

# MIKROSKOPICKÉ HOUBY NA NAŠICH OBILOVINÁCH – NEBEZPEČÍ PRO OBILÍ I PRO LIDI

Obiloviny tvoří značnou část našeho jídelníčku. Mikroskopické vláknité houby a jejich sekundární metabolity snižují kvalitu zrna a ohrožují výnos na poli, ale i při skladování. Které houby patří mezi tyto patogeny a jak se jim bránit, se velmi intenzivně studuje.

**Mikroskopické vláknité houby (mikromycety) rodu *Fusarium*** napadají pšenici, ječmen, oves a kukuřici, napadení žita a tritikale (hybridní obilnina odvozená od křížení žita a pšenice) je méně časté. Z hlediska kontaminace zrna lze houby rozdělit na dvě skupiny: 1. **polní** (rod *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* a další), které jsou přítomny v zrně již před sklizní obilnin, a 2. **skladištní** (rod *Aspergillus*, *Penicillium*), které mohou produkovat mykotoxiny v podmínkách skladování. Patogeny rodu *Fusarium* přežívají v půdě a na posklizňových zbytcích. Z hlediska poškození technologické i hygienické kvality produkce je nebezpečný výskyt zástupců rodu *Fusarium* v klasech.

## Výskyt klasových fuzarióz a tvorba mykotoxinů

**Fuzariózy klasu (růžovění klasu; Obr. 1) patří k závažným houbovým onemocněním obilnin na celém světě.** V našich podmínkách narůstající význam klasových fuzarióz zřejmě souvisí se změnami v osevních postupech i s minimalizačními opatřeními při zpracování půdy. Osevní sledy jsou víceméně redukovány s ohledem na poptávku zemědělských produktů (obchodovatelnost komodit), převládají obilniny (včetně kukuřice) a řepka, naopak chybějí víceleté pícniny a okopaniny.

Pro vznik choroby jsou rozhodující dva zdroje inokula: infikované obilky a kontaminovaná půda se zbytky napadených rostlin z předcházející sklizně. **Patogeny rodu *Fusarium* mohou napadat kořeny obilnin a působit jejich hnilobu.** Podílejí se i na napadení stébel, někdy samostatně, často v kombinaci s dalšími původci chorob pat stébel. Napadené báze stébla a listové pochvy mohou být významným východiskem pro postupné šíření hub rodu *Fusarium* na zdravé rostlině až ke klasu. Častěji však k napadení klasu dochází až v době kvetení.

## Negativní důsledky fuzarióz

Kromě toho, že v důsledku napadení dochází ke **snížení kvality zrna** a k výnosovým ztrátám, může dojít i k **produkci velkého množství sekundárních metabolitů (mykotoxinů) vykazujících různý stupeň toxicity a majících tak negativní vliv na zdraví lidí a hospodářských zvířat.** Jako původce klasových fuzarióz bývá



1 Klasové fuzariózy – pšenice ozimá (přirozená infekce)

v naší republice zjišťováno zhruba **15 druhů rodu *Fusarium***. Mezi významné producenty mykotoxinů na pšenici a ječmeni patří druhy *F. graminearum* a *F. culmorum* (Obr. 2), které produkují trichotheceny typu B. Nejvíce sledovaným mykotoxinem z této skupiny je deoxynivalenol (DON). DON patří k méně toxickým mykotoxinům, je ale považován za indikátor možného výskytu dalších mykotoxinů. Významným mykotoxinem produkovaným druhy *F. graminearum* a *F. culmorum* je také zearalenon (ZEA) a jeho deriváty. Další mykotoxiny patřící do skupiny trichothecenů A jsou produkovány zejména patogeny *F. sporotrichioides*, *F. langsethiae* a *F. poae*, které jsou častěji nalézány na ovsu.

## Jaké faktory působí na šíření fuzarióz

Globální oteplování a klimatické změny přispívají k rozšiřování dříve méně běžných druhů. Stupeň napadení a kontaminaci zrna mykotoxiny ovlivňuje celá řada faktorů. Rozhodující význam má průběh počasí v daném roce (především srážky a teploty) a dále stupeň rezistence odrůdy, předplodina a způsob zpracování půdy. Také druhové složení a frekvence výskytu jednotlivých druhů závisí mimo jiné na klimatických podmínkách ročníku a konkrétní lokalitě. V České republice dominoval u pšenice donedávna druh *Fusarium graminearum*, který nahradil do té doby nejrozšířenější *F. culmorum*. V současnosti (od roku 2012) je u nás **nejčastějším původcem fuzarióz klasu pšenice druh *F. poae***. Nejvýznamnějším důvodem změn v druhovém složení jsou pravděpodobně rozdílné nároky jednotlivých druhů na optimální životní podmínky. Podle literárních údajů je výskyt *F. poae* spojen s relativně suchými a teplými podmínkami, *F. graminea-*



2

Fusarium culmorum – makrokonidie

*rum* dominuje v teplých a vlhkých podmínkách a *F. avenaceum* a *F. culmorum* se vyskytují častěji v chladnějších a vlhkých podmínkách.

