

Dr. Bagi Ferenc*

A szerbiai aflatoxin-szennyeződés okai és a megelőzés lehetőségei

Összefoglaló: A 2012-es évjáratú kukorica aflatoxin B₁ szennyeződése közvetlenül kihatott a tej aflatoxin tartalmának növekedésére, ami óriási gazdasági károkat okozott és jelentős közvélemény-nyugtalaniságot idézett elő. Az aflatoxint az *Aspergillus* nemzetségbe tartozó gombák termelték, amelyek a nyári aszály és a kukoricamoly magas szintű támadása következtében nagymértékben fertőzték a kukoricacsöveket.

2013 februárjában a Szerb Mezőgazdasági Minisztérium a tejben megengedett aflatoxin M₁ határértéket a tízszeresére emelte, azaz 0.5 µg/kg-ra. Ebben az évben a Növényvédelmi Igazgatóság átfogó aflatoxin B₁ ellenőrzést dolgozott ki, amellyel követte a kukorica fertőzöttségének mértékét. Az ellenőrzések során a mezőgazdasági szakszolgálatok a szántóföldön osztályozták a kukoricamoly okozta sérülések mértékét, és az *Aspergillus* fertőzöttséget. Úgyszintén kukorica-mintavételre került sor a betakarítás, valamint tárolás kezdeti szakaszában. Összesen 679 laboratóriumi aflatoxin B₁ vizsgálatot végeztek el, 25 bizonyult magasabb méregtartalommal. Ebből 23 (3,4%) megfelelt az állattakarmányi szabályoknak, de nem felelt meg emberi élelemnek, míg 2 minta (0,3%) egyik követelménynek sem tett eleget, emiatt megsemmisítésre került.

2014 márciusában a Minisztérium harmonizálta az EU-s szabállyal az állattakarmányban megengedett aflatoxin B₁ szintet, és előrelátta, hogy július 1-től a tejben megengedett aflatoxin M₁-t is az európai szintre változtatja. A szerbiai tejtermelők nyomására azonban a 0,05 µg/kg-os aflatoxin M₁ tartalom csak 15 napig volt érvényben, mivel július 15-én 0.25 µg/kg-ra módosult. A szerbiai tejtermelők azzal érveltek, hogy a szigorú jogszabály miatt július első két napjában 100 tonna tejet kellett megsemmisíteni, ami nagyszámú termelő egyetlen megélhetési forrását teszi kérdésessé. A Szerb Mezőgazdasági és Környezetvédelmi Minisztérium 2015 januárjában újra az európai szintre csökkentette a tej megengedett aflatoxin M₁ tartalmát.

Kulcsszavak: aflatoxin, *Aspergillus*, kukoricamoly.

* Dr. Bagi Ferenc, egyetemi rendkívüli tanár, Újvidéki Egyetem, Mezőgazdasági Kar, Újvidék

Köszönetnyilvánítás: e munka megvalósítását a következő projektumok támogatásának köszönhetjük: New products of organic cereals and pseudocereals (III46005, Ministry of education and science, Republic of Serbia); Improvement of safety of corn-based feedstuffs through using more resistant hybrids and management of corn processing (ToxFreeFeed, HUSRB/1002/1.2.2/062, Hungary-Serbia IPA Cross-border Co-operation Programme).

