Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

Četvrti simpozijum o mikotoksinima, Sarajevo, 14 juni 1991

Ožegović, Ladislav (urednik)

1996.

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/handle/123456789/824

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI
BOSNE I HERCEGOVINE

SPECIJALNA IZDANJA
VOL. CIII

Odjeljenje medicinskih nauka
Vol. 17

ČETVRTI SIMPOZIJUM O MIKOTOKSINIMA

(Sarajevo, 14 Juni 1991)

Redakcioni odbor
Seid Huković, Ladislav Ožegović, Džemal Rezaković

Glavni urednik
Ladislav Ožegović
Redovni član Akademije nauka i umjetnosti
Bosne i Hercegovine

SARAJEVO 1996

KONTAMINACIJA ZRNA KUKURUZA (ROD 1990) TOKSIKOGENIM PLESNIMA I MIKOTOKSINIMA (AFLATOKSINOM B_1, OHRATOKSINOM A I ZEARALENONOM)

ALEKSANDRA BOČAROV-STANČIĆ, MARIJA ŠKRINJAR, TIHOMIR STOJSAVLJEVIĆ, ĐULA NAĐ, TEREZA ODADŽIĆ

Tehnološki institut, "Servo Mihalj", Zrenjanin
Tehnološki fakultet, Novi Sad

Apstrakt. Mikološka i mikotoksikološka istraživanja su izvršena kod 27 uzoraka zrna kukuruza (rod 1990). S izuzetkom dva uvezena iz Afrike i Amerike, svi ostali uzorci su bili poreklom iz Bačke i Banata (SAP Vojvodina). Determinacija mikotoksina (aflatoksina B_1, ohratoksina A i zearalenona) je izvršena multimikotoksinskom metodom B a l z e r a i sar. (1978). Mikološka istraživanja su pokazala dominaciju predstavnika roda Fusarium (50-100% kontaminiranih uzoraka), s *F. moniliforme var. subglutinans* kao najčešćom vrstom. Penicillium spp. (8 determinisanih predstavnika) bio je uočen kod 10-100% kontaminiranih uzoraka; *P. verrucosum var. cyclopium* je bio najzastupljenija vrsta. Nešto niža je bila zagađenost zrna kukuruza aspergillima (20-50%). Mikotoksikološka istraživanja su pokazala odsustvo kontaminacije ohratoksinom A. Kod 10% ispitanih uzoraka iz Vojvodine utvrđeno je prisustvo aflatoksina B_1 (0,0125 mg/kg) i, nešto češće, zearalenona (20% uzoraka; 1,5-10 mg/kg).

UVOD

Tokom više godina bilo je uobičajeno verovanje da je proizvodnja mikotoksina sporadična pojava i da nije blisko povezana s gljivičnim toksinima (F r i s v a d, 1988). Dato verovanje je bilo bazirano na sledećim problemima: a) određeni mikotoksin ne produkuju svi izolati iste vrste; b) taksonomski veoma udaljene vrste mogu da biosintetišu isti mikotoksin; c) mnoge korelacije između gljivičnog taksona i mikotoksina su bile bazirane na pogrešnoj identifikaciji plesni i mikotoksina. Prvi slučaj je pre izuzetak nego pravilo, jer, prema genetičkim istraživanjima nekih autora (B e n n e t t i D e u t s c h, 1986), sojevi *Aspergillus flavus* neproducenti aflatoksina B_1 ipak sadrže odgovarajuće gene za dati mikotoksin. S druge strane, proizvodnja istog mikotoksina nije uvek indikacija taksonomske povezanosti, jer

biosintetski putevi istog sekundarnog metabolita mogu biti fundamentalno različiti (Harborne, 1980).

Skoro sve plesni koje su prisutne na hrani i hranivima su potencijalni producenti mikotoksina u čistoj kulturi na laboratorijskim podlogama. Jer, sekundarni metaboliti plesni su od velikog značaja s obzirom da štite njihov genom od drugih mikroba, insekata i ostalih životinja (Janzen, 1977). Na sreću, prisustvo određene plesni ne znači samo po sebi i prisustvo specifičnog mikotoksina i obrnuto: moguće je utvrditi kontaminaciju određenim mikotoksinom, ali ne i plesni producentom.

