

Vliv počasí na výskyt fuzáriových mykotoxinů se liší pro různé mykotoxiny i plodiny

Nejvýznamnějším faktorem, který ovlivňuje napadení klasů obilnin patogeny *Fusarium* a následnou kontaminaci zrna mykotoxiny, je průběh počasí v konkrétním vegetačním ročníku. Příznivé pro počáteční infekci a rozvoj napadení je zejména vlhké počasí v období kvetení, kdy jsou klasy vůči infekci nejcitlivější. Z posledních let byla nejvyšší úroveň kontaminace pšenice, ječmene i kukuřice mykotoxiny DON a ZEA v roce 2020. Z grafu na obr. 9 je zřejmé, že v tomto roce byl úhrn srážek v měsících červen – říjen ze sledovaných let 2020-2025 nejvyšší. Pro napadení pšenice a ječmene mají význam srážky zejména v měsíci červnu, pro napadení kukuřice v měsíci srpnu a pak i v následujícím období až do sklizně. I když za výskyt DON a ZEA je u nás převážně zodpovědný jeden druh, a to *F. graminearum*, úroveň výskytu těchto dvou mykotoxinů spolu nemusí být vždy v korelaci. DON totiž v zrně vzniká v dřívějších růstových fázích, ZEA spíše ke konci vegetace a je nacházen zejména v letech s vlhkým a chladným před sklizňovým obdobím. Příkladem může být srovnání let 2024 a 2025, kdy v roce 2024 byl u pšenice a ječmene vyšší obsah DON (větší úhrn srážek v červnu) a nižší obsah ZEA (menší úhrn srážek v červenci), zatímco v roce 2025 tomu bylo naopak.

Nově limitované T-2 a HT-2 toxiny jsou tvořeny jinými druhy než DON a ZEA, a to *F. sporotrichioides* a *F. langsethiae*. V literatuře se uvádí, že se jim lépe daří ve vlhčích a chladnějších podmínkách, a také, že napadají častěji ječmen než pšenici. Ze sledování v ČR jsou k dispozici zatím údaje z let 2024 a 2025. Výsledky potvrzují větší náchylnost ječmene ke kontaminaci T-2 a HT-2 toxiny, úroveň kontaminace je možno seřadit od nejvyšší po nejnižší takto: ječmen > kukuřice > pšenice. Odpovídají tomu i stanovené limity, jejichž výše je přesně v tomto pořadí, tj. nejvyšší pro ječmen, nižší pro kukuřici a nejnižší pro pšenici. U kontaminace mykotoxiny DON

a ZEA je u nás obvykle pořadí plodin jiné, nejčastěji a v nejvyšších hodnotách se vyskytují u kukuřice, méně u pšenice a nejméně u ječmene. Srovnání let 2024 a 2025 ukazuje, že pšenice a ječmen měly vyšší úroveň kontaminace T-2 a HT-2 toxiny v roce 2024, tj. stejně jako mykotoxiny DON a odpovídá to vlhčímu měsíci červnu v tomto roce. Kukuřice měla naopak vyšší úroveň kontaminace T-2 a HT-2 toxinů i DON v roce 2025.

Závěr

Pro klasová fuzária na obilninách je typická současná přítomnost více druhů *Fusarium*, přičemž zastoupení jednotlivých druhů je závislé na podmínkách prostředí. Je ovlivněno hlavně průběhem počasí, vliv má také předplodina a projevují se hostitelské preference jednotlivých druhů *Fusarium*. To má pak dopad na spektrum mykotoxinů, které je možno v zrně nalézt, protože různé druhy *Fusarium* mohou produkovat různé mykotoxiny. V současné době není u nás pozorovatelný určitý trend ve smyslu snižování nebo zvyšování úrovně kontaminace určitými mykotoxiny v souvislosti se změnou klimatu. Výskyt mykotoxinů je charakterizován velkou variabilitou mezi jednotlivými ročníky v závislosti na průběhu počasí v dané vegetační sezóně. Jednotlivé mykotoxiny mohou ovšem mít maxima a minima výskytu v různých letech, podle toho, pro které druhy *Fusarium* bylo počasí příznivější. Rozdíly mohou být také mezi plodinami, zejména mezi pšenicí a ječmenem na jedné straně a kukuřicí na straně druhé, kvůli rozdílné době kvetení, rozdíly ale mohou být i mezi pšenicí a ječmenem. (Recenzováno)

Poděkování

Práce byla podpořena MZe ČR prostřednictvím Smlouvy č. (DMS) 270-2024-13121 a institucionální podpory MZE-RO1123.

