

**Kecskésné Nagy Eleonóra - Korzenszky Péter -
Sembery Péter**

A malmi melléktermék don-toxintartalmának vizsgálata

Eleonóra Kecskésné Nagy - Péter Korzenszky - Péter Sembery
The DON-Toxin Content Analysis of the Milling By-Product

Összefoglalás

Az elmúlt években előforduló kedvező évjáráthatásnak köszönhetően az étkezési búza fusárium szennyezettsége és ennek következtében a magas DON-toxin koncentrációja gyakran okozott gondot. A DON-toxin humán- és állategészségügyi szempontból komoly élelmiszerbiztonsági kockázati tényező. Fontos tehát, hogy a búza malmi feldolgozása során legyenek olyan módszerek, amelyekkel a toxinszint csökkenthető. Korábbi vizsgálatainkkal igazoltuk, hogy korszerű színválogató gép segítségével az étkezési búzatételeknek hatékonyan lecsökkenthető a DON-toxin tartalma. A kérdés az, hogy hogyan változik a folyamatban párhuzamosan keletkező melléktermék mikotoxin tartalma, amit elsődlegesen állati takarmányként használnak fel. A szerzők az erre vonatkozó kísérleti adatok elemzését mutatják be. Az eredményekből látszik, hogy a melléktermék toxintartalma meghaladja a kiinduló búzatétel toxintartalmát.

Kulcsszavak: DON toxin, fusárium, búza, optikai válogatás, élelmiszerbiztonság

Summary

Thanks to the favourable impact of the vintage effect occurring in recent years the Fusarium contamination of wheat and consequently a high DON toxin concentration has often caused a problem. The DON toxin in terms of human and animal health is a serious food safety risk factor. Therefore, it is important that there be methods during the wheat milling process, which reduce the level of the toxin. We proved in our earlier examinations that with the help of a modern colour sorting machine the DON toxin content of wheat items can be significantly reduced. The question is how the mycotoxin content of the by-product produced in parallel during the process changes, which is used primarily as animal forage. The authors present an analysis of these relevant experimental data. The results show that the toxin content of the by-product exceeds the toxin content of the initial wheat item.

Keywords: DON toxin, fusarium, wheat, optical sorting, food safety

BEVEZETÉS

Az élelmiszerlánc teljes rendszerében a biztonságos termékek előállítása, azaz az élelmiszerbiztonság szavatolása elsődleges fontosságú mind az élelmiszerek, mind a takarmányok termelése során. Fontos, hogy a

technológiákban rejlő kockázatokat felmérjük, és megfelelő szakértelemmel kezeljük. Ehhez segítséget nyújtanak az élelmiszerbiztonsági jogszabályok és szabványok előírásai.

A malmi technológia célja a közvetlen élelmiszer-előállítás. Vagyis a megfelelő

minőségű alapanyagot felhasználva tészta, kenyér és még számtalan alapvető élelmiszer előállítására alkalmas lisztet termeljenek. Mindeközben keletkeznek melléktermékek, amelyeket elsődlegesen állati takarmányként hasznosítanak. Ez azt jelenti, hogy ha közvetett úton is, de az emberi szervezettel kapcsolatba fognak kerülni ezek az anyagok is. Tehát a melléktermékek termeléséhez kapcsolódó kockázatok felmérése és kezelési lehetőségeinek a megállapítása ugyanolyan fontos, mint a liszt előállításában. Ezt főként akkor kell szem előtt tartani a gyártóknak, amikor a technológiai folyamatban fejlesztést, változtatást hajtanak végre. Nem elegendő csak a fő folyamatokra koncentrálni, hanem ezzel párhuzamosan a melléktermék előállítási folyamatra gyakorolt hatást is elemezni kell, és fenn kell tartani a jogszabályi és az élelmiszerbiztonság egyéb követelményeknek való megfelelést.

