

Sklizeň obilovin 2007 z hlediska obsahu mykotoxinů

(The cereal harvest in 2007 with regard to mycotoxin content)

RNDr. Ivana Polišenská, Ph.D., Agrotest fyto s.r.o., Kroměříž

Souhrn

Byl hodnocen obsah některých fuzáriových mykotoxinů v pšenici, ječmeni, žitu a kukuřici sklizených v roce 2007. Hodnoty byly porovnávány v platnou legislativou. Ze souboru 1090 vzorků potravinářské pšenice z různých lokalit ČR bylo pro kvantitativní analýzu DON vybráno cíleným způsobem na základě obsahu viditelně fuzárióních zrn 100 vzorků. Nejvyšší nalezená hodnota DON činila 20,292 mg/kg, u 36 vzorků byl překročen platný limit pro DON v potravinářských obilovinách (1,250 mg/kg) podle nařízení Komise (ES) 1881/2006. Předplodina kukuřice zvyšovala riziko nadlimitního výskytu DON. Ze souboru 440 vzorků sladovnického ječmene z celé ČR bylo na analýzy DON náhodným výběrem vybráno 50 vzorků. Maximální zjištěná hodnota činila 1,793 mg/kg, 4 vzorky přesáhly platný limit. Ze souboru 93 vzorků žita bylo na obsah DON analyzováno 20 vzorků, maximální hodnota činila 0,611 mg/kg. Na obsah DON, zearalenonu (ZEA) a fumonisins bylo analyzováno 37 vzorků kukuřice sklizených z pěti lokalit ČR. Obsah všech sledovaných mykotoxinů byl v kukuřici nízký a nepřesáhl platné limity pro kukuřici pro potravinářské využití. Úroveň obsahu DON byla v pšenici i ječmeni v roce 2007 vyšší, než v roce 2006, žito mělo velmi nízký obsah DON v roce 2007 i v roce 2006. Obsah fumonisinsů v kukuřici byl naopak v roce 2006 u srovnatelného souboru vzorků mnohem vyšší, než v roce 2007.

Klíčová slova: pšenice, obiloviny, mykotoxiny, DON, deoxynivalenol

Summary

Contents of some *Fusarium* mycotoxins in wheat, barley, rye and maize harvested in 2007 were evaluated. The levels were compared with the valid legislation. Out of 1090 samples of bread wheat from various locations of the CR, 100 samples were selected for DON quantitative analysis based on the content of visually scabby kernels. The highest level of DON was 20.292 mg/kg and the valid limit for DON in food cereals (1.250 mg/kg according to Commission Regulation (EC) 1881/2006) was exceeded in 36 samples. The preceding crop maize increased a risk of above-limit occurrence of DON. Out of a set of 440 samples of malting barley from the entire country, 50 samples were randomly selected for DON analyses. A maximum determined level was 1.793 mg/kg and the valid limit was exceeded in four samples. Out of a set of 93 samples of rye, 20 samples were analyzed for DON; a maximum level was 0.611 mg/kg. Thirty-seven samples of maize harvested from five locations in the CR were analyzed for the content of DON, zearalenone (ZEA) and fumonisins. The content of all the examined mycotoxins in maize was low and did not exceed valid limits for food use. The levels of DON content in wheat and barley was higher in 2007 than in 2006; rye had very low DON content in both 2007 and 2006. On the contrary, the content of fumonisins in maize in a comparable set of samples was much higher in 2006 than in 2007.

