



# **AFLATOKSIN**

## **Pojava, prevencija i liječenje**



**Autori:**

**dr.sci. Midhat Glavić  
mr. sci. Sabahudin Tahmaz**

**Septembar, 2024. god.**

**ZDRAVLJE PLODNOG**  
**ZEMLJIŠTA, BILJAKA,**  
**ŽIVOTINJA I LJUDI SU**  
**NERASKIDIVO POVEZANI.**

# I. MIKOTOKSINI

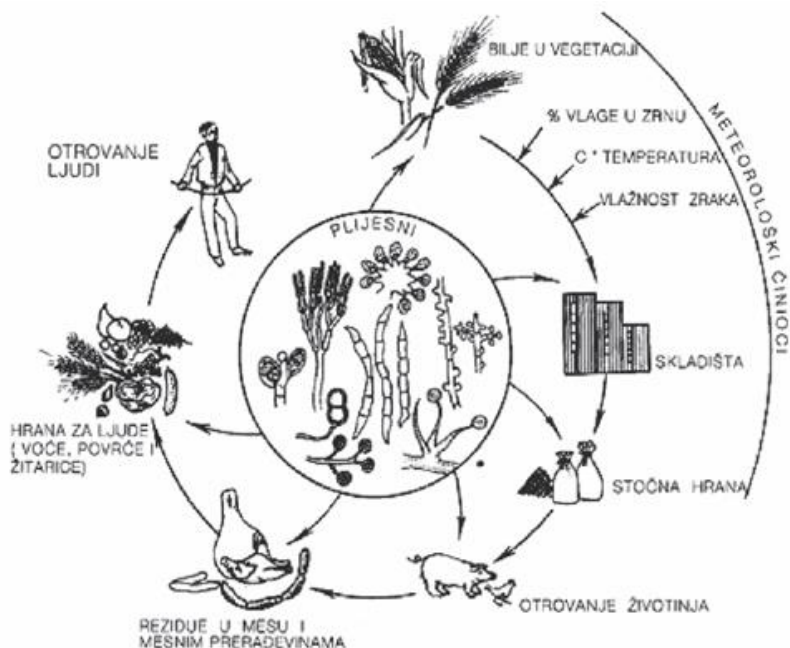
Mikotoksini (gr. *mykes* – gljiva, *toxicon* – otrov) su sekundarni produkti metabolizma koje plijesni sintetiziraju tokom rasta na supstratima biljnog i životinjskog porijekla. Mikotoksini, kao česti zagađivači hrane, uz brojne značajne štete u proizvodnji, uzročnici su različitih bolesti, najčešće putem hrane, rijede respiratornim putem. Bolesti koje uzrokuju su mikotoksikoze. Mikotoksini predstavljaju veliki problem za ljude i životinje u brojnim zemljama svijeta. Prema procjeni FAO-a, 25% hrane koja se proizvodi u svijetu kontaminirano je mikotoksinima.

Mikotoksini su hemijski spojevi različite strukture, različitog biološkog efekta, u pravilu bez boje i okusa. Stabilni su i u pravilu otporni na povišenu temperaturu. Od dvjestotinjak do sada poznatih mikotoksina, kao kontaminanti hrane, najznačajniji su: aflatoksini (AFB<sub>1</sub>, AFB<sub>2</sub>), okratoksini (OTA), zearalenon (ZEA, F-2), fumonizini (FB<sub>1</sub>, FB<sub>2</sub>), trihoteceni (T-2 toksin) i patulin (PAT).

Pojavnost mikotoksina ovisi o vrsti plijesni, o klimatskim i okolišnim uslovima te fizikalno-hemijskim faktorima (temperaturi: -5 do 60 °C, sadržaju vode u namirnici: 13% i više, koncentraciji plinova u atmosferi te sastavu namirnice i dr.).

Plijesni mogu rasti i proizvoditi mikotoksine na raznim žitaricama: u polju, prije žetve, nakon žetve, tokom procesiranja, transporta i uskladištenja.

Kontaminiraju jednako žitarice i voluminozna krmiva, smanjuju mogućnost konzumiranja hrane, povećavaju konverziju iste, smanjuju drastično prirast i proizvodnju, oštećuju imunosustav te povećavaju podložnost bolestima. Unosom zaražene hranu u probavni sistem životinje akumuliraju se u mlijeku, mesu i jajima te tako postaju opasni u prehrani ljudi.

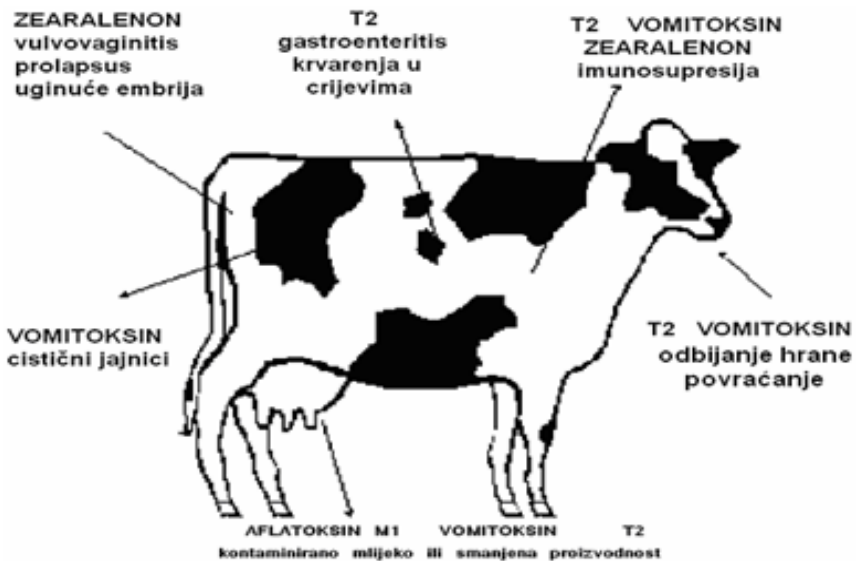


Slika 1. Put mikotoksina u hranidbenom lancu

Najčešći izvori mikotoksina u hrani su: žitarice, brašno, kruh, mahunarke, riža, mlijeko i mliječni proizvodi, meso i suhomesnati proizvodi, masline i maslinovo ulje, kava, suho voće, vino, pivo, sokovi, začini, čajevi.

