

ŐSZI BÚZA FUSARIUM FERTŐZÖTTSÉGÉNEK ÉS MIKOTOXIN SZENNYEZETTSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

Veres Edina

Debreceni Agrártudományi Egyetem, Debrecen

A búzakaralászt és szemet károsító szántóföldi betegségei közül ma Magyarországon kétségtelenül a *Fusarium* fajok a legfontosabbak, melyek a növény valamennyi részét fertőzhetik a legkülönbözőbb fejlődési szakaszokban. 1997-ben a kalászhányás, virágzás időszakának esős időjárása jelentős problémát okozott a búzakultúrákban. Egyrészt elősegítette a kalászfuzáriózis kialakulását, másrészt segítette elterjedését, illetve erősödését azzal, hogy az esők miatt késtek a védekezések. A hatékonyságot rontották a kényszerből végzett légi kezelések és az esetenkénti szer aludozórozás. A kaláson belüli továbbfertőzést segítette a betakarítások befejezésének esőzés miatti mintegy három hetes késése, ami a visszanedvesedés révén egyéb minőségromlást is okozott. A Hajdú-Bihar megyei Növényegészségügyi és Talajvédelmi Állomás laboratóriuma által megvizsgált 90 db magminta belső fuzáriumos fertőzöttsége 4% és 96% között ingadozott, az átlag 26.4% volt (TÓTHNÉ, 1998). 1998-ban az SGS Hungaria mintegy 1 654 200 t búzát vizsgált meg, melynek 43,46%-ának fuzáriumfertőzöttsége 0-0,5% 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).

Az őszi búza kalászfuzáriózisáért több *Fusarium*-faj is felelős. A 70-es évek elejétől a 80-as évek közepéig a *F. graminearum* és a *F. culmorum* dominált. Enisz és Hornok a *F. graminearum* mellett a *F. poe* és a *F. avenaceum* nagymérvű előtörését jelzi. Tóth a *F. sporotrichoides*, a *F. poe* és a *F. semitectum* dominanciájáról számol be (BÉKÉSI et al., 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. A patogenitást vizsgálva megállapítható, hogy a legnagyobb fertőzőképességgel is e két faj rendelkezik.

Nemcsak az egyes *Fusarium* fajok meghatározása fontos, hanem az is, hogy ezek a gombák termelnek-e toxint, és ha igen milyen, illetve milyen mennyiségben. Napjainkban már bizonyossá vált, hogy a szermaradvány-ártalomnál is nagyobb veszélyt jelenthetnek az egészségre a mikroszkopikus penészgombák által termelt természetes mérgeanyagok, az ún. mikotoxinok. Ezek a mikotoxinok a mikroszkopikus gombafajok mérgező anyagcsere-termékei, melyek kémiai összetételüket tekintve igen változatosak (KOVÁCS et al. 1997). A *Fusarium* gombanemzetségbe tartozó fajok által termelt fuzariotoxinok kémiai szerkezetük, fizikokémiai tulajdonságaik és hatásmechanizmusuk alapján a következő csoportokba sorolhatók: trichotecen típusú toxinok, zearalenon és származékai, monilifomin, butenolid és fuzarin C (SZÉCSI, 1990). A leggyakrabban előforduló toxinok hazánkban a fuzariotoxinok közül az ösztrogén hormonhatású zearalenon (F-2), valamint a trichotecen toxinok (T-2, HT-2 toxin, deoxinivalenol, nivalenol, diacetoxyscirpenol, Fusarenon-X). Megkülönböztetett figyelmet érdemelnek az 1988-ban felfedezett fumonizinek is (FB1, FB2, FB3, FB4), amelyek a mikotoxinok újabb azonosított csoportját képezik. A búza deoxinivalenol (DON, vomitoxin) tartalmának nagy gyakoriságára is mostanában 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 toxinok szintézise kedvező időjárási viszonyok között már a szántóföldön megindul és ez a folyamat folytatódhat egészen a betakarításig, tisztítatlan, majd esetleg a tisztított termés tárolásakor. Irodalmi adatok szerint a DON termelésének kedvez a 25-28 °C-s hőmérséklet. A T-2 toxin termelése a hűvösebb (8-14 °C) és csapadékosabb éghajlaton nagyobb, míg az

F-2 szintéziséhez 18-20 °C-s hőmérséklet és a szemek magasabb (35%) nedvességtartalma szükséges (SZÉCSI, 1990).

