

## PRISUSTVO I ZNAČAJ MIKOTOKSINA U HRANI ZA SVINJE\* *PRESENCE AND IMPORTANCE OF MYCOTOXINS IN PIG FEED*

Radmila Marković, D. Šefer, S. Radulović, Marcela Šperanda\*\*

*Mikotoksini predstavljaju značajan problem u ishrani svinja. Sekundarni metaboliti plesni su toksične materije koje negativno utiču na zdravlje i proizvodne rezultate životinja, kao i na kvalitet njihovih proizvoda. Stvaranje mikotoksina je složen proces i teško je predvideti koji će toksin biti proizveden i u kojoj koncentraciji. Hranu najčešće kontaminiraju niske koncentracije različitih mikotoksina (aflatoksini, ohratoksini, trihoteceni, fumonizini i zearalenon) koji uzrokuju niz nepoželjnih uticaja, u zavisnosti od količine koju životinja unese u organizam. Interakcije mikotoksina u organizmu su kompleksne, a mogu imati antagonistički, sinergistički ili zbirni učinak, u zavisnosti od kombinacije i količine u kojoj se pojave. Svinja je jedna od najosjetljivijih domaćih životinja na delovanje mikotoksina. Pri dugotrajnom konzumiranju hrane kontaminirane mikotoksinima dolazi do pada proizvodnje, pogoršanja opšteg zdravstvenog stanja i reproduktivnih poremećaja. Jedan od važnijih negativnih delovanja kod svinja koje dugo unose niske doze mikotoksina je imunosupresija. Mikotoksini predstavljaju vrlo stabilna jedinjenja koji dugo ostaju u sirovinama i životinjskim proizvodima i tako predstavljaju veliki rizik i za zdravlje ljudi.*

*Ključne reči: mikotoksini, plesni, svinje, zdravlje*

### Uvod / Introduction

Mikotoksini su sekundarni metaboliti plesni, koji kontaminiraju širok spektar biljaka pre ili nakon žetve (Sinovec i sar., 2006). Kontaminacija mikotoksinima je prepoznata kao neizbežan rizik jer je stvaranje toksina zavisno od vremenskih prilika, a delotvorna prevencija je za sada nemoguća. Prema FAO izveštajima više od 25% svetskih poljoprivrednih useva je kontaminirano mikotoksinima (Đorđević, 2009).

\* Rad primljen za štampu 22. 02. 2010. godine

\*\* Dr sci. med. vet. Radmila Marković, docent, dr sci. med. vet. Dragan Šefer, vanredni profesor, Stamen Radulović, dr vet. med., saradnik u nastavi, Katedra za ishranu i botaniku, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, R Srbija; dr sci. Marcela Šperanda, profesor, Zavod za stočarstvo, Poljoprivredni fakultet, Osijek, R Hrvatska

Mikotoksine najčešće proizvode gljivice iz rodova *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium* (Đorđević, 2009). Toksini su od izrazite važnosti jer se mogu preneti sa životinja na ljude putem mleka i životinjskih proizvoda, a neki od njih su kancerogeni i teratogeni (Hesseltine, 1979). Prisutnost mikotoksina je neizbežna pa je potrebno testiranje sirovina i proizvoda da bi hrana za ljude i životinje bila sigurna za upotrebu.

Mikotoksini se retko pojavljuju pojedinačno, s tim da dva ili više toksina zajedno mogu pojačati negativan efekat (Pasteiner, 1997).

Sušenje i mlevenje žitarica pod visokim pritiskom i na visokoj temperaturi može smanjiti količinu gljivica, ali ne i mikotoksina, zbog njihove otpornosti na visoke temperature prilikom obrade, tako da mogu opstati u hranivima bez vidljive kontaminacije gljivicama (Osweiler, 1992). Naime, većina mikotoksina je hemijski stabilna pa se mogu održati dugo nakon nestanka gljivica (Pasteiner, 1997). Gljivice opstaju na biljnim kulturama pre žetve ili tokom skladištenja sirovina.

Gljivice roda *Fusarium* uspevaju na polju, te zahtevaju visoku vlažnost vazduha (>90%) i žitarica uz visoku temperaturu vazduha (>23°C), pa retko kontaminiraju hraniva nakon žetve ili prilikom skladištenja (Osweiler, 1992; Lacey, 1990).

