

PRISUTNOST FUZARIJSKIH PLIJESNI I NEKIH NJIHOVIH MIKOTOKSINA U ŽITARICAMA NAMIJENJENIM HRANIDBI ŽIVOTINJA

PRESENCE OF FUSARIUM MOULDS AND SOME OF THEIR MYCOTOXINS IN CEREALS FOR ANIMAL NUTRITION

Vlasta Brlek, Perica Pavičić, Jasna Vedrina

Izvorni znanstveni članak

UDK: 636.085.19

Primljeno: 12. svibanj 1999.

SAŽETAK

U desetogodišnjem razdoblju (1989.-1998.) ukupno je mikološki pretraženo 1558 uzoraka kukuruza i 601 uzorak ostalih žitarica (pšenica, ječam, zob) namijenjenih hranidbi životinja. Fuzarijske plijesni bile su prisutne u 24%-63% uzoraka kukuruza i u 3%-13% uzoraka ostalih vrsta žitarica.

U istom razdoblju mikotoksikološke analize na zearalenon i derivate te na trikotecene T-2 i DAS, obavljene su u 653 uzorka kukuruza i 47 uzoraka ostalih žitarica. Pojedini mikotoksin ili više njih zajedno, nađeni su u 8%-79% uzoraka kukuruza i u 19 uzoraka drugih žitarica. Najčešće pronađene količine bile su 0.1 - 0.4 ppm, a nikad veće od 1 ppm.

Ključne riječi: žitarice, fuzarijske plijesni, mikotoksini

UVOD

Žitarice su podložne bolestima prouzročenim raznim rodovima plijesni koje u zrnju u određenim uvjetima tvore i otrove (mikotoksine) štetne za zdravlje ljudi i životinja. Plijesni roda *Fusarium* i toksini koje one mogu proizvesti najveći su problem za proizvođače žitarica. U područjima umjerene klime proizvodi se najviše žitarica, a upravo klima pogodna je i za razmnožavanje fuzarijskih vrsta. Najpogodnije žitarice za njihov rast su pšenica, kukuruz i ječam koji čine oko dvije trećine svjetske proizvodnje žitarica. Smatra se da je oko 25% žitarica na tržištu zagađeno mikotoksinima, a od pet najznačajnijih čak tri (deoxynivalenol (DON) zearalenon (ZON) i fumonizini) su proizvodi ovih plijesni (CAST, 1989.)

Fuzarijske plijesni su plijesni polja i prouzrokuju specifične bolesti kukuruza (gnjilež korijena, stabljike, klipa) i pšenice (fuzarioza). Izvorišta zaraze su u površinskim dijelovima oranica gdje spore ovih

plijesni prezime u ostacima biljaka od žetve ili je već samo sjeme žitarice zaraženo. Kukci i ptice koji osim što oštećuju biljke i otvaraju ulazne puteve za plijesni, raznose zarazu u polju. Vjetar je važan čimbenik pri širenju zaraze s polja na polje (TRENHOLM i sur., 1989.). Iako su uvjeti temperature (20 °C - 30 °C) i vlage (oko 25%) za rast plijesni i proizvodnju toksina slični (UENO, 1983.), ipak postoje male razlike u tim parametrima koje određuju koja će plijesan izazvati zarazu i da li će proizvesti toksin ili ne. Na primjer, *F. graminearum* i *F. culmorum* prouzročit će zarazu žitarica ako je vrijeme u doba cvata vlažno, kišno i toplo, a da bi proizvodile ZON i DON potrebna je niža temperatura u doba formiranja klipa ili klasa. *Fusarium tricinatum*, *F. graminearum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*, koji

Vlasta Brlek, dipl. vet., Jasna Vedrina, dipl. ing., Euroinspekt-Croatiakontrola, Preradovićeve 31a, Zagreb - Hrvatska, Perica Pavičić, dipl. vet, Hrvatski veterinarski institut, Centar za peradarstvo, Heinzelova 55, Zagreb - Hrvatska.

