

Fuzáriové mykotoxiny a patogeny *Fusarium* v obilovinách sklizně 2009

(*Fusarium mycotoxins and pathogens in cereals from the 2009 harvest*)

Ivana Polišenská¹, Ondřej Jirsa¹, Jaroslav Salava², Pavel Matušinsky¹, Josef Prokeš³,

¹Agrotest fyto s.r.o., Kroměříž, ²Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.,

³Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Sladařský ústav Brno

Souhrn

U pšenice, ječmene, žita a ovsy ze sklizně 2009 byl zjištován obsah nejvýznamnějších fuzáriových mykotoxinů a byly určovány patogeny *Fusarium* zodpovědné za jejich produkci. Zjištěné hodnoty byly srovnávány s platnými limity pro maximální obsah fuzáriových mykotoxinů, které jsou dány nařízením Komise (ES) 1881/2006. U pšenice by legislativnímu limitu na obsah mykotoxinu DON (1250 µg/kg) nevyhovělo minimálně 3 % vzorků, což je přibližně o jedno procento více, než v roce 2008. Kontaminace ječmene mykotoxinem DON byla v roce 2009 nejvyšší za celé sledované období od roku 2005, a to jak s ohledem na podíl nevyhovujících vzorků (26 %), tak také na absolutně zjištěné hodnoty. U žita a ovsy nebyl zjištěn žádny nadlimitní vzorek. Nejčastěji se vyskytuje druhem *Fusarium* na pšenici bylo *F. graminearum*, na ječmeni se stejně často vyskytovalo *F. graminearum* a *F. poae*. Na ovsu bylo nejčastěji nalezeno *F. poae*. U pšenice a u ječmene se velmi negativně projevil vliv kukuřice jako předplodiny na obsah DON. Po kukuřici bylo pěstováno 21 ze 30 nadlimitních vzorků pšenice a 11 ze 13 nadlimitních vzorků ječmene.

Klíčová slova: pšenice, ječmen, žito, oves, mykotoxiny, DON, ZEA, T-2

Summary

Samples of wheat, barley, rye and oats from the 2009 harvest were examined for the content of the most important *Fusarium* mycotoxins and their producers, *Fusarium* pathogens, were determined. The values assessed were compared with valid limits for *Fusarium* mycotoxins set by Commission Regulation (EC) 1881/2006. In wheat, the legislation limit for DON content (1250 µg/kg) was exceeded by 3 % of samples at minimum, which is 1 % more than in 2008. The contamination of barley with this mycotoxin in 2009 was the strongest over the whole period under study (from 2005) in both the proportion of above-limit samples (26 %) and in absolute values assessed. For oats and rye the legislation limit was not exceeded in any case. *F. graminearum* was the most frequent species on wheat and *F. graminearum* and *F. poae* were equally present on barley. On oats as the most frequent species was found *F. poae*. In wheat and barley, the DON content was negatively influenced by maize as preceding crop. Twenty-one of 30 above-limit wheat samples and 11 of 13 above-limit barley samples were grown after maize.

Keywords: wheat, barley, rye, mycotoxins, oats, DON, ZEA, T-2

Úvod

Je dobře známo, že výnos i kvalita obilovin jsou ovlivňovány zdravotním stavem porostu během vegetace. Mezi houbové choroby s největším potenciálem škodlivosti patří klasová fuzária, způsobená komplexem patogenů *Fusarium*. Napadají zejména pšenici, ječmen, žito, kukuřici a také, jak ukázaly nedávná zjištění, oves. Škodlivost klasových fuzárií spočívá zejména v redukci výnosu a v kontaminaci sklizně mykotoxinu. Maximální obsahy některých fuzáriových mykotoxinů v obilovinách určených pro produkci potravin jsou v EU, a tedy i u nás, limitovány.

Limity pro mykotoxiny v nezpracovaných potravinářských obilovinách

Maximální limity kontaminujících látek v potravinách a surovinách pro jejich výrobu jsou v současné době určeny nařízením Komise (ES) č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006 (Komise evropských společenství, 2006), pro limity v kukuřici bylo 1. 10. 2007 přijato pozměňující Nařízení komise (ES) č. 1126/2007 (Komise evropských společenství, 2007). Již delší dobu se předpokládá revize legislativy limitující obsahy fuzáriových mykotoxinů, zatím však k ní nedošlo. V nezpracovaných obilovinách je tedy nyní z fuzáriových mykotoxinů limitovaný obsah

deoxynivalenolu (DON) v pšenici (*Triticum aestivum*), v ječmeni a v žitě, kde platí maximální limit 1250 µg/kg (1,25 mg/kg, tj. 1,25 ppm) a také v ovsu, v pšenici tvrdé (*Triticum durum*) a v kukuřici, kde je limitní hodnota vyšší, a to 1750 µg/kg. Dále je stanoven maximální limit pro zearalenon (ZEA), který je pro pšenici, ječmen, žito a oves 100 µg/kg a pro kukuřici 350 µg/kg. Fumonisiny jsou limitovány pouze v kukuřici, a to sumou fumonisínů B₁ a B₂. Tento limit byl v roce 2007 zvyšován, oproti původní hodnotě 2000 µg/kg nyní platí limit dvojnásobný, tj. 4000 µg/kg. Již delší dobu se diskutuje zavedení souhrnného limitu pro T-2 a HT-2 toxiny, zatím však není konkrétní hodnota v legislativě uvedena.

