

Jelena Lević¹, Slavica Stanković¹,

Aleksandra Bočarov-Stančić²,

¹Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun,

²Bio-ekološki centar, Zrenjanin

POJAVA I SUZBIJANJE TOKSIGENIH VRSTA GLJIVA U USKLADIŠTENOM ŽITU

Izvod. Sadržaj vlage, temperatura, stepen zaraze zrna pre skladištenja, prisustvo insekata, količina polomljenog zrna, prisustvo stranih materija, način sušenja i dužina čuvanja, glavni su činioci koji utiču da li će uskladištena žita (kukuruz, pšenica, ječam i ostale strnine) biti kontaminirana toksigenim gljivama i mikotoksinima. U nas su *Fusarium* vrste potencijalno najznačajnije toksigene vrste, a zatim vrste iz rodova *Aspergillus* i *Penicillium*.

U žitima i njihovim prerađevinama utvrđena je prirodna pojava aflatoksina B₁ i ohratoksina A (*Aspergillus* spp. i *Penicillium* spp.), zearalenona i trihotecena tipa A (T-2 toksin i diacetokscirpenol) (*Fusarium* spp.), čak i u većim koncentracijama nego što je to dozvoljeno prema našim važećim pravilnicima za ishranu ljudi i životinja. Proizvođačima žita, uglavnom, se preporučuju preventivne mere za redukciju pojave potencijalno toksigenih vrsta i njihovih sekundarnih metabolita, kako u poljskim uslovima, tako i tokom čuvanja.

Gljučne reči: kukuruz, pšenica, ječam, skladište, *Fusarium* vrste, mikotoksini, suzbijanje.

Uvod. Čuvanje žita (kukuruz, pšenica i ječam) predstavlja rizik da se u uslovima skladištenja nastavi proces kontaminacije i razvoja toksigenih gljiva započet u polju, tokom berbe i transporta, ili da se taj proces aktivira nakon unošenja žetvenih proizvoda u skladišta. Ukoliko se zaraza toksigenim plesnima odvija neometano u skladištima, mogu nastati velike štete koje se pojavljuju u različitim formama: gubitak boje, promena mirisa i ukusa, gubitak u nutritivnoj vrednosti, kvalitetu mlevenja, kuvanja i pečenja, kontaminiranost mikotoksinima i slično. Često se sve ove promene u kvalitetu dešavaju istovremeno sa gubitkom mase uskladištenih proizvoda. Posledice prisustva kontaminiranog zrna višestruko su štetne, ponajviše za ekonomiju jedne zemlje i zdravlje ljudi i domaćih životinja, što se direktno odražava na standard i blagostanje u društvu.

U svetu se toksigenim vrstama gljiva i mikotoksinima, njihovim toksičnim metabolitima, posvećuje izuzetna pažnja, čak više nego smanjenju prinosa, jer je empirijski i eksperimentalno potvrđeno da mikotoksini, bilo da su uneseni u probavni trakt, inhalirani ili adsorbovani kroz kožu, prouzrokuju različite tipove bolesti ljudi i životinja. Ova oboljenja, poznata kao mikotoksikoze, nisu zarazna i ne mogu se lečiti lekovima, ali se može izbeći da dođe do njihove pojave, ukoliko se spreči razvoj toksigenih gljiva, a time i do biosinteze i akumulacije mikotoksina u zrnu. Mikotoksini su veoma stabilna jedinjenja i ne mogu se uništiti kuvanjem, prerađom ili bilo kojim fizičko-hemijskim ili tehnološkim postupkom.

Polazeći od činjenice da u nas kukuruz, pšenica, ječam i druga žita zauzimaju preko 60% oraničnih površina, da predstavljaju važan segment ekonomije države, uključujući i izvoz, da je svake godine utvrđena pojava potencijalno toksigenih vrsta gljiva i prirodna pojava pojedinih vrsta mikotoksina, a u nekim godinama i epizootije mikotoksikoza, može se reći da je i u Srbiji ovom aspektu potrebno posvetiti ozbiljnu pažnju.

Glavni činioci koji determinišu da li će u skladištima doći do kontaminacije zrna kukuruza, pšenice i ječma sa toksigenim gljivama su sadržaj vlage, tempe-

ratura, stepen zaraze zrna pre skladištenja, prisustvo insekata, količina polomljenog zrna, prisustvo stranih materija, način sušenja, dužina čuvanja i drugi.

Potencijalno najznačajnije toksigene vrste gljiva i mikotoksini. U svetu se jako toksigenim vrstama u poljoprivredi smatraju gljive iz rodova *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium*. U nas su u proizvodnji zrna kukuruza, pšenice i ječma najznačajnije *Fusarium* vrste, a potom *Aspergillus* i *Penicillium* spp.