Význam monitoringu perithecií *Fusarium graminearum* pro ochranu klasů obilnin (*The importance of monitoring Fusarium graminearum perithecia for the protection of cereal heads*)

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

Souhrn: Cílem práce bylo zhodnotit vybrané aspekty epidemiologie tohoto patogenu v podmínkách střední Moravy během sezóny 2025. Pozornost byla věnována zejména výskytu perithecií *F. graminearum* na posklizňových zbytcích kukuřice jako zdroje primárního inokula. Molekulární identifikace potvrdila přítomnost patogenu u většiny izolátů získaných z perithecií. Analýza patogenů přítomných na dozrávajících klasech obilnin prokázala široké druhové spektrum hub rodu *Fusarium* a *Microdochium*, přičemž nejčastěji byl detekován druh *F. graminearum*. Citlivost izolátů byla hodnocena laboratorními testy inhibice růstu mycelia a klíčení spor pomocí fungicidních disků. Nejvýraznější inhibiční účinek byl pozorován u prothioconazolu, zatímco ostatní testované látky vykazovaly omezený nebo žádný přímý efekt. Výsledky potvrzují význam kukuřičných posklizňových zbytků jako zdroje inokula a zdůrazňují význam správného načasování fungicidní ochrany a monitoringu infekčního tlaku patogenu v porostech obilnin.

Klíčová slova: *Fusarium graminearum*, fuzariózy klasů, perithecia, inokulum, fungicidní citlivost, triazoly, monitoring patogenů

Abstract: The aim of this study was to evaluate selected aspects of the epidemiology of this pathogen under conditions of Central Moravia during the 2025 growing season. Particular attention was paid to the occurrence of *F. graminearum* perithecia on maize crop residues as a potential source of primary inoculum. Molecular identification confirmed the presence of the pathogen in the majority of isolates obtained from perithecia. Analysis of pathogens detected on ripening cereal heads revealed a broad spectrum of species belonging to the genera *Fusarium* and *Microdochium*, with *F. graminearum* being the most frequently detected species. The sensitivity of selected isolates was evaluated using in vitro assays of mycelial growth and spore germination inhibition with fungicide discs. The strongest inhibitory effect was observed for prothioconazole, whereas the other tested active ingredients showed limited or no direct inhibition. The results confirm the importance of maize crop residues as a source of inoculum and highlight the importance of proper fungicide application timing and monitoring of pathogen infection pressure in cereal crops.

Key Words: *Fusarium graminearum*, Fusarium head blight, perithecia, primary inoculum, fungicide sensitivity, triazoles, pathogen monitoring

Úvod

Fusarium graminearum patří mezi významné fytopatogenní houby, které celosvětově způsobují závažné choroby obilnin. Tento patogen je hlavním původcem fuzarióz klasů – růžovění klasů (*Fusarium head blight*, FHB) u pšenice a ječmene a zároveň způsobuje bělorůžovou hnilobu obilí kukuřice (Liang et al., 2022; Moonjely et al., 2023). Napadení porostů vede nejen ke snížení výnosu a kvality produkce, ale představuje také významné riziko z hlediska kontaminace zrna mykotoxiny, zejména deoxynivalenolem (DON) a zearalenonem, které mohou mít závažné dopady na zdraví lidí i hospodářských zvířat (Shude et al., 2020; Xu et al., 2022).

Pro pochopení epidemiologie fuzarióz klasů je klíčové studium životního cyklu patogenu, zejména role perithecií vytvářených na posklizňových zbytcích plodin. Tyto plodnice představují zdroj askospor, které slouží jako primární inokulum při infekci kvetoucích porostů obilnin (Shude et al., 2020). Perithecia jsou drobné tmavě pigmentované struktury (obvykle menší než 0,5 mm), které se vytvářejí na infikovaných rostlinných zbytcích ponechaných na povrchu půdy (Moonjely et al., 2023; Mourellos et al., 2024). Hustota jejich výskytu může přímo souviset s intenzitou následných epidemií fuzarióz klasů (Moonjely et al., 2023). Systémy minimalizačního zpracování půdy sice přinášejí řadu agronomických a environmentálních výhod, současně však podporují akumulaci rostlinných zbytků, a tím i přežívání patogenu v porostech (Mourellos et al., 2024).

Ačkoliv je *F. graminearum* v mnoha regionech světa považováno za dominantního původce fuzarióz klasů, toto onemocnění je ve skutečnosti výsledkem působení širšího spektra patogenů (Shude et al., 2020; Alisaac & Mahlein, 2023). Vedle *F. graminearum* se na infekcích mohou podílet také další druhy rodu *Fusarium*, například *F. culmorum*, *F. pseudograminearum*, *F. poae*, *F. avenaceum* nebo *F. verticillioides* (Molnár et al., 2024; Hagerty et al., 2023). Tyto druhy se mohou v porostech vyskytovat současně a jejich zastoupení se liší v závislosti na geografické oblasti, průběhu počasí i konkrétní vegetační sezóně. Jednotlivé druhy se navíc liší svým toxigenním potenciálem a schopností produkovat různé typy mykotoxinů, například deriváty deoxynivalenolu, nivalenol nebo toxiny typu T-2 a HT-2 (Liang et al., 2022; Blackwell et al., 2022).

