



Obr. 1 – Zrno ze spáry ve zdi halového skladu
Foto Antonín Pospíšil

Rizika výskytu mykotoxinů ve skladovaných obilovinách

Souhrn: Z provozních skladů byly v letech 2015, 2016 a 2017 prováděny odběry skladovaných obilovin (pšenice, ječmen, kukuřice, oves) a vzorky prachu z míst ve skladech, kde hrozí kontaminace nově naskladňovaných zrnin. Ve vzorcích byl hodnocen obsah mykotoxinů a byla určována přítomnost druhů hub, schopných mykotoxiny produkovat. Pozornost byla soustředěna zejména na ty mykotoxiny, jejichž obsah je v obilovinách limitován současně platnou legislativou (ochratoxin A, aflatoxiny, deoxynivalenol) a na jejich producenty.

Klíčová slova: obiloviny, skladování, mykotoxiny, mikroskopické houby

Risks of mycotoxin occurrence in stored grain

Summary: From different warehouses, samples of stored grain (wheat, barley, maize, oats) and dust from critical points, where contamination of new grain could be a threat, were taken in the years 2015, 2016 and 2017. The mycotoxin content was evaluated and the presence of fungal species capable of producing mycotoxins was determined. Attention was focused on those mycotoxins whose content in cereals is limited by the currently valid legislation (ochratoxin A, aflatoxins, deoxynivalenole) and on their producers.

Keywords: cereals, storage, mycotoxins, microscopic fungi

Skladování je odpradávná kritickým bodem potravinového řetězce. I když jsou obiloviny z pohledu skladování téměř ideální plodinou a mohou si uchovat svou hodnotu po mnoho let, k některým změnám přece jen dochází. Zhoršování kvality uskladněného zrna je obvykle kumulativním důsledkem různých faktorů. Přímý vliv má vlhkost a teplota, dále úroveň zabezpečení před hmyzem a hlodavci a význam má také kvalita zrna v okamžiku uskladnění, zejména obsah příměsí a nečistot. Zvýšený obsah zlomků zrn, semen plevelů i anorganických nečistot mají na skladovatelnost významně negativní vliv, a to zejména tím, že podporují výskyt mikroskopických hub, tzv. plísní.

Rizika skladování obilovin

Přítomnost mikroskopických hub a následná kontaminace zrna jejich toxickými produkty, mykotoxiny, může skladované obiloviny zcela znehodnotit. Jak rychle se budou tyto mikroorganismy množit a zda a kolik

mykotoxinů budou produkovat, záleží kromě intenzity a typu počáteční kontaminace zásadním způsobem na podmínkách skladování, které jsou určeny zejména vlhkostí a teplotou.

V zásadě je možno toxigenní houby napadající obiloviny rozdělit na ty, které produkují mykotoxiny v průběhu vegetace na poli a na houby kolonizující obiloviny a produkující mykotoxiny v průběhu skladování. Mezi oběma skupinami není jednoznačná hranice. Na zralém obilí je v okamžiku sklizně přítomna řada druhů mikroskopických hub, v našich klimatických podmínkách jsou to především houby rodu *Alternaria*, *Fusarium* a *Cladosporium*. Většinu těchto „polních“ druhů podmínky, za kterých je u nás obvykle zrno skladováno, nevyhovují a k jejich posklizňovému množení ani k další produkci mykotoxinů již nedochází. Mykotoxiny, které vznikly jejich působením v době růstu rostlin na poli, však v obilovině nadále zůstávají. Na podmínky prostředí obilních skladů je

adaptovaná jiná skupina toxigenních hub, a to především z rodu *Aspergillus* a *Penicillium*. Ke kolonizaci nově naskladňovaných obilovin těmito houbami dochází obvykle v průběhu posklizňové manipulace.

Vzhledem k prokazatelné škodlivosti jsou maximální obsahy mykotoxinů v komoditách určených k výrobě potravin a krmiv i v některých hotových produktech limitovány. V Evropské unii je obsah mykotoxinů v po-



Obr. 2 – Napadení zrna ječmene ve vrchní části hromady v halovém skladu toxigenními houbami v důsledku úkapů vody ze střešní konstrukce
Foto Antonín Pospíšil



travinách a v surovinách pro výrobu potravin definován nařízením Komise (EK) č. 1881/2006 (tabulka 1).

