

Gabonaalapú élelmiszerek fuzárium toxin szennyezettségének csökkentési lehetőségei

Bevezető

A növények és terményeik penészgombával történő fertőződése a mezőgazdaság régről ismert problémája. A különböző penészgombák jelenléte a termés hozamot, és a termények értékesíthetőséget csökkenti, jelentős veszteséghez vezet. Megfigyelték, hogy a penészes takarmányt az állatok is visszautasítják, és ha mégis elfogyasztják, nem fejlődnek megfelelően, szaporodási zavarok lépnek fel, sőt megbetegedést, tömeges elhullást is észleltek. Több alkalommal leírták azt is, hogy a penészgombával fertőzött terményekből készült élelmiszerek rendszeres fogyasztása súlyos emberi megbetegedésekhez is vezetett.

Ennek oka, hogy egyes penészgombák erős biológiai hatású anyagokat, mikotoxinokat termelnek. A mikotoxinok az élelmiszerekben természetes módon képződő legveszélyesebb mérgezőanyagok közé tartoznak.

Az egyes penészgomba fajok más-más körülmények között hajlamosak ilyen mérgezőanyagok termelésére, és ezek megbetegítő hatása, tünetei is eltérőek. Mind az emberi, mind az állati szervezetet károsíthatják, befolyásolhatják a növekedést, szaporodást, a fertőzésekkel szembeni ellenálló képességet. Egyes mikotoxinok, ha rendszeresen a fogyasztó szervezetébe kerülnek, súlyos késői szövődményeket, vese-, májbetegségeket, daganatos megbetegedéseket is okozhatnak.

Jelentőségük miatt világszerte, így az Európai Unióban és hazánkban is szigorú szabályozás alá esnek, rendszeres ellenőrzésük indokolt és szükséges.

Az Európai Unió által végzett tudományos vizsgálatok szerint a mikotoxinok közül a fuzáriumtoxinok igen elterjedtek az élelmiszerláncban. A fuzáriózis a gabonafélék egyik legsúlyosabb betegsége. A *Fusarium* penészgomba fajok emberre és állatra egyaránt veszélyes mikotoxinokat termelhetnek. A fuzáriumtoxinok jelentős



*“A **Fusarium** fertőzés, és a fuzárium-toxinok keletkezése teljesen nem küszöbölhető ki.”*

“Rendszeres ellenőrzésük indokolt és szükséges.”

része már a szántóföldön termelődhet (deoxinivalenol, T2, zearalenon), s szennyezheti a gabonákat.

“Gabonából a toxint utólag eltávolítani nem lehet.”

A *Fusarium* fertőzés, és a fuzáriumtoxinok keletkezése teljesen nem küszöbölhető ki, azonban a *Fusarium* fertőzés kialakulásának és a gombák toxintermelésének csökkentésére számos, a helyes mezőgazdasági gyakorlatra épülő agrotechnikai, növényvédelmi és tárolástechnikai megoldás áll rendelkezésre. A toxinnal szennyezett gabonából a toxint utólag eltávolítani nem lehet, noha a különböző tisztítási, malomipari eljárásokkal a toxinszint csökkenthető.

Ahhoz, hogy az asztalunkra kerülő élelmiszer biztonságos legyen, a termőföldtől az asztalig az élelmiszerlánc minden szereplőjének meg kell tenni a szükséges és lehetséges intézkedéseket, de a legfontosabb lépés a gabonák fuzárium fertőzöttségének, és a toxin kialakulásának csökkentése.



A csökkentés fontosságát felismerve, számos nemzeti és nemzetközi szakirodalom, útmutató jelent meg, melyek a termelők munkáját kívánják elősegíteni, ráirányítva a figyelmet arra, hogy az élelmiszerlánc valamennyi szereplőjének, kiemelten az elsődleges termelőknek mekkora felelőssége van a piacra kerülő termékek biztonságának szavatolásában. Jelen tájékoztató anyagunkban a témában készült hazai és nemzetközi szakirodalom és jogi szabályozás legfontosabb üzeneteit összegezzük.

1. A *Fusarium* fertőzés (fuzáriózis) jelensége

Fuzáriózist többféle, növényt megbetegítő penészgombafaj (Magyarországon elsősorban a *Fusarium graminearum* és a *Fusarium culmorum*) okozhat. Ezeknek a gombáknak egyik része toxintermelő, míg másik részük toxint nem termel.

A kalászfuzáriózis kialakulását a kalászon megfigyelhető kifehéredett, terméketlen kalászkák jelzik. A fertőzött, kifehéredett kalászkákon narancssárga és rózsaszín spórák is láthatóak. Éréskor a tünetek már kevésbé feltűnőek. Betakarításra a *Fusarium* gombával fertőzött szemek krétafehérek vagy rózsaszínűek és aszottak lesznek, bár ezek a tünetek nem minden fertőzött termés esetén figyelhetők meg.

A *Fusarium* gomba által károsított szemek mennyisége, és a mikotoxin tartalom közötti kapcsolat nem egyértelmű, ugyanis a fertőzés jeleit nem mutató gabona is tartalmazhat mikotoxinokat, másrészt nem minden *Fusarium* faj termel toxint.

A fuzárium fertőzés nem csak a gabonaszemeket, hanem a növény többi részét is érinti. A mérgeanyag a szálas takarmányban, sőt az almozásra használt szalmában is előfordulhat. A penészgomba fajok megtalálhatóak a gabonaszemeken, a száron, a talajon, a gyomokon, azonban a legtöbb szaporodóképes fertőző anyagot (inokulumot) a termőföldön maradó növényi maradványok tartalmazzák.

A gabonafélék a betegségre a virágzás ideje alatt a legfogékonyabbak. Az egyszer már megfertőződött kalászon a további nyári esőzések, és magas páratartalom másodlagos fertőzéseket idézhet elő. A termés fuzárium fertőzéséhez ideális feltételt biztosít az erős esőzés, és a gabona megdőlése, ezáltal ugyanis a talajról vagy növényi maradványokról könnyen felterjedhetnek a gombaspórák a kalászra. Az ezt követő meleg, nedves időjárás biztosítja a legkedvezőbb feltételeket a kalászon levő gombaspórák kicsírázásához és a fertőzés kialakulásához. Az érett szemeken a nedves idő hatására további gombanövekedés és mikotoxin képződés indulhat meg.

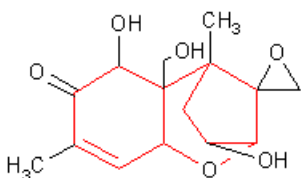


„A fertőzés jeleit nem mutató gabona is tartalmazhat mikotoxinokat, másrészt nem minden *Fusarium* faj termel toxint.”



2. Fuzáriumtoxinok

„Az emberek és állatok egészségét is károsítják, az állatok gyarapodását, szaporodását kedvezőtlenül befolyásolják, a gabonák értékesíthetőségét csökkentik, így gazdasági károkhoz is vezetnek.”



Legfontosabb fuzáriumtoxinok

- trichotecének: deoxinivalenol, T-2 toxin, HT-2 toxin
- zearalenon: F-2 toxin
- fumonizinek

A *Fusarium* gombafajok által termelt erős biológiai hatású mikotoxinokat fuzáriumtoxinoknak nevezzük. Ezek a toxinok az emberek és állatok egészségét is károsítják, az állatok gyarapodását, szaporodását kedvezőtlenül befolyásolják, a gabonák értékesíthetőségét csökkentik, így gazdasági károkhoz is vezetnek. Mind humán, mind állategészségügyi szempontból kiemelt jelentőségűek.

A *Fusariumok* által termelt mikotoxinok közül a zearalenonnak (F-2 toxin), a fumonizineknek és a trichotecéneknek (deoxinivalenol /DON/, T-2 és HT-2 toxin) van legnagyobb jelentősége gyakorlati szempontból. Hatásuk toxinféleségenként változó.

Számos toxintermelő *Fusarium* gomba az említett toxinok közül akár többfélélt is képes termelni, melyek hatásai összeadódnak, egymás hatásait fokozhatják, és a tünetek keveredhetnek.

Európában, így hazánkban is a kisszemű gabonafélékben (pl. búza, árpa, rozs, zab) leggyakrabban a DON (deoxinivalenol) toxin található, melynek nagymértékű szervezetbe kerülése a gazdasági állatoknál csökkent táplálékfelvételt és súlygyarapodást, valamint hányást idézhet elő, illetve hátrányosan befolyásolhatja az utódok növekedését. Az állatállomány fertőzésekkel szembeni fogékonyságát is növelheti.

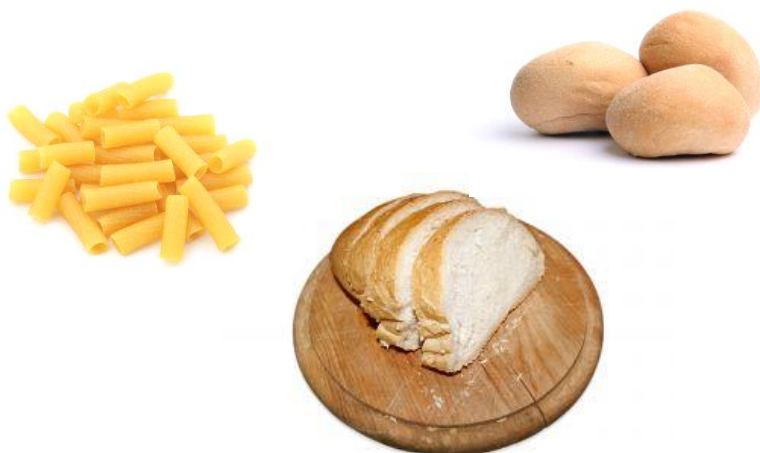
Embereknél a nagy mennyiségben fogyasztott DON émelygést, hányást, néha hasmenést, hasi fájdalmat, fejfájást, szédülést okozhat. Különösen nagy

mennyiségben immunrendszeri és vérképzőszervi panaszokhoz, elhalálózashoz, állatok esetén elhulláshoz is vezethet. Egyes kísérletekben az immunrendszeri elváltozásokat már kisebb toxinkoncentráció esetén is kimutatták.

