

Vliv termínu aplikace fungicidů v kukuřici na obsah mykotoxinů v zrnu a výnos (Influence of fungicide application term in corn on grain mycotoxin content and yield)

Tomáš Spitzer, Markéta Hambálková
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

Souhrn: Ve dvouletých pokusech s aplikacemi dvou fungicidů ve třech aplikačních termínech byl sledován obsah mykotoxinů DON (deoxynivalenol), ZEA (zearalenon) a FUMO (fumonisin) v zrnu kukuřice a vliv na výnos. V roce 2018 bylo napadení houbami rodu *Fusarium* velmi nízké a aplikace fungicidů neměly pozitivní vliv na výnos ani obsah mykotoxinů. V roce 2019 bylo vyšší napadení a také vyšší obsahy mykotoxinů. Došlo k navýšení výnosu, což ukazuje na zlepšenou kondici rostlin po aplikacích fungicidů, ale na obsahy mykotoxinů byl vliv spíše negativní a došlo opět ke zvyšování obsahů. Problém bude zřejmě v tom, že od termínu aplikací fungicidů v době kvetení kukuřice a dobou sklizně je velmi dlouhý časový úsek 3–4 měsíců a o konečných množstvích mykotoxinů v zrnu může rozhodnout až podzimní počasí. Měsíc říjen 2018 byl srážkově normální a listopad 2018 suchý, oba pak silně teplé, zatímco v roce 2019 byl říjen vlhký a teplý a listopad normální srážkově a mimořádně teplý. Na dobré podmínky pro vývoj fuzárií v říjnu a listopadu 2019 už fungicidní aplikace provedené termínově do poloviny července neměly žádný přímý vliv.

Klíčová slova: DON (deoxynivalenol), ZEA (zearalenon) a FUMO (fumonisin)

Abstract: The content of mycotoxins DON (deoxynivalenol), ZEA (zearalenone) and FUMO (fumonisin) in maize grain and the effect on yield were monitored in two-year experiments with applications of two fungicides in three application terms. In 2018, infestation by fungi of the genus *Fusarium* was very low and fungicide applications did not have a positive effect on yield or mycotoxin content. In 2019, there was a higher infestation and also higher levels of mycotoxins. There was an increase in yield, which indicates improved plant condition after fungicide applications, but the mycotoxin content was rather negative and the content increased again. The problem will probably be that the deadlines for the application of fungicides at the time of flowering and the time of harvest is a very long period of 3–4 months, and the final amounts of mycotoxins in the grain can only be influenced by the autumn weather. October 2018 was normal in precipitation and November 2018 was dry, both warm, while October 2019 was wet and November 2019 normal in precipitation both warm and extremely warm respectively. The fungicidal applications carried out by mid-July had no direct effect on the good conditions for the development of fusariosis in October and November 2019.

Key Words: DON (deoxynivalenol), ZEA (zearalenon) a FUMO (fumonisin)

Úvod

Osevní plochy kukuřice v posledních letech rostly a zvyšující se podíl této plodiny v osevních postupech zvyšuje tlak chorob, především fuzarióz. Kukuřice je kromě toho také vystavena vyššímu tlaku dalších stresujících faktorů. Mezi ty nejdůležitější v posledních letech řadíme teplotní stres (teplota nebo naopak chlad), stres způsobený suchem (nedostatek vláhy a živin), mechanický stres (krupobití), radiační stres (sluneční záření), ale také stres způsobený napadením škůdci a novými chorobami. Kromě škodlivého vlivu houbových patogenů na zdravotní stav rostlin kukuřice jsou mnozí z těchto patogenů schopni produkovat mykotoxiny. Mezi nejznámější fuzariové mykotoxiny patří DON (deoxynivalenol), ZEA (zearalenon) a FUMO (fumonisin). DON tvoří houby *Fusarium graminearum* a *Fusarium culmorum*. K plodinám, velmi často kontaminovaným fuzariovými mykotoxiny, patří kromě kukuřice také pšenice ozimá, oves a ječmen. Hlavním faktorem výskytu DON toxinu je počasí: vysoká vzdušná vlhkost během kvetení a nízké teploty v období dozrávání. ZEA toxiny jsou tvořeny houbami rodu *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium cerealis* a *Fusarium equiseti*. Nachází se především v kukuřici, sóji, slunečnici a pšenici. K častým kukuřičným mykotoxinům patří také fumonisin, produkovaný fuzárií druhů *F. moniliforme* a *F. proliferatum*. Obvykle platí, že pokud byl v krmivu zjištěn DON, tak na 90 % se zde bude vyskytovat i ZEA. Zearalenon bývá označován jako „nesteroidní hormon“, který blokuje funkci přirozených hormonů, čímž způsobuje poruchy plodnosti.