U svetskim razmerama se smatra da su *F. sporotrichioides*, *F. graminearum* i *F. verticillioides* (= *F. moniliforme*) najznačajnije toksigene vrste u okviru roda *Fusarium*. U našim agroekološkim uslovima u proizvodnji zrna kukuruza značajne su vrste *F. graminearum*, *F. verticillioides* i *F. subglutinans*, a u poslednje vreme i *F. proliferatum* (Tablo II, sl. a-i). U proizvodnji zrna pšenice i ječma značajna je vrsta *F. graminearum*. Osim njih utvrđene su, kako na zrnu kukuruza, tako i na zrnu pšenice i ječma, brojne druge vrste *Fusarium*, potencijalno toksigene, uključujući: *F. tricinctum*, *F. poae*, *F. culmorum*, *F. oxysporum* i dr. (Bočarov-Stančić, A., 1996; Lević, J. i sar., 1997; Bočarov-Stančić, A. i sar., 2001c).

Od preko 300 identifikovanih toksičnih metabolita gljiva, od kojih je 139 fuzariotoksina, samo za 7% mikotoksina je utvrđeno da se pojavljuju u prirodnim uslovima. U svetskim razmerama je utvrđeno da su žita 24% kontaminirana mikotoksinima. Za poljoprivredu od posebnog značaja su: (1) aflatoksini - AB₁ najtoksičniji od svih poznatih metabolita gljiva; (2) deoksinivalenol - najrašireniji mikotoksin u prerađevinama od žita, posebno pšenice i ječma; (3) zearalenon - estrogeni analog često prisutan u kukuruзу i strnim žitima; (4) fumonizini - česti kontaminanti kukuruza i proizvoda na bazi kukuruza i (5) ohratoksini - uglavnom se pojavljuju u područjima s umerenom klimom.

Prema dosadašnjim istraživanjima u Srbiji, u kukuruзу, pšenici i ječmu i njihovim prerađevinama, utvrđena je prirodna pojava aflatoksina B₁ i ohratoksina A (*Aspergillus* spp. i *Penicillium* spp.), zearalenona i trihotecena tipa A (T-2 toksin i diacetoksiscirpenol) (*Fusarium* spp.), čak i u većim koncentracijama (Tab. 1), nego što je to dozvoljeno prema važećim pravilnicima za ishranu ljudi i životinja.

Jedna vrsta roda *Fusarium* može da vrši biosintezu većeg broja mikotoksina. Tako na primer, *F. graminearum* stvara više od 17 mikotoksina, od kojih su najrasprostranjeniji i najznačajniji zearalenoni (F-2 toksin, α - i β -zearalenon) i deoksinivalenol (vomitoksin). *F. verticillioides* proizvodi više od 15 mikotoksina, od kojih su najznačajniji fumonizini. Navedeni mikotoksini se u prirodi, često, pojavljuju u kombinaciji s drugim mikotoksinima i ispoljavaju aditivan (zbirni) ili sinergistički efekat.

Jednom stvoreni mikotoksini ostaju u zrnu i mogu se preneti u mleko, meso i jaja, ili u prerađevine. U nekim slučajevima prerađevine sadrže čak viši nivo mikotoksina, tako da predstavljaju veći rizik za životinje i ljude, nego žita korišćena kao sirovina.

Zearalenoni prouzrokuju hiperestrogenizam kod životinja i prevremeni pubertet kod dece, trihoteceni upalu kože, poremećaje varenja i sindrom unutrašnjeg krvarenja, a najčešće se odražava na slab prirast životinja, dok fumonizini prouzrokuju leukoencefalomalaciju konja, edem pluća svinja i rak jednjaka ljudi.

Tab. 1. - Prirodna kontaminacija žita i nekih njihovih prerađevina mikotoksinima u Srbiji

Mikotoksini*	Vrsta uzorka	Pozitivni uzorci (%)	Sadržaj ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
Aflatoksin B1	Kukuruz	-	16-200
	Pivarski ječam	16,6	3-6
	Pšenični griz	-	4
	Hleb	4,2	300
	Kukuruzni griz		2
Ohratoksin A	Kukuruz	28,0-38,0	10-120
	Ječam	15,0	24
	Pivarski ječam	33,3	100-150
	Pšenično brašno	25	5,7-40
Zearalenon	Kukuruz	6,3-100	50-10.000
	Pšenica	19,5-87,5	200-9.000
	Ječam	31,0	440-800
	Ovas	40,0	200-1.500
	Pšenično brašno	10,0	48-200
	Hleb	-	21-50
T-2 toksin	Kukuruz	38,4-52,0	100-2.500
	Pšenica	33,0	500-750
	Ječam	46,0	375
DAS	Kukuruz	9,6-25,0	500-1.000
	Žitarice	10-25	

* Prilagođeno od autora: Bočarov-Stančić, A. (1996); Bočarov-Stančić, A. i sar. (1991, 1998, 2001a, 2001b, 2001c); Jajić i sar. (2001); Kordić, B. i sar. (1986); Lević, J. i sar. (1993); Protić, N. i Protić (2001); Radišić, M. i sar. (1994); Stojanović, T. (1999); Škrinjar, M. i sar. (1997); Šutić, M. i sar. (1989).