Pro přesnou detekci a identifikaci patogenu byly vyvinuty pokročilé molekulární a obrazové metody. V rámci komplexu druhů *F. graminearum* (nyní je *F. graminearum* řazeno do komplexu druhů *F. sambucinum* – FSAMSC) se totiž vyskytuje několik blízce příbuzných druhů schopných způsobovat fuzariózu klasů (Alisaac & Mahlein, 2023). Druhově specifická identifikace proto často využívá molekulární metody, jako jsou standardní nebo kvantitativní PCR (qPCR), izotermální amplifikační metody (LAMP, RPA), které umožňují rychlou a citlivou detekci DNA patogenu (Alisaac & Mahlein, 2023; Borowik et al., 2024). Tyto přístupy jsou důležité nejen pro diagnostiku patogenu, ale také pro epidemiologické studie zaměřené na sledování šíření patogenu a jeho toxigenního potenciálu.

Významnou součástí ochrany proti fuzariózám klasů je použití fungicidů, přičemž nejúčinnější skupinou látek jsou dlouhodobě fungicidy ze skupiny triazolů (Jayawardana & Fernandom, 2024). Účinnost jednotlivých účinných látek se často hodnotí v laboratorních podmínkách pomocí testů inhibice růstu mycelia nebo inhibice klíčení spor (Sharma et al., 2021). V testech inhibice růstu mycelia se sleduje růst kolonií patogenu na živném médiu obsahujícím různé koncentrace fungicidu, zatímco testy klíčení

spor hodnotí schopnost konidií nebo askospor zahájit růst v přítomnosti účinné látky (Sharma et al., 2021; Miao et al., 2024). Tyto experimenty poskytují informace o přímém fungistatickém nebo fungicidním účinku jednotlivých látek.

Dlouhodobé používání fungicidů však může vytvářet selekční tlak na populace patogenu a vést ke vzniku rezistence (Jayawardana & Fernandom, 2024). Mechanismy rezistence jsou často spojeny s mutacemi v cílových genech, například v genu *CYP51* kódujícím lanosterol-14 α -demethylázu u azolových fungicidů, nebo se změnami v aktivitě transportních proteinů zajišťujících aktivní vylučování fungicidu z buňky (Jayawardana & Fernandom, 2024; Zhao et al., 2022). Monitoring citlivosti populací patogenu k fungicidům je proto důležitou součástí udržitelné ochrany porostů.

Účinná regulace fuzarióz klasů vyžaduje komplexní přístup založený na principech integrované ochrany rostlin. Ten zahrnuje využití tolerantních odrůd, vhodné střídání plodin a management posklizňových zbytků, cílené používání biologických přístupů, případně použití fungicidů a rozvoj nových diagnostických a monitorovacích metod (Chen et al., 2022; Bolanos-Carriel et al., 2020). Významnou roli přitom hrají také prognostické modely, které zohledňují meteorologické podmínky během kvetení obilnin a umožňují lépe načasovat fungicidní aplikace (Alisaac & Mahlein, 2023).

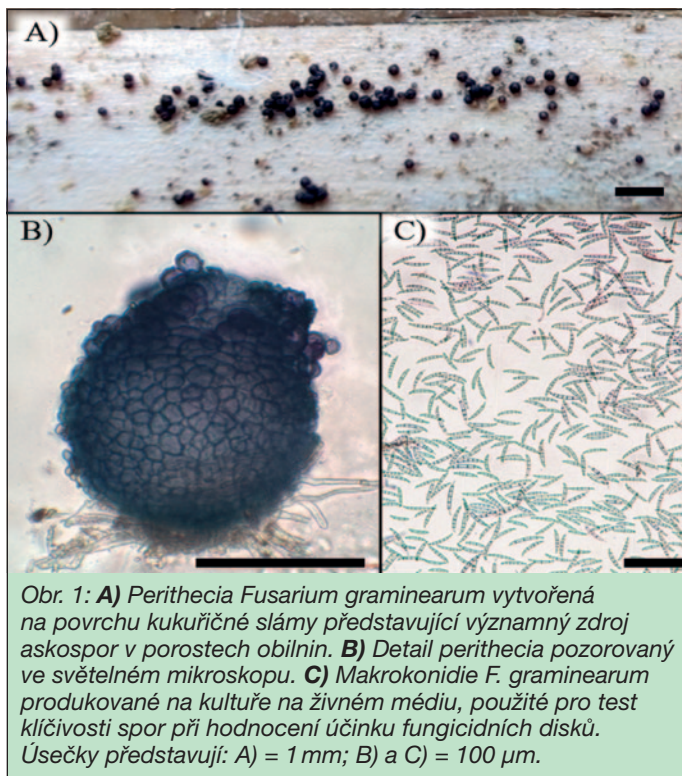
V tomto kontextu se stále více prosazuje také systematický monitoring zdrojů primárního inokula, zejména výskytu a zralosti perithecií *F. graminearum* na posklizňových zbytcích plodin (Bleša et al., 2025; Tvarůžek et al., 2025). Informace o aktuálním infekčním tlaku patogenu mohou přispět k přesnějšímu rozhodování o ochraně porostů a k efektivnějšímu načasování fungicidních zásahů. Lepší porozumění biologii patogenu, jeho druhovému spektru a reakci na fungicidní účinné látky tak představuje důležitý předpoklad pro udržitelnou regulaci fuzarióz klasů v produkčních systémech obilnin (Moonjely et al., 2023; Chen et al., 2022).