A zearalenon (F-2 toxin), kísérleti állatoknál ösztrogén-szerű (női nemi hormonhoz hasonló) hatást mutatott.

A *Fusarium* gombák által termelt fumonizinek (FB1, FB2, FB3) elsősorban kukoricaőrleményekben, és abból készült termékekben találhatóak. A lovak és a sertések kifejezetten érzékenyek fumonizinekkel szemben. Magas fumonizin tartalmú takarmány etetése lovaknál agylágyulásszerű tüneteket, sertéseknél tüdőödémát, egyéb állatoknál máj és vesekárosodást okozhat. Emberben rákkeltő hatását feltételezik.

Fentiekén kívül még többféle fuzáriumtoxin létezik, melyek hatásai, előfordulása további kutatásokat igényel.



A fuzáriumtoxinok legfőbb beviteli forrásai a gabonafélékből, különösen a búzából és kukoricából készült termékek, illetve állatok esetében a takarmányok.



3. A fuzáriumtoxinok egészségi kockázata

„Az eltűrhető bevitel az állatkísérletekben még ártalmatlannak bizonyuló szint század, vagy annál is kevesebb része.”



A fuzáriumtoxinok a természetben ősidők óta, rendszeresen előfordulnak. Nagyon kis mennyiségben mind az emberi, mind az állati szervezet ezeket is ártalmatlanítani tudja. A legtöbb mikotoxin esetében megállapítható olyan alacsony érték, amely még nem vált ki semmiféle egészségi elváltozást (ez alól jelenlegi ismereteink szerint csak az aflatoxin kivétel). Ezt az eltűrhető napi beviteli mennyiséget (TDI, Tolerable Daily Intake), tehát amelyet a szervezet - akár naponta fogyasztva is - még várhatóan károsodás nélkül elvisel, tudományos kockázatbecsléssel állapítják meg nemzetközi szervezetek.

Az **eltűrhető napi beviteli mennyiség (TDI érték)** megállapítása úgy történik, hogy állatetelési kísérletekben megfigyelik, mekkora az a toxinmennyiség, melynél még nem jelentkezik semmilyen káros hatás. (**NOAEL, No Observed Adverse Effect Level**; nincs megfigyelhető káros eltérés). Ezt az értéket még elosztják egy biztonsági faktorról (a fajok és egyedek közti eltérő érzékenység miatt), általában százszal.

Tehát az eltűrhető bevitel az állatkísérletekben még ártalmatlannak bizonyuló szint század, vagy annál is kevesebb része. Ezt a testtömeg is befolyásolja, ezért az értéket testtömegkilogrammmra számolva adják meg. Nem mindegy ugyanis, hogy ugyanaz a toxinmennyiség egy kisgyerek vagy egy felnőtt szervezetébe kerül be.

$$\text{TDI} = \text{NOAEL} / \text{biztonsági faktor} / \text{testtömeg}$$

A **tényleges napi bevitel** (tehát az a toxin mennyiség, amely a szervezetbe naponta bejut) időszakonként meghaladhatja ezt az értéket, ami nem jelenti azt, hogy az ember ténylegesen meg is betegszik. A TDI huzamosabb ideig való túllépése esetén azonban az egészségkárosodás nem zárható ki.

„A TDI huzamosabb ideig való túllépése esetén az egészségkárosodás nem zárható ki.”

Fontos tudni, hogy ilyenkor a szervezetbe kerülő összes forrásból származó toxint figyelembe kell venni. Fuzárium toxinok esetében a különböző típusú kenyerek, tésztafélék, müzlik, gabonapelyhek mellett egyéb élelmiszerek, italok (pl. sör) is szóba kerül. A tényleges napi bevittelt egyrészt a termékek szennyezettsége, másrészt azok elfogyasztott mennyisége befolyásolja.

Az Európai Bizottság, Élelmiszerek Tudományos Bizottsága (SCF, Scientific Committee on Food), az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA, European Food Safety Authority) valamint a FAO/WHO élelmiszer szennyezőanyagok és adalékanyagok értékelésével foglalkozó tudományos testülete (JECFA, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) által fuzárium mikotoxinokra megállapított eltűrhető napi bevitelt (TDI) az 1. számú táblázat foglalja össze.

1. táblázat: Fuzáriumtoxinok nemzetközi értékelő testületek által megállapított eltűrhető napi bevitteli értékei és a DON akut referencia dózisa

Mikotoxinok	TDI (µg/ttkg/nap)	ARfD (µg/ttkg)
DON (deoxinivalenol)	1 (SCF, 2002); 1 (PMTDI, JECFA, 2011)	8 (JECFA, 2011)
nivalenol	1,2 (EFSA, 2013)	
zearalenon	0,25 (EFSA, 2011); 0,5 (PMTDI, JECFA, 2002)	
fumonizin B1, B2 és B3	2 (SCF, 2003); 2 (JECFA, 2011) (**)	
T-2 és HT-2	0,1 (EFSA, 2011) (*) 0,06 (PMTDI, JECFA, 2002) (*)	

(*): a T-2 és a HT-2 összegére

(**): Fumonizin esetén a TDI-t a B1, B2 és B3 együttesen határozza meg. A határérték egy, illetve több fumonizin együttes jelenléte esetén is 2 µg/ttkg/nap.

PMTDI: ideiglenes tolerálható napi bevitel (provisional maximum tolerable daily intake), DON esetén a DON-ra és acetilált származékaira (3- és 15 acetil-DON) együtt

ARfD: A DON esetén az akut referencia dózis a DON és acetilált származékainak (3- és 15 acetil-DON) együttes bevitelére vonatkozik.

Az Európai Unió által 2003-ban végzett SCOOP felmérés alapján a fuzáriumtoxinok étrendi bevitelére a teljes népesség és a felnőttek körében általában **átlagosan alacsonyabb**, mint a megengedhető napi bevitel, egyes veszélyeztetett csoportok (pl. csecsemők és kisgyermekek) esetében azonban **megközelíti vagy meg is haladja az eltűrhető napi bevitelt**.

Különösen a deoxinivalenol (DON) esetében haladhatja meg a kisgyermekek és serdülők körében az étrendi bevitel az eltűrhető napi bevitelt.

Az EFSA 2013-ban tudományos véleményt adott ki a deoxinivalenol élelmiszerekben és takarmányokban való előfordulásáról és étrendi beviteléről. A vizsgált korcsoporttól és felméréstől függően a DON-ra becsült krónikus expozíció átlagosan 0,22-1,02 µg/ttkg/nap, nagy bevitelnél pedig 0,43-1,86 µg/ttkg/nap volt. Ehhez az eredményhez leginkább a kenyérfélék járultak hozzá. A becsült akut expozíció a legkritikusabb populációcsoportnál a fogyasztási napok 0,51%-ában haladta meg a JECFA által megállapított, 8 µg/ttkg akut referencia dózist. A küszöbérték feletti expozíciók a leggyakrabban a gabonaőrlési termékek fogyasztásából származtak a csecsemőknél, a többi korosztálynál pedig a finompékárúk fogyasztásából.

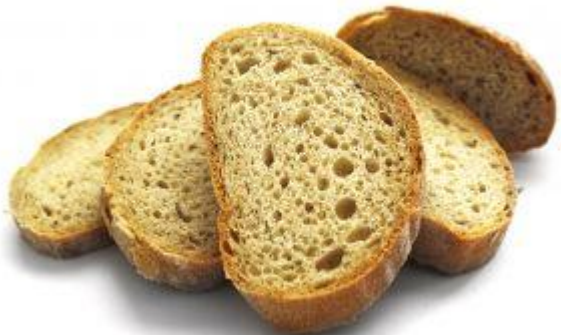
Példa a napi beviteli érték számítására

DON toxinra vonatkozóan az európai uniós határérték kenyérben 500 µg/kg. Ha a határértéknek megfelelően szennyezett kenyérből valaki 20 dkg-ot (két nagy szelet kenyér) elfogyaszt, akkor szervezetébe 100 µg toxin kerül, ami egy átlagos súlyú, 60 kg-os embernél 1,67 µg/ttkg (mikrogramm/testtömeg-kilogramm).

„Fontos, hogy a gabona és a belőle készült termékek fuzáriumtoxin tartalma a lehető legalacsonyabb legyen, és a határérték közelébe csak elvétve, kivételesen kerüljön.”

DON esetében a még biztonságosan elviselhető napi mennyiség (PMTDI) 1 µg/ttkg. Tehát már a határértéknek még éppen megfelelő kenyér szokásos (rendszeres, hosszú távú) fogyasztásával is átléphető a nemzetközi szervezetek által ártalmatlannak tartott szint. Ha a termék a határértéket meghaladó DON toxint tartalmaz, ha a kenyérfogyasztás az átlagosnál nagyobb mértékű, vagy ha kisebb testsúlyú egyénről, pl. kisgyermekről van szó, a PMTDI túllépésének aránya még magasabb.

