



Mykotoxiny v obilninách - souhrn informací roku 2024

RNDr. Ivana Polišínská, Ph.D., Ing. Ondřej Jirsa, Ph.D.; Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž

Obilniny, stejně jako ostatní zemědělské komodity, mohou být kontaminovány některými nežádoucími látkami. Mezi jinými také mykotoxiny, což jsou produkty mikroskopických hub, které na obilninách vegetují a využívají je jako svůj zdroj živin. Nejčastější příčinou kontaminace mykotoxiny je napadení klasů houbami rodu *Fusarium*, zejména pokud jsou k tomu v období kvetení příznivé podmínky, jako je vlhko a teplo. Protože mykotoxiny jsou látky toxické pro lidi i pro zvířata, je obsah nejvýznamnějších z nich limitován, a to v potravinářských i krmných obilninách.

Změny v limitech pro deoxynivalenol (DON)

V roce 2024 došlo ke změně v limitech pro obsah fuzariových mykotoxinů v potravinářských obilninách. Byl o něco zpřísněn limit pro obsah deoxynivalenolu (DON) - maximální povolený obsah v pšenici, ječmeni a žitě pro potravinářské účely je nyní 1 000 µg/kg, místo původních 1 250 µg/kg. V kukuřici a pšenicí tvrdé (*T. durum*) je to nyní 1 500 µg/kg, původně 1 750 µg/kg. Limity pro obsah zearalenonu (ZEA) zůstávají v platnosti tak, jak byly zavedeny v roce 2006, tj. pro potravinářské obilniny (pšenice, ječmen, žito, oves) platí max. 100 µg/kg, pro kukuřici max. 350 µg/kg.

T-2 a HT-2 toxiny patří nyní mezi limitované

Nově byly po dlouhých diskusích zavedeny limity pro obsah T-2 a HT-2 mykotoxinů, ve formě jejich sumy. Limit je různý pro různé druhy obilnin, a to ve velkém rozmezí od 50 do 1 250 µg/kg. O jaké mykotoxiny se vlastně jedná a proč se limity pro jednotlivé druhy obilnin tolik liší? T-2 a HT-2 toxiny jsou, podobně jako DON, mykotoxiny fuzariové, tj. jsou důsledkem napadení klasů patogeny rodu *Fusarium*. Avšak na rozdíl od DON, který je produkován

zejména druhem *F. graminearum*, za kontaminaci obilnin T-2 a HT-2 toxiny jsou zodpovědné hlavně druhy *F. sporotrichioides* a *F. langsethiae*, které jako hostitelskou obilninu preferují oves, a také ječmen, zatímco pšenici, žito a kukuřici napadají méně. Odpovídají tomu i **nově stanovené maximální limity**, nejvíce benevolentní je limit pro oves (max. 1 250 µg/kg), nižší je pro sladovnický ječmen (max. 200 µg/kg; ostatní ječmen max. 150 µg/kg), ještě nižší pro kukuřici a pšenici tvrdou (100 µg/kg), a nejprísnější požadavky jsou v tomto ohledu kladeny na pšenici a žito (50 µg/kg). Druhy *F. sporotrichioides* a *F. langsethiae* mají raději vlhčí a chladnější podmínky, proto je výskyt T-2 a HT-2 toxinů častější v zemích severní Evropy, vyskytují se ale i u nás.

Sklerocia námele obsahují námelové alkaloidy

Mezi mykotoxiny patří také námelové alkaloidy, obsažené ve sklerociích houby paličkovice nachové (*Claviceps purpurea*), která způsobuje běžnou chorobu obilnin - námelovitost. **Maximální obsah sklerocií námele** v nezpracovaných potravinářských obilninách je 0,2 g/kg (0,02 %). Pro žito platilo určité přechodné období,

do 30. 6. 2025 je možná vyšší hodnota (max. 0,5 g/kg) a přísnější limit 0,2 g/kg, stejný jako pro ostatní obilniny, platí od 1. 7. 2025.

Žito je námelem ze všech obilnin napadáno nejčastěji, příznaky a průběh onemocnění jsou však u všech rostlinných druhů stejné. Spory houby infikují kvetoucí obilniny a trávy. V infikovaných klasech se následně místo zrna vyvíjí sklerocia, což jsou purpurově-fialovo-černé tvrdé útvary, ve kterých je přítomná houba v klidovém stadiu.