Uslovi za razvoj toksigenih vrsta i biosintezu mikotoksina. Vlažnost i temperatura su najznačajniji činioci za razvoj toksigenih vrsta, kako u polju tako i tokom čuvanja žita. Padavine u vreme cvetanja strnih žita i padavine prvih 10-16 dana (>60 mm) nakon svilanja kukuruza, uz pad temperatura, kao i kombinacija vlažnog perioda i gráda kasno u sezoni kukuruza, pogoduju razvoju *F. graminearum* s posledicom stvaranja jednog ili više mikotoksina (zearalenona i deoksinivalenola). Sinteza ovih mikotoksina se nastavlja i posle berbe, ukoliko su prisutne niže temperature (0° i do 25°C), a vlaga zrna viša od 17%.

S druge strane, topla i suva leta pogoduju razvoju *F. verticillioides* na klipku kukuruza i biosintezi fumonizina, koja započinje s formiranjem zrna, a dostiže maksimum pri 42% vlage zrna (Warfield and Gilchrist, 1999). Slični uslovi pogoduju razvoju vrsta roda *Aspergillus*, mada klimatski uslovi u Srbiji ne predstavljaju povoljne ekološke faktore za biosintezu većih količina ovih mikotoksina.

Oštećenja od kukuruzovog plamenca uslovljavaju za 80% veći intenzitet pojave *F. verticillioides* i *F. subglutinans* i za 15% *F. graminearum* u Austriji (Lew et al., 1991) ili u našim uslovima za 55-69% *F. verticillioides* (Lević, J. i sar., 1995). Istovremeno, u zrnima se povećava sadržaj fumonizina (*F. verticillioides*), moniliformina (*F. subglutinans*), zearalenona i deoksinivalenola (*F. graminearum*) (Lew et al., 1991).

Relativno visok sadržaj zearalenona u kukuruзу može se objasniti uobičajenom praksom u Srbiji da se kukuruz suši prirodnim putem. Ustanovljeno je da je u prirodno sušenom kukuruзу dva puta češća pojava zearalenona (61,2%), nego u veštački sušenom (33,7%) (Kordić, B. i sar., 1986). Kod prirodno sušenog, s početnom vlagom 25-29,5%, ustanovljen je viši nivo zearalenona, nego kod uskladištenog kukuruза sa 11,9-15,5 vlage (Bočarov-Stančić, A. i sar., 1998). Isti autori su utvrdili da prirodno sušen kukuruz sadrži manju koncentraciju T-2 toksina, nego kod veštački sušenog kukuruза.

Način čuvanja žita, takođe, ima uticaja na razvoj *Fusarium* vrsta i biosintezu mikotoksina. Tako naprimer, nivo infekcije pšenice vrstama roda *Fusarium* brzo se smanjuje u toplim i suvim uslovima čuvanja (25°C, 62% RV=relativne vlage), ostaje isti u hladnim i suvim uslovima (15°C, 56% RV), a raste u hladnim i vlažnim (15°C, 84% RV) ili toplim i vlažnim uslovima čuvanja zrna (25°C, 90% RV) (Homdork et al., 2000).

Vlažnost zrna, takođe, ima veliki uticaj na nivo zaraze potencijalno toksigenim vrstama gljiva. Minimalan sadržaj vlage zrna, koji generiše razvoj gljiva tokom čuvanja, zavisi od vrste i iznosi 14% (*A. glaucus*), 15% (*A. ochraceus*), 18% (*A. flavus*), 18-19% (*Fusarium* spp.) ili 16,5-19% (*Penicillium* spp.). Zbog toga, a posebno zbog moguće biosinteze mikotoksina, preporučuje se da zrna koja će biti uskladištena sadrže bezbednu vlažnost (13-15%), ili čak nižu za čuvanje pšenice i ječma.

Brojnost spora gljiva je veća na polomljenim zrnima ili u nečistoćama koje se nalaze sa zrnima kukuruза, a ispucala i isključala zrna su najčešće znak infekcije sa *F. verticillioides*. Koncentracija mikotoksina je veća u malim i svetlim zrnima, polomljenim zrnima ili više u kočanki nego u zrnima. Crnojević i sar. (1980) su ustanovili da jedan gram uzorka neoštećenog kukuruза sadrži 13.000, a oštećenog 430.000 spora, kao i da je oštećen kukuruz negativno delovao na ekonomičnost pri uzgoju svinja, čiji je prosečni dnevni prirast bio smanjen kada je takav kukuruz korišćen u krmnoj smeši.