Gljivice roda *Aspergillus* i roda *Penicillium* su važne u svinjarskoj proizvodnji, a dobro uspevaju u skladišnim uslovima pri temperaturi između 10 i 50 °C i vlažnosti žitarica između 14 i 18 % (Sinovec i sar., 2006).

Mikotoksini se sporadično pojavljuju zavisno od lokacije i godišnjeg doba (Đorđević, 2009). U nekim regionima postoji povećan rizik od kontaminacije specifičnim mikotoksinom zbog određenih uslova poput ranog mraza, suše ili insekata (Osweiler, 1992). Mikotoksini pronađeni u hranivima sa različitih lokacija prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Najzastupljeniji mikotoksini u pojedinim delovima sveta /  
Table 1. Distribution of mycotoxins in the world

Lokacija / <i>Location</i>	Mikotoksini / <i>Mycotoxins</i>
Zapadna Evropa / <i>Western Europe</i>	Ohratoksin, vomitoksin, zearalenon / <i>Ochratoxin, vomitoxin, zearalenone</i>
Istočna Evropa / <i>Eastern Europe</i>	Zearalenon, vomitoksin / <i>Zearalenone, vomitoxin</i>
Severna Amerika / <i>North America</i>	Ohratoksin, vomitoksin, zearalenon, aflatoksin / <i>Ochratoxin, vomitoxin, zearalenone, aflatoxin</i>
Južna Amerika / <i>South America</i>	Aflatoksin, fumonizin, ohratoksin, vomitoksin, T-2 toksin / <i>Aflatoxin, fumonisin, ochratoxin, vomitoxin, T-2 toxin</i>
Afrika / <i>Africa</i>	Aflatoksin, fumonizin, zearalenon / <i>Aflatoxin, fumonisin, zearalenone</i>
Azija / <i>Asia</i>	Aflatoksin / <i>Aflatoxin</i>
Australija / <i>Australia</i>	Aflatoksin, zearalenon / <i>Aflatoxin, zearalenone</i>

Oni prirodno nastaju na različitim vrstama biljnih kultura koje se koriste u ishrani ljudi i životinja.

Rast gljivica i proizvodnja mikotoksina u skladišnim uslovima često mogu biti nepredvidivi jer su gljivice sposobne da aktivno rastu bez dokaza o kontaminaciji hraniva mikotoksinima. Tuite (1979) je izneo nekoliko mogućih objašnjenja za tu pojavu:

- mikotoksin metabolišu kompetitivne gljivice ili same gljivice;
- hranjive materije potrebne za proizvodnju mikotoksina iskorištavaju kompetitivne gljivice;
- uslovi nisu adekvatni za stvaranje mikotoksina i
- netoksični sojevi dominiraju nad toksičnim.

Većina mikotoksina postepeno se akumulira u mesu i mleku životinja predstavljajući time opasnost za zdravlje čoveka. Što se tiče svinja, u Danskoj postoji pravilnik koji reguliše maksimalne dozvoljene količine (MDK) ohratoksina u mesu. Kada količine ohratoksina u bubregu i jetri dostignu vrednost između 10 i 15 ppb ti organi se isključuju iz prometa. Kada količina premaši 25 ppb ceo trup se isključuje iz obrade. Navedena ograničenja su postavljena zbog povezanosti bolesti bubrega sa prisustvom ohratoksina u hrani (Davegowda i sar, 1998). Zakonodavstvo EU i SAD-a je takođe postavilo maksimalne dozvoljene količine aflatoksina u mleku. Najviše pažnje je usmereno na povezanost aflatoksina i pojave raka jetre. Zakonodavstvo EU ograničava koncentraciju aflatoksina B1 u hranivima; granična vrednost varira između 5 i 50 PPb, u zavisnosti od hranjivog sastojka i vrste životinje za koju je hranivo namenjeno. Granična vrednost koncentracije ovog toksina u potpunoj krmnoj smeši za svinje iznosi 20 ppb.