Životinje se mogu otrovati ako jedu kontaminirane:

- ⊛ ŽITARICE (pšenica, raž, zob, kukuruz),
- ⊛ ULJARICE (suncokret, soja, kikiriki),
- ⊛ Gotovu stočnu hranu, sijeno, silažu, sjenažu.



Slika 2. Mikotoksini kod krava

## II. AFLATOKSIN

Riječ „Aflatoksin“ se sastoji od triju riječi: „A“ – rod *Aspergillus*, „fla“ – *flavus* i „toksin“ – otrov.

Sa aspekta učestalosti pojave i negativnog uticaja na zdravlje ljudi i životinja, aflatoksini predstavljaju najpoznatiju i najrizičniju grupu mikotoksina. Do danas je poznata i dokazana njihova višestruka štetnost.

Gljivice *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus*, kao i neke druge vrste plijesni raširene su u okolini, a njihove spore nalaze se u zemljištu. Razvoj ove vrste gljivica/plijesni i aflatoksina najčešće je povezan s ekstremnim vremenskim uslovima koji uzrokuju stres biljke.

Aflatoksini su sekundarni metaboliti *Aspergillus* plijesni i nekih drugih vrsta gljivica, ali i jedni od glavnih uzročnika pojave negativnih efekata ili bolesti kod životinja i ljudi. Razlog tome leži u njihovoj širokoj rasprostranjenosti i zastupljenosti skoro na svim kontinentima svijeta. Poznato je da aflatoksini imaju niz negativnih djelovanja poput kancerogenosti, mutagenosti, teratogenosti, narušavanje imuniteta i sl. Veliki problem predstavlja i njihova velika otpornost, ali i mogućnost pojave u bilo kojem segmentu lanca „od polja do krmnog stola“.

U našim klimatskim uslovima aflatoksini se, među žitaricama, najčešće javljaju u proizvodnji kukuruza posebno za vrijeme visokih temperatura i sušnih razdoblja tokom polinacije kukuruza. Naime, kako je kukuruz najvažnija žitarica u ishrani mliječnih krava, bitno je preventivno djelovati na razvoj plijesni u polju i skladištu te smanjiti efekte aflatoksina preko njihovog razaranja ili odstranjivanja iz probavnog sistema mliječnih krava.

Kukuruzna krma može se naći u obliku silaže cijele biljke ili siliranog klipa ili zrna, te u obliku suhog zrna na krmnom stolu mliječnih krava.

Najveću opasnost predstavlja aflatoksin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>), zbog toga što posjeduje izrazito kancerogena svojstva te vrlo štetno djeluje na jetru.

Budući da su plijesni široko rasprostranjene, kontaminacija krmiva njihovim toksinima ne može se potpuno izbjeći, a ne postoji efikasan način za potpunu eliminaciju aflatoksina B<sub>1</sub> iz kukuruzne krme i metabolizma krave, zbog čega se on u obliku aflatoksina M<sub>1</sub> (AFM<sub>1</sub>) izlučuje u mlijeko (Peraica i sar., 2014). Izlučeni AFM<sub>1</sub> predstavlja veliki problem u proizvodnji mlijeka i mliječnih proizvoda, jer te proizvode konzumiraju ljudi.

Aflatoksini stvaraju velike gubitke u proizvodnji i skladištenju kukuruza jer se kontaminiranim kukuruzom u koncentracijama iznad dopuštenih ne smiju hraniti životinje.

Krmivima, pa tako i kukuruzom, koji sadrže manje od dopuštenih koncentracija aflatoksina smiju se hraniti životinje, ali i uz dodavanje materija koje u konačnici onemogućuju ili smanjuju na zakonski prihvatljivu koncentraciju aflatoksina u mlijeku krava.

Brojni su problemi u ublažavanju pojave aflatoksina u krmi i izbacivanju iz probavnog sistema mliječne krave.

Primjera radi, jedna od teškoća u otklanjanju aflatoksina je njegova tačkasta i neravnomjerna raspodjela u zrnju kukuruza koja otežava njegovo otkrivanje u kukuruzu pa se u

praksi često događa da „nema“ aflatoksina u kukuruzu, ali ga ima u mlijeku. Naime, u mlijeku se aflatoksin ravnomjerno izlučuje pa ga je lako otkriti.

### III. KAKO AFLATOKSIN DOSPJEVA U MLIJEKO?

Do sinteze AFM<sub>1</sub> (aflatoksin u mlijeku) dolazi u organizmu sisara nakon unosa AFB<sub>1</sub> preko kontaminirane hrane. Aflatoksin u organizam krave dospjeva preko kukuruza koji se koristi kao ishrana stoke.

Aflatoksini su skupina ekstremno toksičnih, mutagenih i kancerogenih otrova koje proizvode gljivice *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus*; *A. flavus* proizvodi aflatoksin B1 i B2, a *A. parasiticus* stvara aflatoksine B1, B2, G1 i G2. Aflatoksin B1 je naročito opasan i kancerogen, a u mlijeku se izlučuje u vidu aflatoksina M1. Naime, aflatoksin M1 ne nalazimo u poljoprivrednim proizvodima niti u stočnoj hrani, već samo u mlijeku.

Veoma brzo, nakon unosa AFB<sub>1</sub> putem hrane u organizam sisara, dolazi do njegove transformacije u AFM<sub>1</sub>. Količina AFM<sub>1</sub> u mlijeku zavisi od: količine unijete hrane kontaminirane AFB<sub>1</sub>, uzrasta, vrste i rase životinje, perioda laktacije, infekcije mliječnih žljezda, zdravstvenog stanja životinje, godišnjeg doba, i dr. (Van Egmond i Dragacci, 2001.; Duarte i sar., 2013).

Pojedini autori tvrde da pojava AFM<sub>1</sub> u mlijeku zavisi i od vrste životinje, i da je AFM<sub>1</sub> najčešće prisutan u kravljem mlijeku. Kao mogući razlog navode drugačiji digestivni trakt kod preživara, kao i veću količinu unijete hrane, i veću zastupljenost hraniva (kukuruza) koje je češće kontaminirano AFB<sub>1</sub> (Barbiroli i sar, 2007; Hussain i sar, 2010).

