

infekce v klasech optimální a také vcelku krátkým obdobím, po které mohou být kvetoucí klasy obilniny napadeny, nabízejí možnost pro celý systém vytvořit včasné, operativní a ekonomicky nenáročné opatření k předpovědi vývoje epidemie.
(Recenzováno)

Literatura

Ireta, M. J.: Estimación de un modelo de crecimiento para la fusariosis del trigo causada por *Fusarium graminearum* Sch.: In: Taller sobre la fusariosis de la espiga en América del sur. M.M.Kohli (ed.), Mexico, D.F.: CIMMYT.

Polišenská, I., Jirsa, O.: Sklizeň obilovin 2024 z pohledu výskytu mykotoxinů. Obilnářské listy, 33, 2025, 1, 7–10

Xu, X., & Nicholson, P. (2009). Community ecology of fungal pathogens causing wheat head blight. *Annual review of phytopathology*, 47(1), 83–103.

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



Obr. 2: Napadený klas pšenice v porostu. Zbělení klasu je typickým příznakem fuzariózy klasů

Porovnání odezvy růstu fytopatogenních hub k fungicidním látkám mezi lety 2024–2025

(Comparison of the response of phytopathogenic fungi growth to fungicidal substances between 2024 and 2025)

Dominik Bleša, Pavel Matušinský, Eva Švarcová, Ludvík Tvarůžek
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

Souhrn: Fytopatogenní houby představují významný faktor snižující výnos a kvalitu sklizně obilnin. Mezi nejdůležitější patogeny v podmínkách České republiky patří *Zymoseptoria tritici*, *Ramularia collo-cygni*, *Microdochium nivale* a *Oculimacula yallundae*. Jejich dlouhodobý výskyt a opakované používání fungicidů vytvářejí selekční tlak vedoucí k rozvoji rezistence. Ta je definována jako geneticky podmíněné snížení citlivosti patogenu k účinné látce a vzniká zejména mutacemi v cílových genech. V letech 2024–2025 bylo v různých zemědělských regionech České republiky získáno 390 izolátů uvedených druhů. Citlivost byla hodnocena pomocí laboratorních testů s koncentracemi fungicidů zastupujících hlavní skupiny: DMI (prothioconazol, mefentrifluconazol), QoI (azoxystrobin), SDHI (fluxapyroxad) a Qil (fenpicoxamid). Výsledky ukázaly, že nejvyšší podíl izolátů se sníženou citlivostí vykazovala *R. collo-cygni*, zejména vůči DMI a SDHI látkám. U *Z. tritici* byl pozorován nárůst rezistence k azoxystrobinu, zatímco účinnost azolů zůstává stabilní. *Microdochium* a *Oculimacula* vykazovaly nízkou úroveň rezistence. Celkově výsledky potvrzují přetrvávající selekční tlak a nutnost systematického monitoringu, rotace účinných látek a uplatňování zásad integrované ochrany rostlin v souladu s cíli Národního akčního plánu pro bezpečné používání pesticidů.

Klíčová slova: fungicidní rezistence; fytopatogenní houby; obilniny; *Zymoseptoria tritici*; *Ramularia collo-cygni*; *Microdochium nivale*; *Oculimacula yallundae*; dynamika populací patogenů

Abstract: Phytopathogenic fungi represent a major factor reducing the yield and harvest quality of cereal crops. The most important pathogens under Czech conditions include *Zymoseptoria tritici*, *Ramularia collo-cygni*, *Microdochium nivale*, and *Oculimacula yallundae*. Their long-term occurrence and repeated fungicide use create strong selection pressure leading to the development of resistance. Resistance is defined as a genetically determined reduction in pathogen sensitivity to an active substance, most often arising from mutations in target-site genes. Between 2024 and 2025, a total of 390 isolates of these species were collected from various agricultural regions of the Czech Republic. Sensitivity was evaluated using laboratory bioassays with concentrations representing major fungicide groups: DMI (prothioconazole, mefentrifluconazole), QoI (azoxystrobin), SDHI (fluxapyroxad), and Qil (fenpicoxamid). The results showed that the highest proportion of isolates with reduced sensitivity was found in *R. collo-cygni*, particularly to DMI and SDHI fungicides. In *Z. tritici*, an increase in resistance to azoxystrobin was observed, while azole efficacy remained stable. *Microdochium* and *Oculimacula* species exhibited a consistently low level of resistance. Overall, the findings confirm persistent selection pressure and highlight the need for systematic monitoring, rotation of fungicide modes of action, and the implementation of integrated pest management principles in line with the objectives of the National Action Plan for the Sustainable Use of Pesticides.