Na základě dlouhodobého monitoringu výskytu klasových fuzarióz a akumulace mykotoxinů v zrna pšenice byly v ČR vymezeny oblasti s opakovaně zjištěnými hodnotami DON přesahujícími hygienický limit. Výskyt nadlimitních hodnot byl zaznamenán v oblastech s průměrnou roční teplotou vyšší než 6 °C. Potvrdilo se, že **pro rozvoj choroby a akumulaci mykotoxinů má velký význam vzdušná vlhkost (mlhy, rosa), neboť nadlimitní hodnoty byly často zjištěny v blízkosti říčních toků a rybníků.**

## Vliv mykotoxinů na zdraví lidí a zvířat

**V podmínkách České republiky zřídka dochází k akutní intoxikaci u člověka, riziko může představovat především dlouhodobý subchronický příjem mykotoxinů v potravě.** Pro nezpracované obiloviny kromě pšenice tvrdé, ovsu a kukuřice je limit pro deoxynivalenol (DON) 1,25 mg/kg a pro zearalenon (ZEA) 0,1 mg/kg.

Nejtoxiktějším zástupcem skupiny trichotheceenových mykotoxinů je T-2 toxin, jehož výskyt bývá spojován s onemocněním označovaným jako alimentární toxická aleukie (ATA), které se u lidí v důsledku konzumace plesnivého obilí objevilo v průběhu 2. světové války na Sibiři. Nejvíce poznatků je k dispozici o negativních účincích deoxynivalenolu (syn. vomitoxin), který patří k nejčastěji se vyskytujícím mykotoxinům. Častěji než u lidí dochází k problémům u hospodářských zvířat. Konzumace kontaminovaného krmiva vede u zvířat k odmítání potravy, redukcí hmotnosti, průjmům a zvracení. Zearalenon vykazuje estrogení účinky, při konzumaci kontaminovaných krmiv dochází u chovaných zvířat k projevům hyperestrogenismu, které vedou následně k poruchám plodnosti. Zearalenon může přecházet i do mléka určeného pro lidskou výživu. Je známo, že k akumulaci ZEA dochází později, zejména v závěru vegetačního období, dalším

rizikem u napadeného zrna může být nárůst obsahu během uskladnění. ZEA se tvoří u většiny druhů při optimální teplotě 12–18 °C. Problémy spojené s estrogením působením zearalenonu se u prasníc objevují především v zimě a časně zjara, protože patogen potřebuje období relativně nízkých teplot, aby mohl produkovat biologicky významná množství zearalenonu. Bylo zjištěno, že obsah mykotoxinů bývá vyšší ve vzorcích kolonizovaných více než jedním fuzariovým druhem.

Vedle volných mykotoxinů se mohou vyskytovat také **konjugované (vázané) formy mykotoxinů, které vznikají při detoxifikačních procesech v rostlinách.** Detoxifikační reakce pravděpodobně chrání rostliny před toxickými látkami z okolního prostředí, ale také před sloučeninami, které rostliny tvoří samy. Potenciálně nebezpečí konjugovaných mykotoxinů spočívá v jejich hydrolyze během průchodu trávicím traktem konzumentů, při které může dojít k uvolnění původního, více toxického mykotoxinu. K rozkladu konjugovaných mykotoxinů (a tedy nárůstu jejich volné formy) může dojít za vhodných podmínek také při technologickém zpracování (sladování, kvašení).

Patogeny rodu *Fusarium* způsobují alergické reakce (inhalace spor) a prokázalo se, že některé druhy (*F. oxysporum*, *F. proliferatum* nebo *F. verticillioides*) mohou způsobit u lidí i oportunní infekce. Inhalace mykotoxinů produkovaných *Fusarium* spp., které se běžně vyskytují v prachu z obilí, může znamenat zdravotní rizika pro pěstitele i pracovníky ve skladech a mlýnech. Mikroskopické houby potenciálně ohrožují každého, kdo je vystavený riziku při sklizni a zpracování obilovin i při manipulaci s krmivy.

## Možnosti ochrany

Doporučený přístup pro dosažení nízkého napadení fuzariovými patogeny a nízké akumulace mykotoxinů v zrna pšenice zahrnuje celý komplex opatření. Jedná se o agrotechnická opatření, která zahrnují zapravení posklizňových zbytků do půdy a dodržování vhodného osevního postupu (nezvyšování podílu obilnin a kukuřice), ochranu před poléháním i péči o celkově dobrý stav porostu.