Shodno tome, cilj ovog istraživanja je bila determinacija ne samo prisustva mikotoksina (aflatoksina B_1, ohratoksina A i zearalenona) nego i najvažnijih rodova plesni potencijalnih producenata mikotoksina.

MATERIJAL I METODE

Uzorci. Ispitivanjem je bilo obuhvaćeno 27 uzoraka zrna kukuruza otkupljenih za potrebe Industrije prerađevina od kukuruza "IPOK", Zrenjanin. Od toga analizirano je: a) 5 čistih hibrida (NSSC-410, 607 i ZPSC-449, 539, 667) vlažnosti zrna od 35,5-41%; b) 10 prosečnih uzoraka prirodno sušenog kukuruza primljenog u IPOK, vlažnosti zrna od 25-29,5%; c) 10 prosečnih uzoraka veštački sušenog kukuruza datog na preradu u IPOK, vlažnosti zrna od 14-15,5%, i d) 2 uzorka uvezena iz Afrike i Amerike. Sa izuzetkom poslednje kategorije, svi ostali uzorci su bili poreklom iz regiona Banata i Bačke (SAP Vojvodina).

Mikološke analize. Određivanje ukupnog broja plesni je završeno po *Sl. listu SFRJ* (1980) zasejavanjem odgovarajućih razređenja na Sabouraud agar i inkubiranjem na 28°C. Prilikom identifikacije plesni iz rodova Aspergillus i Penicillium korišćen je i Czapek agar, odnosno krompir-saharozni agar u slučaju fusaria. Determinacija gljivičnih izolata je izvršena na osnovu njihovih makroskopskih i mikroskopskih karakteristika (preparati pravljeni laktofenolom ili vodom), i to prema sledećim autorima: Raper i Fennell (1965), Samson 1979) za Aspergillus; Booth (1971) za Fusarium; Raper i Thom (1949), Samson i sar. (1976) za Penicillium; i Samson i van Reenen-Hoekstra (1988) za sve ostale rodove plesni.

Mikotoksikološke analize. BGYF-test (Bright greenish-yellow fluorescens = jasno zelenkasto-žuta fluorescencija) pomoću U.V. zraka (366 nm) prema Shotwell i sar. (1974) je upotrebljen kao preliminarno ispitivanje. Hemijska determinacija mikotoksina je izvršena po multitoksinskoj metodi (Balzer i sar., 1978).

REZULTATI I DISKUSIJA

Mikološke analize

Zrno kukuruza (rod 1990) bilo je inficirano sa deset rodova plesni (tabela 1).

Tabela 1. KONTAMINACIJA ZRNA KUKURUZA (rod 1990)

Br.	Rod plesni	ČISTI HIBRIDI		PRIRODNO SUŠEN		VEŠTAČKI SUŠEN		IZ UVOZA	
		A	B	A	B	A	B	A	B
1	Acremonium	60	3	70	3	60	4	-	-
2	Alternaria	20	1	20	1	30	1	-	-
3	Aspergillus	40	1	50	1	20	4	50	1
4	Cladosporium	60	2	60	3	40	4	-	-
5	Epicoccum	20	1	20	1	10	1	-	9
6	Fusarium	100	4	80	5	50	5	100	9
7	Mucor	40	10	50	5	20	2	-	-
8	Penicillium	100	3	10	5	60	4	100	1
9	Rhizopus	20	10	-	-	-	-	-	-
10	Ulocladium	-	-	-	-	10	1	-	-
	Ukupan broj plesni po 1 g ($\overline{X}$)	280.000		220.000		110.000		150.000	

A = procenat kontaminiranih uzoraka
B = intenzitet kontaminacije (1-10)

