
Az őszi búza felhasználhatósága a vizuális és mikrobiológiai *Fusarium* fertőzöttség-, valamint a toxinvizsgálatok alapján

Veres Edina¹ – Borbély Mária²

Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Mezőgazdaságtudományi Kar,

¹Talajtani és Mikrobiológiai Tanszék, Debrecen

²Mezőgazdasági Terméfeldolgozás és Minősítés Tanszék,
Debrecen

ÖSSZEFOGLALÁS

1998-ban 22 db őszi búza minta *Fusarium* fertőzöttségét tanulmányoztuk a vizuális tünetek és a mikrobiológiai vizsgálatok alapján, valamint mértük a minták F-2, T-2, HT-2, DAS és DON szennyezettségét. A vizsgált paraméterek közötti összefüggések feltárására elvégeztük a regresszióanalízist. Eredményeink alapján az alábbi megállapításokat tehetjük.

A vizuális minősítés, a mikrobiológiai és toxinvizsgálati eredmények között nincs statisztikailag is igazolható összefüggést. Ez azt jelenti, hogy a szemmel érzékelhető tünetek és a tenyésztési eljárás alapján nem lehet teljes biztonsággal következtetni a búza felhasználhatóságát meghatározó toxinszennyezettségre. Eredményeink azonban azt is igazolják – ha ez statisztikailag nem is alátámasztott –, hogy a szabványban határértékként megjelölt fertőzöttségi szintet meg nem haladó minták toxinszennyezettsége szintén alacsony, vagyis azok takarmány-alapanyagként, tápokba bekeverve felhasználhatók. Jelentős problémát okoz azonban, hogy a vizuális minősítés alapján olyan tételek is kikerülnek a további hasznosításból, melyeknek toxinkoncentrációja nem indokolja azt. Ezért, az ezzel a módszerrel vizsgált, magas fertőzöttséget mutató tételeknek célszerű a toxinvizsgálatát is elvégezni, hogy valós képet kapjunk a felhasználhatóságukról. Ugyanakkor az elvégzendő, költséges toxinvizsgálatok száma csökkenthető lenne, ha a szabványban meghatározott jelenlegi 0,5%-os határérték helyett egy valamivel magasabb – például Mesterházy (1998) javaslata alapján a 2%-os – fertőzöttségi érték szerepelne.

SUMMARY

In 1998 the *Fusarium* infection was studied visually and microbiologically and also F-2, T-2, HT-2, DAS and DON contamination were measured using 22 winter wheat samples. The correlation between the different parameters of 22 wheat samples were determined by regression analysis. According to our results we can state the following.

There is no significant connection between the results of visual, microbiological and toxicological examinations. This means that no certain conclusion can be drawn about the toxin contamination of samples – which is a determining factor of its utility – based on the visual symptoms and the plate dilution method.

Our results indicate however – though it is not proven statistically – that those samples in which the *Fusarium* infection did not exceed the limit of the standard, also had low toxin contamination, therefore they can be used as components of forage.

It is a considerable problem, however, that according to the visual qualification, such samples are excluded from the later utilisation, wherein the toxin contamination does not justify such action. Therefore, it is necessary to examine the toxin content of

those samples which show high infection by visual symptoms. To reducing the number of expensive toxin examinations it would be advisable to change the currently used 0,5% limit which is indicated in the standard for a higher value of infection, for example to 2%, as recommended by Mesterházy (1998).

BEVEZETÉS

A fuzáriumos növénybetegségek nem csak hazánkban, hanem a világ valamennyi területén széles körben elterjedtek, jelentős mennyiségi és minőségi károkat okoznak a különböző kultúrákban. Az 1970-es évek előtti időszak hazai kutatásaira jellemző volt a leíró jelleg, a tünetek ismertetése, károk felmérése és a védekezés lehetséges módjainak kidolgozása. Az 1960-as évek végén, 1970-es évek elején fellépett *Fusarium* járványok miatt (búza, kukorica) országos felvételezések kezdődtek. Ezek a vizsgálatok egységes módszerrel – kisebb módosításoktól eltekintve – mind a mai napig folynak (Fischl, 1996).

A búzát károsító *Fusarium* fajok közül Mesterházy (1997) a *F. graminearum* és a *F. culmorum* abszolút fölényét állapította meg beteg növények vizsgálata során. Mintegy 15 fajt izolált, s az összes izolátumok majdnem 90%-a e két fajból származott. Hinfner et al. (1970) 189 beteg búzaszem vizsgálata után a fuzáriózis fő kórokozójaként szintén a *F. graminearum*-ot írja le. A második leggyakrabban előforduló faj a *F. culmorum*, amely általában a *F. graminearum*-hoz társulva modifikálja a kór folyamatot, de önállóan is képes annak létrehozására. Tóth (1991) teljes és teljes érésű búzaminták *Fusarium* fajainak felmérésekor a *F. sporotrichoides*, a *F. poae* és a *F. semitectum* nagyszámú előfordulását tapasztalta.

A *Fusarium* fertőzés kimutatására, a fertőzöttség mértékének megállapítására ez idő szerint két megbízható, hiteles és elfogadható *Fusarium*-vizsgálati módszer létezik. Az egyik a Papavias-táptalajon történő tenyésztés, a másik az eredeti szubsztrátumon történő, úgynevezett szűrőpapír módszer, amelyet az ISTA (Nemzetközi Magvizsgáló Szövetség) ajánl. A két vizsgálat hasonló eredményt ad (Békési, 1998).

