



Mykotoxiny v potravinářských obilovinách

RNDr. Ivana Polišenská, Ph.D., Ing. Ondřej Jirsa, Ph.D., Ing. Irena Sedláčková; Agrotest fyto, s. r. o.

V nezpracovaných obilovinách určených pro výrobu potravin je nařízením Evropské Komise č. 1881/2006 limitován obsah aflatoxinů, ochratoxinu A, deoxynivalenolu a zearalenonu, v kukuřici také obsah fumonisinů. Jak jsou na tom s ohledem na tyto limity obiloviny vypěstované v našich podmínkách? A jak se může situace vyvíjet v následujících letech, v podmínkách klimatické změny?

Proč se mykotoxiny v obilovinách objevují?

Drobnozrnné obiloviny, které nyní bereme jako samozřejmou a nepostradatelnou součást našeho jídelníčku, nejsou v našich evropských podmínkách původní. Pšenice, ječmen i žito pocházejí ze severní Afriky a Blízkého východu. Podle sumerského mýtu darovali lidem dovednost pěstovat obilí, které původně rostlo divoce ukryté v horách, sami bohové. I když se jedná o mýtus, odráží pravdivou skutečnost, a totiž, že plané obilí původně rostlo jen v podhorských oblastech tzv. úrodného půlměsíce, kam ho lidé zpočátku zřejmě chodili pouze sbírat. Jde o oblast, zahrnující náhorní části severního Íránu, Íráku, přilehlé oblasti Turecka, Sýrie a Izrael. Později pak lidé pravděpodobně začali obilniny cíleně vysévat v okolí níže položených táborů, ze kterých původně jako sběrači vyráželi sbírat semena divoce rostoucích obilnin do okolních hor. Nejstarší pěstované rostliny se nelíšily od těch plané rostoucích. Vznik prvních zemědělských osad je podle archeologických výzkumů kladen do období přibližně 9000–10000 let př. Kr. Důkazem jsou divoké druhy pšenice a ječmene, kterým se dodnes daří v mnoha horských oblastech přední Asie. Klima v místech původu obilnin je suché, s rozšiřováním jejich pěstování na východ a na sever se musely obilniny přizpůsobit vegetačním sezonám, které jsou kratší, chladnější a vlhčí.

Právě pěstování obilnin mimo původní hornaté oblasti jejich přirozeného výskytu je jednou ze dvou hlavních historických příčin počátku zápasu člověka s mykotoxiny

v obilovinách. Druhou příčinou je skladování obilovin. I když možnost obiloviny skladovat a zajistit si tak zásoby potravy na období mimo vegetaci pravděpodobně iniciovala přeměnu lidstva od lovců - sběračů k zemědělcům, daní byla nová výzva čelit znehodnocení skladovaných obilovin mikroskopickými houbami a plísněmi, ale i dalšími škůdci. Skutečnost, že skladované obiloviny mohou být napadány hmyzem a plísněmi, byla v dávných civilizacích dobře známa a podmínkám skladování byla věnována značná péče. Součástí archeologických nálezů jsou velmi důmyslná „sila“, umožňující přirozené a účinné provzdušňování obilovin.

Jaké mykotoxiny můžeme v obilovinách nalézt?

Mykotoxiny jsou toxické produkty některých mikroorganismů vegetujících na určitém substrátu. V případě obilovin může docházet ke kontaminaci zrna jak během vegetace na poli, tak také po sklizni, v průběhu skladování. V našich klimatických podmínkách jsou v obilovinách hlavními polními producenty mykotoxinů mikroskopické houby rodu *Fusarium*, které způsobují onemocnění obilnin - fuzariózy klasu. Nejčastější jsou u nás na obilninách druhy *Fusarium graminearum*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, na kukuřici také *F. verticillioides*.