Tabela 2. Maksimalne količine toksina toksogenih gljivica u stočnoj hrani /  
Table 2. Maximum quantities of toxins of toxogenic fungi in cattle feed

Vrsta toksina / <i>Type of toxin</i>	Stočna hrana / <i>Cattle fodder</i>	Mg/kg ppm
Aflatoksin / <i>Aflatoxin</i>	Hraniva / <i>Feed</i>	0.05
	Krmne smeše za telad, prasad, piliće, ćuriće i plovke / <i>Fodder mixes for calves, piglets, chicken, turkey chicks and ducklings</i>	0.01
	Krmne smeše za svinje i živinu / <i>Fodder mixes for pigs and poultry</i>	0.02
Zearalenon i derivati zearalenona / <i>Zearalenone and zearalenone derivatives</i>	Krmne smeše za prasad, nazimad i nazimice do 50 kg / <i>Fodder mixes for piglets, unmated male and female pigs up to 50 kg</i>	0.5
	Krmne smeše za ostale kategorije svinja / <i>Fodder mixes for other categories of pigs</i>	1.00
Ohratoksin A / <i>Ochratoxin A</i>	Krmne smeše za prasad / <i>Fodder mixes for piglets</i>	0.1
	Krmne smeše za svinje u tovu i rasplodne krmače / <i>Fodder mixes for porkers and breeding sows</i>	0.2
Trihoteceni / <i>Trichothecenes</i>	Krmne smeše za piliće, prasad i telad / <i>Fodder mixes for chicken, piglets and calves</i>	0.3
	Krmne smeše za krmače, goveda i perad / <i>Fodder mixes for sows, cattle and poultry</i>	0.6

Što se tiče zakonske regulative u našoj zemlji, na snazi je Pravilnik o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani (Službeni list SFRJ, 1990), koji jasno definiše maksimalne količine toksina toksogenih gljivica u stočnoj hrani što je prikazano u tabeli 2.

### **Materijal i metode rada / *Material and methods***

Tokom desetogodišnjeg perioda (2000-2010) u laboratoriji Katedre za ishranu i botaniku Fakulteta veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu izvršeno je 133 analize na prisustvo mikotoksina u hrani za svinje različitih kategorija. Mikotoksini su detektovani kvantitativno i kvalitativno metodom tankoslojne hromatografije. Od ukupnog broja uzoraka hrane za svinje, 72 pripadaju hrani za mlade kategorije, a 61 hrani za odrasle kategorije. Rezultate analiza poredili smo sa zahtevima Pravilnika o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani.

### **Rezultati / *Results***

Od ukupnog broja analiza (72) koje su se odnosile na utvrđivanje količine mikotoksina u hrani za mlade jedinke, nedozvoljena količina zearalenona zabeležena je kod čak 54 uzorka. Kod nešto manjeg broja uzoraka (44) utvrđena je veća količina ohratoksina, a kod 30 uzoraka veća količina aflatoksina u odnosu na vrednosti koje su propisane Pravilnikom. Prilikom ispitivanja uzoraka krmnih smeša za ishranu životinja koje pripadaju kategoriji odraslih jedinki, od ukupnog broja (61), kod 27 uzoraka je utvrđena veća količina zearalenona, kod 23 uzorka veća količina ohratoksina i kod 12 uzoraka veća količina aflatoksina u odnosu na vrednosti koje su propisane Pravilnikom.

Tabela 3. Rezultati analiza laboratorije na prisustvo mikotoksina u hrani za svinje različitih kategorija /

Table 3. Results of laboratory analyses for the presence of mycotoxins in feed for pigs of different categories

Vrsta mikotoksina / <i>Type of mycotoxins</i>	Broj uzoraka potpunih krmnih smeša kod kojih je utvrđena količina mikotoksina iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti / <i>Samples of full fodder mixes in which the determined quantities of mycotoxins exceeded the values established under regulations</i>	
	Mladi / <i>Young</i>	Odrasli / <i>Adults</i>
Aflatoksin / <i>Aflatoxin</i>	30	12
Zearalenon / <i>Zearalenone</i>	54	27
Ohratoksin / <i>Ochratoxin</i>	44	23

## Diskusija / Discussion

Dobijeni rezultati ukazuju na procentualno najveću zastupljenost zearalenona u krmnim smešama kako za mlade tako i za odrasle jединke. U odnosu na ostale životinjske vrste svinje su najosetljivije na prisustvo mikotoksina u hrani. Klinički efekat najučestalijih mikotoksina prikazan je u tabeli 4.