V návaznosti na tyto poznatky je práce zaměřena na vybrané aspekty epidemiologie a regulace fuzarióz klasů v podmínkách střední Moravy sklizňové sezóny 2025. Pozornost byla věnována zejména výskytu perithecií *F. graminearum* na posklizňových zbytcích kukuřice jako potenciálního zdroje inokula pro infekci kvetoucích porostů obilnin. Současně bylo analyzováno druhové spektrum patogenů přítomných na dozrávajících klasech obilnin a v laboratorních podmínkách byla hodnocena citlivost vybraných izolátů *F. graminearum* k vybraným fungicidním účinným látkám prostřednictvím testů inhibice růstu mycelia a klíčení spor metodou fungicidních terčů. Součástí práce byla také analýza zastoupení účinných látek v přípravcích používaných v ochraně proti fuzariózám klasů v ČR. Cílem práce bylo propojit poznatky o zdrojích primárního inokula, druhovém spektru patogenů a jejich reakci na fungicidní účinné látky s praktickými aspekty ochrany porostů, zejména s významem monitoringu infekčního tlaku patogenu v období kvetení obilnin.

Materiál a metody

1) Izolace a identifikace *F. graminearum* z posklizňových zbytků

Zbytky kukuřičné slámy z předchozí sezóny byly odebrány z desítek porostů obilnin na začátku kvetení (BBCH 61-65) a laboratorně analyzovány na přítomnost perithecií hub rodu *Fusarium*. Z povrchu kukuřičných zbytků byla izolována perithecia a následně byly získány izoláty hub. Celkem bylo získáno 24 izolátů. Druhová identifikace byla provedena pomocí polymerázové řetězové reakce (PCR) s využitím druhově specifických primerů pro *F. graminearum*.



2) Detekce patogenů na klasech obilnin

Z dozrávajících porostů obilnin (BBCH 75-85) byly odebrány vzorky symptomatických klasů ($n = 28$). Z nich byla získána celková DNA a pomocí série PCR testů v přítomnosti druhově specifických primerů bylo provedeno stanovení druhového spektra patogenů z rodu *Fusarium*, *Microdochium* a *Septoria*. Výsledky byly vyhodnoceny jako četnost záchytu jednotlivých druhů.

3) Laboratorní test citlivosti na účinné látky

Citlivost izolátů *F. graminearum* k vybraným fungicidním účinným látkám byla hodnocena laboratorním testem s využitím disků s fungicidní látkou na živném médiu PDA (bramborovo-dextrózový agar). Byly provedeny dva typy testů, a to: A) Test růstu mycelia; Fungicidní disky byly aplikovány na misky s PDA médiem s aktivně rostoucím myceliem jednotlivých izolátů. Kultivace probíhala po dobu 7 dnů, $n = 18$. B) Test klíčení spor; Na povrch misek s PDA médiem byla aplikována suspenze makrokonidií o koncentraci 5×10^5 spor·ml⁻¹, která byla rovnoměrně rozetřena po povrchu média. Na připravené misky byly následně umístěny fungicidní disky.

Hodnocení probíhalo po 5 dnech kultivace při 23 °C, $n = 10$. V obou testech byla zaznamenávána přítomnost inhibiční zóny a její velikost (mm). Testované účinné látky použité v obou typech testů byly prothioconazol (DMI), bixafen (SDHI), azoxystrobin (QoI) a spiroxamin (morfolin), všechny v dávce 200 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$.

4) Spektrum účinných látek na fuzariózy klasů

Spektrum účinných látek používaných v přípravcích proti klasovým fuzariózám bylo hodnoceno na základě analýzy registrovaných přípravků na ochranu rostlin v ČR a četnosti jednotlivých látek. Analýza byla provedena bez rozlišení konkrétní plodiny v rámci obilnin. Současně byly odstraněny duplicitní záznamy přípravků registrovaných pro více druhů obilnin. Data byla získána z veřejně dostupného portálu Ministerstva zemědělství ČR (Rostlinolékařský portál). **Statistické zpracování dat**

Výsledky laboratorních testů byly vyhodnoceny pomocí deskriptivní statistiky (počty a podíly izolátů s pozorovanou inhibiční zónou).

Velikost inhibičních zón byla porovnáвана pomocí neparametrického Kruskal–Wallisova testu. Test byl aplikován na data z experimentu klíčení spor.