često zaražavaju zrnje, rastu i tvore trikotecenske mikotoksine u rasponu temperature od smrzavanja do 30 °C, ali najviše na oko 15 °C (JACOBSEN i sur., 1993.). Nepovoljni vremenski uvjeti (visoka vlaga, niske temperature, sušni stresovi, pljuskovi ili tuča) u doba rasta, zriobe ili berbe, čine biljku osjetljivom, a mogućnost pojave zaraze i akumulacije toksina u zrnju je veća (HORNE i sur., 1992). Čini se da postoji i zemljopisna diferencijacija u prirodnoj rasprostranjenosti fuzarijskih vrsta kao i njihovih toksina na koju utječu uvjeti okoliša te uvjeti proizvodnje i skladištenja žitarica (BOTTALICO i sur., 1989.). Žitarice u kojima su nađene značajne količine fuzarijskih mikotoksina su kukuruz, pšenica i ječam. Manje količine nađene su i u raži, zobi i tritikalu pa se čini da su ove žitarice otpornije (CHELKOWSKI, 1989.).

Nalazi fuzarijskih mikotoksina u uskladištenom žitu uglavnom su posljedica njihovog nastanka u polju, ali je nastanak moguć i u skladištu. Prekomjerna vlažnost (preko 13%) i povećani lom zrnja glavni su uzroci ubrzanom rastu plijesni i stvaranju toksina. Skladišni štetnici su također važan čimbenik jer svojim metabolizmom povećavaju temperaturu i vlagu zrnja i na taj način stvaraju povoljne uvjete za razmnožavanje plijesni i tvorbu toksina. Tome će doprinijeti neprikladna skladišta koja ne udovoljavaju uvjetima temperature, vlage i aeracije (OMINSKI i sur., 1994.).

Štete od zaraženih žitarica trpe njihovi proizvođači i potrošači. Pojava bolesti smanjuje prinose, a zrnje je loše kakvoće, što mu umanjuje tržišnu vrijednost. Sjeme ovakvih žitarica je avitalno (MANKA, 1989.), a tehnološka i hranjiva vrijednost proizvoda dobivenih od takvog žita je umanjena (MESTERHAZY, 1989.). Ako su prisutni i mikotoksini, što je česta pojava, opasnost za zdravlje ljudi i životinja je neminovna. Mikotoksikoze su najčešće kronične bolesti jer se djelovanje mikotoksina očituje nakon dužeg razdoblja trošenja hrane zagađene niskim koncentracijama. Ovakva trovanja smanjuju proizvodna svojstva životinja, njihovu otpornost i odgovor na uporabljene vakcine (CORRIER, 1991.).

MATERIJALI I METODE

U desetogodišnjem razdoblju (1989. - 1998.) mikološki je pretraženo ukupno 2159 uzoraka raznih

