcinátdehydrogenázy) (2).

Obr. 5. Odezva izolátů vůči dvěma účinným látkám (azoxystrobinu a prothioconazolu) s narůstající koncentrací



Rezistence *C. beticola* vůči fungicidům je významným problémem při ochraně cukrové řepy. Vzhledem k tomu, že tato houba je schopná rychle mutovat a adaptovat se na chemické prostředky, používání fungicidů se stává čím dál méně efektivní.

Rezistentní kmeny houby byly hlášeny v mnoha regionech pěstování cukrové řepy po celém světě, včetně Evropy a Severní Ameriky. Šíření těchto rezistentních kmenů je usnadněno vysokou produkcí konidií a jejich snadnou disperzí větrem. Použití fungicidů s různými mechanismy účinku v rámci jednoho sezonního cyklu snižuje riziko selekce rezistentních kmenů. Pokud jsou však fungicidy používány opakovaně, vede to často k selekci rezistentních kmenů.

V tab. I. jsou uvedeny fungicidně účinné látky povolené podle registru přípravků ÚKZÚZ pro použití proti cercosporióze v cukrové řepě. Na základě spotřeby účinných látek v cukrovce pro rok 2023, tak jak jsou uvedeny na stránkách ÚKZÚZ je patrné, že hlavní tíhu ochrany řepy proti cercosporióze nesou účinné látky ze skupiny triazolů se středním rizikem vzniku rezistence (na základě hodnocení organizace FRAC) a dále jeden zástupce strobilurinů s vysokým rizikem vzniku rezistence a jeden zástupce SDHI se středním až vysokým rizikem vzniku rezistence. Pouze jedna účinná látka vykazuje nízké riziko vzniku rezistence, a to přípravek na bázi mědi, ale použití

měďnatých přípravků v Evropské unii podléhá přísné regulaci a je omezováno maximálními dávkami (např. 4 kg mědi na hektar za rok). To snižuje účinnost proti cercosporióze, a tak je praktické používání v praxi postupně omezováno.

Vzhledem k tomu, že většina účinných látek používaných v cukrové řepě proti cercosporiové listové skvrnitosti je z pohledu rizika vzniku rezistence hodnocena jako středně až vysoce rizikových, se dá očekávat, že se nějaká míra rezistence postupně vyvine. Tomu odpovídají i údaje z literatury, například rezistence patogenu *C. beticola* k DMI a Qol fungicidně účinným látkám byla zjištěna v USA (3) a v Polsku (4).

Jedinou účinnou látkou použitelnou v cukrové řepě s uvedeným nízkým až středním rizikem rezistence je fenpropidin a zástupce relativně nové skupiny Qil fenpicoxamid, u kterého zatím riziko vzniku rezistence není známo. Spolu s měďnatými přípravky jsou tyto dvě účinné látky jedinými možnostmi pro antirezistentní strategii proti vzniku rezistence *C. beticola* na nejpoužívanější přípravky.

Teoreticky je tedy možný vznik rezistence *C. beticola* více než pravděpodobný a dokládal by, proč v posledních letech byla na řadě pozemků u mnoha pěstitelů ochrana cukrové řepy proti cercosporióze neuspokojivá.

Za účelem vyhodnocení míry rezistence v populacích *C. beticola* byly z cukrové řepy odebrány vzorky listů s typickými symptomy z celkem tří lokalit. Z těchto listů byly izolovány patogenní houby (obr. 4.), které byly následně testovány in vitro na miskách s agarovým médiem obsahujícím

gradient (koncentrační řadu) daného fungicidu (obr. 5.). Koncentrace látek se postupně zvyšují, což umožňuje posoudit hranici, při které dochází k inhibici růstu mycelia.

Pomocí probitové analýzy je vypočítána dávka fungicidní látky, která způsobuje 50% redukci růstu mycelia. Následně jsou hodnoty EC50 převedeny do kategorií – kategorie senzitivních izolátů EC50 < 1 ppm BOLTON ET AL. (5); izolátů se sníženou citlivostí EC50 ≥ 1 ppm a izolátů s velmi sníženou citlivostí EC50 ≥ 10 ppm.

Graf na obr. 6. uvádí podílové zastoupení izolátů podle skupin citlivosti. Největší podíl izolátů s velmi sníženou citlivostí byl přítomen u azoxystrobinu a fluxapyroxadu, nejmenší u fenpicoxamidu.

Závěr

Z provedených testů napadených listů cukrové řepy ze tří lokalit na Moravě vyplývá, že zde již nějaká míra rezistence *C. beticola* k používaným fungicidním účinným látkám existuje. Z pěti testovaných účinných látek byla zjištěna vyšší míra rezistence na azoxystrobin a fluxapyroxad. Bylo by dobré, aby si pěstitelé cukrové řepy nechali otestovat napadené listy ze svých porostů na rezistenci původce cercosporové listové skvrnitosti řepy k nejčastěji používaným účinným látkám a zvolili nějakou formu antirezistentní strategie kombinující odolné odrůdy cukrovky s fungicidními účinnými látkami s nízkou mírou rizika vzniku rezistence (1). Vzhledem k omezenému výběru povolených účinných látek s tímto nízkým rizikem vzniku rezistence u cercosporiózy to však bude velmi obtížné.

Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1123.