Ako se uporede identifikovane vrste izolovane sa zrna kukuruza tokom našeg istraživanja sa rezultatima drugih autora (Kordić i sar., 1979; Muntaño-la-Cvetković i Borisavljević 1979; Kordić i sar., 1986; Pepeljnjak i Cvetnić, 1986), uočava se u ovom slučaju dominantnost predstavnika Fusarium. U zavisnosti od kategorije uzoraka procenat kontaminacije ovim rodom plesni se kretao od 50-100% (tabela 1). Od šest identifikovanih vrsta (tabela 2), najčešće je utvrđena *F. moniliforme var. subglutinans Wollenw. i Reinking* kod sva tri tipa uzoraka iz regiona Vojvodine. Dobijeni rezultat je u delimičnoj saglasnosti sa istraživanjima Marića i Panin (1963) o učestalosti fusaria u Vojvodini. Druga, po njima, najzastupljenija vrsta *F. moniliforme Sheldon* nije detektovana, osim kod dva uvezena uzorka zrna kukuruza. Istaknuto mjesto je zauzeo i *F. oxysporum Schlecht*, posebno kod veštački sušenog kukuruza (30% kontaminiranih uzoraka) (tabela 2). Ostale identifikovane vrste: *F. avenaceum (Corda ex Fr.) Sacc.*, *F. graminearum Schwabe* i *F. sporotrichioides Sherb.* takođe su do sada citirane u Jugoslaviji (Muntañola-Cvetković i sar., 1982). One su bile sporadično zastupljene i sa manjim intenzitetom kontaminacije zrna (tabela 2).

Sve navedene vrste fusaria su potencijalni producenti različitih mikotoksina i drugih sekundarnih metabolita (npr. fusarične kiseline, etianina, moniliformina, trihotecena, zearalenona) (Marasas i sar., 1984).

Tabela 2. KONTAMINACIJA ZRNA KUKURUZA (rod 1990) VRSTAMA PLESNI IZ RODOVA *Aspergillus*, i *Fusarium*

Br.	Vrsta plesni	ČISTI HIBRIDI		PRIRODNO SUŠEN		VEŠTAČKI SUŠEN		IZ UVOZA	
		A	B	A	B	A	B	A	B
1	*A. fumigatus*	-	-	-	-	-	-	50	1
2	*A. giganteus*	-	-	-	-	10	6	-	-
3	*A. niger*	-	-	10	1	-	-	-	-
4	*A. versicolor*	-	-	20	1	10	-	-	-
5	*Aspergillus spp.*	40	1	20	1	-	-	-	-
6	*F. avenaceum*	-	-	-	-	10	1	-	-
7	*F. graminearum*	-	-	10	1	-	-	-	-
8	*F. moniliforme*	-	-	-	-	-	-	100	8
9	*F. moniliforme* var. *subglutinans*	60	2	40	4	20	4	-	-
10	*F. oxysporum*	20	1	10	4	30	-	-	-
11	*F. sporotrichioides*	-	-	-	-	20	2	-	-
12	*Fusarium spp.*	40	6	-	-	-	-	-	-

Tabela 3. KONTAMINACIJA ZRNA KUKURUZA (rod 1990) VRSTAMA PLESNI IZ RODA *Penicillium*

Br.	Vrsta plesni	ČISTI HIBRIDI		PRIRODNO SUŠEN		VEŠTAČKI SUŠEN		IZ UVOZA	
		A	B	A	B	A	B	A	B
1	*P. canescens*	20	1	-	-	-	-	-	-
2	*P. capsulatum*	-	-	-	-	10	2	-	-
3	*P. chrysogenum*	-	-	-	-	10	2	-	-
4	*P. godlewskii*	40	1	-	-	-	-	-	-
5	*P. raistrichii*	-	-	-	-	10	1	-	-
6	*P. rugulosum*	-	-	-	-	-	-	50	1
7	*P. variabile*	-	-	10	2	10	1	-	-
8	*P. verrucosum* var. *cyclopium*	20	2	-	-	40	4	50	1
9	*Penicillium spp.*	60	3	-	-	20	3	-	-

ANU BiH АНУ БиХ

Posle fusaria najzastupljeniji su bili predstavnici roda Penicillium. Od osam identifikovanih vrsta i nekoliko izolata na čijoj determinaciji još radimo, najčešće je konstatovan *P. verrucosum var. cyclopium (Westling) Samson* i sar. (i do 50% kontamiranih uzoraka) (tabela 2). Od ostalih penicillia, izolovana su dva predstavnika sekcije Biverticillata-Symmetrica: *P. rugulosum Thom* i *P. variabile Sopp.* Zbog prisustva nekih sličnih karakteristika u aspektu kolonija i mikroskopskih struktura, bilo je relativno teško tačno ih identifikovati. Ostale vrste: *P. canescens Sopp, P. capsulatum Raper i Fennell, P. chrysogenum Thom, P. godlewskii Zaleski* i *P. raistrichii G. Smith* su detektovani mnogo ređe (10-20% kontaminiranih uzoraka) (tabela 3). U principu, različitim predstavnicima roda Penicillium mnogo više su bili inficirani uzorci vještački sušenog kukuruza (14-15,5% vlage). Većina ovih penicillia su potencijalni proizvođači mikotoksina (tabela 4).