Keywords: wheat, cereals, mycotoxins, DON, deoxynivalenol

Úvod

V Obilnářských listech 3/2007 byl uveden podrobný přehled legislativy týkající se kontaminantů v obilovinách, včetně mykotoxinů. Dokladem toho, jak rychlým změnám podléhá legislativa v této oblasti, je pozmeňující Nařízení komise (ES) č. 1126/2007 (Komise evropských společenství, 2007), které platí od 1.10. 2007 a týká se limitů pro fuzáriové toxiny v kukuřici a ve výrobcích z kukuřice (Tabulka 1). Změnou oproti původnímu stavu je zejména fakt, že pro kukuřici určenou pro zpracování mokrým mletím (na výrobu škrobu) nejsou pro obsah fuzáriových mykotoxinů uvedena žádná omezení. Z vědeckých údajů totiž vyplývá, že bez ohledu na množství fuzáriových mykotoxinů přítomných v nezpracované kukuřici nebyla ve škrobu, vyrobeném z kukuřice, zjištěna buď žádná nebo jen velmi nízká množství. V nařízení se ovšem dále uvádí, že provozovatelé potravinářských podniků z odvětví, které se mokrým mletím zabývá, by měli v zájmu ochrany veřejného zdraví a zdraví zvířat intenzivně monitorovat vedlejší produkty získané mokrým mletím a určené ke krmení zvířat a prověřovat tak soulad se směrnými hodnotami uvedenými v doporučení Komise 2006/576/ES ze dne 17. srpna 2006 o přítomnosti deoxynivalenolu, zearalenonu, ochratoxinu A, T-2 a HT-2 a fumonisinsů v produktech určených ke krmení zvířat (Komise evropských společenství, 2006).

Další změnou je zvýšení limitů pro obsah ZEA a fumonisinsů v kukuřici. Podle nedávno zveřejněných informací byla totiž při sklizni kukuřice v letech 2005 a 2006 ve srovnání se sklizní 2003 a 2004 zjištěna vyšší množství ZEA a fumonisinsů, a to v souvislosti s pově-

trnostními podmínkami. Ukázalo se, že původně stanovené limity ZEA a fumonisinsů nejsou za určitých povětrnostních podmínek dosažitelné, ani když se použijí preventivní opatření v nejvyšší možné míře. Proto bylo nutno tyto maximální limity změnit. Pro obsah sumy fumonisinsů (B_1+B_2) v nezpracované kukuřici byl původně platný limit 2000 µg/kg nyní zdvojnásoben, vyšší limit je také pro obsah ZEA, oproti původnímu 200 µg/kg nyní 350 µg/kg (Tabulka 1).

V roce 2009 je plánováno souhrnné přezkoumání všech dosud platných limitů pro fuzáriové mykotoxiny v obilovinách a to jak na základě shrnutí dosavadních výsledků monitorování v členských zemích EU, tak také s ohledem na vývoj vědeckých a technologických poznatků o těchto toxinech. Je tedy pravděpodobné, že stávající legislativa bude opět měněna.

Materiál a metody

V práci jsou shrnuty výsledky sledování výskytu DON u pšenice, ječmene, žita a kukuřice sklizených v České republice v roce 2007. U kukuřice byl sledován také obsah ZEA a sumy fumonisinsů (FB_1+FB_2). Vzorky pšenice, ječmene a žita jsou zasílány pěstiteli z celé ČR, kteří je odebírají přímo od kombajnu. Vzorky kukuřice byly odebírány z odrůdových pokusů na 5 lokalitách ČR.

Pšenice

Byly provedeny analýzy obsahu DON u 100 cíleně vybraných vzorků. Jednalo se o rizikové vzorky, vybrané z celkového počtu 1090 pšenic na základě obsahu viditelně fuzárióních zrn (VFZ) tak, aby obsahovaly 0,20 % a více VFZ.

Ječmen

Byl analyzován obsah DON u 50 vzorků jarního ječmene. Vzorky ječmene byly na rozdíl od vzorků pšenice vybírány pro analýzy náhodným způsobem na základě lokality původu a odrůdy. V analyzovaném souboru vzorků bylo 17 vzorků odrůdy Jersey, 13 vzorků odrůdy Prestige, 12x byl zastoupen Bojos a 8x Tolar.

Žito

Na obsah DON bylo analyzováno 20 vzorků žita, vybraných na základě lokality původu, odrůdy a předplodiny. Bylo vybráno 10 vzorků po předplodině obilovině a vždy ze stejné oblasti vzorek stejné odrůdy po jiné předplodině.

Kukuřice

Na obsah fuzáriových mykotoxinů DON, ZEA a sumy fumonisínů B₁ a B₂ (FB₁+FB₂) bylo analyzováno 37 vzorků zrna kukuřice z 5 lokalit (Mikulov, Slavkov, Blažovice, Čejč, Nový Přerov).