Nejčastější jsou u nás na obilninách druhy *Fusarium graminearum*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, na kukuřici

také *F. verticillioides*. Výskyt fuzariových mykotoxinů je velmi variabilní v závislosti na ročníku, a kromě počasí je jejich množství ve sklizených obilninách a kukuřici ovlivněno i agrotechnikou. Vliv jednotlivých faktorů může být pro různé mykotoxiny a různé plodiny odlišný. 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. Limit pro DON u kukuřice je 1750 µg/kg, u ZEA 350 µg/kg a u fumonisinů (4000 µg/kg) (Polišenská a kol, 2020).

Materiál a metody

Byly založeny polní pokusy v kukuřici odrůda Hoxmann s velikostí parcel 20 m² ve čtyřech opakováních pro každou pokusnou variantu. Pokusné aplikace a termíny aplikací jsou uvedeny v tabulce č. 1. Použitými fungicidy byl Quilt Excel (azoxystrobin 141,4 g/l + propikonazol 122,4 g/l) v dávce 1 l/ha a Retengo Plus (pyraklostrobin 133 g/l + epoxykonazol 50 g/l) v dávce 1,5 l/ha. Mezi aplikačním termínem na počátku kvetení samičího květenství a plným kvetením byly v obou letech provedeny umělé inokulace porostu kukuřice postříkem konidíí *F. graminearum* a *F. verticillioides*. K aplikaci byl použit rosič SOLO.

Po kombajnové sklizni byly odebrány vzorky zrna a po dosušení na vlhkost 15 % byly analyzovány na obsah DON, ZEA a FUMO. Byla použita imunoenzymatická metoda ELISA.

Výsledky a diskuse

Výsledky výnosů a obsahů mykotoxinů v zrně kukuřice z obou pokusných sezon jsou uvedeny v tabulce č. 1. V tabulce č. 2 jsou uvedeny průměrné teploty a celkové srážky v jednotlivých měsících trvání pokusů v porovnání s dlouholetým průměrem.

Ročník 2018 byl pro růst a vývoj kukuřice příznivý a tomu také odpovídá výnos na kontrole 19,81 t/ha. V období kvetení, které je pro infekci klasů fuzárií rozhodující, to znamená v červnu a červenci, byly tyto měsíce hodnoceny jako celkově silně teplé (červen i červenec) a srážkově suché (červen) a normální (červenec). Celý ročník pak byl hodnocen jako mimořádně teplý a silně suchý. Houbové patogeny včetně fuzárií se téměř nevyskytovaly, a proto i obsah mykotoxinů v zrně byl velmi nízký. ZEA byl v rámci analýzy pod detekovatelnou hranicí a také DON s mírou zjištění v rozmezí 1–24 µg/kg (limitní množství 1750 µg/kg) byl hluboce podlimitní. Obsahy FUMO byly vyšší v rozpětí 929–2968 µg/kg (limitní množství 4000 µg/kg), ale také nepřekročily stanovený limit pro nezpracovanou produkci. Aplikace fungicidů v různých termínech vývoje kukuřice ve většině případů nevedly ke snížení obsahů sledovaných mykotoxinů, a dokonce se pozitivně neprojevovaly ani na výnosu.