Fuzariové mykotoxiny a skladování

Kontaminace obilovin fuzariovými mykotoxiny se odehrává především v období vegetace obilnin na poli. Druhů *Fusarium* podílejících se na napadení klasů obilnin a zodpovědných za kontaminaci zrna mykotoxiny je celá řada (*F. graminearum*, *F. poae*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. langsethiae*...) a stejně tak je mnoho různých mykotoxinů, které produkují. Z hlediska využití obilovin jsou v současné době stanoveny limity u dvou (deoxynivalenol – DON, zearalenon – ZEA), resp. tří (navíc fumonisiny v kukuřici) z nich. Úroveň kontaminace fuzariovými mykotoxiny ovlivňuje počasí, předplodina a podíl zastoupení hostitelských plodin v osevním sledu, způsob zpracování půdy, stupeň odolnosti/náchylnosti odrůdy, provedená fungicidní ochrana a další.

Při uskladnění suchého sklizeného zrna za vhodných skladovacích podmínek obvykle k další tvorbě fuzariových mykotoxinů nedochází. K posklizňovému množení hub *Fusarium* a syntéze jejich toxinů v obilovinách je totiž nutná vlhkost pšeničného zrna minimálně 20 % a teplota 20–25 °C, i když v některé literatuře se uvádí, že obsah DON se v některých případech zvýšil i při vlhkosti zrna 17 %, dokonce i 16 %. To je problémem hlavně u států s vlhčím klimatem, kde je sklizení obilí o vlhkosti okolo 20 % běžné.

Pro předcházení další kontaminaci je v případě sklizně za nepříznivého počasí velmi důležité rychlé usušení zrna. Pokud je sušení pomalé, např. je ponecháno prosychat volně ložené obilí, může již v období 1–2 týdnů dojít k několikanásobnému namnožení hub z rodu *Fusarium* i zvýšení obsahu jimi produkovaných mykotoxinů. K podobné situaci může dojít i při dočasném ponechání vlhkého obilí na vlečce nebo na hromadě bez dostatečného provětrávání.

Skladové mykotoxiny – ochratoxin A, aflatoxiny

Na rozdíl od fuzariových mykotoxinů je ochratoxin A typickým skladovým

mykotoxinem a za normálních podmínek se u nás v obilovinách těsně po sklizni nevyskytuje. Jeho původci jsou některé druhy rodu *Penicillium* a *Aspergillus*, zejména *P. verrucosum*. Spory hub rodu *Penicillium* a *Aspergillus* se ve skladech vyskytují ve velkém množství v nedostatečně udržovaných skladovacích prostorách a zařízeních, jako jsou dopravní pásy a násypky. V prachu ze skladovacích

prostor mohou být jak spory a mycelium, tak také mykotoxiny, a to i ve velmi vysokých koncentracích (1). Proto může při naskladňování obilovin docházet jak k jejich inokulaci toxigenními houbami, tak k přímé kontaminaci mykotoxiny. Záleží pak na podmínkách prostředí, zda a do jaké míry dojde k rozšíření napadení a k další produkci mykotoxinů. I když houby rodu *Aspergillus* řadíme obvykle mezi

skladištní producenty mykotoxinů, některé druhy mohou napadat obiloviny, v našich podmínkách zejména kukuřici, také již na poli. Z tohoto pohledu je nejvýznamnější druh *A. flavus*, produkující aflatoxiny (B_1 , B_2 , G_1 a G_2), z nichž nejčastěji nacházený a současně také nejvíce toxický je aflatoxin B_1 . Ochratoxin A a aflatoxiny představují riziko pro lidské zdraví nejen při přímé konzumaci kontaminovaných

