

pro řadu biologických molekul, a které slouží jako zdroj energie, jsou stavebním prvkem pro tvorbu lipidů a podílí se na důležitých metabolických procesech.

Závěr

Pšenice je v globálním měřítku druhou nejvíce pěstovanou obilovinou. Její konzumace celosvětově stále roste, a to i v oblastech, ve kterých se pšenice z klimatických důvodů nepěstuje nebo kde v minulosti bylo základní plodinou něco jiného, např. v jižní Americe. Šlechtění pšenice seté během posledních 100 až 150 letech zvýšilo její výnos a zlepšilo potravinářskou kvalitu. Nicméně je třeba připustit, že roste i počet jedinců, kterým může konzumace pšenice a výrobků z ní připravených působit zdravotní problémy. Tito lidé musí pšenici ze svého jídelníčku vynechat. Pokud se nejedná o celiakii, mohou zkusit, zda jiné druhy pšenice, které mají z genetického hlediska jiné složení bílkovin, mohou být pro jejich trávicí systém přijatelnější. V poslední době se dostávají jiné druhy pšenice do popředí zájmu i u lidí, kteří se snaží obohatit svůj jídelníček o tzv. „zdravější“ potraviny. Tyto pšenice mají také charakteristické senzorické vlastnosti, které obohacují paletu konzumovaných potravin, např. špalda je známá svou oříškovou chutí. Navíc jejich pěstování rozšiřuje spektrum plodin v osevních postupech a jsou

vhodnější pro ekologické pěstování, protože jsou méně náchylné k chorobám a potřebují méně hnojiv.

Z pohledu makroživin je zrno všech druhů pšeníc dobrou zásobárnou energie, která je uložena ve formě škrobu a je také dobrým zdrojem bílkovin, i když zastoupení esenciálních aminokyselin není z nutričního hlediska ideální. V klíčku jsou ve větším poměru zastoupeny nenasycené mastné kyseliny, které v organismu hrají důležitou funkci v různých metabolických drahách. V celozrnné podobě jsou všechny druhy pšenice dobrým zdrojem vlákniny, jejíž konzumace je doporučena jako prevence řady civilizačních chorob. Kromě základních živin je pšenice také zdrojem minerálů, některých vitamínů a široké škály biologicky aktivních látek. Tyto sloučeniny si získaly pozornost pro své pozitivní účinky na lidský organismus, díky kterým pomáhají předcházet řadě civilizačních chorob. Tzv. mikroživinám v pšenici bude věnován článek v některém z následujících čísel. (Recenzováno)

Poděkování

Článek byl sepsán díky institucionální podpoře Ministerstva zemědělství MZE-RO1123.

Seznam použité literatury je k dispozici u autorek.

Choroby pat stébel obilnin v podmínkách vlhkého začátku kultivační sezóny 2024/2025

(*Stem base diseases of cereals under conditions of a wet start of the 2024/2025 growing season*)

Dominik Bleša, Pavel Matušinský, Ludvík Tvarůžek
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 76701 Kroměříž

Souhrn: Pěstitelský ročník 2024/2025 byl z hlediska výskytu chorob pat stébel obilnin specifický mimořádně vlhkým podzimem a relativně mírnou zimou, které významně ovlivnily půdní prostředí i fyziologickou kondici porostů v raných vývojových fázích. Tyto podmínky vytvořily zvýšený infekční tlak půdních patogenů, zejména rodů *Microdochium*, *Gaeumannomyces*, *Fusarium* a *Oculimacula*. Cílem práce bylo zhodnotit rizikové faktory rozvoje chorob pat stébel v daném ročníku a zasadit lokální výsledky do širšího agronomického kontextu. Součástí studie byl polní experiment zaměřený na vliv patogenu *Gaeumannomyces* spp. na výnos pšenice ozimé, realizovaný na dvou lokalitách s rozdílnou úrovní výskytu patogenu, a dále monitoring zdravotního stavu bází stébel u pšenice a ječmene. Výsledky prokázaly vysoký infekční tlak *Microdochium* spp. bez odpovídající symptomatiky, omezený výskyt *Fusarium* spp. a významný záchyt *Oculimacula* spp., důležitý pro včasné rozhodování o ochraně porostů. Přínos moření osiva se projevil především v podmínkách zvýšeného infekčního tlaku, nikoli plošně. Studie potvrzuje, že ochrana proti chorobám pat stébel vyžaduje komplexní přístup založený na preventivních agrotechnických opatřeních, práci s půdním prostředím a cíleném využívání ochranných zásahů.

