

# FUSARIA V KLASECH JARNÍHO JEČMENE

Marie VÁŇOVÁ

Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

**Summary:** In last few years we register by spring barley disease attack increase, especially *Fusarium* sp. attack. The reason of *Fusarium* sp. attack increase are changes in cropping, climate and pathogen population. That all promote disease development. After fungus infection comes up to mycotic toxins (DON) production. It's possible to find than the mycotic toxins in malt too, which is the main problem. The plant protection against *Fusarium* sp. is quite difficult, it is necessary to use fungicides in phase of flowering, improve crop rotation, choose noncereal forecrops and restrict spring barley lodging. The effectiveness of fungicides protection is in this case not so high, only 40 – 60 %.

**Souhrn:** V minulosti nebyl jarní ječmen považován za hlavní hostitelskou rostlinu pro houby rodu *Fuzárium*, ale v současné době se ukazuje, že i na jarním ječmeni je v některých letech silné napadení. Tato změna může být výsledkem zásadního posunu jak v populaci patogena, tak ve změnách souvisejících se změnami osevního sledu a také se změnami klimatu, což podporuje rozvoj choroby. Po úspěšné infekci klasu fuzárií se tvoří mykotoxin DON velmi rychle (už čtvrtý den byl stanoven v květních částech klasu) a rychle se šíří v klase. Zrno jarního ječmene pro sladařské účely je dále zpracováváno na slad. Proces sladování může významně ovlivnit množství mykotoxinů oběma směry. Na jedné straně může dojít ke snížení v důsledku jeho vyplavení, na druhé straně ke zvýšení v důsledku vyšší relativní vlhkosti a teplotě v podmínkách sladoven. V našich pokusech docházelo k velmi významným nárůstům obsahu DON ve sladu v porovnání s hodnotami zjištěnými v zrnu. Významným způsobem je kontaminace zrna a následně i obsah mykotoxinů ovlivněn odrůdou, předplodinou a poléháním. Ochrana spočívá v kombinaci preventivních opatření s chemickou ochranou. Účinnost aplikovaných fungicidů je od 40 do 60 %.

## Úvod

Jarní ječmen nebyl považován za hlavní hostitelskou rostlinu pro houby rodu *Fuzárium*, ale v současné době se ukazuje, že i na jarním ječmeni je v některých letech silné napadení. Tato změna může být výsledkem zásadního posunu jak v populaci patogena, tak ve změnách souvisejících se změnami osevního sledu a také se změnami klimatu, což podporuje rozvoj choroby.

Symptomy jsou popisovány jako snědé, hnědé až hnědo - oranžové zbarvení zrna. Napadená zrna jsou jednotlivě rozmístěna v klase. Zrno může být v důsledku choroby menší a štihlejší, ale na druhé straně je známo, že i zrna bez těchto příznaků choroby mohou obsahovat stanovitelná množství mykotoxinů. McCallum (2002) uvádí rozdíly (při vizuelním hodnocení) ve výskytu infikovaných zrn na jednotlivých odnožích téže rostliny. Vyšší výskyty byly na třetích a druhých odnožích v porovnání s hlavním stéblem. Sporulace ve sporodochiích nebyla pozorována (Tekauz 2000). Symptomy napadení klasu fuzárií je mnohdy obtížné vizuelně s jistotou diagnostikovat, neboť obdobné zbarvení může být způsobeno napadením zrna jinými houbami jako jsou *Pyrenophora teres* Died.(Drechl.), *Cochlibolus sativus* Ito ex Kurib a také saprofytními houbami jako jsou *Alternarium* či *Cladosporium spp.*

O fuzáriích bylo napsáno mnoho publikací a tak je zemědělské veřejnosti známo, že četnost výskytu závisí především na vhodných substrátech na nichž se udržuje a množí infekce, která v době květu ozimé pšenice infikuje metající a kvetoucí klas. Nejvhodnějším substrátem je kukuřičná sláma, strniště a všechny zbytky kukuřice. Dále pak posklizňové zbytky pšenice, triticales i ječmene.

Způsob zpracování půdy a dostatek dusíku v půdách ovlivňují rychlost rozkladu těchto rostlinných zbytků a tím také vydatnost zdrojů infekce.