Tabela 4. NAJZNAČAJNIJI MIKOTOKSINI KOJE MOGU PROIZVODITI *Penicillium spp.*, IZOLOVANE SA ZRNA KUKURUZA (rod 1990)

Vrsta	Mikotoksin	Referenca
P. canescens	citrinin	(a)
	griseofulvin	(b)
P. chrysogenum	ohratoksin A	(a)
	patuin	(a)
	penicilinska kiselina	(a)
P. raistrichii	griseofulvin	(b)
P. rugulosum	patulin	(a)
	rugulosin	(c)
P. variabile	ohratoksin A	(a)
	rugulosin	(c)
P. verrucosum var. *cyclopium*	ciklopiazonična kiselina	(a)
	ohratoksin A	(a)
	patulin	(a)
	penicilinska kiselina	(a)

Legenda: (a) Smith i Hacking (1983)
(b) El-Bana i Pitt (1987)
(c) Samson i van Reenen-Hoekstra (1988)

Kontaminacija zrna kukuruza aspergillima se kretala od 20-50% (tabela 1). Od četiri identifikovana predstavnika (tabela 2), najčešći je bio *A. versicolor (Vuill.) Tiraboschi* potencijalni producent sterigmatocistina (Samson i van Reenen-Hoekstra, 1988). Ostale vrste su bile znatno manje zastupljene, međutim i one su značajne s obzirom da mogu sintetisati toksične metabolite: *A. giganteus Wehmer*-patulin (Smith i Hacking, 1983) *A. niger van Tieghem*-aflatoksin B_1 (Škrinjar, 1990) i *A. fumigatus Fresenius*-fumitremorgen B (Smith i Hacking, 1983).

Od ostalih mikromiceta detektovanih na ispitanim uzorcima (tabela 1), *Acremonium strictum W. Gams* je dominirao (60-70% kontaminacije).

Dematiaceae su bile zastupljene sa tri roda; Cladosporium sp. je najčešće uočen, dok su Alternaria sp. i Ulocladium sp. sporadično zapaženi, i to sa malim intenzitetom kontaminacije (tabela 1).

Plesni koje se prve pojavljuju pri kultivaciji na Sabouraud agaru i koje zahtevaju veće vrednosti aktivne vode, tj. Mucor sp. i Rhizopus sp. uglavnom su konstantovane kod nesušenih i prirodno sušenih uzoraka zrna kukuruza (tabela 1).

Mikotoksikološke analize

Rezultati ispitivanja kontaminacije 27 uzoraka kukuruza mikotoksinima su prikazani u tabeli 5.

Tabela 5. KONTAMINACIJA ZRNA KUKURUZA (rod 1990) MIKOTOKSINIMA

Br.	Mikotoksin	ČISTI HIBRIDI		PRIRODNO SUŠEN		VEŠTAČKI SUŠEN		IZ UVOZA	
		A	C	A	C	A	C	A	C
1	Aflatoksin B_1	-	-	10	0,0125	-	-	50	0,2
2	Ohratoksin A	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Zearalenon	-	-	20	1,5-10	-	-	-	-
4	BGYF-test	-	-	20	-	-	-	50	-

A = procenat kontaminiranih uzoraka

C = koncentracija mikotoksinima (mg/kg)