Procena šteta tokom čuvanja žita. Utvrđivanjem broja i težine oštećenog i neoštećenog zrna u uzorku, npr. 1000 zrna, u mesečnim intervalima, moguće je tokom čuvanja žita odrediti gubitak mase (%) prema formuli:

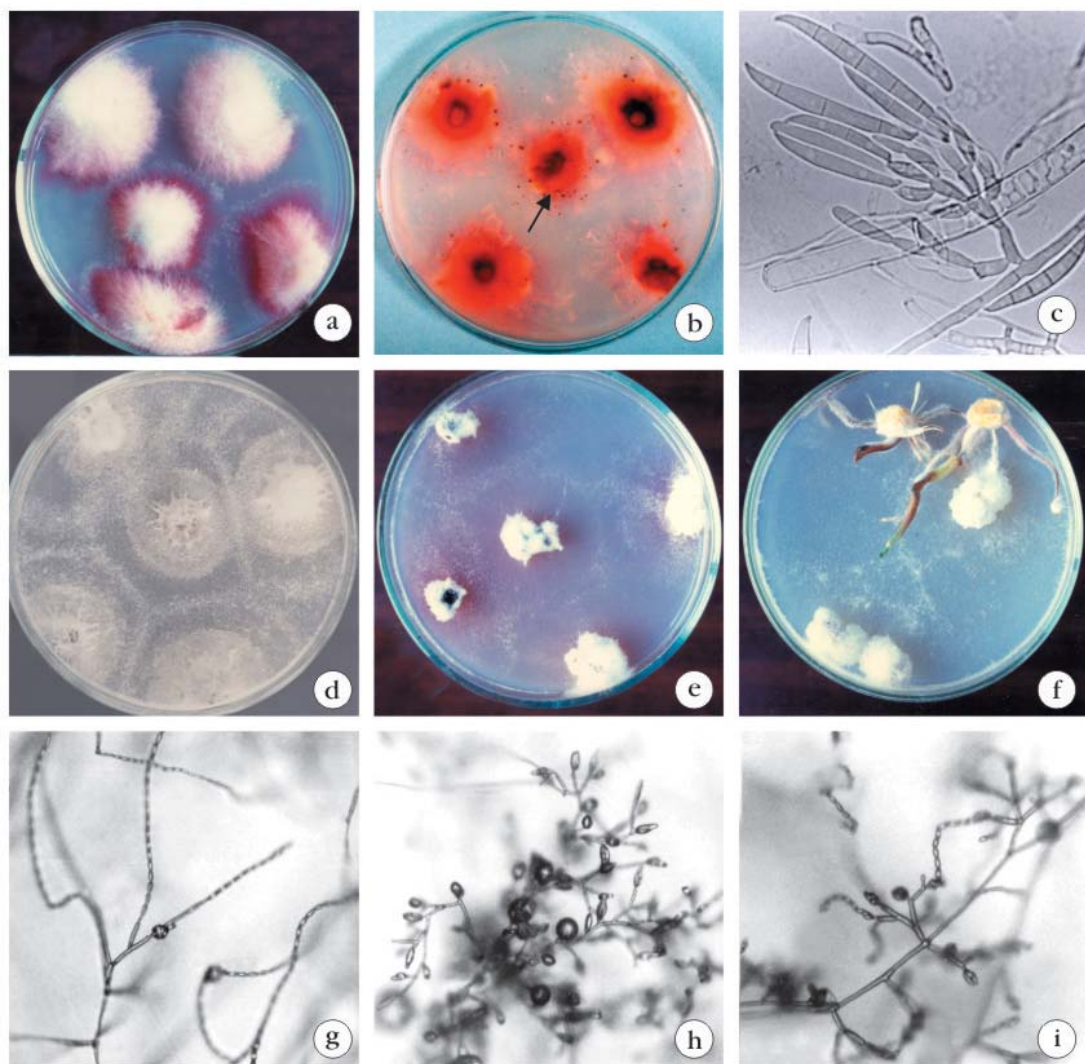
$$(T_n \times B_o) - (T_o \times B_n) / T_n \times (B_o + B_n) \times 100 = \% \text{ gubitka težine zrna}$$

[T_n =težina neoštećenih zrna; B_n =broj neoštećenih zrna; T_o =težina oštećenih zrna; B_o =broj oštećenih zrna]

Ovaj metod se može koristiti ukoliko su velike razlike u veličini i izgledu zrna i ostvarene jake zaraze uzorka.