A gyakorlati életben a búza *Fusarium* fertőzöttségének megállapítására az MSZ 6383:1998. számú szabványt alkalmazzák. A szabvány szerint *Fusarium* sp. által károsítottak minősülnek azok a szemek, amelyekben a rózsaszín vagy fehéres penésztelepek szabad szemmel is észlelhetők, illetve

amelyek a kártétel következtében kifehéredtek, állagukban károsodtak, könnyen szétmorzsolhatók. A szabványban előírt vizuális minősítés alapján az IKR Rt. 1998-ban betakarított mintegy 80000 tonnás búzatermésének fertőzési átlaga 1,66-1,73% volt (Avar, 1998). Hasonló felméréseket végzett 1998-ban az SGS Hungaria is. Országos szinten 1.654.000 t búzát vizsgáltak meg, melynek 43,46%-ának fuzárium fertőzöttsége 0,5% alatt volt, 40,48%-a 0,5-1% közötti, 11,31%-a 1-2% közötti, míg 4,75%-a 2% feletti fertőzöttséget mutatott (Hege, 1998).

Nagy problémát jelent, hogy mire a mikroorganizmusokkal való fertőzöttség szemmel is érzékelhető, addigra már jelentős minőségromlás, esetleg toxin felhalmozódás következik be. Az élő penészek detektálására és számolására a lemezöntéses számolási technikát használják, illetve egyes termékekben a penészek jelenlétét mikroszkóp segítségével határozzák meg. Ebben az esetben a vizsgáló feladatát nagymértékben megkönnyítik a fluoreszkáló festékek használata, amennyiben lehetővé teszik az organizmusok szelektív festését (Kiskó, 1999a).

Bár a lemezöntéses és mikroszkópos módszereket sikeresen alkalmazták évekig, szükség volt újabb és gyorsabb módszerek fejlesztésére. A penésztartalom egyik lehetséges kémiai meghatározása a kitintartalom mérése. A kitin meghatározás mellett egy másik gomba-összetevő, az ergoszterin meghatározása is előtérbe került, főként azért, mert a kitin meghatározás pontosságát és reprodukálhatóságát többen megkérdőjelezték. Szemben a kitin vizsgálat 4-6 órás időigényével az ergoszterin meghatározás hozzávetőleg 2-3 óra alatt kivitelezhető. A módszer képes a teljes penész-biomassza (élő és holt) detektálására, de nem képes a fajok azonosítására, így nem képes megkülönböztetni a betakarítás előtti és a tároláskori fertőződést (Kiskó, 1999b).

A penészek által termelt enzimek is szolgálhatnak indikátorként a betárolt gabona korai fertőzöttségének meghatározásakor (Marin et al., 1997; Magan, 1993).

Meg kell még említenünk az immunológiai módszereket, melyek nagyon érzékenyek és alkalmasak egy mikroorganizmus jelenlétének vagy annak egy komponensének, anyagcseretermékének a kimutatására (Sauer et al., 1992). Ezek az immunológiai módszerek (pl. ELISA, latex agglutinációs tesztek) lehetővé teszik a termékek gyors, rutinszerű vizsgálatát, de a tesztek specifikussága és ára nehezíti elterjedésüket.

A *Fusarium* gombás fertőzöttség és a ciklikusan ismétlődő endemiás járványok állandósították a toxinok jelenlétét a búzában, kukoricában és a takarmányokban. Hazánkban egyes természetes mikotoxinok környezetet terhelő hatása előzetes adataink szerint, a világ más országaihoz képest, igen nagy (Kovács et al., 1998b).

A fusariotoxinok háromféle hatást gyakorolnak a növényi sejtre: megakadályozzák, hogy az osztódó sejt belépjen a mitózis fázisába, mitotikus változásokat okoznak és citotoxikusak (Packa, 1998).

Biológiai hatásukat tekintve ezek a gombametabolitok jelentős károkat okozhatnak az állattenyésztésben is, de az emberi egészségre is veszélyt jelentenek.

A leggyakrabban előforduló toxinok hazánkban a fuzariotoxinok közül a trichotecen toxinok (T-2, HT-2 toxin, deoxinivalenol, nivalenol, diacetoxyscirpenol, Fusarenon-X), valamint az ösztrogén hormonhatású zearalenon (F-2). A zearalenol a zearalenon egyik deriváltja és ösztrogén hatása 4-5-ször nagyobb annál (Baráth et al., 1997). Megkülönböztetett figyelmet érdemelnek az 1988-ban felfedezett fumonizinek is (FB1, FB2, FB3, FB4), amelyek a mikotoxinok újabb azonosított csoportját képezik (Kovács et al., 1997).

A fuzariotoxinok meghatározási módszerei közül megemlíthető az 1980-as években jelentős szerephez jutott gázkromatográfia, vagy a mostanában széles körben használt nagyhatékonyságú (intenzív) folyadékkromatográfia (HPLC), de a mikotoxin analitika kezdeti fázisában domináló TLC módszerek is megtartották a mai napig jelentőségüket (Stahr, 1991). A mikotoxin analitikában a legújabb és nagy perspektívákat ígérő irányzat az immunkémiai technika felhasználása. A specifikus antitestek használata lehetővé teszi a rendkívül szelektív elválasztást és ezt követően az igen érzékeny és megbízható mennyiségi meghatározást (Lasztity, 1996).

A különböző gabonák toxinszennyezettségével több kutató is foglalkozott. A búza deoxinivalenol (DON, vomitoxin) tartalmának nagy gyakoriságára az utóbbi években derült fény, a vizsgált minták 68-72%-a tartalmazott toxint. Ez különösen figyelemreméltó adat, ha tekintetbe vesszük, hogy Magyarországon a lakosság gabonafélékből sokat fogyaszt (Kovács et al., 1997). A hazai búza DON szennyezettségéről elmondható, hogy általában 1 mg/kg érték alatt van, de egyes tételek DON szennyezettsége elérheti a DON toxikózist kiváltó koncentrációt is (3-5 mg/kg) (Kovács et al., 1998a). Osborne és Willis (1984, cit. Scudamore, 1993) 199 db Angliában termesztett 1980-ban, 1981-ben és 1982-ben betakarított búzaminta toxintartalmát vizsgálta. Bár a mikotoxin analízis hét trichotecén toxin kimutatására irányult, csak a deoxynivalenol volt jelen, a mért maximális mennyiség 400 µg/kg volt. Tanaka et al. (1986, cit. Scudamore, 1993) 31 db búza és árpa minta NIV, DON és F-2 szennyezettségét elemezte. 17 minta (55%) tartalmazott nivalenolt, 20 minta (65%) deoxynivalenolt és 4 minta (13%) zearalenont, a mért maximális értékek 670 µg/kg, 312 µg/kg és 3 µg/kg voltak.