Souhrn

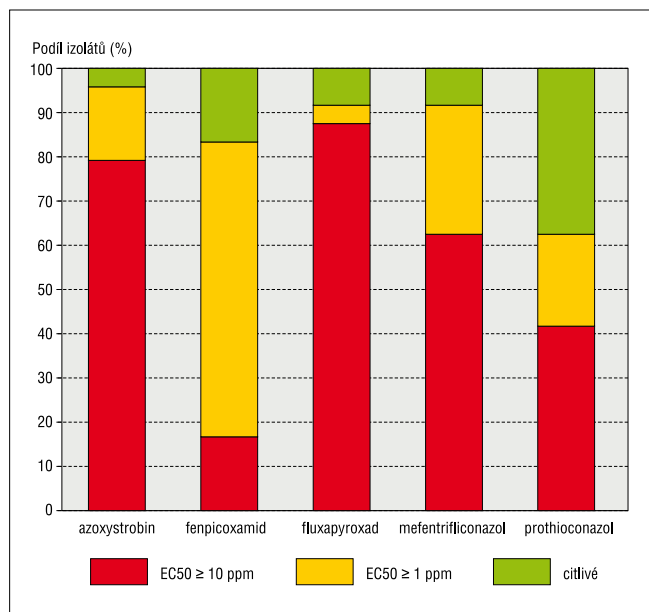
Byly provedeny testy citlivosti k fungicidním látkám izolátů získaných z listů cukrové řepy napadených cercosporovou listovou skvrnitostí řepy ze tří lokalit na Moravě. Z výsledků testů vyplývá, že na řadě míst na Moravě již nějaká míra rezistence *Cercospora beticola* Sacc. k používaným fungicidním účinným látkám existuje. Z pěti testovaných účinných látek (azoxystrobin, fluxapyroxad, fenpicoxamid, mefentrifluconazol, prothioconazol) byla zjištěna vyšší míra rezistence na azoxystrobin a fluxapyroxad. Pěstitelé cukrové řepy by s ohledem na to měli zvolit antirezistentní strategii založenou na kombinaci odolné odrůdy a fungicidů s účinnými látkami s nízkou mírou rizika vzniku rezistence.

Key words: cukrová řepa, *Cercospora beticola* Sacc., resistance, azoxystrobin, fluxapyroxad, fenpicoxamid, mefentrifluconazol, prothioconazol.

Literatura

1. WOLF P. F. J.; VERERET, J. A.: An Integrated Pest Management System in Germany for the Control of Fungal Leaf Diseases in Sugar Beet. The IPM Sugar Beet Model. *Plant Disease*, 86, 2002 (4), s. 336–344, doi.org/10.1094/PDIS.2002.86.4.336.
2. *Protocol of the discussions and recommendations of the SBI working group of the Fungicide Resistance Action Committee (FRAC)*. Working Group (SBI), 2024, Minutes from WG meeting on January 19th, 2024.
3. LIU, YX; MENDOZA, LED; KHAN, MFR.: Resistance to QoI and DMI Fungicides Does Not Reduce Virulence of *C. beticola* Isolates in North

Obr. 6. Zastoupení izolátů dle skupin citlivosti



Central United States. *Plant Disease*, 107, 2023 (7), s. 2825–2829, doi.org/10.1094/PDIS-11-21-2583-RE.

4. KINIEC, A.; PIECZUL, K.; PIŚCZEK, J.: The first detection of multiple resistant (MBC and QoI) strains of *Cercospora beticola* Sacc. in Poland. *Crop Protection*, 158, 2022, 106006, doi.org/10.1016/j.cropro.2022.106006.
5. BOLTON, M. D. ET AL.: Efficacy of variable tetraconazole rates against *Cercospora beticola* isolates with differing in vitro sensitivities to DMI fungicides. *Plant disease*, 96, 2012 (12), s. 1749–1756, doi.org/10.1094/PDIS-03-12-0255-RE.
6. KNIGHT, N. L.; SARAH J. PETHYBRIDGE, S. J.: An improved PCR assay for species-specific detection and quantification of *Cercospora beticola*. *Canadian J. Plant Pathology*, 42, 2020 (1), s. 72–83, doi.org/10.1080/07060661.2019.1621380.

Spitzer T., Bleša D.: Reduced Susceptibility of *Cercospora* Leaf Spot (*Cercospora beticola* Sacc.) to Fungicides in Sugar Beet Crops?

Fungicide susceptibility tests were performed on isolates obtained from sugar beet leaves from three locations in Moravia region; their results show that in a number of locations in Moravia, some degree of resistance of *Cercospora beticola* Sacc. to the used fungicidal agents already exists. Of the five active substances tested (azoxystrobin, fluxapyroxad, fenpicoxamid, mefentrifluconazole, prothioconazole) a higher level of resistance was found to azoxystrobin and fluxapyroxad. In view of this, sugar beet growers should choose an anti-resistance strategy based on a combination of resistant varieties and fungicides with active ingredients with a low risk of resistance.

Key words: sugar beet, *Cercospora beticola* Sacc., resistance, azoxystrobin, fluxapyroxad, fenpicoxamid, mefentrifluconazole, prothioconazole.

Kontaktní adresa – Contact address:

RNDr. Tomáš Spitzer, Ph.D., Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, 767 01 Kroměříž, Česká republika, e-mail: spitzer@vukrom.cz