Ebből is látható, mennyire **fontos, hogy a gabona és a belőle készült termékek fuzáriumtoxin tartalma a lehető legalacsonyabb legyen, és a határérték közelébe csak elvétve, kivételesen kerüljön.**



4. Európai uniós fuzáriumtoxin határértékek

Az egészségügyi kockázat jellemzésére használt, előbb ismertetett eltűrhető napi beviteli érték (TDI, PMTDI) nem azonos a gabona még megengedhető mikotoxin tartalmára vonatkozó élelmiszerjogi határértékkel. Az előbbi az emberi szervezetbe minden forrásból összesen bejutó toxinmennyiségre vonatkozik, a jogi határérték pedig egy adott gabona, vagy élelmiszertétel elfogadhatóságát dönti el.

A jogi határértékek kidolgozásánál figyelembe veszik az egészségi hatást még nem okozó toxin mennyiségét is. Általános szabályként a jogi határértéket úgy kell meghatározni, hogy átlagos fogyasztást figyelembe véve a toxinmennyiség ne haladja meg az eltűrhető napi beviteli értéket (TDI). Figyelembe kell azonban azt is venni, hogy a Helyes Mezőgazdasági Gyakorlat (GAP, Good Agricultural Practice) alkalmazása esetén, realisan mennyire alacsony toxinszintet lehet elérni, tehát a betarthatóságot. Nem lenne értelme olyan alacsony határértéket előírni, ami teljesíthetetlen. Ezért fuzárium-toxinok esetén a határértékek viszonylag magasán vannak megállapítva.

A határértékek megállapításának gyakorlata figyelembe veszi azt, hogy helyes mezőgazdasági, tárolási és feldolgozási gyakorlat esetén csak a tételek igen kis százaléka tartalmaz a határértéket megközelítő mennyiségben toxinszennyezést. Ezért felelőtlen, és a fogyasztók egészségét kockáztató magatartás az, amikor a határérték felett szennyezett tételeket a nem, vagy kevéssé szennyezettel keverik, és az eladhatóság érdekében „éppen a határérték alá” állítják be, figyelmen kívül hagyva az Európai Unió ezt a gyakorlatot tiltó rendelkezését.

4.1. Élelmiszerekre és élelmiszer célú felhasználásra szánt gabonák határértékei

Az Európai Bizottság megállapította gabonákban, illetve gabonakészítményekben a maximálisan megengedhető fuzáriumtoxin mennyiségeket, amelyet

„Felelőtlen, és a fogyasztók egészségét kockáztató magatartás az, amikor a határérték felett szennyezett tételeket a nem, vagy kevéssé szennyezettel keverik, és az eladhatóság érdekében „éppen a határérték alá” állítják be.”

az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeinek meghatározásáról szóló 1881/2006/EK rendelet, és az ezt módosító 1126/2007/EK rendelet szabályoz.

A feldolgozatlan és feldolgozott, emberi fogyasztásra szánt gabonafélékben maximálisan megengedhető DON, zearalenon és fumonizin tartalmát a 2.a számú táblázat tartalmazza.

Az élelmiszerekre vonatkozó, jogszabályban megadott határértékek betartása kötelező, a határértéket meghaladó szennyezettségű tétel nem hozható forgalomba.

Tekintettel arra, hogy ezeket a határértékeket az Unió rendelettel szabályozza, a rendelet hazánkban is közvetlenül, kötelezően érvényes.

Megjegyzendő, hogy a rendelet értelmében a kifogásolt szennyezettségű tételt tilos bekeverni alacsony toxintartalmú termékkel azzal a céllal, hogy a határérték alatti szintre állítsák be a kifogásolt tétel toxintartalmát.

2.a táblázat: Élelmiszerekre vonatkozó európai uniós fuzáriumtoxin határértékek

1.	DEOXINIVALENOL	Határérték (µg/kg)
1.1	Feldolgozatlan gabonafélék, kivéve durumbúza, zab és kukorica	1 250
1.2	Feldolgozatlan durumbúza és zab	1 750
1.3	Feldolgozatlan kukorica, a nedves őrlésre szánt feldolgozatlan kukorica kivételével	1 750
1.4	Közvetlen emberi fogyasztásra szánt gabonafélék, gabonaliszt, korpá és csíra, mint közvetlen emberi fogyasztásra szánt késztermék, a 1.7., 1.8. és 1.9. pontban felsorolt élelmiszerek kivételével	750
1.5	Tészta (száraz)	750
1.6	Kenyér (beleértve a kis pékárukat), tésztafélék, kekszek, gabona- szeletek és reggeli gabonapelyhek	500
1.7	Csecsemők és kisgyermek számára készült feldolgozott gabonaalapú élelmiszerek és bébiételek	200
1.8	A kukorica 1103 13 vagy 1103 20 40 KN-kód alá tartozó, 500 mikronnál nagyobb	750

	méretű őrlési frakciói és kukoricából származó egyéb, nem közvetlen emberi fogyasztásra szánt, az 1904 10 10 KN-kód alá tartozó, 500 mikronnál nagyobb méretű őrlési termékek	
1.9	A kukorica 1102 20 KN-kód alá tartozó, legfeljebb 500 mikron méretű őrlési frakciói és kukoricából származó egyéb, nem közvetlen emberi fogyasztásra szánt, az 1904 10 10 KN-kód alá tartozó, legfeljebb 500 mikron méretű őrlési termékek	1 250
2	ZEARALENON	
2.1	Feldolgozatlan gabonafélék a kukorica kivételével	100
2.2	Feldolgozatlan kukorica, a nedves őrlésre szánt feldolgozatlan kukorica kivételével	350
2.3	Közvetlen emberi fogyasztásra szánt gabonafélék, gabonaliszt, korpá és csíra, mint közvetlen emberi fogyasztásra szánt késztermék, a 2.6., 2.7., 2.8., 2.9. és 2.10. pontban felsorolt élelmiszerek kivételével	75
2.4	Finomított kukoricaolaj	400
2.5	Kenyér (beleértve a kis pékárukat), tésztafélék, keksz, gabonaszeletek és reggeli gabonapelyhek, kivéve a kukoricaszeleteket és kukoricaalapú reggeli pelyheket	50
2.6	Közvetlenül emberi fogyasztásra szánt kukorica, kukoricaalapú szeletek és kukoricaalapú reggeli pelyhek	100
2.7	Csecsemők és kisgyermek számára készült feldolgozott gabonaalapú élelmiszerek és bébiételek (a feldolgozott kukoricaalapú élelmiszerek kivételével)	20
2.8	Csecsemők és kisgyermek számára készült feldolgozott kukoricaalapú élelmiszerek	20
2.9	A kukorica 1103 13 vagy 1103 20 40 KN-kód alá tartozó, 500 mikronnál nagyobb méretű őrlési frakciói és kukoricából származó egyéb, nem közvetlen emberi fogyasztásra szánt, az 1904 10 10 KN-kód alá tartozó, 500 mikronnál nagyobb méretű őrlési termékek	200
2.10	A kukorica 1102 20 KN-kód alá tartozó, legfeljebb 500 mikron méretű őrlési frakciói és kukoricából származó egyéb, nem	300

	közvetlen emberi fogyasztásra szánt, az 1904 10 10 KN-kód alá tartozó, legfeljebb 500 mikron méretű őrlési termékek	
3.	FUMONIZINEK	B1 és B2 összege
3.1	Feldolgozatlan kukorica, a nedves őrlésre szánt feldolgozatlan kukorica kivételével	4 000
3.2	Közvetlen emberi fogyasztásra szánt kukorica, közvetlen emberi fogyasztásra szánt kukoricaalapú élelmiszerek, a 3.3. és 3.4. pontban felsorolt élelmiszerek kivételével	1 000
3.3	Kukoricaalapú reggeli pelyhek és kukoricaalapú szeletek	800
3.4	Csecsemők és kisgyermek számára készült kukoricaalapú élelmiszerek és bébitételek	200
3.5	A kukorica 1103 13 vagy 1103 20 40 KN-kód alá tartozó, 500 mikronnál nagyobb méretű őrlési frakciói és kukoricából származó egyéb, nem közvetlen emberi fogyasztásra szánt, az 1904 10 10 KN-kód alá tartozó, 500 mikronnál nagyobb méretű őrlési termékek	1 400
3.6	A kukorica 1102 20 KN-kód alá tartozó, legfeljebb 500 mikron méretű őrlési frakciói és kukoricából származó egyéb, nem közvetlen emberi fogyasztásra szánt, az 1904 10 10 KN-kód alá tartozó, legfeljebb 500 mikron méretű őrlési termékek	2 000

A T-2 és HT-2 toxinok együttes mennyiségére gabonafélékben és gabonatermékekben a Bizottság 2013/165/EU ajánlása indikatív értékeket tartalmaz, amelyek felett – többszöri kimutatás esetén bizonyosan – vizsgálatokat ajánlott végezni a toxinok nagy mennyiségeit eredményező tényezők feltárására vagy az élelmiszer feldolgozás hatásainak meghatározására. Az indikatív értékek (melyeket a 2.b számú táblázat tartalmaz) azonban nem tekinthetők élelmiszer-biztonsági határértékeknek.

2.b táblázat: T-2 és HT-2 toxin együttes mennyiségének indikatív értékei gabonafélékben és a gabonatermékekben

	Termékkategória	Indikatív érték (µg/kg)
1.	Feldolgozatlan gabonafélék	
1.1.	Árpa (beleértve a sörárpát is), kukorica	200
1.2.	Zab (magburokkal)	1000
1.3.	Búza, rozs, más gabonafélék	100
2.	Közvetlen emberi fogyasztásra szánt gabonamagvak	
2.1.	Zab	200
2.2.	Kukorica	100
2.3.	Más gabonafélék	50
3.	Emberi fogyasztásra szánt gabonatermékek	
3.1.	Zabkorpa, pelyhesített zab	200
3.2.	Gabonafélék korpája a zabkorpa kivételével, malomipari zabtermékek a zabkorpa és a	100

	pelyhesített zab kivételével, malomipari kukoricatermékek	
3.3.	Más malomipari gabonatermékek	50
3.4.	Reggelire velő gabonafélék, beleértve a formázott gabonapelyhet is	75
3.5.	Kenyér (beleértve a kisméretű pékárut is), cukrászsütemény, keksz, gabonaszelet, tésztafélék	25
3.6.	Csecsemőknek és kisgyermekeknek szánt gabonaalapú élelmiszerek	15

4.2. Takarmányozásban javasolt legmagasabb toxin szennyezettségi értékek



„A takarmány határértékek magasabbak az élelmiszerekre megadottaknál.”