Key Words: fungicide resistance; phytopathogenic fungi; cereals; *Zymoseptoria tritici*; *Ramularia collo-cygni*; *Microdochium nivale*; *Oculimacula yallundae*; pathogen population dynamics

Úvod

Fytopatogenní houby způsobují významné ekonomické ztráty v celosvětové produkci pšenice a ječmene. Mezi nejvýznamnější patří druhy *Zymoseptoria tritici*, *Ramularia collo-cygni*, *Microdochium nivale* a *Oculimacula yallundae*, které napadají především listy a báze stébel a ovlivňují jak výnos, tak kvalitu zrna. Zatímco efektivní chemická ochrana plodin je stále klíčovým nástrojem v intenzivních systémech produkce, její dlouhodobé a často jednostranné používání vytváří silný selekční tlak na populace patogenů, což vede k postupnému rozvoji fungicidní rezistence.

Rezistence vůči fungicidům je geneticky podmíněná snížená citlivost patogenu vůči účinné látce. Může vznikat buď bodovou mutací v cílovém genu (např. *CYP51*, *cytb*, *sdhB/C/D*), nebo posunem v citlivosti více genů. Výsledkem je populace, v níž se postupně zvyšuje podíl jedinců přežívajících běžné aplikační dávky fungicidu. K neohroženějším skupinám patří systémové fungicidy s jedním místem působení (single-site fungicides), jako jsou azoly (DMI, FRAC 3), strobiluriny (QoI, FRAC 11) či inhibitory sukcinátdehydrogenázy (SDHI, FRAC 7).

Rozvoj rezistence je urychlován častým používáním jednoho typu fungicidu, vysokým počtem aplikací za sezónu, nevyváženou ochranou a přítomností pohlavní fáze patogenu, která umožňuje rekombinaci rezistentních genotypů. *Zymoseptoria tritici* je

v tomto směru typickým příkladem: vytváří askospory, má vysokou genetickou diverzitu a krátkou generační dobu, což vysvětluje její schopnost rychlé adaptace na nové fungicidy.

Materiál a metody

Studie probíhající v letech 2024–2025 zahrnovala zástupce hlavních skupin fungicidů používaných v ochraně obilnin: inhibitory demethylace (DMI, prothioconazole, mefentrifluconazole), inhibitory přenosu elektronů (QoI, azoxystrobin), inhibitory sukcinátdehydrogenázy (SDHI, fluxapyroxad) a inhibitor dýchacího řetězce (Qil, fenpicoxamid).

Sběr vzorků proběhl v několika zemědělských regionech České republiky, převážně však na střední Moravě. Celkem bylo získáno 390 izolátů, reprezentujících druhy *Microdochium* spp., *Oculimacula* spp., *Zymoseptoria tritici* a *Ramularia collo-cygni*. Izoláty byly odebrány z rostlinných vzorků s typickými symptomy onemocnění, především z bazálních částí stébel a listů pšenice a ječmene (obrázek 1).