Aflatoksinom B_1 je bilo kontaminirano 10% uzoraka prirodno sušenog zrna kukuruza i jedan uzorak uvezen iz Afrike. Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa istraživanjima Šutić i sar. (1982), koji su detektovali sličan nivo zagađenosti ove žitarice gajene na teritoriji Srbije, i Klemenca i sar. (1986), koji su kod uzoraka kukuruza iz Slovenije našli ovaj mikotoksin kod 9,4% uzoraka. Za razliku od naših rezultata, Hlubna i Ožegović (1986) nisu utvrdili prisustvo aflatoksina B_1 u kukuruzu iz Bosne i Hercegovine, a Kordić i sar. (1986) samo kod 2% slučajeva prirodno sušenog zrna. Prisustvo aflatoksina B_1, i to u većoj koncentraciji (0,2 mg/kg) u uzorku uvezenom iz Afrike lako je objasniti s obzirom na klimatske uslove koji tamo vladaju; visoka temperatura i vlažnost pogoduju biosintezi ovog mikotoksina. Međutim, nalaz aflatoksina B_1 u jednom uzorku prirodno sušenog kukuruza iz regiona Bačke ostaje za sada nerazjašnjen, mada se može pretpostaviti da je kod njega bila povećana vlažnost zrna neposredno posle žetve, što je omogućilo ne samo rast plesni producenta, nego i biosintezu samog mikotoksina. Determinisana koncentracija ovog mikotoksina (0,0125 mg/kg), mada je veća od one koju propisuje kao dozvoljenu (Sl. list SFRJ (1990), mogla bi biti smanjena u

tehnološkom procesu obrade zrna kukuruza u skrobarskoj industriji. Dejstvom kompleksa faktora u samom procesu moglo bi da dođe do potpune ili delimične degradacije toksina i samim tim do smanjenja njegove koncentracije u proizvodima (skrobu i glutenu). Istraživanje kontaminacije proizvoda skrobarske industrije će biti cilj naših sledećih istraživanja.

BGYF-test koji indicira prisustvo plesni producenata aflatoksina na osnovu karakteristične fluorescencije koju daje jedan drugi njihov sekundarni metabolit (kojična kiselina) bio je pozitivan samo u slučaju 3 od 27 ispitanh uzoraka (tabela 5). Od toga, u dva slučaja je konstatovana pozitivna korelacija između nalaza aflatoksina B_1 i rezultata testa.

Mada prisustvo ohratoksina A nije retka pojava u zrnu kukuruza u nekim područjima Jugoslavije: u Hrvatskoj Pepeljnjak i Balzer (1982) su ga utvrdili kod 56% uzoraka, odnosno 64% (Pepeljnjak i Cvetnić, 1986); u Bosni i Hercegovini Hlubna i Ožegović (1986) su ga detektovali kod 4,8% uzoraka, a u Sloveniji Klemenc i sar. (1986) kod 9,4% uzoraka, u našem istraživanju nije konstatovano prisustvo ovog mikotoksina. Odsustvo ohratoksina kod prirodno i veštački sušenog zrna kukuruza iz regiona Srbije našli su i Kordić i sar.(1986).

Zearalenon je mikotoksin koji je obično najčešće prisutan u uzorcima žitarica i raznih hraniva u Jugoslaviji i predstavlja znatan problem u našim ekološkim uslovima. U godinama koje su bile izuzetno kišovite u periodu sazrevanja i žetve kukuruza, kao npr. 1978. g., zrno je imalo povećan sadržaj vlage, što je favorizovalo rast fusaria, pa je čak 46,5% uzoraka sadržalo ovaj mikotoksin (Pepeljnjak i Balzer, 1982). Veliku kontaminaciju zrna kukuruza zearalenonom našli su i Klemenc i sar. (1986) - 45,3%, a još više Šutić i sar. (1982) - 83,3% kod prirodno sušenog kukuruza, odnosno 62,8% kod veštački sušenog. Rezultati našeg mikotoksiksološkog istraživanja (tabela 5) pokazuju mnogo manji nalaz zearalenona (kod 20% zrna kukuruza vlažnosti do 29,5%). Dobijeni nalaz bi se mogao objasniti odsustvom (osim u jednom slučaju) plesni *F. graminearum*, koja je najpoznatiji producent ovog mikotoksina. Mada i druga fusaria mogu biosintetisati zearalenon (npr. *F. oxysporum*), verovatno izolovani sojevi nisu bili toksikogeni u datim uslovima.

Nije bilo moguće ustanoviti prisustvo korelacije između ukupnog broja plesni u 1 g kukuruza (tabela 1) i prisustva mikotoksina (tabela 5). Uzorci čistih hibrida koji su bili najviše kontaminirani plesnima (280.000 /g) nisu uopšte sadržali mikotoksine.