A takarmányban levő fuzáriumtoxinok az állati eredetű élelmiszerek közvetítésével egyáltalán nem, vagy csak korlátozott mértékben kerülnek át az emberi szervezetbe, azonban számos állatfaj esetében mérgező hatást mutatnak. A takarmányként való felhasználásra szánt gabonatermékek, és takarmánykeverékek megengedhető fuzárium toxin szennyezettségével kapcsolatosan az Európai Unió Bizottsága két ajánlást is

megfogalmazott: „a deoxinivalenol, a zearalenon, az ochratoxin-A, a T-2, a HT-2 és a fumonizinek állati takarmányozásra szánt termékekben való előfordulásáról” szóló 2006/576/EK ajánlást, valamint „a T-2 és a HT-2 toxin gabonafélékben és gabonatermékekben való jelenlétéről” szóló 2013/165/EU ajánlást. A 3.a és 3.b táblázatok az ezekben közzétett irányértékeket, ill. indikativ értékeket tartalmazzák. Az ajánlásban megadott termékek iránymutatásul szolgálnak az állattenyésztők számára. A takarmány határértékek magasabbak az élelmiszerekre megadottnál. Megjegyzendő, hogy ezek az értékek több szakértő szerint is meglepően magasak. Az MTA Állatorvosi Bizottsága javaslata a mikotoxin szintekre ennél alacsonyabb értékeket ad meg kritikus koncentrációként. Az állásfoglalásban – amely bekerült a Magyar Takarmánykódexbe¹ is – depresszív (a fejlődésre, szaporodásra gyakorolt kedvezőtlen hatás) és toxikus szinteket különböztet meg. Az ott megadott értékek kizárólag takarmánykeverékre vonatkoznak, és figyelembe veszik a különböző állatfajokat, sőt azok korcsoportjait is. DON toxin esetében például ezek a depresszív értékek: szarvasmarha 5000 µg/kg, borjú (preruminális kor) 200 µg/kg, sertés 400 µg/kg, tyúkfélék (tojó és broiler) 2000 µg/kg, lúd, kacska és pulyka 500 µg/kg takarmánykeverék. Sertés esetében a toxikus szint 1000 µg/kg.

¹ Magyar Takarmány Kódex (2004), II. kötet, 12. fejezet

3.a táblázat: Takarmányok EU által ajánlott maximális fuzáriumtoxin tartalma a 2006/576/EK bizottsági ajánlás szerint

Mikotoxin	Takarmányozásra szánt termék	Irányérték µg/kg-ban (ppb) 12 %-os nedvességtart almú takarmányra vonatkozóan
Deoxinival enol (DON)	Takarmány-alapanyag	
	Gabonafélék és gabonakészítmények, kivéve a kukorica melléktermékeket	8000
	Kukorica melléktermékek	12000
	Kiegészítő és teljes értékű takarmányok, kivéve:	5000
	sertéseknek szánt kiegészítő és teljes értékű takarmányok	900
	borjaknak (< 4 hónap), bárányoknak és gidáknak szánt kiegészítő és teljes értékű takarmányok	2000
Zearaleno n	Takarmány-alapanyag	
	Gabonafélék és gabonakészítmények, kivéve a kukorica melléktermékeket	2000
	Kukorica melléktermékek	3000
	Kiegészítő és teljes értékű takarmányok	
	malacoknak és kocasüldőknek (fiatal emsék) szánt kiegészítő és teljes értékű takarmányok	100
	tenyészkocáknak és hízósertéseknek szánt kiegészítő és teljes értékű takarmányok	250

	borjaknak, tejelő marháknak, juhoknak (beleértve a bárányokat) és kecskéknek (beleértve a gidákat) szánt kiegészítő és teljes értékű takarmányok	500
Fumonizin B1 + B2	Takarmány-alapanyag	
	kukoricafélék és kukoricakészítmények	60000
	Az alábbiaknak szánt kiegészítő és teljes értékű takarmányok:	
	sertések, lovak (lófélék), nyulak, kedvtelésből tartott állatok	5000
	halak	10000
	baromfi, borjak (< 4 hónap), bárányok és gidák	20000
	felőtt kérődzők (> 4 hónap) és vidra	50000

3.b. számú táblázat: A gabonafélék és a gabonatermékek indikatív értékei a (2013/165/EU) ajánlás szerint

Takarmányként való felhasználásra szánt gabonatermékek, takarmánykeverékek	A T-2 és a HT-2 toxin együttes mennyiségének indikatív értékei (µg/kg), amelyek felett – többszöri kimutatás esetén bizonyosan – vizsgálatokat ajánlott végezni
Malomipari zabtermékek (magburok)	2 000
Más gabonatermékek	500
Takarmánykeverék, a macskaeledel kivételével	250

5. Helyes Mezőgazdasági Gyakorlattal a megelőzés érdekében²



Bár a fuzáriumtoxin szennyezettség teljes kiküszöbölése nem valósítható meg, a *Fusarium* fertőzöttség csökkentésére számos, a helyes mezőgazdasági gyakorlatra épülő agrotechnikai, növényvédelmi és tárolástechnikai megoldás áll rendelkezésre. Fontos, hogy az élelmiszer-előállítás alapját képező termelők, a fuzáriumtoxinokkal történő szennyezés megelőzése érdekében a Helyes Mezőgazdasági Gyakorlatra (GAP, Good Agricultural Practice) alapozzák tevékenységüket, a hazai termények, éghajlati adottságok és agronómiai gyakorlatok figyelembe vételével. Az egységes elvek alkalmazása érdekében az Európai Unió ajánlást³ adott ki a fuzáriumtoxin szennyezés megelőzéséről és csökkentéséről, mely a FAO/WHO Codex Alimentarius hasonló célú dokumentumának⁴ figyelembe vételével készült. A dokumentum – melynek főbb javaslatait az alábbiakban közreadjuk – leszögezi:

„Fontos, hogy a termelők belássák, hogy a **gabonafélék fuzáriumtoxinokkal történő szennyezettsége szabályozásának legfőbb eszközét a helyes mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazása jelenti**, ezt követi az emberi fogyasztásra és állati takarmánynak szánt gabonák kezelése, tárolása, feldolgozása és elosztása során alkalmazott helyes termelési gyakorlat.”

² GAP: CAC/RCP 51-2003, és 2006/583/EK ajánlás alapján

³ 2006/583/EK ajánlás

⁴ CAC/RCP 51-2003

A növényvédelem magasabb szintjét képviselő, az agrotechnikai, mechanikai, biológiai és kémiai módszereket ötvöző integrált növényvédelem megfelelő hatékonyságot biztosít a károsítók ellen, emellett kisebb környezetterheléssel állítható elő egészséges élelmiszer e módszer alkalmazásával.

5.1. Vetésváltás

A vetésváltás alkalmazásával jelentősen csökkenthető a gombafertőzések, kiváltképpen a fuzárium fertőzések kialakulásának valószínűsége. Az őszi és tavaszi gabonaféléken (pl. búza, zab, árpa, rozs, kukorica, cirok és köles) kívül olyan növényeket kell vetni/ültetni (pl. olajos növények, hüvelyesek, pillangósok, zöldségfélék, stb.), amelyek nem gazdanövényei a gabonaféléket megtámadó *Fusarium* fajoknak. Ezen kétszikű növények termesztése költséges és az értékesítése is nehezebb, mint az gabonaféléké, de a *Fusarium* által okozott fertőzés kialakulásának kockázatát jelentősen csökkenti a vetésváltásban történő alkalmazásuk. Lehetőség szerint kerülendő kukorica és búza egymás után történő termesztése a vetésváltásban vagy ha ez nem kerülhető el, az elővetemény szármaradványait sekély szántással a talajba kell tökéletesen aláforgatni. A sekély szántásra akkor kerüljön sor amikor a talaj állapota kedvező (nyirkos nedvességállapotú, a felszínen nem tömör) és a felszín nyomban el is munkálható. Az elmunkálást lehetőség szerint a sekély szántással egy menetben, a talajszerkezetét kímélő eszközök használatával (pl. simító és porhanyító henger) kell elvégezni. Amennyiben nagy mennyiségű szármaradvány van a területen, fent áll annak a veszélye, hogy a barázda alján szalma halmozódik fel. Ez a probléma kezelhető forgóborona alkalmazásával. Az elővetemény szármaradványainak, törmelékének jelentős szerepe van a betegség kialakulásában, ezeken ugyanis fennmaradhatnak a kórokozók. A kalászos gabonafélék egymást követő vetéséről csak a *Fusarium*-fertőzés kockázatának felmérése után lehet dönteni. A maradványok talajba forgatásával jelentősen csökkenthetjük a fuzáriózist kiváltó fertőző anyagok

“A gabonafélék fuzárium-toxinokkal történő szennyezettsége szabályozásának legfőbb eszközét a helyes mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazása jelenti.”

mennyiségét. Ez különösen abban az esetben fontos, ha az elővetemény kukorica, búza, egyéb fűfélé volt.

5.2. Megfelelő fajta/hibrid választás és vetéstervezés

A vetőmag megválasztása is része a növények védelmének, alapvető követelmény, hogy csak egészséges, fémzárolt vetőmag kerüljön a talajba.

