

Mykotoxiny v obilovinách – sklizeň 2023

Kontaminace obilovin fuzariovými mykotoxiny závisí na počasí v průběhu vegetace, zejména v období růstové fáze kvetení obilnin. Proto se situace u sklizně z každého roku liší a výskyt mykotoxinů je třeba pravidelně sledovat.

Sklizeň obilnin v roce 2023 výrazně komplikovalo počasí. Zatímco v průběhu měsíce července se objevovaly spíše jen občasné přeháňky, začátkem srpna přišel vytrvalý déšť doprovázený nízkými teplotami a postup žní se zastavil téměř v celé republice na více než na týden. Výrazně se to pak projevilo na kvalitě zrna sklizeného po deštích. Pšenice měly často nízkou objemovou hmotnost i nízké číslo poklesu. Nízké číslo poklesu charakterizuje vyšší aktivitu enzymů v zrně, což je spojeno s rozkladem škrobů na jednoduché cukry. Za normálních podmínek k tomu dochází až při klíčení zrna po zasetí. Při déletrvajícím nebo často se opakujícím ovlhčení zralého porostu však může proces klíčení začít i v zrnech, která jsou ještě v klasech na poli. S nízkým číslem poklesu proto úzce souvisí výskyt viditelně porostlých zrn (obr. 1). Pro pekařské zpracování je pšenice s nízkým číslem poklesu (méně než 220 s, podle ČSN 46 1100-2) a vyšším obsahem porostlých zrn (více než 2,5 %) z technologického hlediska nevhodná.

Využití porostlé pšenice ke krmení

U krmné pšenice nízké číslo poklesu ani porostlá zrna v zásadě nevadí. Zvířata při trávení přeměňují škrob na glukózu, proto štěpení škrobu, které probíhá v naklíčeném zrně, může být považováno z hlediska stravitelnosti i chutnosti za výhodu. Jak potvrzují literární údaje, krmná hodnota porostlé a neporostlé pšenice se výrazně



Obr. 1 – Porostlá zrna pšenice jako následek deštivého počasí v průběhu sklizně 2023



Obr. 2 – Symptomy napadení zrna pšenice houbami *Fusarium*, (a) zrnko zdravé, (b) zrnko napadené

neliší. Zahraniční krmivářské studie nezjistily žádné rozdíly v užitkovosti zvířat nebo v efektivitě konverze krmiva u skotu až do 60% podílu porostlých zrn. Doporučují však zavádět porostlou pšenici do krmné dávky postupně, a to i s ohledem na možné riziko napadení porostlé pšenice plísněmi. Vlhkost, která je příčinou porůstání, zvyšuje totiž také riziko napadení plísněmi (mikroskopickými houbami) a následně mykotoxiny. U pšenice, která nebyla sklizena v optimálních podmínkách a je případně porostlá, je třeba věnovat zvýšenou pozornost vlhkosti zrna před uskladněním. Uvádí se, že vlhkost zrna by měla optimálně být 12,5 %, aby se porůstání zcela zastavilo a nebyl rozvoj plísní. Skladovací prostory by měly být dobře větrány, samozřejmě by mělo být udržování nízké vlhkosti a teploty.

Riziko kontaminace obilovin mykotoxiny

Při uskladnění vlhkého zrna může dojít k množení mikroskopických hub, a to jak těch, které byly přítomny na zrně již na poli, tak těch typicky skladištních, jako jsou *Penicillium* a *Aspergillus*, které produkují obávané aflatoxiny a ochratoxin A. Nejdůležitějšími mikroskopickými houbami, které se na klasech vyskytují již

v průběhu vegetace, jsou houby z rodu *Fusarium*, které tvoří řadu mykotoxinů, mezi jinými legislativně limitované mykotoxiny deoxynivalenol (DON) a zearalenon (ZEA). K infekci klasů těmito patogeny dochází především v období kvetení obilnin, což je v našich podmínkách u pšenice obvykle ke konci měsíce května a v červnu, podle ranosti odrůdy a oblasti. Pro uchycení infekce a její další rozvoj je potřeba, aby byla v porostech v tomto období setrvala vysoká vlhkost. Fuzariové mykotoxiny se v obilných zrnech začínají tvořit již brzy po odkvětu, kdy se na klasech začínají objevovat typické symptomy napadení a houby kolonizují vyvíjející se zrna. Zralá napadená zrna mají obvykle změněnou barvu – zrna jsou bělavá nebo narůžovělá, s povlakem křídového charakteru (obr. 2a,b). Symptomy však mohou být různě maskované kombinací s jiným poškozením a hodnocení výskytu fuzariózních zrn pouhým okem může být obtížné. Pokud je po sklizni uskladněno suché zrnko ve správných skladovacích podmínkách, k dalšímu množení hub *Fusarium* a další produkci mykotoxinů již nedochází. Mykotoxiny, které houba vytvořila na poli, však v zrně zůstávají, a to velmi dlouhou dobu. Odolávají i různým typům zpracování.