Výsledky

1) Výskyt perithecií *F. graminearum* na kukuřičných posklizňových zbytcích

Na povrchu posklizňových zbytků kukuřice byly pozorovány perithecia hub rodu *Fusarium*, která představují významný zdroj askospor v porostech obilnin (obrázek 1). Molekulární identifikace pomocí PCR potvrdila přítomnost druhu *F. graminearum* u 18 izolátů. U zbývajících izolátů nebyla identifikace jednoznačně potvrzena a jednalo se o směsné kultury i jiných druhů rodu *Fusarium*. Tyto směsné izoláty nebyly dále použity pro laboratorní testy.

Výsledky potvrzují význam kukuřičných posklizňových zbytků jako potenciálního zdroje inokula pro infekce klasů obilnin.

2) Druhové spektrum patogenů na klasech obilnin

Molekulární analýza dozrávajících klasů pšenice a ječmene prokázala přítomnost širokého spektra patogenů rodu *Fusarium* a dva druhy rodu *Microdochium*. Nejčastěji detekovaným druhem bylo *F. graminearum* (28 záchytů), následované druhy *F. tricinctum* (27), *F. proliferatum* (22) a *F. poae* (20). Poměrně častý byl rovněž výskyt druhů *Microdochium nivale* a *M. majus* (shodně 18 záchytů).

Méně často byly zaznamenány druhy *F. avenaceum* (5), *F. langsethiae* (4), *F. culmorum* (2) a *F. sporotrichioides* (1). Druhy *F. cerealis*, *F. pseudograminearum*, *F. subglutinans*, *F. verticillioides*, *F. equiseti* a *Septoria nodorum* nebyly ve vzorcích detekovány.

Výsledky potvrzují, že fuzariózy klasů představují komplexní onemocnění způsobené širším spektrem patogenů (Tvarůžek et al. 2025).

3) Citlivost izolátů *F. graminearum* k vybraným fungicidním účinným látkám

Citlivost izolátů *F. graminearum* byla hodnocena pomocí laboratorního testu s fungicidními disky při růstu mycelia a při klíčení spor (obrázek 2).

Podíl izolátů s inhibiční zónou

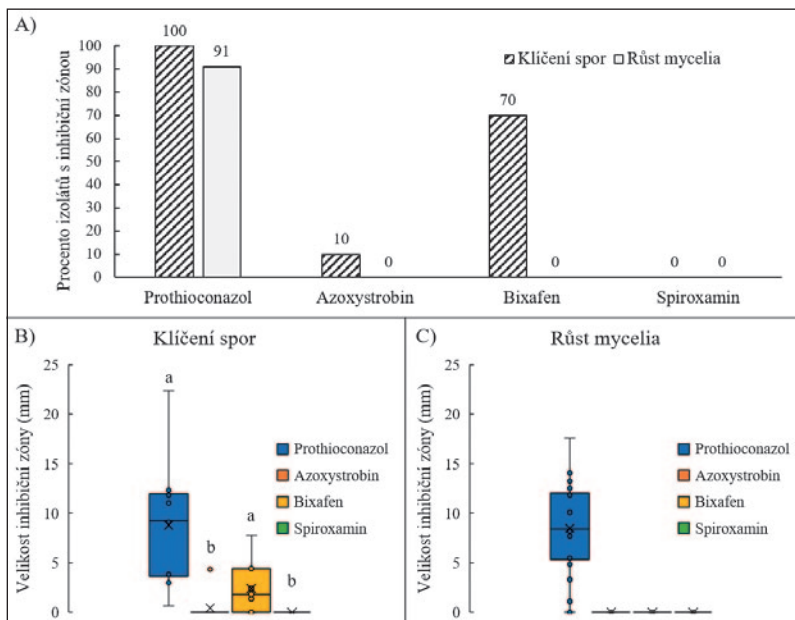
Při testu růstu mycelia byla inhibiční zóna pozorována pouze u účinné látky prothioconazol, a to u 91 % testovaných izolátů. Ostatní testované látky (azoxystrobin, bixafen a spiroxamin) inhibiční efekt na růst mycelia nevykázaly (obrázek 2C; obrázek 3). Při testu klíčení spor byl inhibiční efekt pozorován u všech izolátů v případě prothioconazolu (100 % izolátů). U bixafenu byla inhibiční zóna zaznamenána u 70 % izolátů, zatímco u azoxystrobinu pouze u 10 % izolátů. Spiroxamin nevykázal inhibiční účinek (obrázek 2A).