Olyan hibrideket vagy fajtákat kell kiválasztani, amelyek leginkább alkalmazkodnak az adott területen a talajhoz, az éghajlati viszonyokhoz, és a szokásos agronómiai gyakorlatokhoz. Ezáltal csökkenthető a növény diszpozíciós (gyengültségi) állapotba való kerülésének a lehetősége, így kevésbé lesz fogékony a gombafertőzésekre. Extenzív körülmények közé ne vessünk nagy termőképességű, de érzékeny fajtát. Az EU tagállamaiban kizárólag azokat a fajtákat szabad vetni, amelyek az adott tagállamon belüli adott területre javasoltak. A kalászos gabona nemesítés során elsődleges cél a minőségen túl a betegségeknek ellenálló, kevésbé fogékony fajták előállítására, de törekszenek a minél kisebb szalmatömeget termelő, alacsonyabb növények előállítására is. Lehetőség szerint olyan fémzárolt és csávázott vetőmagot kell választani, amelyek ellenállnak a magvakat fertőző gombáknak és rovarkártevőknek. Ahol csak lehetséges, *Fusarium* fertőzésre kevésbé érzékeny fajtákat kell választani. A fajta kiválasztásánál a rezisztencia mellett az adott fajta tenyészidejének hossza is fontos szempont. Eltérő tenyészidejű fajták termesztésével széthúzható a vetési és betakarítási időszak, így a betakarítás ideje közelebb eshet a gazdasági érettséghez, az időjárás viszonyaitól eredő *Fusarium* fertőzés tovább csökkenthető. A vetéstervezés kialakításának fontos eleme a vetés és betakarítás időpontjának helyes megválasztása. A vetés idejét - amennyire csak lehetséges - úgy javasolt megválasztani, hogy elkerülhető legyen a szemfejlődés és érés folyamata alatti hőség és szárazság által okozott stressz. El kell kerülni az állomány túl sűrű vetését a fajta igényeinek megfelelő, a fajta tulajdonos, nemesítő intézetek vetőmag előállítók által javasolt sor és tőtávolság kialakításával.

VETÉSFORGÓ

SZÁNTÁS

VETŐMAG-
VÁLASZTÁS

SŰRŰ VETÉS
ELKERÜLÉSE

5.3. Talajgazdálkodás és növénytermesztés

Talaj-előkészítés

Gabona vagy kukorica elővetemény után különösen nagy gondot kell fordítani a tarlómaradványok betakarítást követő minél hamarabb történő beforgatására, megsemmisítésére. Amennyire csak lehetséges, a magágyat a következő vetésre szántással, a tarló- és szármарadványok aprításával (eltávolításával) kell előkészíteni, mert a felszínen hagyott növényi maradványok a mikotoxin termelő gombák növekedéséhez kedvező közeget biztosíthatnak. A fuzáriummal szennyezett növényi részek gyors lebomlása érdekében az aratást követő azonnali tarlólántás javasolt. A lántást követően a talajfelszín hengerrel való visszatömörítése elősegíti a talajba került növényi részek gyorsabb lebomlását. Az egyenletes kelést a jól elmunkált, aprómorzsás szerkezetű, megfelelően előkészített talaj elősegíti.

A talajok jó kultúrállapota a növényi maradványok gyors lebomlásának elsődleges feltétele.

Tápanyag-utánpótlás

A növény természetes védekezőképességének fenntartásához nélkülözhetetlen az optimális tápanyag ellátottság. A talajvizsgálatok eredményeit felhasználva mérlegelni kell a tápanyag utánpótlás és talajkondicionálás szükségességét és módját, hogy biztosítani lehessen a növény stresszmentes növekedéséhez szükséges optimális pH-t és tápanyagmennyiséget, amely különösen a szemfejlődés ideje alatt fontos. A tápanyag utánpótlás során kerülni kell az egyoldalú túlzott nitrogén ellátást, mert ennek hatására a növények szövetei felpuhulnak és a kórokozókkal szembeni fogékonyságuk nő.

Növényvédelem

A megelőzésben a gyomirtásnak, a rovarkártevők és a gombabetegségek elleni védekezésnek is szerepe van.

A fuzáriumfertőzés megelőzésben fontos, hogy a gyom gazdanövényeket (főleg fűféle gyomok) illetve az

árvakeléseket mechanikai úton, vagy az engedélyezett gyomirtó szerek alkalmazásával fel kell számolni. Az integrált növényvédelem keretein belül a lehető legkisebb szintre kell csökkenteni a rovarkártételeket és a gombafertőzéseket, a megfelelő, engedélyezett rovar- és gombaölő szerek segítségével. A növényápolás során törekedni kell arra, hogy lehetőleg minél kevesebb mechanikai sérülést okozzunk a növényeknek.

A gombaölő szerrel történő **vetőmagcsávázás** hatékony a vetőmaggal terjedő és a talajból fertőző kórokozókkal szemben, amely csoportba a *Fusarium* is tartozik. **A kórokozó ellen történő növényvédő szeres védekezés során kulcsfontosságú annak időzítése (kalászhányás vége – virágzás eleje) és, hogy a kijuttatás során a búzakaralás esetében is megfelelő permetléborítottságot érjünk el. Az állománykezelést növényvédelmi előrejelzésre alapozva kell végrehajtani.** Az ökológiai gazdálkodásban csak az ökológiai növényvédelmi programnak megfelelő megoldásokat lehet alkalmazni. Az ökológiai gazdálkodásban alkalmazható növényvédő szereket és tápanyag-utánpótló anyagokat tartalmazó ökológiai szerlistát a két tanúsító szervezet - Biokontroll Hungária Kft. és a Hungária Öko Garancia Kft. - valamint a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) adja ki. A szerlisták megtalálhatók az alábbi weboldalakon: Biokontroll Hungária Kft- www.biokontroll.hu; Hungária Öko Garancia Kft. - www.okogarancia.hu; Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal - <http://portal.nebih.gov.hu/-/az-okologiai-novenytermesztesben-felhasznalhato-keszitmenyek-listaja>.

A *Fusarium*-fertőzés kockázati tényezőjeként a szárazság okozta terheléssel is számolni kell. **Az öntözés a növényi stressz/terhelés csökkentésének egyik megfelelő lépése.** Amennyiben a vegetációs idő alatt öntözésre kerül sor, a növények igényeinek megfelelő vízmennyiséget egyenletesen kell kijuttatni. A virágzás során alkalmazott öntözés azonban kedvező feltételeket teremt a *Fusarium* fajok elterjedéséhez és a fertőzés kialakulásához. **Ezért a gabonák virágzása és érése folyamán kerülendő az öntözés,** különösen a búza-, árpa- és rozstermesztés esetében.

5.4. Betakarítás, szárítás, tárolás

A betakarítás, tárolás, szárítás folyamata jelentősen befolyásolhatja a gabona toxintartalmát. A megdőlt, gyomos elszáradt gabona több mikotoxint tartalmazhat, mint az egészséges növény, amelynek kalászaiban ép gabonaszemek fejlődtek. A károsodott magvak és egyéb idegen anyagok betakarítás utáni tisztítással történő eltávolítása csökkentheti a mikotoxinszintet. A *Fusarium*-fertőzött gabonában a helytelen tárolás és szárítás során a toxintermelés folytatódik. Ezért minden évben dokumentálni kell a betakarítási és a tárolási folyamatokat, amelyeknek tartalmazniuk kell a mérési eredményeket (pl. hőmérséklet, nedvességtartalom, és páratartalom) és minden szokatlan eltérést vagy változást.

Betakarítás

A betakarítás idejét lehetőség szerint úgy kell megválasztani, hogy a gabona nedvességtartalma minél alacsonyabb legyen. Ezáltal a betárolás előtti szárítási költségek is csökkenthetők. Amennyiben a betakarításkor a gabona nedvességtartalma nem megfelelő, a betárolás előtt fontos a nedvesség-tartalom szárítással történő megfelelő szintre való csökkentése. A *Fusarium* fajokkal már megfertőződött termés késedelmes betakarítása jelentősen megnövelheti a mikotoxin szintet a gabonában. A megdőlésnek jelentős hatása van a fertőzések mértékére. Ezért kerülni kell a megdült gabona magvainak felhasználását, különösen akkor, ha az nedves és már láthatóak a csírázás első jelei. Megfelelő tápanyagutánpótlással és növekedés-szabályzó készítmények használatával csökkenthető a termés megdőlésének esélye. A betakarítás során amennyire csak lehetséges, kerülni kell a gabona mechanikai károsítását és a talajjal való érintkezését.

A betakarítás megkezdése előtt meg kell bizonyosodni arról, hogy minden, a betakarításhoz és gabonátároláshoz szükséges eszköz és fontos pótalkatrész megfelelő állapotban áll rendelkezésre. E kritikus időszak alatt történő meghibásodás miatti leállás csökkentheti a gabona minőségét és megnövelheti a mikotoxin képződésének valószínűségét. Meg kell bizonyosodni róla, hogy a nedvességtartalom méréséhez szükséges eszközök rendelkezésre állnak és hitelesítve vannak.

Az apró, elszáradt gabona több mikotoxint tartalmazhat, mint a normális, egészséges termés. Az elszáradt, csökkent értékű és gombafertőzött gabonaszemek a kombájn helyes beállításával eltávolíthatók a betakarított terményből. A károsodott magvak és egyéb idegen anyagok betakarítás utáni tisztítással történő eltávolítása csökkentheti a mikotoxinszintet.

A frissen betakarított gabonának a szántóföldről a szárító üzemekbe, majd azt követően a raktárakba történő szállítása csak megfelelően kitisztított, száraz, kártevő és gombafertőzés-mentes szállítójárművekkel történhet.