Dalším důležitým faktorem je průběh počasí v daném roce. Víme, že v našich podmínkách se jednotlivé roky (zvláště v posledních 10ti letech) velmi liší a tak i napadení klasů fuzárií je v jednotlivých letech odlišné. Všechny zahraniční expertní systémy, které se snaží o prognózu výskytu a o správné načasování účinné ochrany pracují se základními daty, kterými jsou pro každý sledovaný den od poslední dekády května do konce června. Doba slunečního svitu v hodinách, srážky větší než 0,1 mm, maximální a minimální teploty ale i relativní vzdušná vlhkost. Z toho je patrné, že všechny tyto hodnoty mají vliv na následné napadení klasů chorobou.

Fuzariózy klasů jarního ječmene způsobuje obdobně jako u ozimé pšenice několik druhů z rodu *Fusarium*. Celosvětově nejrozšířenějším původcem klasových fuzarióz je *F. graminearum* u něhož existují dvě formy. Sexuální stadium *Gibberella zeae* a asexuální stadium *F. graminearum*.

Produktům sexuální fáze (*Gibberella zeae*) rozmnožování jsou ascospory tvořené v peritheciích. Ta se vytváří na jaře na infikovaných zbytcích hostitelských rostlin. Po jejich dozrání (asi koncem května a v první polovině června) jsou potřebné srážky větší než 5mm, to proto aby došlo k uvolnění askospor. Tyto askospory jsou primárním zdrojem infekce a za 3-5 dní po dešti se šíří větrem i na poměrně velké vzdálenosti a infikují klasy. *G.zeae* může přetrvávat jako saprofytní houba i na plevelích a nebo v půdě, kde jsou její chlamydostry životaschopné až 16 měsíců (Inch a Gilbert 2003). Makrokonidie jsou produkovány asexuální reprodukcí (*F. graminearum*) ve sporodochiích na infikovaných klasech a zbytcích rostlin. Tyto jsou rozstříkávány deštěm a působí sekundární infekce klasu. Na rozdíl od ozimé pšenice u níž je nejcitlivější fází kvetení a následně se zrání se citlivost snižuje (Parry et al. 1995), je

pravděpodobné, že u jarního ječmene je určitý rozdíl. Ten je v tom, že většina odrůd jarního ječmene má klas ve fázi ranného kvetení ještě uvnitř listové pochvy a tak není možný přímý kontakt s infekcí. Naproti tomu citlivost klasu se nesnižuje tak dramaticky s postupujícím zráním jako u ozimé pšenice (McCallum et al. 2001).

Oba dva zdroje infekce (makrokonidie i askosporie) mohou být na zbytcích hostitelských rostlin na povrchu půdy až tři roky. Toto je důležité především tam, kde je prováděna minimalizace při osevních sledech s vysokým podílem hostitelských rostlin.

Po úspěšné infekci klasu se velmi rychle tvoří mykotoxin DON (už čtvrtý den byl stanoven v květních částech klasu) a rychle se také šíří v klase. V severní Evropě je častější *F. culmorum* (W.G. Smith) Sacc., u něhož teleomorfní stadium není známo. Kromě toho je hojný i výskyt *F. avenaceum* (teleomorf *Giberella avenacea*) a *F. poae*.

Trichotheceeny (TT) jsou hlavními toxiny, které ohrožují zdraví lidí a zvířat. Z nich je především deoxynivalenol (DON) dáván do souvislosti s výskytem fuzárií v klase. Trichotheceeny se nacházejí především v pšenici a ječmeni.

## **Kontaminace mykotoxiny a ochrana fungicidy**

---

Ke kontaminaci produktů mykotoxiny může dojít :

1. v období před sklizní
2. během skladování.

Největší pozornost je v současné době věnována tomu, aby produkty nebyly kontaminovány během vegetace, tedy před sklizní. Zde kromě preventivních opatření hraje významnou roli aplikace fungicidů, která může výskyt značně omezit a následně snížit i obsah mykotoxinů ve sklizeném zrnu.

U sladovnického ječmene je ale stejně důležitý i způsob skladování a posklizňová úprava zrna. Zrno by mělo být sklizeno v plné zralosti. Podtržené porosty mohou obsahovat neklíčivá zrna, která mohou být vhodným substrátem pro rozvoj houbových chorob k nimž patří i fuzária. Ječné zrno sklizené za různých podmínek je třeba před vlastním uskladněním vyčistit a pokud je to nutné i správně upravit jeho vlhkost na přijatelnou hodnotu. Ve sklizené obilní mase probíhá řada fyzikálních i biologických procesů a je třeba zabránit především samozahřívání (Hřivna 1999). Provozdušňování upravuje tepelné a vlhkostní parametry a přispívá k potlačení růstu houbových patogenů na zrnu.