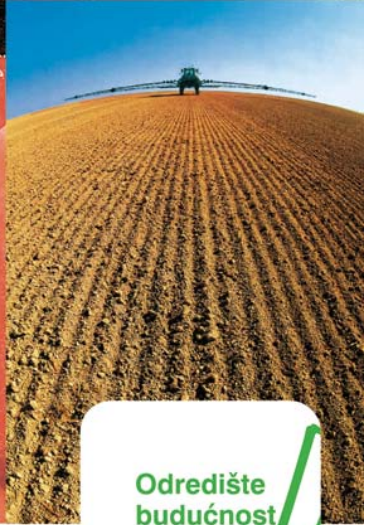
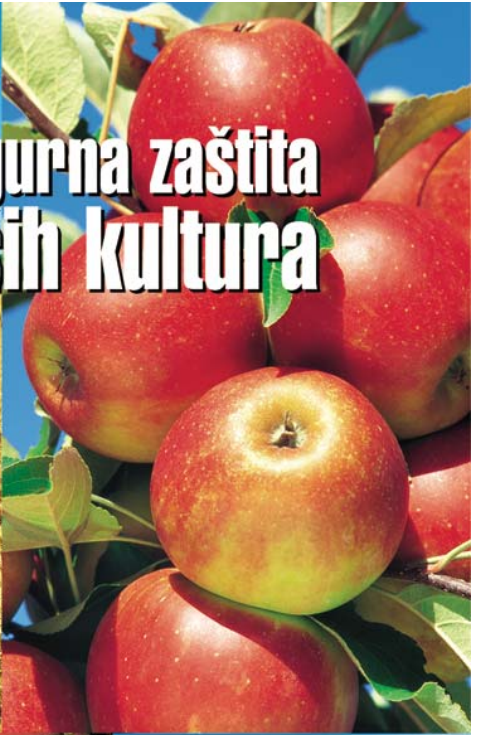
Mere sprečavanja pojave parazita i biosinteze mikotoksina. Preventivnim merama, za sada jedino mogućim, treba uticati na sprečavanje razvoja gljiva u polju i tokom čuvanja, jer bez njihovog razvoja nema ni mikotoksina.

Gajenje manje osetljivih hibrida ili sorti prema parazitima i insektima predstavlja osnovnu preventivnu meru koju treba primeniti u polju. Sa stanovišta truleži klipa, ovo podrazumeva izbor ranostasnih hibrida, koji će sazreti pre nastupanja kišnog jesenjeg perioda, čak i ako je on nastupio ranije i bio veoma dug. Ovakav izbor hibrida omogućava raniju berbu, a time i pravovremenu setvu pšenice.



TABLO II : Najčešće vrste roda *Fusarium* na uskladištenom zrnu kukuruza. Inkubacija zaraženog zrna na hranljivoj podlozi (a-b, d-f) i konidije *in situ* (c, g-i). *F. graminearum* (a-c), *F. verticillioides* (d, g), *F. subglutinans* (e, h) i *F. proliferatum* (f, i). Formirane peritecija *F. graminearum* (= *Gibberella zeae*) na inkubiranim zrnima (b, označeno strelicom), (orig. J. Lević)

sigurna zaštita vaših kultura



**Odredište
budućnost
ovde i sada**

-  fungicidi
-  herbicidi
-  zoocidi
-  specijalni proizvodi

Program zaštite bilja

BASF Jugoslavija d.o.o.
11000 Beograd, Đure Đakovića 78
tel: 011/ 772 999, fax: 011/ 751 743

BASF Aktiengesellschaft
D-67056 Ludwigshafen

BASF

Pšenicu treba tretirati odgovarajućim fungicidima, jer ima efekta na očuvanje prinosa, težine 1000 zrna i broj zrna po klasu, kao i na kontrolu mikotoksina, posebno deoksinivalenola. Optimalno vreme tretiranja pšenice i ječma je kada je 25% klasova cvetalo (najranije - kada je većinom razvijen list zastavičar, najkasnije - tri dana nakon 25% cvetalih klasova, a najlošije - četiri dana nakon cvetanja 25% klasova).

Tokom svih faza berbe, transporta i skladištenja treba izbegavati mehanička oštećenja zrna, pošto je oštećeno zrno osetljivije prema napadu gljiva od neoštećenog. Zrno u vreme berbe treba da ima optimalan sadržaj vlage, na primer, kukuruz s komušinom 23-25% ili bez komušine 25-30%, strna žita 12-17% i sl., tako da se najmanje oštećuje perikarp. Koliko god nije poželjna prerana berba, s visokim sadržajem vlage, isto tako nije poželjno da usev dugo ostane u polju nakon zrenja, jer se povećava rizik od veće akumulacije mikotoksina.

Pre skladištenja žetvenih proizvoda potrebno je temeljito očistiti skladišni prostor od preostalog zrnastog materijala, nečistoća, prašine i drugih stranih materija, biljnih ostataka, plevica, naprslih i slomljenih zrna. Zrna iz polja sa jakim oštećenjima od insekata, suše ili mraza treba skladištiti odvojeno od ostalog zrna.

Sušenje zrna je jedna od najznačajnijih mera "lečenja" ili "ublažavanja" šteta od toksigenih vrsta gljiva. Zrno treba sušiti najmanje do 15% vlage, najbrže što je moguće, ne duže od 24-48 h nakon berbe, a zatim hladiti do 2-5°C i čuvati u suvim (<70% RV) i povremeno provetranim skladištima.