Pored toga, veliki uticaj na pojavu AFM<sub>1</sub> u mlijeku ima i godišnje doba. Naime, tokom jesenjih i zimskih perioda najveći udio u ishrani mliječnih životinja zauzima kabasta hrana (kukuruz, kukuruzna silaža, smješe) koja je češće kontaminirana AFB<sub>1</sub>, u odnosu na biljke koje životinje pasu tokom proljećnih i ljetnjih mjeseci (Anfossi i sar, 2011; Fallah i sar., 2011).



U novijim radovima, utvrđeno je da je AFM<sub>1</sub> stabilan na dejstvo povišenih temperatura, koje se koriste u proizvodnji pasterizovanog i sterilizovanog mlijeka, mlijeka u prahu i mliječnih formula za djecu. Iz tog razloga potrebno je sprovesti stalne kontrole prisustva AFM<sub>1</sub> u mlijeku, jer njegovo prisustvo u mlijeku dovodi do proizvodnje kontaminiranog jogurta, sira, pavlake i drugih mliječnih proizvoda (Tekinsen i Eken, 2008).

Panel o kontaminantima u hranidbenom lancu (tzv. CONTAM Panel) Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA) u svojem dokumentu iz 2004. naglašava da je aflatoksin B<sub>1</sub> naročito nepoželjna materija u stočnoj hrani, posebno hrani za krave muzare!

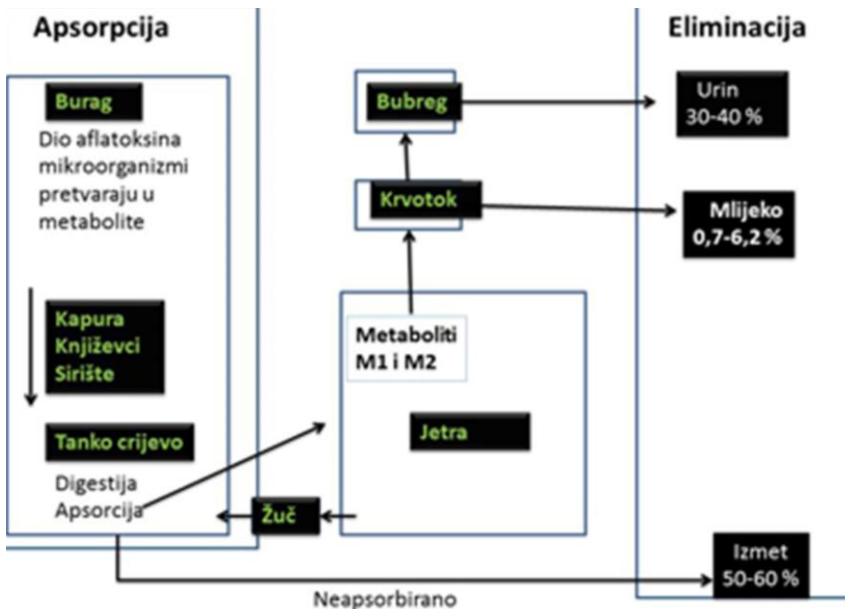
Europska Komisija odredila je gornji nivo za aflatoksin M<sub>1</sub> u mlijeku, i to na temelju stručnog izvještaja Naučnog vijeća za hranu Europske unije. „Prema Uredbi Komisije (EU) br. 165/2010 od 26. februara 2010. o izmjeni Uredbe (EZ) br. 1881/2006 o utvrđivanju najvećih dopuštenih količina određenih kontaminanata u hrani u odnosu na aflatoksin, propisano je da nivo za aflatoksin M<sub>1</sub> u sirovom mlijeku, toplinski obrađenom mlijeku i mlijeku za proizvodnju mliječnih proizvoda, je **0,05 µg/kg** .

Naime, na osnovu mnogih naučnih izvještaja o procjeni rizika može se zaključiti da čak vrlo nizak nivo aflatoksina, tj. 1 ng/kg ili čak manje može znatno povećati rizik za razvoj karcinoma jetre.

Prema Pravilniku o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani („Službeni glasnik BiH“, broj 37/09 - Dio 2. Mikotoksini, 2.1. Aflatoksin, 2.1.8. Svježe mlijeko, termički obrađeno mlijeko i mlijeko za proizvodnju proizvoda na bazi mlijeka) **najveća**

*dopuštena granica sadržaja aflatoksina M1 u mlijeku i mliječnim proizvodima je 0,05 µg/kg, što je u skladu s trenutno važećim propisima u EU.*

Pravilnik o nepoželjnim materijama u hrani za životinje (Službeni glasnik BiH broj 72/2011) propisuje gornju granicu aflatoksina B1 – potpune krmne smjese za životinje za proizvodnju mlijeka 0,005 mg/kg (maksimalno dozvoljena količina mg/kg kada je udio vlage u hrani za životinje preračunat na 12%).