Jejich toxické produkty tvoří různorodou skupinu mnoha desítek látek, mezi jinými také limitované mykotoxiny deoxynivalenol (DON), zearalenon (ZEA) a fumonisiny (v kukuřici), ale také další, které legislativa zatím nezahrnuje, jako jsou např. nivalenol, T-2 a HT-2 to-

xiny, enniatiny, a další. Obvykle se na klasech a následně na sklizeném zrne vyskytuje více fuzariových mykotoxinů současně. Jeden druh *Fusarium* je totiž schopen produkovat více různých mykotoxinů a navíc, různých druhů se na jedné rostlině může vyskytovat i více. Jejich zastoupení je proměnlivé, s převládajícím druhem podle aktuálních podmínek počasí. Proto je výskyt fuzariových mykotoxinů velmi variabilní v závislosti na ročníku, a kromě počasí je jejich množství ve sklizených obilovinách ovlivněno i agrotechnikou. Vliv jednotlivých faktorů může být pro různé mykotoxiny a různé plodiny odlišný.

Legislativa

V současné době jsou vzhledem k prokázané škodlivosti mykotoxinů stanoveny pro některé z nich

maximální přípustné limity, a to pro potraviny a suroviny pro jejich výrobu (Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006) i pro krmiva (Směrnice 2002/32/ES). Limity pro nezpracované potravinářské obiloviny se již delší dobu nezměnily a za dobu své platnosti vešly do povědomí odborné veřejnosti, a to zejména limit pro DON v potravinářské pšenici, který je 1250 µg/kg. Méně je známo, že pro kukuřici, pšenici tvrdou (*Triticum durum*, používanou pro výrobu těstovin) a pro oves platí limit méně přísný, a to 1750 µg/kg. Dále je limitován ZEA (všechny obilniny s výjimkou kukuřice 100 µg/kg, kukuřice 350 µg/kg) a u kukuřice také suma fumonisinů (4000 µg/kg).

Kromě fuzariových mykotoxinů jsou v nezpracovaných obilovi-

SKVĚLÝCH VÝNOSŮ V ŘEPCE DOSÁHNETE LEHCE !







Následná aplikace nebo kombinace přípravků Metazamix a Belkar přináší převratný účinek nejen na běžné, ale také na nově se šířící a obtížně hubitelné plevele v řepce ozimé.



Info • 602 275 038

nách limitovány také aflatoxiny (aflatoxin B₁ - 2 µg/kg; suma aflatoxinů B₁, B₂, G₁ a G₂ - 4 µg/kg) a ochratoxin A (5 µg/kg). Typickými producenty těchto mykotoxinů jsou houby rodu *Aspergillus* a *Penicillium*. Tyto mykotoxiny nevznikají v zrna obilovin na poli, ale až po sklizni. Příčinou může být skladování za nevhodných podmínek - při vyšší teplotě a vlhkosti nebo v nedostatečně vyčištěných skladech, kde dojde ke kontaminaci naskladňovaných obilovin prachem a zbytky starého zrna. Výjimkou je kukuřice, ve které se mohou aflatoxiny tvořit již i za vegetace.

Jaká je situace s mykotoxiny v ČR v posledních 5 letech?

Obsah fuzáriových mykotoxinů v obilovinách určených pro potravinářské zpracování je sledován v rámci celorepublikového hodnocení sklizňové kvality potravinářských obilovin. Každoročně ho provádí kroměřížská výzkumná organizace Agrotest fyto za podpory MZe. Dlouholetá řada dat umož-

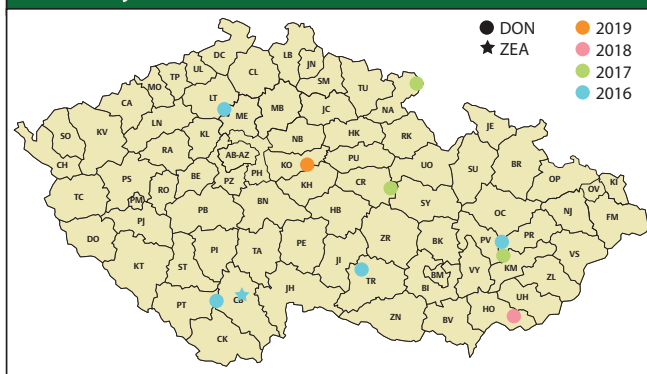
ňuje meziroční srovnání a zhodnocení vlivu počasí.