A fenti gondolatmenetnek megfelelően a malmi búza DON-toxin tartalmának a csökkentési lehetőségeit vizsgáló kutató munkánkban is két aspektusból elemeztük az eredményeket. A kutatás elsődleges célja annak vizsgálata, hogy a feldolgozás folyamatában van-e érdemi és megbízható lehetőség a búza mikotoxin tartalmának a csökkentésére, ha korszerű eszközöket építünk be a folyamatba.

Vizsgálati eredményeink azt mutatják, hogy megfelelő válogató és felülettisztító gépek és berendezések alkalmazásával a toxinszint biztonságosan csökkenthető (Kecskésné-Sembery, 2014, Kecskésné-Sembery 2015). Viszont felmerül a kérdés, hogy ebben az esetben hogyan változik a toxintartalma a takarmányként is hasznosítható mellékterméknek. Ez a kutatás második aspektusa. A cikkben az erre vonatkozó adatokat mutatjuk be. A téma kifejezetten aktuális, hiszen a 2015. évben betakarított

búzáknál több helyen tapasztalható volt erős fuzárium fertőzés, ami maga után vonhatja az egyes búzafajták magas DON-toxin szennyezettségét. Erre az illetékes szervezetek is felhívták a gyártók figyelmét.

A BÚZA MIKOTOXIN KONCENTRÁCIÓJÁT MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK

Az élelmiszerekben előforduló mikotoxinok egyes penészgombák által termelt másodlagos anyagcseretermékek, amelyek erős toxikus hatással bírnak, élelmiszerbiztonsági szempontból magas kockázatot jelentenek. Az emberi és az állati szervezetben súlyos szövődeményeket, rövidebb-hosszabb idő alatt kialakuló betegségeket, sok esetben maradandó károsodást okozhatnak (Galvano, 2005, Kovács, 2010).

A fuzárium fajok számos haszonnövényen élőskekedhetnek. Leggyakrabban a gabonaféléket fertőzik meg. Így jelentős gazdasági kárt okozhatnak a növénytermesztésben és az állattenyésztésben egyaránt, de ezek eredményeként a humán-egészségügyi következményük is számottevő lehet (Mesterházy, 2007; Szabó-Hevér, 2013). A fuzariotoxinok egyik gyakran előforduló képviselője a deoxinivalenol, vagy vomitoxin, még ismertebb nevén DON-toxin. Mesterházy (2007) szerint a búzában ez a toxin fordul elő leggyakrabban. Mivel a mikotoxin a gabonafélékben és a feldolgozott gabonatermékekben egyaránt jelen lehet, így élelmiszerbiztonsági szempontból jelentősnek mondható (Búza, 2010).

A fuzárium fertőzés megjelenésében és a gabonák toxintartalmának alakulásában kiemelt szerepe van az időjárási tényezőknek. A gomba fertőzéséhez a csapadékos, párás időjárás a kedvező.

A kedvezőtlen ökológiai tényezők hatását azonban megfelelő, preventív agrotechnikai

eljárások alkalmazásával csökkenteni lehet. Ennek ellenére a tapasztalatok szerint, a búza virágzásakor, illetve a betakarítás időszakában bekövetkezett csapadékos időjárás magasabb toxinszintet eredményez.

A fuzárium fertőzés mértéke és jellege attól függ, hogy mely fenofázisban támadja meg a búzát a gomba, azaz melyik fejlődési fázisban kedvezőek a környezeti feltételek annak szaporodásához. Ez határozza meg, hogy a gombafertőzés a szemtermésnek a magháját, vagy pedig a tápszövetét érinti. A fertőzés jellegétől függ az, hogy a búzaszem színe, fajsúlya eltér-e a normálistól, ami viszont a fertőzött, magasabb toxintartalmú szemek kiválogatásának a lehetőségét vagy a toxinszintjének csökkentésére alkalmazott módszer kiválasztását határozza meg.