Szárítás

Az aratás ideje alatt, vagy közvetlenül utána **a gabona nedvességtartalmát minden szállítmánynál több ponton is ellenőrizni kell**, mivel a nedvességtartalom egy adott

gabonátáblán belül eltérő lehet. A nedvességtartalom mérésére vett mintának a lehető legreprezentatívabbnak kell lennie. Szükség esetén a **gabonát mielőbb a tároláshoz szükséges nedvességszintre kell szárítani**. A gabonát olyan módon kell szárítani, hogy a szemek károsodásának veszélye a lehető legkisebb legyen, a nedvességtartalom pedig alacsonyabb legyen, mint a penészképződéshez szükséges szint (nedvességtartalom 14%, de a gyakorlatban 13 %-ra célszerű szárítani; vízáktívitás, a_w 0,65). Lehetőleg a különböző gabona tételek ne keveredjenek. Ez a friss gabonán esetlegesen jelen levő gombafajok, kiváltképpen a *Fusarium* spp. növekedésének elkerülését szolgálja. A nedves, frissen betakarított gabona szárítás előtti felhalmozását a szárítás előtt a lehető legrövidebb időre kell csökkenteni a gombák szaporodásának megelőzése érdekében. **A nedves gabonát levegőztetni kell**, hogy elkerülhető legyen a szárítási folyamat előtti túlmelegedés.

Tárolás

Meg kell bizonyosodni arról, hogy a tároló helyiségek szárazak, jó szellőzésűek, megfelelő védelmet nyújtanak az eső és a talajvíz ellen, valamint a rágcsálókkal és madarakkal szemben, továbbá csak minimális hőmérsékletingadozást tesznek lehetővé. A helyiségeket az új termés betárolása előtt ki kell takarítani, ha szükséges, fertőtleníteni. Zsákos kiszerezésű áru esetén meg kell bizonyosodni arról, hogy a zsákok tiszták, szárazak és raklapokra vannak helyezve, vagy pedig vízhatlan réteget helyeztek el a zsákok és a padozat közé.

Lehetőség szerint a gabonát **levegőztetni kell a tárolótérben**, hogy fenntartsák az állandó és megfelelő tárolási hőmérsékletet. Meghatározott időközönként **ellenőrizni kell a gabona nedvességtartalmát és hőmérsékletét**. A hőmérséklet 2-3°C-os emelkedése jelezheti a mikrobaszaporodást és/vagy a rovarfertőzést. Ebben az esetben el kell különíteni a nyilvánvalóan szennyezett részeket, és elemzésre kell küldeni a mintákat. Az elkülönítés után a maradék gabona hőmérsékletét csökkenteni, és a gabonát szellőztetni kell. A mikotoxinokkal nagymértékben szennyezett gabona, élelmezési és takarmányozási célra nem értékesíthető.

A helyes gazdálkodási gyakorlatot követve, az esetleges káros folyamatok megelőzése érdekében az engedélyezett

inszekticidek és fungicidek vagy azoknak megfelelő alternatív módszerek alkalmazásával csökkenteni kell a rovar- és gombafertőzéseket a tároló-helyiségekben. Gondoskodni kell arról, hogy csak olyan növényvédő szereket alkalmazzanak, amelyek nem jelentenek kockázatot a gabona végső felhasználásakor. Ezeket a készítményeket a piaci elvárások és a növényvédelmi szabályok összehangolásával lehet alkalmazni.

Megfelelő, engedélyezett tartósítószer (pl. olyan szerves savak, mint a propionsav) használata hasznos lehet. Ezek a savak nagyon hatékony gombaölő hatással rendelkeznek, ezáltal elkerülhető a mikotoxintermelés az állati takarmányozásra szánt tételekben. Az alkalmazható szerves savak sói a hosszabb tárolás esetén gyakran sokkal hatékonyabbak. Körültekintően kell őket alkalmazni, mivel használatuk negatívan befolyásolhatja az ízt és a szagot. A nedves gabona tartósítására használt propionsav és sói alkalmazásával elkerülhető a felmelegedés és penészedés.

5.5. Szárítás utáni továbbszállítás

A szállítójárműveknek száraznak, valamint penészgombáktól, rovaroktól és minden más szennyezőanyagtól mentesnek kell lenniük. Szükség esetén a szállító tartályokat használat és újra használat előtt tisztítani és fertőtleníteni kell, és alkalmassá kell tenni az adott rakomány szállítására. Erre a célra az engedélyezett gomba és rovarölő szerek megfelelőek lehetnek. Kirakodásnál az összes tartályt maradéktalanul ki kell üríteni, majd amennyiben szükséges kitisztítani. A gabonaszállítmányokat minden további nedvességtől védve, ponyvával letakarva, vagy zárt tartályokban kell szállítani. El kell kerülni a hőmérséklet-ingadozásokat és az olyan tevékenységet, amely a gabonán páralecsapódást és helyi nedvesedést eredményez, ezzel pedig kedvező feltételeket teremt a mikotoxin termelő gombáknak. A szállítás során rovarok és rágcsálók által hozzá nem férhető szállítóeszközöket kell használni, szükség esetén pedig olyan rovar- és rágcsálóriasztó szereket is lehet alkalmazni, amelyek összhangban vannak a gabona végfelhasználási céljaival.

5.6. A Helyes Mezőgazdasági Gyakorlat egyes elemeinek hatása a toxinterhelés megelőzésében

A gabonafélék fuzáriumtoxin szennyezettségét előidéző faktorok jelentősége eltérő. Ezt mutatja az angol

élelmiszerbiztonsági hivatal (FSA, Food Standards Agency) által készített összefoglaló is, amely szerint a megelőzésben a vetésforgónak és a megfelelő talajelőkészítésnek kiemelkedő jelentősége van (4. számú táblázat).

4. táblázat: A Helyes Mezőgazdasági Gyakorlat hatása a fuzáriumtoxin tartalomra

Helyes Mezőgazdasági Gyakorlat	HATÁS
Vetésváltás és elővetemény a kukorica előveteményt kerülni kell	Nagy
Növényi maradványok szakszerű tarlóművelést (tarlólántás, tarlógondozás) kell alkalmazni, szükség esetén az elővetemény maradványainak mennyiségét le kell csökkenteni	Nagy
Fajtaválasztás kevésbé érzékeny fajták választása	Közepes
Gyomszabályozás gyompopuláció szabályozása	Kicsi
Kártevők elleni védekezés rovarpopuláció szabályozása	Kicsi
Műtrágya használat megfelelő tápanyag utánpótlás	Kicsi
Növekedésszabályozó (PGR) használat ahol szükséges megdőlés ellen használható	Közepes
Gombaölő szerek használata meg kell fontolni a használatát a fuzáriózis elkerülése érdekében	Közepes
Betakarítás és tárolás megfelelő időben való betakarítás és szárítás	Közepes

“A gabonafélék fuzáriumtoxin szennyezettségét előidéző faktorok jelentősége eltérő. A vetésforgónak és a megfelelő talaj-előkészítésnek kiemelkedő jelentősége van.”



6. Az ipari feldolgozás hatása a fuzárium toxin tartalomra⁵

A fuzárium toxinok nagymértékben ellenállóak külső behatásokkal szemben. Mennyiségük sütés, vagy például a puffasztott, extrudált termékek előállítása során alkalmazott nagy hőmérséklet és nyomás hatására is csak nagyon kis mértékben csökken. Ellenállóak savas hatással szemben is. Mechanikus tisztítással, helyes malomipari technológia alkalmazásával azonban szintjük csökkenthető. Ezt tükrözi az európai uniós határértékeket megállapító rendelet is, amely magasabb határértékeket szab meg a gabonára, mint a belőle készülő lisztre, és alacsonyabbat a kenyérrre és pékárura, mint a lisztre.

Malomipari feldolgozás

A malomipari feldolgozás során a toxin szint csökkenthető. A fuzáriumtoxinok nagyobb része a sérült, apróbb, könnyebb magvakban és a szemek közé keveredett esetleges törmelésekben található, mely fizikai tisztítási módszerekkel (rostálással, mosással) eltávolítható, így a mikotoxin szint jelentősen (egyes vizsgálatok szerint akár 20-50%-kal is) csökkenhet. Mosás természetesen elsősorban a nedves őrlési technológiák alkalmazása esetében (pl. kukoricakeményítő előállítása) jöhet szóba. Nedves őrlésnél a toxin a vizes frakcióba kerül, így a keményítő gyakorlatilag toxinmentes lehet.

Száraz őrlésnél a mechanikus tisztításnak, polírozásnak van toxincsökkentő szerepe. Tekintettel arra, hogy a fuzárium toxinok többnyire a gabonaszem külső rétegeiben halmozódnak, a legszennyezettebb termékek a csíra és korpa, amelyben az eredeti szennyezettség akár kétszerese is mérhető, míg a liszt és dara fuzárium toxin szennyezettsége az eredeti gabonához képest átlagosan körülbelül felére csökken.

Élelmiszeripari technológiák

⁵ Trichotecenes with a special focus on DON, ILSI Europe Report Series, 2003

A sütés során a fuzárium-toxin szint lényegesen nem változik. A kelesztést illetően azonban ellentmondásosak az adatok. Egyes kísérletek szerint a DON tartalom a kelesztés során emelkedik, amelyet a meleg, nedves környezetnek tulajdonítanak. Ugyanez a helyzet a sör előállításánál, ahol egyes vizsgálatok az erjesztett malátában magasabb DON toxin tartalmat mértek, mint a felhasznált árpában talált kiindulási szint. Más vizsgálatok ezt nem erősítették meg, azonban abban egyetértettek, hogy a sörkészítés során a fuzárium toxin tartalom nem csökken. A magas hő és magas nyomás alkalmazásával végzett extrudálás sem csökkenti számottevően a fuzáriumtoxinok szintjét.