A búza szemfertőzöttség és a toxinszennyezettsége között van kapcsolat, de ez nem mindig szoros. A gabonák alacsony penészszáma nem jelenti feltétlenül azt, hogy nem szennyezettek toxinnal. Ha környezeti feltételek kedvezőtlenül alakulnak a gombapopuláció elpusztul (Scudamore, 1993), a toxinok többsége viszont stabil vegyület, így a termék feldolgozása után és a tárolás során is jelen lehetnek. Vannak azonban igen erősen fertőzött

tételek is, ahol toxintartalom alig mérhető, vagy sokkal kevesebb a vártnál. Ezt igazolják az SGS Hungaria adatai is: 5,8% fuzárium fertőzöttségű búzából nem tudtak toxint kimutatni, míg a legmagasabb toxin értéket 1,4%-os fuzárium fertőzöttség mellett találták (Hege, 1998).

Dolgozatunkban 1998-ban betakarított 22 db az őszi búza minta fuzárium fertőzöttségét megállapító szabványban előírt vizsgálatok, a mikrobiológiai vizsgálatok és a toxinvizsgálatok eredményeit hasonlítottuk össze, valamint összefüggéseket kerestük közöttük. Törekedtünk annak a megállapítására, hogy az egyes vizsgálati módok mennyire adnak pontos képet az őszi búza fuzárium fertőzöttségéről és a gyakorlatban ezek a vizsgálatok mennyire alkalmazhatók. A búzaminták az ország keleti régiójából, különböző termőhelyekről, termelőktől származtak. Az 1998-as év időjárásáról elmondható, hogy a térségben a csapadék mennyisége és eloszlása, valamint a hőmérséklet kedvezett az őszi búza virágzáskori fertőződésének és – elsősorban a T-2 – toxin szintézisnek.

ANYAG ÉS MÓDSZER

1. *Fusarium* fertőzöttség szabvány szerinti meghatározása

A *Fusarium* fertőzöttség vizuális úton történő meghatározása az MSZ 6383:1998. számú szabvány szerint történt. A vizsgálatához 100 g búzát átrostáltunk, majd a rostán fennmaradt szemek közül kiválogattuk a szabvány szerint *Fusarium* sp. által károsított (zsugorodott, kifehéredett, rózsaszín vagy fehéres penészteleppel bevont, könnyen szétmorzsolható) szemeket. A károsodott szemek mennyiségét a vizsgálatához bemért búza tömegszázalékában adtuk meg.

2. Fuzárium fertőzöttség mikrobiológiai vizsgálata

1998-ban az ország keleti régiójából, különböző adottságú termőhelyekről származó 22 db búzaminta több búzamintával együtt, különböző termelőktől érkeztek be intézményünk Regionális Műszerközpontjába minőségvizsgálatra. A vizsgálatnak részét képezi a búzaminták fuzárium fertőzöttségének vizuális úton történő megállapítása is. A számos beérkező mintából a 22 db búzaminta a szabvány szerint megállapított fuzárium fertőzöttségük alapján került kiválasztásra, mégpedig úgy, hogy fuzárium-mentesnek ítélt minták és erős fertőzöttséget mutató minták is szerepeljenek a vizsgálatban. A belső fertőzöttség megállapításához a búzaszemek felületét fertőtleníteni kellett. Ehhez 10 db Neomagnol tablettát 1000 ml vízben feloldottunk, majd a magvakat 10 percig ebben az oldatban áztattuk. Ezt követően kétszer sterilizált vízzel leöblítettük és sterilizált szűrőpapíron, steril körülmények között szárítottuk, majd 100 db búzaszemet Papavizas-féle szelektív táptalajra helyeztünk. A szemfertőtlenítési eljárást Szécsi et al.

(1998), Kissné (1998), valamint a Hajdú-Bihar Megyei Növényegészségügyi és Talajvédelmi Állomástól kapott és ott használt módszer alapján végeztük el. A külső és belső fertőzöttség együttes megállapításakor hasonlóan jártunk el, csak a felületi sterilizálást nem végeztük el. Az inkubáció 10-12 napig szobahőmérsékleten, szórt fényben történt.

Az egyes mintákból izolálható *Fusarium graminearum* meghatározását Nelson et al. (1983), valamint a Budapesti Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Törzsgyűjteményéből származó *Fusarium* törzsek alapján végeztük.

3. Toxinmérési eljárás

A *Fusarium* fajok által termelt toxinok közül a gyakrabban előforduló, nagy gazdasági jelentőséggel bíró T-2, HT-2, DON, DAS és F-2 mennyiségi meghatározására törekedtünk. A minta-előkészítés az alábbiak szerint történt. A vizsgálatához 20 g őrölt mintát metanol és víz 1:1 arányú keverékével 1 órán át rázattuk, majd szűrtük. Ezt követte egy kloroformos frakcionálás, amely után a mintákat nátrium-szulfáttal víztelenítettük, szűrtük és bepároltuk. Közvetlenül a mérés előtt a mintákat acetonnitrilben vettük fel. A méréseket AS-4000 automata mintaváltóval és L-4500 típusú diódasoros detektorral felszerelt Merck-Hitachi folyadék-kromatográffal végeztük el, RP-18 5µm (125×4 mm) oszlopon gradiens elúcióval.

A különböző mikotoxinok azonosítása és mennyiségi meghatározása kevert standard (Sigma) oldatok segítségével történt. A mikotoxinok kimutatási határértéke: T-2: 0,062 µg/kg, HT-2: µg/kg, DON: 0,080 µg/kg, DAS µg/kg, F-2: 0,003 µg/kg.