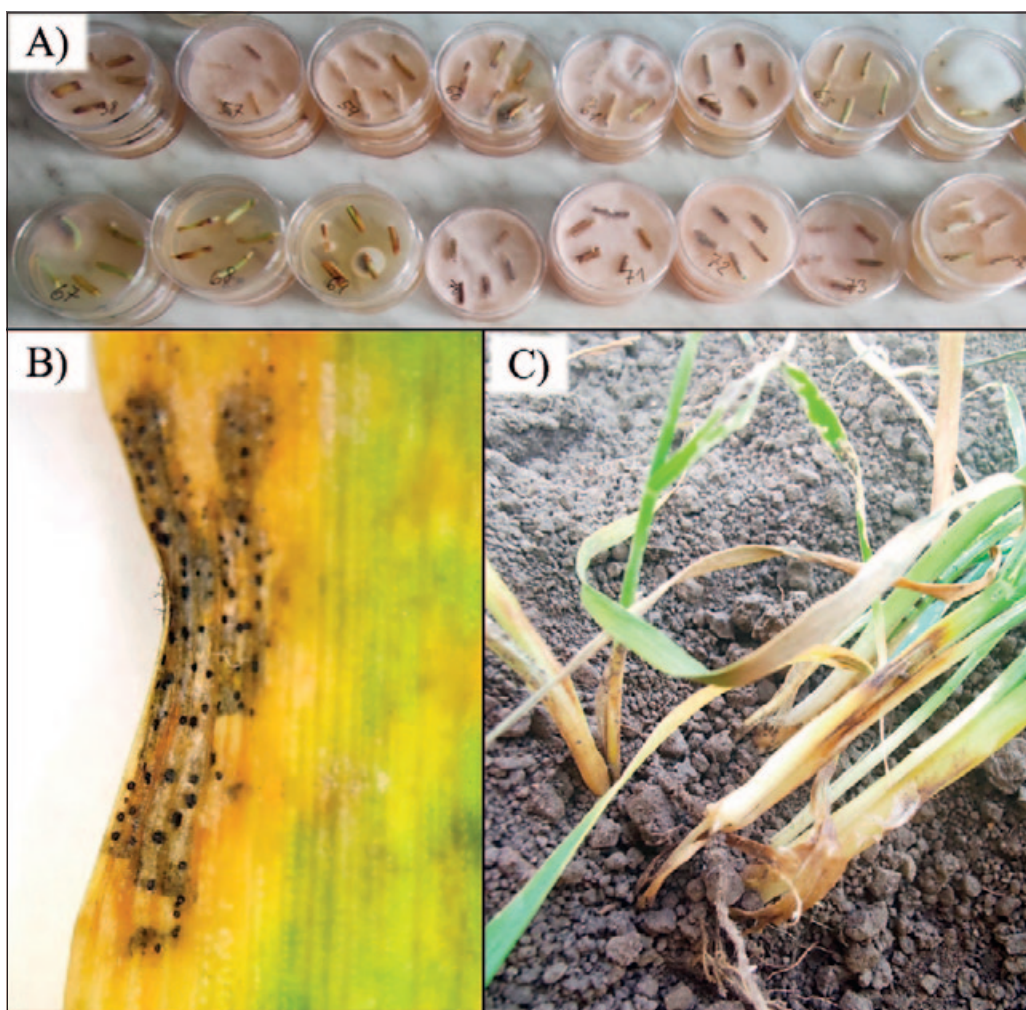
Pro testování citlivosti k fungicidům byly z aktivně rostoucích kultur připraveny myceliální disky o průměru 1,5 mm, které byly přeneseny na agarové médium obohacené o streptomycin a zvolený fungicid. Citlivost jednotlivých izolátů byla hodnocena pomocí in vitro laboratorních testů, v nichž byly fungicidy testovány v pěti koncentracích: 0.0, 0.01, 0.1, 1.0 a 10.0 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$.

Míra inhibice růstu kolonií byla stanovena na základě měření průměru kolonie a pro každý izolát byla vypočtena střední efektivní koncentrace (EC₅₀) pomocí probitové analýzy.