Obsah sklerocií v obilninách se hodnotí vizuálně a vyjadřuje se jako hmotnost sklerocií v g/kg zrna. Laboratorní stanovení se provádí ze vzorku zrna o hmotnosti alespoň 1 kg. Nejprve se na obsah sklerocií vyšetří 1 podvzorek o hmotnosti 0,5 kg a pokud je obsah menší nebo roven 50 % maximálního limitu, je vzorek v souladu s maximálním limitem a nemusí se provádět rozbor 2. podvzorku. Je-li výsledek vyšší než 50 % maximálního limitu, je třeba vyšetřit další podvzorek pro kontrolu souladu s maximálním limitem se použije průměr výsledku z těchto dvou podvzorků.

Pro úplnost je třeba uvést, že byly zavedeny limity i pro námelové alkaloidy, a to v mlýnských výrobcích. V nezpracovaných potravinářských obilninách určených pro další zpracování limity pro námelové alkaloidy stanoveny nejsou. Analýza námelových alkaloidů je prováděna ve specializovaných laboratořích, používá se metoda kapalinové chromatografie.

Sledování výskytu fuzariových mykotoxinů v ČR

Sledování výskytu fuzariových mykotoxinů je součástí celorepublikového hodnocení sklizňové kvality potravinářských obilnin, které je prováděno v laboratoři Agrotestu v Kroměříži a je podporováno Ministerstvem zemědělství. Obsah fuzariových mykotoxinů, deoxynivalenolu (DON) a zearalenonu (ZEA), je každoročně hodnocen u 100 vzorků pšenice, 60 vzorků ječmene a 20 vzorků kukuřice. V roce 2024 byl v těchto vzorcích poprvé hodnocen také obsah nově limitovaných T-2 a HT-2 toxinů.

Úroveň kontaminace není možné popsat jen jedním číslem, pro zhodnocení celkové situace je třeba vzít v úvahu podíl kontaminovaných vzorků, podíl vzorků nad maximální přípustný limit, a také hodnotu mediánu (hodnota obsahu u prostředního vzorku v řadě, tj. kdy 50 % vzorků má obsah nižší než tato hodnota) a 90 % percentilu (tj. 90 % vzorků má hodnotu nižší než tato hodnota). Informativní hodnotu má také průměrná, minimální a maximální hodnota. Obsahy jsou uváděny v mikrogramech/kilogram (µg/kg = ppb). Podílem kontaminovaných vzorků se rozumí podíl vzorků s obsahem daného mykotoxinu nad limit detekce analytické metody používané v dané laboratoři, v našem případě je to pro DON 20 µg/kg, pro ZEA 2 µg/kg a pro sumu T-2 a HT-2 10 µg/kg.

Mykotoxiny ve sklizni obilnin 2024 - deoxynivalenol (DON)

Ze sklizně 2024 bylo mykotoxinem DON kontaminováno 61 % vzorků pšenice, 50 % vzorků ječmene a 100 %, tj. všechny, vzorky kukuřice (graf 1). U pšenice a ječmene je to ve srovnání s lety 2023 a 2022 více (2023: pšenice 14 %, ječmen 10 %; 2022: pšenice 43 %, ječmen 28 %). U kukuřice je podíl kontaminovaných vzorků stabilně vysoký - ve všech třech letech byl DON zjiš-



Námel



Palice kukuřice napadená houbovými chorobami



těn u všech vzorků. Maximální limitní hodnoty jsou zejména u ječmene a pšenice překračovány jen zřídka (tab. 1). U ječmene k překročení nedošlo v žádném ze tří hodnocených let, u pšenice a kukuřice vždy ve dvou letech ze tří, a to u pšenice v letech 2022 a 2024 (shodně u 3 % vzorků), u kukuřice v letech 2022 a 2023 (shodně u 5 % vzorků).

