

Koliko smo upoznati sa osobinama i prisustvom mikotoksina u hrani?

Emilija Oreščanin¹, Ivana Perić¹,
Mirjana Pešić², Slađana Stanojević^{2*}

¹ Student II godine osnovnih studija Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu – Univerziteta u Beogradu, modul: Mikrobiologija hrane; Institut za prehrambenu tehnologiju i biohemiju

² Poljoprivredni fakultet u Zemunu – Univerziteta u Beogradu, vanredni profesor, Institut za prehrambenu tehnologiju i biohemiju

* Autor za korespondenciju:

Slađana Stanojević

Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Institut za prehrambenu tehnologiju i biohemiju; Nemanjina 6, 11080 Zemun; P.O.Box 14, Srbija.
Tel./Fax: +381 112199711.
E-mail adresa: sladjas@agrif.bg.ac.rs

Kratak sažetak

Pojava mikotoksina u lancu ishrane je neizbežan i ozbiljan problem sa kojim se suočava svet. Zbog veoma vlažnih i toplih klimatskih uslova, može se očekivati da će Srbija ove i sledeće godine biti veoma pogodno tle za razvoj toksigenih gljiva. Moramo biti upoznati sa osobinama mikotoksina, hemijskom strukturom i osnovnim mehanizmima delovanja pojedinačnih mikotoksina, kako bismo imali osnove za razvoj protokola ili metoda za efikasno upravljanje problemima vezanim za mikotoksine, kao i da bi se razumeli njihovi biološki efekti. Cilj rada je bio da se napravi analiza koliko su studenti upoznati sa problemom pojave mikotoksina u hrani. Istraživanje je sprovedeno pomoću anonimnog upitnika, koji je uključivao pitanja koja se tiču mikotoksina i mikotoksikoze. Anketirani studenti su odabrani nasumično, tj. studenti osnovnih studija na Institutu za prehrambenu tehnologiju i biohemiju, Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu imali su jednake šanse da budu izabrani za uzorak. Anketa je bila edukativna za anketirane studente i pokazala je da su u veoma visokom procentu upoznati sa osnovnim karakteristikama mikotoksina, kao i da od predstavnika pojedinih grupa mikotoksina, najbolje poznaju karakteristike aflatoksina. Pored toga, studenti su pokazali relativno dobro poznavanje osnovnih karakteristika i drugih predstavnika mikotoksina. Relativno dobro predznanje anketiranih studenata o osobinama mikotoksina, može biti odlična osnova za dalji rad i usavršavanje.

Ključne reči: mikotoksini, mikotoksikoze, hrana, anketno istraživanje

UVOD

Mikotoksini su toksični sekundarni metaboliti mnogih filamentoznih gljiva [1,2]. Sam naziv mikotoksin potiče od grčke reči *mykes*, što znači plesan i latinske reči *toxicum*, što znači otrov [2]. Sintetišu se usled aktivnosti različitih enzima u procesima kondenzacije, oksido-redukcije, alkiliranja i halogeniranja, od biohemijski jednostavnih međuprodukata primarnog metabolizma (kao što su: malonat, acetat, mavalonat, serin, fenilalanin, alanin, triptofan) [3]. Glavni biohemijski putevi nastajanja mikotoksina su: terpeniski (pr. nastaju trihoteceni), aminokiselinski (pr. nastaju: ergotamin, gliotoksini, malformin C, sporidezmin, ksantocilin, ciklohorotin i ksantoascin), poliketidni (pr. nastaju: aflatoksini, zearalenoni, patulin, sterigmatocistin, citrinin, ohratoksini) i put trikarbonskih kiselina (pr. nastaju: rubratoksini) [4–6].

Zbog sposobnosti da proizvode mikotoksine u hrani, gljive su privukle posebnu pažnju u poslednjih 50 godina. Prisustvo toksigenih gljiva i mikotoksina u namirnicama životinjskog i biljnog porekla, začinima, lekovitom bilju, kao i u hrani za životinje, dokumentovano je od strane mnogih autora [6–14].

