

MALOMIPARI GÉPEK SZEREPE A BÚZA DON-TOXIN CSÖKKENTÉSÉBEN

THE ROLE OF MILLING MACHINES IN THE REDUCTION OF DON-TOXIN IN WHEAT

Kecskésné Nagy Eleonóra^{0009-0002-5756-9356 1*}, Nagy József^{0009-0006-1926-6978 2}

¹ Kertészeti Tanszék, Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Neumann János Egyetem, Magyarország

² Műszaki Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Magyarország

<https://doi.org/10.47833/2023.2.AGR.001>

Kulcsszavak:

DON-toxin
malmi tisztítás
optikai válogatás
felülettisztítás

Keywords:

DON-toxin
mill cleaning process
optical sorting
surface cleaning

Cikktörténet:

Beérkezett 2023. március 10.
Átdolgozva 2023. október 13.
Elfogadva 2023. november 5.

Összefoglalás

Kiemelkedő szerepük van azoknak a tudományos kutatásoknak, amelyek arra irányulnak, hogy az élelmiszer- és takarmányellátás mennyiségi és minőségi elvárásainak megfelelő termékek biztosíthatóak legyenek. Az elmúlt években a búzatermelésben, ennek következtében e gabonából készült alapvető élelmiszerek esetén komoly gondokat okozott a DON-toxinszennyezés, ami a nagymértékű fuzárium fertőzésnek volt köszönhető.

Kísérleteink során azt vizsgáltuk, hogy a malmi feldolgozás során milyen technikai feltételek segítségével, azaz korszerű gépek alkalmazásával lehetne a fertőzött és toxinnal szennyezett búzatételek mikotoxin szintjét csökkenteni azokban az évjáratokban is, amikor a fertőzés esélye nagy. Illetve a vizsgálatok kitértek arra is, hogy hogyan változik a búzatétel toxinszennyezettsége a korszerű berendezések nélkül.

Abstract

Scientific research aimed at ensuring products that meet the quantitative and qualitative requirements of the food and feed supply has an outstanding role. In recent years, DON toxin contamination caused serious problems in wheat production, and consequently in the elementary foods made from this grain, which was due to the large-scale Fusarium infection.

During our experiments, we investigated what technical conditions, i.e. using modern machines, could be used to reduce the mycotoxin level of infected and toxin-contaminated wheat lots during mill processing, even in those years when the chance of infection is high. Also, how the toxin contamination of wheat batches changes without modern equipments.

1. Bevezetés

A gabonafélék közül a búzát termesztik a legnagyobb területen és mennyiségben a világon. Bátran állíthatjuk, hogy a Földünk legfontosabb növénye. A FAO adatok azt mutatják, hogy a 1500 millió hektár szántóterületből mintegy 220 millió hektáron termelnek búzát a világon.

* Kecskésné Dr. Nagy Eleonóra.
E-mail cím: nagy.nori@kvk.uni-neumann.hu

A világ gabona termésmennyiségének több mint egynegyedét teszi ki a búza. Az összes szántófelület 14%-án, az évjáráthatástól függően, mintegy 600-700 millió tonna szemtermést takarítanak be évente búzából.

A *FAPRI (2012)[3]* 2026-ig szóló előrejelzései azt mutatják, hogy várhatóan e gabona vetésterülete csak nagyon kis mértékben fog változni a jövőben, hiszen a jelenlegi termőterületeket az elkövetkezendő időben már számottevően bővíteni nem lehet. Így a takarmány- és élelmiszerszektor növekvő igényét a magasabb termésátlagok elérésével, illetve a veszteségek csökkentésével lehet elérni. Az élelmiszerláncba bekerülő termékekkel kapcsolatban a minőségi és élelmiszerbiztonsági igények is egyre hangsúlyosabbá válnak.