AFLATOXIN CONTAMINATION IN SERBIA AND PREVENTION MEASURES

Abstract: Aflatoxin B₁ contamination of maize harvested in 2012, resulting in feed and milk contamination, caused significant economic losses in Serbia, as well as public concern which caused consequences at the state level. During 2012, temperatures above long-term average and a long-term lack of precipitation significantly reduced the vitality of maize crops making them vulnerable to *Aspergillus* spp. Infections were also favoured by damages caused by the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*). In autumn 2012, RASFF notifications pointed to the increased content of aflatoxin B₁ in exported maize, and public attention to milk contamination with aflatoxin M₁ was attracted by information which appeared in February 2013. Inconsistent information on the content of aflatoxin M₁ in milk was provided to the public, which caused even more concern. In February 2013, the Government of the Republic of Serbia decided to increase the legal limit for aflatoxin M₁ in milk to 0.5 µg/kg. The Plant Protection Department of the Ministry of Agriculture organised the monitoring of aflatoxin B₁ in maize in 2013 in two phases - in the field, during harvest and during storage. The state extension service monitored flight and population abundance of the European corn borer, as well as occurrence of disease symptoms on ears. According to the monitoring plan, in the first phase control was conducted at 246 locations which were marked as potentially risky by visual control conducted by the Extension service of the Republic of Serbia. Control and sampling were conducted during harvest and at selling sites prior to storage. A total of 232 samples were delivered to authorised laboratories for aflatoxin B₁ analysis. Higher level was found in 11 samples, out of which in 9 samples aflatoxin B₁ was at the level which restricted use of the concerned lots of maize in the human diet, while still enabling feed use. In 2 samples, aflatoxin level was too high for the maize to be used for food and feed. The second aflatoxin monitoring phase started in December 2013, and was finished in February 2014. Control and sampling were conducted during storage period in silos and maize cribs. A total of 272 farms were included in the control, and 447 samples were collected. According to laboratory analyses, 14 samples had increased level of aflatoxin B₁ and the concerning maize could not be used in the human diet, but could be used for feed. On the whole, in monitoring of aflatoxin B₁ in mercantile maize in 2013, 679 reports on laboratory analysis of aflatoxin B₁ were filed, based on which 25 samples were found to have increased content of aflatoxin B₁. The level of aflatoxin B₁ found in 23 analysed samples (3.4%) restricted the use of maize in the human diet, however it could be used for feed. In 2 samples (0.3%) the level of aflatoxin B₁ was too high for the maize to be used for food or feed. In the remaining samples, the level of aflatoxin was below the permitted limit in Serbia. In March 2014, a ministerial decision on the decrease of the aflatoxin B₁ limit in the Regulation on animal feed quality was taken to bring it in harmony with EU legislation. Since 1st July 2014 the limit for aflatoxin M₁ in milk was brought at the level of the EU limit of 0.05 µg/kg milk. However, 15 days after the Regulation came into force, it was decided to change the aflatoxin M₁ level in milk to 0.25 µg/kg until the end of the year, as a consequence of a request filed by the Serbian Milk Producers Association. The reason for this temporary derogation was the fact that 23% of the milk could not meet the standard of 0.05 µg/kg. The Serbian Milk Producers Association

claimed that after the Regulation requiring a limit of 0.05 µg/kg came into force, 100 tons of milk had to be destroyed within two days, and 30–40% farmers still could not meet the demands. Consequently, tens of thousands of family farms would lose their incomes. The argument of milk producers was also the fact that in many regions in the world, the legal limit for aflatoxin M₁ amounts 0.5 µg/kg milk. A problem in milk production and animal feed quality control in Serbia is certainly fragmentation of farm holdings (the number of cows per farm). Therefore, it is necessary to conduct self-control of food by producers, besides legal control procedures of animal feed. The Ministry of Agriculture applied the EU standard for aflatoxin M₁ in milk from 1st January 2015.

Key words: aflatoxin, *Aspergillus*, corn borer.

Razlozi kontaminacije aflatoksinom u Srbiji i mere kontrole

Sažetak: Kontaminacija kukuruza roda 2012 godine aflatoksinom B1 sa posledicom kontaminacije hrane za životinje i mleka prouzrokovala je visoke ekonomske gubitke u Srbiji, i uznemirenje javnosti sa značajnim društvenim posledicama na državnom nivou. Tokom 2012 godine temperature iznad višegodišnjih proseka i dugotrajni nedostatak padavina značajno su smanjile vitalnost useva kukuruza i prouzrokovale naseljavanje vrsta iz roda *Aspergillus*. Ostvarenje infekcija omogućila su i oštećenja od stane kukuruznog plamenca.

Tokom jeseni 2012 godini RASFF notifikacije su ukazale na povećan sadržaj aflatoksina B1 u kukuruzu iz izvoza, a pažnju javnosti na kontaminacije mleka aflatoksinom M1 su privukle informacije tokom februara 2013 godini. O sadržaju aflatoksina u mleku i obimu kontaminacije objavljavani su različite informacije što je prouzrokovalo još veće uznemirenje javnosti. od strane različitih nivoa vlasti i različitih izvora. Vlada Republike Srbije je u februaru 2013 godine donela odluku o povećanju granice aflatoksina u mleku na 0,5 µg/kg.

Uprava za zaštitu bilja Ministarstva poljoprivrede vodoprivrede i šumarstva je tokom 2013 organizovala monitoring aflatoksina B1 u kukuruzu roda 2013 godini u tri faze na njivi, tokom žetve i tokom skladištenja. Prognozno izveštajna služba je redovno pratila let i populaciju kukuruznog plamenca, a vršila je i ocenu pojave simptoma na klipovima. Po rezultatima ovog monitoringa kukuruz roda 2013 je ispravan.