Klíčová slova: choroby pat stébel, obilniny, *Gaeumannomyces*, *Microdochium*, půdní vlhkost, moření osiva, infekční tlak

Abstract: The 2024/2025 cropping season was specific with respect to the occurrence of stem base diseases of cereals due to an exceptionally wet autumn followed by a relatively mild winter, which significantly affected soil conditions and the physiological status of crops during early growth stages. These conditions resulted in increased infection pressure of soilborne pathogens, particularly species of *Microdochium*, *Gaeumannomyces*, *Fusarium*, and *Oculimacula*. The aim of this study was to evaluate key risk factors influencing the development of stem base diseases under the conditions of the given season and to place local observations into a broader agronomic context. The study included a field experiment assessing the effect of *Gaeumannomyces* spp. on winter wheat yield at two sites differing in pathogen occurrence, as well as monitoring of stem base health in wheat and barley stands. The results demonstrated a high infection pressure of *Microdochium* spp. without corresponding severe symptoms, a limited occurrence of *Fusarium* spp., and a significant detection of *Oculimacula* spp., which is important for timely decision-making in crop protection. The benefit of seed treatment was evident mainly under conditions of increased infection pressure rather than as a general yield-enhancing measure. The study confirms that effective management of stem base diseases requires an integrated approach combining preventive agronomic practices, soil management, and targeted plant protection measures.

Key Words: stem base diseases, cereals, *Gaeumannomyces*, *Microdochium*, soil moisture, seed dressing, infection pressure

Úvod

Zemědělský ročník 2024/2025 lze z hlediska zdravotního stavu porostů obilnin hodnotit jako specifický a v některých ohledech i rizikový, zejména ve vztahu k chorobám pat stébel a kořenového systému. Průběh počasí, charakterizovaný mimořádně vlhkým podzimem, následovaným relativně mírnou zimou s omezeným mrazovým efektem, vytvořil podmínky, které významně ovlivnily jak stav půdního prostředí, tak fyziologickou kondici rostlin v raných vývojových fázích. Tyto faktory se následně promítly do infekčního tlaku patogenů, jejichž výskyt je úzce vázán na půdní vlhkost, strukturu půdy, osevni postup a celkový stres porostu.

Choroby pat stébel obilnin patří dlouhodobě mezi obtížné regulovatelné problémy rostlinné výroby, a to zejména z důvodu jejich komplexní epidemiologie. Rozvoj těchto chorob je výsledkem interakcí mezi patogenem, hostitelskou rostlinou a prostředím, přičemž rozhodující roli často sehrává průběh počasí v podzimním období, kdy dochází k primárním infekcím kořenového systému a bázi stébel (Cook, 2003; Lucas et al., 2020). Vlhké a chladné podmínky podporují nejen aktivitu půdních patogenů, ale současně vedou k oslabení kořenového systému v důsledku hypoxie a narušeného příjmu živin, což zvyšuje náchylnost rostlin k infekci.

Významnou roli v rámci chorob pat stébel hrají patogeny s rozdílnou biologií a ekologickými nároky, jako jsou *Gaeumannomyces* spp., *Microdochium* spp., *Fusarium* spp. a *Oculimacula* spp. Jejich uplatnění v porostech je silně závislé na průběhu počasí v jednotlivých fázích vegetace, přičemž v praxi se často setkáváme s komplexními infekcemi a překryvem symptomů. To významně komplikuje diagnostiku chorob pouze na základě vizuálního hodnocení a zdůrazňuje význam cíleného monitoringu a laboratorního ověřování původců.

Cílem tohoto článku je shrnout hlavní rizikové faktory chorob pat stébel obilnin v podmínkách uplynulého ročníku 2024/2025, popsat jejich praktické projevy v porostech a zasadit získaná lokální pozorování do širšího agronomického kontextu. Text je zaměřen především na praktickou rovinu problematiky a vychází z terénních pozorování doplněných základním vyhodnocením dat, která potvrzují obecně známá rizika rozvoje chorob pat stébel v reálných podmínkách pěstitelské praxe.

Podmínky ročníku jako klíčový faktor rozvoje chorob pat stébel

Podzim roku 2024 byl ve většině pěstitelských oblastí charakterizován nadprůměrným úhrnem srážek, který vedl k dlouhodobému nasycení půdního profilu vodou. V řadě lokalit docházelo k přemokření půd, omezení jejich provzdušnění a ke zhoršení fyzikálních vlastností, zejména na těžších půdách s nižší infiltrační schopností (obrázek 1). Tyto podmínky výrazně ovlivnily průběh vzcházení a zakořeňování ozimých obilnin.