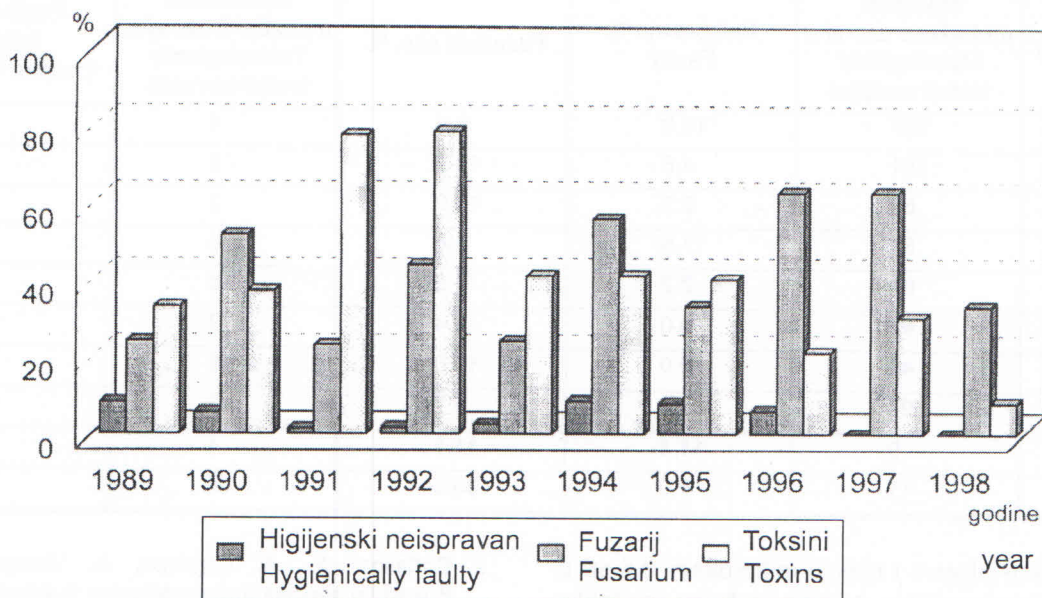
vrsta žitarica. Najveći broj uzoraka činio je kukuruz (1558), zatim ječam (280), pšenica (185) i zob (136). U istom razdoblju na fuzarijske mikotoksine ZON i derivate te na trikotecene T-2 toksin i diacetoxyscirpenol (DAS), ukupno je pretraženo 700 uzoraka. Uzorci kukuruza bili su najbrojniji (653), dok su ostale žitarice rjeđe pretraživane (47). Bilo je 29 uzoraka pšenice, 10 ječma i 8 zobi. Svi uzorci žitarica pretraženi su nakon procesa sušenja, a žitarice su bile namijenjene proizvodnji stočne hrane. Mikološke pretrage rađene su kao redovita kontrola higijenske ispravnosti sirovina, a mikotoksikološke kao povremena kontrola ili kontrola valjanosti robe loše kakvoće. Rezultati mikoloških analiza uspoređivani su s odredbama Pravilnika o najvećim količinama štetnih tvari i sastojaka u stočnoj hrani (NNHR 4/92) i Pravilnika o kakvoći stočne hrane (NNHR 26/98). Mikološka pretraga rađena je metodom razrjeđivanja na Sabouraud dextroza agaru. ZON i derivati rađeni su na HPLC-u, a trikoteceni (T-2 i DAS) na tankom sloju (TLC).

REZULTATI I DISKUSIJA

Zagađenost žitarica fuzarijskim plijesnima i njihovim toksinima u našoj zemlji prati se već dulji niz godina. PEPELJNJAK i CVETNIĆ, 1986. nalaze *Fusarium* spp. u 61.9% pretraženih uzoraka kukuruza iz šireg područja Hrvatske, a u razdoblju od 1975.-1987. u 36.5% kada je i T-2 toksin nađen u 8.5% uzoraka (PEPELJNJAK, 1989.). Fuzarijske plijesni su izdvojene iz 5%-27% uzoraka sirovina i krmnih smjesa, a ZON i/ili derivati pronađeni su u 94.4% pretraženih uzoraka (NEMANIĆ i sur. 1986.). Tijekom 1988. NEMANIĆ i BRLEK, 1989. nalaze u 25% uzoraka kukuruza fuzarijske plijesni, a u 48% trikotecene T-2 i/ili DAS. PAVIČIĆ, 1993. nalazi 83.3% uzoraka kukuruza zagađenih T-2 toksinom ili DAS-om. BRLEK, 1993. u razdoblju od 1988.-1992. nalazi *Fusarium* spp. u 25%-50% uzoraka kukuruza, a toksine u 35%-80%. Zagađenost fuzarijskim plijesnima je od 1993.-1997. u uzorcima kukuruza bila 25%-60%, a fuzarijskim toksinima 20%-40% (BRLEK i sur., 1998.). Tijekom 1997. zaraženost kukuruza fuzarijima bila je u 71% uzoraka, DAS je pronađen u 24%, T-2 u 1.3%, a od malog broja pretraženih uzoraka na ZON i derivate, nađeni su u 56% (PAVIČIĆ i sur., 1998.).

Grafikon 1. Učestalost higijenski neispravnih uzoraka te fuzarijskih plijesni i mikotoksina u kukuruzu (1989. - 1998.)

Graph 1. Frequency of hygienically faulty samples and fusarium moulds and mycotoxins in maize



Grafikon 1 prikazuje godišnje postotke uzoraka kukuruza koji su bili higijenski neispravni te postotak uzoraka zaraženih fuzarijskim plijesnima i njihovim mikotoksinima tijekom deset godina. Higijenski neispravnih uzoraka zbog prekomjernog broja plijesni bilo je manje od 10% godišnje, osim 1997. i 1998. kada su svi bili higijenski ispravni. Prisutnost fuzarija i njihovih toksina zabilježena je u svakoj godini. Fuzarijske plijesni bile su izdvojene iz 24%-65% uzoraka, a mikotoksini iz 8%-79%.