Ugyanakkor az is elfogadott tény, hogy a szemek *Fusarium* fertőzöttsége és toxintartalma között nincs szoros pozitív korreláció. Ezt igazolják az SGS Hungária mérései is, melyek során 5,8 % fuzárium fertőzöttségű búzában 0% toxint, míg a legmagasabb toxin értéket 1,4% fuzárium fertőzöttség mellett találták (HEGE, 1998).

A mikotoxinok mennyiségi és minőségi meghatározására többféle módszer létezik. Ilyen például az 1980-as években jelentős szerephez jutott gázkromatográfia, vagy a mostanában széles körben használt nagyhatékonyságú (intenzív) folyadékkromatográfia (HPLC) (SZÉCSI és BARTÓK, 1995). A mikotoxin analitikában a legújabb és nagy perspektívákat ígérő irányzat az immunkémiai technika, valamint a biotesztek felhasználása (LASZTITY, 1996).

Kísérletünk során azt vizsgáltuk, hogy az eltérő termőhely és tárolási körülmény (hőmérséklet, nedvességtartalom) befolyásolja-e, és ha igen hogyan az egyes búza minták fuzárium fertőzöttségét és mikotoxin szennyezettségét. A mintáknak e két paraméterét megvizsgáltuk betárolás előtt, a tárolás harmadik, valamint a hatodik hónapjában.

Anyag és módszer

A vizsgált búza minták mészelepedékes csernozjom talajról és humuszos öntés talajról származnak. A mintákat hat hónapig (1998. november - 1999. április) tároltuk háromféle hőmérsékleten úgy, hogy a minták felét kissé összetörtük, mellyel azt akartuk megvizsgálni, hogy sérült szem nagyobb mértékben fertőződik-e. Ezzel egyidejűleg a mintákat további két részre osztottuk és a minták felét az eredeti nedvességtartalom mellett, a másik felét 14%-os nedvességtartalom mellett tároltuk. A hat hónapos tárolás alatt a különböző búza mintákból a tárolás harmadik és hatodik hónapjában vizsgáltuk az összes csiraszámot és a *Fusarium* fertőzöttségét. A baktériumszámot húsleves táptalajon a *Fusariumok* számát pedig Tagowa-féle szelektív táptalajon lemezöntéses eljárással határoztuk meg. A *Fusarium* fajok meghatározását Nelson et al. (1983), valamint a Budapesti Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Törzsgyűjteményéből származó *Fusarium* törzsek alapján végeztük. A mikrobiológiai vizsgálatok mellett HPLC alkalmazásával próbáltuk meghatározni, hogy az egyes minták tartalmaznak-e fusariotoxinokat. A minták sorszáma az 1. táblázat tartalmazza.

A betárolt búza minták számának jelölése

Talajtípusok	Ép kukorica szem			Tört kukorica szem		
	28°C	18°C	4°C	28°C	18°C	4°C
Humuszos öntés talaj	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Mészlep. csern. talaj	7.	8.	8.	10.	11.	12.