Ispoljavanje kliničkih simptoma zavisi od doze i vremena izlaganja, te može varirati od akutnog do hroničnog. Reakcija na poznate mikotoksine je najčešće subakutna ili hronična, dok su simptomi često slabo izraženi i nejasni. Predisponirajući faktori u nekim slučajevima mikotoksikoza mogu biti nedostatak belančevina ili selena (Sinovec *et al.*, 2006). Mlade životinje su najprijemčivije na mikotoksine (CAST, 1989; Valpotić i sar., 2006). Isti autor navodi sledeće efekte mikotoksina na ljude i životinje:

- usporen rast, oslabljen imunitet i smanjena otpornost na infekcije;
- akutna toksičnost i uginuće zbog izlaganja visokim količinama mikotoksina;
- smanjena proizvodnja jaja i mleka;
- hronične bolesti, uključujući i tumore, nakon dužeg izlaganja malim količinama mikotoksina.

U slučaju kontaminacije hraniva većim brojem vrsta mikotoksina, toksikološki efekti se mogu pojačati ili manifestovati sinergistički učinak. Utvđene su razne kombinacije mikotoksina u hrani za perad i svinje, pri čemu je najjači toksični efekat registrovan kod kombinacije aflatoksina i ohratoksina A, kao i aflatoksina i trihotecena (T-2 toksin) (Huff i sar., 1988). Toksikološki sinergizam između fuzarične kiseline i vomitoksina je najbolje prikazan prilikom dodatka oba toksina hrani za prasad (Smith, 1997). S obzirom na to da je u izvršenim ispitivanjima u laboratoriji Katedre za ishranu i botaniku najveći broj uzoraka sadržao nedozvoljene količine zearalenona, potrebno je naglasiti da je zearalenon estrogen-ski mikotoksin, odnosno fitoestrogen, koga proizvode pojedine vrste gljivica iz roda *Fusarium*. Za razliku od ostalih mikotoksina, zearalenon nije samo sekundarni metabolit plesni, već igra važnu ulogu u polnom razmnožavanju gljivica koje ih proizvode. Zearalenon spada u toksične mikotoksine, tako da se srednja akutna letalna doza ( $LD_{50}$ ) za različite životinjske vrste kreće u intervalu 10-100 mg/kg hrane. Toksični efekti mogu se pojaviti kod životinja već sa 1-5 ppm zearalenona u hrani, što zavisi od vrste i starosti životinja, pola, zdravstvenog stanja kao i količine konzumirane hrane. Zearalenon se može dokazati u krvi intoksiciranih životinja pet dana nakon davanja, a u urinu nakon četiri dana (Sinovec i sar., 2006). Istraživanja sa markiranim zearalenonom na 10-14 nedelja starim jorkšir prasadima ukazuju da je metaboličko poluvreme toksina prilikom oralnog i i/v davanja 86 sati i 6 minuta, a prilikom intrabilijarne administracije 3 sata i 34 minuta.

Tabela 4. Klinički efekat najučestalijih mikotoksina /  
Table 4. Clinical effect of most frequent mycotoxins