Po planu monitoringa, u prvoj fazi, izvršena je kontrola kod 246 subjekta (proizvođači, otkupljivači i skladištari). Kontrola i uzorkovanje je izvršeno u skladištima i otkupnim mestima posle berbe, a pre skladištenja kukuruza kao i kod proizvođača sa parcela koje su na osnovu vizuelnih pregleda koje je izvršila Prognozno izveštajna služba Srbije označene kao potencijalno rizične. 232 uzorci su dostavljena ovlašćenim laboratorijama na analizu na prisustvo mikotoksina. Konstatovano da 11 ispitanih uzoraka ima povećan sadržaj aflatoksina. Nivo aflatoksina u 9 analiziranih uzoraka je takav da se kukuruz ne može koristiti za ishranu ljudi, ali se može koristiti za ishranu životinja, a u 2 ispitana uzorka nivo aflatoksina je takav da se ne može koristiti ni za ishranu ljudi, ni za ishranu životinja. U ostalim do sada ispitanim uzorcima nije bilo aflatoksina iznad propisanih granica. Druga faza monitoringa mikotoksina je započela u toku decembra 2013. godine i završena 28. februara 2014. godine. Kontrola i uzorkovanje je izvršena u fazi skladištenja kukuruza u skladištima kao i kod proizvođača u koševima i ambarima.

Kontrola je izvršena kod 272 subjekta i uzeto 447 uzorka. Na osnovu laboratorijskih ispitivanja na aflatoksine na konstatovano je da 14 ispitana uzorka imaju povećani sadržaj aflatoksina i taj kukuruz se ne može koristiti za ishranu ljudi, ali se može koristiti za ishranu životinja. Ukupno je u monitoringu mikotoksina merkantilnog kukuruza roda 2013. godine dostavljeno 679 izveštaja laboratorijskog ispitivanja na aflatoksin B1 na osnovu kojih je konstatovano da 25 ispitanih uzoraka ima povećan sadržaj kontaminanta. Nivo aflatoksina u 23 (3.42%) analiziranih uzoraka je takav da se kukuruz ne može koristiti za ishranu ljudi, ali se može koristiti za ishranu životinja, a u 2 (0.30%) ispitana uzorka nivo aflatoksina je takav da se ne može koristiti ni za ishranu ljudi, ni za ishranu životinja. U ostalim ispitanim uzorcima nije bilo aflatoksina iznad propisanih granica. U martu 2014 godine doneta je odluka o smanjenju granice aflatoksina u pravilniku o kvalitetu hrane za životinje na evropski nivo, a od 1 jula 2014 godine i sadržaj aflatoksina M1 u mleku na evropski standard od 0,05 µg/kg.

Međutim, 15 dana nakon stupanja na snagu novog pravilnika, usled zahteva Udruženja proizvođača mleka Srbije doneta je odluka da do kraja godine granica za aflatoksin bude 0,25 µg/kg. Razlog za povećanje granične vrednosti je da je 23% mleka još uvek ne odgovara standardu od 0,05 µg/kg.

U Udruženju proizvođača mleka Srbije navode da je nakon stupanja na snagu pravilnika sa graničnom vrednošću od 0,05 µg/kg za dva dana moralo biti uništeno 100 tona mleka i da 30-40% farmara još uvek ne može da ispuni ovaj standard. Zbog toga bi desetine hiljada ljudi u porodičnim farmama ostalo bez prihoda. Argument proizvođača mleka je i da je u velikom delu sveta granična vrednost za aflatoksin M1 0,5 µg/kg.

Problem u proizvodnji mleka i kontroli hrane za životinje u Srbiji svakako predstavlja velika usitnjenost gazdinstava (koliko krava po jednoj farmi), te je potrebno da se pored službenih kontrola hrane za životinje izvrši što više samokontrola hrane od strane subjekata proizvodnje, odnosno proizvođača. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine od 1 januara 2015 primenjuje evropski standard za sadržaj aflatoksina M1 u mleku uvede.