4. Az eredmények statisztikai elemzése

Az 1998-ban betakarított és megvizsgált 22 darab őszi búza minta *Fusarium* fertőzöttségének, valamint toxinszennyezettségének vizsgálati eredményei között meglévő összefüggések feltárására a MICROSOFT EXCEL programon belül a regresszióanalízist végeztük el.

EREDMÉNYEK

Az eredményeinket az 1. táblázat és az 1-8. ábrák mutatják be.

A szemmel történő minősítés során megállapítottuk, hogy a minták *Fusarium* fertőzöttsége 0,00-11,4% között mozgott (1. ábra). A földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter 24/1998 (IX. 18.) FVM rendelete alapján a malmi, EURO és takarmánybúzában a keveréktartalom (2%) belül a fuzáriumos szemek legfeljebb 0,5%-ot tehetnek ki. A vizsgált minták közül mindössze hat mintának a fertőzöttsége maradt a rendeletben megengedett érték alatt. Ezért a vizuális tünetek alapján történő minősítés szerint a mintáinknak majdnem háromnegyed része kifogásolt.

A szemek külső és belső fuzárium fertőzöttségének együttes vizsgálatakor azt tapasztaltuk, hogy a fertőzöttség 18-93% között, tehát igen tág intervallumban változott. Az átlagos fertőzöttség 59,6% volt. Ezzel egyidejűleg további búzaszemek felületét Neomagnolos oldattal fertőtlenítettük, így módunkban állt csak a belső fertőzöttség megállapítására. Ennek értéke 3 és 50% között mozgott (2. ábra), az átlag 25,7% volt. A belső fertőzöttség átlagosan 43%-át tette ki a külső és belső fertőzöttség együttes vizsgálatakor kapott értékeknek. A két paraméter között a legnagyobb különbséget a 9. minta esetében találtuk (a belső fertőzöttség 7,5%-a külső és belső fertőzöttségnek), míg a 11. és a 21. mintáknál a két fertőzöttségi százalék között elhanyagolható volt a különbség (a belső fertőzöttség 83,3%, illetve 93,3%-a külső és belső fertőzöttségnek). A búzaminták gombaflóráját a *F. graminearum* nagy százalékban való előfordulása jellemezte (3. ábra).

Toxinok közül a zearalenont négy mintából izoláltuk, de a koncentrációja egyik esetben sem haladta meg a takarmány-alapanyagok határértékeként megjelölt 10 mg/kg-os értéket. A DAS kilenc (0,088-2,030 mg/kg), a T-2 toxin tizenegy (0,053-2,370 mg/kg), a HT-2 toxint pedig tizenkét (0,025-0,825 mg/kg) mintában volt jelen. A három toxin együttes mennyisége 0,088-2,944 mg/kg között változott. A takarmányok minősítésénél ezt az összesített mennyiséget, valamint a takarmány jellegét kell figyelembe venni (Takarmánykódex, 1990). Annak ellenére, hogy több irodalom beszámol az őszi búza nagymértékű DON szennyezettségéről, vizsgálataink során ezt a toxint három esetben és csak kis koncentrációban (0,013-0,083 mg/kg) tudtuk kimutatni. A búzaminták összes toxintartalma 0,00-3,61 mg/kg volt (4. ábra).

A továbbiakban az általunk vizsgált paraméterek közötti összefüggéseket elemeztük.

Az MSZ 6383:1998. számú szabvány szerint minősített, alacsony fertőzöttséget mutató minták között is előfordult (például a 3., 5., 18., 19., 20. minta), hogy ezek a tételek a Papavias-féle táptalajon nagyobb külső és belső fertőzöttséget mutattak, illetve összes toxintartalma is magasabb volt. Ugyanakkor a 8. és 10. minta – melyek a vizuális minősítés során 5% körüli értéket kaptak – táptalajon vizsgált fertőzöttsége alacsonyabbnak bizonyult, toxinszennyezettsége pedig igen kis mértékű volt. Az említett tulajdonságokra vonatkozóan elvégeztük a regresszióanalízist. A vizuális minősítés és a mikrobiológiai úton meghatározott *Fusarium* fertőzöttség között nem találtunk összefüggést, illetve a szemmel is érzékelhető tünetek valamint a toxintartalom között sem volt szoros kapcsolat, mivel igen alacsony r^2 és r értéket kaptunk (5. ábra).

A minták külső és belső együttes, valamint a belső fuzárium fertőzöttsége között már valamivel szorosabb összefüggést találtunk, az r^2 értéke 0,3194, az r értéke 0,5651 volt (6. ábra). Ez igazolja azt a korábbi megállapításunkat, mely szerint a két mikrobiológiai paraméter a mintákat vizsgálva hasonló tendenciát mutatott, azaz a magasabb külső és belső fertőzöttségű minták Neomagnolos

fertőtlenítés után mért belső fertőzöttsége is többnyire nagyobb.

Sem a külső, sem a belső fertőzöttségi értékek nem engedtek következtetni a minták toxinszennyezettségére, hiszen itt ismét alacsony r^2/r értékeket kaptunk (7., 8. ábra). Ez azért volt meglepő, mert a belső fertőzöttség esetén jellemző, hogy egyes *Fusarium* fajok mikotoxinokat termelnek.

Az őszi búza takarmányként vagy akár élelmiszerként való felhasználhatóságát nagymértékben meghatározza ennek a mikrobiális szennyezőanyagoknak a gabonában mérhető mennyisége. Tehát a minták felhasználhatóságáról akkor kapunk valós képet, ha elvégezzük azok toxinvizsgálatát. Ez azonban a mai feltételek mellett nehezen kivitelezhető, hiszen nagyszámú minta toxinvizsgálata igen drága, a minták előkészítése pedig időigényes. Természetesen gyors, rutinszerű vizsgálatokra léteznek különböző gyorsesztek, de ezek specifikusak és alkalmazásuk szintén költséges.

A *Fusarium* fertőzöttség megállapításának leggyorsabb, legegyszerűbb és legolcsóbb módja továbbra is a szabványban előírt vizuális minősítés, mely „csak” megfelelő szakértelmet igényel.