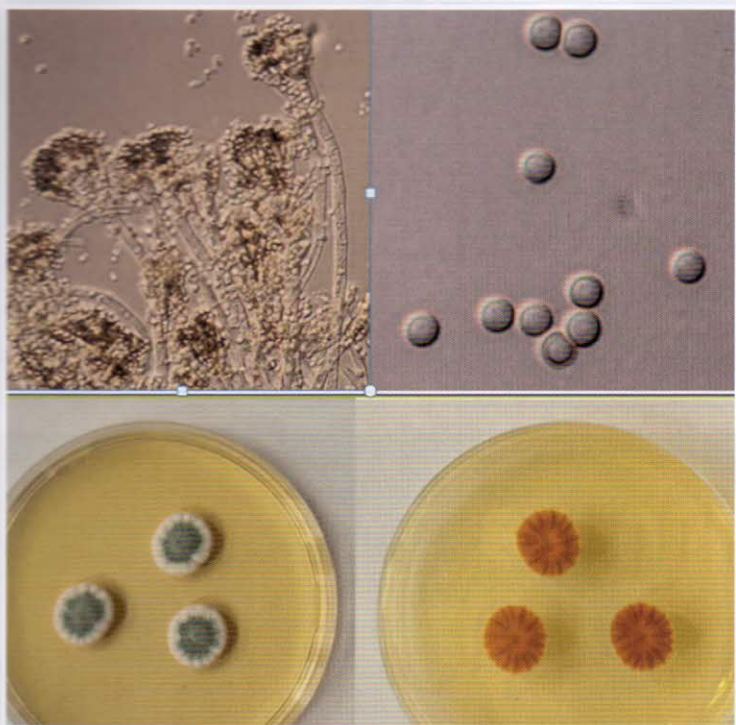
Listová hnojiva

se silou UHLÍKU

rychlé dodání potřebných živin
zvýšený příjem živin z půdy
nízké aplikační dávky

Výrobce:

KLOFÁČ, spol. s r.o., provoz Bořitov, Průmyslová 137, 679 21 Černá Hora
telefon: 603 274 778 | 603 115 814 | www.klofac-hnojiva.cz



Obr. 3 – *Penicillium verrucosum*, izolované z prachu ze skladovacích prostor. Houba produkuje ochratoxin A a citrinin. Nahoře: konidie (vlevo) a konidiofory, dole: lic (vlevo) a rub kolonie Foto David Novotný

potravin rostlinného původu, ale také živočišných produktů, pocházejících ze zvířat krměných kontaminovaným krmivem. Tyto mykotoxiny jsou mnohem toxičtější než mykotoxiny fuzáriové (např. DON, ZEA). Hlavním negativním účinkem ochratoxinu A na lidský organismus je útlum imunity a poškození ledvin. Druh *P. verrucosum*, produkující v obilovinách ochratoxin A, produkuje také mykotoxin citrinin, proto se často tyto mykotoxiny vyskytují společně. Mají obdobné toxické účinky a při současném výskytu dochází k synergickému působení obou toxinů a jejich nefrotoxicita se zvyšuje. Aflatoxin B₁ je nejsilnějším známým přírodním karcinogenem a způsobuje vážné poškození jater. Je to ve světovém měřítku nejčastěji regulovaný mykotoxin a dlouhodobě je považován za mykotoxin s nejméně zdravotními i ekonomickými dopady.

Kontaminace skladovaných obilovin mykotoxiny

Skladování je na rozdíl od vegetace na poli obdobím, kdy je možno podmínky prostředí regulovat. Mělo by probíhat za podmínek, které jsou na základě současných znalostí pro zachování stávající kvality neoptimálnější. Cílem naší práce bylo zjistit

úroveň kontaminace skladovaných obilovin mykotoxiny, a to u náhodně vybraných menších a středních skladovatelů. Zajímalo nás také, jaké druhy hub schopných produkovat mykotoxiny jsou na obilkách nebo v prostorách skladů přítomny. Soustředili jsme se na ty mykotoxiny, jejichž obsah je v potravinách a v surovinách pro jejich výrobu limitován současně platnou legislativou (ochratoxin A,



Obr. 4 – Prach obsahující mykotoxiny a spory hub na konstrukčních prvcích příjmového koše umístěných nad pásovým dopravníkem kontaminuje naskladňovanou obilovinu Foto Jiří Bradna

aflatoxiny, DON, ZEA) nebo je z literatury známo riziko jejich potenciální škodlivosti, jako je citrinin.

Materiál a metody

Byly odebírány vzorky skladovaných zrnin z provozních skladů celkem šesti různých skladovatelů. Odběry byly prováděny v letech 2015, 2016 a 2017 vždy v měsíci dubnu. Všechny odebrané vzorky v daném roce pocházely ze sklizně předchozího roku, tj. při odběrech v roce 2015 pocházely obiloviny ze sklizně 2014 atd. a byly tedy skladovány přibližně osm měsíců. Dále byly odebírány a analyzovány vzorky prachu z míst ve skladech, kde hrozí kontaminace nově naskladňovaných zrnin, např. z konstrukčních prvků pří-

jmových zásobníků, z míst nad dopravníkovými pásy, dále smetky a propady z hromad v halách apod.