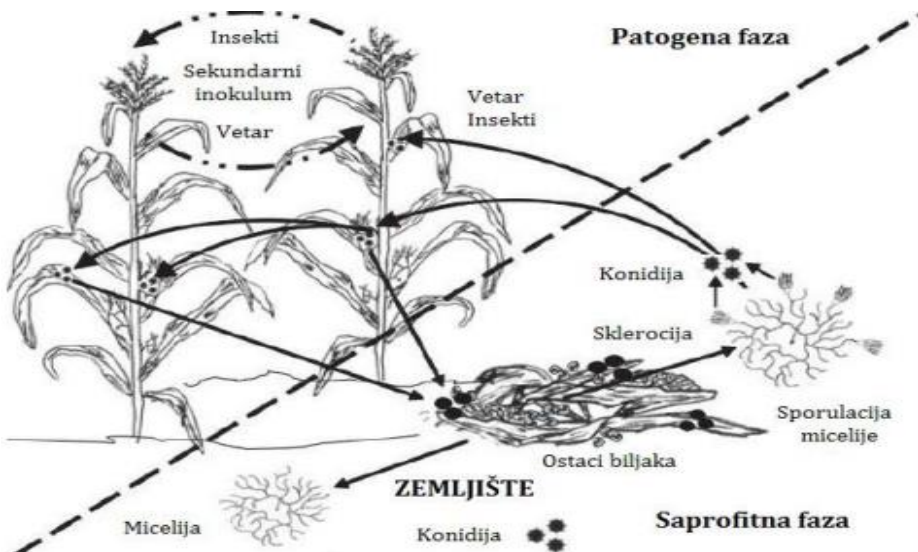
Slika 3. Metabolizam aflatoksina

## IV. AFLATOKSIN NA KUKURUZU

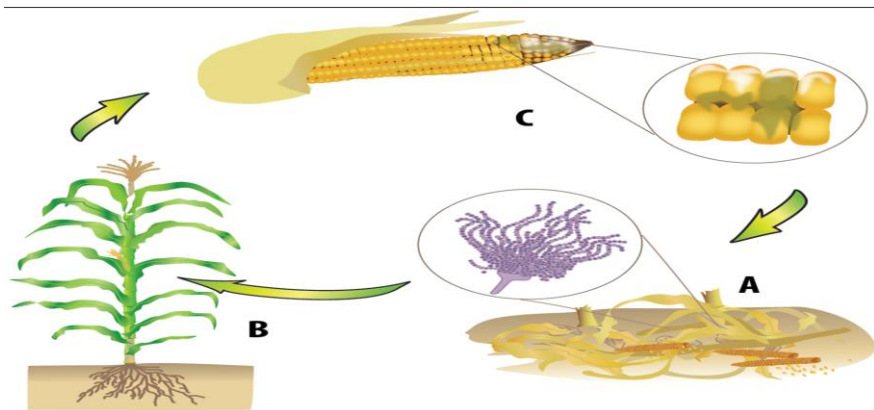
- ⊛ U razdoblju prije žetve, najveći rizik za razvoj aflatoksina je u vrijeme ekstremne suše!
- ⊛ Kada je temperatura zraka visoka, a istovremeno vlažnost zemljišta je ispod normalne granice, u zraku se povećava broj spora gljivica *Aspergillus*, koje „uđu“ u biljku na mjestima oštećenja uzrokovanih insektima i/ili ekstremnim vremenskim uslovima;
- ⊛ Infekciji pogoduje: stres biljke, visoka temperatura (25-38°C), visoka relativna vlaga zraka (80-90%), oštećenja zrna insektima u polju i skladištu;
- ⊛ Žitarice se mogu kontaminirati za vrijeme vegetacije, uskladištenja i prerade;
- ⊛ Osjetljivija su krupnija i oštećena zrna (mehaničko oštećenje), oštećenja od parazita (insekata) i ptica;
- ⊛ Kontaminaciji zrna pogoduje i deficit minerala u toku razvoja, neprimjerena vlaga i toplota tokom rasta i zrenja.

Prema dostupnim informacijama i na temelju do sad napravljenih analiza može se zaključiti da je izvor aflatoksina u mlijeku hrana kojom su hranjene krave i to prvenstveno smjesa mljevenih žitarica odnosno koncentrat koji se daju mliječnim kravama u cilju povećanja udjela bjelančevina i energije.

U krmnim smjesama za krave najveći je udio zrna kukuruza do 40 %, za kojeg se pretpostavlja da je zbog nepovoljnih klimatskih uslova u 2024. godini bio dobra hranjiva podloga za razvoj plijesni roda *Aspergillus* koja se tokom skladištenja mogla proširiti na ostali kukuruz.



Slika 4. Ciklus razvoja plijesni *Aspergillus flavus* u sistemu gajenja kukuruza



Slika 5. Životni ciklus *Aspergillus flavus*: A. – inokulum preživljava u ostacima biljaka i zemljištu; B. – Insekti i vjetar šire spore, zaražavajući biljku kroz svilu i kroz rane od insekata; C. – Maslinasto-zeleni prah se formira na zrn

S obzirom na to da je *Aspergillus flavus* veoma rasprostranjena plijesan koja se može nalaziti u zemljištu, vazduhu i ostacima biljnog materijala (Horn i sar., 1998), iz njegovih sklerocija i konidija formiraju se micelije koje proizvode velik broj konidiofora koje se otpuštaju u vazduh. Putem vjetra ili insekata konidiofore bivaju nošene do kukuruza. Nakon kolonizacije plesni *Aspergillus flavus* na kukuruzu, plijesan se može ponašati kao oportunistički patogen. Međutim, u uslovima povišene temperature i smanjene količine vode, biljka postaje osjetljivija i *Aspergillus flavus* će se dalje preko kanala svile prenositi do klasa i zrna kukuruza (O'Brian i sar., 2007).

Dakle, razvojni ciklus plijesni *A. flavus* može se podijeliti u dvije glavne faze. Prva faza obuhvata kolonizaciju ostataka biljaka u zemljištu, a druga infekciju dijelova sjemena i biljke u razvoju. Tokom proljeća u okviru prve faze kada se sklerocija nalazi na površini zemljišta, ona se brzo razvija i formira novi inokulum konidija. Formirani novi inokulumi putem vjetra i insekata mogu biti prenijeti na tek zasijani kukuruz. Tokom perioda rasta kukuruza zaraženi dijelovi biljke predstavljaju sekundarni inokulum

konidija, koji se može ponovo kolonizovati na novim nezaraženim kukuruzima (Horn, 1998). Iako prisustvo insekata nije neophodno za kontaminaciju kukuruza aflatoksinima, njihovo prisustvo znatno doprinosi povećanju kontaminacije. Takođe, pojava visokih koncentracija aflatoksina u kukuruzu veoma često je povezana sa oštećenjem biljke od strane insekata. Navedena pojava skoro uvijek se dovodi u vezu sa pojavom kukuruznog moljca, *Ostrinia nubilalis* (Widstrom, 1996).

Kao dva najvažnija uslova iz spoljašnje sredine navode se temperatura i sadržaj vlage. Sušni uslovi, tj. uslovi povišene temperature i smanjene količine padavina, znatno doprinose povećanju vjerovatnoće pojave

plijesni i sinteze aflatoksina u kukuruзу (Payne, 1998). Pojava suše, navodi se kao abiotički faktor sa najizraženijim negativnim efektom na biljku. U sušnim uslovima biljka gubi vodu koja je neophodna za sve biohemijske procese. Nedostatak vode dovodi biljku u stanje stresa koji uslovljava smanjenje prirodne odbrane i otpornosti biljke i povećava vjerovatnoću razvoja plijesni i sinteze aflatoksina (Gosal i sar., 2009; Guevara-González i sar., 2011). Dodatan doprinos razvoju plesni *Aspergillus flavus* u uslovima suše proizilazi iz činjenice da je razvoj ostalih plijesni pri ovakvim uslovima uglavnom onemogućen, i stoga se smanjuje prirodna konkurencija između različitih vrsta plijesni. Međutim, nasuprot tome, pojava suše može usloviti razvoj nekih drugih plijesni i sintezu mikotoksina, prije svega pojavu *Fusarium* plijesni i sintezu fumonizina (Kos i sar., 2014b). *Aspergillus flavus* može obrazovati i sklerocije koji mogu ostati u tom obliku duži period, nakon čega može doći do njegovog razvoja i tokom narednih sezona (Klich i sar., 1994).