Ključne reči: aflatoksin, *Aspergillus*, kukuruzni plamenac

Bevezető

Az élelmiszerbiztonság a korszerű mezőgazdasági termelés és élelmiszeripar legfontosabb követelményévé vált (Avantaggiato, 2012). A kontaminánsok biológiai és vegyi eredetűek lehetnek, és jelentős veszélyt képezhetnek emberi és állati egészségre nézve. A fejlett mezőgazdasági és élelmiszeripari technológia, további jogi szabályozás ellenére világszinten fordulnak elő olyan élelmiszer-szennyeződések, amelyek veszélyeztethetik a lakosság egészségét és jelentős figyelmet keltenek a közvéleményben. Leggyakrabban mikrobiológiai kontamináció, vegyszermaradvány, illetve nehézfémek jelenléte okozza a gondot. Az utóbbi években azonban Európa-szinten is egyre nagyobb figyelmet fordítanak a mikroszkopikus gombák okozta mikotoxin-szennyeződésre (Scott és Lawrence, 1995; Peraica et al., 2002).

Mikotoxinok

A mikotoxinok a mikroszkopikus gombák szekundáris metabolizmusának termékei, amelyekkel a gombák az emberi táplálékot, illetve állattakarmányt szennyezhetik (Dänicke et al., 2004; Zaki et al., 2012). Több nemzetség gombafajai is mikotoxin-termelők, de a leggyakoribbak a *Fusarium*, a *Penicillium* illetve az *Aspergillus* nemzetségbe tartozó gombafajok. A *Fusarium* gombanemzetség igen nagyszámú gombafajt tartalmaz, amelyek között több mikotoxin-termelő is van (Pitt és Hocking, 1985). A nemzetséget a sarló alakú makrokonidiumok jellemzik, habár egyes fajok mikrokonidiumokat és klamidospórákat is képeznek (Leslie és Summerell, 2006). Hazánkban a leggyakoribb mikotoxin-képző faj a *Fusarium graminearum* (teleomorf *Gibberella zea*), amely kalászfuzariózist és kukorica-csőrothadást is okozhat (Mesterházy et al., 2012). Jelentős toxinjai a zearalenon és a deoxynivalenon, de az éghajlati körülményektől és izolátumtól függően számos más gombamérget is termelhet (Sydenham et al., 1999). E feltételektől, továbbá a növényfajta ellenállóságától függ a képzett anyagok mennyisége is (Nelson et al., 1983). A *Fusarium* fajok által termelt mérgek bizonyítottan termostabilok, így a fertőzött magvakból készített termékek még sütés után is tartalmazzák a mérget (Bullerman és Bianchini, 2007). A *Penicillium* nemzetség által képzett termékek emberek millióit mentették meg, hiszen az antibiotikumokat is e fajok képezik. Ugyanakkor e gombák az egészségre nézve igen veszélyes anyagokat is termelnek, mint amilyen az ohratoxin és az aflatoxin. A nemzetség képviselői egysejtű spórákat képeznek, miközben a spóratartók jellegzetesen, ecsetszerűen ágaznak el. A *Penicillium* gombabevonat gyakran jelenik meg a háztartásban, különböző élelmiszeren. Az *Aspergillus* fajok leginkább a trópusi, szubtrópusi övezetekre jellemzőek, mivel a magas hőmérséklet kedvez az elszaporodásuknak. Legismertebb képviselőjük az *Aspergillus flavus* gombafaj, amely az aflatoxin csoportba tartozó gombamérgeket termeli. Az aflatoxinok korábban az importált földimogyoróban, fűszernövényekben jelentek meg leggyakrabban, de a mint kifejezettebb éghajlati változások következtében Európa területén termesztett növényekben is megjelentek.

Aflatoxinok

Az aflatoxinok csoportjába több gombaméreg is tartozik, ezek közül a leggyakoribban a kék színnel fluoreszkáló aflatoxin B, a zöld színű aflatoxin G, továbbá a tejben előforduló aflatoxin M változatok. A kukoricában is képződő aflatoxin B₁ bizonyítottan az *A. flavus* és az *A. Parasiticus* gombafajok termékei. Feltételezhető, hogy más gombafajok, mint például a *A. nominus*, *A. ochraceus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. ostianus*, *A. wentii*, *A. orizae*, *A. versicolor*, *Penicilium puberulum*, *P. citrinum*, *P. variabile*, *P. frequentas*, *P. digitatum*, *Rhizopus spp.* is aflatoxin-termelők. Az *A. flavus* igen elterjedt gombafaj, melynek az optimális hőmérsékleti igényei 25-30 °C között vannak, de jól fejlődik 38°C is. Az aflatoxinok rákkeltő anyagoknak számítanak, de számos más, krónikus és akut megbetegedést is okozhatnak. A bélrendszeren keresztül egy óra leforgása alatt a véréredényekbe és a vesébe kerülnek. Az ember közvetlenül, a fertőzött növényi termék, illetve közvetetten, az állati termékek (tej, hús, tojás) által van kitéve a mérgezésnek.