Veres (2007) kísérleti eredményei egyértelműen alátámasztják az előző bekezdésben leírt folyamatot. A fertőzött búzatételek analizálása során kimutatta, hogy a szem külső és belső fertőzöttsége között nincs szoros korreláció, vagyis azok egymástól független jelenségek következtében alakulnak ki. Ezen túlmenően megállapította, hogy az általa vizsgált tételben a külső és a belső fertőzöttség mértéke és a búza toxintartalma között nem állt fenn egyenes arányosság. Mindez azt feltételezi, hogy egy hagyományos, konvencionális tisztítási, válogatási eljárással nem lehet megbízhatóan és hatékonyan csökkenteni a gabonátétel toxinkoncentrációját, ehhez korszerű berendezések alkalmazására van szükség.

A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatás folyamán azt vizsgáljuk, hogy a malmai búza DON toxin szennyezettségét lehet-e csökkenteni a feldolgozás során, amennyiben megfelelő és korszerű gépeket építenek be a folyamatba. Ennek elsősorban az a jelentősége,

hogy a végtermék, azaz a liszt toxintartalmának a jogszabályban rögzített határértéken belül tartása minden körülmények között szavatolható legyen. Ezen túlmenően az is fontos, hogy az alapvető élelmiszerek előállításához felhasznált termékek toxinszintjét minél alacsonyabb értéken tartsuk, csökkentve az emberi szervezetbe a káros anyagok bevitelét az élelmiszerek által.

A kísérleteink egyik ágában vizsgáltuk azt, hogy a búzatételek színválogatásával elérhető-e pozitív eredmény. Ehhez a Sortex Z+ színválogatógépen végeztünk halmaztisztítást, majd a tisztítás előtt és után mértük meg a minták DON-toxin tartalmát.

A kísérletek helyszíne Magyarország egyik legkorszerűbb technológiájával rendelkező malma. Az élelmiszerbiztonsági technológiai feltételek biztosítását, azaz a kockázatok csökkentését érintő kutatás esetében fontosnak tartottuk, hogy a kísérleteket termelési környezetbe állítsuk be, és a folyamat képességét tudjuk felmérni a modellkísérlet helyett. A helyszín megválasztásakor fontos szempont volt, hogy a kísérletek ellenőrzött körülmények között végrehajthatóak legyenek, a folyamat teljes mechanizmusa és annak környezete jól átlátható, feltérképezhető és mérhető legyen. Mindemellett a feltételek, a kísérleti beállítások megváltoztathatók és megismételhetők legyenek.

A kísérlet alapanyaga a durum búza (*Triticum durum*). A kísérletbe a szakirodalomban megjelenő termesztési tapasztalatok alapján választottuk a fajt. A termesztése során megfigyelték, hogy a durum búza a fuzárium fertőzésre érzékenyebben reagál, mint az egyéb búzafélék (Szunics et. al, 2002).

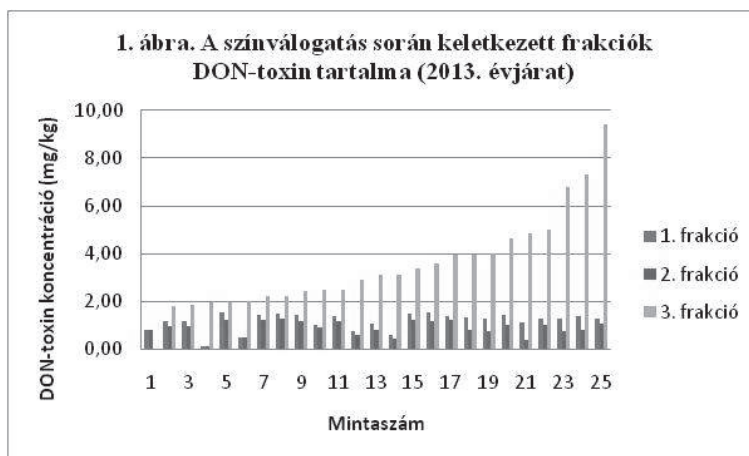
A fuzárium fertőzés jellegére, mint ahogy arról már korábban szó esett, az évjáráthatásnak van nagy szerepe. Ezért a vizsgálatok tárgyát a különböző években betakarított búzák analízise