Pojava aflatoksina u kukuruзу u velikoj mjeri zavisi i od sorte kukuruза. U novije vrijeme veliki broj istraživanja usmjeren je na stvaranje novih sorti kukuruза koje će imati veću toleranciju na sušne uslove i pojavu plesni (Marin i sar., 2001; Guevara-González i sar., 2011).

Ukoliko postoje povoljni uslovi do razvoja *Aspergillus* vrsta i sinteze aflatoksina uglavnom dolazi na njivi. Međutim, ukoliko se povoljni uslovi nastave, do daljeg razvoja plijesni i sinteze toksina može doći i tokom žetve i skladištenja kukuruза.

Sinha (1995) je sve faktore koji doprinose razvoju plijesni i sintezi toksina podijelio u četiri grupe: unutrašnji-nutritivni, spoljašnji, faktori prerade i implicitni-mikrobiološki faktori.

Svaki od navedenih faktora ima odgovarajući uticaj tokom tri faze u kojima može doći do razvoja plijesni i sinteze toksina: prije žetve, tokom

žetve i skladištenja. Faza prije žetve, odnosno period dok je kukuruz još uvijek na njivi, u velikoj mjeri zavisi od vremenskih uslova. I pored postojanja povoljnih vremenskih uslova postoje postupci čijom primjenom je moguće uticati na smanjenje pojave *Aspergillus* plesni i sinteze aflatoksina. Prije svega, potrebno je poštovati načela dobre poljoprivredne prakse (eng. „Good Agricultural Practice“, GAP) koja ukazuje na važnost korištenja tolerantnijih sorti kukuruza, adekvatno đubrenje, navodnjavanje, kao i primjenu odgovarajućih pesticida sa ciljem suzbijanja korova i raznih štetočina.

Agrotehničke mjere u polju kao što su plodored, navodnjavanje, đubrenje, suzbijanje korova, odabir primjerenog hibrida i druge smanjuju zaraženost kukuruza toksinogenim sojevima *Aspergillus* plijesni (Grbeša i sur., 2014). Druge plijesni koje proizvode aflatoksine kao što su *Aspergillus nomius*, *Aspergillus bombycis*, *Aspergillus niger* i drugi javljaju se rjeđe u kukuruзу.

Pojedini autori smatraju da je upotreba tolerantnijih sorti najbolji način za kontrolu pojave aflatoksina (Bhatnagar, 2010). Da bi se dalje smanjila mogućnost sinteze aflatoksina, žetvu kukuruza potrebno je sprovesti kontrolisanim postupkom u što boljim mogućim vremenskim uslovima. Tokom žetve potrebno je svesti na minimum mogućnost promjene vlage kukuruza, kao i svako oštećenje izazvano mehaničkim postupcima, raznim insektima ili štetočinama. Faza skladištenja obuhvata veliki broj različitih faktora koji mogu usloviti dalji razvoj plijesni i sintezu mikotoksina. Iz tog razloga potrebno je pridržavati se svih načela propisanih dobrom proizvođačkom praksom (eng. „Good Manufacturing Practice“, GMP) kao i HACCP-a (eng. „Hazard Analysis Critical Control Point“).

Ukoliko prije skladištenja sirovina nije bila kontaminirana, uslovi skladištenja treba da budu takvi da onemoguće rast, razvoj i

razmnožavanje plijesni kao i sintezu aflatoksina. Međutim, ukoliko je sirovina kontaminirana potrebno je prije skladištenja sprovesti odgovarajuće postupke koji će u najvećoj mjeri smanjiti nivo kontaminacije. Neki od tih postupaka su: fizičko razdvajanje, detoksifikacija, biološka ili hemijska inaktivacija (Samarajeewa i sar 1990; Mejia-Teniente, 2011). Pri skladištenju, najbitniji uslovi su sadržaj vlage kukuruza kao i relativna vlažnost okruženja (Wilson, 1994).





Slika 6 i 7. *Aspergillus flavus* na klipu kukuruza



***Ako ste na svojem kukuruzu pri berbi ili skladištenju imali ovakve prizore, u krmi sigurno posjedujete aflatoksin.***



Slika 8 i 9. *Aspergillus flavus* na klipu kukuruza





Slika 10 i 11. *Aspergillus flavus* na klipu kukuruza





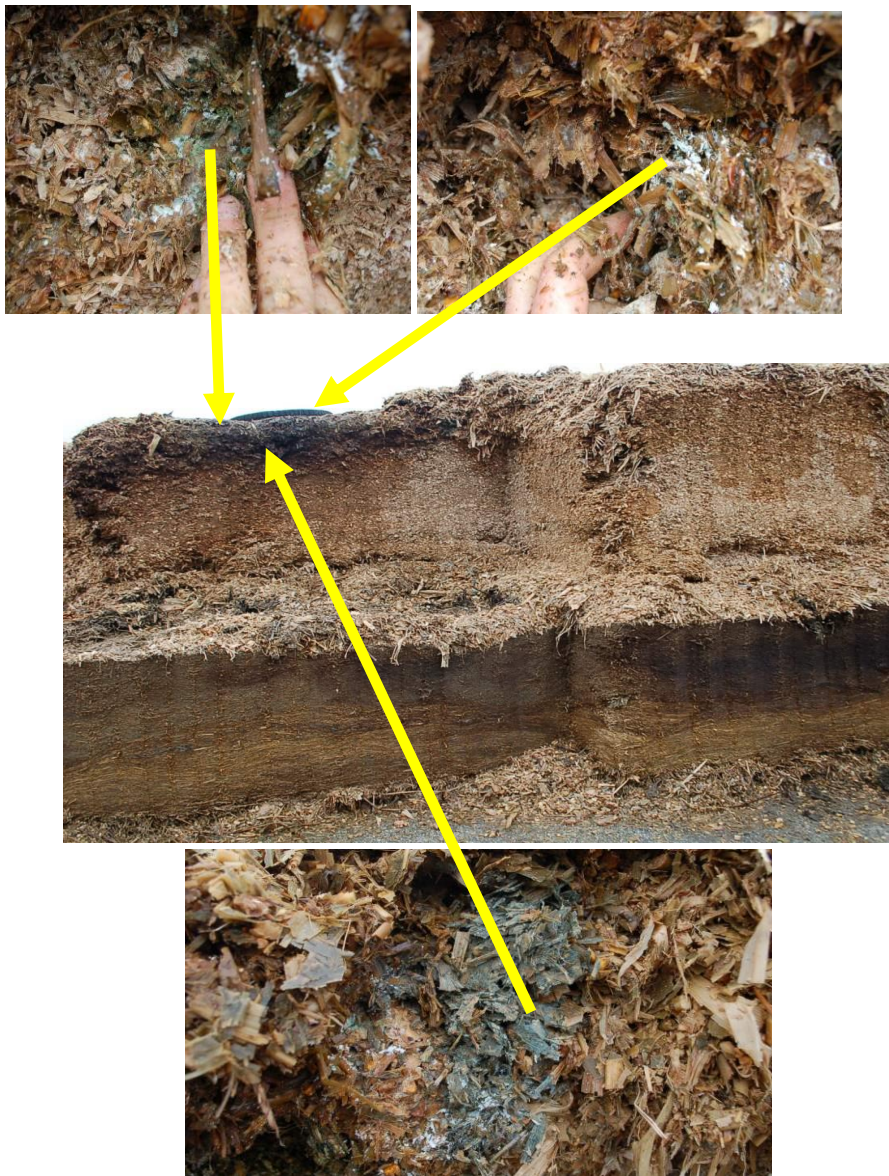
Slika 12 i 13. *Aspergillus flavus* na uskladištenom zrnju kukuruza