Eredmények értékelése

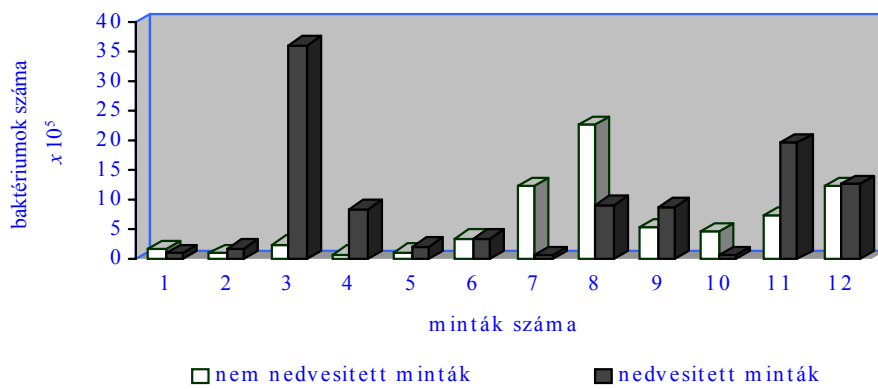
A két különböző talajtípusról (humuszos öntés talaj és mészlepedékes csernozjom talaj) származó búza mintáknak betakarítás után megvizsgáltuk a nedvességtartalmát, a mikroszkopikus gombaszámát és a baktériumszámát. Megállapítottuk, hogy a két minta nedvességtartalma azonos (10,67, illetve 10,59 t %). Az öntés talajról származó búzában a baktériumszáma ($3,9 \times 10^6$) és mikroszkopikus gombaszáma ($6,5 \times 10^3$) is csak kis mértékben haladja meg a csernozjom talajról származó minta e két paraméterét (baktériumszám: $1,7 \times 10^6$, gombaszám: 5×10^3). A mikroszkopikus gombanemzetségek és *Fusarium* fajok %-os megoszlását vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a *F. moniliforme* dominált mindkét mintában (55,51% és 96,43%), míg a *F. chlamydosporum* és a *F. graminearum* csak 2-4%-ban fordult elő. Az öntés talajról származó mintában a *Penicillium* is jelentős százalékban (37,86%) volt jelen.

A mikrobiológiai vizsgálat után HPLC alkalmazásával vizsgáltuk a minták T-2, HT-2, F-2, DAS és DON tartalmát. A csernozjom talajról származó búzában 0,065 mg/kg mennyiségben tudtunk T-2 toxint kimutatni.

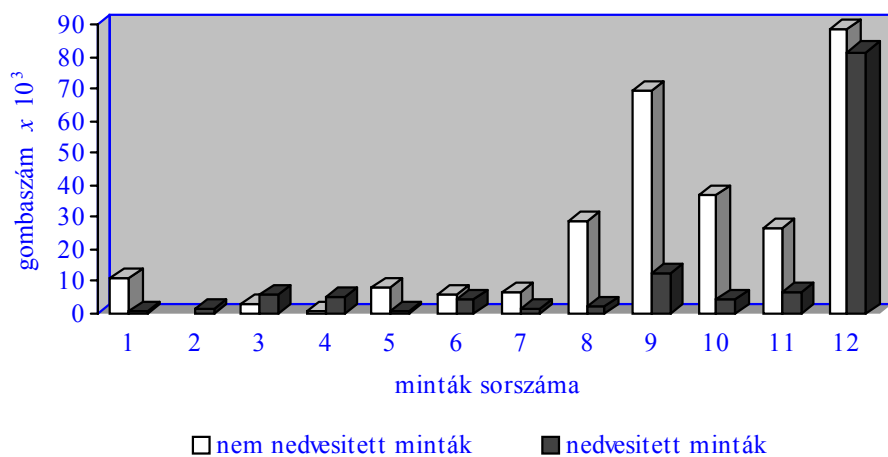
A három hónapos tárolás után 1999. januárjában elvégeztük a már említett vizsgálatokat. Ezek eredményeit az 1., 2. ábra, valamint a 2. és 3. táblázat mutatja be.

A minták több, mint felénél a nedvesítés és a szemek sérülései növelték a baktériumszámot. A nedvesítés a gombaszámra már nem volt ilyen hatással, az eredeti nedvességtartalom mellett tárolt búzák gombaszámai magasabbak voltak. Viszont itt elmondható, hogy a tört szemek gombafertőzöttsége nagyobb mértékű volt. Az is szembetűnő, hogy a mészlepedékes csernozjom talajról származó búza minták azonos tárolási körülmények között magasabb gombaszámot mutattak, mint a humuszos öntés talaj búzája. A gombaösszetételt vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy legnagyobb arányba - esetenként 100%-ban - a *Penicillium sp.*, mint raktári penész fordult elő.