A gabonatermesztésben igen jelentős kockázatot hordoz a penészgombafertőzés megjelenése, ezek közül is kimagasló minőségi és élelmiszerbiztonsági veszélyt a fuzárium fajok jelentenek. A vizsgálati módszerek fejlődésével számtalan fuzárium törzs több mint ötven fajáról igazolták, hogy toxinokat termelnek. Ezek közül is kimagasló a DON-toxin jelentősége [2]. Az élelmiszerlánc minden pontján, azaz a termesztésnél, a tárolásnál, a feldolgozásnál és a forgalmazásnál is számolnunk kell e toxin előfordulásával, a gombafertőzés kialakulásához kedvező évjáratok esetén [1]. E toxin jelentőségét az adja, hogy az emberi és az állati szervezetben súlyos szövődeményeket, rövidebb-hosszabb idő alatt kialakuló betegségeket, sok esetben maradandó károsodást okozhatnak [4].

Betakarítást követően a búzahalmazból a gombával fertőzött szemeket nehéz eltávolítani a tisztítási fázisban. A búzatételekben a fertőzés következtében kialakuló toxinok az évjáráthatástól, azaz az adott termesztési év ökológiai tényezőitől függően a búzaszem különböző részeiben lehetnek jelen. Ezek alapján a tapasztalatok alapján a szakirodalom feltételezi, hogy a feldolgozás során nincs vagy nagyon korlátozott, illetve bizonytalan annak lehetősége, hogy a mikotoxin koncentrációt, azaz az élelmiszerbiztonsági kockázat mértékét minden búzatétel esetén biztonsággal tudjuk mérsékelni [8][9][11]. Különösen hagyományos technológia alkalmazása esetén.

A kísérleteink alaphipotézise az, hogy ma már léteznek olyan korszerű malomipari gépek, amelyeknek a segítségével a feldolgozási folyamatban is csökkenthető a toxin mennyisége, a fertőződés mértékétől, típusától függetlenül. Az olyan alapvető élelmiszerek alapanyagánál, mint a liszt, ami a fogyasztók széles körének ellátásában jelentős szerepet játszik nemtől, kortól és egészségi állapottól függetlenül, a toxintartalom élelmiszerbiztonsági határértéken belül tartásán túl az is fontos, hogy a lehető legkisebbre csökkentsük a szennyezettség mértékét. Különböző termesztési években, azaz évjáratokban már vizsgáltuk az optikai válogatás és a kúpos felülettisztítógép hatását a DON-toxintartalom változására [5][10]. Jelen tanulmányban azokat a kísérleti adatokat mutatjuk be, amelyek igazolják, hogy e korszerű gépek tisztítási folyamatból történő kiiktatásával hogyan alakul a búzatételek toxintartalma. A tisztítási folyamat így hasonlóan zajlik, mint egy hagyományos malmi technológiában. Az adatok megfelelő értelmezése érdekében, az Eredmények fejezet elején röviden összefoglaljuk az optikai válogatás és a felülettisztítás toxinszennyezettségre gyakorolt együttes hatását is.

2. Módszer

A durumbúza őrlés előtti tisztítási folyamatát számítógépes vezérléssel rendelkező, korszerű malomipari környezetben végeztük, ahol a gyártási folyamat jól lekövethető.

Az alaphipotézisnek megfelelően, három különböző, azaz a toxinszennyezés kockázata szempontjából eltérő évjáráthatásnak kitett búzatételeknél vizsgáltuk, hogy a betakarítást követően optikai válogatással vagy korszerű, kúpos felülettisztító géppel, illetve e két gép együttes alkalmazásával csökkenthető e kellő biztonsággal a DON-toxin tartalom az őrlés előtt álló gabonatételekben. Az első kísérleti év, azaz az 1. évjáráthatásnak kitett búzatételek vizsgálatakor a korrelációs együttható értékeinek az alakulása vezetett egy további kérdésfeltevéshez, miszerint a két gép nélkül vajon lehet-e eredményt elérni a toxinszennyeződés mértékének a csökkentésében. Az adatokat eddig három összefüggésben vizsgáltuk: optikai válogató gép, felülettisztító gép és a két gép együttes tisztítási hatásossága. Mindhárom esetben a korrelációs együttható azt mutatta, hogy a függő és a független változók szoros kapcsolatban vannak egymással, mégis ennek a számszerű értéke a teljes tisztítási folyamat végén, azaz a kiinduló és a tisztítás végén mért toxinadatok összevetésekor volt a legkisebb. Ez arra engedett következtetni, hogy a tisztítást