Ročník 2019 nebyl pro růst a vývoj kukuřice tak příznivý jako ročník 2018 a tomu také odpovídá výnos na kontrole 11,50 t/ha. Červen a červenec byly hodnoceny jako mimořádně teplé měsíce (červen) a normální (červenec), srážkově pak normální (červen) a vlhký (červenec). Celý ročník pak byl hodnocen jako mimořádně teplý a vlhký. Houbové patogeny, hlavně fuzária, se vyskytovaly velmi silně, a to zvláště koncem vegetace. Obsahy mykotoxinů v zrně byly oproti předešlému roku výrazně vyšší a u DON dosáhly limitních hodnot a v řadě případů je i přesáhly. Obsahy ZEA byly v rámci analýzy opět

podlimitní, ale přesáhly hranici detekovatelnosti. Pohybovaly se v rozmezí 40–128 µg/kg (limitní množství 350 µg/kg). U DON s mírou zjištění v rozmezí 1198–2589 µg/kg (limitní množství 1750 µg/kg) byly obsahy většinou nadlimitní. Obsahy FUMO byly vyšší v rozpětí 1189–1881 µg/kg (limitní množství 4000 µg/kg), ale nepřekročily stanovený limit pro nezpracovanou produkci. Aplikace fungicidů v různých termínech vývoje kukuřice ve většině případů opět nevedly ke snížení obsahů sledovaných mykotoxinů, u DON a FUMO byly obsahy dokonce vyšší než u kontroly. Pozitivně se ale projevovaly na výnosu zvýšením v rozmezí 101–116 %.

I když se jedná o výsledky jen dvouleté, je zřejmé, že v roce, kdy bylo napadení kukuřice houbami rodu *Fusarium* velmi nízké (2018) neměly aplikace fungicidů pozitivní vliv na výnos a u obsahu mykotoxinu FUMO dokonce ke zvýšení obsahu, i když i tak zůstal podlimitní. V roce s vyšším napadením a vyššími obsahy mykotoxinů (2019) došlo k navýšení výnosu, což ukazuje na zlepšenou kondici rostlin po aplikacích fungicidů, ale na obsahy mykotoxinů byl vliv spíše negativní a došlo opět ke zvyšování obsahů. Podobné výsledky získal i Guimaraes, a kol. (2020). Problém bude zřejmě v tom, že od termínů aplikací fungicidů v době kvetení kukuřice a dobou sklizně je velmi dlouhý časový úsek 3–4 měsíců a o konečných množstvích mykotoxinů ve sklizeném zrně může rozhodnout až podzimní počasí. V roce 2018 byly měsíce říjen a listopad normální a suché, pokud jde o srážky a silně teplé, zatímco v roce 2019 vlhký a srážkově normální a teplý a mimořádně teplý. Na dobré podmínky pro vývoj fuzarií v říjnu a listopadu 2019 už fungicidní aplikace, provedené termínově do poloviny července, neměly žádný přímý vliv. Bylo by potřeba za příznivých povětrnostních podmínek pro rozvoj fuzarií aplikovat fungicid na podzim, to ale je vzhledem k výšce kukuřice technicky téměř nemožné.

Tab. 1: Výsledky výnosů a obsahů mykotoxinů v zrně kukuřice z pokusných sezon 2018 a 2019

2018			Výnos		DON		FUMO		ZEA	
			v t/ha	v %/K	µg/kg	v %/K	µg/kg	v %/K	µg/kg	v %/K
Kontrola			19,81		12		929			
Quilt Excel	12. 6. 2018	8 listů	17,07	86	24	207	1926	207		
Quilt Excel	15. 6. 2018	zač. kvetení	19,45	98	18	158	2968	319		
Quilt Excel	16. 7. 2018	plné kvetení	18,91	95	9	74	1591	171		
Retengo Plus	12. 6. 2018	8 listů	16,29	82	1	8	2490	268		
Retengo Plus	15. 6. 2018	zač. kvetení	17,22	87	4	35	1642	177		
Retengo Plus	16. 7. 2018	plné kvetení	17,52	88	2	18	1587	171		
2019										
Kontrola			11,50		1198		1189		72	
Quilt Excel	12. 6. 2019	8 listů	11,50	100	2059	172	1754	147	75	104
Quilt Excel	20. 6. 2019	zač. kvetení	11,58	101	1691	141	1881	158	40	56
Quilt Excel	19. 7. 2019	plné kvetení	11,83	103	2250	188	1618	136	63	88
Retengo Plus	12. 6. 2019	8 listů	12,95	113	1970	164	1480	124	108	151
Retengo Plus	20. 6. 2019	zač. kvetení	13,03	113	2589	216	1834	154	128	178
Retengo Plus	19. 7. 2019	plné kvetení	13,37	116	2428	203	1561	131	120	167

Závěr

Dvouleté hodnocení vlivu několika termínů aplikace dvou fungicidů na obsahy mykotoxinů v zrně a výnos nevykázaly pozitivní vliv na snížení obsahu mykotoxinů v zrně. Vliv na zvýšení výnosu se projevil jen v roce 2019, který byl pro vývoj kukuřice z pohledu průběhu počasí nepříznivý.