Celkem bylo odebráno 91 vzorků zrna z běžně skladované produkce, a to 47 vzorků pšenice, 23 vzorků ječmene, 16 kukuřice a pět ovsu. Z tohoto počtu bylo 49 vzorků zrna odebráno z halových skladů a 42 ze sil. Cíleně bylo odebráno devět vzorků prachu a nálezů plesnivého zrna z rizikových míst skladů. U obilovin byla analyzována vlhkost, obsah DON (imunochemická metoda – ELISA, limit kvantifikace – LOQ 20 µg/kg), ochratoxin A (kapalinová chromatografie – HPLC, LOQ 0,2 µg/kg) a aflatoxinů (HPLC, LOQ 0,1 µg/kg), ve vzorcích prachu obsah ochratoxinu A, aflatoxinů a u některých obsah

Tab. 1 – Maximální limity pro kontaminující látky v potravinách a surovinách pro jejich výrobu podle nařízení Komise (ES) č. 1881/2006. Jedná se o výňatek pro mykotoxiny v nezpracovaných obilovinách a v některých produktech z obilovin. Celé znění je k dispozici např. na www.potravinainfo.cz

Mykotoxin	Komodita	Maximální limit (µg/kg)*	
		aflatoxin B ₁	suma aflatoxinů
Aflatoxiny	všechny druhy obilovin a všechny výrobky pocházející z obilovin včetně výrobků, kromě:	2,0	4,0
	– kukuřice a rýže, jež mají být před použitím tříděny nebo jinak fyzikálně ošetřeny	5,0	10,0
Ochratoxin A	nezpracované obiloviny	5,0	
	všechny produkty pocházející z nezpracovaných obilovin	3,0	
Deoxynivalenol	nezpracované obiloviny, jiné než pšenice tvrdá, oves a kukuřice	1 250	
	nezpracovaná pšenice tvrdá a oves	1 750	
	nezpracovaná kukuřice, kromě nezpracované kukuřice určené ke zpracování mokřím mletím	1 750	
	obiloviny určené k přímé lidské spotřebě, obilná mouka, otruby a klíčky	750	
Zearalenon	nezpracované obiloviny jiné než kukuřice	100	
	nezpracovaná kukuřice, kromě nezpracované kukuřice určené ke zpracování mokřím mletím	350	
	obiloviny určené k přímé lidské spotřebě, obilná mouka, otruby a klíčky	75	
	kukuřice určená k přímé lidské spotřebě, svačinky z kukuřice a kukuřičné snídaněové cereálie	100	
Fumonisy (B ₁ +B ₂)	nezpracovaná kukuřice kromě nezpracované kukuřice určené ke zpracování mokřím mletím	4 000	
Námelové sklerocie	nezpracované obiloviny kromě kukuřice a rýže	0,5 g/kg**	

*µg/kg = ppb, **mg/kg = ppm, suma aflatoxinů = aflatoxin B₁+B₂+G₁+G₂



Obr. 5 - Detail znečištění přechodu z korečkového elevátoru na řetězový dopravník
Foto Jiří Bradna

citřininu. U vybraných vzorků byla stanovena také přítomnost mikroskopických hub pomocí povrchového ošetření a inkubace vzorků na agarovém živném médiu, následně kultivace vyrostlých hub a jejich identifikaci pomocí makro- a mikromorfologických a molekulárně genetických značek (sekvenace vybraných úseků DNA).