jelenti. A 2013-ban és a 2014-ben betakarított búzatételek mintáinak az eddigi kiértékelési eredményeit foglaltuk össze a cikkben. A mintavételi rendet a folyamatos üzemelés miatt a technológiai lépéseknek megfelelően alakítottuk ki. A cél az, hogy egy búzatétel toxintartalmának a változását nyomon lehessen követni a feldolgozást közvetlen megelőző tisztítási folyamatban. A Sortex színválogatógépnél három mintavételi helyet alakítottunk ki. Az első mintát közvetlenül a válogatás előtt szedtük meg. Ez tükrözte az alapanyag kiinduló toxintartalmát. A kiértékelés során ezt 1. frakciónak neveztük el. A tisztítást követően két frakció keletkezett. A 2. frakciót a malmi búza jelentette, amelyből a technológiai folyamat végén a lisztet őrlik. A 3. frakció a kiválogatott melléktermék, ami takarmány alapanyagként is felhasználható. Az egyes frakciók DON-toxin tartalmát megmértük és

statisztikai módszerek alkalmazásával kiértékeljük. A toxinkoncentráció meghatározása a Romer Labs által forgalmazott, Elisa módszerrel működő AgraQuant Deoxinyvalenol vizsgálati kittel történt.

EREDMÉNYEK

Az eddigi vizsgálati eredményekből egyértelműen kiderült, hogy a Sortex Z+ színválogató gép alkalmazásával csökkenthető a búzatétel DON-toxin tartalma. Korábban megjelent publikációinkban az erre vonatkozó elemzéseket részletesen ismertettük. Most arra keressük a választ, hogy a 3. frakció toxintartalmának az alakulása összefüggésbe hozható-e a kiinduló alapanyag (1. frakció) vagy a tisztított búza (2. frakció) toxinkoncentrációjával.



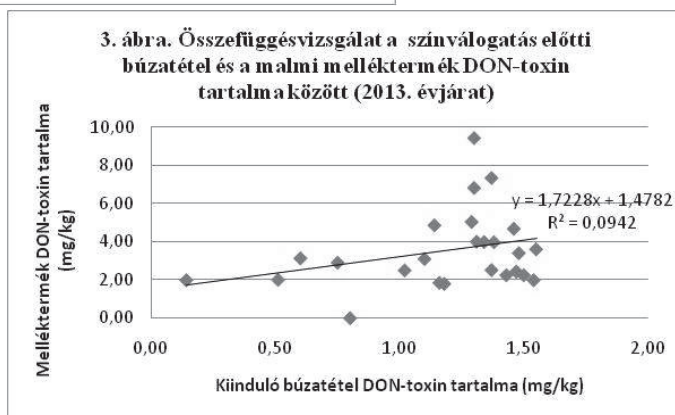
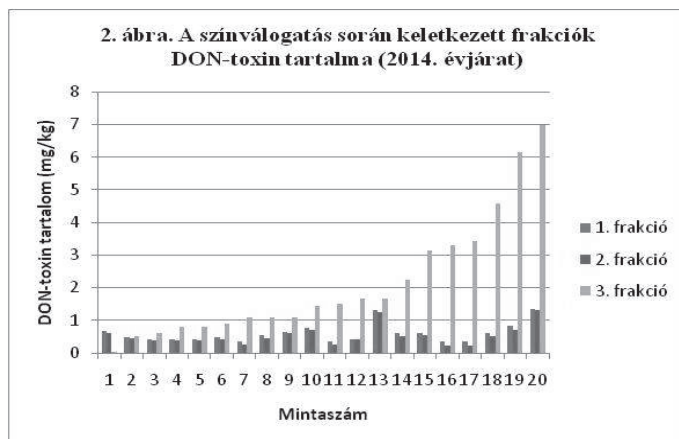
Az egyértelműen látszik az 2. és 3. ábrából, hogy a kiválogatás után a 3. frakcióban mért toxinszint mindig magasabb, mint az első két frakcióban mért értékek.

