



... ÉS MEGINT DÜHBE JÖVÜNK!

GYAKORLATI AFLATOXIN-ÚTMUTATÓ 2024.

Dr. Orosz Szilvia
Állattenyésztési
Teljesítményvizsgáló Kft.

A nyár nem csak meleget és szárazságot hozott. A laboratóriumunkba beérkező tejminták aflatoxin-tartalma emelkedik, és megérkeztek az első aflatoxin-nal terhelt kukoricaszilázs, szemes kukorica és nedves

kukorica minták is. A helyzet súlyosnak látszik, pedig még csak az elején vagyunk! Ezen cikkel szeretnénk gyakorlati támpontot adni az okszerű telepi lépések meghatározáshoz.

1. Javasolt lépések a tej aflatoxinterhelésekor – vészhelyzetben

1. Első lépés. Amennyiben a tej aflatoxin M-tartalma kritikusan megemelkedik, akkor az aflatoxint legjobban kötő, a garantáltan 90% feletti hatékonyságú **agyagásvány-alapú toxinkötő adagját emeljük meg és dozírozzuk túl (igazoltan nagy hatékonyságú élesztősejtfal-alapú toxinkötő is alkalmazható mérsékelt terhelés esetében)**. Amikor a tej aflatoxintartalma meghaladja a 100 ppt értékét, akkor jelentős mértékű túldozírozás javasolt (200-400 g/nap/tehén bekeverve, nem *on top*), annak érdekében, hogy a tej mikotoxintartalma 2-3 napon belül a határérték alá csökkenjen. Ebben a helyzetben a legfontosabb a gyors lépés. Mivel rövid ideig javasolt ez a túldozírozás, ezért a tehenekre ez nem jelent veszélyt.
2. Második lépés, hogy találjuk meg a szennyezett tételt/tételeket (valószínűleg kukoricaszilázs, száraz kukorica vagy nedves kukorica, esetleg kukorica alapú melléktermék).
3. Harmadik lépés, hogy ha már ismerjük a takarmányok aflatoxin-terheltségét, akkor:

- a **szennyezett szemes takarmányt ne etessük**, amennyiben ez lehetséges. A száraz szemes kukoricát próbáljuk kiváltani mikotoxintartalomtól függően 50-100%-ban. A gabonafélék közül az árpa mértékkel adható a kukorica helyett (2-4 kg/nap/tejelő tehen), de nagyobb mennyiségben bendőacidózist okozhat (5-8 kg/nap/tejelő tehen), ha a takarmányadag nem szakszerűen van összeállítva (pufferkeverék, táplálóanyag-egyensúly). Kérje szakember segítségét, ha kényszerhelyzetben van, és nagyobb mennyiségben kell gabonát etetnie!
- ha a szennyezett takarmányt etetnünk kell (kukoricaszilázs), **hígítsuk a mikotoxin koncentrációját**, amennyire csak lehetséges, pl. ne etessünk egyszerre nagy mértékben szennyezett takarmányokat együtt, próbáljuk meg időben eltolni egymástól vagy csökkentjük a kukoricaszilázs napi adagját és pótoljuk más tömegtakarmánnyal a hiányt. Nem szerencsés, de együtt etethető a tavalyi tisztább és az idej



aflatoxin-terhelt kukoricaszilázs (ekkor a két megnyitott fal állapota kritikus lehet, de télen a hideg a gombákat gátolja a szaporodásban).

- **tartsuk az agyagásvány-alapú mikotoxinkötő dózisát úgy, hogy a tej aflatoxintartalma 10-20 ppt között maradjon.** Mérjük folyamatosan a tej aflatoxin M1-tartalmát és igazítsuk hozzá a toxinkötő dózisát.
- figyeljünk arra is, hogy az **aflatoxin-tartalom állandóan változik** a takarmányokban a kukoricaszemek heterogén eloszlása miatt. Így a toxinkötő dózisát időnként újra kell majd állítani a mért takarmány- és tejeredmények alapján!
- a **szárított kukorica tisztítása** jelentősen csökkenti az aflatoxin-tartalmat a toxinterhelt sérült, töppedt szemek kirostálása által. **A hőkezelés az Aspergillus gomba további szaporodását állítja meg, de a már meglévő toxinterheltséget nem csökkenti önmagában.** A terhelt nedves kukorica tételeken nem lehet már segíteni.
- **ne felejtjük el, hogy nem csak a kukorica lehet aflatoxin-terhelt!** Sajnos a rozs-, a fű-, lucerna- és egyéb szilázsokban is mutattunk már ki aflatoxint, ezért ezeket is érdemes laborvizsgálatra küldeni a depó nyitása előtt. Mi lehet az oka az