Velikost inhibiční zóny

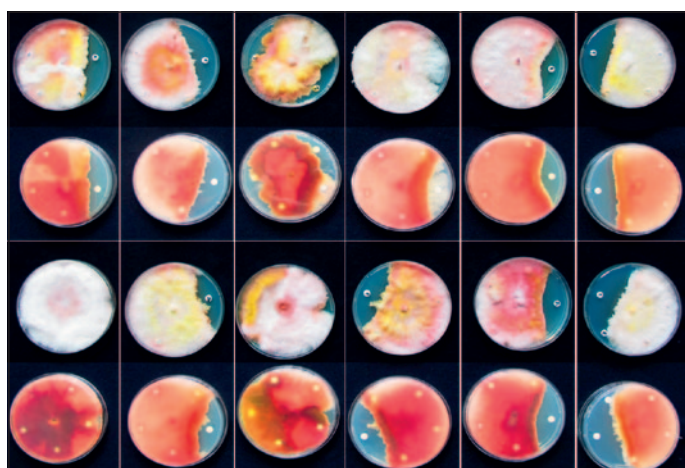
Velikost inhibiční zóny při klíčení spor se mezi jednotlivými účinnými látkami lišila. Největší inhibiční zóny byly zaznamenány u prothioconazolu. Bixafen vykazoval menší, avšak měřitelné inhibiční zóny, zatímco u azoxystrobinu a spiroxaminu byl efekt minimální nebo nebyl pozorován (obrázek 2B; obrázek 4A). Statistické porovnání velikosti inhibičních zón při klíčení spor pomocí Kruskal–Wallisova testu ($H = 27,11$; $p < 0,001$) poukázalo na významné rozdíly mezi testovanými účinnými látkami.

4) Zastoupení účinných látek v přípravcích proti klasovým fuzariózám

Analýza registrovaných přípravků na ochranu rostlin ukázala, že ochrana proti fuzariózám klasů v ČR je založena především na účinných látkách ze skupiny triazolů (DMI), které tvoří základ většiny



Obr. 2: Citlivost izolátů *Fusarium graminearum* k vybraným fungicidním účinným látkám hodnocená metodou fungicidních disků při klíčení spor a růstu mycelia. **A)** Podíl izolátů (%) s pozorovanou inhibiční zónou kolem fungicidního disku při testu klíčení spor a při testu růstu mycelia. **B)** Velikost inhibiční zóny (mm) při testu klíčení spor. Graf znázorňuje průměr (x), medián (–), kvartily 25–75 % (box) a jednotlivá měření (o); rozdílná písmena označují statisticky významné rozdíly mezi fungicidy podle Kruskal–Wallisova testu ($p < 0,05$; $n = 10$) následovaného mnohonásobným porovnáním p hodnot. **C)** Velikost inhibiční zóny (mm) při testu růstu mycelia; $n = 18$. V tomto testu byla inhibiční zóna pozorována pouze u prothioconazolu, zatímco ostatní účinné látky nevykazovaly inhibiční efekt.



Obr. 3: Hodnocení účinku fungicidních disků, 1–prothioconazol, 2–azoxystrobin, 3–bixafen, 4–spiroxamin na rostoucím myceliu *Fusarium graminearum* simulující kurativní účinek látky. Inhibiční zóna byla patrná pouze pro terč s prothioconazolem.

přípravků (obrázek 4B). V přípravcích se však často objevují také další účinné látky, zejména ze skupiny SDHI nebo QoI (mimo i jiné typy triazolových fungicidů), které jsou do formulací zařazeny především z důvodu širšího spektra účinnosti proti dalším patogenům obilnin. Tato skutečnost odráží snahu o komplexní ochranu porostu proti širšímu spektru chorob, nejen proti fuzariózám klasů.

Diskuse

Výsledky potvrzují klíčovou roli posklizňových zbytků kukuřice jako zdroje primárního inokula *F. graminearum*. Perithecia vytvářená na těchto zbytcích představují významný zdroj askospor, které

mohou být během vegetace šířeny na porosty obilnin. V podmínkách současných osevních postupů, kde kukuřice zaujímá významný podíl osevních ploch a často předchází pěstování pšenice nebo jiných obilnin, představuje tento faktor jeden z hlavních determinantů infekčního tlaku fuzarióz klasů.

Zachycené druhové spektrum patogenů na klasech zároveň ukazuje, že fuzariózy klasů nelze vnímat pouze jako onemocnění způsobené jedním druhem patogenu. Vedle *F. graminearum* byly ve vzorcích detekovány i další druhy rodu *Fusarium*, zejména *F. tricinctum*, *F. proliferatum* a *F. poae*. Poměrně častý byl rovněž výskyt druhů *Microdochium nivale* a *Microdochium majus*, které se uplatňují především v chladnějších a vlhčích podmínkách během vegetace. Tato druhová diverzita patogenů vysvětluje, proč jsou v praxi často používány vícesložkové fungicidní přípravky, jejichž spektrum účinku cílí nejen na *F. graminearum*, ale i další patogeny obilnin.

Laboratorní test citlivosti ukázal, že triazoly zůstávají základní účinnou skupinou fungicidů proti *F. graminearum*. V experimentu byla inhibiční zóna pozorována především u prothioconazolu, zatímco ostatní testované účinné látky vykazovaly pouze omezený nebo žádný přímý efekt na růst mycelia. Při testu klíčení spor byl účinek některých látek, zejména bixafenu, patrný u části izolátů, avšak jeho účinnost byla výrazně nižší než u triazolové účinné látky.