Najčešći kontaminanti zrna žita i proizvoda od žita su vrste gljiva iz rodova *Fusarium* i *Alternaria* (takozvane "poljske gljive" [15]), one se, pored vrsta iz rodova *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Rhizopus*, *Monillia*, *Mucor* i *Penicillium*, mogu naći kao česti uzročnici oboljevanja voća i povrća u polju [16–18]. Česti kontaminanti mesa i mleka su vrste gljiva iz rodova *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Geotrichum*, *Trichoderma* i *Sporotrichum* [19–22]. Vrste rodova *Penicillium*, *Aspergillus* i *Eurotium* su takozvane „skladišne gljive“ koje se razvijaju na začinima [11], sušenom voću i povrću [23] i sličnim proizvodima (pr. kafa, kakao, seme susama i suncokreta, musli) [24–28].

Fungicidi su često prva odbrambena linija protiv mikotoksigenih gljiva. Međutim, neselektivna upotreba fungicida je dovela do pobune javnosti zbog njihovih štetnih efekata na životnu sredinu i zdravlje ljudi i životinja. Stoga se povećava javni pritisak za sigurniju i ekološku alternativu za kontrolu ovih organizama. U tom kontekstu, biološka kontrola koristi mikrobiološke antagoniste kao što su bakterije, gljivice i kvasci. Oni su se pokazali izvodljivom zamenom za smanjenje upotrebe hemijskih sredstava [1]. Pored toga, danas se na-

stoji da se primenom različitih tehnika u prehrambenoj tehnologiji smanji sadržaj mikotoksina u namirnicama (sortiranje, čišćenje, termički tretmani, konzerviranje, alkalno kuvanje, ekstruzija) [29,30].

Mikotoksini uzrokuju brojne i različite toksične efekte (citoksičnost, hepatotoksičnost, neurotoksičnost, teratogenost, mutagenost). Akutna i hronična oštećenja zdravlja izazvana mikotoksinima nazivaju se mikotoksikoze. Neki mikotoksini su kancerogeni, napadaju jetru, bubrege ili imuni sistem čoveka [1–4]. Do danas je detektovano više od 400 mikotoksina i njihov broj se stalno povećava. Neki od najčešće prisutnih u hrani su: aflatoksini, ohratoksini, fuzariotoksini (pr. trihoteceni, zearalenoni, fumonizini), alternaria toksini, patulin, ergot alkaloidi, citrinin, sterigmatocistin, ciklopiazonska kiselina i deoksinivalenol.

Pojava mikotoksina u lancu ishrane je neizbežan i ozbiljan problem sa kojim se suočava svet. Može se očekivati da će Srbija ove i sledeće godine biti veoma pogodno tle za razvoj mikotoksičnih gljiva, zbog veoma vlažnih i toplih klimatskih uslova. Moramo biti upoznati sa osobinama mikotoksina da bi se mogli naznačiti toksični efekti povezani sa trovanjima mikotoksinima kod ljudi i životinja. Generalno, razumevanje hemijske strukture i osnovnog mehanizma delovanja pojedinačnog mikotoksina može pružiti dovoljno osnova za razvoj protokola ili metoda za efikasno upravljanje problemima vezanim za mikotoksine, kao i da se razumeju njihovi biološki efekti.