Výsledky a diskuse

Mykotoxiny ve skladovaném zrně

V zrně obilovin se nejčastěji vyskytoval mykotoxin DON (tab. 2). Nejvíce kontaminovaných vzorků bylo zaznamenáno u kukuřice (88 %), nejméně u ovsu (0 %). Limit pro DON v potravinářských obilovinách (pšenice a ječmen ve výši 1250 µg/kg, kukuřice a oves 1750 µg/kg) byl překročen

u všech šesti vzorků kukuřice ze sklizně 2014, obsah DON se u nich pohyboval od 2101 µg/kg po 24 422 µg/kg. U tří vzorků byla dokonce překročena i tzv. směrná hodnota pro kukuřici podle Doporučení komise o přítomnosti deoxynivalenolu, zearalenonu, ochratoxinu A, T-2 a HT-2 a fumonisinů v produktech určených ke krmení zvířat (2006/576/ES), která je 12 000 µg/kg. Obsah DON v kukuřici sklizené v roce 2014 se jasně odlišoval od obsahu z let následujících: ze sklizně 2015 byl DON max. 306 µg/kg, ze sklizně 2016 max. 346 µg/kg (tab. 3). Srovnání průběhu počasí v období vegetace významným pro tvorbu mykotoxinů v kukuřici (graf) ukazuje v srpnu a zejména pak v září roku 2014 významně vyšší srážky než v letech 2015 a 2016. Význam mohla mít také skutečnost, že po těchto hojných srážkách následovaly vyšší říjnové teploty, které pravděpodobně rozvoj patogenů *Fusarium* a produkci mykotoxinů podpořily. U pšenice ani ječmene limit pro potravinářské obiloviny pro DON překročen nebyl v žádném z let, u ovsu vůbec nebyl nalezen. Ochratoxin A byl zjištěn jen sporadicky, a to u tří vzorků pšenice ze 47 analyzovaných a u jednoho vzorku ječmene ze 23 analyzovaných, limitní hodnoty překročeny nebyly. U kukuřice ani ovsu ochratoxin A nebyl nalezen vůbec. Aflatoxiny byly nejčastěji zjištěny u kukuřice, a to u tří vzorků sklizených v roce 2014, u pšenice a ječmene byly zjištěny vždy v jednom vzorku. Hodnoty obsahu aflatoxinů nepřekročily povolené maximální limity.

Průměrná měsíční teplota a měsíční úhrn srážek (sloupce) v období červenec–říjen 2014–2016, ČR (zdroj dat: portal.chmi.cz)



Hutton®

Neproniknutelná trojí obrana

- dokonalá ochrana listů a klasů obilnin
- registrace proti ramulárióvé skvrnitosti ječmene
- do všech obilnin včetně ovsu
- mimořádná jistota fungicidního zásahu
- výborná a dlouhodobá účinnost
- účinné látky s odlišným mechanismem působení
- vysoký výnos a kvalita zrna

Science for a **better life**

Používejte přípravky na ochranu rostlin bezpečně. Před použitím si vždy přečtěte označení a informace o přípravku. Respektujte varovné věty a symboly.



Mykotoxiny v prachu a v rizikových vzorcích zrna

Prach ze skladovacích prostor obsahoval nejčastěji aflatoxiny a citrinin, v některých případech také ochratoxin A (tab. 4). Jednalo se zejména o vzorek prachu z lávky nad pásovým dopravníkem (vzorek č. 3), ve kterém byl zjištěn vysoký obsah ochratoxinu A (92,1 µg/kg) i aflatoxinů (27,1 µg/kg). Ochratoxin A se nacházel v mimořádně vysoké koncentraci (842 µg/kg) v porostlém zrnu ječmene ze svrchní části hromady v halovém skladu, v místě, kde kapala voda ze střešní konstrukce (vzorek č. 9; obr. 1) a také v zrnu ze spár (906 µg/kg) v cihlové zdi halového skladu (vzorek č. 8; obr. 3). I když podíl vysoce kontaminovaného zrna byl vzhledem k celkovému skladovanému objemu malý, mohl by být zdrojem následné kontaminace celé šarže.

Výskyt mikroskopických hub

Na skladovaném zrnu byly nejčastěji nalezeny houby rodu *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Cladosporium* a *Aspergillus*. Z rodu *Aspergillus* byly nejčastěji zaznamenány druhy ze skupiny *Aspergillus versicolor*, *A. flavus* a *A. ruber*. Z rodu *Penicillium s. l.* byly nejčastěji zaznamenány druhy ze skupin *Penicillium exilicaulis*, *P. viridicatum*, *P. citrinum*, *P. camemberti*, *P. expansum* a *Talaromyces rugulosus*. Ve všech vzorcích prachu byly s velkou četností nalezeny houby z rodů *Aspergillus* a *Penicillium*. Identifikace na druhovou úroveň prokázala nejčastěji přítomnost druhu *P. citrinum*, dále *A. flavus*, *A. westerdijkiae* a *P. verrucosum*.