Analýzy obsahu mykotoxinů byly prováděny kvantitativní metodou ELISA za použití kitů pro tato stanovení (R-Biopharm, Německo). Limity detekce (LOD) pro obsah DON se pro tuto metodu mírně liší v závislosti na druhu materiálu, ve kterém je zjišťován (pšenice, ječmen, kukuřice). Všechny jsou však pro sledované komodity nižší než 0,200 mg/kg, proto jsou vzorky jako „pozitivní“ jednotně označovány, pokud jejich obsah DON přesáhne 0,200 mg/kg. Metoda ELISA nerozlišuje mezi fumonisinem B₁ a B₂ a stanovuje oba tyto mykotoxiny dohromady, což dobře vyhovuje pro legislativní účely vzhledem k tomu, že limit je udán pro sumu fumonisínů B₁ + B₂. LOD pro toto stanovení v kukuřici je 0,050 mg/kg. Pro stanovení ZEA byla použita metoda s LOD 1,75 µg/kg.

Výsledky

Pšenice

Z analyzovaných 100 vzorků mělo 73 vzorků obsah DON pozitivní (tj. nad 0,200 mg/kg), 36 z těchto vzorků pak mělo obsah DON nad limit 1,250 mg/kg podle Nařízení Komise (ES) 1881/2006. Vzhledem k celkovému počtu vzorků v souboru (1090) by tedy podíl vzorků nevyhovujících tomuto nařízení byl minimálně 3,3 %. Tento podíl je vyšší než v předcházejících dvou letech a je srovnatelný s rokem 2004, a to včetně maximální nalezené hodnoty DON (Tabulka 2).

Tabulka 2. Obsah DON v potravinářské pšenici v ČR, 2003–2007

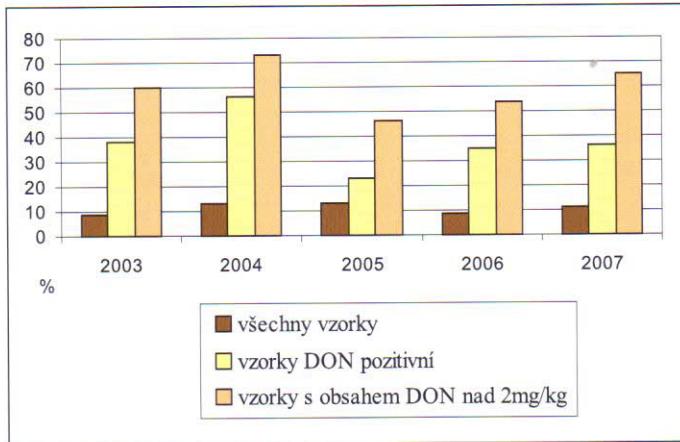
Rok (celkem vzorků)	analyzováno vzorků	DON pozitivní	DON 1,25 mg/kg	DON max (mg/kg)
2003 (1000)	69	39	16	5,1
		4,0 %	1,6 %	
2004 (1063)	50	48	35	18,3
		4,5 %	3,3 %	
2005 (987)	84	62	20	4,9
		6,3 %	2,0 %	
2006 (1004)	100	51	23	5,0
		5,1 %	2,3 %	
2007 (1090)	100	73	36	20,3
		6,7 %	3,3 %	

Tabulka 1: Limitované fuzáriové toxiny v kukuřici a ve výrobcích z kukuřice podle Nařízení komise (ES) č. 1126/2007.