A három hónapig tárolt búza minták toxintartalmának vizsgálata során megállapítottuk, hogy a nedvesített minták közül több esetben tudtunk toxint kimutatni, mint az eredeti nedvességtartalomnál tárolt mintákban. Különösen gyakori volt a T-2 és bomlásterméke, a HT-2 toxin előfordulása. Ez magyarázható azzal az irodalmi adattal, hogy a T-2 szintézisének a csapadékosabb időjárás kedvez. F-2 toxint - szintén az irodalmi adatoknak megfelelően - magasabb hőmérsékleten (18 és 28 °C) találtunk. Bár arra is van utalás, hogy az utóbbi időben gyakran mutatnak ki a búzából DON toxint, kísérletünkkel ezt nem tudtuk alátámasztani (3. táblázat).



1. ábra: Baktériumok száma a betárolt búzán (Debrecen, 1998. november - 1999. január)



2. ábra: Mikroszkopikus gombák száma a betárolt búzán (Debrecen, 1998. november - 1999. január)

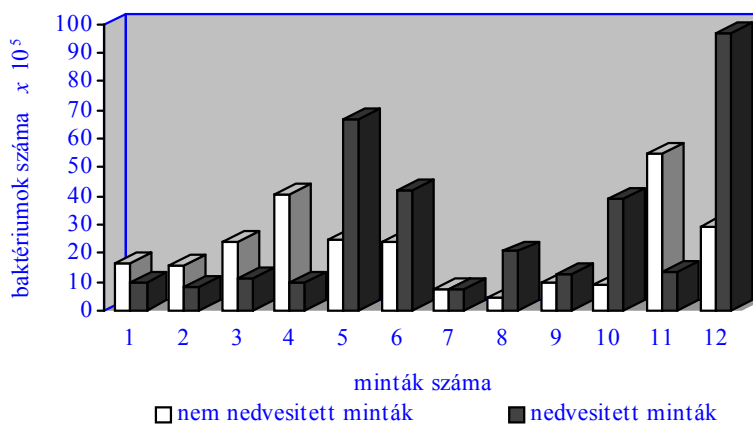
**Mikroszkopikus gombanemzetségek %-os megoszlása az egyes búza mintákban
(Debrecen, 1998. november - 1999. január)**

Minta sor-száma	F. graminearum	F. moniliforme	F. solani	Penicillium	Egyéb	F. graminearum	F. moniliforme	F. solani	Penicillium
	nem nedvesített minták					nedvesített minták			
1.				91,5	8,5		50		50
2.							20		80
3.	54			46			49,5		50,5
4.				100			11,4	18,1	70,5
5.			48	48,7	3,3		100		
6.	32,2			67,8		24	10		66
7.		12,5		87,5					100
8.	8,3	16,7		75					100
9.		12,6		87,4		1	22,1		76,9
10.		20		80			43,75		56,25
11.	1,2	2,5		96,3		29,5	21,5		49
12.	0,8	15,5		83,7		2,8	77,5		19,7

**Búza minták toxintartalma, mg/kg
(Debrecen, 1998. november - 1999. január)**

Minta száma	Nem nedvesített minták				Nedvesített minták				
	DON	DAS	HT-2	F-2	DON	DAS	HT-2	T-2	F-2
1.				0,680			0,686		
2.	1,315		0,671	0,068			0,495		
3.							0,035	0,013	
4.			1,438	0,023			1,553	0,151	
5.			0,905	1,001			2,238		
6.				0,027					
7.		0,111	0,426				0,229	0,282	
8.		0,060	0,382						
9.					0,976	0,406		0,156	
10.								0,061	1,364
11.						0,236	0,772	0,494	
12.						0,298			