Kukuřice měla obecně vyšší úroveň kontaminace než pšenice, a zejména ječmen. Potvrzují to zejména hodnoty mediánu a 90 % percentilu. Medián se u kukuřice v jednotlivých letech pohyboval mezi 91–707 µg/kg, zatímco u pšenice od <20 po 26 µg/kg a u ječmene nepřekročil 20 µg/kg. Hodnoty 90 % percentilu se u kukuřice pohybovaly mezi 492–1 006 µg/kg, u pšenice 26 až 358 µg/kg a u ječmene <20 až 208 µg/kg. Podle těchto ukazatelů je možné seřadit úroveň kontaminace DON v hodnocených letech pro jednotlivé plodiny v pořadí: ječmen < pšenice < kukuřice. Nižší úroveň kontaminace pšenice ve srovnání s kukuřicí, a naopak vyšší ve srovnání s ječmenem, je uváděna i v průzkumech z jiných zemí. Neznamená to však, že by v tomto ohledu nemohly být výjimky. Výsledky se také mohou lišit v závislosti na ročníku. Důvodem je, že pro napadení klasovými fuzárii má význam hlavně počasí v období kvetení a následně pak v období dozrávání a vegetační fáze kukuřice jsou oproti pšenici a ječmeni výrazně posunuté.

Z hodnocených 3 let byla u pšenice a ječmene nejvyšší úroveň kontaminace v roce 2024, zatímco u kukuřice v roce 2022. U pšenice byly v některých letech nalezeny vyšší maximální hodnoty obsahu DON než u kukuřice, důvodem může být skutečnost, že u pšenice je analyzováno výrazně více vzorků (100)

Tab. 1: Obsah DON v pšenici, ječmeni a kukuřici v ČR (2022–24)

	2022			2023			2024		
	pšenice	ječmen	kukuřice	pšenice	ječmen	kukuřice	pšenice	ječmen	kukuřice
Průměr ¹ (µg/kg)	392	78	771	131	50	501	267	105	222
Medián (µg/kg)	<20	<20	707	<20	<20	399	26	20	91
Min. (µg/kg)	<20	<20	107	<20	<20	24	<20	<20	22
Max. (µg/kg)	4 672	268	2 680	527	113	2 041	5 034	492	1 386
Podíl pozitivních vzorků (%)	43	28	100	14	10	100	61	50	100
Podíl nadlimitních vzorků ² (%)	3	0	5	0	0	5	3	0	0
90% percentil	276	52	1 006	26	<20	849	358	208	492

Pozn.: ¹průměr z pozitivních vzorků, tj. vzorků s obsahem DON vyšším než limit kvantifikace (LOQ = 20 µg/kg),
²pšenice a ječmen více než 1 000 µg/kg, kukuřice více než 1 500 µg/kg

Tab. 2: Obsah zearalenonu (ZEA) v pšenici, ječmeni a kukuřici v ČR (2022–24)

	2022			2023			2024		
	pšenice	ječmen	kukuřice	pšenice	ječmen	kukuřice	pšenice	ječmen	kukuřice
Průměr ¹ (µg/kg)	8	<2	63	17	<2	43	14	5	30
Medián (µg/kg)	<2	<2	37	<2	<2	5	<2	<2	<2
Min. (µg/kg)	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Max. (µg/kg)	8	<2	312	82	<2	140	179	5	88
Podíl pozitivních vzorků (%)	3	0	86	6	0	68	11	2	38
Podíl nadlimitních vzorků ² (%)	0	0	0	0	0	0	1	0	0
90% percentil	<2	<2	138	<2	<2	91	2	<2	45

Pozn.: ¹průměr z pozitivních vzorků, tj. vzorků s obsahem ZEA vyšším než limit kvantifikace (LOQ = 2 µg/kg),
²pšenice a ječmen více než 100 µg/kg, kukuřice více než 350 µg/kg

než u kukuřice (20), a je proto vyšší pravděpodobnost zachytu vysokých hodnot, které jsou ojedinělé.

Mykotoxiny ve sklizni obilnin 2024 - zearalenon (ZEA)

Zearalenon se vyskytoval u všech obilnin méně často a v nižších koncentracích než DON. Podíl vzorků pšenice kontaminovaných ZEA ze sklizně 2024 byl 11 %, ječmene 2 % a kukuřice 38 % (graf 2). Rozdíl mezi úrovní kontaminace jednotlivých obilnin byl zřejmý ve všech třech letech - nejvíce byla vždy kontaminována kukuřice, nejméně ječmen. U ječmene nebyl ZEA v letech 2022 a 2023 vůbec zjištěn, v roce 2024 pouze ojediněle a hodnoty byly nízké. U pšenice se vyskytoval v letech 2022 a 2023 sporadicky (u 3 a 6 % vzorků) a hodnoty nepře-