megelőző és a tisztítást követően vett minták eredményeiben egyéb technológiai tényezők hatása erőteljesebben érvényre jut, mint amikor a két gép adatait egyenként vizsgáljuk. A kérdés, hogy az egyéb tisztító berendezéseknek van-e erre hatása, azaz milyen mértékben befolyásolhatják a búzatételek DON-toxin tartalmát. Ezért a következő két ugyancsak eltérő toxinszennyezettséget okozó évjáratban beállítottunk egy újabb kísérletet. Olyan búzamintákat szedtünk, amelyek színválogatáson és korszerű kúpos hámozógéppel történt felülettisztításon nem estek át.

2.1. Mintavételi rend és az adatok kiértékelése

Mivel az optikai válogató és a kúpos felülettisztító gép utólag került beépítésre a vizsgálatok helyét adó malomba, így megoldható volt a tisztítási technológia e gépek használatának felfüggesztésével is. Az így kialakított folyamat csaknem megegyezik egy hagyományos malmi technológiával. Viszont a színválogatás helyett általában triőrözést, míg a kondicionálás után egy hámozást vagy sík felépítésű géppel végzett súrolást találhatunk egy átlagos malomban. A szakirodalmi adatok szerint [6] [7] e berendezéseknek nincs igazolható hatása a toxincsökkentésre. S a saját kísérleteink is azt igazolták, hogy még egy korszerű felülettisztítási eljárás sem tud hatásos lenni önmagában a toxincsökkentésre bármelyik évjáratban.

Az új kísérleti beállítással arra mindenképp választ kapunk, hogy az adott technológia egyéb elemei milyen mértékben vettek részt a toxincsökkentésben, mennyire megbízhatóak e tekintetben.

A búzatételeket két helyen mintáztuk meg:

- a tisztítási folyamatot megelőzően, ahol a minták V_6 jelölést kaptak, majd
- a halmaz és felülettisztítási lépéseket követően, ahol a minták V_7 jelölést kaptak.

A publikációinkban a minták jelölését következetesen alkalmazzuk a teljes kutatásban kialakított szisztéma szerint, hogy az eredmények követhetők legyenek.

A kísérletben 2. évjáratban 20 búzatétel adatait dolgoztunk fel. Minden tételből négy-négy mintát vettünk a tisztítási folyamat elején is és végén is. A négy-négy mintapár átlageredményeivel végeztük a statisztikai kiértékelést. A kísérletben 3. évjáratban 40 búzatételt mintáztunk meg az előzőekben leírt szisztéma szerint. Kihhasználva azt, hogy a durummalom nem folyamatosan üzemelt, 15 olyan búzatételt is be tudtunk válogatni a kísérleti anyagba, amelyeknek a toxinszennyezettsége meghaladta a jogszabályi határértéket. Fontos hangsúlyozni, hogy nagyon nagy körültekintéssel jártunk el ezekben az esetekben. Ezeket a búzatételek az őrlés előtt maradék nélkül eltávolítottuk a rendszerből. Viszont azt szerettük volna vizsgálni, hogy a magasabb toxinszennyezés eredményezhet-e nagyobb arányú csökkenést a tisztítás végére az optikai válogatás és a kúphenger alakú csiszoló kövekkel ellátott hántoló berendezés nélkül.

Az adatok kiértékelését leíró statisztikai módszerrel végeztük. A diagramok elkészítésénél az adatokat növekvő sorrendbe raktuk a kiinduló (V_6) toxinszintet alapul véve. Így jobban követhetővé vált a tisztítás utáni toxinszint változás mértéke és annak iránya.