Zatímco k infekci houbami *Fusarium* dochází v období květu obilnin a počasí v této růstové fázi má na výslednou úroveň kontaminace mykotoxiny zásadní vliv, saprofytní mikroskopické houby z rodů *Alternarium*, *Cladosporium* a *Epicoccum* napadají až zralé obilné klasy. Tyto houby jsou příčinou tzv. obilných černí a jejich výskyt je ve vlhkých letech na stojících porostech na první pohled patrný. Černě se obvykle vyskytují pouze na pluchách a plevách a při sklizni dojde k jejich odstranění, jsou však příčinou značné prašnosti a spory se mohou zachytávat na zrnech (obr. 3). Pokud k infekci dojde o něco dříve, když klasy ještě nejsou zcela zralé, může dojít k zahnědnutí části zrna v oblasti klíčku (obr. 4). To bylo ve sklizni 2023 pozorováno často. Z hlediska mlýnského zpracování jsou zrna se zahnědlou špičkou nežádoucí, protože v mouce pak způsobují výskyt černých oček, tzv. očkovitost. Je také známo, že houby rodu *Alternarium* mohou tvořit tzv. alternariové mykotoxiny. Jedná se o velmi početnou skupinu látek, nejznámější z nich jsou alternariol a kyselina tenuazová. Tyto mykotoxiny se běžně nesledují a nejsou pro ně zatím stanoveny ani limitní hodnoty, jejich možnou přítomnost v obilí vizuálně napadeném černěmi, případně s vysokým výskytem zahnědlých špiček, je však třeba vzít v úvahu. Také tyto houby se, stejně jako ty z rodu *Fusarium*, po sklizni už dále nemnoží, pokud je zrno suché a správně uskladněné.

Legislativa pro mykotoxiny

Mezi nejvýznamnější mykotoxiny vyskytující se v zemědělských plodinách patří aflatoxiny, ochratoxin A, deoxynivalenol (DON), zearalenon (ZEA) a fumonisiny. Poslední tři jmenované, DON, ZEA a fumonisiny, jsou souhrnně nazývány

fuzariové mykotoxiny, protože jejich původci jsou houby rodu *Fusarium*, způsobující onemocnění klasů obilnin. Obecně jsou nežádoucí látky v krmivech limitovány směrnici 2002/32/ES. Z mykotoxinů je zde uveden pouze aflatoxin B1. Aflatoxiny mají ze všech známých mykotoxinů nejvyšší toxicitu, jedná se zejména o aflatoxin B1, který je nejčastěji limitovaným mykotoxinem v zemědělských komoditách na světě. Pro fuzariové mykotoxiny jsou v „Doporučení Komise 2006/576/ES o přítomnosti deoxynivalenolu, zearalenonu, ochratoxinu A, T-2 a HT-2 a fumonisinu v produktech určených ke krmení zvířat“ stanoveny tzv. směrné hodnoty. Nejedná se o závazné maximální limity, ale pouze o určité vodítko pro zhodnocení, zda krmiva nebo suroviny pro jejich výrobu jsou či nejsou vhodné z hlediska zdravotních dopadů na stav zvířat. Pro DON v krmných surovinách na bázi obilovin (s výjimkou kukuřice) je to max. 8 mg/kg (8000 µg/kg), pro kukuřici max. 12 mg/kg (12 000 µg/kg).

Výskyt fuzariových mykotoxinů v obilovinách závisí na ročníku

Vzhledem k silné závislosti napadení klasů obilnin patogeny *Fusarium* na počasí v období kvetení se výskyt fuzariových mykotoxinů v jednotlivých letech velmi liší a je třeba ho sledovat. Posklizňový průzkum jejich výskytu na reprezentativním souboru vzorků obilovin z celé České republiky každoročně provádí kroměřížská výzkumná organizace Agrotest za podpory MZe, a to již téměř 20 let. I když je v zásadě zaměřen na obiloviny potravinářské, tj. u pšenice jsou přednostně sledovány odrůdy pšenice tříd E, A, B na pekárenské zpracování,