Mikotoksin / <i>Mycotoxin</i>	Hraniva / <i>Feed</i>	Kategorija svinja / <i>Category of pigs</i>	Količina u hrani / <i>Amount in feed</i>	Glavni simptomi / <i>Main symptoms</i>
Aflatoksin / <i>Aflatoxin</i>	Kukuruz; kikiriki; semenke pamuka / <i>Corn;</i> <i>peanuts;</i> <i>cotton seeds</i>	U porastu / završnom tovu / <i>Growing/final</i> <i>fattening</i>	< 100 ppb  200-400 ppb  400-800 ppb	Bez simptoma (rezidua u jetri) / <i>No symptoms (residue in liver)</i>  Smanjen rast i iskoristivost hrane, moguća imunosupresija / <i>Reduced growth and utilization of food, possible immunosuppression</i>  Mikroskopske lezije jetre, holangiohepatitis, povećani jetreni enzimi u serumu, imunosupresija / <i>Microscopic lesions in liver, cholangiohepatitis, increased liver enzymes in serum, immunosuppression</i>
		Krmače u zasušenju i nazimice / <i>Sows in dry periods and gilts</i>	800-1200 ppba  > 2000 ppb	Smanjen rast i uzimanje hrane, neuredna dlaka, ikterus, hipoproteinemija / <i>Reduced growth and food intake, rough hair coat, icterus hypoproteinaemia</i>  Akutna hepatitoza i koagulopatija, uginuće za 3-10 dana / <i>Acute hepatitis and coagulopathy, death in 3-10 days</i>
			500-750 ppb	Bez efekta na začecje, oprasila normalnu prasad koja je slabo rasla / <i>Without effects on conception, delivered normal piglets who grew poorly</i>
Ohratoksin / <i>Ochratoxin</i>	Ječam; uljarice / Barley; oleaceous plants	U završnom tovu / <i>In final fattening</i>	200 ppb  1000 ppb  4000 ppb	Blage lezije na bubregu, smanjen prirast / <i>Slight lesions on kidney, reduced performance</i>  Polipisija, smanjen rast, azotemija i glikosurija / <i>Polydipsia, reduced growth, azotaemia and glycosuria</i>  Polipisija i poliurija / <i>Polydipsia and polyuria</i>
		Krmače / nazimice / <i>Sows / gilts</i>	3-9 ppm	Normalna trudnoća pri likom hranjenja tokom prvog meseca / <i>Normal pregnancy during feeding in the first month</i>
Zearalenon F-2 toksin / <i>Zearalenone</i> F-2 toxin	Kukuruz; pšenica; ječam; raž / <i>Corn; wheat;</i> <i>barley, rye</i>	Nazimice pred pubertetom / <i>Gilts facing puberty</i>  Krmače/nazimice u ciklusu / <i>Sows/gilts in cycle</i>  Gravidne krmače / <i>Pregnant sows</i>	1-3 ppm  3-10 ppm  > 30 ppm	Hiperestrogenizam, vulvovaginitis, prolapsus / <i>Hyperestrogenism, vulvovaginitis, prolapsus</i>  Sačuvano žuto telo, anestrus, lažna trudnoća / <i>Preserved corpora lutea, anestrus, false pregnancy</i>  Rana embrionalna smrtnost 1-3 nedelje nakon oplodnje / <i>Early embryonal death 1-3 weeks following fertilization</i>

Ako je zearalenon prisutan u stočnoj hrani, treba ga očekivati u mesu i proizvodima životinja koje su hranjene plesnivom hranom. Zearalenon je utvrđen u jetri i mesu (mišićima) klinički zdravih svinja u koncentraciji 3,7-10 µg/kg (Sawinski i sar., 1989). U znatno većoj količini (78-310 µg/kg) nađen je u jetri svinja hranjenih hranom koja je sadržala 40-400 mg/kg zearalenona, odnosno 59-1200 µg/kg u mesu i jetri brojlera kojima je u hranu dodato 5 mg/kg ovog toksina (Goihl, 1990).

Zearalenon i njegovi derivati se mogu dokazati u mleku 42-44 sata nakon korišćenja hrane u kojoj su prisutni mikotoksini, s tim da se putem mleka izlučuju još pet dana nakon prestanka korišćenja plesnive hrane (Sinovec i sar., 2006).

S obzirom na mehanizam dejstva, toksični efekti zearalenona mogu se javiti u svim metaboličkim procesima na koje utiču estrogene hormoni, a najčešće na polnim organima i u procesu reprodukcije. Od svih domaćih životinja svinje su najosetljivije na zearalenon (Šefer, 2000). Hiperplazija i metaplazija epitela uterusa su među važnijim indikatorima delovanja zearalenona kod ženki, dok se kod mužjaka javlja tzv. feminizirajući efekat odnosno atrofija testisa i povećanje mamarnih žlezda. Klinička slika trovanja zearalenonom kod drugih životinjskih vrsta opisivana je znatno ređe u odnosu na svinje. Prisustvo zearalenona u organizmu životinja direktno ugrožava i zdravlje ljudi. Opasnost korišćenja mesa životinja otrovanih zearalenonom je već duže vreme predmet istraživanja zbog njegove poznate kancerogenosti koju upoređuju sa dietilstilbestrolom. Kod žena može izazvati estrogenizaciju i pseudotrudnoću (Kralj i sar., 1988), a kod muškaraca se dovodi u vezu i sa pojavom karcinoma prostate. Međutim, zabeleženo je korišćenje jednog derivata zearalenona kao hemoterapeutika u cilju ublažavanja poremećaja u menopauzi.

S obzirom na negativne efekte zearalenona, jasno je da se u proizvodnim uslovima držanja životinja mora praktikovati stalni monitoring prisustva zearalenona u cilju brzog i efikasnog reagovanja.