Cilj ovog rada je bio da se napravi analiza koliko su studenti druge godine osnovnih studija na Institutu za prehrambenu tehnologiju i biohemiju, Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu upoznati sa problemom pojave mikotoksina u hrani. Na taj način će biti moguće stvoriti sliku i o informisanosti prosečnih potrošača u Srbiji, s obzirom da će se ispitivani studenti ovom tematikom značajno baviti tek na višim godinama studija i u trenutku anketiranja su raspolagali samo osnovnim saznanjima.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje je sprovedeno pomoću anonimnog upitnika. Ukupno 100 studenata druge godine osnovnih studija na Institutu za prehrambenu tehnologiju i biohemiju, Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu (68 ženskih i 32 muških ispitanika). Anketirani studenti su odabrani nasumično, tj. studenti svih pet modula osnovnih studija (Tehnologija animalnih proizvoda – 18 studenata, Tehnologija konzervisanja i vrenja – 19 studenata, Tehnologija ratarskih proizvoda – 17 studenata, Mikrobiologija hrane – 33 studenta, Upravljanje bezbednošću i kvalitetom u proizvodnji hrane – 13 studenata) na Institutu za prehrambenu tehnologiju i biohemiju, Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu i imali su jednake šanse da

budu izabrani za uzorak. Od 100 ispitivanih studenata njih samo 34 su u trenutku ispitivanja bili položili sve ispite iz prethodne godine, tako da nisu bili opterećeni zaostalim ispitima i bili su u mogućnosti da aktivno učestvuju u aktivnostima predmeta na drugoj godini studija; pre svega predmetima: Opšta mikrobiologija i Biohemija hrane, koji su veoma značajni za rezultate ove ankete. Upitnik je uključivao pitanja koja se tiču mikotoksina i mikotoksikoza.

Za obradu i analizu podataka korišćene su metode deskriptivne statistike.

REZULTATI I DISKUSIJA

Dobijeni rezultati ukazuju na to da su anketirani studenti druge godine osnovnih studija na Poljoprivrednom fakultetu, na Institutu za prehrambenu tehnologiju i biohemiju, u veoma visokom procentu upoznati sa osnovnim karakteristikama mikotoksina. Naime, visok procenat studenata je znao da mikotoksine stvaraju plesni (71%), kojima pogoduje tropska i vlažna klima (74%), da se veoma lako razvijaju na usevima u polju (63%), kao i na različitim prehrambenim proizvodima (67%), pri visokim vrednostima aktivnosti vode (51%), kao i da su mikotoksikoze bolesti izazvane mikotoksinima (68%) (Slika 1). Ovakav rezultat se može objasniti dobrom opštom informisanošću studenata. Rezultati sličnih anketa sprovedenih u različitim delovima sveta ukazuju na to da su uglavnom ispitanici boljeg obrazovnog i materijalnog statusa upoznati sa ovim opštim podacima o mikrobiološkoj bezbednosti hrane [31].

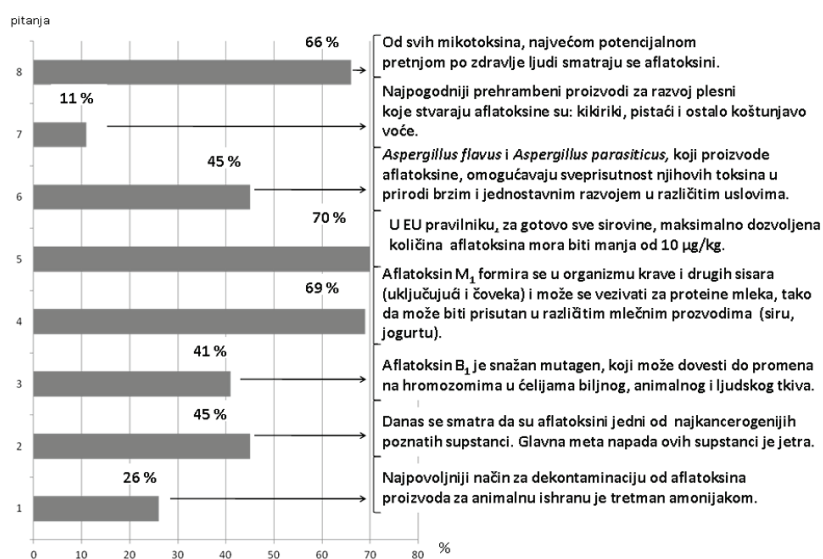


Slika 1. Procenat anketiranih studenata koji su na postavljena pitanja dali tačne odgovore.