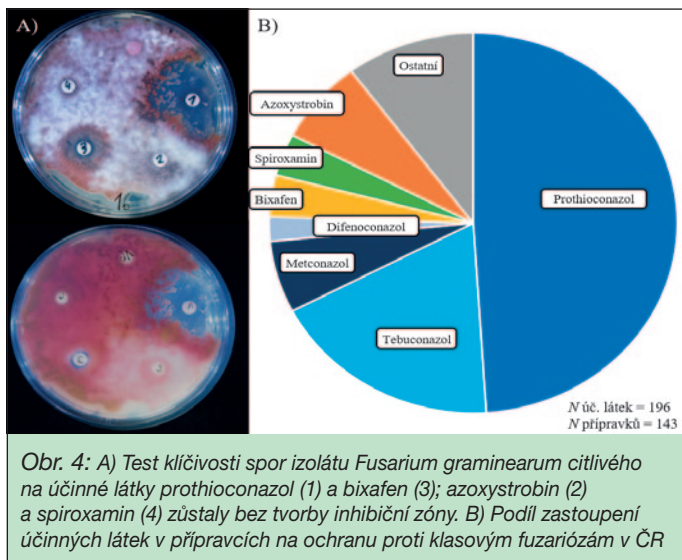
Je však třeba zdůraznit, že laboratorní test na rostoucím myceliu neodpovídá plně situaci v porostu. Cílem fungicidní ochrany klasu není léčit již rozvinutou infekci, ale především zabránit primární infekci klíčovými spory během období kvetení. Testování na aktivně rostoucím myceliu tak spíše simuluje kurativní účinek fungicidu, který je u většiny látek omezený. Naopak preventivní účinek na klíčení spor může být v polních podmínkách významnější.

Relativně slabý účinek dalších fungicidních látek v laboratorním testu proto neznamená, že tyto účinné látky jsou v ochraně klasu bez významu. Jejich přínos spočívá především v rozšíření spektra účinnosti na další patogeny, zejména původce listových chorob. V praxi jsou tyto látky často součástí vícesložkových fungicidních přípravků, které kromě regulace fuzarióz přispívají také k udržení dobrého zdravotního stavu listového aparátu a celkové vitality porostu. Vzhledem k tomu, že aplikace fungicidů proti fuzariózám klasů se provádí na přelomu května a června, tedy relativně blízko sklizni, je udržení zdravého porostu v tomto období důležité i z hlediska stability výnosu a kvality zrna.

Závěr

Výsledky této práce potvrzují význam *F. graminearum* jako jednoho z hlavních patogenů podílejících se na fuzariózách klasů obilnin v podmínkách České republiky. Přítomnost perithecií na posklizňových zbytcích kukuřice dokládá, že tyto zbytky představují důležitý zdroj primárního inokula. Vzhledem k častému zařazování kukuřice do osevních postupů tak může docházet k dlouhodobému udržování vysokého infekčního tlaku patogenu v produkčních oblastech.

Analýza patogenů přítomných na klasech zároveň ukazuje, že fuzariózy klasů mají komplexní charakter a podílí se na nich širší spektrum druhů rodu *Fusarium* i zástupci rodu *Microdochium*. Tato druhová diverzita patogenů je jedním z důvodů, proč jsou v ochraně porostů používány vícesložkové fungicidní přípravky, které kromě původců fuzarióz potlačují i další významné choroby obilnin.



Obr. 4: A) Test klíčivosti spor izolátu *Fusarium graminearum* citlivého na účinné látky prothioconazol (1) a bixafen (3); azoxystrobin (2) a spiroxamin (4) zůstaly bez tvorby inhibiční zóny. B) Podíl zastoupení účinných látek v přípravcích na ochranu proti klasovým fuzariózám v ČR

Laboratorní test citlivosti izolátů *F. graminearum* potvrdil, že účinné látky ze skupiny triazolů zůstávají základním pilířem chemické ochrany klasů proti tomuto patogenu. Jejich účinek je převážně fungistatický a spočívá především v omezení primární infekce v období kvetení. Ostatní testované účinné látky vykazovaly v laboratorních podmínkách pouze omezený přímý efekt na růst mycelia patogenu, jejich význam však spočívá zejména v rozšíření spektra účinnosti na další patogeny a v celkové stabilizaci zdravotního stavu porostu.

Pro dosažení účinné ochrany klasů je proto rozhodující nejen volba vhodného fungicidního přípravku, ale především správné načasování aplikace do období zvýšeného infekčního rizika. V tomto kontextu nabývá na významu také systematický monitoring výskytu infekčních struktur patogenu v porostech a jejich okolí. Využití těchto informací může pomoci přesnějšímu načasování fungicidních zásahů a přispět k efektivnější a cílenější ochraně porostů proti fuzariózám klasů. (Recenzováno)

Poděkování

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

Použitá literatura

Alisaac, E., & Mahlein, A.-K. (2023). Fusarium Head Blight on Wheat: Biology, Modern Detection and Diagnosis and Integrated Disease Management. *Toxins*, 15(3), 192. <https://doi.org/10.3390/toxins15030192>