Ha újra megvizsgáljuk azt a hat mintát, melyek *Fusarium* fertőzöttsége a szemmel érzékelhető tünetek alapján 0,5% alatt volt, azt tapasztaljuk, hogy azok összes toxintartalma az 1 mg/kg-os érték közelében, illetve az alatt maradt. Vagyis nem csak a vizuális minősítés alapján, hanem a Takarmánykódexben megjelölt toxin határértékeket figyelembe véve is felhasználhatók takarmány-alapanyagként, tápokba megfelelő arányban belekeverve.

Az élelmiszerek megengedhető fuzárium toxin szennyezettségének értékeire nézve a Magyar Közlönyben megjelent 17/1999. EüM rendelet tartalmaz adatokat. A már említett hat minta közül kettőnek a T-2 szennyezettsége meghaladta a rendeletben – lisztek, őrlemények, müzli cereáliák részére – megadott 0,3 mg/kg-os határértéket. A vizuális minősítés alapján kizárt tételek toxintartalmát megvizsgálva viszont azt tapasztaltuk, hogy azok közül 10 minta a DON, F-2 és T-2 toxin tartalmuk, valamint a 17/1999. EüM rendelet alapján (lisztekben, őrleményekben, müzli cereáliákban megengedett értékek: DON 1 mg/kg, F-2 0,1 mg/kg, T-2 0,3 mg/kg) élelmiszerként felhasználhatók.

A szabvány szerinti minősítéssel kapcsolatban a problémát leginkább abban látjuk, hogy a szemmel érzékelhető tünetek alapján olyan tételeket is kizárhatunk a további – elsősorban takarmányként való – felhasználásból, melyeknek toxinszennyezettsége nem éri el a kritikus értéket. Hiszen a szabványban leírt tüneteket, mint például az ezerszemtömeg csökkenését, a szemek zsugorodását, elszíneződését más mikroorganizmusok, élettani okok vagy akár a gabona megázása is okozhatja. De még ha ezeket a tüneteket *Fusarium* fajok is okozzák, akkor sem mindig következnek be toxinszintézis, illetve káros mennyiségű toxin felhalmozódás. Tehát a szabvány szerint „problémásnak” minősített tételeket érdemes a továbbiakban toxinszennyezettségre megvizsgálni.

Az őszi búza Fusarium fertőzöttsége és toxinszennyezettsége

Minta száma (1)	Fusarium fert. % (vizuális) (2)	Külső Fusarium fert. % (3)	Külső F. graminearum fert. % (4)	Belső Fusarium fert. % (5)	Belső F. graminearum fert. % (6)	F-2 toxin mg/kg (7)	T-2 toxin mg/kg (8)	HT-2 toxin mg/kg (9)	DON toxin mg/kg (10)	DAS toxin mg/kg (11)	Összes toxin-tartalom mg/kg (12)
1.	0,74	51	39	21	17		0,453			0,464	0,917
2.	0,86	45	26	8	5		0,053	0,178	0,083		0,314
3.	0,36	75	68	44	42			0,825			0,825
4.	0,22	47	29	14	8		0,307	0,424			0,731
5.	0,07	71	64	44	37		1,060	0,025			1,085
6.	0,00	60	53	33	26			0,257			0,257
7.	11,4	69	62	40	38		0,808			0,810	1,618
8.	5,20	68	54	25	21				0,056	0,088	0,144
9.	2,84	40	33	3	3		0,133	0,311		0,385	0,829
10.	5,12	53	49	15	15	0,028					0,028
11.	0,72	18	14	15	9			0,243			0,243
12.	5,00	58	53	24	23			0,296	0,013		0,309
13.	3,08	40	39	19	16			0,105			0,105
14.	3,01	65	51	22	18						0,000
15.	4,17	70	60	50	44	0,039	0,470			2,030	2,539
16.	2,87	41	24	6	6	0,003		0,205		0,431	0,639
17.	3,04	40	27	22	22		1,600			2,010	3,610
18.	1,08	93	71	42	27		2,370	0,574			2,944
19.	1,10	85	57	30	22	0,004	0,254	0,521			0,779
20.	1,12	90	60	22	20		0,427			2,010	2,437
21.	0,08	45	16	42	26						0,000
22.	0,10	88	54	25	21					0,130	0,130
átlag(13)	2,37	59,63	45,59	25,72	21,18	0,018	0,721	0,330	0,050	0,928	0,931

Table 1: Fusarium infection and toxin contamination of winter wheat

Sample(1), Fusarium infection % (visual)(2), external Fusarium infection %(3), external F. graminearum infection %(4), internal Fusarium infection %(5), internal F. graminearum infection %(6), F-2 toxin mg/kg(7), T-2 toxin mg/kg(8), HT-2 toxin mg/kg(9), DON toxin mg/kg(10), DAS toxin mg/kg(11), total toxin content(12), mean(13)

1. ábra: A búzaminták Fusarium fertőzöttsége a vizuális minősítés alapján

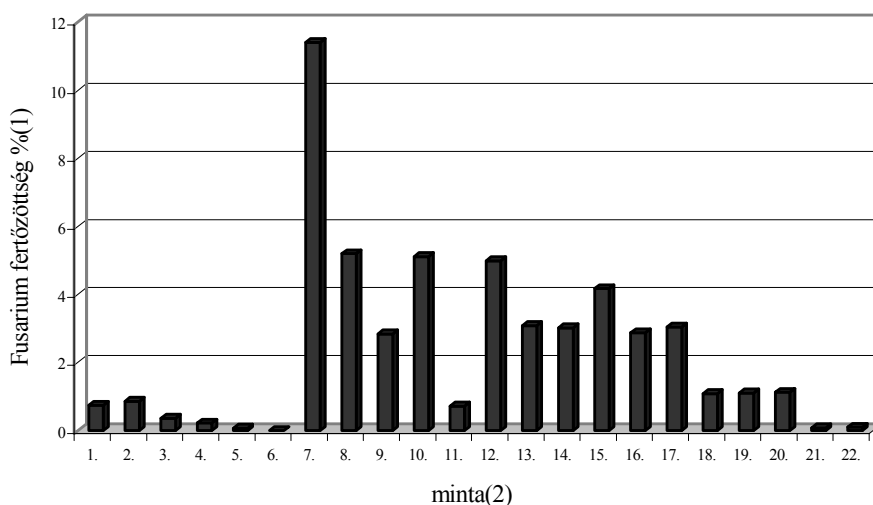


Figure 1: Fusarium infection of wheat samples according to visual qualification
Fusarium infection %(1), sample(2)