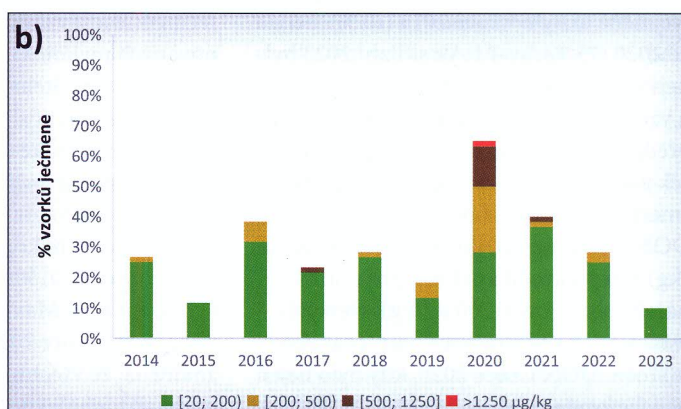
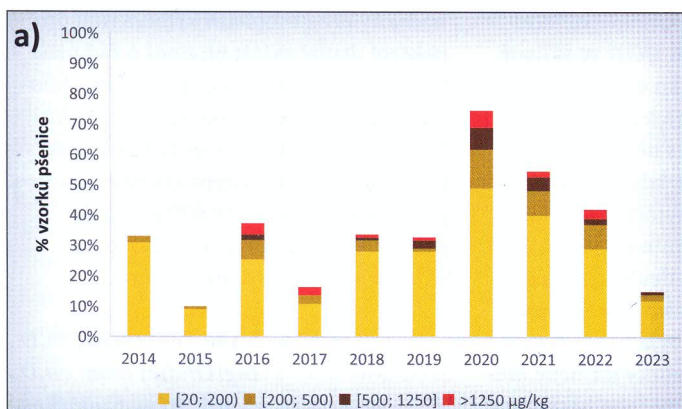


Obr. 3 – Spory černí na zrnech pšenice jako důsledek vlhké sklizně roku 2023

u ječmene sladovnické odrůdy a u kukuřice hybridy určené pro mlýnské zpracování, výsledky je možné zobecnit. Vzorky obilovin pro rozborů pocházejí přímo od pěstitelů a jsou vybírány náhodně, tak aby byly zastoupeny všechny oblasti republiky. Ročně je sledován obsah DON a ZEA u 100 vzorků pšenice, 60 vzorků ječmene a u 20 vzorků kukuřice, u které je navíc sledován také obsah fumonisinů. Následující souhrn je zaměřen na výskyt DON, jako nejčastěji se vyskytujícího fuzariového mykotoxinu, a to u pšenice, ječmene a kukuřice za posledních 10 let. Úroveň kontaminace je hodnocena podílem kontaminovaných vzorků, tj. vzorků s nálezem mykotoxinů nad limit detekce analytické metody používané v laboratorii – v našem případě je to pro DON 20 µg/kg (tj. 0,02 mg/kg).

Výskyt deoxynivalenolu (DON) ze sklizně 2023 ve srovnání s předcházejícími roky

Pšenice; Ze sklizně 2023 byl podíl vzorků pšenice kontaminovaných mykotoxinem

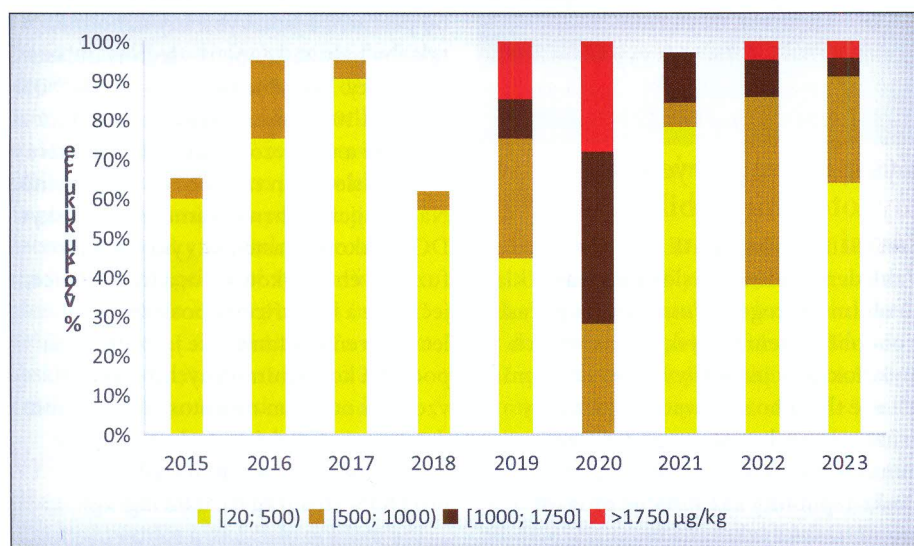


Kontaminace pšenice (a) a ječmene (b) mykotoxinem deoxynivalenolem (DON) ze sklizně 2014–2023 v ČR. Je vyznačen podíl vzorků s obsahem 20–200 µg/kg, 200–500 µg/kg, 500–1250 µg/kg a nad 1250 µg/kg (ppb)

Téma II: Analýza a hodnocení krmiv



Obr. 4 – Srážky u dozrávajících porostů obilovin mohou být kromě horší technologické kvality také příčinou změny barvy špičky zrna