Mezi zjištěnými taxony byly druhy, které jsou schopné produkovat různé mykotoxiny. Z rodu *Aspergillus* je to v první řadě druh *A. flavus*, produkující aflatoxiny, *A. westerdijkiae* (ochratoxin A) a druh *A. sclerotiorum*, který je schopen produkovat ochratoxiny, a který je znám z ovoce. Je to tedy podobný případ jako druh *P. expansum*, který je znám hlavně z ovoce (2). Ze zjištěných druhů z rodu *Penicillium* patří mezi známé producenty mykotoxinů *P. citrinum*, produkujícího citrinin, dále *P. crustosum* (penitrem, roquefortin), *P. viridicatum* (xantomegnin, viomellein, vioxanthin, a kyselina viridická), *P. expansum* (patulin, citrinin),

P. aurantiogriseum (kyselina peniciliová, verrucosidin) a *P. verrucosum* (ochratoxin A, citrinin), viz obr. 3.

Souhrn

V našem průzkumu kontaminace uskladněných obilovin mykotoxiny byl v nejvyšších koncentracích a zároveň nejčastěji nacházen DON, a to hlavně v kukuřici. Jedná se o kontaminaci pocházející z pole. Výjimečně vysoká byla kontaminace kukuřice sklizené v roce 2014, kdy průměrná hodnota obsahu DON byla přibližně 70x vyšší, než v ku-

kuřici sklizené v letech 2015 a 2016. U kukuřice byla zjištěna také častější kontaminace aflatoxiny ve srovnání s pšenicí a ječmenem. Naše zjištění je v souladu s literárními údaji, a totiž, že kukuřice je z obilovin z hlediska kontaminace mykotoxiny nejzranitelnější komoditou (3). S výjimkou DON v kukuřici splnil obsah mykotoxinů ve všech sledovaných vzorcích maximální povolené limity pro potravinářské obiloviny.

Vysoké obsahy mykotoxinů i celá řada druhů toxigenních mikroskopických

hub byly zjištěny v prachu z některých skladových prostor. Byl potvrzen výskyt *A. flavus*, produkujícího aflatoxiny, nejnebezpečnější z dosud známých mykotoxinů, dále druh *A. sclerotiorum*, který je schopen produkovat ochratoxiny, *P. citrinum*, produkujícího citrinin i *P. verrucosum* (ochratoxin A, citrinin). Prach ze skladových prostor může kontaminovat nově naskladňované obiloviny, a to jak mykotoxiny, tak také spory hub, které mohou způsobit další šíření napadení. Může k tomu dojít např. při dopravě ote-

Tab. 2 – Obsah mykotoxinů ve skladovaných obilovinách, odběry ve skladech v letech 2015–2017 (sklizeň 2014–2016)

Počet vzorků	DON		OTA		Suma aflatoxinů (B ₁ + B ₂ + G ₁ + G ₂)		Vlhkost (%)	
	% pozit.	max. (µg/kg)	% pozit.	max. (µg/kg)	% pozit.	max. (µg/kg)	min.–max.	průměr
Pšenice 47	21	442	6	2,5	2	0,25	11,2–14,2	12,3
Ječmen 23	35	625	4	0,3	4	1,7	10,8–13,2	11,7
Kukuřice 16	88	24422	0	–	19	2,9	9,9–13,6	11,1
Oves 5	0	–	0	–	0	–	11,5–13,0	12,0

DON = deoxynivalenol, OTA = ochratoxin A

Tab. 3 – Úroveň kontaminace skladované kukuřice mykotoxiny, odběry ve skladech 2015–2017 (sklizeň 2014–2016)