2. ábra: A búzaminták Fusarium fertőzöttsége a mikrobiológiai vizsgálatok alapján

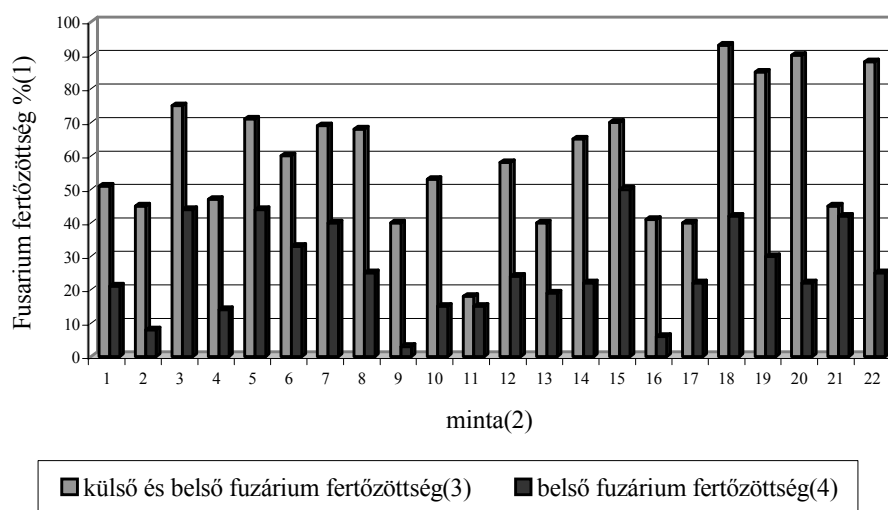


Figure 2: Fusarium infection according to microbiological examination
Fusarium infection %(1), sample(2), external and internal Fusarium infection(3), internal Fusarium infection(4)

3. ábra: A búzaminták F. graminearum fertőzöttsége

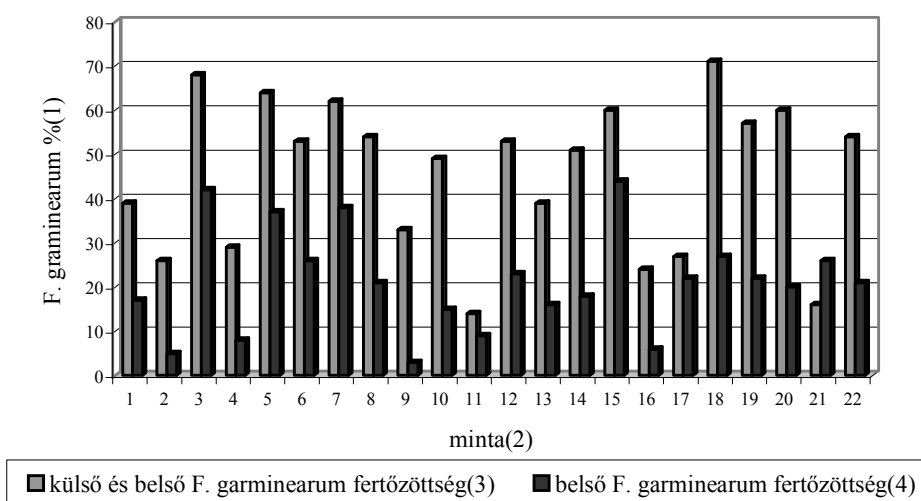


Figure 3: F. graminearum infection of wheat samples
F. graminearum(1), sample(2), external and internal F. graminearum infection(3), internal F. graminearum infection(4)

4. ábra: A búzaminták mikotoxin tartalma

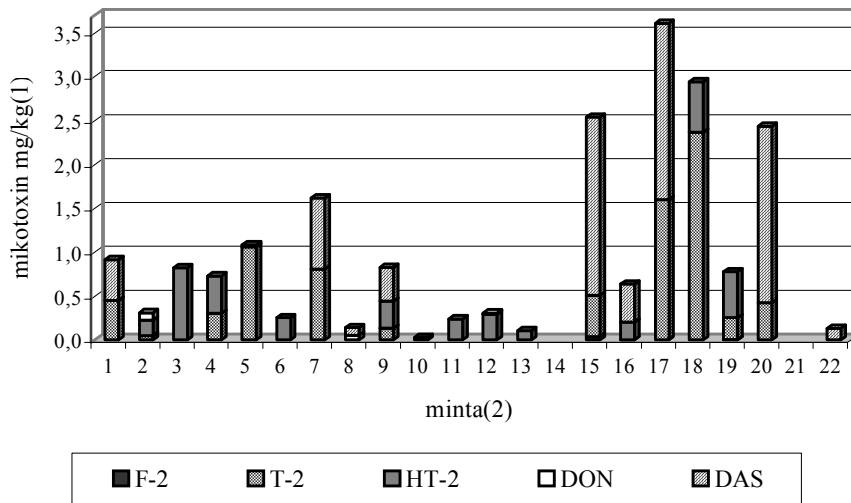


Figure 4: The mycotoxin content of wheat samples
mycotoxin mg/kg(1), sample(2)

5. ábra: Összefüggésvizsgálat a Fusarium fertőzöttség (vizuális) és a toxinszennyezettség között