Vliv fungicidního ošetření na snížení obsahu DON v zrnu pšenice není ani v pokusech vždy dostatečný. Mezi nejúčinnější fungicidy ovlivňující napadení fuzárií patří tebuconazol a metconazol, i když i další produkty mohou mít částečnou účinnost. Vysoké účinnosti není dosahováno vždy a nízké dávky v sólo aplikacích se nedoporučují vůbec. Naopak je vhodné používat směsi několika účinných látek. U některých typů fungicidů (např. azoxystrobin) jsou zaznamenány dobré účinky na *M. nivale*, ale účinnost na *Fusarium spp.* je malá. Účinnost na fuzária vykazují i některé nové látky jako např. inhibitor ergosterolu prothioconazole .

Vhodná doba aplikace fungicidu je velmi důležitá. Systemické triazoly a strobiluriny nejsou až na nepatrné množství translokovány z listů do klasů. Kontaktní fungicidy nejsou translokovány vůbec. Tudíž předčasná aplikace chrání pouze listy, zatímco později se vyvíjející klasy zůstanou neochráněny. Proto je nejranější možný termín aplikace po vymetání všech klasů. Prašníky mají důležitý význam při infekci, a je nutné, aby byly fungicidem pokryty. Nejvhodnější termín aplikace je ve fázi plného květu. Také je důležité množství vody na hektar, při aplikaci tebuconazolu se uvádí maximální množství kapaliny 250 l/ha. Při vyšších dávkách vody se snižuje účinnost). Nejvyššího účinku fungicidů je dosahováno, je-li aplikován 1-2 dny před či po inokulaci. Vzhledem k tomu, že účinnost stávajících fungicidů není vysoká jsou neustále hledány nové cesty, kterými by bylo možné problém fuzárií zmírnit. Jednou z možností, která je ve zkouškách je i použití adjuvantů, které zabezpečují především lepší pokryvnost klasu a pronikání fungicidů do jeho pletiv. Dále je po jejich aplikaci deklarována i lepší odolnost proti smyvu deštěm nebo rosou.

## **Další příčiny kontaminace ječmene mykotoxiny**

---

Pokud porosty polehnou, dochází k výraznému nárůstu obsahu mykotoxinů napříč celým spektrem fungicidů, které alespoň zčásti vykazují účinnost proti fuzáriím.

Velmi důležitým způsobem ochrany je pěstování odolných odrůd. V případě fuzárií v klase je však tento způsob ochrany málo účinný, neboť odolné odrůdy zatím nejsou. Přesto však byly mezi odrůdami jarního ječmene zjištěny rozdíly v napadení. Výsledky získané v našich pokusech jsou uvedeny v tabulce č.1.

Rozdíly v napadení mezi odrůdami jarního ječmene pěstovanými v Německu uvádí Bruns (2002). Rozdíl mezi nejméně napadenou odrůdou Hendrix a nejvíce napadenou Braemar byl 15 % (15,7 – 29,6). Autor také uvádí účinnost fungicidního ošetření při použití přípravku Caramba v dávce 1,5 l který byl použit ve fázi 61-65 BBCH. Napadení klasů bylo nižší o 54,6- 70,7 % a obsah mykotoxinu DON byl nižší o 65,6 až 81,4 % dle odrůd.

V ČR jsou klasy jarního ječmene napadány *F. graminearum* (W:G: Smith), *F. culmorum*, *F. avenaceum* a *F. poae*. Z nich *F. graminearum* a *F. culmorum* jsou producenty mykotoxinů, především mykotoxinu DON (deoxynivalenol).

**Tab. č. 1 : Obsah mykotoxinů po různých předplodinách. Obsah celkových TT v zrně ječmene jarního – odrůda KOMPAKT. Kontrolní varianty, rok 2002**

předplodina	celkový obsah TT mykotoxinů v µg/kg
řepka .	239,82
cukrovka	310,90
cukrovka	391,79
obilovina.	564,77
kukuřice	<b>1044,74</b>

Mykotoxiny jsou metabolity hub, které mohou kontaminovat potraviny a krmiva. Nejvyšší pozornost je věnována mykotoxinu deoxyvalenol (DON) a ostatním trichothecenům. Jejich výskyt je vyšší v humidních oblastech a v letech s větším množstvím srážek v období od začátku kvetení do sklizně. Technologie pěstování je taktéž faktorem, který může významně ovlivnit intenzitu výskytu fuzárií. Důležitou roli hraje: předplodina, způsob zpracování půdy a odrůdová citlivost. Předplodinou, která nejvíce zvyšuje výskyt fuzárií v klase je kukuřice na zrno.