Č. vzorku	Rok sklizně	Rok odběru	Typ skladu	DON (µg/kg)	OTA (µg/kg)	AF (µg/kg)	Vlhkost (%)
1	2014	2015	hala	2 265	<0,2	<0,1	10,6
2	2014	2015	hala	2 593	<0,2	<0,1	10,9
3	2014	2015	silo	11 700	<0,2	<0,1	10,0
4	2014	2015	silo	24 422	<0,2	0,8	10,6
5	2014	2015	silo	2 101	<0,2	2,9	11,0
6	2014	2015	hala	12 635	<0,2	1,9	10,8
7	2015	2016	silo	107	<0,2	<0,1	10,7
8	2015	2016	hala	82	<0,2	<0,1	11,3
9	2015	2016	hala	<20	<0,2	<0,1	11,2
10	2015	2016	silo	306	<0,2	<0,1	11,3
11	2015	2016	silo	<20	<0,2	<0,1	9,9
12	2015	2016	silo	25	<0,2	<0,1	11,2
13	2016	2017	silo	346	<0,2	<0,1	13,6
14	2016	2017	silo	68	<0,2	<0,1	11,8
15	2016	2017	silo	81	<0,2	<0,1	12,0
16	2016	2017	silo	55	<0,2	<0,1	10,4

DON = deoxynivalenol, OTA = ochratoxin A, AF = suma aflatoxinů (B₁ + B₂ + G₁ + G₂)**Tab. 4 – Obsah mykotoxinů ve vzorcích prachu a zrn z rizikových míst skladů**

Vzorek	Místo odběru	Typ skladu	OTA (µg/kg)	AFB ₁ (µg/kg)	AF (µg/kg)	CIT (µg/kg)
1	prach na věži I	silo	<0,2	2,2	14,9	4
2	prach na věži II	silo	2,4	0,7	6,7	15
3	prach z lávky nad pásovým dopravníkem	hala	92,1	3,3	27,1	45
4	smetky z halového skladu	hala	<0,2	2,4	2,4	25
5	prach z trubek vedle síla	silo	<0,2	<0,2	5,0	19
6	prach ze spodní části hromady slad. ječmene (obr. 4)	hala	13	–	–	–
7	prosátý prach ze zbytků zrna ve spárách ve zdi	hala	114	–	–	–
8	zrno (ječmen) ze spár ve zdi (obr. 5)	hala	906	–	–	–
9	porostlé zrno ječmene pokryté myceliem hub, z vrchní části hromady zrna (obr. 3)	hala	842	–	–	–

DON = deoxynivalenol, OTA = ochratoxin A, AFB₁ = aflatoxin B₁, AF = suma aflatoxinů (B₁ + B₂ + G₁ + G₂), CIT = citrinin



Obr. 6 – Rizikové místo kontaminace naskladňovaných obilovin prachem, obsahujícím mykotoxiny a spory toxigenních hub – přechod mezi pásovými dopravníky
Foto Jiří Bradna

vřenými pásovými či řetězovými dopravníky, kdy dochází vlivem otřesů ke spadu prachu z konstrukčních prvků umístěných přímo nad dopravníky (obr. 4). Rizikovými místy jsou také přechody mezi jednotlivými typy dopravníků (obr. 5 a 6) i nevyčištěné dopravní pásy a místa na dopravnících pod klapkami pro regulaci rychlosti výpadu zrna na pás. Kromě ohrožení hygienické kvality obilovin je třeba

brát v úvahu značné zdravotní zatížení obsluhy pobyt v kontaminovaném pracovním prostředí.

Mimořádně vysoké nálezy ochratoxinu A v zrna sladovnického ječmene z halového skladu z navlhle části hromady v místě průniku vody ze střešní konstrukce, stejně jako v zrna ponechaném více let ve spárách zdi jsou připomenutím, že je třeba věnovat dostatečnou pozornost technickému stavu skladu.

V průběhu skladování mohou mikroorganismy přítomné v obilkách vytvářet mykotoxiny. K počáteční kolonizaci zrn houbami může docházet buď již na poli (zejména *Fusarium*), nebo později v průběhu uskladňování (zejména *Penicillium*, *Aspergillus*). Vliv na přítomnost mykotoxinů mají podmínky prostředí (vlhkost, teplota), kvalita uskladněného zrna i stav hygieny skladů. *

Výsledky byly získány a zpracovány v rámci řešení projektu MZe ČR QJ1510204.

Oponentský posudek vypracovala doc. Ing. Evženie Prokinová, CSc., z České zemědělské univerzity v Praze.

Literatura:

TANGNI E. K., PUSSEMIER L. (2006): Ochratoxin A and citrinin loads in stored wheat grains: impact of grain dust and possible prediction using ergosterol measurement. *Food Addit Contam.*, 23:181-189.
VISAGIE C. M., VARGA J., HOUBRAKEN J., MEIJER M., KOCSUBE S., YILMAZ N., FOTEDAR R., SEIFERT K. A., FRISVAD J. C. ET SAMSON R. A. (2014): Ochratoxin

production and taxonomy of the yellow aspergilli (*Aspergillus* section *Circumdati*). *Studies in Mycology* 78: 1–61.