Ételkészítés

Tekintettel arra, hogy a DON toxin vízdoldékony, azok az ételkészítési módok, ahol a gabonatartalmú élelmiszert vízben főzik ki, alkalmasak a toxinszint csökkentésére. Tészta, galuska főzésénél a toxin jelentős része a főzővízbe kioldódik és azzal együtt előntésre kerül. A toxin szint csökkenés megállapításánál azonban azt is figyelembe kell venni, hogy főzés során a száraztészta vizet vesz fel, a határérték pedig a száraztészta van megadva.



“A fuzárium-toxinok nagymértékben ellenállóak külső behatásokkal szemben.”

7. Jogszabályi kötelezettségek, hatósági intézkedések



„Az élelmiszer- és takarmánybiztonságért elsődlegesen a vállalkozó felelős.”

„A vállalkozóknak ellenőrizniük kell, hogy termékeik megfelelnek-e az előírásoknak.”

A jogszabályok a termelőket, előállítókat arra kötelezik, hogy tartsák be az előírásokat, és olyan terméket állítsanak elő, amely – figyelembe véve a további feldolgozási lépéseket is – nem veszélyeztetik a fogyasztók egészségét. Ennek érdekében önellenőrzést is kell végezniük. A hatóság feladata pedig, hogy ellenőrzéssel, fokozott odafigyeléssel, szükség esetén szankciókkal elérje, hogy a vállalkozók eleget tegyenek jogszabályban foglalt kötelezettségeiknek.

„Az élelmiszerbiztonság érdekében figyelembe kell venni az élelmiszertermelési folyamat minden aspektusát, az alapanyagok és az állati takarmány előállításától az élelmiszerek eladásáig és fogyasztóhoz jutásáig, hiszen a lánc minden elemének potenciális hatása lehet az élelmiszerbiztonságra. Ugyanezen oknál fogva szükséges mérlegelni az elsődleges termelés szintjén felhasznált módszereket és mezőgazdasági alapanyagokat, és ezek potenciális hatását az élelmiszerek széleskörű biztonságára.” (178/2002/EK rendelet⁶)

7.1. A vállalkozó felelőssége és kötelezettségei

Az európai uniós élelmiszerjog alapján az élelmiszer- és takarmánybiztonságért elsődlegesen a vállalkozó felelős. Az élelmiszer-biztonságot a termőföldtől az asztalig tartó

⁶ Európai Parlament és a Tanács az élelmiszerjog általános elveiről és követelményeiről, az Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság létrehozásáról és az élelmiszer-biztonságra vonatkozó eljárások megállapításáról szóló 178/2002/EK rendelete

folyamatban kell biztosítani, a vonatkozó jogszabályok, határértékek betartásával, a Helyes Mezőgazdasági Gyakorlat, és a Jó Higiéniai Gyakorlat útján.

A vállalkozóknak ellenőrizniük kell, hogy termékeik megfelelnek-e az előírásoknak. „Az élelmiszereket és takarmányokat előállító vállalkozások működtetői vállalkozásaik termelő, feldolgozó és elosztó tevékenységének minden szakaszában kötelesek gondoskodni arról, hogy az élelmiszerek vagy takarmányok megfeleljenek a tevékenységükre vonatkozó élelmiszer-törvény követelményeinek, és kötelesek ellenőrizni e követelmények teljesülését.” (178/2002/EK rendelet)

Az élelmiszerjog alapján az elsődleges termelőnek (mezőgazdasági termelőnek) is be kell tartania az általános élelmiszerjogi alapelvekről szóló 178/2002/EK rendelet és az általános élelmiszerhigiéniai előírásokat tárgyaló 852/2004/EK rendelet rá vonatkozatható előírásait, és bizonyos dokumentációs kötelezettségei is vannak. Ez utóbbi rendelet 1. sz. függeléke 9. pontja előírja az alábbiakat:

„A növényi termékeket előállító vagy betakarító élelmiszeripari vállalkozók különösen a következőkről vezetnek nyilvántartást:

a) a növényvédő szerek és biocidok használata;

b) a növényi eredetű termékek biztonságát esetleg befolyásoló kártevők vagy betegségek előfordulása; és

c) a növényekből vett mintákon vagy más, az emberi egészség szempontjából fontos mintákon végzett laboratóriumi vizsgálatok eredményei.”

Nyomonkövethetőség

A vállalkozóknak a 178/2002/EK rendelete alapján biztosítaniuk kell a termelés, feldolgozás és forgalmazás minden szakaszában az élelmiszerek, a takarmányok, az élelmiszertermelésre szánt állatok, valamilyen élelmiszerbe vagy takarmányba bekerülő vagy vélhetően bekerülő egyéb anyagok útjának nyomon követhetőségét. Ennek érdekében a vállalkozóknak rendelkezniük kell olyan rendszerekkel és eljárásokkal, amelyek lehetővé teszik az ilyen információk eljuttatását az illetékes hatóságokhoz azok kérelmére. Az élelmiszer- és takarmányipari vállalkozóknak rendelkezniük kell olyan rendszerekkel és eljárásokkal, amelyek lehetővé

teszik azoknak az egyéb vállalkozásoknak az azonosítását, ahová termékeiket szállítják. Ezeket az információkat az illetékes hatóságok kérésére a hatóságok rendelkezésére kell bocsátani. Ezek az előírások szintén vonatkoznak a mezőgazdasági termelőkre is, tehát be kell tudni mutatni, hova kerültek értékesítésre terményeik.

Termékvisszahívás és a hatóság tájékoztatása

Amennyiben egy élelmiszer nem felel meg az élelmiszerbiztonsági követelményeknek és a kérdéses élelmiszer már kikerült az élelmiszeripari vállalkozás működtetőjének közvetlen ellenőrzése alól, az élelmiszeripari vállalkozás működtetője **köteles haladéktalanul kezdeményezni az élelmiszer kivonását a piacról és erről tájékoztatni az illetékes hatóságot**. Ha a termék eljuthatott a fogyasztóhoz, a vállalkozás működtetője köteles hatékony eszközökkel és pontosan tájékoztatni a fogyasztókat a kivonás okáról, valamint szükség esetén — amennyiben egyéb intézkedések nem elegendőek a magas szintű egészségvédelem megvalósításához — a terméket vissza kell vásárolnia a fogyasztóktól.

7.2. Hatósági feladatok

A hatóság feladata, hogy ellenőrizze, a vállalkozók eleget tesznek-e fenti kötelezettségeiknek. („A tagállamok betartatják az élelmiszertörvényt, illetve megfigyelik és ellenőrzik, hogy az élelmiszeripari és takarmánytermelő vállalkozások működtetői a termelés, feldolgozás és elosztás minden szakaszában eleget tesznek-e az élelmiszertörvény követelményeinek.” 178/2002/ EK)

Ellenőrzés

A hatósági ellenőrzést hazánkban a NÉBIH és a Megyei Kormányhivatalok illetékes szervei végzik („élelmiszerlánc felügyeleti szerv”).

A fuzáriumtoxin szennyezettség ellenőrzésében a mintavételnek és laboratóriumi vizsgálatnak is jelentős szerepe van.

A NÉBIH a Fusarium fertőzöttség felmérése érdekében felderítést végez, és ehhez kapcsolódóan Fusarium spp. laboratóriumi vizsgálatot (30-50 db minta/megye). Ezzel párhuzamosan éves monitoring tervében meghatározott számú mintát vesz betakarításkor gabona mikotoxin meghatározása céljából. Őszi gabonából évente kb. 400 minta megvételére kerül sor, amiből kb. 100 minta esetében laboratóriumi vizsgálat is történik (DON, Ochratoxin-A). Kukorica esetében évente kb. 60 minta laboratóriumi vizsgálata történik (Fumonizin, Zearalanon, DON, aflatoxin). A mintavételek kockázatbecslés alapján történnek és az adott év fertőzöttségi viszonyainak megfelelően a mintaszámokat a NÉBIH tovább növelheti. A fuzáriumtoxin szennyezettség ellenőrzésében a mintavételnek és laboratóriumi vizsgálatnak is jelentős szerepe van.

Mintavételezés

A mintavételezés helyes végrehajtása alapvetően fontos a tétel szennyezettségének objektív megítéléséhez. A mikotoxin szennyezettség ugyanis nem egyenletesen oszlik el a tételben, ezért sok helyről kell mintát venni, és a mintát homogenizálni kell.

Egy tételen belül a mikotoxinok jellemzően egyenetlen eloszlásúak, azaz gócekban helyezkednek el. Ahhoz, hogy egy tétel szennyezettségére vonatkozóan reprezentatív eredményt lehessen kapni, a tételből több helyről kell mintát venni. A gabonafélékre és gabonakészítményekre vonatkozó hatósági mintavételi módszereket az Európai Bizottság által kiadott, az élelmiszerek mikotoxin-tartalmának hatósági ellenőrzéséhez használandó mintavételi és elemzési módszerek megállapításáról szóló 401/2006/EK rendelet tartalmazza. A mintavételi módszereket az 5. számú táblázat és a 6. számú táblázat tartalmazza.

5. táblázat: A tételek altételekre való osztása a terméktől és a tétel tömegétől függően

Árucikk	A tétel tömege (tonna)	Az altételek tömege vagy száma	A részminták száma (db)	Az egyesített minta tömege
Gabonafélék és gabonakészítmények	> 300 és < 1500	3 altétel	100	10
	≥ 50 és ≤ 300	100 tonna	100	10
	< 50	—	3–100 (*)	1–10
(*) A tétel tömegétől függően – lásd 6. táblázatot.				