3. Eredmények és értékelésük

A kutatás alapvető célja annak a hipotézisnek az igazolása, hogy ma már megfelelő gabonatisztítási eljárásokkal, korszerű berendezésekkel a búza DON-toxin szennyezettségét a betakarítás után is lehet biztonsággal csökkenteni. Így e fejezet első alfejezetében röviden közlésezünk olyan vizsgálati eredményeket, amelyekkel igazolható, hogy csökken a búzatételek DON-toxin tartalma akkor, ha a tisztítási folyamatba optikai válogatást és korszerű felülettisztítógépet is beépítenek (3.1. fejezet). Azonban a malomipari feldolgozás, azaz az őrlést megelőzően a búza tisztítási folyamatában több, a hagyományos malmi technológia részét képező gép is részt vesz. Tehát tudnunk kell, hogy ezek milyen irányban képesek befolyásolni a búzahalmaz toxintartalmát (3.2. fejezet). Mekkora a szerepük azokban az eredményekben, amelyeket a 3.1. fejezet mutat be. Egyúttal ezek az eredmények rávilágítanak arra is, hogy egy olyan évjáratban, amikor a DON-toxin előfordulási kockázata magas vagy kimagasló, a hagyományos technológiák mennyire megbízhatóak.

3.1. Korszerű tisztítóberendezések hatása a búzatételek DON-toxintartalmára

A három, eltérő toxinszennyezettséget eredményező évben betakarított búzatételeknél az optikai válogatás és a korszerű felülettisztítás DON-toxin tartalom változásra gyakorolt együttes

hatását vizsgálva, a deskriptív és az induktív statisztika is egybehangzóan igazolta, hogy a feldolgozási folyamatban a DON-toxin tartalom minden esetben csökkenthető volt. A mintákban a toxincsökkenést a destruktív statisztika eredményének a bemutatásával igazoljuk. Ennek eredményeként a különböző évjáratokban az átlagos toxinszint csökkenése az 1. táblázat adatainak megfelelően alakult. Jelentős, 50% körüli átlagos toxincsökkenést mértem az optikai válogatógép és a korszerű felülettisztítógép együttes hatására.

1. táblázat A mintapárokban mérhető toxinváltozás az optikai válogatás és a felülettisztítás együttes hatására, azaz a tisztítási folyamatot megelőzően és a tisztítás befejezését követően

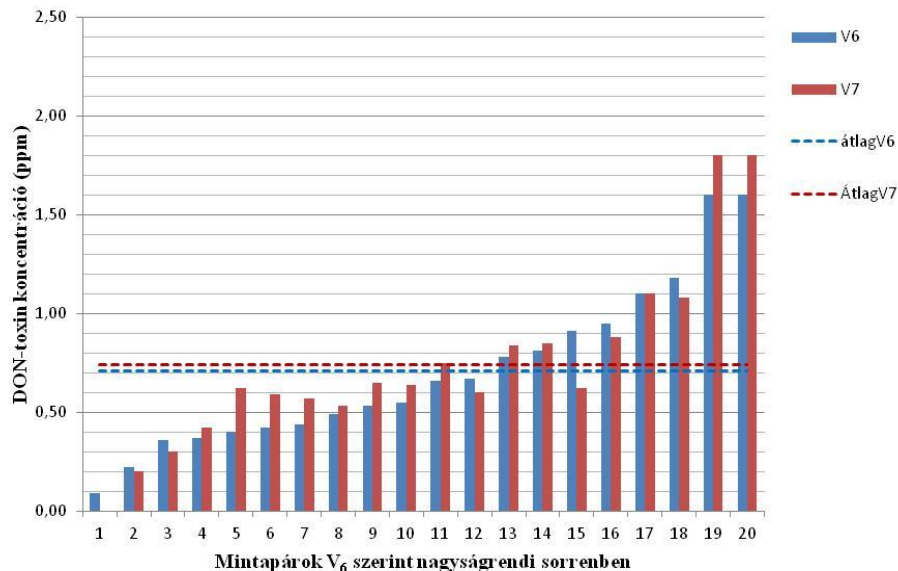
Vizsgálati évjárat	Mintapárok darabszáma	Tisztítás előtti toxintartalom átlaga (ppm)	Tisztítás utáni toxintartalom átlaga (ppm)	Csökkenés mértéke (%)
1. évjárat	41	1,16	0,61	47
2. évjárat	63	0,72	0,38	47
3. évjárat	59	1,20	0,59	51