Slika 14. Nedovoljno osušeno zrno pospremljeno u skladište često izgleda ovako. Ne pokušavajte ga koristiti ni za kakvu stočnu hranu, čak ni „razrjeđivanjem“ sa zdravim komponentama.

## V. ASPREGILLUS FLAVUS NA SILAŽI KUKURUZA



Slike 15 – 18. *Aspergillus flavus* na silaži kukuruza

U nedovoljno suhom sijenu ili previše suhoj silaži plijesni su redovita pojava. Odbacite pokvareno krmivo i ne koristite ga čak ni za stelju, jer će ga i kao takvog stoka konzumirati, osobito u nedostatku sirovih vlakana. Slame, kukuruzovina i stara sijena upotrijebljena za stelju mogu biti opasan izvor mikotoksina.

U zračnim džepovima nedovoljno zbijene silaže razvijene plijesni proizvode mikotoksine. Odstranite pokvarene dijelove i udaljite ih od silosa.

Silaža bliže zidovima silosa ima veću mogućnost doticaja s vodom (npr. kondenzacija ili direktno cijeđenje padavinske vode uz zid). Dotok zraka uz zidove silosa također je vrlo čest što doprinosi razvoju plijesni i oslobađanju mikotoksina.

U silaži ako ima zemlje razvija se plijesan. Takve dijelove odstraniti.



Slika 19. Plijesan na sjenaži

## VI. AKTIVNOSTI PROIZVOĐAČA MLIJEKA – FARMERA

Za sada se nikakvim metodama mikotoksini ne mogu u potpunosti ukloniti iz neočišćene hrane pa stalno treba naglasak stavljati na preventivne mjere.

Bitno je kvalitetno uskladištenje stočne hrane ili sastojaka stočne hrane.

Među metodama ublažavanja pojave aflatoksina u mlijeku su i hranidbene metode koje na jeftin i efikasan način odstranjivaju aflatoksin B<sub>1</sub> iz probavnog sistema mliječnih krava.

Nekoliko je hranidbenih metoda, jedna grupa je dodavanje određenih enzima, kompetitivnih istovrsnih sojeva plijesni koji smanjuju koncentraciju aflatoksina u obroku, a druga grupa su vezači (adsorbensi), kao što su određene gline, kojima se odstranjuju aflatoksini putem fecesa te se smanjuje njegov ulazak u metabolizam krave i izlučivanje u mlijeku.

Najbitniji faktori za prevenciju plijesni su:

- ⊛ kontrola vlage,
- ⊛ kontrola svježine hrane,
- ⊛ održavanje čistoće opreme i
- ⊛ primjena inhibitora plijesni.

Vlaga može poticati iz samog krmiva, tehnološkog procesa ili okoline u kojoj se krmivo skladišti. Lomljeno zrnje je higroskopnije i više je podložno plijesnima.

Kontrolisanje svježine hrane neka vam bude stalna navika. Ostatke stare hrane redovno uklanjajte jer se na njoj najbrže mogu razviti plijesni koje će prijeći na svježju hranu.



Posebnu pažnju obratite na hranu u silosima.

Opremu za manipulaciju hranom održavajte čistom. Stara, zaostala hrana na opremi podložna je razvoju plijesni i oslobađanju mikotoksina.

Nemojte životinje hraniti s pljesnivom krmom. Sve pljesnive dijelove silaže ili sjenaže brižljivo uklonite. Ukoliko znate da je kukuruz bio pljesniv, prestanite ga koristiti u hranidbi krava.

Kako navode Grbeša i sar. (2014) mikroorganizmi buraga mogu razoriti 98-99% aflatoksina unesenih hranom. Problem se javlja ukoliko dođe do acidoze, kao jednog od metaboličkih poremećaja kod mliječnih krava, pri čemu dolazi do pada pH buraga ispod 5.8 te taj proces povisuje apsorpciju aflatoksina sa 1.7% na 6-10%. Naime, kako velike količine aflatoksina negativno djeluju na sintezu proteina, ali i na djelovanje vitamina preporučuje se dodavati veće količine proteina i vitamina u hranu za životinje. Najčešće dodavani vitamini u smjesama su vitamin A i vitamin E. Dok je kod proteina bitan udio metabolizirajućeg proteina te on treba biti veći od 12% u suhoj tvari, a pri tome treba još voditi računa o udjelu limitirajućih aminokiselina kao što su metionin i lizin (Grbeša i sur., 2014). Dobra praksa menadžmenta farme temelji se na izbjegavanju stresa kod životinja, jer je to faktor koji utiče na pojavu sekundarnih infekcija koje djejuju na pojavu i razvoj aflatoksikoza.

Skoro pa je nemoguće spriječiti kontaminaciju krmiva s aflatoksinima.