ZAKLJUČCI

Deset rodova plesni, predstavljeno sa 25 vrsta je identifikovano na zrnu kukuruza (rod 1990) iz Vojvodine.

Najzastupljeniji je bio Fusarium spp. (50-100% inficiranih uzoraka) sa 6 determinisanih vrsta, od kojih je najčešća bila *F. moniliforme var. subglutinans.*

Penicillium spp. je bio detektovan kod 10-100% ispitanih uzoraka zrna kukuruza. Od 8 identifikovanih vrsta, najučestalija je bila *P. verrucosum var. cyclopium*.

Nešto niža je bila kontaminacija uzoraka s aspergillima (20-50%); *Aspergillus versicolor* je bio najzastupljenija vrsta.

Mikotoksikološka istraživanja zrna kukuruza su pokazala odsustvo kontaminacije ohratoksinom A, i dosta malo zagađenje aflatoksinom B_1 (10% uzoraka prirodno sušenog zrna). Zearalenon je bio najčešće detektovan mikotoksin (20% uzoraka; 1,5-10 mg/kg).

CONTAMINATION OF CORN KERNELS (1990 CROP) WITH TOXIGENIC MOLDS AND MYCOTOXINS (AFLATOXIN B_1, OCHRATOXIN A AND ZEARALENONE)

S u m m a r y

Twenty seven samples of corn kernels (1990 crop) were mycologicaly and mycotoxicologicaly investigated. All samples came from the regions of Bačka and Banat (Vojvodina) with the exception of two imported from Africa and America. Mycotoxins (aflatoxin B1, ochratoxin A and zearalenone) were determined according to Balzer et al. (1978).

Ten fungal genera were identified on corn kernels. Fusarium spp. was the dominant one (50-100% contaminated samples). Among six determined species *F. moniliforme var. subglutinans* was the most frequent. Penicillium spp. was detected on 10-100% of investigated samples. *P. verrucosum var. cyclopium* was dominant among eight identified penicillia species. It was the contamination of corn kernels with Aspergillus spp. that was a little bit lower while *A. versicolor* was the most frequent.

Mycotoxicological investigations revealed the absence of ochratoxin A. Aflatoxin B_1 was determined only in 10% of the samples from Vojvodina (0.0125 mg/kg). Hyperestrogenic factor - zearalenone was found in 20% of samples with concentration from 1,5 to 10 mg/kg.

L I T E R A T U R A

Balzer, I., Bogdanić, Ć., Pepeljnjak, S. (1978): *Rapid thin layer chromatographic method for determining aflatoxin, ochratoxin A and zearalenone*. J.Ass. Off. Anal. Chem., 61,3.

Bennett, J.W., Deutsch, E. (1986): *Genetics of mycotoxin biosynthesis*. U: Mycotoxins and phycotoxins (Steyn, P.S., Vleggar, R., eds.). Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York and Tokyo, str. 51-64.

Booth, C. (1971): *The genus Fusarium*. Commonwealth mycological institute, Kew, Surrey, England.

El-Banna, A. A., Pitt, J. I., Leistner, L. (1987): *Production of mycotoxins by Penicillium species*. System. Appl. Microbiol., 10, 42-46.

Frisvad, J. C. (1988): *Fungal species and their specific production of mycotoxins*. U: Introduction to food-borne fungi (Samson, R. A., van Reenen-Hoekstra, E. S.). 3rd ed., Centraalbureau voor schimmelcultures, Baarn, Holandija, str. 239-249.

Harborne, J. B. (1980): *New experimental approaches to plant chemosystematics*. U: Chemosystematics: principles and practice (Bisby, F.A., Vaughan, J.G., Wright, A.C., eds.). The systematics association, Special volume 16, Academic press, London and New York, str. 39-70.

Hlubna, D., Ožegović, L. (1986): *Rezultati istraživanja mikotoksina (aflatoksina B_1, ohratoksina A i zearalenona) u Bosni i Hercegovini*. Poseb. izd., ANUBiH, LXXX, Odelj. med. nauka 12, 65-69.