Vliv počasí na obsah mykotoxinů

Pro výskyt fuzáriových mykotoxinů je jedním z nejdůležitějších ovlivňujících faktorů průběh počasí v dané vegetační sezóně. Četnost a vydatnost srážek, denní teploty, vlhkost vzduchu a délka slunečního svitu ovlivňují všechny složky ekosystému patogen – hostitel. Pro úspěšnou infekci se musí v příznivých podmírkách prostředí setkat zralé inokulum patogena a rostlina v náhyně růstové fázi. Pokud k infekci klasů dojde, počasí v následujících týdnech ovlivňuje míru rozvinutí infekce i intenzitu tvorby mykotoxinů. Situace je o to složitější, že na ochorení klasů

se podílí obvykle více patogenů *Fusarium* (Xu et al., 2005), přičemž jejich nároky na podmínky prostředí se mohou do určité míry lišit. Proto je zastoupení jednotlivých druhů *Fusarium* na obilovinách variabilní v závislosti na geografických podmírkách, ročníku i agrotechnice (Logrieco et al., 2002). V rámci jedné lokality a jednoho ročníku je pro patogeny *Fusarium* typická současná přítomnost více druhů na rostlině najednou a také postupná změna poměru vzájemného zastoupení v různých růstových fázích vegetace.

Patogeny *Fusarium* u pšenice a ječmene

Nejčastějšími druhy vyskytujícími se na pšenici v Evropě jsou nyní *F. graminearum* a *F. culmorum* (Mesterházy, 2003), což bylo potvrzeno také pro výskyt v ČR (Políšenská et al., 2009). Oba tyto druhy produkují zejména DON, ZEA a nivalenol (Logrieco et al., 2003). Velmi často jsou v Evropě na obilovinách nacházeny také druhy *F. poae* a *F. avenaceum* (Vogelsgang et al., 2008). Bylo zjištěno, že *F. poae* je v ČR na ječmeni dominantním patogenem *Fusarium* (Políšenská et al., 2009). U tohoto druhu byla prokázána možnost koprodukce T-2 toxinu a nivalenolu (Desjardins, 2006), mykotoxinů, které jsou mnohem toxičtější, než např. DON.

Patogeny *Fusarium* u ovsy

U ovsy spočívá hlavní problém v tom, že na rozdíl od plodin jako jsou pšenice a ječmen, kde jsou příznaky napadení zřejmě již za vegetace, nemusí být napadení fuzárií na latách ovsy pouhým okem pozorovatelné. Patogeny *Fusarium* spp. však oves v příznivých klimatických podmírkách běžně napadají a také kontaminují svými toxicitkými produkty (Tekauz et al., 2004). Na rozdíl od pšenice, na které se častěji vyskytují druhy *Fusarium* produkující DON a zearalenon, u ovsy jsou více nacházeny druhy, produkující trichothece typu A (T-2 a HT-2 toxiny, diacetoxyscirpenol a další), jako např. *F. poae*, *F. sporotrichoides* a také v nedávné době identifikovaný druh *F. langsethiae* (Torp a Nirenberg, 2004). Toxicita T-2 a HT-2 toxinů je mnohonásobně vyšší než např. nyní limitovaného DON (Tu et al., 1993). Současná legislativa (nařízení Komise (ES) č. 1881/2006) limitující obsah kontaminantů v potravinách již T-2 a HT-2 toxiny uvádí mezi limitovanými, avšak bez konkrétních hodnot, které by měly být doplněny později. Doposud se tak ještě nestalo, chybí totiž dostatek podkladů pro stanovení limitu.