Na pitanja koja su se odnosila na osobine pojedinih mikotoksina studenti su pokazali niži stepen znanja. Naime, najbolje poznavanje karakteristika pojedinih konkretnih mikotoksina studenti su pokazali na pitanja koja su se odnosila na aflatoksine, za koje smatraju da predstavljaju najveću potencijalnu pretnju po zdravlje ljudi (66%). Literaturni podaci ukazuju da, ogromna većina stanovništva, pre svega u nerazvijenim delovima sveta, nije svesna prisustva aflatoksina, a naročito nisu upoznati sa njihovim štetnim zdravstve-

nim efektima [31,32]. Poražavajući su rezultati ankete koju su u Gani sprovedi Awuah i saradnici [33] koji pokazuju da je svega 8% ispitanika čulo za aflatoksine. Ustanovljeno je da očigledni znaci kao što su: promena boje, zaraženost insektima ili truljenje zrna bi mogli pomoći većini needukovanih potrošača da se identifikuje gljivična kontaminacija u zrnu [31]. Studenti su bili upoznati (70%) da po EU pravilniku, za gotovo sve sirovine, maksimalno dozvoljena količina aflatoksina mora biti manja od 10 µg/kg, mada je manji broj anketiranih studenata (45%) znalo da je jetra glavna "meta" napada ovih toksina u organizmu čoveka. Pokazali su različito poznavanje karakteristika pojedinih aflatoksina. Naime, relativno veliki procenat ispitanika (69%) je znalo da se aflatoksin M₁ formira u organizmu krave i drugih sisara i da se može vezivati za proteine mleka, tako da može biti prisutan u različitim mlečnim proizvodima (siru, jogurtu). Dok je manji broj anketiranih studenata (41%) bio upoznat da je aflatoksin B₁ snažan mutagen, koji može dovesti do promena na hromozomima u ćelijama biljnog, animalnog i ljudskog tkiva. Istraživanja Ezekiel-a i saradnika [32] o svesti ispitanika o mogućoj zaraženosti kikirikija B₁ aflatoksinom i mogućim štetnim efektima po njihovo zdravlje bila je poražavajuća. Naime, čak 85% ispitanika mlađeg reproduktivnog doba nije imalo svest o kontaminaciji B₁ aflatoksinom i mogućim zdravstvenim rizicima povezanih sa njegovim unosom. Iznenađuje da su ispitani studenti pokazali najslabije poznavanje proizvoda na kojima se dominantno mogu sintetisati aflatoksini. Naime, samo 11% ispitanih studenata je navelo da se aflatoksini uglavnom javljaju na kikirikiju, pistaćima, orasima i ostalom koštunjavom voću i žitaricama, dok je velika većina (52%) smatrala meso i jaja, odnosno leguminoze (37%) kao glavne izvore ovih toksina u ishrani čoveka. Sa druge strane, velika većina ispitanika (91%) je upoznata da sirovo mleko i mlečni proizvodi (preko ishrane životinja stočnom hranom zaraženom plesnima roda *Aspergillus*) mogu biti izvori aflatoksina u ishrani ljudi. Pa sa tim u vezi, njih 35% ispitanih zna da se za dekontaminaciju zrna za ishranu životinja uglavnom koristi termički tretman, dok njih 26% je upoznato da je najpovoljniji način detoksikacije proizvoda za animalnu ishranu tretman amonijakom. Značajan procenat ispitanih studenata (39%) smatra da se tretman UV zračenja može koristiti za dekontaminaciju stočne hrane, iako se ova metoda zapravo može koristiti samo kao inicijalni test kontaminiranosti žitarica i drugih proizvoda, obzirom da aflatoksini pod UV svetlosti fluoresciraju (Slika 2).