Významnou roli v ochraně proti fuzariózám klasu hraje v konvenčním i v ekologickém zemědělství **použití odrůd s vyšší úrovní rezistence.** Při konvenčním pěstování k tomu přistupuje i ošetření fungicidy. Vzhledem k časně produkci DON představuje fungicidní ošetření proti klasovým fuzariózám opatření preventivní. Rychlý a velmi silný nástup infekce, který nastává za povětšinou příznivých podmínek příznivých pro rozvoj choroby, vede k tomu, že vhodná doba pro účinnou aplikaci je poměrně krátká. Zahraniční i naše vlastní výsledky dokazují časnou tvorbu DON

### HOUBY RODU FUSARIUM

Zástupci tohoto rodu, který se někdy česky nazývá srpatka či srpovnička, patří mezi vláknité houby, které se v půdě podílejí na rozkladu organické hmoty. Některé druhy se v průběhu evoluce staly parazity rostlin, pro které mohou být patogenní. Rod *Fusarium* patří k významným potenciálně toxigenním poľním plísním, které mohou být nebezpečné pro živočichy včetně člověka.



3

Náchylná odrůda pšenice ozimé po umělé infekci *Fusarium culmorum*



4

Jarní ječmen po umělé infekci *F. culmorum*

u pšenice (Obr. 3). V naší studii bylo zjištěno, že k vysoké akumulaci DON došlo už v prvním týdnu po infekci. Rychlý nárůst obsahu DON byl zaznamenán především u náchylných odrůd. K dalšímu výraznému nárůstu pak došlo mezi 14. a 21. dnem po infekci. Viditelné symptomy se však v klasech rozvíjejí pomaleji. V některých ročních období může při velmi pomalém dozrávání porostů a zároveň za podmínek vhodných pro šíření patogenu dojít k výskytu napadených klasů i v porostech ošetřených včas a vhodným fungicidem, protože koncentrace fungicidu v pletech rostlin postupem času klesá a patogen může ještě infikovat obilky v dozrávajících klasech.

Cílené fungicidní ošetření je neúčinnější v interakci s vyšším stupněm rezistence odrůd. **Šlechtění na rezistenci k fuzarióze klasu představuje v souvislosti se zvýšeným důrazem na bezpečnost potravin velkou výzvu.** Přestože rostliny imunní k této chorobě neexistují, byly již vytvořeny materiály s velmi dobrou

úrovní rezistence. Jako zdroj rezistence jsou využívány exotické rostliny i adaptované materiály. Největší pozornost šlechtění na rezistenci k fuzarióze klasu je dlouhodobě věnována u pšenice. Rozdíly v odrůdové rezistenci však byly zjištěny i u ječmene (Obr. 4) a ovsu. Bylo zjištěno, že reakce na infekci může být ovlivněna morfologickými a vývojovými vlastnostmi hostitelské rostliny. Jedná se o tzv. mechanismy pasivní rezistence, mezi které můžeme počítat např. výšku rostlin, hustotu klasu nebo osinatost. K menší infekci klasovými fuzariózami dochází také při uzavřeném kvetení. Ochranný charakter má i úplná extruze (uvolnění) tyčinek z květu. Pokud totiž pylové látky bohaté na živiny zůstanou v květu, podporují klíčení spor patogenu. U pluchatých pšenic (pšenice špalda, jednozrnka, dvouzrnka) se projevuje i ochranný vliv pluchy, která brání prorůstání mycelia do zrna.

Opakovaně bylo prokázáno, že stupeň napadení a kontaminaci zrna mykotoxiny rozhodujícím způsobem ovlivňuje průběh počasí v daném roce (především srážky a teploty). Z výsledků monitoringu na území ČR, který probíhá ve spolupráci s Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským, je však zřejmé, že i v ročních období se suchým a teplým počasím může na některých lokalitách dojít k vysoké akumulaci DON. V těchto případech bývá často předplodinou kukuřice. S vysokým zastoupením *F. poae* v suchých ročních období zřejmě souvisí tvorba tzv. emerging (nově se vyskytujících) mykotoxinů – enniatinů a beauvericinu.

Dodržování souboru doporučených opatření přináší úspěch v boji proti patogenům rodu *Fusarium* a hraje významnou roli v udržování hladin mykotoxinů na hodnotách neohrožujících zdraví.

Autorky:

Ing. Jana Chrpová, CSc., a Mgr. Jana Palicová, Ph.D.  
(Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha 6 – Ruzyně)

Foto: (1, 2) Jana Palicová, (3, 4) Šárka Bártová

Publikace byla zpracována za institucionálního příspěvku MZE-RO0419.



Chrpová J. a další (2016): Occurrence of *Fusarium* species and mycotoxins in wheat grain collected in the Czech Republic. *World Mycotoxin Journal*, 9(2): 317–327.

Sumíková T. a další (2017): Mycotoxins content and its association with changing patterns of *Fusarium* pathogens in wheat in the Czech Republic. *World Mycotoxin Journal*, 10(2): 143–151.