A hazai kukorica aflatoxin-szennyezettsége

A 2012-es vegetációt az igen magas hőmérsékletek, továbbá a csapadékhiány jellemezte. Emiatt a kukorica növényállománya nagymértékű nedvességihiányban szenvedett, ami jelentősen kihat a betegségekkel szembeni ellenállóság-csökkenésre (Reid et al., 1996). A növények alacsony életereje és a magas hőmérsékletek megfelelték az *A. flavus* gombafaj megtelepedésére és ezáltal az aflatoxin képződésre is (1. kép). A gomba megtelepedéséhez hozzásegített a kukoricamolym kártétele is, mivel a hernyók okozta csövkárosítások utat nyitottak a gombafertőzésnek.

2012 őszén jelentek meg az első RASFF (Rapid Alert System for Feed and Food) figyelmeztetések, amelyek a szerbiai kukorica aflatoxin B₁ illetve a tej aflatoxin M₁ fertőződésére utaltak.

2013 februárjában a Szerb Mezőgazdasági Minisztérium a tejben megengedett aflatoxin M₁ határértéket a tízszeresére emelte, azaz 0.5 µg/kg-ra.

Ebben az évben a Növényvédelmi Igazgatóság átfogó aflatoxin B₁ ellenőrzést dolgozott ki, amellyel követte a 2013-ban termelt kukorica fertőzöttségének mértékét. Ezek az ellenőrzések során a mezőgazdasági szakszolgálatok a szántóföldön osztályozták a kukoricamolym okozta sé-

rülések mértékét, és az *Aspergillus* fertőzöttséget. Úgyszintén kukoricamintavételre került sor a betakarítás, valamint tárolás kezdeti szakaszában.

A munka első szakaszában 232 gazdaság kukoricatermését ellenőrizték, közvetlenül az aratás után, de a tárolást megelőzően. Különösen azokra a gazdaságokra ellenőrizték, amelyek területén jelentősebb volt a kukoricamoly-támadás és amelyekben csőrothadást jegyeztek. A minták laboratóriumi vizsgálata 11 esetben mutatott a megengedettnél magasabb értéket. Az ellenőrzés második felében, 2013 végén és 2014 elején a tárolt kukorica egészségi állapotára összpontosítottak. Ebben az esetben 272 tárolót vizsgáltak és 447 mintát gyűjtöttek be. Az analízis 14 minta esetében bizonyított magasabb toxintartalmat.

Az adatokat összegezve, összesen 679 laboratóriumi aflatoxin B₁ vizsgálatot végeztek el, ebből 25 bizonyult magasabb méregtartalommal. Ebből 23 (3,4%) megfelelt az állattakarmányi szabályoknak, de nem felelt meg emberi élelemnek, míg 2 minta (0,3%) egyik követelménynek sem tett eleget, emiatt megsemmisítésre került.

2014 márciusában a Minisztérium harmonizálta az EU-s szabállyal az állattakarmányban megengedett aflatoxin B₁ szintet, és előrelátta, hogy július 1-től a tejben megengedett aflatoxin M₁-t is az európai szintre változtatja. A szerbiai tejtermelők nyomására azonban a 0,05 µg/kg-os aflatoxin M₁ tartalom csak 15 napig volt érvényben, mivel július 15-én 0,25 µg/kg-ra módosult. A szerbiai tejtermelők azzal érveltek, hogy a szigorú jogszabály miatt július első két napjában 100 tonna tejet kellett megsemmisíteni, ami nagyszámú termelő egyetlen megélhetési forrását teszi kérdésessé.

A hivatalos szervek munkáját nagyban nehezíti a szerbiai gazdaságok elaprózottsága. Átlagban a gazdaságok 1,5-2 fejőstehenet tartanak, és a legtöbb esetben a termelő önmaga készíti a takarmányt. Ilyen körülmények között jóval nagyobb számú mintát kell begyűjteni és ellenőrizni, mint azokban az európai országokban, amelyekben nagy, specializált állatfarmok működnek.