Mogućnosti veštačkog sušenja kukuruza kod nas nisu velike, posebno kod malih proizvođača, a njih je preko 80%. Stoga se kukuruz uglavnom suši prirodnim putem i čuva u koševima. U takvim uslovima treba pažljivo pregledati kukuruz i odbaciti sve klipove sa promenjenom bojom zrna (crvena, ružičasta, ljubičasta, bela, plavozelena, žutosmeđa), ispucalim i iskljalim zrnima (viviparija) i mehanički oštećene klipove, kao i delove kočanke i nečistoće. Smanjenje toksina je jednim delom moguće odstranjivanjem fuzarioznih zrna, pranjem zrna i odstranjivanjem vode u kojoj se uvek detektuje najviše toksina. Postupkom čišćenja na gravitacionom stolu i odstranjivanja jako zaraženih zrna nakon berbe moguće je u izvesnoj meri (5-19%) smanjiti nivo kontaminacije sa vrstama roda *Fusarium* i mikotoksinima (Abbas et al., 1985).

Ne postoje raspoloživi fungicidi za sprečavanje razvoja, odnosno suzbijanje gljiva u skladištima žita za ljudsku upotrebu. Širok spektar plesni u skladištu je jedan problem, a toksičnost prisutnih fungicida prema čoveku je drugi. Registrovano je nekoliko preparata, pod različitim imenom, na bazi organskih kiselina (propionska i izobutirčna kiselina ili mešavine ovih kiselina s amonijum izobutiratom) za tretiranje visoko vlažnog zrna u skladištima ili silaže u cilju sprečavanja razvoja plesni. Ove kiseline neće odstraniti prethodno formirane mikotoksine u zrnu, ali će zaustaviti razvoj gljiva i time dalju biosintezu mikotoksina. S druge strane, postoje preparati za adsorpciju već sintetisanih mikotoksina u žitima, kao jednoj od osnovnih sirovina za proizvodnju krmnih smeša. Pored aktivnog uglja i bentonita, posebno efikasni su preparati na bazi klinoptilolita, kao na primer, Min-a-zel Plus, koji se primenjuju u preventivnim koncentracijama 0,2% ili 0,4%, u slučaju detekcije većih koncentracija mikotoksina u žitima ili krmnim smešama.

Pojava fuzarioza u polju ili skladištima otvara pitanje u kojoj meri se takva žita mogu koristiti u ishrani ljudi i životinja, a da ne prouzrokuju mikotoksikoze. Pozitivan ili negativan odgovor moguće je dobiti na osnovu higijenske ispravnosti žita (broja spora g⁻¹) i analiziranja prisustva mikotoksina. Za ove svrhe odabere se reprezentativan uzorak od 2,5-5 kg, kojeg čini više poduzoraka. Do momenta dostavljanja referentnoj laboratoriji za analize mikotoksina, uzorci se čuvaju u papirnim kesama i na suvom mestu, ako je uzorak suv, ili u plastičnim ili metalnim posudama i u frižideru, ako je uzorak vlažan.

Ukoliko se utvrdi da je prisustvo mikotoksina veće od maksimalno dozvoljenih količina (Sl. list SFRJ, 2/90), tada je najbolja mera dodavanje adsorbenata mikotoksina krmnim smešama ili promena namene korišćenja uskladištenog žita. Umesto za direktnu ishranu ljudi i životinja, može se upotrebiti za proizvodnju skroba i alkohola, jer u njima nije utvrđeno prisustvo toksina, ali ne i za proizvodnju glutena, piva i drugih proizvoda u kojima su mikotoksini utvrđeni (Bennett et al., 1981; Scott and Lawrence, 1995).

Zaključak. Praćenje pojava toksigenih vrsta gljiva i utvrđivanje mikotoksina na uskladištenim žitima (kukuruz, pšenica i ječam), od posebne je važnosti za poljoprivredu Srbije, iz sledećih razloga:

1. žita zauzimaju preko 60% oraničnih površina, a spadaju u grupu najosetljivijih biljnih vrsta prema toksigenim gljivama;

2. u agroekološkim uslovima Srbije, svake godine je utvrđena pojava potencijalno toksigenih vrsta gljiva (*F. graminearum*, *F. verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. oxysporum*, *F. tricinctum*, *F. poae*, *F. culmorum* i/ili druge *Fusarium* vrste, zatim *Aspergillus* spp. i *Penicillium* spp.) i prirodna pojava pojedinih vrsta mikotoksina (afلاتoksin B₁, ohratoksin A, zearaleononi i trihoteceni tipa A: T-2 toksin i diacetoksiscirpenol), a nekih godina i epizootije mikotoksikoza (estrogenizam);

3. posledice zaraženog i kontaminiranog zrna su smanjena biljna proizvodnja, prirast životinja i tehnološka vrednost, kao i potencijalna opasnost po zdravlje ljudi.