3.2. DON-toxinváltozás a korszerű berendezések nélkül

A 2. és 3. évjáratokhoz kitért búzamintákon végzett kísérletek, amelyek az optikai válogatás és a kúpos elrendezésű csiszoló kövekkel működő felülettisztító kiiktatásával történtek azt mutatják, hogy a korszerű eszközök és berendezések nélkül a malmi feldolgozási folyamatban kiszámíthatatlan a toxinszint változás mértéke és iránya.

A 2. évjáratban csak olyan búzatételeket vizsgáltunk, amelyek biztonsággal a jogszabályi határérték alatti értéket mutatták. Tehát ez az évjárat nem tekinthető magas kockázatúnak a DON-toxin szempontjából.

Az oszlopdiagram egyértelműen azt mutatja (1. ábra), hogy a tisztítási folyamat a toxinszint változása teljességgel kiszámíthatatlan, megbízhatatlan.

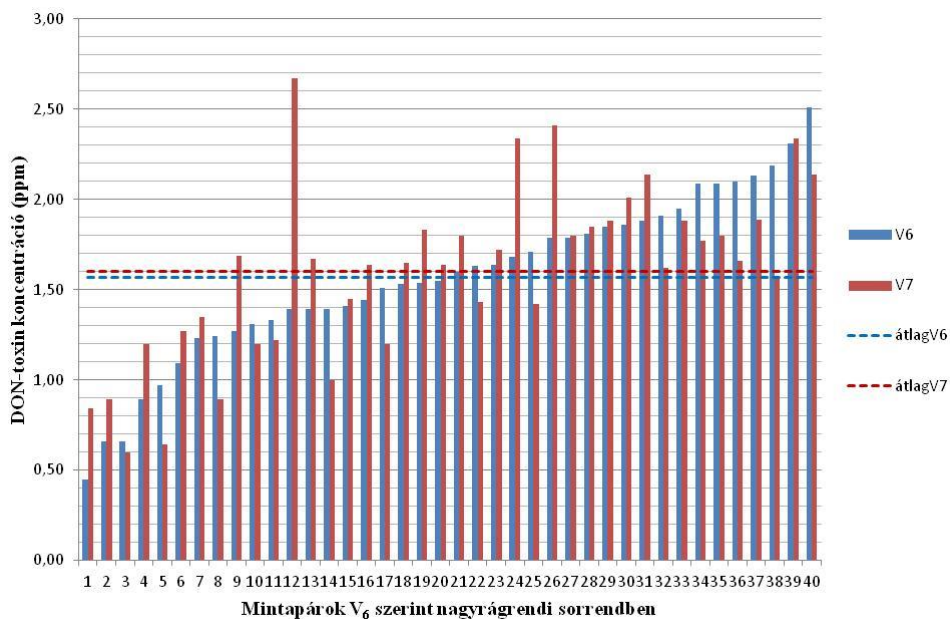


1. ábra A DON-toxin koncentráció változása a korszerű berendezések nélküli tisztítási folyamatban (2. évjáratokhoz kitért búzaminták - V₆: kiinduló toxinszint; V₇: tisztítás utáni toxinszint)

Ebben az évjáratban a minták többségénél nemhogy csökken, mint inkább növekszik a DON-toxin tartalom. Ha a jogszabályi határértéket nem közelíti meg túlságosan a kiinduló búzatételek szennyezettségének a mértéke (V₆), akkor a folyamat végén (V₇) a toxinszint még az