Kontaminace kukuřice mykotoxinem deoxynivalenolem (DON) ze sklizně 2015–2023 v ČR. Je vyznačen podíl vzorků s obsahem 20–500 µg/kg, 500–1000 µg/kg, 1000–1750 µg/kg a nad 1750 µg/kg (ppb)

DON 14 %, což je výrazně méně, než je průměr posledních 10 let, který je 35 %. Nejméně to bylo v roce 2015 (10 %), nejvíce 2020 (75 %), graf 1. Ve sklizni 2023 byl nejvyšší obsah DON (515 µg/kg) zjištěn u vzorku pšenice z Jihomoravského kraje, předplodinou byla kukuřice. Žádný vzorek pšenice se tedy ani zdaleka nepřiblížil směrné maximální hodnotě pro obsah DON v krmných obilovinách (8000 µg/kg) a nepřekročil ani limit pro potravinářské obiloviny (1250 µg/kg). Nejvyšší byla úroveň kontaminace pšenice mykotoxinem DON v roce 2020, kdy bylo nejen nejvíce kontaminovaných vzorků (75 %), ale vyskytovaly se i velmi vysoké hodnoty (až 5330 µg/kg). Příčinou bylo vlhké

počasí, které ve druhé polovině vegetační sezóny, zejména v červnu, panovalo. Ječmen: Podíl vzorků ječmene kontaminovaných mykotoxinem DON ze sklizně 2023 byl 10 %. Stejně jako u pšenice je to pod průměrem posledních 10 let, který je 29 %. Stejný je také rok s nejvyšší úrovní kontaminace, a to 2020, kdy byl DON zjištěn u 65 % vzorků ječmene. Rokem s nejnižší úrovní kontaminace je rok 2023 (10 %), v roce 2015 byla druhá nejnižší (12 %) (graf 2). Maximální zjištěná hodnota DON v roce 2023 byla 113 µg/kg, to znamená, že všechny vzorky ječmene měly obsah hluboko pod směrnu hodnotou pro krmné obiloviny i pod limit pro potravinářské obiloviny (1250 µg/kg). Nejvyšší

obsah DON byl u ječmene zjištěn v roce 2020 (3206 µg/kg), stejně jako u pšenice. Kukuřice DON se vyskytoval u všech (tj. 100 %) analyzovaných vzorků kukuřice ze sklizně 2023 (graf 3). Průměr od roku 2015, odkdy se mykotoxiny v kukuřici sledují, je 90 %, tj. kontaminovány bývají téměř všechny vzorky a liší se jen hodnoty obsahu. Zatímco v roce 2020 měly více než 1000 µg/kg téměř tři čtvrtiny (72 %) vzorků kukuřice a nejvyšší zjištěná hodnota byla 10 265 µg/kg, v roce 2023 to bylo pouze 10 % a nejvyšší zjištěná hodnota byla 2041 µg/kg. Směrná hodnota (pro kukuřici 12 000 µg/kg) tedy překročena nebyla, a to ani v roce 2023 ani v žádném z let od roku 2015.

Závěrem

Ve sklizni roku 2023 byl obsah fuzariového mykotoxinu deoxynivalenolu (DON) v pšenici i ječmeni ve srovnání s předcházejícími roky nízký. Potvrdilo se, že pro infekci klasů obilnin patogeny *Fusarium*, které tyto mykotoxiny produkují, je klíčové hlavně počasí okolo fáze kvetení obilovin. V roce 2023 přišly hojné srážky až koncem měsíce července a v srpnu, což se projevilo negativně na kvalitě obilovin a na silném výskytu obilných černí, ale na vyšším obsahu fuzariových mykotoxinů již ne. Z víceletého sledování vyplývá, že kukuřice je u nás ve srovnání s pšenicí a ječmenem vždy kontaminována mykotoxiny více. V posledních letech byl DON zjištěn téměř u všech analyzovaných vzorků kukuřice, mezi jednotlivými roky jsou však rozdíly v úrovni kontaminace. Za uplynulých 10 let sledování směrné hodnoty podle doporučení Komise 2006/576/ES pro fuzariové mykotoxiny v krmných obilovinách překročeny nebyly. Je ovšem třeba vzít v úvahu, že tyto hodnoty jsou velmi vysoké a směrné hodnoty pro kompletní krmiva jsou pro některé druhy zvířat více než o řád nižší ve srovnání s požadavky na krmné obiloviny. Tak zatímco pro obsah DON v kukuřici je směrná hodnota 12 000 µg/kg, pro doplňková a kompletní krmiva pro prasata je to pouze 900 µg/kg. Je proto zřejmé, že pro některá krmiva je třeba vstupní suroviny vybírat.

RNDr. Ivana Polišenská, Ph.D.,
Ing. Ondřej Jirsa, Ph.D.,
Ing. Irena Sedláčková
Agrotest fyto, s. r. o.
Kontakt: polisenska@vukrom.cz