#### **Zaključak / Conclusion**

Ranim, odnosno pravovremenim utvrđivanjem prisustva mikotoksina u hrani i posledičnim isključivanjem kontaminirane hrane iz upotrebe i/ili eventualnim razblaživanjem i mešanjem sa hranivima slobodnim od mikotoksina mogu se ublažiti negativni efekti, ali je potreban određen vremenski period za eliminaciju resorbovane količine mikotoksina i štetnog efekta. Zato se u proizvodnim uslovima mora praktikovati stalni i višestepeni monitoring higijenske ispravnosti hrane u cilju brzog i efikasnog reagovanja kao, za sada jedinog, načina uspešne prevencije štetnih efekata mikotoksina.

Veoma važan segment preveniranja štetnih efekata mikotoksikoza je i određivanje maksimalno dozvoljenog sadržaja (sigurnosne granice, nivo toleran-

cije) mikotoksina u hrani za pojedine vrste životinja. Apsolutno bezbedan sadržaj ne postoji jer se svaka količina mikotoksina u hrani može smatrati štetnom. Određivanje maksimalno dozvoljenog sadržaja mikotoksina u hrani za pojedine vrste životinja zasniva se na osetljivosti analitičkih metoda i efekata mikotoksina na životinje i ljude. Pojedine vrste mikotoksina ispoljavaju različitu toksičnost za različite vrste životinja, pa i za različite kategorije u okviru iste vrste. Čisti mikotoksini koji se koriste u ogledima su često manje toksični nego prirodno sintetisani i inkorporisani u hranu (aflatoksin kod muznih krava, deoksinivalenol - DON kod svinja). Pored navedenog, na negativne efekte korišćenja kontaminirane hrane utiče i vremenski period konzumiranja hrane. Korišćenje hrane sa niskim sadržajem mikotoksina tokom dužeg vremenskog perioda ispoljava slične efekte kao kratkotrajna upotreba hrane sa većom količinom mikotoksina. Problem se usložnjava i prisustvom i interakcijom mikotoksina prisutnih u hranivima i/ili hrani koji međusobno potenciraju štetne efekte. Zato se najveći broj preporuka o maksimalno dozvoljenom sadržaju mikotoksina u hrani za pojedine vrste životinja zasniva, pre svega, na *ekonomskim* principima koji u svetlu profita u proizvodnji namirnica animalnog porekla danas igraju najvažniju ulogu.

**NAPOMENA:**

Rad je finansiran sredstvima projekta Ministarstva nauke Republike Srbije TP 20110 "Razvoj i implementacija standarda dobrobiti i biosigurnosti u cilju unapređenja tehnologije proizvodnje goveda i svinja" u oblasti Biotehnika. /

*The paper was financed with funds of the Republic of Serbia Ministry of Science Project TP 20110 "Development and implementation of welfare and biosafety standards with the aim of promoting the technology of cattle and pig production" in the area Biotechniques.*

### **Literatura / References**

1. CAST – Council for Agricultural Science and Technology. Mycotoxins. Economics and Health Risks. Report 116. Ames, Iowa, 1989; 91.
2. Devegowda G, Raju M, Afzali N, Swamy H. Mycotoxin picture worldwide: Novel solutions for their counteraction. *Biotechnology in the Feed Industry* 1998; 241-55.
3. Đorđević N. Ishrana domaćih i gajenih životinja Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 2009; 547-64.
4. Goihl J. Zearalenone in sow diets can affect performance. *Feedstuffs*. March 12th. 1990; 2-13.
5. Hesseltine CW. Introduction, definition and history of mycotoxins of importance to animal production. U: *Interactions of Mycotoxins in Animal Production*. National Academy of Sciences. Washington, D.C. 1979; 3-18.
6. Huff WE, Kubeno LF, Harvey RB, Doerr JA. Mycotoxin interactions in poultry and swine. *J Anim Sci* 1988; 66: 2351-5.
7. Kralj M, Bidjin Ž, Nemanić A. Skupni prikaz sindroma otrovanja mikotoksinima prema podacima iz literature sa naročitim osvrtom na pojavu u peradi. *Peradarstvo* 1998; XXIII(9): 245-65.
8. Lacey J. Mycotoxins in UK cereals and their control. *Aspects of Applied Biology* 25, 1990: 395-405.