Uočljive su godine 1991. i 1992. kada je visok postotak uzoraka kukuruza (oko 80%) bio zagađen fuzarijskim toksinima, dok su fuzarijske plijesni bile izdvojene iz oko 20% ili 40%. Te su godine bile najteže godine Domovinskog rata, a uvjeti sjetve, berbe i sušenja kukuruza bili su svakojaki (BRLEK i VEDRINA 1992.). Godine 1996. i 1997. slika je obrnuta, fuzarijske plijesni su zaražavale oko 60% uzoraka, a fuzarijski toksini pronađeni su u neočekivano malom postotku (20% i 30%). Iako je kukuruz 1996. i 1997. na temelju fizikalnih analiza bio ocijenjen kao "loš", na temelju mikoloških i mikotoksikoloških je "zdrav". Tih je godina postotak lomljenih zrna bio oko 10% i 8%, a oštećenih oko 3% i 5% pa je bilo za očekivati da će veći postotak

uzoraka biti zagađen mikotoksinima (BRLEK i sur., 1998.).

Kako je rast plijesni i tip mikotoksina kojeg će proizvesti, određen optimalnom vezom plijesni, supstrata i okoliša (BAIRD i LEE, 1995.), očito je ovakva veza tijekom nekih godina bila moguća, a tijekom nekih nije, što je rezultiralo većom ili manjom proizvodnjom mikotoksina. Pojedinačne ili zbirne količine mikotoksina (ZON i derivati, T-2, DAS) najčešće su bile 0.1 - 0.4 ppm i nisu prelazile 1 ppm. Kako se količine tijekom pojedinih godina nisu bitno mijenjale, za pretpostaviti je da su toksini bili proizvedeni u polju.

Na tablici 1. su rezultati mikološke i mikotoksikološke pretrage uzoraka ostalih vrsta žitarica, postotak higijenski neispravnih, postotak uzoraka iz kojih su izdvojene fuzarijske plijesni i broj uzoraka pozitivnih na fuzarijske mikotoksine tijekom deset godina. Postotak higijenski neispravnih uzoraka bio je od 0% - 17.6%, a postotak uzoraka zaraženih fuzarijima 3.7% - 33%. Malo je uzoraka bilo mikotoksikološki pretraženo, ukupno 47 tijekom svih deset godina, a od toga ih je 19 bilo pozitivno. Količine mikotoksina nisu bile veće od 0.5 ppm.

Tablica 1. Rezultati mikoloških i mikotoksikoloških pretraga uzoraka ostalih vrsta žitarica

Table 1 Results of mycologic and mycotoxicologic tests on samples of other cereals

Godina Year	Mikološki pretraženo uzoraka Mycologically tested samples	Neispravno % Faulty	Fusarium spp. %	Toksikološki pretraženo uzoraka Toxicologically tested samples	Pozitivno na toksine Positive for toxins
1989.	107	15.8	8.4	1	1
1990.	151	4.6	13.2	0	0
1991.	69	2.9	10.0	3	2
1992.	51	17.6	5.8	3	2
1993.	89	2.2	8.9	8	6
1994.	47	0.0	6.4	3	0
1995.	40	0.0	10.0	19	8
1996.	27	7.4	3.7	2	0
1997.	9	11.1	11.1	4	0
1998.	11	0.0	33.0	4	0