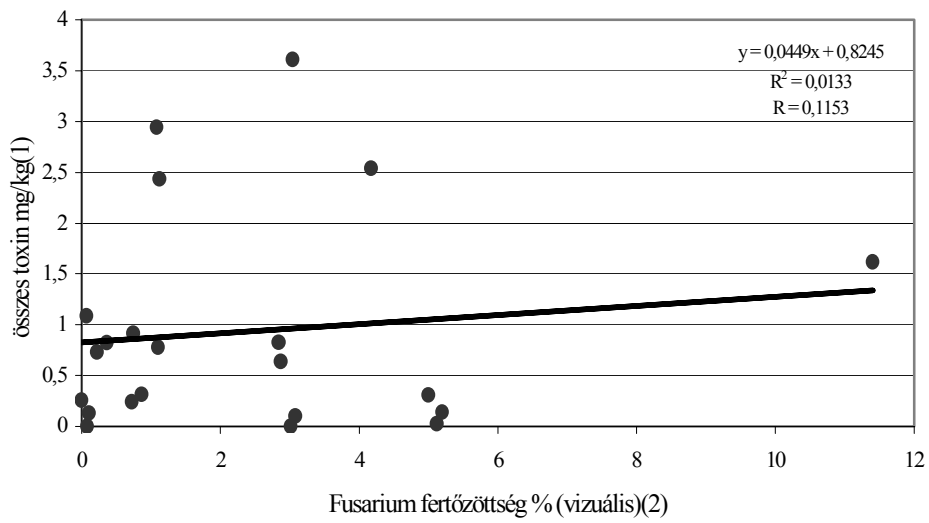


Figure 5: Correlation between Fusarium infection (visual) and toxin contamination
total toxin mg/kg(1), Fusarium infection % (visual)(2)

6. ábra: Összefüggésvizsgálat a külső és belső, valamint a belső Fusarium fertőzöttség között

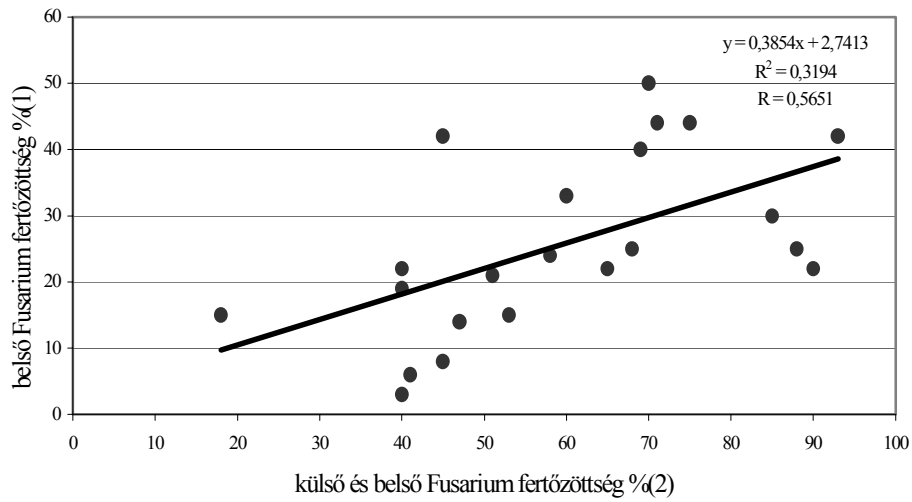


Figure 6: Correlation between external and internal, as well as internal Fusarium infection internal Fusarium infection %(1), external and internal Fusarium infection %(2)

7. ábra: Összefüggésvizsgálat a külső és belső Fusarium fertőzöttség, valamint a toxinszennyezettség között

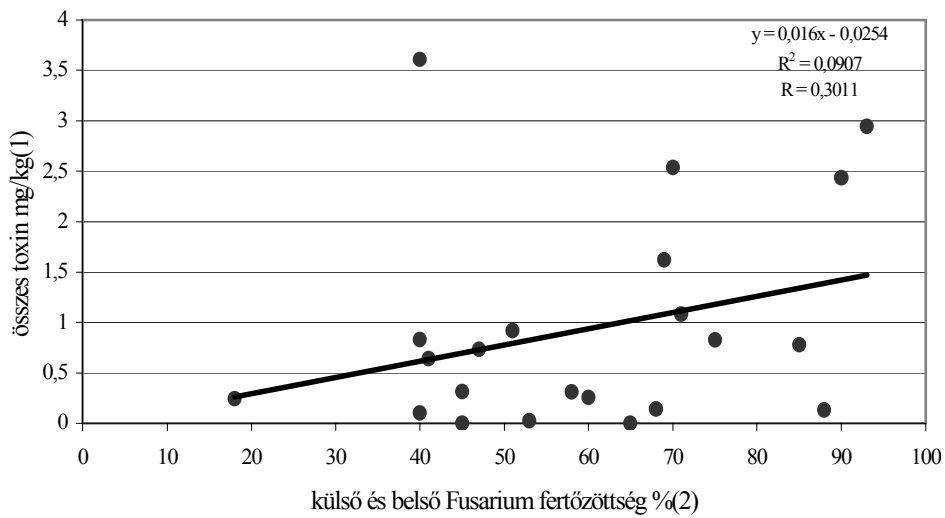


Figure 7: Correlation between external and internal Fusarium infection, as well as toxin contamination total toxin mg/kg(1), external and internal Fusarium infection %(2)

8. ábra: Összefüggésvizsgálat a belső Fusarium fertőzöttség és a toxinszennyezettség között