Kontaminant	Surovina/potravina	Maximální obsah
Deoxynivalenol	Nezpracovaná kukuřice kromě nezpracované kukuřice určené ke zpracování mokrým mletím	1750 µg/kg
	Mleté frakce kukuřice s velikostí částic > 500 mikronů kód KN 1103 13 nebo 1103 20 40 a ostatní výrobky z mleté kukuřice s velikostí částic > 500 mikronů nepoužívané k přímé lidské spotřebě kód KN 1904 10 10	750 µg/kg
	Mleté frakce kukuřice s velikostí částic ≤ 500 mikronů kód KN 1102 20 a ostatní výrobky z mleté kukuřice s velikostí částic ≤ 500 mikronů nepoužívané k přímé lidské spotřebě kód KN 1904 10 10	
Zearalenon	Nezpracovaná kukuřice kromě nezpracované kukuřice určené ke zpracování mokrým mletím	350 µg/kg
	Rafinovaný kukuřičný olej	400 µg/kg
	Kukuřice určená k přímé lidské spotřebě, svačinky z kukuřice a kukuřičné snídaňové cereálie	100 µg/kg
	Obilné příkrmы určené pro kojence a malé děti	20 µg/kg
	Mleté frakce kukuřice s velikostí částic > 500 mikronů kód KN 1103 13 nebo 1103 20 40 a ostatní výrobky z mleté kukuřice s velikostí částic > 500 mikronů nepoužívané k přímé lidské spotřebě kód KN 1904 10 10	200 µg/kg
	Mleté frakce kukuřice s velikostí částic ≤ 500 mikronů kód KN 1102 20 a ostatní výrobky z mleté kukuřice s velikostí částic ≤ 500 mikronů nepoužívané k přímé lidské spotřebě kód KN 1904 10 10	
Fumonisiny (B ₁ +B ₂)	Nezpracovaná kukuřice kromě nezpracované kukuřice určené ke zpracování mokrým mletím	4000 µg/kg
	Kukuřice a kukuřičné potraviny k přímé spotřebě	1000 µg/kg
	Kukuřičné snídaňové cereálie a svačinky z kukuřice	800 µg/kg
	Kukuřičné příkrmы určené pro kojence a malé děti	200 µg/kg
	Mleté frakce kukuřice s velikostí částic > 500 mikronů kód KN 1103 13 nebo 1103 20 40 a ostatní výrobky z mleté kukuřice s velikostí částic > 500 mikronů nepoužívané k přímé lidské spotřebě kód KN 1904 10 10	1400 µg/kg
	Mleté frakce kukuřice s velikostí částic ≤ 500 mikronů kód KN 1102 20 a ostatní výrobky z mleté kukuřice s velikostí částic ≤ 500 mikronů nepoužívané k přímé lidské spotřebě kód KN 1904 10 10	
		2000 µg/kg

U analyzovaných vzorků byla sledována také předplodina (Obr.1). V souboru všech 1090 vzorků byl v roce 2007 podíl kukuřice jako předplodiny 11 %, ve skupině vzorků se zjištěným pozitivním obsahem DON byla kukuřice předplodina uvedena ve 36 % případů. Pšenice s vysokým obsahem DON (nad 2 mg/kg) měly udány kukuřici jako předplodinu u 65 % vzorků.

Obr. 1. Podíl kukuřice jako předplodiny u skupin vzorků s různým známým obsahem DON, ozimá pšenice, ČR, 2003–2007



Ječmen

Byly nalezeny 4 vzorky, které neodpovídaly limitu DON pro potravinářské obiloviny, maximální nalezená hodnota činila 1,793 mg/kg, 6 vzorků mělo obsah DON nad 0,5 mg/kg. V porovnání s ostatními roky byl výskyt pozitivních i nadlimitních vzorků o něco vyšší (Tabulka 3).

Byly porovnávány průměrné hodnoty DON u ječmene pěstovaného po předplodině kukuřici (22 vzorků) a po předplodině jiné než kukuřice (27 vzorků) (Obr.2). U jednoho vzorku předplodina nebyla známa. Průměrný obsah ve skupině po kukuřici byl o něco vyšší (0,339 mg/kg) než po ostatních předplodinách (0,289 mg/kg), tento rozdíl však nebyl průkazný.