Blackwell, B. A., Schneiderman, D., Thapa, I., Bosnich, W., Pimentel, K., Kebede, A. Z., Reid, L. M., & Harris, L. J. (2022). Assessment of deoxynivalenol and deoxynivalenol derivatives in *Fusarium graminearum*-inoculated Canadian maize inbreds. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 44(4), 504–517. <https://doi.org/10.1080/07060661.2022.2032830>

Bolanos-Carriel, C., Wegulo, S. N., Baenziger, P. S., Funnell-Harris, D., Hallen-Adams, H. E., & Eskridge, K. M. (2020). Effects of fungicide chemical class, fungicide application timing, and environment on Fusarium head blight in winter wheat. *European Journal of Plant Pathology*, 158(3), 667–679. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02109-3>

Borowik, P., Dyshko, V., Tkaczyk, M., Okorski, A., Polak-Śliwińska, M., Tarakowski, R., Stocki, M., Stocka, N., & Oszako, T. (2024). Analysis of Wheat Grain Infection by *Fusarium* Mycotoxin-Producing Fungi Using an Electronic Nose, GC-MS, and qPCR. *Sensors*, 24(2), 326. <https://doi.org/10.3390/s24020326>

Bleša, D., Matušinský, P., & Tvarůžek, L. (2024). Původci fuzarióz v dozrávajících klasech pšenice a ječmene v sezóně 2024. *Obilnářské listy*, 33, 2025, 1, 3-7 ISSN: 1212-138X

Hagerty, C. H., Namdar, G. F., Rivedal, H. M., Wen, N., & Yin, C. (2023). Diagnostic Guide: Fusarium Head Blight of Cereal Grains. *Plant Health Progress*, 24(2), 252–257. <https://doi.org/10.1094/php-10-22-0110-dg>

Jayawardana, M. A., & Fernando, W. G. D. (2024). The Mechanisms of Developing Fungicide Resistance in *Fusarium graminearum* Causing Fusarium Head Blight and Fungicide Resistance Management. *Pathogens*, 13(11), 1012. <https://doi.org/10.3390/pathogens13111012>

Liang, X., Zhang, X., Haseeb, H. A., Tang, T., Shan, J., Yin, B., & Guo, W. (2022). Development and evaluation of a novel visual and rapid detection assay for toxigenic *Fusarium graminearum* in maize based on recombinase polymerase amplification and lateral flow analysis. *International Journal of Food Microbiology*, 372, 109682. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109682>

Miao, J., Li, Y., Hu, S., Li, G., Gao, X., Dai, T., & Liu, X. (2024). Resistance risk, resistance mechanism and the effect on DON production of a new SDHI fungicide cyclobutrifluram in *Fusarium graminearum*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 199, 105795. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2024.105795>

Molnár, O., Vida, G., & Puskás, K. (2024). Fusarium Species Associated with Fusarium Head Blight in Hungarian Wheat Fields. *Plant Disease*, 108(3), 558–562. <https://doi.org/10.1094/pdis-06-23-1167-sr>

Moonjely, S., Ebert, M., Paton-Glassbrook, D., Noel, Z. A., Roze, L., Shay, R., Watkins, T., & Trail, F. (2023). Update on the state of research to manage Fusarium head blight. *Fungal Genetics and Biology*, 169, 103829. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2023.103829>

Mourellos, C. A., Malbrán, I., Mengual Gómez, D., Ghiringhelli, P. D., & Lori, G. A. (2024). Dynamics of *Fusarium graminearum* inoculum on residues of naturally infected winter and summer crops. *European Journal of Plant Pathology*, 169(3), 543–553. <https://doi.org/10.1007/s10658-024-02850-z>

Sharma, S., Kumar, S., Prasad, R., Ikram, M., Saini, N., & Ballabh, J. (2021). Efficacy of Fungicides in In-Vitro Condition Against *Fusarium graminearum* Incited by Head Blight of Wheat. In *International Journal of Chemical Studies*.

Shude, S. P. N., Yobo, K. S., & Mbili, N. C. (2020). Progress in the management of Fusarium head blight of wheat: An overview. *South African Journal of Science*, 116(11/12). <https://doi.org/10.17159/sajs.2020/7854>

Tvarůžek, L., Bleša, D., & Matušinský, P. (2024). Předpověď epidemií klasových fuzarií obilnin na základě hodnocení vývoje a dozrávání plodnic patogena. *Úroda*, 73, 2025, 12, 249-256 ISSN: 0139-6013

Xu, M., Wang, Q., Wang, G., Zhang, X., Liu, H., & Jiang, C. (2022). Combatting Fusarium head blight: advances in molecular interactions between *Fusarium graminearum* and wheat. *Phytopathology Research*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s42483-022-00142-0>

Zhao, Y., Sun, H., Li, J., Ju, C., & Huang, J. (2022). The Transcription Factor FgAtrR Regulates Asexual and Sexual Development, Virulence, and DON Production and Contributes to Intrinsic Resistance to Azole Fungicides in *Fusarium graminearum*. *Biology*, 11(2), 326. <https://doi.org/10.3390/biology11020326>