6. táblázat: A részminták száma a gabonafélék és gabonakészítmények tételének tömegétől függően

A tétel tömege (tonna)	A részminták száma (db)	Az egyesített minta tömege (kg)
≤ 0,05	3	1
> 0,05–≤ 0,5	5	1
> 0,5–≤ 1	10	1
> 1–≤ 3	20	2
> 3–≤ 10	40	4
> 10–≤ 20	60	6
> 20–≤ 50	100	10

„tétel”: Egy élelmiszercikk azonosítható, egyszerre szállított mennyisége, amelyről a hatósági ellenőr megállapította, hogy származás, fajta, csomagolástípus, csomagoló, feladó, jelölések, stb. szempontjából közös jellemzőkkel bír.

„altétel”: Egy nagyobb tétel mintavételre kijelölt része, és minden altételnek fizikailag elkülönítettnek és azonosíthatónak kell lennie.

„egyesített minta”: A tételből vagy altételből vett összes rész minta együttese.

„rész minta”: A tétel vagy az altétel egy adott helyéről vett anyagmennyiség.

Tekintve, hogy az önellenőrző vizsgálatok célja a tétel szennyezettségének megbízható megállapítása, a táblázatokban szereplő értékeket az önellenőrzést célzó mintavételeknél is indokolt és javasolt betartani.

Laboratóriumi vizsgálatok

A fuzárium toxinok kimutatására többféle eszköz és módszer alkalmazható. A korábban szélesebb körben alkalmazott vékonyréteg-kromatográfia (TLC) az utóbbi időben háttérbe szorult, és előtérbe kerültek az ELISA módszer, valamint a nagyhatékonyságú folyadék-kromatográfia fluoreszcenciás vagy tömegspektrometriás detektálást alkalmazó (HPLC FLD, HPLC MS) módszerek. Az új, modern műszerek alkalmazásával (HPLC-MS-MS) lehetőség van többféle toxin egyidejű meghatározására is. Nincs tehát jogszabályban meghatározva, előírva, hogy milyen módszerrel történhet a vizsgálat, azonban fontos, hogy a laboratórium rendelkezzen megfelelő jártassággal és az adott módszer tekintetében akkreditált legyen. Az alkalmazott analitikai módszerek megkövetelt teljesítményjellemzőit azonban speciális jogszabály, a Bizottság 401/2006/EK rendelete határozza meg. Nagy jelentőségűek a körvizsgálatok, hiszen biztosítani kell, hogy ugyanaz a minta minden vizsgáló laboratóriumban - a hibahatáron belül – azonos eredményt adjon. A laboratóriumi vizsgálat során elkövetett hibának, pontatlanságnak ugyanis komoly gazdasági következményei lehetnek.

Hatósági intézkedések

A hatósági intézkedésekre vonatkozóan nincs egységes európai uniós gyakorlat, csak általános jellegű elvárás. Eszerint a hatósági intézkedésnek a mulasztás által jelentett kockázattal arányosnak, és visszatartó erejűnek kell lenni, azonban biztosítani kell a fellebbezés jogát.

A hazai intézkedési lehetőségeket az élelmiszerláncról és annak hatósági ellenőrzéséről szóló 2008. évi XLVI törvény foglalja össze, amely szerint a hatóság jogosult – többek között - a tevékenység korlátozására vagy megtiltására, a termékek forgalomból történő visszavonásának, vagy megsemmisítésének elrendelésére. Az élelmiszerlánc-felügyeleti szervek a feltárt jogsértés súlyával arányosan, a jogsértésben rejlő kockázat mértékének és jellegének figyelembevételével bírságot is kiszabhatnak.

Élelmiszer-ellenőrzési és takarmány-ellenőrzési bírság az előírásoknak meg nem felelő **termék** miatt szabható ki. A bírság legkisebb összege 15 000 Ft, legnagyobb összege a vállalkozás nettó árbevételétől függ, akár ötmilliárd forint is lehet.

Élelmiszerlánc-felügyeleti bírságot kell kiszabni azzal szemben, aki **tevékenységével vagy mulasztásával** az élelmiszer-termelésre, -előállításra, -feldolgozásra, -tárolásra, -szállításra és -forgalomba hozatalára vonatkozó előírásokat megszegi; de azzal szemben is, aki az élelmiszerlánc-felügyeleti szerv hatósági tevékenységét akadályozza, intézkedését figyelmen kívül hagyja, vagy aki a jogsértő cselekményt nem előzte meg, illetve arra utasítást adott. A bírság legkisebb összege 15 000 Ft, legmagasabb összege 150 millió Ft. Ugyanilyen összeghatárok közt szabható ki a **növényvédelmi bírság** is.

ÖSSZEGZÉS

A forgalomba kerülő élelmiszerek minél alacsonyabb fuzárium-toxin tartalma, mindennapi kenyerünk biztonságos fogyaszthatósága, saját magunk és gyermekeink egészsége csak a termelés teljes folyamatában, a termelők, feldolgozók és hatóságok hatékony, egymást segítő munkájának eredményeként érhető el, amelynek során minden szereplő érti, tudja, és becsületesen, elkötelezetten végzi saját feladatát.

*„A forgalomba
kerülő élelmiszerek
minél alacsonyabb
fuzáriumtoxin
tartalma,
mindennapi
kenyerünk
biztonságos
fogyaszthatósága,
saját magunk és
gyermekünk
egészsége csak a
termelés teljes
folyamatában, a
termelők,
feldolgozók és
hatóságok hatékony,
egymást segítő
munkájának
eredményeként
érhető el.”*



Felhasznált irodalom

178/2002/EK rendelet az élelmiszerjog általános elveiről és követelményeiről, az Európai Élelmiszer-biztonsági Hatóság létrehozásáról és az élelmiszer-biztonságra vonatkozó eljárások megállapításáról

401/2006/EK rendelet az élelmiszerek mikotoxin-tartalmának hatósági ellenőrzéséhez használandó mintavételi és elemzési módszerek megállapításáról

576/2006/EK ajánlás a deoxinivalenol, a zearalenon, az ochratoxin-A, a T-2, a HT-2 és a fumonizinek állati takarmányozásra szánt termékekben való előfordulásáról

2006/583/EK ajánlás a gabonákban és gabonafélékben a *Fusarium* toxinszennyezés megelőzéséről és csökkentéséről

1881/2006/EK rendelet az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeinek meghatározásáról

CAC/RCP 51-2003 – Code of Practice for the Prevention and Reduction of Mycotoxin Contamination in Cereals. www.codexalimentarius.org

European Commission, Scientific Committee on Food, Opinion on *Fusarium* Toxins Part 1: Deoxynivalenol (DON), Expressed on 2 December 1999

http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out44_en.pdf

European Commission, Opinion of the Scientific Committee on Food on *Fusarium* Toxins Part 2: Zearalenone (Zea), 22 June 2000

http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out65_en.pdf

European Commission, Updated Opinion of the Scientific Committee on Food, on Fumonisin B1, B2 and B3, Expressed on 4 April 2003

http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out185_en.pdf

European Commission, Opinion of the Scientific Committee on Food on *Fusarium* Toxins Part 4: Nivalenol, Expressed on 19 October 2000

http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out74_en.pdf

European Commission, Opinion of the Scientific Committee on Food on *Fusarium* Toxins Part 5: T-2 toxin and HT-2 toxin, Adopted on 30 May 2001

http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out88_en.pdf

European Commission, Opinion of the Scientific Committee on Food on *Fusarium* Toxins Part 6: Group evaluation of T-2 toxin, HT-2 toxin, nivalenol and deoxynivalenol, Adopted on 26 February 2002

http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out123_en.pdf

Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to Deoxynivalenol (DON) as undesirable substance in animal feed (Question N° EFSA-Q-2003-036) Adopted on 2 June 2004 (2007-ben módosítva)

http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific_Opinion/opinion05_contam_ej73_deoxynivalenol_summary_en1.pdf?ssbinary=true

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on the risks for public health related to the presence of zearalenone in food. EFSA Journal 2011;9(6):2197. [124 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2011.2197. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2197.pdf>

EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain), 2013. Scientific Opinion on risks for animal and public health related to the presence of nivalenol in food and feed. EFSA Journal 2013;11(6):3262, 119 pp. doi:10.2903/j.efsa.2013.3262

<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3262.pdf>

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on the risks for animal and public health related to the presence of T-2 and HT-2 toxin in food and feed. EFSA Journal 2011;9(12):2481. [187 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2011.2481

<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2481.htm>

European Food Safety Authority, 2013. Deoxynivalenol in food and feed: occurrence and exposure. EFSA Journal 2013;11(10):3379, 56 pp. doi:10.2903/j.efsa.2013.3379

<http://www.efsa.europa.eu/it/efsajournal/doc/3379.pdf>

WHO Technical Report Series 959 (2011), Evaluation of Certain Contaminants in Food, Seventy-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Deoxynivalenol

http://whqlibdoc.who.int/trs/who_trs_959_eng.pdf

WHO Technical Report Series 966 (2011), Evaluation of Certain Food Additives, Seventy-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Fumonisin

<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v966je01.pdf> The UK Code of Good Agricultural Practice to reduce *Fusarium* Mycotoxins in Cereals, FSA 2007

<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/Fusariumcop.pdf>

Trichotecenes with a special focus on DON, ILSI Europe Report Series, 2003

<http://europe.ilsil.org/publications/Report+Series/Trichothecenes.htm>

Szeitzné Szabó M. (szerk): Élelmiszer-biztonsági helyzetelemzés és kockázatértékelés. A Magyar Élelmiszer-biztonsági Hivatal tanulmánya, p 175-179. Agroinform, 2008