kročily limitní hodnotu 100 µg/kg, v roce 2024 byl zjištěn u přibližně 1/10 vzorků a u 1 % byl obsah nadlimitní (179 µg/kg) (tab. 2). U kukuřice je ZEA častým kontaminantem - v roce 2023 byl nalezen u 68 % a 2022 u 86 % vzorků. Limitní hodnota, která je u kukuřice vyšší (350 µg/kg) než u pšenice však překročena nebyla, nejvyšší zjištěná hodnota byla 312 µg/kg (2022). Rok 2022 byl rokem s nejvyšší úrovní kontaminace kukuřice mykotoxiny DON i ZEA, což odpovídá tomu, že oba tyto mykotoxiny jsou produkovány stejnými druhy *Fusarium*.

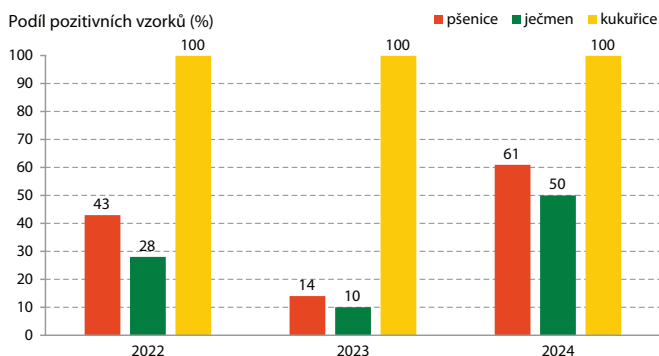
Mykotoxiny ve sklizni obilnin 2024 - T-2 a HT-2 toxiny

Sledování T-2 a HT-2 toxinů bylo prováděno poprvé v roce 2024, jako reakce na zavedení limitů. Ze

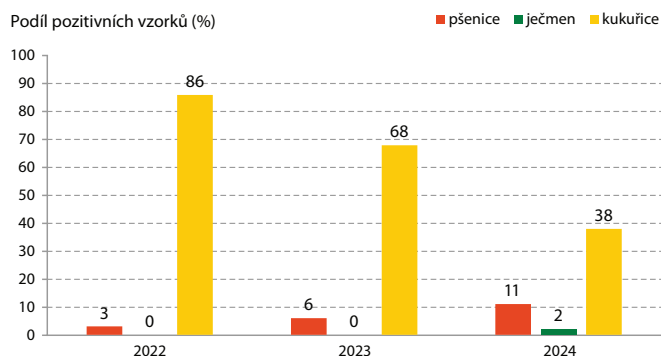
sklize 2024 byly tyto mykotoxiny zjištěny u 23 % vzorků pšenice, 53 % vzorků ječmene a 29 % vzorků kukuřice (graf 3). Limit nesplnily u pšenice a ječmene shodně 3 % vzorků, u kukuřice 5 % (tab. 3).

Rozdíly v četnosti kontaminovaných vzorků a v hodnotách obsahu u jednotlivých plodin odpovídají přibližně rozdílu se výši limitů. U pšenice, která má limit pro maximální obsah nejpřísnější (50 µg/kg), byla kontaminována necelá čtvrtina vzorků a hodnoty se pohybovaly do max. 71 µg/kg, u kukuřice s dvojnásobným limitem (100 µg/kg) byla kontaminována přibližně třetina vzorků s hodnotami max. 162 µg/kg a u ječmene s nejvyšším maximálním limitem (200 µg/kg) byla kontaminována více než polo-

Graf 1: Podíl vzorků pšenice, ječmene a kukuřice s pozitivním obsahem DON (>20 µg/kg, 2022–24, ČR)



Graf 2: Podíl vzorků pšenice, ječmene a kukuřice s pozitivním obsahem ZEA (>2 µg/kg, 2022–24, ČR)





vina vzorků a hodnoty dosáhly až 258 µg/kg. Zatím jsou však k dispozici výsledky pouze z 1 roku, a proto na obecnější závěry o výskytu těchto mykotoxinů u nás bude nutné počkat na výsledky z dalších sklizní.