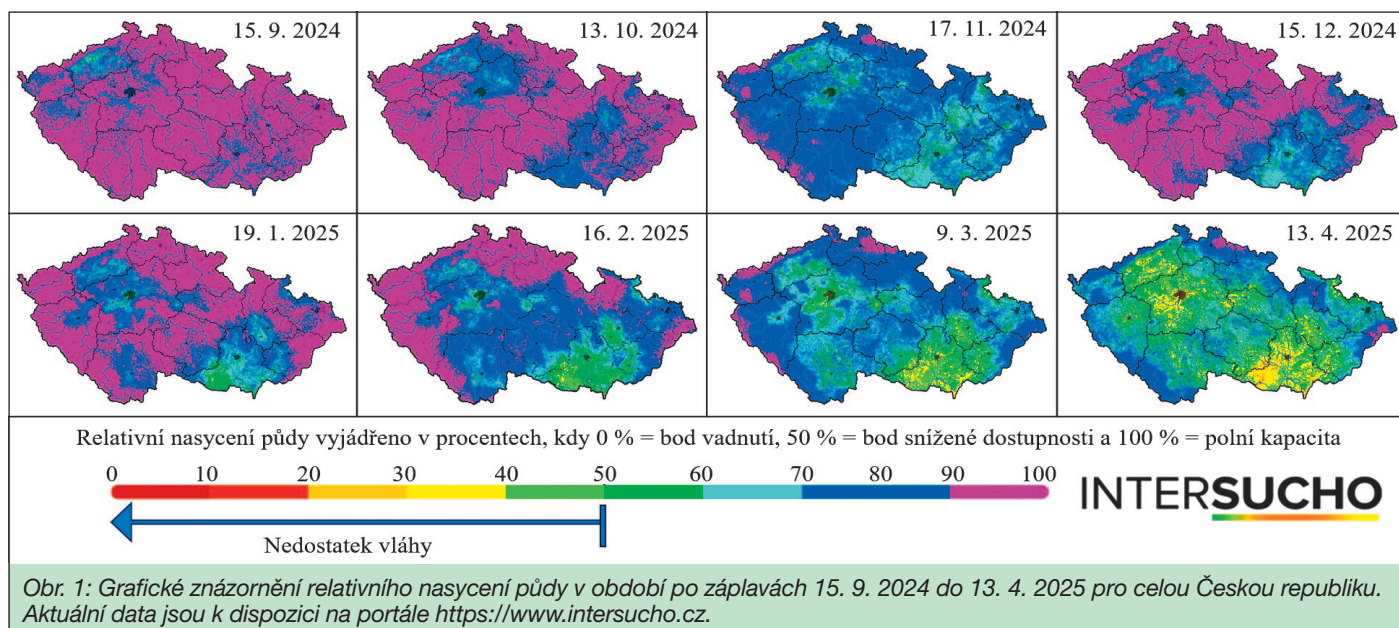
Zimní období bylo naopak relativně mírné, s pouze krátkodobými poklesy teplot pod bod mrazu (obrázek 2). Absence delších mrazových epizod omezila přirozenou redukci inocula některých patogenů a umožnila jejich přežívání v půdě i rostlinných zbytcích. Přestože byla zima srážkově spíše sušší, vysoká zásoba vody v půdním profilu z podzimního období zajistila porostům dostatek vláhy až do jarních měsíců (obrázek 1).

Dlouhodobé přemokření půdy v podzimním období vedlo u řady porostů k hypoxii kořenového systému a k omezení příjmu živin. Oslabené rostliny vstupovaly do zimy ve zhoršené fyziologické kondici, což se mohlo projevit sníženou schopností odolávat patogenům v období primárních infekcí. Kombinace abiotického stresu a vysokého infekčního tlaku vytvářela podmínky, které byly příznivé zejména pro půdní patogeny a choroby napadající báze stébel a kořenový systém (Hüberli et al., 2018).

Tyto faktory je nutné vnímat jako vzájemně provázané. Zvýšený výskyt chorob v ročníku 2024/2025 nelze přičítat jedinému příčinnému činiteli, ale spíše souběhu nepříznivých podmínek, které zvýraznily význam preventivních opatření, zejména vhodného osevni postupu, práce s půdní strukturou a kontroly zdravotního stavu osiva.