Materiál a metody

Pro analýzy pšenice, ječmene a žita byly použity vzorky, které jsou každoročně shromažďovány v rámci monitoringu kvality potravinářských obilovin (projekt MZe QG50041). U všech 1019 vzorků pšenice skloně 2009 byl vyhodnocen obsah viditelně fuzariozních zrn (VFZ), pro analýzy DON pak bylo vybráno 100

vzorků s nejvyšším obsahem VFZ. Cílem u pšenice bylo zachytit maximální hodnoty obsahu mykotoxinů. Jednalo se o velmi různorodý soubor, zastoupeno bylo 25 odrůd, vzorky pocházely z 11 krajů ČR, jako předplodina bylo udáváno 10 různých plodin. Minimální obsah VFZ ve vybraném souboru činil 0,36 %. U pšenice byl stanoven obsah DON a ZEA. Vzorky ječmene bylo analyzováno 50 a byly vybrány z celkového počtu 468 vzorků na základě významnosti odrůdy a lokality. Jako v předchozích letech byly vybírány ječmeny odrůd Bojos, Jersey, Prestige a Tolar pěstované v krajích Jihomoravském, Zlínském, Olomouckém, v kraji Vysočina a Středočeském kraji. U ječmene byl analyzován pouze obsah DON. Na obsah DON bylo analyzováno také 20 vzorků žita, vybraných na základě lokality původu a předplodiny. Bylo vybráno 11 vzorků po předplodině obilovině a 9 vzorků po předplodině jiné. Také vzorky ovsy pocházely od pěstitelů z různých oblastí ČR, analyzováno bylo všech 29 vzorků, které se podařilo získat. Nejvíce byl zastoupen Jihočeský kraj (7 vzorků). Celkem bylo v souboru vzorků 7 odrůd, nejčastěji se vyskytovala pluchatá odrůda Atego (10 vzorků) a bezpluchá odrůda Saul (6 vzorků). V souboru bylo 18 vzorků pluchatého ovsy a 11 nahého ovsy. U ovsy byl stanovován obsah DON a T-2 toxinu.

Pro analýzy obsahu mykotoxinů byla použita imunochemická metoda ELISA. Obsah DON byl analyzován pomocí kitů s limitem kvantifikace (LOQ) 200 µg/kg, obsah ZEA byl analyzován metodou s LOQ 1,75 µg/kg, obsah T-2 metodou s LOQ 5 µg/kg. Metoda pro stanovení DON a ZEA je v laboratoři akreditována Českým institutem pro akreditaci podle ČSN EN ISO/IEC 17025: 2005.

Přítomnost patogenů *Fusarium* byla určována molekulárními metodami, a to u pšenice, ječmene a ovsy. DNA byla ze vzorků vyextrahována pomocí DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN) podle metodiky dané výrobcem. Pro jednotlivé druhy *Fusarium* byly použity specifické primery podle publikovaných literárních údajů (pro *F. culmorum* a *F. graminearum* podle Schilling et al. (1996), pro *F. avenaceum* podle Turner et al. (1998) a pro *F. poae* podle Parry & Nicholson (1996)). Amplifikační PCR produkty byly rozděleny v agarózovém gelu společně se 100-bp standardem (Fermentas), obarveny ethidium bromidem a vizualizovány v UV světle v dokumentačním systému SYNGENE.

Protože není možné získat údaje o počasí konkrétně ke každé lokalitě, ze které vzorky obilovin pocházely, byly pro charakteristiku průběhu počasí ve vegetační sezóně roku 2009 použity údaje o průměrné teplotě a úhrnu srážek v měsících března 2009 až září 2009 v Kroměříži (235 m n. m.). Data jsou znázorněna v grafu na obr. č. 1 a pocházejí z automatizované meteorologické stanice ČHMÚ umístěné na pozemku Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži. Hodnoty jsou srovnány s dlouhodobými normály (1971–2000).

Tabulka 1: Průměrná teplota vzduchu a suma srážek v letech 2008 a 2009 ve srovnání s dlouhodobým průměrem

Měsíc	Průměrná teplota (°C)		Odchylka od dlouh. průměru (°C)		Suma srážek (mm)		Procenta k průměrnému dlouhodobému úhrnu (%)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Duben	10,1	13,7	+ 1,0	+ 4,6	34,1	3,3	85	8
Květen	15,2	14,8	+ 0,9	+ 0,5	56,3	69,7	87	108
Červen	19,3	16,7	+ 2,3	- 0,3	37,6	112,4	46	136
Červenec	19,9	20,3	+ 1,1	+ 1,5	54,1	92,1	74	126
Srpen	19,9	20,3	+ 1,3	+ 1,7	49,9	43,3	76	66

Tabulka 2: Charakteristika 10 vzorků ozimé pšenice sklizně roku 2009 s nejvyšším obsahem deoxynivalenolu.