Riziko vyššího výskytu se také stupňuje současně se zvyšováním zastoupení obilovin v osevním postupu a při redukováných způsobech zpracování půdy.

Zrno jarního ječmene pro sladařské účely je dále zpracováváno na slad. Proces sladování může významně ovlivnit množství mykotoxinů oběma směry. Na jedné straně může dojít ke snížení v důsledku jeho vyplavení, na druhé straně ke zvýšení v důsledku vyšší relativní vlhkosti a teplotě v podmínkách sladoven. V našich pokusech docházelo k velmi

významným nárůstům obsahu DON ve sladu v porovnání s hodnotami zjištěnými v zrně.

**Tab. č.2. : Vliv zpracování půdy na obsah DON v zrně rok 2004, Branišovice)**

Jarní ječmen Prestige		
Předplodina : kukuřice		
	F. na zrně	DON
Var. 1 - minimální zpracování půdy	7	939
Var. 2 - bezorebné setí	17	1085
Var. 3 - orba	11	501

**Tab. č. 3 : Vliv poléhání. Výskyt fuzárií kontaminovaných zrn jarního ječmene v laboratorním testu (v %) ve vztahu k předplodině**

předplodina	% kontaminovaných zrn v porostu	
	nepolehlém	polehlém
řepka	15,2	20,8
obilovina	29,6	97,2
cukrovka	32,9	89,0

Významným způsobem je kontaminace zrna a následně i obsah mykotoxinů ovlivněn poléháním.

Ochrana spočívá v kombinaci preventivních opatření s chemickou ochranou. Účinnost aplikovaných fungicidů je od 40 do 60 %. Pro zlepšení účinnosti je doporučováno pro aplikaci používat nižších dávek vody (200 l/ha) s přidáním smáčedel - pro dosažení lepší pokryvnosti a zvýšení účinku fungicidů. Více se osvědčily kombinace fungicidů (Horizon + Mirage, Caramba + Charisma) v nižších dávkách než aplikace plné dávky jednoho fungicidu. U jarního ječmene je aplikační technologie velmi důležitá proto, aby fungicid pokryl dobře vertikálně postavený klas s osinami ve vrcholové části.

Minimalizovat poškození zrna jarního ječmene je toužebným přáním jak producentů ječmene pro slad tak i ječmene pro krmné účely. To proto, že ztráty na kvalitě a hygienické nezávadnosti mohou způsobit větší finanční ztrátu než pokles výnosu v souvislosti s výskytem jiných chorob. Vzhledem k tomu že zatím nejsou k dispozici odrůdy s vysokou rezistencí je nutné v ochraně využívat i řadu preventivních opatření agrotechnického charakteru.

## Literatura.

- McCallum B.D., Tekauz A. 2002: Influence of inoculation method and growth stage on fusarium head blight in barley. Can.J.Plant Pathol.24: 77-80
- Bruns T., Rodemann B., Bartels G. 2002: Wie anfällig ist Braugerste gegen Fusarium? Top Agrar 12, 58-59.
- McCallum B.D., Tekauz A., Gilbert J.2001.: Vegetative compactibility among Fusarium graminearum (Giberella zeae) isolates from barley spikes in southern Manitoba. Can.J.Plant Pathol. 23, 83-87.
- Parry D.W., Jenkinson P., McLeod L. 1995: Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals – a review. Plant Pathol.,44, 207-238.
- Tekauz A., McCallum B.D., Gilbert J. 2000: Review: Fusarium head blight of barley in western Canada. Can.J.Plant Pathol. 22, 9-16.
- Inch S.A., Gilbert J.2003 : Survival of *Giberella zeae* in *Fusarium* – damaged wheat kernels. Plant Disease 87,3,282-287.
- Hřivna L.: Úprava a posklizňové dozrání sladovnického ječmene. Ječmenářská ročenka 1999.ISBN 8-238-3098-8,149-156.

## Adresa autora

Ing. Marie Váňová, CSc.	
Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.	e-mail: vanovam@vukrom.cz

Práce byla napsána z výsledků řešení úkolu: NAZV 3121, NAZV IG57042.