Přehled hlavních původců chorob pat stébel obilnin

Choroby pat stébel obilnin jsou způsobovány několika patogeny s rozdílnou biologií a epidemiologií, jejichž symptomy se v porostech často částečně překrývají. V praxi se proto běžně setkáváme s komplexními infekcemi, kdy je obtížné jednoznačně určit dominantního původce pouze na základě vizuálního hodnocení bázi stébel. Význam jednotlivých patogenů se navíc může výrazně lišit v závislosti na průběhu počasí, půdních podmínkách a celkové kondici porostu, což dále komplikuje interpretaci symptomů a rozhodování o vhodných ochranných opatřeních (Cook, 2003; Lucas et al., 2020).



V podmínkách střední Evropy patří mezi nejvýznamnější původce chorob pat stébel zejména zástupci rodu *Microdochium*, kteří se uplatňují především v chladných a vlhkých podmínkách. Tyto patogeny jsou typické pro ročníky s dlouhým, deštivým podzimem a mírnou zimou, kdy mohou infikovat báze stébel již v raných fázích vývoje porostu a přetrvávat v pletivech rostlin i bez výrazné symptomatiky (Nielsen et al., 2013). Jejich význam se často projeví až při souběhu dalších stresových faktorů, jako je přemokření půdy nebo narušený příjem živin.

Součástí komplexu chorob pat stébel jsou rovněž druhy rodu *Fusarium*, které tvoří skupinu patogenů s proměnlivým významem v závislosti na průběhu počasí a fázi vývoje porostu. Zatímco jejich role bývá často spojována spíše s teplejšími podmínkami nebo pozdějšími fázemi vegetace, v některých ročnících se mohou uplatnit i v raných infekcích bází stébel, zejména u porostů oslabených abiotickým stresem (Parry et al., 1995; Xu et al., 2008).

Samostatnou a z hlediska ochrany porostů velmi důležitou skupinu představují patogeny rodu *Oculimacula*, původci stéblolamu obilnin. Význam jejich monitoringu spočívá zejména v tom, že včasná detekce infekce umožňuje cílené rozhodování o případném fungicidním zásahu v optimálním termínu. V podmínkách vlhkých ročníků může být přítomnost *Oculimacula* spp. v porostech významným rizikovým faktorem, a to i v případech, kdy vizuální symptomy nejsou zpočátku výrazné (Lucas et al., 2020).

Mezi půdní patogeny s výrazným dopadem na zdravotní stav porostu patří rovněž *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, původce černání kořenů obilnin (ang. take-all). Primární infekce patogenem probíhá prostřednictvím kořenového systému, přičemž rozhodující je kontakt mladých kořenů s infikovanou půdou nebo posklizňovými zbytky. Mezi hlavní rizikové faktory patří opakované pěstování obilnin v osevním sledu, vysoký podíl slámy a rostlinných zbytků v povrchové vrstvě půdy. Významnou roli hraje také půdní vlhkost a struktura půdy – dlouhodobě vlhké, zhuštěné nebo špatně odvodněné půdy vytvářejí podmínky příznivé pro rozvoj patogenu a současně oslabují kořenový systém hostitelské rostliny (Hornby et al., 1998).

Z hlediska průběhu počasí jsou kritické především vlhké podzimy, které podporují jak aktivitu patogenu, tak rychlý růst kořenů v prostředí s vysokým infekčním tlakem. Naopak delší období silnějších mrazů mohou infekční potenciál částečně omezit, zejména redukcí vitality patogenu v povrchových vrstvách půdy (Lucas et al., 2020).

Materiál a metody

Experiment na stanovení vlivu patogenu *G. graminis* na výnos pšenice ozimé (odrůda Asory) byl prováděn na dvou lokalitách s předplodinou obilninou, přičemž na jedné z lokalit byl pozorován zvýšený výskyt tohoto patogenu. Experiment byl založen 21. 10. 2024 na parcelách o velikosti 10 m² ve čtyřech opakováních. Plodina byla pěstována v režimu intenzivních vstupů, ovšem bez použití fungicidních postřiků. Sklizeň experimentu proběhla 7. 8. 2025. Primárním hodnoceným parametrem byl výnos v závislosti na lokalizaci a ošetření osiva (Latifam Extra, 2 l/t), který byl analyzován s interakcemi s navazujícím post-hoc testem.

Sběr vzorků napadených bází stébel pro analýzu výskytu druhů rodu *Microdochium*, *Fusarium* a *Oculimacula* probíhal na přelomu března a dubna 2025, celkem bylo analyzováno 140 vzorků pšenice a ječmene z hlediska úrovně zahnědnutí bází. Ze vzorku padesáti rostlin byly odebrány segmenty bází stébel, povrchově sterilizovány v ředěném roztoku NaClO a umístěny na misku s živným agarem. Jakmile se objevilo rostoucí mycelium, bylo pomocí morfologických znaků určeno a byla z něj vytvořena axenická kultura.