A Szerb Mezőgazdasági és Környezetvédelmi Minisztérium 2015 januárjában újra az európai szintre csökkentette a tej megengedett aflatoxin M₁ tartalmát.

Az aflatoxin-szennyeződés megelőzésének lehetőségei

Vegetáció során alkalmazható megelőző intézkedések

Mindazok az agrotechnikai műveletek, amelyek a növények életerejét növelik, egyúttal aflatoxin elleni védekező eljárásnak is tekinthetők: vetésváltás, megfelelő talajművelés, kiegyensúlyozott trágyázás, megfelelő vetésidő, optimális vetésmélység, ritkább növényállomány, gyomirtás és kártevők elleni védekezés. Azok a kukoricahibridek, amelyek ellenállóbbak a szárazságra és amelyeknek a csöve zártabb, ellenállóbbak a csőrothadással szemben is.

Az aratás és tárolás során alkalmazható megelőző intézkedések

Az aratót úgy kell beállítani, hogy minél kevesebb legyen a törött és sérült szemek aránya. A kukoricát 24% alatti szem-nedvességtartalommal kell aratni. Nem szabad összekeverni a különböző csőrothadásfertőzésű parcellák termését. A Szerbiai Növényvédelmi Előrejelző Szolgálat honlapján (www.pissrbija.com) közli a megfigyeléseit és tanácsolja a termelőket. A tárolás során is követni kell a rothadás mértékét, a tárolóban uralkodó hőmérsékletet és nedvességtartalmat és betartani a higiéniai előírásokat.



1. kép

Aspergillus flavus okozta csőrothadás tünete

Következtetések

Az aflatoxin-szennyezés megelőzése mezőgazdasági, technológiai, élelmiszeripari és jogi szempontok együttes hatását igényli. Az éghajlatváltozás következtében fellépő *Aspergillus* fertőzéseket a jövőben sem lehet teljes mértékben megakadályozni, de állandó ellenőrzésekkel és a követhetőség elvének betartásával jelentősen csökkenthető a gombaméreg élelmiszerbiztonságra vonatkozó kockázata.

Felhasznált irodalom:

- Avantaggiato, G., 2012. Mycotoxin decontamination in the food/feed chain. In: Book of lectures of the Training Course: Detection and decontamination techniques for mycotoxins in the food/feed chain. October 22-26, 2012, Bari, Italy.
- Bullerman, L.B., Bianchini, A., 2007. [Stability of mycotoxins during food processing](#), International Journal of Food Microbiology 119: 140-146.
- Dänicke, S., Valenta, H., Döll, S., Ganter, M., Flachowsky, G., 2004. On the effectiveness of a detoxifying agent in preventing fusario-toxicosis in fattening pigs. Animal Feed Science and Technology 114: 141-157.
- Leslie, J.F. Summerell, B.A., 2006. The *Fusarium* Laboratory Manual. Willey Blackwell Publishing, Ames, IA, USA, 640 pp.
- Mesterházy, A., Lemmens, M., Reid, L.M., 2012. Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. in maize- a review. Plant Breeding 131: 1-9.
- Nelson, P.E., Toussoun, T.A., Marasas, W.F.O., 1983. *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University Press, University Park, PA, USA, pp. 1-193.
- Peraica, M., Domijan, A.M., Jurjevic, Z., Cvjetkovic, B., 2002. Prevention of exposure to mycotoxins from food and feed. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology 53: 229-237.
- Pitt, J.I., Hocking, A.D., 1985. Fungi and Food Spoilage. Springer Science-Business Media, New York, NY, USA, pp. 1-414.
- Reid, L.M., Hamilton, R.I., Mather, D.E., 1996. Screening Maize for Resistance to *Gibberella* Ear Rot. Agriculture and Agri-Food Canada, Research Branch, Ottawa, Canada, pp. 1-25.
- Scott, P.M., Lawrence, G.A., 1995. Mycotoxin methodology. Food Additives and Contaminants Part A: Chemistry, Analysis, Control. Exposure & Risk Assessment 12: 395-403.
- Sydenham, E.W., Van der Westhuizen, L., Stockenström, S., Shephard, G.S., White, D., 1999. Compendium of Maize Diseases, 3rd edition. APS Press, St. Paul, MN, USA, pp. 78.
- Zaki, M.M., El-Midany, S.A., Shaheen, H.M., Rizzi, L., 2012. Mycotoxins in animals: Occurrence, effects, prevention and management. Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences 4: 13-28.