Odrůda	předplodina	kraj	DON ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	ZEA ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Etela	proso	Olomoucký	13751	608
Etela	pšenice	Moravskoslezský	8954	89
Sogood	kukuřice	Pardubický	7146	nehodnoceno
Topper	kukuřice	Středočeský	5793	612
Cubus	kukuřice	Jihomoravský	5496	nehodnoceno
Barryton	neudáno	Vysočina	4703	nehodnoceno
Bohemia	kukuřice	Pardubický	4613	68
Akteur	kukuřice	Středočeský	4056	nehodnoceno
Raduza	kukuřice	Vysočina	3858	25
Rapsodia	řepka	Moravskoslezský	3559	91

Výsledky a diskuse

Počasí ve vegetační sezóně 2009

V roce 2009 většina odrůd ozimé pšenice odkvetla v Kroměříži v období mezi 26. květnem a 3. červnem. Po celou tuto dobu zde byly zaznamenávány srážky. V prvních dnech byly teploty nad úrovní normálu, pak však následovala řada dnů s velmi nízkými teplotami, v některých dnech maximální teploty nepresahly 13 °C a minimální teploty klesaly na 6 °C. Ječmen kvetl v roce 2009 v podmírkách lokality Kroměříž přibližně mezi 10. a 20. červnem. Po sporadických srážkách v první a suché druhé dekadě měsíce června následovala od 19.6 do konce měsíce řada deštivých dnů doprovázená zvyšujícími se denními průměrnými teplotami. Rok 2009 je možno z hlediska průběhu počasí vhodného pro infekci a rozvoj klasových fuzárií považovat za příznivý, a to zejména pro následný rozvoj epidemie u ječmene. V Tabulce 1 je uvedeno srovnání srážek a teplot v období duben až srpen roku 2009 se stejným obdobím roku 2008. Zřejmý je zejména mnohem vyšší úhrn srážek v měsících květen, červen a červenec roku 2009.

Pšenice

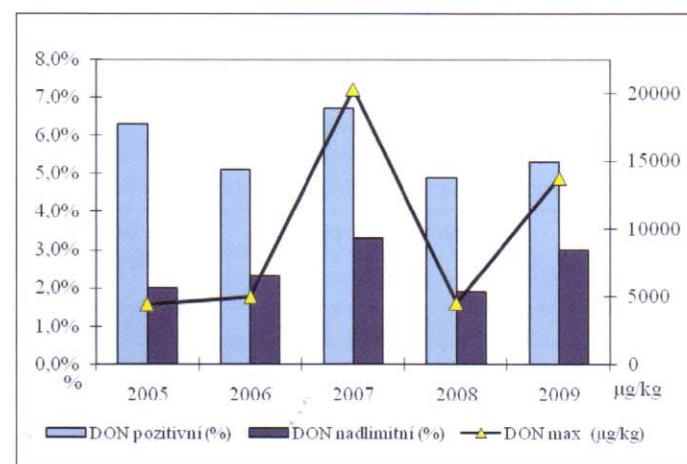
Z analyzovaných 100 vzorků pšenice sklizně 2009 mělo 56 vzorků obsah DON pozitivní (tj. vyšší než 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ – nad LOQ). Třetí z těchto 100 vzorků pak mělo obsah DON nad limit 1250 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Je nutno si uvědomit, že se jedná o vzorky rizikové s nejvyšším obsahem fuzariózních zrn, vybrané z celkových 1019 vzorků. Podíl nadlimitních vzorků přepočtených na počet vzorků původního souboru by činil cca 3 %. Srovnání s předchozími sklizňovými ročníky je uvedeno v grafu na obr. 2. Maximální zjištěná hodnota činila v roce 2009 13571 $\mu\text{g}/\text{kg}$, jednalo se o vzorek odrůdy Etela, jako předplodina bylo uvedeno proso a vzorek pocházel z Olomouckého kraje. Charakteristika 10 vzorků pšenice s maximálním obsahem DON je uvedena v Tabulce 2. Zajímavé je, že také v roce 2008 měl nejvyšší obsah DON vzorek pšenice odrůdy Etela, přičemž to byl v roce 2008 jediný vzorek této odrůdy v analyzovaném stovzorkovém souboru. V roce 2009 byly v analyzovaných 100 vzorcích celkem 3 vzorky odrůdy Etela. Kromě již zmíněného vzorku s nejvyšším obsahem DON v roce 2009 vůbec (13571 $\mu\text{g}/\text{kg}$) byl nadlimitní ještě jeden vzorek odrůdy Etela s obsahem DON 8954 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (pěstovaný po pšenici), třetí vzorek odrůdy Etela měl obsah DON nízký – 113 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (pěstovaný po řepce).

Na obsah ZEA bylo analyzováno 60 vzorků. Limit pro obsah ZEA u obilovin určených k potravinářskému využití podle Nařízení Komise (ES) 856/2005 (100 $\mu\text{g}/\text{kg}$) byl překročen pro 4 vzorky, nejvyšší hodnota ZEA (612 $\mu\text{g}/\text{kg}$) byla zjištěna u vzorku s obsahem DON 5793 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (odrůda Topper, předplodina kukuřice, Středočeský kraj), druhá nejvyšší hodnota ZEA (608 $\mu\text{g}/\text{kg}$) byla zjištěna u vzorku s nejvyšším obsahem DON (13751 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Mezi obsahem DON a ZEA byla zjištěna vysoce průkazná závislost.