A tárolás hatodik hónapjában a baktériumszámban növekedést tapasztaltunk. Nemcsak az egyes minták baktériumszám nőtt, hanem lényeges különbségek mutatkoztak az ép és a tört szemek között, ez utóbbiakból - mint ahogy a 3. ábra is mutatja - több baktériumot izoláltunk. Mikroszkopikus gombákat viszont csak abból az öt mintából tudunk kimutatni, amelyeknek már a három hónappal ezelőtti gombaszámai is magasak voltak: a nem nedvesített minták közül a 9. ($58,1 \times 10^2$), a 10. ($4,8 \times 10^2$), a 11. ($48,2 \times 10^2$) és a 12. ($123,7 \times 10^2$) mintákból, valamint a nedvesített minták közül a 4. ($5,3 \times 10^2$) mintából. A gombaösszetételben a *Sclerotinia sp.* és a *Mucor sp.* megjelenése jelent eltérést az előző mikroszkópi vizsgálatához képest (4. táblázat).



3. ábra: Baktériumok száma a betárolt búzán
(Debrecen, 1999. február - május)

4. táblázat

Mikroszkopikus gombanemzetségek %-os megoszlása az egyes búza mintákban
(Debrecen, 1998. február - május)

Minta sorszáma	F. chlamydo-sporum	F. graminearum	F. moniliforme	Mucor	Penicillium	Sclerotinia	Aspergillus	Mucor
	Nem nedvesített minták						Nedvesített minták	
4.							3,2	96,8
15.		1,6	3,9	0,4	55,2	38,9		
16.						100		
17.		0,6	0,9		0,6	97,9		
18.	0,2		3,9			95,9		

Az 1999. januári toxinvizsgálathoz képest három hónappal később csökkent a toxinnal szennyezett minták száma. Hasonlóan a korábbi mérésekhez most is a T-2 és a HT-2 toxinok domináltak és a nedvesített minták közül több esetben tudtunk toxint kimutatni. A két mérés eredményei közti lényeges különbség, hogy a tárolási időszak végén az egyes mintákban általában nagyobb mennyiségben fordultak elő a toxinok, mint a tárolás harmadik hónapjában (5. táblázat).

5. táblázat

**Búza minták toxintartalma, mg/kg
(Debrecen, 1999. február - május)**

Minta száma	Nem nedvesített minták			Nedvesített minták	
	HT-2	T-2	HT-2	T-2	F-2
1.					
2.				1,175	
3.	0,100				
4.			2,045		
5.					
6.		0,065			
7.	0,066		0,100	2,457	
8.	0,046		0,085	1,335	
9.					
10.	0,004			3,843	
11.				1,987	
12.	0,471		1,696		0,013

Eredmények összefoglalása

Kísérletünkben arra kerestük a választ, hogy hogyan változik a különböző termőhelyről származó és eltérő körülmények között tárolt búza minták fuzárium fertőzöttsége és mikotoxin szennyezettsége.

Betakarítást követően a két minta nedvességtartalmában, baktériumszámában és mikroszkopikus gombaszámában lényeges különbségeket nem tapasztaltunk. A toxinvizsgálat során csak a humuszos öntés talajról származó búzában találtunk T-2-t.

A három hónapos tárolás után a mikrobiológiai vizsgálatok azt mutatták, hogy a szemek sérülései növelték a baktériumszámot és a gombaszámot is. Nedvesítés hatására csak a baktériumszámában kaptunk magasabb értékeket a nem nedvesített mintákhoz képest. A talajtípusok közötti különbség a gombaszám változásában mutatkozott, a humuszos öntés talajról származó búza gombafertőzöttsége nagyobb volt. A gombanemzetségek közül a *Penicillium sp.* dominált. A toxinvizsgálat eredményei azt mutatják, hogy a nedvesített mintákon belül több volt a szennyezett, valamint a T-2 és HT-2 toxinok fordultak elő gyakrabban.