őszi vetésű – kora tavaszi betakarítású tömegtakarmányok aflatoxin-terheltségének? Részben a kukorica tarlómaradványa, részben a talaj Aspergillus fertőzöttsége. Általában azonban nem ezek a tömegtakarmányok okozzák a tej magas aflatoxin M1-tartalmát, de hozzájárulhatnak a terheléshez! Abban segít a kalkulátor (az ÁT Kft.-nél elérhető), hogy mérlegelni tudjuk a különböző terhelt tételek jelentőségét és így napi adagját a TMR-ben!

- az Aspergillus alapvetően raktári penész, ezért a nem megfelelően tárolt, beázott, bemelegedett, nem gázosított **tavalyi tételekben is előfordulhat az aflatoxin nagyobb mennyiségben!**
- Emellett amennyiben a mikotoxinkötőt 100 g/nap érték felett kell etetnünk tartósan, akkor **érdemes a mikroelempanel dózisát emelni** az adagban (az aflatoxinkötők egy része megkötheti a Zn-t és a Mn-t).
 - A továbbiakban vigyázzunk a **silófalra és a leomlott anyag állapotára**, mert levegőn az Aspergillus gomba újra aktív lesz és emelkedni fog az aflatoxin B1 koncentrációja a silófalban, valamint a siló lábánál melegedő szilázsban. Ez elsősorban majd áprilistól lesz érvényes, amikor melegedik az idő.

2. A takarmány és a tej aflatoxintartalmának összefüggései

A tejben megjelenő aflatoxin M1 és M2 a májban képződik aflatoxin B1-ből. Az aflatoxin B1 80%-a a májban alakul át, tehát csak csekély mértékben semlegesítődik korábban a bendőben. Akár 3-4 órán belül is megjelenhet a vizeletben és tejben a szennyezett takarmány elfogyasztása után. De szerencsére a forrás megszüntetését követően 3-4 nap alatt kiürül.

Az aflatoxin B1 megközelítően **1-6%-ban** bejut a tejbe, de ez a szárazanyag-felvételtől és a tejtermelés mértékétől is függ (1. táblázat). A tejbe való átjutás mértéke tehát fontos tényező, és az sem mindegy, hogy melyik képlettel számoljuk!

A Pettersson (1998) képlet segítséget jelenthet a konkrét átszámításban:

$$\text{Aflatoxin M1 (ppt = ng/kg tej)} = 10.95 + 0.787 \times (\mu\text{g aflatoxin B1 fogyasztás/nap})$$

1. táblázat Az aflatoxin B1 átjutása a tejbe

	Tejtermelés	45 kg	40 kg	35 kg	30 kg
	Szárazanyag-felvétel	27 kg	25 kg	23 kg	21 kg
Britzi és munkatársai (2013)		5,37%	4,14%	3,19%	2,46%
Pettersson (1989)		5,73%	5,09%	4,46%	3,82%

Az ÁT Kft. szakemberei **4,50%-ban** határozták meg az átjutás mértékét (a nemzetközi szakirodalom szerint a hazai körülmények és tejtermelési szint, valamint a hazai átlagos szárazanyag-felvétel és bendőpasszázs mellett).



Felhívjuk a figyelmet arra, hogy az ÁT Kft. által összeállított **mikotoxin-kalkulátor** (folyamatosan küldjük partnereinknek a toxineredmények mellett e-mailben) rendkívül hasznos eszköz:

- kiszámítható a TMR várható aflatoxin B1-tartalma (ezt utána le lehet ellenőrizni laborvizsgálattal),
- kiszámítható a tej várható aflatoxin M1-tartalma,
- kiválasztható a mikotoxinterhelésért felelős takarmánytétel több terhelt takarmány esetében,
- a TMR-t „optimalizálni” lehet aflatoxin B1-tartalomra a terhelt tételek mennyiségének változtatásával.