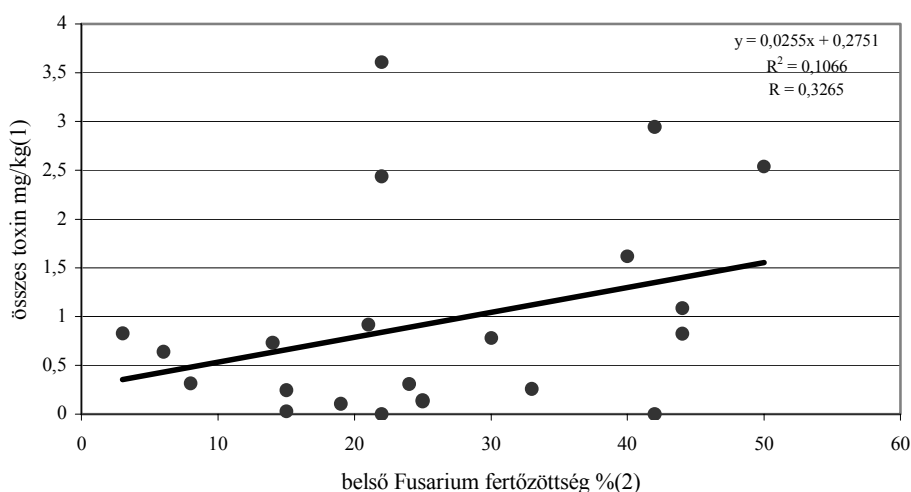


Figure 8: Correlation between internal Fusarium infection and toxin contamination
total toxin mg/kg(1), internal Fusarium infection %(2)

IRODALOM

- Avar L. (1998): Mi baja, fuzárium? Magyar Mezőgazdaság. 1998. október 7. 12-13.
- Baráth, Á.-Sawinsky, J.-Halász, A.-Borbíró, G. (1997): Substrate influence on mycotoxin production of Fusarium species and their analytical detection. Proceeding of the Fifth European Fusarium Seminar (ed. by Mesterházy, Á.). Cereal Research Communication, Szeged. 25. 3. 1. 353-354.
- Békési P. (1998): Kérdések az őszi búza fuzáriózisáról. Gyakorlati Agrofórum. 9. 11. 10-11.
- Fischl G. (1996): A hazai Fusarium-kutatások rövid története. Növényvédelem. 32. 8. 411-412.
- Hege O. (1998): Milyen az idei gabona fertőzöttsége? Magyar Mezőgazdaság. 1998. október 7. 14.
- Hinfner K.-Békési P. (1970): Őszi búzafajták fuzárium fertőzöttségének vizsgálata, fuzárium fajok előfordulásának megoszlása. 1970. évi Országos Fajtakísérletek. 179-186.
- Kiskó G. (1999a): A penésztartalom meghatározására alkalmas módszerek (I.). Tenyésztés és mikroszkópos módszerek. Élelmiszervizsgáló Közlemények. 45. 1. 9-16.
- Kiskó G. (1999b): A penésztartalom meghatározására alkalmas módszerek (II.). Kémiai meghatározási módszerek. Élelmiszervizsgáló Közlemények. 45. 2. 97-105.
- Kiss I-né (1998): Őszi búza: fajta – beltartalom – fuzárium. Magyar Mezőgazdaság. 1998. október 7. 10-11.
- Kovács F.-Banczerowski J. (1997): Környezetszennyező kemikáliák és természetes toxinok. Magyar Tudomány. 8. 897-909.
- Kovács F.-Banczerowski J.-né-Zomborszky K. M.-Fazekas B. (1998a): Életminőség és a mikotoxinok egészségügyi vonatkozásai (1.). Állattenyésztés és Takarmányozás. 47. 5. 385-402.
- Kovács F.-Banczerowski J.-né-Zomborszky K. M.-Fazekas B. (1998b): Életminőség és a mikotoxinok egészségügyi vonatkozásai (2.). Állattenyésztés és Takarmányozás. 47. 6. 483-501.
- Lasztity K. (1996): A mikotoxin analitika jelenlegi helyzete és fejlődési irányai. Élelmiszervizsgáló Közlemények. 42. 2. 83-91.
- Magan, N. (1993): Early detection of mould growth in stored grain. Aspects of Applied Biology 36. Cereal Quality III. 417-425.
- Marin, S.-Sanchis, V.-Ramos, A. J.-Vinas, I.-Magan, N. (1997): Effect of water activity on hydrolytic enzyme production by Fusarium moniliforme and F. proliferatum on maize grain. Proceeding of the Fifth European Fusarium Seminar (ed. by Mesterházy, Á.). Cereal Research Communication. Szeged. 25. 3. 1. 499-500.
- Mesterházy Á. (1997): A szántóföldi növények mikrobiális patogén szennyeződésének csökkentése, humán egészségügyi minőségének javítása. AGRO 21 füzetek. 14. 91-130.
- Mesterházy Á. (1998): Hozzászólás.... Gyakorlati Agrofórum. 9. 11-12.
- Nelson, P. E.-Toussoun, T. A.-Marasas, W. F. O. (1983): Fusarium species. The Pennsylvania State University Press. USA. 1-193.
- Packa, D. (1998): Potential genotoxicity of Fusarium mycotoxins in Vicia and Pisum cytogenetic tests. Journal of Applied Genetics. 39. 2. 171-192.
- Sauer, D. B.-Meronuck, R. A.-Christensen, C. M. (1992): Microflora. Storage of Cereal Grains and Their Products (ed. Sauer). American Association of Cereal Chemists. Inc. St. Paul. Minnesota. USA. 313-340.
- Scudamore, K. A. (1993): Occurrence and significance of mycotoxin in cereals grown and stored in the United Kingdom. Aspects of Applied Biology. 36. Cereal Quality III. 361-373.
- Stahr, H. M. (1991): Analytical methods in toxicology. Canada. 93-128.
- Szécsi Á.-Mesterházy Á. (1998): Szelektív táptalaj alkalmazása Fusariumok izolálására és azonosítására gabona- és kukoricaszemekből. Növényvédelem. 34. 2. 61-66.
- Tóth A. (1991): Fusarium fajok előfordulása Pest megyei búzamintákban. Növényvédelem. 27. 2. 66-71.
- Magyar Közlöny (1999): 52. 3351.
- Magyar Takarmánykódex I. Kötet (1990): 204.
- MSZ 6383/1998 (1998): Búza.