Pšenice

Každoročně je obsah legislativně limitovaných fuzáriových mykotoxinů DON a ZEA hodnocen u 110 vzorků pšenice, vybraných náhodně, ovšem se zohledněním kraje pěstování, tak, aby byl jejich počet proporcionální k tamním osevním plochám pšenice.

Podíl vzorků pšenice kontaminované mykotoxinem DON byl v roce 2019 32 %, což je téměř shodně, jako v roce 2018 (34 %) (graf 1). Kontaminovaným vzorkem je míněn vzorek, který má obsah daného mykotoxinu nad detekční limit metody, tj. v našem případě DON nad 20 µg/kg, ZEA nad 2 µg/kg a fumonisiny (pouze u kukuřice) nad 50 µg/kg. Nejmenší podíl pšenice kontaminované mykotoxinem DON za uplynulých 5 let byl zjištěn v roce 2015 (10 %), nejvyšší v roce 2016 (37 %). Obdobně tomu bylo i u podílu pšenice kontami-

Mapa: Původ vzorků pšenice s obsahem přesahujícím limity pro deoxynivalenol (1 250 µg/kg) a zearalenon (100 µg/kg) sklizených v ČR v letech 2015–2019; v roce 2015 nepřesáhl limit žádný vzorek



nované ZEA, který byl také nejvyšší v roce 2015 (3%), nejvyšší v roce 2016 (21%) (graf 2). Odpovídá to skutečnosti, že tyto dva mykotoxiny jsou u nás převážně tvořeny stejným druhem *Fusarium*, a to *F. graminearum*. Jeho vývoji vyhovuje vlhčí, mírně teplé počasí v období konce metání a kvetení obilnin. Produkce ZEA je pak ještě více podporována vlhkým počasím ve stadiu zralosti obilnin. Hodnoty obsahu mykotoxinů přesahujících povolenou hranici pro potravinářskou pšenici byly nalézány jen ojediněle, a to častěji pro DON než pro ZEA. Pro DON byla hranice 1 250 µg/kg překročena za sledované pětileté období celkem u 9 vzorků z analyzovaných 550. V roce 2019 to bylo u 1 vzorku (obsah 2 021 µg/kg), stejně jako v roce 2018 (4 564 µg/kg), v roce 2017 to bylo u 3 vzorků (1 307 µg/kg, 1 621 µg/kg a 2 747 µg/kg), v roce 2016 u 4 vzorků (1 276 µg/kg, 1 357 µg/kg, 3 590 µg/kg, 4 070 µg/kg). V roce 2015 byl obsah mykotoxinů celkově nízký, maximální zjištěný obsah DON byl 201 µg/kg a zdaleka nedosáhl limitní hranice pro potravinářskou pšenici. Překročení povolených 100 µg/kg ZEA v pšenici bylo zjištěno v průběhu 5 let u 550 analyzovaných vzorků pouze jednou, a to u pšenice ze sklizně roku 2016.

Výskyt vzorků pšenice s vysokým obsahem mykotoxinů není jednoznačně spojen s určitou konkrétní oblastí (mapa). Obvykle se jednalo o kombinaci příznivých podmínek počasí, náchylné odrůdy a rizikové předplodiny. U 6 vzorků pšenice z 10 s vysokým obsahem mykotoxinů byla předplodinou kukuřice, u 3 vzorků to byla řepka a u jedno-

ho slunečnice. Vliv na kontaminaci mykotoxiny může mít ovšem nejen přímá předplodina, ale i předplodina předcházející, tento údaj jsme však nesledovali.