3. Javasolt gyakorlati határértékek

A telepek számára segítséget jelenthet az alábbi határérték-gyűjtemény (2. táblázat). Kiszámoltuk a tejbe való átjutás alapján (a Pettersson képlettel és általánosan 4,5% átjutással), hogy mennyi lehet az a maximális aflatoxin B1 koncentráció az egyes takarmányokban, ami már önmagában határérték feletti terheltséget jelenthet a tejben (> 50ppt). Ezen számok szerint, takarmányok esetében a hivatalos határértéknek már az 50%-a okozhat a tejben

határérték feletti aflatoxin M1 koncentrációt! Kérem, figyeljenek a mértékegységekre is, mert a rendelet légszáras állapotra adja meg a határértékeket, míg a laborok eredeti anyagra vagy 100% szárazanyagra!

Az aflatoxintartalom összeadódik, ezért több terhelt tétel esetében az alábbi számok érvényüket veszítik! Ekkor kell elővenni a mikotoxin-kalkulátort és számolni, hogy mely tételből származik a legnagyobb mértékű terhelés a tejben!

2. táblázat *Javasolt gyakorlati irányadó számok aflatoxin B1 értékre takarmányokban (az egyes takarmányok aflatoxin B1-tartalma összeadódik, ezért az irányadó számok csak arra az esetre vonatkoznak, amikor egyedül a megnevezett takarmány terhelt!)*

40 literes tejtermelés esetében	A tej aflatoxin M1 tartalma 50 ppt felett lehet, ha a mért érték az alábbiak szerint alakul
<p>TMR</p> <p>(25 kg/nap/tehén sza.- felvétel mellett nagytejűben)</p>	<p>> 2 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (Pettersson képlettel)</p> <p>> 1,8 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (ÁT Kft.)</p> <p>> 1,2 – 1,8 µg/kg (ppb) légszáras állapotra vonatkoztatva (a vonatkozó rendeletben ez a mértékegység van megadva)</p>
<p>Kukoricaszilázs</p> <p>(min. 7 kg/nap sza.- felvétel mellett) nagytejű adagban (25 kg/nap/tehén sza.- felvétel mellett).</p>	<p>> 7 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (Pettersson képlettel)</p> <p>> 6,4 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (ÁT Kft.)</p> <p>> 5,6 – 6,2 µg/kg (ppb) légszáras állapotra vonatkoztatva (a vonatkozó rendeletben ez a mértékegység van megadva)</p>
<p>Szemes kukorica</p> <p>(min. 4 kg/nap sza.- felvétel mellett) nagytejű adagban (25 kg/nap/tehén sza.-felvétel mellett)</p>	<p>> 14 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (Pettersson képlettel)</p> <p>> 12 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (ÁT Kft.)</p> <p>> 10,6 – 12,3 µg/kg (ppb) légszáras állapotra vonatkoztatva (a vonatkozó rendeletben ez a mértékegység van megadva)</p>
<p>Légszáras abrakkeverék – táp</p> <p>(min. 12 kg/nap sza.- felvétel mellett) a nagytejű adagban (25 kg/nap/tehén sza.-felvétel mellett)</p>	<p>> 4,5 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (Pettersson képlettel)</p> <p>> 4,2 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (ÁT Kft.)</p> <p>> 3,7 – 4,0 µg/kg (ppb) légszáras állapotra vonatkoztatva (a vonatkozó rendeletben ez a mértékegység van megadva)</p>



4. A hivatalos határértékek (melyek nem elég szigorúak, de jelentéskötelezettek)

A hivatalos aflatoxin B1-re vonatkozóan határértékek a 3. táblázatban láthatóak. Ezen értékek nem elég szigorúak, így előfordulhat, hogy határérték alatti takarmány aflatoxin B1 eredmények mellett is 50 ppt fölé emelkedik a tej aflatoxin M1 értéke a hazai körülmények között általános takarmányadagok esetében.