Pro sledování druhového spektra patogenů *Fusarium* spp. bylo analyzováno 60 vzorků pšenice. Nejčastěji, a to na všech 60 vzorcích pšenice, byl zjištěn druh *F. graminearum*, téměř stejně často bylo zjištěno *F. culmorum* (na 59 vzorcích). Tomu odpovídá vysoká úroveň výskytu DON a ZEA ve sledovaném souboru vzorků. Nebyl zjištěn ani jeden vzorek pšenice, na kterém by nebyl přítomen některý ze sledovaných patogenů *Fusarium*, na každém ze vzorků pšenice byly přítomny minimálně dva různé druhy *Fusarium* a na 10 vzorcích byly zjištěny všechny 4 analyzované druhy současně. *F. avenaceum*, které je známo jako druh, preferující chladnější klima, bylo nalezeno na 43 % a *F. poae* na 33 % vzorků.

Ječmen

V souboru analyzovaných 50 vzorků ječmene byly zahrnuty 4 odrůdy. Nejčetněji zastoupenou odrůdou byla odrůda Bojos (31 vzorků), odrůda Prestige byla zastoupena 13 vzorky, odrůda Jersey 4 vzorky a nejméně zastoupenou byla odrůda Tolar (2 vzorky). Limitu pro potravinářské obiloviny neodpovídalo 13 vzorků tj. 26 % z analyzovaných náhodně vybraných 50 vzorků. Pouze 11 vzorků (22 %) mělo obsah DON negativní. Výsledky spolu se srovnáním s předcházejícími roky jsou uvedeny v grafu na obr. 3. Maximální zjištěný obsah 7050 $\mu\text{g}/\text{kg}$ v roce 2009 je zároveň i nejvyšším zjištěným obsahem pro ječmen ve sledované řadě let 2005–2009. Ze vzorků ječmene, které měly nadlimitní obsah DON, měla většina jako předplodinu kukuřici (11 ze 13 vzorků, tj. 85 %), přičemž podíl kukuřice jako předplodiny v analyzovaném souboru 50 vzorků činil 54 %. V rámci všech 50 vzorků byla zjištěna vysoce průkazná negativní závislost mezi DON a klíčivostí a pozitivní průkazná závislost mezi DON



Obr. 2: Obsah deoxynivalenolu (DON) v potravinářské pšenici v ČR, 2005–2009, celkem 489 vzorků

a obsahem zrn se zahnědlými špičkami a mezi DON a podílem zrn biologicky poškozených. Tyto parametry byly hodnoceny podle normy ČSN 461100-5 Obiloviny potravinářské – Část 5: Sladovnický ječmen.

Výskyt patogenů *Fusarium* na ječmeni se v letošním roce lišil od ročníků předcházejících (Polišenská a kol., 2009) zejména hojnou přítomností *F. graminearum*. Zatímco v roce 2008 bylo *F. graminearum* přítomno na 8 % vzorků, v letošním roce na 96 % vzorků. *F. graminearum* nebylo nalezeno pouze u 2 vzorků, který měly nejnižší obsah DON. *F. poae* se vyskytovalo na 94 % vzorků, *F. avenaceum* na 82 % vzorků.

Vliv předplodiny na obsah DON u pšenice a ječmene

V souboru všech 1019 vzorků pšenice byla v roce 2009 kukuřice předplodinou u 14 % vzorků. Ve skupině vzorků se zjištěným pozitivním obsahem DON (více než 200 µg/kg) činil tento podíl 45 % a u vzorků s obsahem DON nad 1250 µg/kg byla kukuřice předplodinou u 68 % vzorků. Z grafu na obr. 4 je zřejmé, že tento trend byl u pšenice obdobný i v předcházejících letech. U ječmene se tento jev průkazně projevil pouze v roce 2009. V grafu na obr. 5 jsou znázorněny počty vzorků ječmene s obsahem DON nad 500 Kg/kg po předplodině kukuřici a ostatních předplodinách. Z 21 vzorků s obsahem DON nad 500 Kg/kg bylo 18 pěstováno po předplodině kukuřici.