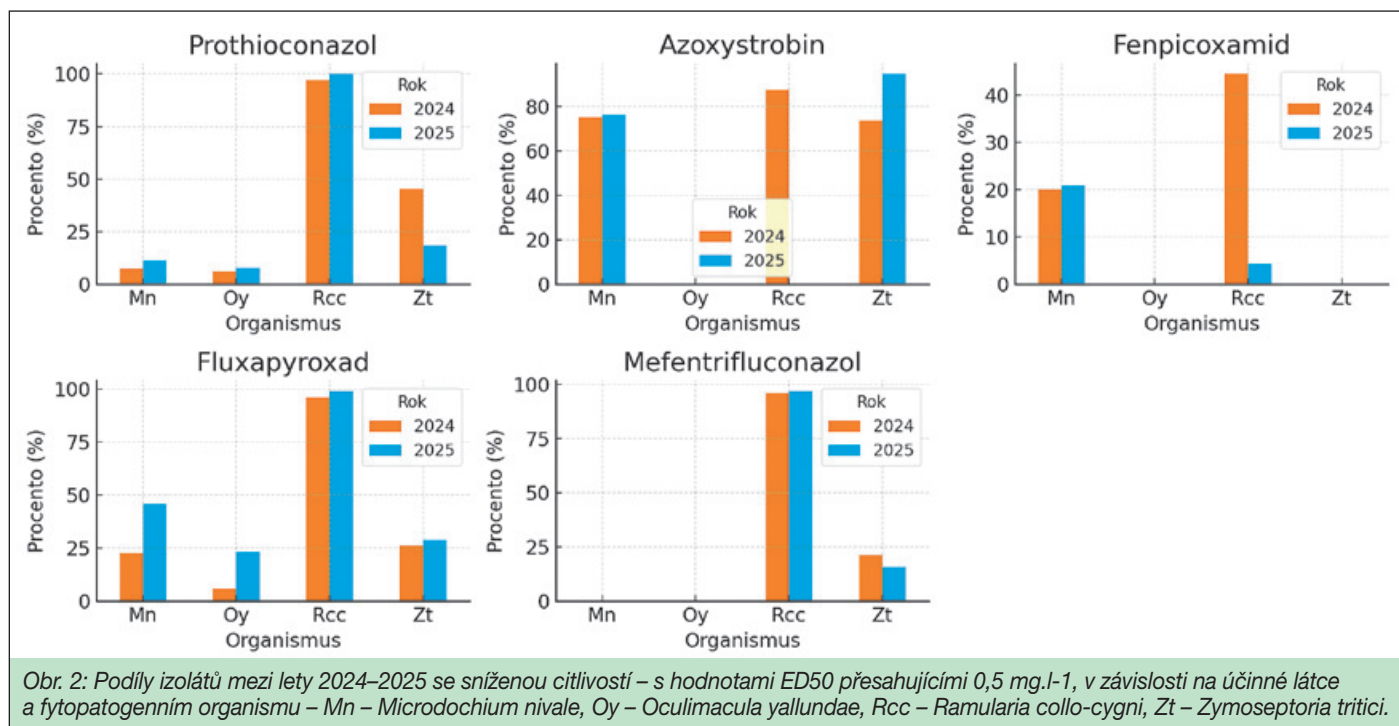
Výsledky a diskuze

Grafické vyhodnocení dat (obrázek 2) ukazuje, že u většiny sledovaných patogenů obilnin se mezi lety 2024 a 2025 podíl izolátů se sníženou citlivostí buď stabilizoval na vysoké úrovni, nebo dále mírně narůstal. Tento vývoj potvrzuje, že tlak fungicidní selekce v populacích fytopatogenních hub přetrvává a vyžaduje systematické uplatňování anti-rezistentních strategií, zejména rotaci účinných látek s odlišným mechanismem účinku a podporu nechemických metod v rámci integrované ochrany rostlin (IPM). Průběžný monitoring citlivosti tak zůstává nezbytným nástrojem pro cílené a bezpečné používání pesticidů v souladu s cíli Národního akčního plánu (NAP).

Z porovnání obou sledovaných let vyplývá, že nejvyšší míra snížené citlivosti byla opakovaně zjištěna u *Ramularia collo-cygni*, a to napříč všemi testovanými fungicidy. Tento druh dlouhodobě vykazuje nízkou citlivost k azolům



Obr. 1: A) Segmenty bází symptomatických rostlin s prorůstajícím myceliem fytopatogenních hub. B) Detail listu pšenice s pyknidami *Zymoseptoria tritici*. C) Napadené báze rostlin pšenice původci obecné krčkové a kořenové hniloby obilnin (např. rody *Fusarium* a *Microdochium*).



Obr. 2: Podíly izolátů mezi lety 2024–2025 se sníženou citlivostí – s hodnotami ED50 přesahujícími 0,5 mg.l-1, v závislosti na účinné látce a fytopatogenním organismu – Mn – *Microdochium nivale*, Oy – *Oculimacula yallundae*, Rcc – *Ramularia collo-cygni*, Zt – *Zymoseptoria tritici*.