Ahhoz, hogy az előzőekben feltett kérdésre a választ megkapjuk, az 2-3. ábrákban a minták sorrendjét a 3. frakció DON-toxin tartalmának

növekvő sorrendje alapján alakítottuk ki. Így egyszerűen szemléltethető, hogy az egyes frakciók koncentrációjának az alakulása mutat-e szemmel látható összefüggést. A válasz első látásra egyértelmű nem. Emeljük ki a 2013. évben betakarított (2. ábra) és a 2014-ben betakarított (3. ábra) mintasorokból egy-egy

adatpárt és vessük össze azokat. Az 2. ábrán például az 5. mintánál mért eredményeket a 25. minta eredményeivel, míg a 3. ábrán a 17. és a 20. minta toxin tartalmának alakulását hasonlítsuk össze.

Az előzőekben tett megállapításunk igazolódik. Sem a 2013-ban, sem a 2014-ben betakarított búzatételeknél nem látszik összefüggés a három frakció toxintartalmának alakulásában.



Az eddigi okfejtésünk minden kétséget kizáró igazolásához vagy elvetéséhez a biostatistikai módszereket hívtuk segítségül. A regresszióanalízissel részletesebb elemzést végzünk. Az elvégzett összefüggésvizsgálat adhat választ arra a kérdésre, hogy a búzatétel kiinduló DON-toxin koncentrációjából vagy a tisztított búza DON-toxin tartalmából következtethetünk-e a melléktermékben várható toxintartalomra.

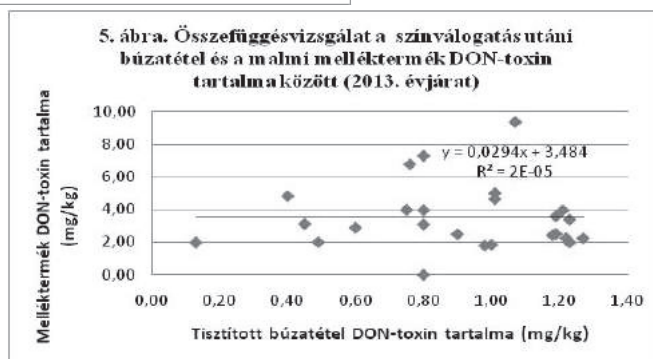
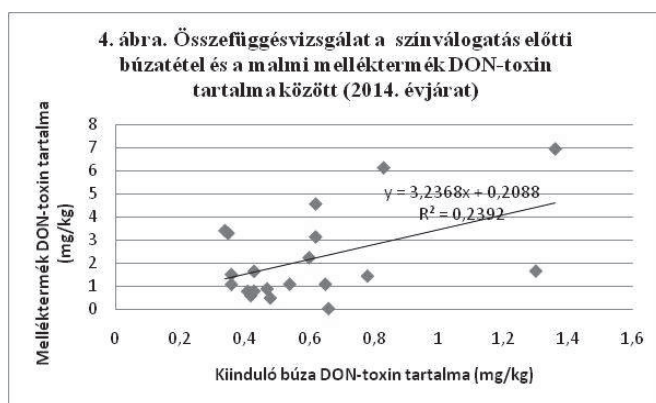
A jogszabályi előírásoknak való megfelelés érdekében a malomipari feldolgozás során a kiinduló alapanyag toxinszennyezettségének a mértékét ismerni kell ahhoz, hogy a határértéket meghaladó búzatételek ne kerüljenek őrlésre. Ezért a legegyszerűbb megoldást a melléktermék szennyezettség mértékének a megbecslése, ez alapján pedig a továbbhasznosításának a meghatározása szempontjából az jelentené, ha a kiinduló

alapanyag és a melléktermék toxinkoncentrációja között valamilyen szintű statisztikai összefüggést ki lehetne mutatni. Ezért e két adat regresszióanalízisét végeztük el elsőként mindkét évjáratra vonatkozóan (3-4. ábra).