Žito

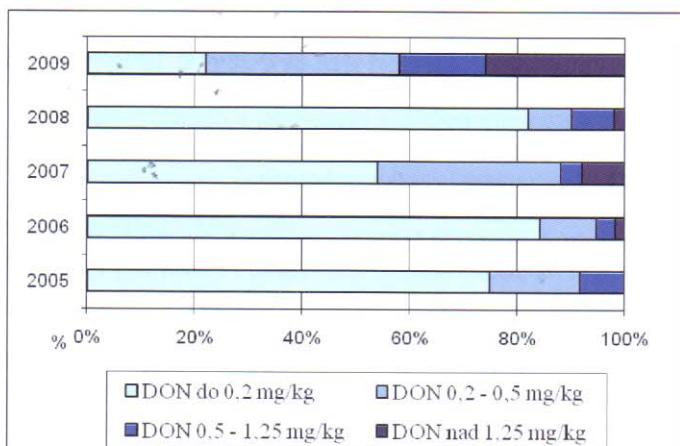
U žádného vzorku žita nebyl překročen limit pro potravinářské obiloviny ani v roce 2009, ani ve sledovaných letech od roku 2005. 13 vzorků bylo pozitivních na obsah DON, z toho 6 po předplodině obilovině a 7 po jiné předplodině (6x řepka, 1x jetelotráva). Maximální zjištěný obsah 768 µg/kg v roce 2009 je druhým nejvyšším zjištěným obsahem pro žito ve sledované řadě let 2005–2009.

Oves

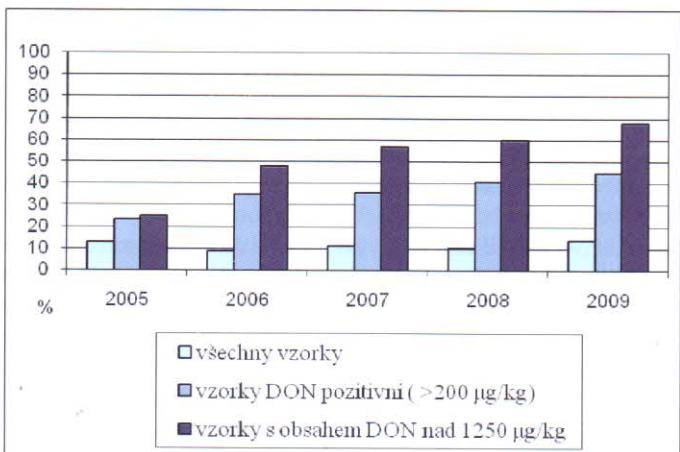
U ovsa je limit pro obsah DON vyšší, než u pšenice, a to 1750 µg/kg. Tento limit nebyl překročen, a to ani v roce 2009, tak v žádném ze sledované řady let od roku 2006. Počet analyzovaných vzorků ovsy je v porovnání se vzorky pšenice a ječmene ovšem poměrně malý, proto nemusely být nadlimitní hodnoty zachyceny. Nejvyšší obsah DON v roce 2009 (931 µg/kg) byl zjištěn u vzorku odrůdy Pogon, pěstované po předplodině kukuřici, druhý pozitivní vzorek (360 µg/kg) měl za předplodinu pšenici a jednalo se o odrůdu Atego. Pro obsah T-2 zatím limit stanoven není. Převládajícím patogenem na ovsu v roce 2009 bylo *F. poae*, které bylo nalezeno na 17 vzorcích, na 10 vzorcích bylo přítomno *F. graminearum*. Na třech vzorcích se vyskytlo *F. avenaceum*, *F. culmorum* a *F. langsethiae* a ve dvou případech bylo identifikováno *F. sporotrichioides*. Nejčastěji byli tedy nalezeni producenti HT-2 a T-2 toxinů (*F. poae*, *F. langsethiae* a u *F. sporotrichioides* (celkem 22 x)). Producenti trichothecenů B (DON) *F. graminearum* a *F. culmorum* byli nalezeni pouze 13x.

Závěr

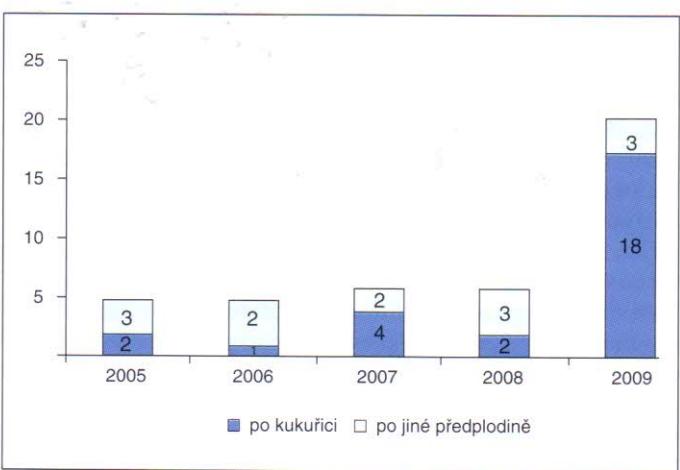
Počasí v průběhu vegetační sezóny ovlivňuje dvě základní části infekčního cyklu, a to tvorbu perithecii patogena a následné uvolňování askospor i samotný proces infekce klasů. Za příznivou teplotu pro optimální infekci klasů pšenice druhem *F. graminearum* je považováno rozpětí 15–30 °C a relativní vzdušná vlhkost vyšší než 90 % po 48–72 hodin v době květu ozimé pšenice. Různé patogeny *Fusarium* však mohou mít mírně odlišné nároky na optimální teplotu (Brennan, 2005)