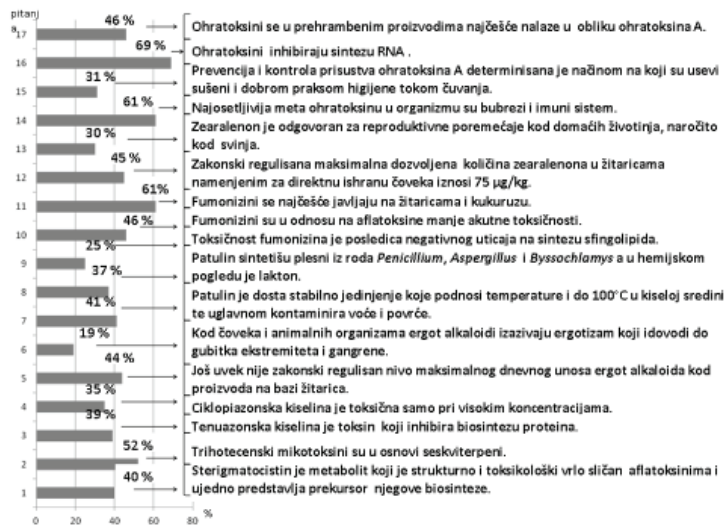
Anketna pitanja su se odnosila i na karakteristike drugih mikotoksina koji se mogu naći u prehrambenim



Slika 2. Procenat anketiranih studenata koji su pokazali poznavanje karakteristika aflatoksina.

proizvodima. O karakteristikama ohratoksina ispitanici su znali da se u prehrambenim proizvodima najčešće nalazi ohratoksin A (46%), da njegova prevencija i kontrola zavise od načina na koji su usevi sušeni i od dobre prakse higijene tokom čuvanja (31%), kao i da se njegova toksičnost sastoji u inhibiciji sinteze RNA (69%), a da su na ove toksine najosetljiviji bubregi (61%). Takođe, 45% anketiranih je znalo da zakonski regulisana maksimalna količina zearalenona u žitaricama namenjenim za direktnu ishranu čoveka iznosi 75 µg/kg dok je manji broj ispitanika (30%) znao da je zearalenon mikotoksin sa luteotropnim, estrogenim i anaboličkim delovanjem kod domaćih životinja i da je odgovoran za reproduktivne poremećaje kod domaćih životinja, naročito kod svinja. Značajan broj ispitanika (61%) je bio upoznat da su fumonizini grupa od najmanje 15 mikotoksina, koji se najčešće javljaju na žitaricama i da su manje akutne toksičnosti od aflatoksina (46%), dok je manji broj ispitanika (25%) znao da je toksičnost fumonizina posledica negativnog uticaja na sintezu sfingolipida. Da mikotoksin patulin sintetišu plesni iz roda *Penicillium*, *Aspergillus* i *Byssoschlamys*, a da je u hemijskom pogledu lakton znalo je 37% ispitanih, dok je 41% ispitanih znalo da je patulin stabilno jedinjenje koje podnosi temperature i do 100°C u kiseloj sredini i da uglavnom kontaminira voće i povrće. Najniži stepen znanja anketirani studenti su pokazali na pitanja vezana za ergot-alkaloide. Naime, samo 19% ispitanih studenata je znalo da ovi toksini kod čoveka i animalnih organizama izazivaju ergotizam koji dovodi do gubitka ekstremiteta i gangrene, kao i da još uvek nisu zakonski regulisani nivoi maksimalnih dnevnih unosa ergot-alkaloida kod proizvoda na bazi žitarica (35%). S obzirom na to da će u nastavnom programu studenti tek biti detaljno upoznati sa mikotoksinima, anketirani studenti su pokazali relativno dobro poznavanje karakteristika pojedinih mikotoksina. Na primer, da je ciklopiazon-

Oreščanin i sar.: Koliko smo upoznati sa osobinama i prisustvom mikotoksina u hrani?