A 3. ábra (2013. évjárat) tanúbizonysága szerint a kiinduló búzatételnek (1. frakció) csak 9%-ban van befolyása a melléktermék (3. frakció) DON-toxin koncentrációjára, 81% pedig véletlen hatásoknak köszönhető annak mértéke.

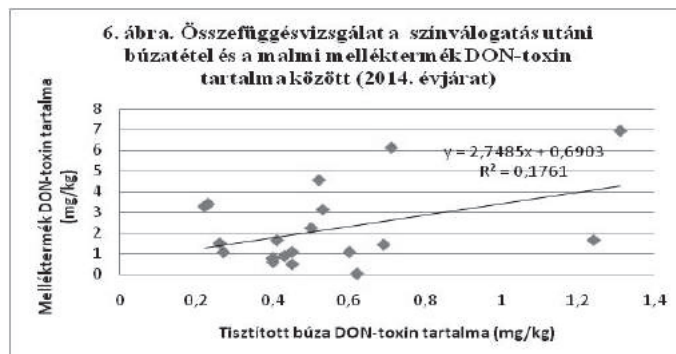
A 4. ábra azt mutatja, hogy a 2014. évjáratú búzák esetén mintegy 24%-ban függ az egyes frakció kiinduló toxintartalmától a melléktermék toxinszennyezettsége. Azt mondhatjuk mindkét esetben, hogy nincs lineáris korreláció az adatpárok között, így a kiinduló búza toxintartalmából nem tudunk következtetni a melléktermék toxikus hatására.

Vizsgáljuk meg, hogy a 2. frakció (színválogatás utáni búza) és 3. frakció között találunk-e összefüggést (5-6. ábra)!



Az eredmény hasonlóan alakul, mint az első és a harmadik frakció összefüggés vizsgálata esetén. Ebben az esetben sem mutatható ki kapcsolat a mintapárok toxinkoncentrációja között. Ki kell emelnünk az 5. ábra adatait, amelyek azt mutatják, hogy egyáltalán nincs

összefüggés a tisztított búza toxinkoncentrációja és a melléktermék mikotoxin tartalma között. Tehát ezek az adatok sem adnak támpontot a melléktermékben felgyülemlett káros anyag mennyiségére.



KÖVETKEZTETÉSEK

A fenti eredményekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az őrlésre szánt búza DON-toxin tartalmát csökkentő színszerinti válogatás során keletkezett malmi melléktermék toxintartalma nem mutat szoros korrelációt sem a kiinduló búza, sem a tisztított búza toxintartalmával (3-6. ábra). Ez azt jelenti, hogy előfordulhat az alacsony DON értékű búzák tisztítását követően magas káros anyag tartalmú melléktermék és fordítva (1-2. ábra). Ezt a tényt fontos ismerniük a malomiparban dolgozóknak, mert sok esetben a tisztítási melléktermékeket állati takarmányként értékesítik.

A melléktermék toxintartalmára a színszerinti válogatás, azaz a tisztítás hatékonysága sem mutat egyértelmű, jól meghatározható összefüggést. Ennek az okát több tényezővel lehet magyarázni. Egyrészt a színszerinti válogatással a virágzás korai stádiumában fertőződött szemek válogathatók ki nagy százalékban, a virágzás kései szakaszában fertőződött kalászközből származó búzaszemek egy része, mivel színeltérést nem minden esetben mutatnak, tovább halad. Az, hogy a különböző fertőzési jeleget mutató szemek aránya hogyan alakul egy adott búzatételben, főként az évjáráthatástól és a termesztés során

alkalmazott helyes agrotechnikai gyakorlattól függ.