STREIT, E., NAEHRER, K., RODRIGUES, I., SCHATZMAYR, G. (2013): Mycotoxin occurrence in feed and feed raw materials worldwide: long-term analysis with special focus on Europe and Asia. *J. Sci. Food Agric* 2013; 93: 2892–2899



RNDr. Ivana Polišenská, Ph.D.¹,

Ing. Jiří Bradna, Ph.D.²,

Ing. Ondřej Jirsa, Ph.D.¹,

RNDr. David Novotný, Ph.D.³,

Dr. Ing. Jaroslav Salava³,

Ing. Irena Sedláčková¹,

¹Agrotest fyto, s. r. o.,

²Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.

³Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.

Precizní zemědělství na každou farmu

Podobně jako jiné oblasti nezůstává ani zemědělství stranou při využití schopností bezpilotních létajících prostředků – dronů. Drony mohou v mnohém farmářům usnadnit život a přispět k úspoře nákladů.

Výhodou dronů je schopnost přinést aktuální obrazová data ve velkém rozlišení. Asi každý se setkal s fotomapami, které jsou zdarma dostupné na internetu. Jsou skvělé, ale nemívají potřebné rozlišení a ukazují stav často minulé. Drony dnes umožňují levně a rychle získat kvalitní mapu s centimetrovým rozlišením pořizovanou v době, kdy ji farmář potřebuje nejvíce. Podle stavu vegetace je možné zvýšit aplikační dávky přípravků nebo osiva v místech, kde rostliny vykazují vyšší míru stresu, a naopak.

Vešle běžné kamery můžeme ke snímání zemědělských pozemků použít i multispektrální kameru a získat snímky infračervené části spektra, které je jinak pro lidské oko neviditelné. Mapa vzniklá z multispektrálních snímků poskytuje podstatně více informací o stavu porostů, ale i půdy než běžná mapa.

Stav vegetace se na mapě zobrazuje nejčastěji v podobě vegetačního indexu NDVI. Takto zpracovaná mapa zobrazuje stresovaná místa a barevně je odliší od míst, kde problém není. Výsledná mapa rozděluje pole na několik oblastí a upozorní na místa, kterým je potřeba věnovat zvýšenou péči, což dříve bylo možné pouze z družicových dat. Dnes cenná data pomohou získat drony, a to s rozlišením několika málo centimetrů. Mapy pořízené drony se postupně stávají součástí běžné zemědělské praxe.

Hlavním důvodem rostoucí vlny zájmu o precizní mapování s využitím dronů je cena a návratnost nákladů na mapování. Číslo hovoří za vše. Každý, kdo se rozhodne utratit prostředky za mapové podklady, očekává, že mu získaná data přinesou úsporu větší, než byla vstupní cena.

Cena za poskytnutá data se, v závislosti na velikosti mapované plochy, pohybuje v rozpětí od 80 do 200 Kč/ha. Evropské zkušenosti říkají, že úspora v podobě menších dávek hnojiv, pesticidů a jiných přípravků je průměrně přes 1000 Kč/ha. Prospěšnost přírodě je dalším bonusem.

Precizní mapování dronem často využívají velké zemědělské podniky a provozovatelé moderních strojů vybavených přesnými GPS technologiemi, do kterých se přímo nahraje mapový výstup. Stále častěji jej však využívají i ti, kdo provozují starší stroje bez automatického dávkování a GPS. Výborných výsledků při optimálním dávkování přípravků je možné dosáhnout i s obyčejným tabletem, do kterého je nahraná mapa vegetačního indexu. Podle aktuální polohy stroje je možné upravit dáv-



kování v závislosti na zjištěném stavu zemědělských plodin, jak jej zobrazuje mapa.

I když je mapování největší příležitostí pro uplatnění dronů v zemědělství, není zdaleka jedinou. Velmi užitečné je například mapování škod na zemědělských pozemcích nebo dokumentace a prezentace.

Zavolejte nám nebo navštivte naše stránky www.easymap.cz a zjistěte více. Připravíme vám nabídku šitou na míru. *

EASYmap a. s.