Slika 3. Procenat anketiranih studenata koji su pokazali poznavanje karakteristika pojedinih mikotoksina.

ska kiselina toksična samo pri visokim koncentracijama (44%), da tenuazonsku kiselinu sintetizuje plesan iz roda *Alternaria* i da inhibira biosintezu proteina (39%), da su trihotecenski mikotoksini sekundarni metaboliti čije raznovrsne derivate sintetizuje različite plesni ali da su u osnovi svi seskviterpeni (52%), kao i da je sterigmatocistin metabolit koji je strukturno i toksikološki vrlo sličan aflatoksinima i ujedno predstavlja prekursor njegove biosinteze (40%) (Slika 3).

Veoma je značajno da nijedan od ispitanih studenata nije imao zdravstvenih problema izazvanih mikotoksinima, kao i da značajan broj ispitanika (93%) smatra da je ova anketa imala edukativni karakter. Rezultati dobijeni iz našeg istraživanja u saglasnosti su sa dostupnim literaturnim podacima, gde autori takođe ističu potrebu za edukacijom potrošača u pogledu sigurne prakse upravljanja hranom od trenutka kupovine do kuće, kao i unutar doma [34]. Moramo edukovati potrošače kako bi se mogli nositi sa svim novitetima u oblasti bezbednosti hrane na dnevnom nivou [35]. Istraživanja ukazuju na to da televizija i novine trenutno dopiru do najvećeg broja ljudi i da su ovi mediji najbolji način širenja informacija o bezbednosti hrane, zdravoj ishrani i zaštiti potrošača. Kao i da angažovanja univerzitetskih profesora i specijalista iz ove oblasti u ovim programima imaju značajan efekat na promenu svesti potrošača [36].

ZAKLJUČAK

Sprovedena anketa je bila edukativna za anketirane studente i dala je uvid u to koliko su studenti druge godine osnovnih studija na Institutu za prehrambenu tehnologiju i biohemiju, Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu upoznati sa problemom pojave mikotoksina u hrani. Rezultati ukazuju na to da su anketirani studenti u veoma visokom procentu upoznati sa osnovnim karakteristikama mikotoksina, kao i da od

predstavnik pojedinih grupa mikotoksina najbolje poznaju karakteristike aflatoksina. Pored toga, studenti su pokazali relativno dobro poznavanje osnovnih karakteristika i drugih predstavnika mikotoksina iako još uvek nisu u nastavnom programu svojih modula detaljno obrađivali ovu tematiku. Tako da se rezultat ove ankete može objasniti dobrom opštom informisanošću studenata. Generalno, može se zaključiti da anketirani studenti raspolažu dobrim predznanjem o osobinama mikotoksina, koje može biti odlična osnova za dalji rad i usavršavanje.

Zahvalnica: Autori se zahvaljuju kolegama studentima druge godine osnovnih studija na Institutu za prehrambenu tehnologiju i biohemiju, Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, na učešću u ovom istraživanju.