Proizvođačima žita, uglavnom, se preporučuju preventivne mere za redukciju pojave potencijalno toksigenih vrsta gljiva i njihovih sekundarnih metabolita, kao što je:

a) gajenje otpornih i ranijih genotipova, optimalne agrotehničke mere, berba u punoj zrelosti, odvajanje zrna s patološkim promenama i česti pregled uskladištenog žita tokom zime i ranog proleća;

b) u industrijskoj proizvodnji domaćih životinja preporučuje se korišćenje preparata za adsorpciju već sintetisanih mikotoksina u žitaricama (Min-a-zel Plus u preventivnim koncentracijama 0,2% ili 0,4%), u slučaju detekcije većih koncentracija mikotoksina u žitima ili krmnim smešama.

Literatura

- Abbas, H.K., C.J. Mirocha, R.J. Pawlosky, D.J. Pusch (1985): Effect of cleaning, milling and baking on deoxynivalenol in wheat. *Appl. Environ. Microbiol.* 50: 482-486.
- Bennett, G.A., A.A. Lagoda, O.L. Shotwell, C.W. Hesseltine (1981): Distribution of aflatoxin and/or zearalenone in wet milled corn products: a review. *J. Agric. Food. Chem.* 26: 1055-1060.

- Bočarov-Stančić, Aleksandra (1996): Uticaj ekoloških i drugih faktora na rasprostranjenje plesni i mikotoksina u žitaricama i mogućnost njihove dekontaminacije. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 140.
- Bočarov-Stančić, Aleksandra, M. Adamović, Milica Milovac, Magdalena Tomašević-Čanović, Aleksandra Daković (2001a): Pregled prisustva mikotoksina u Vojvodini 2002. god. Agroznanje 1: 1-6.
- Bočarov-Stančić, Aleksandra, Milena Gojkov, Dragana Laco (2001b): Zastupljenost mikotoksina u životnim namirnicama na području srednjeg Banata u periodu od 1993-1998. god. IV jugoslovenski simpozijum: Hemija i zaštita životne sredine. Zrenjanin, 193-195.
- Bočarov-Stančić, Aleksandra., Milica Milovac, M. Bokorov (2001c): Mycological and mycotoxicological investigations of barley varieties from Vojvodina. Proceedings of the 14th International Congress "Cereal Bread 2000", 70-73.
- Bočarov-Stančić, Aleksandra, Milica Milovac, Z. Mašić (1998): A survey of natural occurrence of mycotoxins in Yugoslav cereals in 1990-995. In: Proceedings 2, 3rd International Symposium Interdisciplinary Regional Research (Hungary, Romania, Yugoslavia). Novi Sad, September 24-24, 1998, 665-668.
- Bočarov-Stančić, Aleksandra, Marija Škrinjar, T. Stojavljević, Đ. Nađ, T. Odadžić (1991): Kontaminacija zrna kukuruza (rod 1990) toksigenim plesnima i mikotoksinima (aflatoksin B1, ohratoksin A i zearalenon). IV naučni skup o mikotoksinima. Sarajevo.
- Bočarov-Stančić, Aleksandra., Marija Škrinjar, Z. Mašić, S. Pavkov, Biljana Gološin (1997): Natural occurrence of *Fusarium* spp. and fusariotoxins in Yugoslav corn kernels. Cereal Res. Commun. 25: 581-582.
- Crnojević, Z., M. Pešut, H. Zlatić, P. Bosnić, Ž. Dolenc (1980): Uticaj oštećenog kukuruza u krmnoj smeši na prirast i iskorišćavanje hrane svinja u tovu. Agron. glas., 1: 5-15.
- Homdork, S., H. Fehrmann, R. Beck (2000): Influence of different storage conditions on the mycotoxin production and quality of *Fusarium*-infected wheat grain. J. Phytopathol. 148: 7-15.
- Jajić, I., Vojislava Terzić, Verica Jurić, Veselina Radanov Pelagić (2001): Mikotoksini u kukuruzu, sojinoj i suncokretovoj sačmi 1996/2001. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrstarstvo, Novi Sad, 194-200.
- Kordić, Branislava, M. Panin, S. Kandić, A. Lončarević, Marija Muntanola-Cvetković (1986): Rezultati višegodišnjeg mikrobiološkog i mikotoksikološkog istraživanja stočne hrane u SR Srbiji. ANU BiH, posebna izdanja, knjiga 80, Odeljenje medicinskih nauka, knjiga 12: 17-28.
- Lević, Jelena, Viktorija Penčić, Dragica Ivanović, Aleksandra Bočarov-Stančić (1993): Maize ear and associated fungi in field and crib environment. Arhiv. biol. nauka 45 (1-2): 37-44.
- Lević, Jelena, Viktorija Penčić, Dragica Ivanović, F. Bača, Lidija Stefanović (1995): Otpornost kukuruza prema bolestima, štetočinama i delovanju herbicida. Simpozijum sa međunarodnim učesćem, Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza - 50 godina Instituta za kukuruz "Zemun Polje", 28-29. septembar, 1995, Beograd, 61-72.
- Lević, Jelena, Ljiljana Tamburić-Ilinčić, Tijana Petrović (1997): Maize kernel infection by *Fusarium* species in the period 1994-1996. Cereal Res. Commun. 25 (3): 773-775.
- Lew, H., A. Adler, W. Edinger (1991): Moniliformin and the european corn borer (*Ostrinia nubilalis*). In: Second European Seminar - *Fusarium* Mycotoxins, Taxonomy, Pathogenicity. Poznan (Poland), 5-7 September, 1991, 71-76.
- Protić, Nada, R. Protić (2001): Uticaj fuzariotoksina na tehnološki kvalitet pšenice. XV Savetovanja agronoma, veterinara i tehnologa, Beograd. Zbornik naučnih radova 7: 33-39.
- Radišić, Marjana, Aleksandra Bočarov-Stančić, M. Vukoje (1994): Presence of mycotoxins in pure brewing barley varieties. PIVAAM 27: 140-144.
- Scott, P.M., G.A. Lawrence (1995): Analysis of beer for fumonisins. J. Food Prot. 58: 1379-1382.
- Službeni list SFRJ (1990): Pravilniku o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani, br. 2, čl. 11.
- Stojanović, Tatjana (1999): Kvalitet pšenice i brašna sa mikološkog i mikotoksikološkog aspekt. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 176.
- Škrinjar, Marija, Marija Šarić, Gordana Dimić, Nada Filipović (1997): Study on the presence of moulds and some mycotoxins in wheat flour. Roumanian Biotechnological Letters 2: 477-487.
- Šutić, Marija, Nada Svilar, Dana Ivanović, Emilija Oljačić, Natalija Tosman (1989): Nalaz mikotoksina u konditorskim proizvodima i hlebu. ANU, BiH, posebna izdanja, knj. 89, Odeljenje medicinskih nauka, knj. 14: 103-107.
- Warfield, C.Y., D.G. Gilchrist (1999): Influence of kernel age on fumonisin B1 production in maize by *Fusarium moniliforme*. Appl. Environ. Microbiol. 65: 2853-2856.