Ječmen

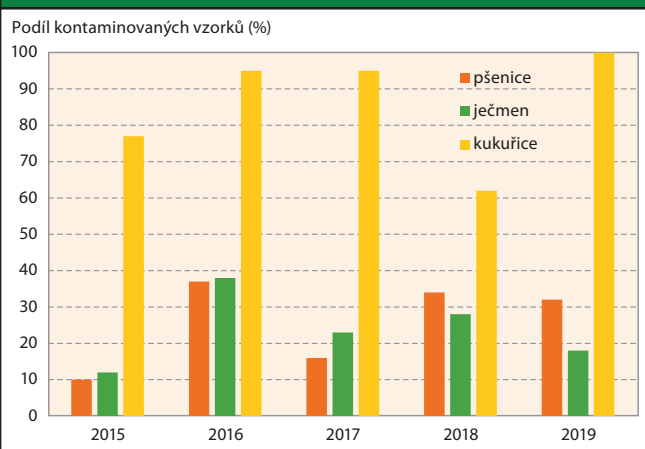
U ječmene je hodnoceno každoročně 60 vzorků, výběr je prováděn obdobně náhodným způsobem, jako u vzorků pšenice. Podíl vzorků ječmene kontaminovaných mykotoxinem DON byl v roce 2019 18 %, což je méně, než v roce 2018 (28 %) (graf 1). Stejně jako u pšenice, nejvyšší podíl vzorků kontaminovaných mykotoxinem DON byl zjištěn v roce 2015 (12 %), nejvyšší v roce 2016 (38 %). ZEA nebyl u ječmene ze sklizni 2015 a 2018 zjištěn u žádného z analyzovaných vzorků (graf 2). Naopak nejvyšší podíl ZEA kontaminovaných vzorků byl zjištěn v roce 2019 (38 %), jeho hodnoty však byly nízké a zdaleka nepřesáhly povolenou hranici pro potravinářské obiloviny (100 µg/kg), maximální hodnota byla 14 µg/kg.

U ječmene nebylo zjištěno překročení povolené hranice DON 1 250 µg/kg u žádného z 300 analyzovaných vzorků za pětileté období, překročení hranice pro ZEA u jednoho vzorku ze sklizně 2016. Zajímavá je vysoká četnost vzorků ječmene s obsahem ZEA v roce 2019, i když v nízkých hodnotách. ZEA se jinak v ječmeni ve 4 z 5 sledovaných let vyskytovalo velmi málo, ve 2 letech vůbec (2015, 2018) ve 2 letech zřídka (2016 - 5 %, 2017 - 2 %).

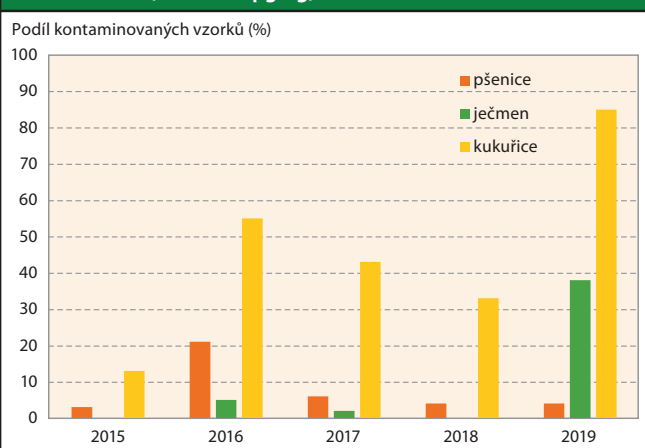
Kukuřice

Kukuřice je analyzováno ročně pouze 20 vzorků. Odráží to situa-

Graf 1: Podíl kontaminovaných vzorků pšenice, ječmene a kukuřice deoxynivalenolem (obsah > 20 µg/kg) v letech 2015–2019 v ČR



Graf 2: Podíl kontaminovaných vzorků pšenice, ječmene a kukuřice zearalenonem (obsah > 2 µg/kg) v letech 2015–2019 v ČR