élelmiszerbiztonsági előírások értékein belül marad a növekedés ellenére is. Ha azonban a határérték közelében alakul a bemeneti búza toxintartalma, akkor megvan az esélye annak is, hogy a jogszabály által előírtakat túllépő búzát őrölnek azokban a malmokban, ahol hiányoznak a korszerű tisztítógépek. A kiinduló és a tisztítás utáni átlagos toxinkoncentráció is alátámasztja a fentebb leírtakat. A két érték nagyon közel áll egymáshoz, tehát minimális mértékben, de a tisztítási folyamatot követően magasabb számértéket mutat a búzák átlagos toxinszintje (1. ábrán a vízszintes szaggatott vonalak).

A korszerű berendezések nélküli tisztítási folyamatra vonatkozóan a 3. évjáráthatásnak kitett búzaminták vizsgálatai megerősítették az előző évi tapasztalatokat (2. ábra).



2. ábra A DON-toxin koncentráció változása a korszerű berendezések nélküli tisztítási folyamatban (3. évjáráthatásnak kitett búzaminták - V_6 : kiinduló toxinszint; V_7 : tisztítás utáni toxinszint)

A 3. évjáratban betakarított búzatételek produkálták a legmagasabb átlagos DON-toxin szintet. Az eredmények részletes vizsgálata szerint nagyon változatos képet mutatnak a hagyományos technológia tisztítási eredményei. Mindössze 17 mintapárnál látjuk, hogy a tisztítás végére csökkent a toxinszint, vagyis V_7 eredményei alacsonyabbak a V_6 -os értéknél. Így a minták nagyobb részénél, azaz 23 mintánál növekedést tapasztalhatunk. Az egyes mintapárokban a csökkenés szemmel láthatóan kisebb arányú volt, mint a növekedés. Kiemelhetőek a 12-es, 24-es és 26-os minták, ahol a kiinduló, jogszabályi határérték alatti toxinszint a tisztítás után erőteljesen meghaladta a megengedett toxinkoncentrációt (1,75 ppm-et).

Ha a kiinduló és a tisztítás utáni átlagos toxinkoncentráció értékeit vizsgáljuk (2. ábrán a vízszintes szaggatott vonalak), akkor az látszik, hogy a két érték nagyon közel áll egymáshoz, mégis számszakilag a tisztítás utáni átlag a magasabb.

A 2. ábra oszlopdiaagramja azt mutatja, hogy a kiemelkedően magas, jogszabályi határértéket megközelítő kiinduló toxinszintű mintapárok kisebb hányadában (26-31. és a 39. számú) nem csökkent a szennyezőanyag mennyisége, sőt a 26. mintában jelentősen, a 30. és a 31. mintában kis mértékben növekedett, ahogy arról már volt szó. A mintapárok nagyobb részében (32-40. kivéve a 39. számú mintát), változó mértékű csökkenés tapasztalható. Ez a csökkenés viszont nem tendenciózus, illetve nem olyan mértékű, hogy kellő biztonságot nyújtana a feldolgozás során.

4. Következtetések

A leíró statisztika azt igazolja, hogy mindkét vizsgálati évjáratban minimális számszerű emelkedés volt tapasztalható a búzatételek átlagos toxinszintjében a hagyományos jellegű malmi tisztítási folyamat alkalmazásakor: a 2. évjáratában 0,70 ppm-ről 0,74 ppm-re, míg 3. évjáratában

1,57 ppm-ről 1,60 ppm-re (1-2. ábrák) változtak az értékek. Az eredményt magyarázza a mintapárok egyedi vizsgálata. Több mintánál emelkedett a toxintartalom a tisztítás után. A 3. évjáratában volt olyan mintapár (12. sorszámmal jelölt), amelyben csaknem 50%-kal nőtt a DON-toxin koncentrációja a tisztítási folyamat végére.