Abstract

INCIDENCE AND CONTROL OF TOXIGENIC FUNGI IN STORED CEREALS

Jelena Lević¹, Slavica Stojkov¹ and Aleksandra Bočarov-Stančić²

¹Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade-Zemun

²Centre for Biology and Ecology, Zrenjanin

Monitoring of the incidence of toxigenic species and the detection of mycotoxins in stored cereals (maize, wheat and barley) are of a special importance for agriculture in Serbia. The essential reason for this is the fact that cereals, as species most susceptible to toxigenic fungi, are cultivated on over 60% of arable land, then the incidence of potentially toxigenic fungi and natural occurrence of certain mycotoxins has been registered each year, while epizooties of mycotoxicoses have been detected in some years.

Under agroecological conditions of Serbia, *F. graminearum* and *F. verticillioides* are the most frequent species - the first, on grain of both, maize and small grains, and the later, more on maize, while the third species *F. sporotrichioides*, belonging to the most toxic species in the world, especially in maize, is scarce. Besides, other numerous, potentially toxigenic *Fusarium* species, including: *F. subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. oxysporum*, *F. tricinctum*, *F. poae*, *F. culmorum*, etc. have been detected. A frequent and calamitous incidence of European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) is one of many factors that favour the intensive development of potentially toxic fungal species, especially of *F. verticillioides* and *F. subglutinans*. Other toxigenic species of fungi, such as species of the genera *Aspergillus* and *Penicillium*, are less important than the *Fusarium* species.

According to previous studies in Serbia, the occurrence of aflatoxin B₁ and ochratoxin A (*Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp.), zearaleonones and trichothecenes type A (T-2 toxin and diacetoxyscirpenol) (*Fusarium* spp.) in cereals and their products was determined in concentrations even higher than tolerance values obligatory by the running regulations for food and feed. There are little data or none on other types of mycotoxins.

Possibilities of maize artificial drying in Serbia are limited, especially in the case of small producers, which make over 80% of all producers. Therefore, maize is mainly dried naturally and is stored in cribs, which provides a further development of potentially toxigenic species and more intensive biosynthesis of certain mycotoxins.

Cereal growers are generally recommended to apply preventive measures in order to reduce the incidence of potentially toxigenic genotypes and their metabolites, as well as, to grow more resistant and early maturity genotypes, to apply optimum cropping practices, harvest at full maturity, separate ears with pathological changes and frequently perform control during winter and early spring. On the other hand, in the industrial animal growing, the use of preparations for adsorption of mycotoxins already synthesised in cereals, such as Min-a-zel Plus, is recommended in the preventive concentrations of 0.2% or 0.4% in the case when higher concentrations of mycotoxins are detected in cereals or commercial mixed feed.

Key words: maize, wheat, barley, storage, *Fusarium* species, mycotoxins, control.



"Dnevnik", Novi Sad,
str. 32, 10.VI 2004.