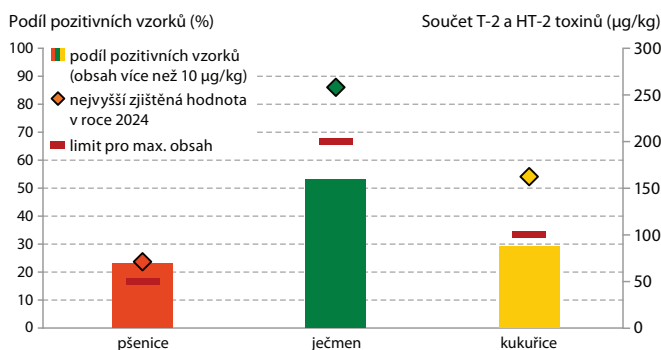
Pšenice tvrdá je náchylná ke kontaminaci mykotoxiny

V současné době se v teplejších oblastech ČR, zejména na jižní a střední Moravě, začíná stále více pěstovat pšenice tvrdá (*Triticum durum*). Ačkoliv na poli je porost tvrdé pšenice na první pohled těžko k rozeznání od pšenice seté (*Triticum aestivum*), jedná se o dva rozdílné botanické druhy pšenice. Jméno pro tvrdou pšenici pochází

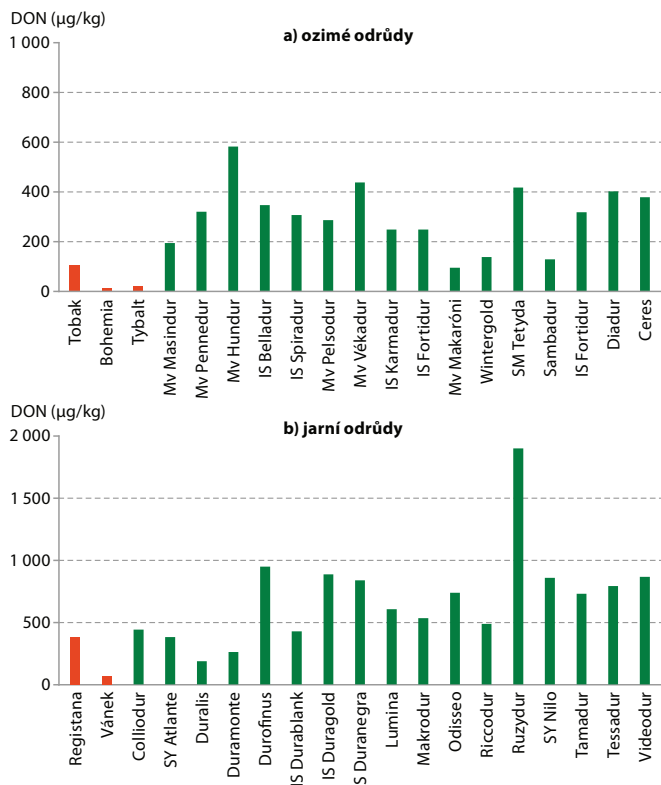
z latiny, ve které „durum“ znamená „tvrdý“. Zrna jsou ve srovnání s pšenicí setou o něco větší, jsou jantarově zbarvená a jejich typickým rysem je sklovitost endospermu. Hlavním způsobem využití je výroba těstovin. Tvrdá pšenice má vyšší nároky na teplo, proto se jí nejlépe daří v oblastech s dlouhým, teplým a suchým létem.

V Evropě je pěstována hlavně ve Středomoří, odkud také pochází a kde její pěstování převládá nad pěstováním pšenice seté. Jinak má podobné nároky jako pšenice setá, pěstovaná pro potravinářské účely. Není příliš vhodná pro extenzivní technologii pěstování - vyžaduje

Graf 3: Úroveň kontaminace pšenice, ječmene a kukuřice s pozitivním obsahem T-2 a HT-2 toxinů (>10 µg/kg, 2024, ČR)



Graf 4: Obsah DON v různých genotypech pšenice tvrdé ve srovnání s kontrolními odrůdami pšenice seté



Tab. 3: Obsah T-2 a HT-2 toxinů vyjádřených jako jejich suma v pšenici, ječmeni a kukuřici v ČR (2024)

	2024		
	pšenice	ječmen	kukuřice
Průměr ¹ (µg/kg)	20	52	48
Medián (µg/kg)	<10	10	<10
Min. (µg/kg)	<10	<10	<10
Max. (µg/kg)	71	258	162
Podíl pozitivních vzorků (%)	23	53	29
Podíl nadlimitních vzorků ² (%)	3	3	5
90% percentil	13	79	34

Pozn.: ¹průměr z pozitivních vzorků, tj. vzorků se sumou T-2 a HT-2 vyšší než limit kvantifikace (LOQ = 10 µg/kg),
²pšenice více než 50 µg/kg, ječmen více než 200 µg/kg a kukuřice více než 100 µg/kg

vyšší dávku dusíku, regulaci porostu a dobré fungicidní ošetření klasů. Pšenice tvrdá je ve srovnání s pšenicí setou náchylnější na napadení patogeny *Fusarium* a v důsledku toho může být více kontaminována fuzariovými mykotoxiny. Proto je vhodné, pokud možno, neset tvrdou pšenici po předplodině kukuřici.