/Recenzováno/

Literatura

Guimaraes Rafaela Araujo et al.: Integrating a chemical fungicide and *Bacillus subtilis* BIOUFLA2 ensures leaf protection and reduces ear rot (*Fusarium verticillioides*) and fumonisin content in maize. *JOURNAL OF PHYTOPATHOLOGY*, 2020, DOI: 10.1111/jph.12968

Polišenská I., Jirsa O., Sedláčková I.: Mykotoxiny v potravinářských obilovinách. *Agromanuál* 15,2020, 6, s. 27–29.

Poděkování

Tato publikace vznikla za podpory Ministerstva zemědělství – institucionální podpora MZE-RO1118.



Foto: Palice kukuřice napadená fuzáriem

Tab. 2:

Průměrná teplota vzduchu ve vegetačním ročníku 2018

Měsíc	Normál	Průměrná teplota	Odchyłka od normálu	Charakteristika měsíce
	(°C)	(°C)	(°C)	
Březen	4,3	2,4	-1,9	normální
Duben	9,8	14,7	4,9	mimořádně teplý
Květen	14,8	17,9	3,1	silně teplý
Červen	17,5	19,6	2,1	silně teplý
Červenec	19,6	21,2	1,6	silně teplý
Srpen	19,2	23,0	3,8	mimořádně teplý
Září	14,6	16,3	1,7	teplý
Říjen	9,6	11,9	2,3	silně teplý
Listopad	4,2	5,8	1,6	silně teplý
Rok	9,4	11,3	1,9	mimořádně teplý

Normál 30-letý (1981–2010)

Suma srážek v roce 2018

Měsíc	Normál	Suma srážek	Procenta normálu	Charakteristika měsíce
	(mm)	(mm)	(%)	
Březen	34,6	31,8	92	normální
Duben	36,9	17,9	48,5	suchý
Květen	68,5	32,5	47	silně suchý
Červen	82,8	52,4	63	suchý
Červenec	73,1	59,1	81,0	normální
Srpen	63,9	32,2	50	suchý
Září	58,2	89,7	154	vlhký
Říjen	35,8	22,7	63	normální
Listopad	39,7	8,9	22	silně suchý
Rok	578,4	347,2	74,0	silně suchý

Normál 30-letý (1981–2010)

Průměrná teplota vzduchu v roce 2019

Měsíc	Normál	Průměrná teplota	Odchyłka od normálu	Charakteristika měsíce
	(°C)	(°C)	(°C)	
Březen	4,3	7,3	3,0	teplý
Duben	9,8	11,3	1,5	normální
Květen	14,8	12,3	-2,5	studený
Červen	17,5	21,9	4,4	mimořádně teplý
Červenec	19,6	20,1	0,5	normální
Srpen	19,2	21,0	1,8	silně teplý
Září	14,6	15,3	0,7	normální
Říjen	9,6	11	1,4	teplý
Listopad	4,2	7,9	3,7	mimořádně teplý
Rok	9,4	11,0	1,6	mimořádně teplý

Normál 30-letý (1981–2010)

Suma srážek v roce 2019

Měsíc	Normál	Suma srážek	Procenta normálu	Charakteristika měsíce
	(mm)	(mm)	(%)	
Březen	34,6	19,1	55	normální
Duben	36,9	27,9	76	normální
Květen	68,5	101,0	147	vlhký
Červen	82,8	80,0	97	normální
Červenec	73,1	118,8	163,0	vlhký
Srpen	63,9	75,0	117	normální
Září	58,2	77,4	133	normální
Říjen	35,8	56,9	159	vlhký
Listopad	39,7	43,0	108	normální
Rok	578,4	599,1	122,0	vlhký

Normál 30-letý (1981–2010)