Fuzarijske plijesni i njihovi mikotoksini bili su u kukuruzu tijekom cijelog desetogodišnjeg razdoblja (1989. - 1998.). Zaraženost ostalih žitarica (pšeniце, ječma i zobi) fuzarijskim vrstama također je ustanovljena u svih deset godina, dok su toksini, zbog malog broja pretraženih uzoraka, pronađeni samo u pojedinim godinama. Pojedinačne ili zbirne količine mikotoksina (ZON-a i derivata, T-2 toksina ili DAS-a) najčešće su bile 0.1-0.4 ppm i nisu prelazile 1 ppm. Kako se količine mikotoksina tijekom godine nisu povećavale, pretpostavlja se da u skladištima nije došlo do njihove proizvodnje ili je bila neznatna. Zagađenost žitarica mikotoksinima često je neizbježna jer mikotoksini nastaju u prirodi u uvjetima koje čovjek ne može uvijek kontrolirati. Štete prouzročene plijesnima i njihovim toksinima očituju se smanjenim prinosisima žitarica i smanjenom proizvodnošću životinja, a da bi se te štete umanjile, potrebni su dodatni troškovi koji još više poskupljuju proizvodnju iako su krajnji proizvodi loše kakvoće.

LITERATURA

- Baird, R. E., R. D. Lee (1995): Corn Mycotoxins. <http://www.ces.uga.edu/agriculture/plantpath/docs/FieldCrops/corn/CornMycotoxins.html>, 11. travanj, 1997.
- Bottalico, A., A. Logrieco, A. Visconti (1989): Fusarium species and mycotoxins in infected cereals in the field and in stored grains. U: Chelkowski J.: Fusarium mycotoxins, taxonomy and pathogenicity. Elsevier, 85-119.
- Brlek, Vlasta, Jasna Vedrına (1992.): Nalaz mikotoksina i kakvoća kukuruza branih u ratnim uvjetima 1991. 8-mo Međunarodno Savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Zbornik radova, ožujak 1992.
- Brlek, Vlasta (1993.): Nalazi fuzarija i njihovih toksina u kukuruzu i smjesama od 1988. do 1992.. Zaštita uskladištenih poljoprivrednih proizvoda, Zbornik radova, Stubičke toplice, ožujak 1993., 149.
- Brlek, Vlasta, Perica Pavičić, Jasna Vedrına (1998.): Kontaminacija kukuruza i smjesa za ishranu životinja fuzarijum vrstama i njihovim mikotoksinima. Zbornik radova DDD '98, Stubičke toplice, travanj 1998.
- CAST (1989): Mycotoxins, Economic and health risks. Council of Agricultural Science and Tehnology (CAST), Rep. No. 116.
- Chelkowski, J (1989): Formation of mycotoxins produced by Fusaria in heads of wheat, triticale and rye. U: Chelkowski, J.: Fusarium mycotoxins, taxonomy and pathogenicity. Elsevier, 63-84.
- Corrier, D. E. (1991): Mycotoxicosis: Mechanism of immunosuppression. Vet. Immunolo. Immunopatol. 30, 73-87.
- Horne, C. W., L. L. Boleman, C. G. Coffman, J. H. Denton, D. B. Lawhorn (1992): Mycotoxins in feed