(prothioconazol, mefentrifluconazol) i SDHI fungicidům (fluxapyroxad). Vysoký selekční tlak v porostech ječmene a omezené možnosti chemické kontroly činí z ramulariové skvrnitosti jeden z největších rezistenčních problémů současné praxe.

U *Z. tritici*, původce septoriové skvrnitosti pšenice, byl pozorován výrazný nárůst podílu rezistentních izolátů vůči azoxystrobinu (Qol), kde hodnota meziročně vzrostla z přibližně 74 % na 95 %. Mírné posuny v citlivosti byly zaznamenány také u SDHI účinných látek, zatímco účinnost azolů zůstává na uspokojivé úrovni, byť s jasnými známkami eroze účinku v porovnání s dřívějšími roky.

Patogen *M. nivale* vykazuje střední úroveň rezistence k některým SDHI a Qol fungicidům, kde se podíl izolátů se sníženou citlivostí zvýšil přibližně o 20 %. Účinnost prothioconazolu však zůstává relativně zachována, což potvrzuje i stabilní výsledky z jiných střeoevropských regionů.

Naopak u *O. yallundae*, původce stéblolamu, byla i v roce 2025 zaznamenána nízká úroveň rezistence, což naznačuje, že současná frekvence používání fungicidů na tuto chorobu zatím nevytváří výrazný selekční tlak.

Při srovnání jednotlivých účinných látek se jako nejvíce problematický jeví azoxystrobin (Qol), u něhož je snížená citlivost rozšířena napříč většinou testovaných druhů. Prothioconazol a mefentrifluconazol vykazují nižší účinnost zejména proti *R. collo-cygni*, avšak stále zůstávají součástí účinných antirezistentních kombinací. Fenpicoxamid (Qil) si naopak udržuje velmi dobrou účinnost ve většině populací a zatím nebyly zjištěny významné známky rezistence, přestože u některých izolátů *Ramularia* lze pozorovat první náznaky selekčního tlaku.

Souhrnně lze konstatovat, že mezi lety 2024 a 2025 nedošlo k zásadnímu zhoršení situace, avšak rozdíly mezi druhy a fungicidními skupinami zůstávají výrazné. Největší riziko představují patogeny s vysokou genetickou variabilitou a rychlou reprodukcí (*R. collo-cygni*, *Z. tritici*), zatímco *Microdochium* a *Oculimacula* si zatím zachovávají relativní stabilitu.

Vzhledem k rozsáhlému používání fungicidů v moderním zemědělství se zvyšuje riziko vzniku a šíření rezistence u patogenních organismů. Rezistence vůči fungicidům je definována jako geneticky podmíněné snížení citlivosti populace patogenu k určité účinné látce, které může vést k postupné ztrátě účinnosti přípravku v praxi. Tento jev představuje závažný problém pro udržitelnost ochrany rostlin a vyžaduje cílená preventivní opatření.

Základní zásady prevence rozvoje rezistence spočívají především v omezení opakovaného používání přípravků se stejným mechanismem účinku, redukováním počtu aplikací během vegetační sezóny a striktním dodržováním doporučených dávek a aplikačních postupů výrobce. Nedílnou součástí účinné strategie je také uplatňování principů integrované ochrany rostlin (IPM), která kombinuje chemické, biologické a agrotechnické metody s cílem snížit tlak na vznik rezistentních populací.

Závěr

Současné poznatky i výsledky ukazují, že vývoj fungicidní rezistence u fytopatogenních hub obilnin je dynamický, druhově specifický a úzce spjatý s používáním jednotlivých skupin účinných látek. Zvláštní pozornost je třeba věnovat patogenům *R. collo-cygni* a *Z. tritici*, u nichž je největší riziko ztráty účinnosti. Naopak *Microdochium* a *Oculimacula* zůstávají relativně stabilní, přesto je nutné jejich citlivost nadále sledovat jako součást preventivního rámce rezistenčního managementu.

(Recenzováno)

Poděkování

Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1123 a NAP k bezpečnému používání pesticidů v roce 2025, monitoring rezistence houbových patogenů obilnin k fungicidům na území ČR v roce 2025.

Přehled použité literatury je k dispozici u autorů studie.