LITERATURA

1. Vasconcelos de Medeiros HF, Martins JS, Zucchi DT, Soares de Melo I, Batista RL, José da Cruz M. Biological control of mycotoxin-producing molds, Review. *Ciênc Agrotec* 2012; 36(5):483–97.
2. Barać M, Pešić M, Kostić A. Biološki aktivne komponente hrane, Univerzitet u Beogradu, Srbija, Poljoprivredni fakultet u Zemunu; 2015;143–61.
3. Kocić-Tanackov S, Dimić G. Gljive i mikotoksini – kontaminanti hrane. *Hem Ind* 2013; 67(4):639–53.
4. Steyn P. The biosynthesis of mycotoxins. 1st Edition, A study in secondary Metabolism, USA: ELSEVIER; 1980.
5. Sinovec ZJ, Resanović RM, Sinovec SM. Mikotoksini: pojava, efekti i prevencija. Univerzitet u Beogradu, Srbija, Fakultet veterinarske medicine; 2006.
6. Fox ME, Howlett JB. Secondary metabolism: regulation and role in fungal biology. *Curr Opin Microbiol* 2008; 11:481–87.
7. Kocić-Tanackov DS, Dimić RG, Lević TJ, Pejčin DJ, Jajić MI. Occurrence of potentially toxigenic mould species in fresh salads of different kinds of ready-for-use vegetables. *APTEFF* 2010; 41:33–45.
8. Farid MT, Nareen QFA. Isolation and identification of fungi from spices and medicinal plants. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences* 2013; 5(3):131–8.
9. Janković V, Borović B, Velebit B, Mitrović R, Lakićević B, Spirić D i sar. Comparative mycological analysis of spices used in meat industry. *Tehnologija mesa* 2013; 54(1):33–8.
10. Romagnoli B, Menna V, Gruppioni N, Bergamini C. Aflatoxins in spices, aromatic herbs, herbs – teas and medicinal plants marketed in Italy, *Food Contr* 2007; 18:697–701.
11. Dimić RG, Kocić-Tanackov DS, Tepić NA, Vujičić LB, Šumić ZM. Mycopopulation of spices. *APTEFF* 2008; 39:1–9.
12. Mekuanint G. Review on mycotoxins in feeds: Implications to livestock and human health. *Journal of Agricultural Research and Development* 2015; 5(3):137–44.
13. Magan N, Olsen M. Mycotoxins in Food-Detection and Control. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, UK, Cambridge University, 2004.
14. Adeyeye OAS. Fungal mycotoxins in foods: A Review. *Cogent Food and Agriculture* 2016; 2:1–11.

15. Kosiak K, Torp M, Skjerve E, Andersen B. *Alternaria* and *Fusarium* in Norwegian grains of reduced quality – a matched pair sample study. *Int J Food Microbiol* 2004; 93(1):51–62.
16. Barkai-Golan R, Paster N. Mycotoxins in fruits and vegetables, Elsevier Inc 2008.
17. Lewis CD, Goodrich-Schneider R. Mycotoxins in fruit and fruit products. *Proc Fla State Hort Soc* 2012; 125:252–7.
18. Najmus S, Ahmed M, Parveen Z, Ilyas A, Bhutto A. Screening of mycotoxins in wheat, fruits and vegetables grown in Sindh, Pakistan. *Pak Bot* 2009; 41(1):337–41.
19. Becker-Algeri TA, Castagnaro D, de Bortoli K, de Souza C, Drunkler DA, Badiale-Furlong E. Mycotoxins in bovine milk and dairy products: A Review. *J Food Sci* 2016; 81(3):R544–R52.
20. Spirić MD, Stefanović MS, Radičević MT, Đinović-Stojanović MJ, Janković VV, Velebit MB i sar. Studija o nalazu aflatoksina u hrani za životinje i sirovom mleku u Srbiji tokom 2013. godine. *Hem Ind* 2015; 69(6):651–6.
21. Nørrung B, Andersen KJ, Buncic S, Toldrá F. Food microbiology and food safety. Safety of meat and processed meat. Springer-Verlag New York, 2009.
22. Alshannaq A, Yu JH. Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food: A Review. *Int J Environ Res Public Health* 2017; 14(6):632–52.
23. Karaca H, Velioglu YS, Nas S. Mycotoxins: contamination of dried fruits and degradation by ozone: A Review. *Toxin Rev* 2010; 29(2):51–9.
24. Vieira T, Cunha S, Casal S. Coffee in health and disease prevention, mycotoxins in coffee, Chapter 25, Academic Press 2015;225–33.
25. Dimić RG, Maletić MŽ, Kocić-Tanackov DS. Xerotolerant mycopopulations and mycotoxins in muesli components. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke* 2005; 109:81–7.
26. Al-Musawi TA. Detection of mycotoxins in sunflower seed intended or edible for human consumption flower, *IJABR* 2017; 7(2):278–81.
27. Kollia E, Tsourouflis K, Markaki P. Aflatoxin B₁ in sesame seeds and sesame products from the Greek market. *Food Addit Contam B* 2016; 33(4):1–3.
28. Sánchez-Hervás M, Gil a VJ, Bisbal F, Ramón D, Martínez-Culebras VP. Mycobiota and mycotoxin producing fungi from cocoa beans. *Int J Food Microbiol* 2008; 125:336–40.
29. Bullerman BL, Bianchini A. Stability of mycotoxins during food processing. *Int J Food Microbiol* 2007; 119:140–6.
30. Humpf HU, Voss AK. Effects of thermal food processing on the chemical structure and toxicity of fumonisin mycotoxins: A Review. *Mol Nutr Food Res* 2004; 48:255–69.
31. Udomkun P, Nimo Wiredu A, Nagle M, Bandyopadhyay R, Müller J, Vanlauwe B. Mycotoxins in Sub-Saharan Africa: Present situation, socio-economic impact, awareness, and outlook: Review. *Food Control* 2017; 72:110–22.
32. Ezekiel CN, Sulyok M, Babalola DA, Warth B, Ezekiel VC, Krska R. Incidence and consumer awareness of toxigenic *Aspergillus* section *Flavi* and aflatoxin B₁ in peanut cake from Nigeria. *Food Control* 2013; 30:596–601.
33. Awuah RT, Agyemang KO, Fialor SC, Jolly CM. Are Ghanaians aware of the aflatoxin menace? In J. F. Leslie, R. Bandyopadhyay and A. Visconti (Eds.), *Mycotoxins: Detection methods, management, public health and agricultural trade*. Cambridge, USA: CABI.2008;327–33.
34. Jevšnik M, Hlebec V, Raspor P. Consumers' awareness of food safety from shopping to eating. *Food Control* 2008; 19:737–45.
35. Raspor P. Total food chain safety: how good practices can contribute? *Trends Food Sci Tech* 2008; 19:405–12.
36. Bülent E. Consumer awareness and perception to food safety: A consumer analysis. *Food Control* 2013; 32:461–71.