Obr. 3: Obsah deoxynivalenolu (DON) ve sladovnickém ječmeni v ČR, 2005–2009, celkem 250 vzorků



Obr. 4: Podíl kukuřice jako předplodiny u skupin vzorků s různým obsahem DON, ozimá pšenice, ČR, 2005–2009



Obr. 5: Počet vzorků ječmene s obsahem DON nad 500 µg/kg pro předplodinu kukuřici a ostatní předplodiny, 2005–2009, v každém roce analyzováno 50 vzorků

i délku doby, po kterou je potřebná zvýšená vlhkost prostředí (Rossi el. al., 2001).

Výsledky sledování výskytu fuzáriových mykotoxinů v roce 2009 potvrzují podstatný vliv počasí na infekci, rozvoj epidemie klasových fuzárií a tvorbu mykotoxinů. Rok 2009 a rozvoj

klasových fuzárií lze považovat za příznivý, a to zejména pro rozvoj epidemie u ječmene. Je však nutno vzít v úvahu, v rozložení a intenzitě srážek i značné rozpětí teplot. Tyto rozdílné parametry počasí v kombinaci s ostatními rizikovými faktory mohly způsobit velkou variabilitu v napadení klasovými fuzárií i v kontaminaci vzorků mykotoxiny.

Výskyt DON ve vzorcích potravinářské pšenice byl v roce 2009 druhý nejvyšší v řadě sledovaných let 2005–2009 jak s ohledem na podíl nadlimitních vzorků i maximální zjištěnou hodnotu. U ječmene byl v roce 2009 zjištěn vůbec nejvyšší podíl nevyhovujících vzorků i nejvyšší maximální hodnota za toto období. Mezi vzorky pšenice i ječmene s nadlimitním obsahem DON převládaly vzorky s předplodinou kukuřice. Zatímco u pšenice byl negativní vliv kukuřice jako předplodiny na zvýšení obsahu DON pozorován každoročně, u ječmene se projevil pouze v roce 2009, zato však velmi výrazně. Z celkem 13 nadlimitních vzorků bylo 11 pěstováno po předplodině kukuřici.

Výskyt patogenů *Fusarium* byl v roce 2009 hojný na všech sledovaných obilovinách. U pšenice převažovaly druhy, produkovající DON a ZEA, tj. *F. graminearum* a *F. culmorum*. U ječmene byl v předcházejících letech pozorován převládající výskyt *F. poae* (Polišenská et al., 2009). V roce 2009 však bylo ještě častěji než *F. poae* nalezeno *F. graminearum*, a to na 96 % vzorků, což odpovídá vysoké kontaminaci ječmene mykotoxinem DON. *F. poae* se také vyskytovalo často, a to na 94 % vzorků, ale hojně bylo i *F. avenaceum*, které bylo přítomno na 82 % vzorků. Z častého výskytu těchto druhů je zřejmé, že u ječmene by měla být pozornost zaměřena kromě dosud limitovaných DON a ZEA také na jiné mykotoxiny, zejména nivalenol a T-2 a HT-2 toxin.

U žádného ze vzorků žita ani ovsy nebylo zjištěno překročení limitů pro maximální obsah DON. Jak ukazují výsledky identifikace přítomných patogenů *Fusarium* na ovsu, převládají na této obilovině druhy, odpovědné za produkci jiných mykotoxinů než DON, a to zejména T-2 a HT-2 toxinů.

Obiloviny pěstované v přirozených podmínkách bývají kontaminovány více mykotoxiny najednou, protože na očoření klasů se obvykle podílí více patogenů *Fusarium*. Negativním důsledkem tohoto faktu je, že může docházet k synergickému efektu, kdy se toxicke účinky jednotlivých mykotoxinů na lidský organismus zesilují. Protože u pšenice, ječmene a ovsy mohou převládat různé druhy *Fusarium*, také významnost jednotlivých mykotoxinů je pro různé druhy obilovin různá. Vliv na složení spektra patogenů *Fusarium* však mají také klimatické podmínky, a to jak ve smyslu geografických rozdílů, tak uplatnění se vlivu počasí v dané vegetační sezóně. Jako u všech epidemií chorob rostlin, mezi klíčové faktory vzniku a rozvoje epidemie klasových fuzárií a tedy mezi hlavní rizika výskytu nadlimitních hodnot fuzáriových mykotoxinů patří rozšířené pěstování náhylých odrůd, hojnou inkulaci a příznivé klimatické podmínky pro rozvoj infekce.