A tárolás hatodik hónapjában a minták baktériumszáma növekedést mutatott, de mikroszkopikus gombákat csak öt mintából izoláltunk. A gombanemzetségek %-os összetételét vizsgálva a *Mucor sp.* és a *Sclerotinia sp.* megjelenését tapasztaltuk. A toxinvizsgálat során kevesebb mintából tudtunk toxint kimutatni, de ezeknek a

mintáknak a toxintartalma általában magasabb volt, mint három hónappal korábban. Ebben az esetben is a T-2 és HT-2 fordult elő leggyakrabban. Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a tárolás körülményei befolyásolják a termények mikrobiológiai állapotát és toxinszennyezettségét. Ezért igen fontos a szakszerű tárolási feltételek biztosítása annak érdekében, hogy megőrizzük az adott termék kívánatos minőségét.

SUMMARY

Fusarium infection and mycotoxin contamination in winter wheat

The aim of our experiment was to find relationship between the microbiological properties of winter wheat and the conditions of storage.

Two samples were taken, one was harvested from calcareous chernozem and the other one from humous alluvial soil. The moisture content, the total number of bacteria, the number and the floral composition of microscopic fungi of the samples were examined. At the same time we measured the mycotoxin level applying HPLC method. It was found that the moisture content and the microbiological properties were similar in the two samples. We could show

T-2 in the wheat which was taken from humous alluvial soil.

Samples were stored at different temperature (28 °C, 18 °C, 4 °C) and moisture content (the original moisture content and 14% moisture content) and checked after three and six months storage. Three months later the total number of bacteria was larger in the samples storing at higher (14%) moisture content. The number of isolated fungi was influenced by the soil type. This value was higher in the samples from humous alluvial soil than samples from calcareous chernozem. The *Penicillium* sp. was the dominant genus in the floral composition of microscopic fungi. The measurements of toxin level showed the often occurring toxins were T-2 and HT-2 and the number of toxin containing samples was higher between the moist samples.

After sixth month of storage we repeated the measurements mentioned above. We found that the total number of bacteria increased in the samples, but the number of samples containing microscopic fungi decreased during the storage. In the floral composition of fungi *Mucor* sp. and *Sclerotinia* sp. occurred. The number of samples containing toxins decreased but the toxin level in these samples increased. The dominant toxins were T-2 and HT-2 like three months ago.

According to our experiments we could establish that the conditions of storage influence the microbiological features and toxin content of product, so the quality of product.

Irodalomjegyzék

- BÉKÉSI P. - JAKABNÉ KONDOR M. (1996): őszi búza fajták magatartása néhány *Fusarium* fajjal szemben. *Növényvédelem*, 32/8, 401-405. p.
- HEGE O. (1998): Milyen az idei gabona fertőzöttsége? *Magyar Mezőgazdaság*, 1998. október, 14. p.
- KOVÁCS F. - BANCZEROWSKI J. (1997): Környezetszennyező kemikáliák és természetes toxinok. *Magyar Tudomány*, 8.sz., 897-909. p.
- LASZTITY K. (1996): A mikotoxin analitika jelenlegi helyzete és fejlődési irányai. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, XLII. évf., 2. sz., 83-91. p.

- MESTERHÁZY Á. (1997): A szántóföldi növények mikrobiális patogén szennyeződésének csökkentése, humán egészségügyi minőségének javítása. AGRO 21 füzetek, 14., 91-130. p.
- NELSON, P. E. - TOUSSOUN, T. A. - MARASAS, W. F. O. (1983): *Fusarium* species. The Pennsylvanian State University. 1-193. p.
- SZÉCSI Á. (1990): Fuzáriotoxinok. Növénytermelés, 39/4., 369-376. p.
- SZÉCSI Á.-BARTÓK T. (1995): A magyarországi *Fusarium graminearum* populáció trichotecén kemotípusai. Növényvédelem, 31/3., 103-108. p.
- TÓTHNÉ CSUBÁK E. (1998): Kórokozók, kártevők és hatásuk 1997-ben. Agrárkamarai Híradó, 1. sz. 6-7. p.