Obsah DON v kroměřížských pokusech s pšenicí tvrdou

Limit pro maximální obsah DON v pšenici tvrdé je 1 500 µg/kg, stejně jako v kukuřici, zatímco v pšenici seté je to max. 1 000 µg/kg. Také limit pro T-2 a HT-2 toxiny je u pšenice tvrdé a kukuřice shodný (100 µg/kg) a vyšší než u pšenice seté (50 µg/kg). Naopak limit pro obsah ZEA se u pšenice tvrdé a seté neliší (100 µg/kg), zatímco u kukuřice je vyšší (350 µg/kg).

Výskyt mykotoxinů v pšenici tvrdé nebyl u nás zatím systematicky sledován, ale vyšší náchylnost pšenice tvrdé ke kontaminaci mykotoxiny se každoročně projevuje v našich pokusech. Např. v roce 2024 byly v Kroměříži založeny pokusy se 16 ozimými a 17 jarními odrůdami pšenice tvrdé spolu s kontrolními odrůdami pšenice seté, u ozimů byly jako kontroly zařazeny odrůdy Bohemia, Tybal a Tobak, u jařin Registana a Vánek. U ozimých odrůd pšenice tvrdé se obsah DON pohyboval mezi 96–583 µg/kg, s průměrem 304 µg/kg. Z kontrolních odrůd pšenice seté byl DON zjištěn pouze u odrůdy Tobak, která je známá svou náchylností, a to 105 µg/kg, u odrůd Bohemia a Tybal DON zjištěn vůbec nebyl (graf 4a). U jarních odrůd pšenice tvrdé byl průměrný obsah 768 µg/kg, a to od 204 po 2 090 µg/kg, u kontrolní odrůdy pšenice seté Registana 419 µg/kg, u odrůdy Vánek 75 µg/kg (graf 4b).

Pokusy nebyly fungicidně ošetřeny do klasů, předplodinou byla řepka. I když však průměrný obsah u odrůd pšenice tvrdé byl ve srovnání s pšenicí setou vyšší, limit 1 500 µg/kg u ozimů překročen nebyl vůbec a u jařin pouze u 1 odrůdy. Výsledky však vyšší náchylnost pšenice tvrdé jednoznačně potvrdily a je zřejmé, že u pšenice tvrdé je potřeba věnovat patřičnou pozornost fungicidní ochraně klasů a následně po sklizni kontrole obsahu mykotoxinů v zrna.

Souhrn

Nejvýznamnějším faktorem, který ovlivňuje napadení klasů obilnin patogeny *Fusarium* a následnou kontaminaci zrna mykotoxiny, je **průběh počasí** v konkrétním vegetačním ročníku. Příznivé je zejména vlhké počasí v období kvetení, kdy jsou klasy vůči infekci nejcitlivější. **Jednotlivé obilniny se v úrovni kontaminace mezi sebou liší.** Dlouhodobě nejčastěji jsou u nás mykotoxiny nacházeny v kukuřici, a to zejména DON a ZEA. První výsledky ukazují, že nově limitované T-2 a HT-2 toxiny by mohly být problémem spíše u ječmene, toto však bude teprve předmětem dalšího sledování. I když je u nás výskyt fuzariových mykotoxinů poměrně častý, maximální limitní hodnoty dané legislativou jsou překračovány jen ojediněle.

Článek vznikl s využitím institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Agrotest fyto, s.r.o. (MZE-RO1123) a projektu QK22010029. Získávání údajů o kontaminaci obilnin v ČR mykotoxiny je podporováno MZe ČR (Smlouva č. (DMS) 270-2024-13121), poděkování patří také všem pěstitelům obilnin poskytujících dobrovolně vzorky pro účely tohoto sledování.

8