Tabulka 3: Obsah deoxynivalenolu ve vzorcích sladovnického ječmene, ČR, 2005–2007

Obsah DON	podíl vzorků v %		
	2005	2006	2007
DON do 0,2 mg/kg	75	84,2	54
DON 0,2–0,5 mg/kg	16,7	10,5	34
DON 0,5–1,25 mg/kg	8,3	3,5	4
DON nad 1,25 mg/kg	0	1,75	8

Žito

Byly identifikovány pouze 2 pozitivní vzorky na obsah DON. Vzorek s nejvyšším obsahem DON 0,611 mg/kg byl pěstován po kukuřici, druhý pozitivní vzorek s obsahem 0,267 mg/kg po ječmeni. Protože kukuřice je jako předplodina pro žito využívána pouze zřídka, nebylo možno porovnat reprezentativní skupiny odpovídajících vzorků po předplodině kukuřici a po jiné předplodině. Byly proto porovnávány dvě skupiny po deseti vzorcích po předplodině obilovině (včetně kukuřice) a po předplodině jiné. Obsah DON byl ve skupině vzorků po předplodině obilovině vyšší (0,193 mg/kg) než po jiné předplodině (0,119 mg/kg), rozdíly však, zejména vzhledem k malému počtu vzorků a nízkým hodnotám obsahu DON, nebyly průkazné (obr. 3). Stejně jako

v předcházejících letech 2005 a 2006 žádný z analyzovaných vzorků nepřesáhl legislativní limit 1,250 mg/kg.

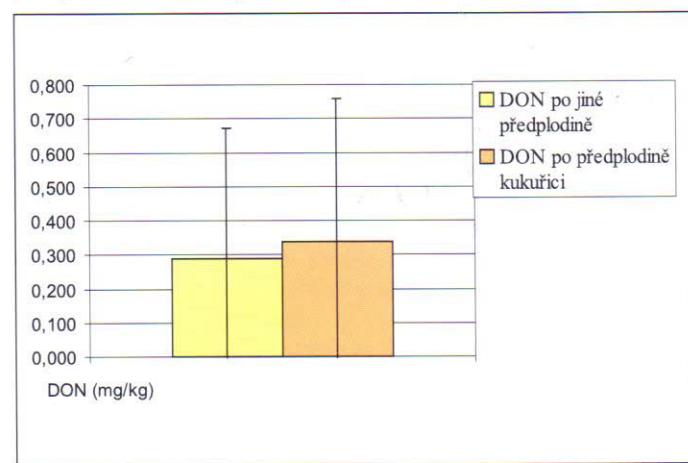
Kukuřice

Obsah mykotoxinů byl na všech sledovaných lokalitách nízký (Tabulky 4 a 5); nejvyšší obsahy mykotoxinů v kukuřici byly zjištěny v lokalitě Čejč (Tabulka 5), aniž zde však žádný z analyzovaných vzorků nepřesáhl ani pro jeden ze sledovaných mykotoxinů (DON, ZEA, FB₁+FB₂) legislativní limit. Maximální nalezené hodnoty zde byly pro DON 0,861 mg/kg, pro ZEA 45 µg/kg a pro sumu fumonisínů 0,695 mg/kg. Na ostatních lokalitách se hladiny mykotoxinů pohybovaly na hranicích detekce. V roce 2006 byl obsah fumonisínů mnohonásobně vyšší, zejména na některých lokalitách.

Tabulka 4. Obsah fuzáriových mykotoxinů ve vzorcích kukuřice, Mikulov, Blažovice, Slavkov, Nový Přerov (ekologická produkce), ČR, 2007

Lokalita	Hybrid č.	DON	ZEA	FB ₁ +FB ₂
		(µg/kg)	(µg/kg)	(µg/kg)
Mikulov	1	75	pod LOD	328
	2	90	pod LOD	168
Blažovice	1	pod LOD	pod LOD	pod LOD
	2	pod LOD	pod LOD	pod LOD
Slavkov	3	59	pod LOD	255
	4	89	2,96	pod LOD
	5	166	11,22	627
	6	126	pod LOD	pod LOD
	7	pod LOD	pod LOD	pod LOD
	8	104	pod LOD	pod LOD
Nový Přerov	30	109	pod LOD	pod LOD

Obr. 2. Porovnání průměrného obsahu DON u jarního ječmene pěstovaného po předplodině jiné než kukuřice (27 vzorků) a po předplodině kukuřici (22 vzorků), ČR, 2007