ci, že kukuřice je u nás pěstována většinou pro krmné účely, na které se limity pro fuzáriové mykotoxiny podle nařízení č. 1881/2006 nevztahují. DON byl u kukuřice ze sklizně 2019 zjištěn u všech vzorků (100 %), vysoký podíl kontaminovaných vzorků byl zjištěn také v letech 2016 a 2017, a to 95 % (graf 1). Nejnižší podíl vzorků kontaminovaných DON za uplynulých 5 let byl zjištěn v roce 2018 (62 %). Také podíl kukuřice kontaminované ZEA byl v roce 2019 z minulých 5 let nejvyšší (85 %), naopak nejméně vzorků kukuřice se zjištěným obsahem ZEA bylo v roce 2015 (13 %) (graf 2). I když byl podíl kontaminované kukuřice poměrně vysoký ve všech 5 letech, hranice pro obsah DON v potravinářské kukuřici byla překročena pouze v 1 z 5 hodnocených let, a to v roce 2019. V letech 2015–2018 se pohybovaly maximální obsahy DON od 508 µg/kg v roce 2017 po 848 µg/kg v roce 2016, zatímco v roce 2019 byla maximální hodnota 2 997 µg/kg a hranice 17 50 µg/kg byla překročena u 3 vzorků. Obdobně to bylo pro ZEA, kdy v letech 2015–2018 se maximální obsahy pohybovaly od 10 µg/kg (2018) po 40 µg/kg (2016), zatímco v roce 2019 to bylo 612 µg/kg. Jednalo se o jediný zjištěný vzorek kukuřice překračující hladinu 350 µg/kg za pětileté sledované období.

Zatímco mezi výskytem DON a ZEA v zrnu existuje určitá souvislost, protože jsou vytvářeny stejnými druhy *Fusarium*, především *F. graminearum*, původci fumonisinů jsou zejména *F. verticillioides* a *F. proliferatum*. Jejich výskyt je podporován suššími a teplejšími klimatickými podmínkami ve srovnání s nároky druhů produkujících DON a ZEA. Ze sledovaných 5 let se fumonisy u nás nejčastěji na kukuřici vyskytovaly v roce 2015 (u 90 % vzorků), nejméně 2018 (u 33 % vzorků) (graf 3). Je zřejmé, že ve srovnání s pšenicí a ječmenem je u nás kukuřice mykotoxiny kontaminována častěji. Shoduje se to i s výsledky studií provedených v dalších evropských zemích.

Výhled do budoucna - vliv změny klimatu

Výsledky z posledních 5 let ukazují, že fuzáriové mykotoxiny jsou v našich podmínkách běžnými kontaminanty obilovin, avšak hodnoty obsahu většinou nebyvají na

tolik vysoké, aby byly často překračovány limity dané legislativou.

Zajímavé je podívat se na podíl kontaminovaných obilovin za delší časové období. Pro DON v pšenici máme k dispozici srovnatelná data od roku 2010 (graf 4), pro ječmen již od roku 2005 (graf 5). Zejména z delší časové řady pro ječmen je zřejmé, že podíl kontaminovaných vzorků v posledních letech klesal, i když vezmeme v úvahu značnou variabilitu mezi ročníky. Důvodem je pravděpodobně skutečnost, že *F. graminearum*, které je v našich podmínkách primárně odpovědné za produkci DON, preferuje teplé, avšak vlhké podmínky a současné suché vegetační periody mu nesvědčí. Znamená to tedy, že bychom se mohli mykotoxinů v obilovinách zbavit? Některých možná ano, ale je velmi pravděpodobné, že jejich místo zaujmou mykotoxiny jiné.

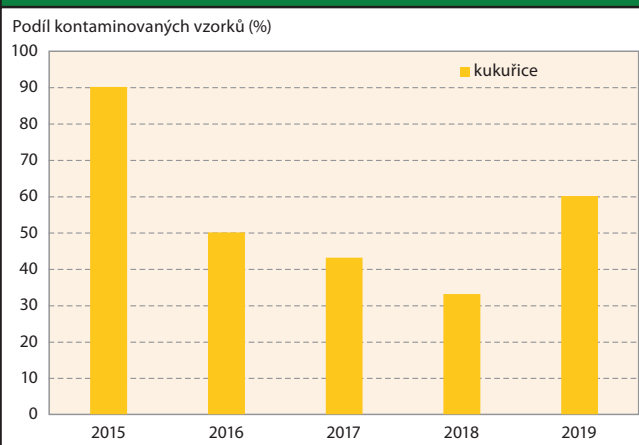
U kukuřice se mohou častěji vyskytovat fumonisy, které jsou nyní problémem zejména v jižnějších oblastech Evropy, např. v Itálii. Jejich nejčastější původce, *F. verticillioides*, preferuje totiž ve srovnání s *F. graminearum* sušší a teplejší podmínky. Nejzávažnější hrozbu pak u kukuřice představují aflatoxiny, produkované druhem *Aspergillus flavus*, jejichž výskyt je dosud v Evropě spojen jen s nejjižnějšími státy.