Összességében az a következtetés vonható le, hogy az optikai válogatás és a korszerű felülettisztítás hatására biztonsággal csökkenthető a búzátételek toxinkoncentrációja azokban a betakarítási években, amelyekben mérhető mennyiségű toxint tartalmaznak az alapanyagtételek. E gépek hiányában viszont a toxinszint kiszámíthatatlanul alakul. Ez arra enged következtetni, hogy a búzahalmaz fizikai tisztítása célirányosabban oldható meg azokban az esetekben, amikor optikai válogatást is végzünk és nagyon precíz beállításra alkalmas felülettisztítógépet is alkalmazunk. A hagyományos halmaztisztítógépek, amelyek elsődlegesen fajsúly és méret szerinti válogatást tesznek lehetővé, nem képesek eltávolítani minden fertőzött búzaszemet. Az egyéb alkotók eltávolításával (pl: tört szemek, egyéb őrlésre alkalmatlan összetevők) koncentrálódhat a búzátételben a fertőzött szemek mennyisége, függően a fertőzés jellegétől. Hasonló a helyzet a felülettisztítással is. A búzaszemek héjrétegében keletkezett toxint, csak nagyon precízen beállítható felülettisztítási eljárással lehet kellő mértékben eltávolítani.

Irodalomjegyzék

- [1] Ambrus Á., Szeitzné Sz. M. (2010): Gabona alapú termékek mikotoxin szennyezettségének élelmiszerbiztonsági értékelése. Élelmiszer, Tudomány, Technológia, LXIV. (1), 10-14. o.
- [2] Deák T. (2006): Élelmiszer-mikrobiológia. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 382. o. ISBN 9789632866345
- [3] FAPRI adatbázis (2012): Étkezési gabona statisztikai adatai <http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2012/tables/1-Wheat.pdf>. (Lekérdezés időpontja: 2022.08.31.)
- [4] Hussein, H. S., Brasel, J. M. (2001): Toxicity, metabolism and impact of mycotoxins on human and animals. Toxicology, 167., pp. 101-134.
- [5] Kecskésné-Nagy, E. (2021): DON-TOXIN csökkentés eredményei malmi búzánál. GRADUS 8 (3) pp. 78-87. DOI: 10.47833/2021.3.AGR.005
- [6] Lešnik, M., Vajs, S., Kramberger, B., Žerjav, M., Zemljič, A., Simončič, A., Kolmanič, A. (2014) Fusarium infected grain removal efficacy in cleaning wheat grain prior to milling. Zemdirbyste-Agriculture, 101(3), pp. 285–294. ISSN 1392-3196 / e-ISSN 2335-8947. DOI 10.13080/z-a.2014.101.037
- [7] Posner, S.E., Hibbs, N.A. (2011): Wheat flour milling. AACC Intl. Press. p. 489. DOI: 10.1094/1891127403.004
- [8] Szabó-Hevér Á. (2013): A kalászfuzárium rezisztencia molekuláris hátterének vizsgálata frontana eredetű térképező búzapopulációkban, SZIE, Doktori értekezés, 141. o.
- [9] Szeitzné Szabó M. (szerk.) (2009): Gabonaalapú élelmiszerek fuzárium toxin szennyezettségének csökkentési lehetőségei. Magyar Élelmiszerbiztonsági Hivatal, Budapest, 33. o.
- [10] Tima, H., Berkics, A., Hannig, Z., Itzés, A., Kecskésné-Nagy, E., Mohácsi-Farkas, Cs., Kiskó, G. (2018): Deoxynivalenol in wheat, maize, wheat flour and pasta: surveys in Hungary in 2008-2015, Food Additives and Contaminants Part b - Surveillance 11 : 1 pp. 37-42. DOI: [10.1080/19393210.2017.1397061](https://doi.org/10.1080/19393210.2017.1397061)
- [11] A Bizottság 2006/583/EK ajánlása (2006. augusztus 17.) a gabonákban és gabonakészítményekben a Fusarium-toxin-szennyezés megelőzéséről és csökkentéséről