How much we know about properties and the presence of mycotoxins in the food?

Emilia Oreščanin¹, Ivana Perić¹,
Mirjana Pešić², Slađana Stanojević²

¹ Student II year of the bachelor studies of the Faculty of Agriculture in Zemun, University of Belgrade, module: Microbiology of food; Institute of Food Technology and Biochemistry

² Faculty of Agriculture in Zemun, University of Belgrade, associate professor, Institute of Food Technology and Biochemistry

Abstract

The occurrence of mycotoxins in the food chain is an inevitable and serious problem that the world faces. Due to the very humid and warm climate, it can be expected that Serbia this and next year will be a very fertile ground for the development of toxigenic fungi. We need to be familiar with the properties of mycotoxins, the chemical structure and the basic mechanisms of the action of mycotoxins. So we can have the basics for developing protocols or methods for efficiently managing problems related to mycotoxins, as well as to understand their biological effects. The aim of the paper was to analyze how many students are familiar with the problem of mycotoxins in food. The research was carried out using anonymous questionnaire, which included questions about mycotoxins and mycotoxicosis. The surveyed students were selected randomly, and they had an equal chance of being selected for the sample. These were students of bachelor studies at the Institute of Food Technology and Biochemistry, Faculty of Agriculture, University of Belgrade. The survey was educational for interviewed students and they showed that they were in a very high percentage informed with basic characteristics of mycotoxins. As well as, they showed the best know aflatoxin characteristics. In addition, students showed relatively good knowledge of basic characteristics and other representatives of mycotoxins. The relatively good knowledge of the student's questionnaire about mycotoxin features can be a great basis for further work and improvement.

Key words: mycotoxins, mycotoxicosis, food, survey research