9. Osweiler GD. Mycotoxins. U: Diseases of Swine. Seventh edition (Lweman AD, Straw BE, Mengeling WL, Allaire SD, Taylor DJ, eds). Wolfe Publishing, London, 1992; 735-43.
10. Pasteiner S. Coping with mycotoxin contaminated feedstuffs. Feed International, May, 1997; 12-6.
11. Pravilnik o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani (Službeni list SFRJ br.2/1990).
12. Sawinski J, Halasz A, Vanyi A, Borbiri N, Macsai G. Serteshus mikotoxin tartalmanak vizsgalata. Elel Ipar 1989; 43: 298-9.
13. Sinovec Z, Resanović R, Sinovec S. Mikotoksini – pojava, efekti i prevencija. Fakultet veterinarske medicine. Beograd, 2006; 142-53.
14. Smith JE. Aflatoxins. U: Handbook of Plant and Fungi Toxicants. (J.P.F d'Mello Bocca Ration.eds.). CRC Press, Florida, 1997; 269-85.
15. Šefer D. Značaj zearalenona u veterinarskoj medicini. II savetovanje iz kliničke patologije i terapije životinja. Budva, 2000; 194-8.
16. Tuite J. Field and storage condition for the production of mycotoxins and geographic distribution of some mycotoxin problems in the United States. U: Interactions of Mycotoxins in Animal Production. National Academy of Sciences Washington D.C. 1979; 9-29.
17. Valpotić H, Šerman V. Utjecaj mikotoksina na zdravlje i proizvodnost svinja. Krmiva 2006; 48(1): 33-42.

## ENGLISH

### PRESENCE AND IMPORTANCE OF MYCOTOXINS IN PIG FEED

**Radmila Marković, D. Šefer, S. Radulović, Marcela Šperanda**

Mycotoxins present a significant problem in the diet of pigs. Secondary metabolites of fungi are toxic matter that have a negative effect on health and the performance of animals, as well as on the quality of their products. The creating of mycotoxins is a complex process and it is difficult to predict which toxin will be produced and in which concentration. Food is most often contaminated by low concentrations of different mycotoxins (aflatoxins, ochratoxins, trichothecenes, fumonisins and zearalenone) which cause a series of undesired effects, depending on the amount that the animal has ingested into the organism. Mycotoxin interactions in the organism are complex, and they can have antagonistic, synergistic or a joint effect, depending on the combination and quantity in which they appear. The pig is a domestic animal which is most sensitive to the effects of mycotoxins. Long-term consumption of feed contaminated with mycotoxins results in a decline in production, a deterioration of the general health and reproductive disorders. One of the most important negative effects in pigs which receive low doses of mycotoxins in the longterm, is immunosuppression. Mycotoxins present very stable links that remain in raw materials and animal products for a long time and thus pose a major health risk for humans.

Key words: mycotoxins, fungi, pigs, health

## ПРИСУТВИЕ И ЗНАЧЕНИЕ МИКОТОКСИНОВ В КОРМЕ ДЛЯ СВИНЕЙ

**Радмила Маркович, Д. Шефер, С. Радулович, Марцела Шеперанда**

Микотоксины представляют собой значительную проблему в кормлении свиней. Вторичные метаболиты плесени токсические вещества, которые отрицательно влияют на здоровье и производительные результаты животных, словно и на качество их продуктов. Создание микотоксинов сложный процесс и трудно предвидеть, который токсин будет произведён и в которой концентрации. Корм чаще всего контаминируют низкие концентрации различных микотоксинов (афлатоксины, охратоксины, трихотецены, фумонизины и зеараленон), которые обуславливают ряд нежелательных влияний, в зависимости от количества, которое животное внесёт в организм. Интеракции микотоксинов в организме комплексные, а могут иметь антагонистическое, синергистическое или собирательное действие, в зависимости от комбинации и количества в которой появятся. Свинья одна из самых чувствительных домашних животных на действие микотоксинов. При длительном потреблении контаминированного корма приходит до надение производства, ухудшения общего состояния здоровья и репродуктивных расстройств. Один из более важных отрицательных действий у свиней, которые длительно берут низкие дозы микотоксинов - иммуносупрессия. Микотоксины представляют собой очень стабильные соединения, которые долго остаются в сырьях и животных продуктах, и представляют собой большой риск из-за возможного переноса на людей.

Ключевые слова: микотоксины, плесни, свиньи, здоровье