Janzen, D. H. (1977): *Why fruits rot, mold and meat spoils*. Amer. nat., 111, 691-713.

Klemenc, N., Žust, J., Vengušt, A., Vospernik, P. (1986): *Etiologija mikotoksikoza kod domaćih životinja u Sloveniji*. Poseb. izd. ANUBiH, LXXX, Odelj. med. nauka, 12, 43-50.

Kordić, B., Muntañola-Cvetković, M., Panin, M. (1979): *Field and laboratory studies of swine mycotoxicosis in the S. R. of Serbia* (Yugoslavia). Zbl. Vet. Med., B, 26, 540-550.

Kordić, B., Panin, M., Kandić, S., Lončarević, A., Muntañola-Cvetković, M. (1986): *Rezultati višegodišnjeg mikrobiološkog i mikotoksikološkog istraživanja stočne hrane u SR Srbiji*. Poseb. izd. ANUBiH, LXXX, Odelj. med. nauka, 12, 17-41.

Marasas, W. F. O., Nelson, P. E., Toussoun, T. A. (1984): *Toxigenic Fusarium species. Identity and mycotoxicology*. The Pensylvania State University Press, University Park and London.

Marić, A., Panin, M. (1963): *Fuzariozna plesnivost klipa kukuruza u našoj zemlji*. Savremena poljoprivreda 9, 628-636.

Muntañola-Cvetković, M., Borisavljević, J. (1979): *Mycopopulations in non-dried and dried corn grains*. Biosistematika 5, 1-21.

Muntañola-Cvetković, M., Borisavljević, J., Kordić, B. (1982): *Vrste Fusarium kod kukuruza i njegovih prerađevina u Jugoslaviji*. Poseb. izd. ANUBiH, LX, Odelj. med. nauka, 10, 29-45.

Pepeljnjak, S., Balzer, I. (1982): *Pregled mikoloških i mikotoksikoloških istraživanja sa nefropatičnog i anefropatičnog područja Hrvatske*. Poseb. izd. ANUBiH, LX, Odelj. med. nauka 10, 75-80.

Pepeljnjak, S., Cvetnić, Z. (1986): *Mikološka i mikotoksikološka kontaminacija žitarica na širem anefropatičnom području SR Hrvatske*. Pos. izd. ANUBiH, LXXX, Odelj. med. nauka 12, 29-41.

Raper, K. B., Fennell, D. I. (1965): *The genus Aspergillus*. Williams and Wilkins, Baltimore.

Raper, K. B., Thom, D. I. (1949): *A manual of the Penicillia*. Williams and Wilkins, Baltimore.

Samson, R. A. (1979): *A compilation of the Aspergilli described since 1965*. Studies in mycology 18, CBS, Baarn.

Samson, R. A., Stolk, A. C., Hadlok, R. (1976): *Revision of the subsection Fasciculata of Penicillium and some allied species*. Studies in mycology 11, CBS, Baarn.

Samson, R. A., van Reenen-Hoekstra, E. S. (1988): *Introduction to food-borne fungi*. 3rd ed., Centraal-bureau voor schimmelcultures, Baarn.

ANU BiH АНУ БиХ

Shotwell, O. L., Goulden, M. L., Hesseltine, C. W. (1974): *Aflatoxin: distribution in contamined corn.* Cereal chemistry 51, 492-499.

Sl.list SFRJ (1980): *Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica.* 25, 853-867.

Sl. list SFRJ (1990): *Pravilnik o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani.* 2, 27-31.

Smith, J. E., Hacking, A. (1983): *Fungal toxicity.* U: The filamentous fungi (Smith, J. E., Berry, D. R., Kristiansen, B., eds.), Vol. IV, Fungal technology, str. 238-265.

Škrinjar, M. (1990): *Stvaranje aflatoksina B_1 pomoću plesni iz grupe Aspergillus flavus-oryzae i A. niger.* Prehrambeno-tehnol. biotehnol. rev., 28, 29-31.

Šutić, M., Pantović, D., Kordić, B., Matić, S., Ljeşević, O., Svilar, N. (1982): *Aflatoksini u hrani i hranivima.* Poseb. izd. ANUBiH, LX, Odelj. med. nauka 10, 63-74.

ANU BiH АНУ БиХ