A melléktermék toxintartalmára hat az is, hogy milyen egyéb alkotókat és milyen mennyiségben választja ki a Sortex Z+ válogatógép. Ettől a melléktermék össz mennyisége, illetve a benne található toxinszennyezett szemek aránya függ. Erre a feldolgozás előtti előválogatás hatékonysága mellett ismét az évjáratnak van hatása. Ez utóbbi befolyásolja többek között azt, hogy milyen egyéb fertőzések érték a búzát, amelyek szintén a szemek színeltéréseivel járhatnak. illetve mennyire üvegesek a szemek. Sorolhatnánk még azokat az eltéréseket, amelyek a fuzáriummal fertőzött szemekkel együtt a színszerinti halmaztisztításkor kerülnek ki a malmi búzából.

Összességében tehát elmondhatjuk, hogy ha a mellékterméket takarmányként szeretnék hasznosítani a gyártók, akkor ki kell dolgozniuk a DON-toxin tartalmát meghatározó vizsgálati rendszerét. Az élelmiszerbiztonsági feltételek így biztosíthatók minden körülmények között, valamint az is, hogy az ajánlott határértéket meghaladó toxintartalmú tételek ne váljanak állati eledellé.

Az Európai Unióban a takarmányok DON-toxin tartalmára vonatkozóan ajánlást fogalmaztak meg. A gabonafélék és gabonakészítmények esetén az EU által ajánlott maximális

toxin tartalom javasolt határértéke 8 mg/kg lehet. A 2013-as és a 2014-es évjáratban, ami a búza fusárium fertőzöttsége szempontjából nem számított különleges évjáratnak, a mintáink közül egy haladta meg ezt az értéket. Így, amennyiben nincs mód egy vizsgálati rendszer kialakítására, akkor a megfelelő keverési arány meghatározásával van mód a takarmányként hasznosításra. Vizsgálatainkat tovább folytatjuk a 2015. évben is, amikor a búza virágzása és a betakarítás idején erősen csapadékos volt az időjárás.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] BÚZA L. – M. SCHILL J.: A mikotoxinok vizsgálati módszerei, eredményei, előfordulásuk a hazai takarmányokban. In: Kovács M. (szerk.): Aktualitások a mikotoxin kutatásban. Agroinform Kiadó. Budapest, (2010.) 14-19.
- [2.] GALVANO F. – GALOFARO V. – GALVANO G.: Mycotoxins in the human food chain. In: Diaz D. (eds.): The Mycotoxin Blue Book. Nottingham Press, (2005.) 187-224.
- [3.] KECSKÉSNÉ NAGY E. – SEMBERY P.: Egy malomipari feldolgozási folyamat műszaki feltételeinek a vizsgálata élelmiszerbiztonsági szempontból. Gradus (2014.) 1:(2) 44-50.
- [4.] NAGY KECSKÉSNÉ E. – SEMBERY P.: Color sorting of bread-making wheat and change of toxin content. Annals of faculty engineering hunedoara / international journal of engineering (2015.) 13:(1) 171-174.
- [5.] KOVÁCS M.: A mikotoxinok humán-egészségügyi vonatkozásai. In: Kovács M. (szerk.): Aktualitások a mikotoxin kutatásban. Agroinform Kiadó. Budapest, (2010.) 86-102.
- [6.] MESTERHÁZY Á.: Mikotoxinok a gabonatermesztésben: az élelmiszerbiztonsági kihívás. Élelmiszervizsgáló közlemények, (2007.) LIII. kötet. (53 különszám). 38-48.
- [7.] SZABÓ HEVÉR Á.: A kalászfusárium rezisztencia molekuláris hátterének vizsgálata frontana eredetű térképező búzapopulációkban, SZIE, Doktori értekezés. (2013.) 141.
- [8.] SZUNICS L. et al.: A Maxi és a Makaróni. Új őszi típusú, jó minőségű durum búza fajták. Martonvásár, az MTA Mezőgazdasági Kutató Intézetének közleményei. (2002.) XIV. (2) 9-11.
- [9.] VERES E. – BORBÉLY M.: Az őszi búza felhasználhatósága a vizuális és mikrobiológiai Fusarium fertőzöttség-, valamint a toxin vizsgálatok alapján. Agrártudományi közlemények, (2007.) 12. sz. 26-34. p