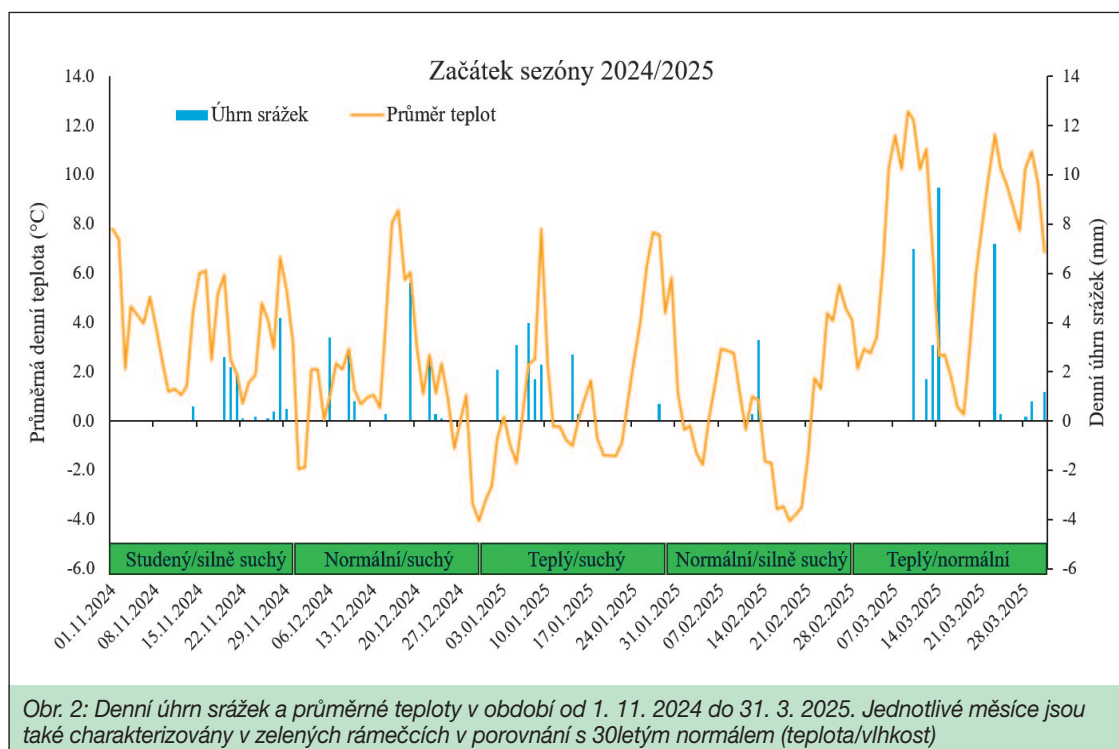
Výsledky

Microdochium spp. – vysoký infekční tlak

Významnou část sledování tvořilo hodnocení výskytu *Microdochium* spp. na bázích stébel. Z celkového počtu analyzovaných vzorků bylo 116 pozitivních (s kontaminací patogenu), přičemž průměrná míra napadení rostlin ve vzorcích dosahovala 25 %. Současně byly hodnoceny i vizuální symptomy,

kdy podíl slabě zahnědlých bází činil v průměru 31 % a silně zahnědlých 11 %.

Tyto výsledky poukazují na rozdíl mezi přítomností patogenu a intenzitou symptomů v porostu. Vysoký zachyt *Microdochium* spp. svědčí o výrazném infekčním tlaku, který byl pravděpodobně podmíněn dlouhodobě vlhkými a chladnějšími podmínkami. Relativně mírná symptomatika však naznačuje, že v době hodnocení nebyly porosty vystaveny dalším silným stresovým faktorům, které by vedly k dalšímu rozvoji choroby a poškození porostů.



Získané izoláty byly dále využity k testování citlivosti k fungicidům, jejichž výsledky jsou podrobněji diskutovány v samostatných pracích (Bleša et al., 2025a; Bleša et al., 2025b). Tyto analýzy potvrzují význam sledování citlivosti patogenů v době, kdy ještě nedochází k masivnímu rozvoji symptomů.

Fusarium spp. a *Oculimacula* spp. – význam včasné detekce

V rámci hodnocení byly izolovány kultury *Fusarium* spp., jejichž počet byl v porovnání s *Microdochium* spp. výrazně nižší (přibližně 15 izolátů). To odpovídá biologii těchto patogenů, které se zpravidla výrazněji uplatňují v teplejších a sušších podmínkách, případně v pozdějších fázích vegetace.