- and food producing crops. Health 1989, National dairy database, Texas. http://www.inform.umd.edu/edres/topic/agrenv/ndd/health/MYCOTOXINS_IN_FEED_AND_FOOD_PRODUCING_CROPS.html, 11. travnja 1997.
10. Jacobsen, B. J., K. L. Bowen, R. A. Shelby, U. L. Diener, B. W. Kempainen, J. Floyd (1993): Mycotoxins and mycotoxicoses. Circular ANR-767, Auburn University, Alabama. <http://www.acesag.auburn.edu/department/grain/ANR767.htm>, 25. rujna 1998.
 11. Manka M. (1989): Fusaria as pathogens of cereal seedlings. U: Chelkowski, J.: Fusarium mycotoxins, taxonomy and pathogenicity. Elsevier, 329-348.
 12. Mesterhazy, A. (1989): Progress in breeding of wheat and corn genotypes not susceptible to infection by Fusaria. U: Chelkowski, J.: Fusarium mycotoxins, taxonomy and pathogenicity. Elsevier, 357-384.
 13. Nemanič, Ankica, Vlasta Brlek, Danica Ramljak, Dubravka Matešić (1986): Nalazi mikotoksina u krmivima i krmnim smjesama za ishranu peradi i drugih domaćih životinja. II Simpozij o mikotoksinima, Sarajevo 1986., ANUBIH Knjiga LXXX, 51-57.
 14. Nemanič, Ankica, Vlasta Brlek (1989): Odnos gljivica Fusarium na nalaz nekih trikotecenskih toksina u sirovinama i smjesama za perad. III Simpozij o mikotoksinima, Sarajevo 1989., ANUBIH Knjiga LXXXIX, 31-35.
 15. Ominski, K. H., R. R. Marquardt, R. N. Sinha, D. Abramson (1994): Ecological Aspects of Growth and Mycotoxin Production by Storage Fungi. U: Miller, J. D., H. L. Trenholm: Mycotoxins in grain, Compounds Other Than Aflatoxin. Eagan Press, 287-312.
 16. Pavičić, Perica (1993): Nalaz T-2 i DAS mikotoksina u žitaricama i smjesama za perad i svinje. Zbornik sažetaka radova. Veterinarska znanost i struka, Zagreb, 1993., 161.
 17. Pavičić, Perica, Vlasta Brlek, Ankica Nemanič (1998): Žitarice kao izvorište mikotoksina u hrani za perad. Praxis Vet. 46(1-2), 43-48.
 18. Pepeljnjak, S., Zdenka Cvetnić (1986): Mikološka i mikotoksikološka kontaminacija žitarica u širem anefropatičnom području Hrvatske. II Simpozij o mikotoksinima, Sarajevo 1986., ANUBIH Knjiga LXXX, 29-41.
 19. Pepeljnjak, S. (1989): Učestalost i održivost T-2 toksina u prirodnim uvjetima. III Simpozij o mikotoksinima, Sarajevo 1989., ANUBIH Knjiga LXXXIX, 47-54.
 20. Trenholm, H. L., D. B. Prelusky, J. C. Young, J. D. Miller (1988): Reducing mycotoxins in animal feeds. Agriculture Canada Publ. 1827E, Agriculture Canada, Ottawa.
 21. Ueno, Y. (1983): Trichothecenes - Chemical, biological and toxicological aspect. Elsevier, 7-20.

SUMMARY

During ten-year period (1989-1998) 1558 samples of corn and 601 samples of other cereals (wheat, barley, oats) assigned to animal feeding were mycologically tested. Fusarium moulds were present in 24% - 63% of the corn samples and in 3% to 13% of the other kinds of cereals.

During the same period mycotoxicological test to zearalenon and its derivatives, as well as to trichothecenes T-2 and DAS, were made on 653 corn samples and 47 samples of the other cereals. Some mycotoxins or more of them together were found in 8% - 79% of corn samples and in 19 samples of other cereals. The most frequently detected quantities were 0.1- 0.4 ppm, but never higher than 1 ppm.

Key words: cereals, Fusarium moulds, mycotoxins



DIONIČKO DRUŠTVO ZA TRGOVINU

Uprava: 40000 ČAKOVEC, I. Mažuranića 2,

Skladište: 40000 ČAKOVEC, R. Boškovića 32

Informacije i narudžbe na tel: 040/315-650

ili 313-760, fax: 040/314-401

Kontakt osoba: Maja Bakač

Po najpovoljnijim uvjetima isporučujemo proizvođačima stočne hrane:

Lucernu peletiranu, kukuruzni gluten, kukuruzno glutensko brašno, lizin,

KEMIN proizvode:

Acid Lac Dry	Antibakterijans	Kemzyme PS Dry	Enzim za početnu krmnu smjesu za odojke
Bacon Arome Dry	Aroma (sušeno meso)	Kembind Dry	Vezivo za pelete
Butter Vanille Arome Dry	Aroma (vanilija)	Myco Curb Dry	Sredstvo protiv plijesni i gljivica
Chocolate Arome	Aroma (čokolada)	Oro Glo Dry	Pigment prirodni žuti
Coconut Arome	Aroma (kokos)	Red Dye Dry	Pigment prirodni crveni
Endox D Dry	Antioksidant	Toxy Bind	Inaktivator mikotoksina
Kemzyme Dry	Enzim standardni	Sal Curb	Sredstvo protiv salmonela
Kemzyme E Dry	Enzim za ječmene smjese	Micromel	Mliječna zamjenica
Kemzyme W Dry	Enzim za pšenične smjese	Micromel 35	Mliječni nadomjestak
Kemzyme HF Dry	Enzim za smjese s visokom vlakninom		