Poděkování

Výsledky byly získány v rámci řešení projektů MZe-NAZV QG50041, QG60047, QH81060 a MSM 253288590.

Literatura

Brennan, J. M., Egan, D., Cooke, B. M., Doohan, F. M., 2005.

Effect of temperature on head blight of wheat caused by *Fusarium culmorum* and *F. graminearum*. Plant Pathol., 54, 156–160

Desjardins, A., E., 2006. *Fusarium Mycotoxins. Chemistry, Genetics, and Biology.* The American Phytopathological Society.

Komise evropských společenství, 2006. Nařízení Komise (ES)

č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví limity některých kontaminujících látek v potravinách. Úřední věstník Evropské Unie, L364, 20. 12. 2006.

Komise evropských společenství, 2007. Nařízení Komise (ES)

č. 1126/2007 ze dne 28. září 2007, kterým se mění nařízení (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, pokud jde o fusariové toxiny v kukuřici a ve výrobcích z kukuřice. Úřední věstník Evropské Unie, L255, 29. 9. 2007.

Logrieco, A., Mule, G., Moretti, A., Bottalico, A., 2002.

Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe. European Journal of Plant Pathology, 108, 597–609.

Logrieco, A., Bottalico, A., Mulé, G., Moretti, A., Perrone, G.

2003. Epidemiology of toxigenic fungi and their associated mycotoxins for some Mediterranean crops. European Journal of Plant Pathology 109: 645–667.

Mesterházy, A. 2003. Breeding wheat for *Fusarium* head blight resistance in Europe. In: *Fusarium Head Blight of Wheat and Barley*. Ed. Leonard, K., J., Bushnell, W.R., The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, 312 pp.

Parry D. W., Nicholson P. (1996). Development of a PCR assay to detect *Fusarium poae* in wheat. Plant Pathology, 45: 383–391.

Polišenská, I., Jirsa, O., Salava, J., 2009. Fuzáriové mykotoxiny a patogeny rodu *Fusarium* v obilninách sklizně 2008. Obilnářské listy, 17, 2009, 1, 3–6

Rossi, V., Ravanetti, A., Patti, E., Giosue, S., 2001. Influence of temperature and humidity on the infection of wheat spikes by some fungi causing *Fusarium* head blight. Journal of Plant Pathology, 83: 189–198.

Schilling A. G., Möller E. M., Geiger H. H., 1996. Polymerase chain reaction-based assays for species-specific detection of *Fusarium culmorum*, *F. graminearum* and *F. avenaceum*. Molecular Plant Pathology, 86 (5): 515–522.

Tekauz, A., McCallum, B., Ames, N., Mitchell – Fetch, J., 2004.

Canadian Journal of Plant pathology, 26: 4, 473–479.

Torp, M., Nirenberg, H. I., 2004. *Fusarium langsethiae* sp now on cereals in Europe. International Journal of Food Microbiology, 95 (3): 247–256.

Tu, A. T., Keeler, R. F., Hardegree, M. C., Moss, J., 1993.

Toxicology of Plant and Fungal Compounds, Handbook of Natural Toxins, Volume 6, CRC Press, 1983.

Turner A. S., Lees A. K., Rezanoor H. N., Nicholson P. (1998).

Refinement of PCR-detection of *Fusarium avenaceum* and evidence from DNA marker studies for phenetic relatedness to *Fusarium tricinctum*. Plant Pathology, 47: 278–288.

Vogelgsang, S., Sulyok, M., Bänziger, I., Krska, R., Schuhmacher, R., Forrer, H. R., 2008.

Effect of fungal strain and cereal substrate on *in vitro* mycotoxin production by *Fusarium poae* and *Fusarium avenaceum*. Food Additives and Contaminants, 25: 754–757.

Xu, X. M., Parry, D. W., Nicholson, P., Thomsett, M. A., Simpson,

D., Edwards, S. G., Cooke, B. M., Doohan, F. M., Monaghan, S., Moretti, A., Tocco, G., Mule, G., Hornok, L., Beki, E., Tatnell, J., Ritieni, A., 2008. Within-field variability of *Fusarium* head blight pathogens and their associated mycotoxins European Journal of Plant Pathology 120: 21–34

Kontaktní adresa: RNDr. Ivana Polišenská, Ph.D., Agrotest fyto s.r.o., Havlíčkova 2787, 767 01 Kroměříž, polisenska@vukrom.cz

Recenzováno