Postoje tri mogućnosti kojima bi se izbjegli štetni učinci aflatoksina;

1. prevencija proizvodnje aflatoksina u predžetvenoj fazi,
2. detoksikacija aflatoksina iz kontaminirane hrane i poljoprivrednih proizvoda te
3. inhibicija apsorpcije aflatoksina u probavnom traktu nakon konzumacije kontaminirane hrane.

Međutim, prve dvije metode su teško izvedive i sve se više pokušava djelovati na osnovu inhibicije.

Ukoliko u mlijeku s vaše farme bude utvrđena povišena koncentracija aflatoksina (viša od dopuštenih 0,05 mikrograma), potrebno je odmah u stočnu hranu dodati mikofiksatore (adsorbente).

Trenutno na tržištu postoji veliki broj mikofiksatora, potrebno je izabrati onaj za kojeg su naučna istraživanja utvrdila da je efikasan. Mikofiksatori imaju poroznu strukturu i kao spužva na sebe vežu mikotoksine.

Umješavanje aditiva koji vežu na sebe mikotoksine u krmnim smjesama ili obrocima prije hranjenja i/ili ih vežu u probavnom traktu su najčešća i najraširenija metoda odstranjivanja mikotoksina, odnosno sprečavanja njihovog ulaska u metabolizam i preko njega u proizvode životinja (Avantaggiato i sur., 2007., Phillips i sar., 2008).

Aditivi bi trebali:

1. vezati mikotoksine na sebe ili ih
2. razoriti u optimalnim uslovima kiselosti, vlažnosti, temperature u probavnom sistemu te
3. odstraniti putem brže probave i pasaže hrane (bentonit).

Prilikom upotrebe mikofiksatora potrebno se pridržavati uputa proizvođača (doziranja).

Posebnu brigu posvetite kravama koje proizvode najviše mlijeka (krave u ranoj fazi laktacije), koje jedu najviše koncentrata i zbog toga imaju osjetljiviji burag (subakutna acidoza) pa ne mogu u potpunosti neutralizirati mikotoksine.

U obrok mliječnih krava poželjno je dodati pufere (natrijev bikarbonat) radi stabilizacije buraga.

Konsultovati se sa stručnjakom po pitanju balansiranja obroka.

Potrebno je osigurati da krave koje proizvode najviše mlijeka i time i unose najviše mikotoksina u laktofriz dobiju potrebnu dnevnu količinu mikofiksatora (individualni pristup).

Preporučuje se dati svu stočnu hranu na analizu u ovlaštenu laboratoriju, da se utvrdi gdje je povišen nivo aflatoksina i tu hranu izbaciti iz upotrebe.

Čuvajte račune i deklaracije za svu kupljenu stočnu hranu (bilo gotovu krmnu smjesu ili pojedine komponente). Ako se pokrene proces sljedivosti radi zaštite potrošača, a vi ste potrošač kupljene stočne hrane, dokumentacija bi vam mogla koristiti u eventualnim sudskim sporovima ali prije svega radi mogućnosti ulaženja u trag neispravnoj hrani za životinje i poduzimanje propisanih mjera.

## **VII. LIJEČENJE I PREVENTIVA**

- ⊛ Antioksidansi (selen - organski vezan), vitamin E),
- ⊛ Počinje se s nespecifičnim adsorbensima: zeolit, carbo animalis, glutation, cistein (ako smatramo da ih još ima u probavnom sistemu),
- ⊛ Kasnije se daju materije sa specifičnim afinitetom za određene mikotoksine – biološki spojevi.

### **VII. 1. Preventivne mjere za kontrolu i otklanjanje opasnosti od mikotoksina u poljoprivredno-prehrambenom proizvodnom lancu**

Primjena dobre poljoprivredne prakse (*Good Agricultural Practice*), što podrazumijeva:

1. Odabir kultivara (sorti) i hibrida žitarica i uljarica stabilnih uroda i adaptiranih na određene agro-ekološke uvjete, te planiranje plodoređa (rotacije usjeva na određenoj proizvodnoj površini).
2. Poštivanje rokova sjetve prema duljini vegetacije pojedinih kultivara i hibrida.
3. Primjena svih agrotehničkih mjera njege usjeva i zaštite od biljnih bolesti i štetnika. Voditi računa o karenci fitofarmaceutskih pripravaka radi sprječavanja akumulacije rezidua.
4. Harmonična i pravovremena gnojidba i prihrana usjeva mineralnim gnojivima.
5. Smanjenje posljedica fizioloških stresova usjeva, napose onih na koje se može utjecati (navodnjavanje u sušnom periodu).

6. Pravovremena žetva usjeva (tehnološka zrelost i udjel vlage u zrnu).
7. Pravovremena priprema skladišnih i doradbenih kapaciteta (ČIŠĆENJE i fumigacija protiv skladišnih štetnika !!!)
8. Uzorkovanje prije zaprimanja zrnastih ratarskih proizvoda u skladišne kapacitete.
9. Analize i primjena ergosterol-testa
10. Dorada, sušenje i hlađenje zrnastih ratarskih proizvoda prije skladištenja u silos, te kontrola temperature uskladištene zrnaste mase u silo-ćelijama.
11. Suzbijanje skladišnih štetnika u uskladištenoj zrnastoj masi (fumigacijom/ili niskim temperaturama)
12. Pažljiva manipulacija zrnastom masom prilikom premještanja (elevacije) i/ili po potrebi dosušivanja.
13. Dokumentacija o svim provedenim radnjama i postupcima u svakoj fazi proizvodnog procesa.