U pšenice se možná budeme častěji setkávat s toxiny produkovanými druhem *F. poae*, který je velmi adaptabilní a jak ukazují poslední průzkumy, vyskytuje se již nyní na pšenici velmi často. Tvoří celou řadu mykotoxinů, z nichž některé jsou mnohem toxičtější než DON, avšak žádný z nich není dosud limitován.

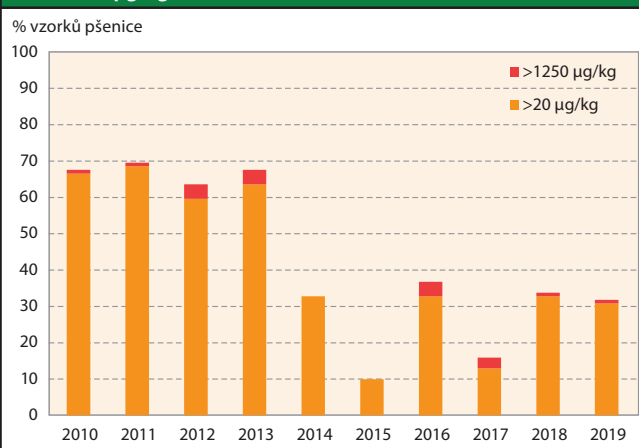
Je nepochybné, že klimatická změna v následujících desetiletích velmi výrazně zemědělství ovlivní. Změny teploty, koncentrace CO₂ a rozložení srážek budou mít na produkci jak přímé dopady, jako jsou pozvolné změny ve výnosech a kvalitativních parametrech jednotlivých zemědělských plodin, tak dopady nepřímé, a to na choroby, škůdce a plevele. A určitě také dojde ke změnám v geografickém rozložení druhů hub produkujících mykotoxiny.

☞

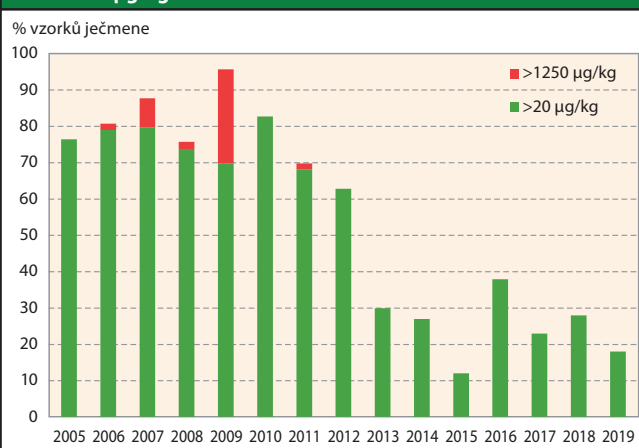
Graf 3: Podíl kontaminovaných vzorků kukuřice fumonisiny (obsah > 50 µg/kg) v letech 2015–2019 v ČR



Graf 4: Podíl kontaminovaných vzorků pšenice deoxynivalenolem v letech 2010–2019 v ČR, s vyznačením podílu vzorků přesahujících limit 1 250 µg/kg



Graf 5: Podíl kontaminovaných vzorků ječmene deoxynivalenolem v letech 2005–2019 v ČR, s vyznačením podílu vzorků přesahujících limit 1 250 µg/kg



Altron Silver
S nanostříbrem k vyšší účinnosti fungicidů
Více látek aktivujících buněčné pochody
www.dlmiro.cz

PROSULFAN
Šetrný přírůstek síry
www.dlmiro.cz