Tabulka 5. Obsah fuzáriových mykotoxinů ve vzorcích 27 hybridů kukuřice, Čejč, 2007

Hodnoty obsahu	DON (µg/kg)	ZEA (µg/kg)	FB ₁ +FB ₂ (µg/kg)
max	861	45,05	695
min	pod LOD	pod LOD	pod LOD

Diskuze a závěr

V zájmu ochrany lidského zdraví jsou pro obsah některých mykotoxinů v obilovinách stanoveny maximální povolené limity. Hlavním problémem zavádění a dodržování těchto limitů je potřeba provádění velkého množství cenově i časově náročných analýz. Je proto kláden velký důraz na to, aby byly k dispozici pro tato testování spolehlivé, ale přitom levné a časově nenáročné metody. Velkým problémem je také vzorkování, které je obvykle největším zdrojem chyb při provádění analýz obilovin na obsah mykotoxinů. Důvodem je to, že kontaminovaný bývá pouze malý podíl zrn, ta však obsahují extrémně vysoké hodnoty obsahu mykotoxinů (Whitaker, 2003). Jejich nerovnoměrné zastoupení v laboratorním vzorku vzhledem ke vzorkované šarži může pak být zdrojem mylných výsledků.

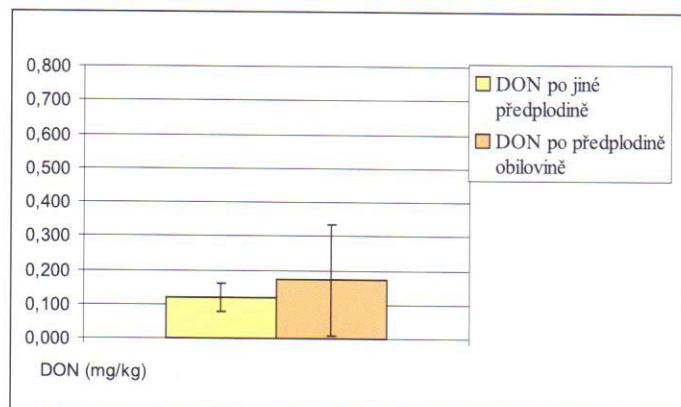
Základem pro vhodné nastavení legislativních limitů jsou údaje o toxicitě jednotlivých mykotoxinů, údaje o průměrné spotřebě potravin nebo krmiv jedincem za časový úsek a dále údaje z monitorování skutečného výskytu mykotoxinů v základních surovinách pro výrobu těchto potravin a krmiv. Vzhledem k velmi silné závislosti výskytu fuzáriových mykotoxinů v obilovinách na počasí je nutno jejich výskyt monitorovat každoročně a do sledování zahrnout vzorky z více oblastí.

Výskyt DON ve vzorcích potravinářské pšenice sklizené v ČR v roce 2007 byl vyšší, než v letech 2005 a 2006 a byl srovnatelný s rokem 2004, a to jak co se týká podílu nadlimitních vzorků (shodně 3,3 %) tak maximální nalezené hodnoty (20,3 mg/kg v roce 2007, 18,3 mg/kg v roce 2004). Zjištěné hodnoty obsahu DON u ječmene a žita jsou nižší než u pšenice, nelze však jen jednoduše srovnávat vzhledem k rozdílnému způsobu výběru vzorků k analýzám. Zatímco u pšenice byl prováděn cílený výběr rizikových vzorků na základě obsahu viditelně fuzáriovních zrn, ječmen i žito byly vybírány k analýzám mykotoxinů náhodně. Ve srovnání s předchozími roky 2005 a 2006 byl podíl vzorků ječmene s pozitivním obsahem DON v letošním roce vyšší. Limit pro potravinářské obiloviny přesáhl 4 vzorky, zatímco v roce 2006 1 vzorek a v roce 2005 byly všechny vzorky pod limitem. U žita byl v roce 2007 obsah DON nízký stejně jako v roce 2005 a 2006 a nebyl zjištěn ani jeden vzorek, který by přesáhl limit 1,250 mg/kg pro potravinářské obiloviny. Výsledky průzkumu výskytu mykotoxinů v ČR jsou ve srovnání s ostatními evropskými zeměmi obdobné. V průzumu v letech 2001–2004 ve Velké Británii (Edwards and Ray, 2005) zjistili v průměru pro 1298 analyzovaných vzorků 2,6 % vzorků nevyhovujících limitu pro potravinářské obiloviny s ohledem na obsah DON. Maximální hodnota, kterou u pšenice zjistili byla 20 333 µg/kg. Čonková et al. (2006), kteří sledovali vzorky pšenice ze Slovenska (60 vzorků) a Polska (50 vzorků) nalezli maximální hodnotu DON 2 770 µg/kg. Informace o výskytu fuzáriových mykotoxinů v ostatních evropských zemích pro sklizňový rok 2007 nejsou ještě plně k dispozici.