Z praktického hlediska je však velmi důležitý záchyt 17 izolátů *Oculimacula* spp. Přítomnost tohoto patogenu v porostech představuje významný signál pro praxi, neboť včasná detekce stéblolamu umožňuje cílené rozhodování o aplikaci fungicidních zásahů a předcházení významných ztrát na porostech. V podmínkách vlhkého ročníku je proto sledování *Oculimacula* spp. klíčovým prvkem integrované ochrany porostů.

Výskyt *G. graminis* a jeho dopad na porosty

Vliv patogenu rodu *Gaeumannomyces* na výnos pšenice ozimé byl hodnocen na základě polního experimentu založeného na dvou lokalitách s obilninou jako předplodinou, které se lišily úrovní výskytu tohoto patogenu. Na jedné z lokalit byl v průběhu vegetace pozorován zvýšený výskyt *G. graminis*, zatímco na druhé lokalitě nebyl výskyt patogenu významný (obrázek 3).

Analýza variance potvrdila významnou interakci mezi lokalitou a ošetřením osiva, která svědčí o tom, že přínos moření se projevil především v podmínkách zvýšeného infekčního tlaku. Ošetření také působilo jako faktor zvyšující výnos v neinfikovaných podmínkách, kdy měl vliv nejspíše celkový zdravotní stav rostlin a snížení výskytu jiných, nehodnocených, půdou přenosných patogenů.

Diskuze

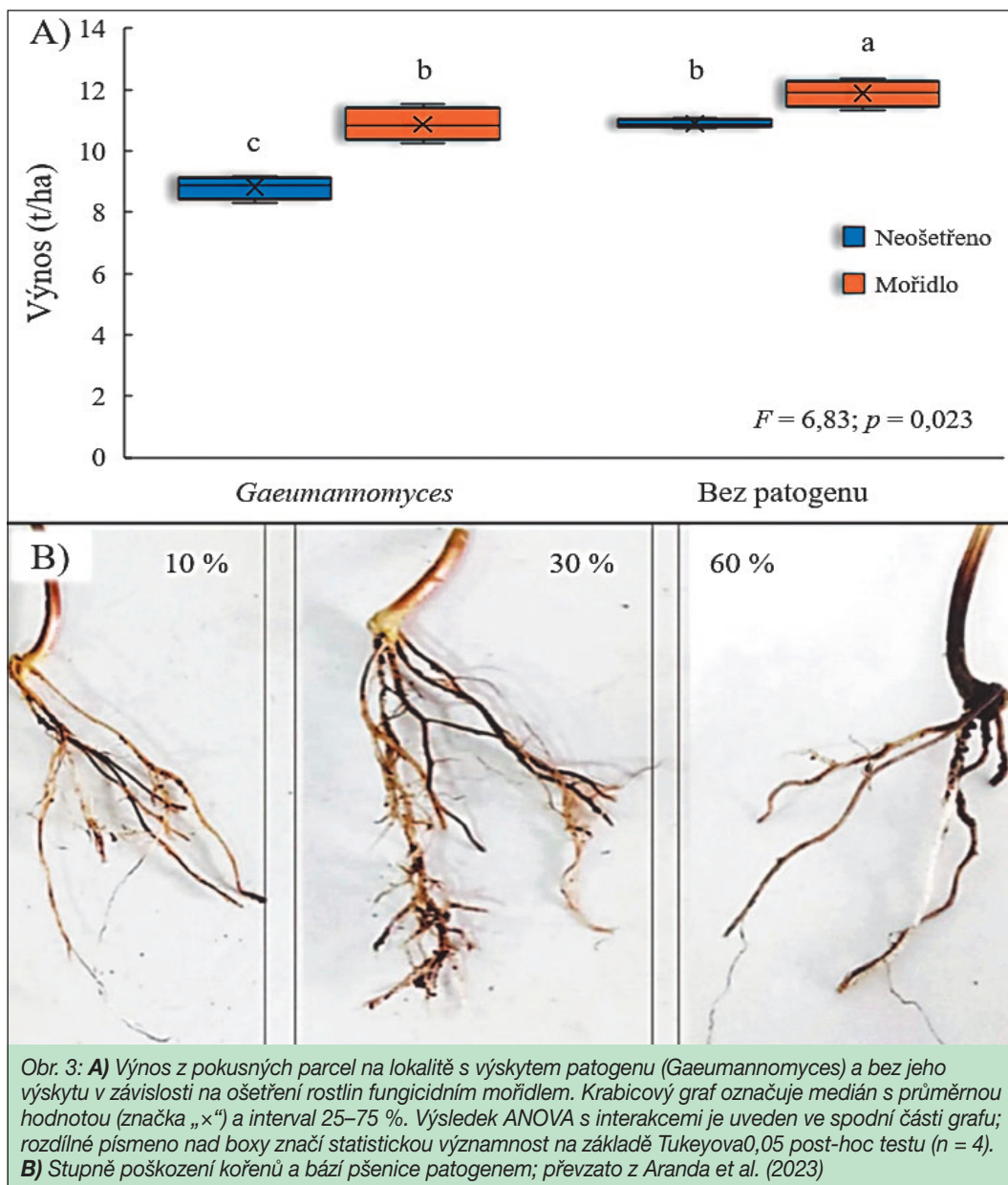
Pozorování z ročníku 2024/2025 potvrzují, že význam moření osiva v ochraně proti chorobám pat stébel je nutné hodnotit v kontextu konkrétních půdních a povětrnostních podmínek. Na rozdíl od typicky osivem přenosných patogenů se u půdou přenosných chorob pat stébel uplatňuje moření především jako