## LITERATURA

1. Anfossi, L., Baggiani, C., Giovannoli, C., Giraudi, G. (2011). In: Aflatoxins - Detection, Measurement and Control. I. Torres-Pacheco (Ed.), Occurrence of Aflatoxin M1 in Dairy Products (pp. 1-19), InTech Europe, Rijeka, Croatia.
2. Avantaggiato G., Havenaar R., Visconti A. (2007). Assessment of the multimycotoxin - binding efficacy of a carbon/aluminosilicate-based product in an in vitro gastrointestinal model. *J. Agric Food Chem.* 55: 4810-4819.
3. Barbiroli, A., Bonomi, F., Benedetti, S., Mannino, S., Monti, L., Cattaneo, T., Lametti, S. (2007). Binding of Aflatoxin M1 to Different Protein Fractions in Ovine and Caprine Milk. *Journal of Dairy Science*, 90, 532-540.
4. Bhatnagar, D. (2010). Elimination of postharvest and preharvest aflatoxins contamination. 10th International working conference on stored product protection, 27 June-02 June, Section: Microbiology, mycotoxins and food safety, p 425, Estoril, Portugal.
5. Duarte, S., C., Almeida, A., M., Teixeira, A., S, Pereira, A., L., Falcão, A., C., Pena, A., Lino, C., M. (2013). Aflatoxin M1 in marketed milk in Portugal: Assessment of human and animal exposure. *Food Control*, 30, 411-417
6. Fallah, A. A., Rahnama, M., Jafari, T., Saei-Dehkordi, S., S. (2011). Seasonal variation of aflatoxin M1 contamination in industrial and traditional Iranian dairy products. *Food Control*, 22, 10, 1653-1656.
7. Gosal, S., S., Wani, S., H., Kang, M., S. (2009). Biotechnology and Drought Tolerance. *Journal of Crop Improvement*, 23, 19-54.
8. Grbeša D. (2016.). Hranidbena svojstva kukuruza. BC Institut. Zagreb.
9. Grbeša D., Duvnjak M., Kljak K. (2014). Ublažavanje pojave mikotoksina u krmi i njihovih učinaka na životinje. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
10. Guevara-González, R., G., Chapa-Oliver, A., M., Mejía-Teniente, L., Torres Pacheco, I., Vazquez-Cruz, M., A., Cervantes-Landaverde, J., J., Preciado-Ortiz, R., E., Moreno-Martinez, E., (2011). In: Aflatoxins

- Biochemistry and Molecular Biology, Genetic resistance to drought in maize and its relationship in aflatoxins production (pp. 151-160). In TechEurope, Rijeka, Croatia.
11. Horn, B., W., Dorner, J., W. (1998). Soil populations of *Aspergillus* species from section *Flavi* along a transect through peanut-growing regions of the United States. *Mycologia*, 90, 767–776.
  12. Hussain, I., Anwar, J., Asi, M. R., Munawar, M. A., Kashif, M. (2010). Aflatoxin M1 contamination in milk from five dairy species in Pakistan. *Food Control*, 21, 122–124
  13. Klich, M. A., Tiffany, L., H., Knaphus, G. (1994). Ecology of the aspergilli of soils and litter. *Aspergillus Biology and Industrial Applications*. Edited by Klich, M., A., Bennett, J., W., Butterworth-Heinemann, Boston.
  14. Kos, J., Janić Hajnal, E., Škrinjar, M., Mišan, A., Mandić, A., Jovanov, P., Milovanović, I. (2014b). Presence of *Fusarium* toxins in maize from Autonomous Province of Vojvodina, Serbia. *Food Control*, 46, 98-101.
  15. Marin, S., Albareda, X., Ramos, A. J. and Sanchis, V. (2001). Impact of environment and interactions of *Fusarium verticillioides* and *Fusarium proliferatum* with *Aspergillus parasiticus* on fumonisin B1 and aflatoxins on maize grain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 1060–1068.
  16. Mejía-Teniente, L., Chapa-Oliver, A., M., Vazquez-Cruz, M., A., Torres- Pacheco, I., Guevara-González, R., G. (2011). In: *Aflatoxins - Detection, Measurement and Control*. I. Torres-Pacheco (Ed.), *Aflatoxins Biochemistry and Molecular Biology Biotechnological Approaches for Control in Crops* (pp. 317-355), In Tech Europe, Rijeka, Croatia.
  17. O'Brian, G., R., Georgianna, D., R., Wilkinson, J., R., Abbas, H., K., Wu, J., Bhatnagar, D., Cleveland, T., E., Nierman, W., Payne, G.A. (2007). The effect of elevated temperature on gene expression and aflatoxin biosynthesis. *Mycologia*. 90,232–239.
  18. Payne, G., A. (1998). Process of contamination by aflatoxin-producing fungi and their impact on crops. In *Mycotoxins in Agriculture and*

- Food Safety, Edited by Sinha K., K., S., Bhatnagar, D., Marcel Dekker, Inc., New York.
19. Peraica, M., Rašić, D., Gluščić, V. (2014). Utjecaj aflatoksina na zdravlje ljudi. *Glasilo biljne zaštite*. 14(4): 310-316.
  20. Perši, N., Pleadin, J., Vulić, A., Zadavec, M., Mitak, M.(2011),: Mikotoksini u žitaricama i hrani životinjskog podrijetla, *Časopis Veterinarska stanica* br. 4/2011
  21. Phillips T.D., Afriyie-Gyawu E., Williams J., Huebner H., Ankrah N.A., Ofori-Adjei D., Jolly P., Johnson N., Taylor J., Marroquin-Cardona A., Xu L., Tang L., Wang J.S. (2008). Reducing human exposure to aflatoxin through the use of clay: a review. *Food Addit. Contam.* 25: 134–145
  22. Samarajeewa, U., Sen, A., C, Cohen, M., D, Wei, C., I. (1990). Detoxification of aflatoxins in foods and feeds by physical and chemical methods. *Journal of Food Protection*, 53, 6, 489-501
  23. Sinha, R., N. (1995). In: *Stored Grain Ecosystems*. D. S. Jayas, N. D. G. White, W.E. Muir (Eds.), *The stored grain ecosystems* (pp. 1-32). Marcell Dekker, New York, USA.
  24. Tekinsen, K., K., Eken, H., S. (2008). Aflatoxin M1 levels in UHT milk and kashar cheese consumed in Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 3287– 3289.
  25. Van Egmond, H., P., Dragacci, S. (2001). In: *Mycotoxin Protocols*. M. W. Trucksess, A. E. Pohland (Eds.), *Liquid Chromatographic Method for Aflatoxin M1 in Milk* (pp. 59-69). Humana Press, Totowa, USA.
  26. Widstrom, N., W. (1996). *Advances in Agronomy*, In: D. Sparks (Ed.). *The aflatoxin problem with corn grain* (pp. 219-280). Academic Press, New York, USA
  27. Wilson, D., M., Payne, G., A. (1994). In: *The toxicology of aflatoxins. Human health, veterinary and agricultural significance*. D. L. Eaton, J. D. Groopman (Eds.), *Factors affecting Aspergillus flavus group infection and aflatoxin contamination of crops* (pp. 309-325). Academic Press, San Diego, California, USA