U kukuřice byl na rozdíl od pšenice a ječmene zjištěn v roce 2007 nižší výskyt fuzáriových mykotoxinů v porovnání s rokem 2006. Důvodem jsou rozdílné klimatické podmínky obou sklizňových ročníků, a to zejména srážky. V roce 2006 silné srpnové deště již neovlivnily obsah mykotoxinů v pšenici ani ječmene, protože ty byly buď již sklizeny nebo ve stadiu plné zralosti. Kukuřice však byla v mnohem časnějším růstovém stadiu, vhodném právě pro rozvoj toxigenních patogenů a tvorbě mykotoxinů. Proces vlivu počasí na napadení obilovin patogeny *Fusarium* je obecně velmi komplikovaný a zahrnuje nejen

období kvetení obiloviny. Počasí před květem obiloviny má mezi jiným vliv na úspěšnost procesu tvorby inokula na posklizňových zbytcích a také na soulad mezi růstovou fází obiloviny a existencí zralého inokula. Vliv však má také období následující, kdy např. v případě příznivých klimatických podmínek může docházet k pozdnější infekci klasů v době po odkvětu obiloviny, která pak může mít za následek tzv. nesymptomatickou přítomnost mykotoxinů (Yoshida et al., 2007).

Obr. 3. Porovnání průměrného obsahu DON u žita pěstovaného po předplodině jiné než obilovina (10 vzorků) a po předplodině obilovině (10 vzorků), ČR, 2007.



Poděkování

Publikované výsledky byly dosaženy v rámci řešení výzkumných projektů MZe-NAZV č. QG 60047, MZe NAZV č. QG 50041 a výzkumného zámeru MSM 2532885901.

Literatura

- Čonková, E., A. Laciaková, I. Štyriak, L. Czerwiecki and G. Wilczyńska (2006): Fungal contamination and the levels of mycotoxins (DON and OTA) in cereal samples from Poland and east Slovakia. Czech Journal of Food Sciences 24: 33–40.
Edwards, S.G. and R. Ray (2005): Fusarium mycotoxins in UK wheat production. Congress Proceedings, The BCPC International Congress Crop Science and Technology 2005, 31 Oct – 2 Nov 2005, Glasgow, Scotland, UK, pp. 437–440.
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 limity některých kontaminujících látek v potravinách, pokud jde o fusariové toxiny v kukuřici a ve výrobci z kukuřice. Úřední věstník Evropské Unie, 255, 29.9. 2007.
Komise evropských společenství (2006): Doporučení Komise 2006/576/ES ze dne 17. srpna 2006 o přítomnosti deoxynivalenolu, zearalenonu, ochratoxinu A, T-2 a HT-2 a fumonisínů v produktech určených ke krmení zvířat. Úřední věstník Evropské Unie, 229, 23.8. 2006.
Whitaker, T.B. (2003): Standardisation of mycotoxin sampling procedures: an urgent necessity. Food Control 14: 233–237.
Yoshida, M., Kawada, N., Nakajima, T. (2007): Effect of Infection Timing on Fusarium Head Blight and mycotoxin Accumulation in Open- and Closed-Flowering Barley. Phytopathology 97: 1054–1062.

Kontaktní adresa: polisenska.ivana@vukrom.cz