opatření podporující vitalitu mladých rostlin v raných fázích vývoje, nikoli jako nástroj přímé eliminace infekčního zdroje v půdě. Jeho efekt se proto zpravidla projeví zejména v podmínkách zvýšeného stresu porostu a vyššího infekčního tlaku.

Výsledky z uplynulého ročníku ukazují, že přínos moření se výrazně liší mezi jednotlivými lokalitami a je podmíněn přítomností půdních patogenů a charakterem půdního prostředí. V případech, kdy nebyl infekční tlak výrazný, se vliv moření na zdravotní stav porostu a výnos projevovat jen omezeně. Naopak v rizikových podmínkách, zejména na lokalitách s dlouhodobě vysokou půdní vlhkostí a výskytem patogenů, jako je *G. graminis*, vedlo ošetření osiva ke zmírnění negativních dopadů na porost. Tyto výsledky potvrzují, že moření nelze vnímat jako univerzální prostředek ke zvyšování výnosu, ale spíše jako nástroj snižující riziko ztrát v nepříznivých podmínkách.

Moření v podmínkách vysokého infekčního tlaku

Současně je nutné zdůraznit, že moření osiva má své přirozené biologické limity. Účinné látky působí v bezprostředním okolí klíčící rostliny a jejich účinek je časově i prostorově omezený. V prostředí s masivním výskytem půdních patogenů nebo při



dlouhodobém zamokření půdy nemůže moření plně nahradit význam preventivních opatření, jako je vhodný osevní postup a péče o půdní strukturu. To je patrné zejména u patogenů s převážně půdním přenosem.

Vliv kvality osiva

Přestože choroby pat stébel nejsou primárně přenášeny osivem, hraje kvalita osiva a technologie jeho ošetření významnou roli v celkové odezvě porostu. Zdravotně vyrovnané a kvalitně mořené osivo podporuje homogenní vzcházení porostů a lepší počáteční vývoj kořenového systému, což může zvýšit toleranci rostlin vůči infekci a abiotickému stresu. Naopak technologické nedostatky při moření, zejména nerovnoměrné pokrytí osiva nebo nesprávné dávkování přípravku, mohou snížit potenciální přínos tohoto opatření.

V praxi se často ukazuje, že rozdíly ve výskytu chorob pat stébel mezi jednotlivými porosty nejsou dány pouze volbou mořidla, ale především souhrnem faktorů, mezi které patří půdní podmínky, průběh počasí a kvalita založení porostu.

Rezistence patogenů a používání mořidel

Otázka rezistence půdních patogenů vůči účinným látkám mořidel je v posledních letech stále častěji diskutována, avšak v případě chorob pat stébel zatím nelze hovořit o plošném problému. Výsledky z ročníku 2024/2025 naznačují, že případné snížení účinnosti ochrany bylo ve většině případů způsobeno spíše nepříznivými podmínkami prostředí a vysokým infekčním tlakem než rezistencí patogenů jako takovou. Přesto zůstává racionální používání mořidel, respektování doporučených dávek a sledování citlivosti patogenů důležitou součástí dlouhodobě udržitelné ochrany porostů.

Význam preventivních agrotechnických opatření

Z pohledu ochrany proti chorobám pat stébel zůstávají klíčovými prvky preventivní agrotechnická opatření. Vhodně zvolený osevní postup, omezení pěstování obilnin po obilnině, práce s posklizňovými zbytky a péče o půdní strukturu mají zásadní vliv na úroveň infekčního tlaku půdních patogenů. Neméně důležité je minimalizovat stres rostlin v raných vývojových fázích prostřednictvím optimálního termínu setí, regulace hustoty porostu a vyvážené výživy.

Ročník 2024/2025 jasně ukázal, že souběh nepříznivých půdních a povětrnostních podmínek může zvýraznit slabá místa pěstitelského systému. Moření osiva v takových situacích zůstává důležitým nástrojem ochrany proti chorobám pat stébel, avšak pouze jako součást komplexního přístupu, který kombinuje prevenci, správnou agrotechniku a cílené využívání ochranných opatření.

Závěr

Výsledky z ročníku 2024/2025 potvrzují, že choroby pat stébel nelze hodnotit izolovaně podle jednotlivých patogenů. Rozhodující je souběh půdních podmínek, průběhu počasí a kondice porostu. Vysoký infekční tlak *Microdochium* spp. bez odpovídající symptomatiky, omezený výskyt *Fusarium* spp. a významná role *G. graminis* na rizikových lokalitách ukazují, že průběh ročníku výrazně modifikuje význam jednotlivých původců.

Moření osiva i případné fungicidní zásahy je proto nutné vnímat jako součást komplexního systému ochrany, nikoli jako samostatné řešení. Preventivní agrotechnická opatření, zejména

práce s půdní strukturou, vodním režimem a osevním postupem, zůstávají klíčovými nástroji snižování rizika chorob pat stébel. (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.

Literatura a odkazy

- Aranda, C., Méndez, I., Barra, P. J., Hernández-Montiel, L., Fallard, A., Tortella, G., Briones, E., & Durán, P. (2023). Melanin induction restores the pathogenicity of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* in wheat plants. *Journal of Fungi*, 9(3), Article 350. <https://doi.org/10.3390/jof9030350>
- Bleša, D., Matušinský, P., Lecianová, E., & Tvarůžek, L. (2024). Produkce plodin v zaplavených oblastech: Důsledky záplav na fyziologické, chemické a mikrobiální procesy na. *Obilnářské listy*, 32(3–4), 79–83. ISSN 1212-138X
- Bleša, D., Matušinský, P., Švarcová, E., & Tvarůžek, L. (2025). Porovnání odezvy růstu fytopatogenních hub k fungicidním látkám mezi lety 2024–2025. *Obilnářské listy*, 33(3–4), 55–57. ISSN 1212-138X
- Bleša, D., Matušinský, P., & Tvarůžek, L. (2025). Monitoring rezistence houbových patogenů obilnin k fungicidům – NAP k bezpečnému používání pesticidů. *Úroda*, 73(12), 119–125. ISSN 0139-6013
- Cook, R. J. (2003). Take-all of wheat. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 62(2), 73–86. [https://doi.org/10.1016/S0885-5765\(03\)00042-0](https://doi.org/10.1016/S0885-5765(03)00042-0)
- Hornby, D., Bateman, G. L., Gutteridge, R. J., Lucas, P., Osbourn, A. E., & Ward, E. (1998). *Take-all disease of cereals: A regional perspective*. CAB International.
- Hüberli, D., McKay, A., & Ophel-Keller, K. (2018). Soilborne diseases of cereals and their management. In J. J. Burpee (Ed.), *Plant disease management in sustainable agriculture* (pp. 115–138). APS Press.
- Lucas, P., Dyer, P. S., & Murray, T. D. (2020). Pathogens causing crown rot and take-all of cereals. In J. A. Bailey & B. J. Deverall (Eds.), *Plant–pathogen interactions* (pp. 289–312). Wiley-Blackwell.
- Nasycení půdního profilu – portál Intersucho. (2024). *InterSucho*. <https://www.intersucho.cz/cz/mapy/nasyceni-pudniho-profilu/>
- Nielsen, L. K., Justesen, A. F., Jensen, J. D., & Jørgensen, L. N. (2013). *Microdochium nivale* and *Microdochium majus* in Denmark: Occurrence, importance and fungicide sensitivity. *Crop Protection*, 43, 183–189. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.10.012>
- Parry, D. W., Jenkinson, P., & McLeod, L. (1995). Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals—A review. *Plant Pathology*, 44(2), 207–238. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1995.tb02773.x>
- Xu, X., Nicholson, P., & Ritieni, A. (2008). Effects of environmental factors on the development of Fusarium diseases and mycotoxin contamination in cereals. *European Journal of Plant Pathology*, 120(4), 377–386. <https://doi.org/10.1007/s10658-007-9217-1>