A vizsgálatot végző **laboratóriumoknak bejelentési kötelezettsége** van a mért takarmány aflatoxin B1 eredményeire vonatkozóan, amennyiben az meghaladja a hivatalos határértéket. Ebben az esetben az alábbi határértékek lesznek mérvadóak (3. táblázat). *Mivel az aflatoxinmérést az etetés előtt kell elvégezni, és a terhelt tételleket nem etetjük, ezért általában nem közvetlen felhasználásra szánt takarmánytételből származik a minta. Ezt a tényt a laboratórium dokumentálja a NÉBIH felé történő jelentés mellett.*



3. táblázat Aflatoxin B1 határértékek takarmányokban a 20/2004. (II.27.) FVM rendelettel módosított 44/2003. (IV.26.) FVM rendelet szerint

Takarmányozásra szánt termékek	Legnagyobb tartalom
Takarmány-alapanyagok – kukoricaszilázs, szemes kukorica, nedves kukorica stb.	0,02 mg/kg (ppm) = 20 µg/kg (ppb) 12%-os nedvességtartalmú takarmányra vonatkozóan
Kiegészítő és teljes értékű takarmányok	0,01 mg/kg (ppm) = 10 µg/kg (ppb) 12%-os nedvességtartalmú takarmányra vonatkozóan
kivéve:	
– tejelő teheneknek és borjaknak, tejelő juhoknak és bárányoknak, tejelő kecskéknek és gidáknak, valamint malacoknak és növendék baromfiknak szánt takarmánykeverékek – TMR, táp	0,005 mg/kg (ppm) = 5 µg/kg (ppb) 12%-os nedvességtartalmú takarmányra vonatkozóan
– szarvasmarhának (a tejelő tehenek és a borjak kivételével), juhoknak (a tejelő juhok és a bárányok kivételével), kecskéknek (a tejelő kecskék és a gidák kivételével), sertéseknek (a malacok kivételével) és baromfinak (a növendék állatok kivételével) szánt takarmánykeverékek	0,02 mg/kg (ppm) = 20 µg/kg (ppb) 12%-os nedvességtartalmú takarmányra vonatkozóan

5. Mikotoxinkötők

Az aflatoxin kötésére elsősorban **az agyagásvány (bentonit és zeolit) alapú toxinkötők** alkalmasak. A toxinkötő kapacitása függ a típustól, a szemcsemérettől, a feldolgozottságtól és annak mértékétől (pl. hidrolízis).

- A **bentonit** egy vulkanikus eredetű alumínium-szilikát, ami 50–90%-ban montmorillonit. Egy publikált, 2011-es kísérletben (Bočarov Stančić és mtsai., 2018) **a bentonit 96,9%-ban** kötötte az aflatoxin B1-t (3,0 pH és 6,8 pH értékeken, szemcsemérete pedig 15 µm alatt volt 75%-ban). Sajnos azonban a mikotoxinok mellett, képes megkötni fémekeket és az ammóniát is (Huwig és mtsai., 2001; Adamović és mtsai., 2009).

- A **zeolitok** alkáli- és alkáliföldfém ionok hidratált alumínium-szilikátjai, amelyek végtelen háromdimenziós kristályszerkezettel rendelkeznek. A már említett és publikált, 2011-es kísérletben (Bočarov Stančić és mtsai., 2018) a zeolit 95,5%-ban kötötte az aflatoxin B1-t (3,0 pH és 6,8 pH értékeken, szemcsemérete 13 µm alatt volt 49%-ban).

Fontos tudni, hogy a korszerű, igazolt hatékonyságú élesztősejtfal-kivonat is megkötheti a Fusarium gomba által termelt mikotoxinokat (T2, zearalenon, DON) és képes **az aflatoxinokat is megkötni**. A különböző élesztőtermékek eltérő kötési hatékonysággal rendelkeznek. Shetty és Jespersion (2006) szerint a





Saccharomyces cerevisiae hatékonyságát számos tényező befolyásolja: az élesztőtörzs, a hőmérséklet, a kémhatás, az inkubációs idő, az aflatoxin-koncentráció, az alkalmazott dózis. Ezen a téren pedig, mint látni fogják, a kísérletek nehezen összevethetőek. Diaz és mtsai. (2004) az AFM1 58,5%-os csökkenéséről számoltak be, amikor 1,2% sza. TMR dózisban etettek toxinkötő-keveréket 100 µg/kg sza. TMR aflatoxin-terhelés esetében. A *S. cerevisiae* (ATTC 9763) sejt felszíni aflatoxinokkal való kötődési képessége *in vitro* 40% (10 ppb AFBI) és 70% (20 ppb AFBI) volt egy kísérletben (Rahaie és mtsai, 2010). Lee és munkatársai (2003) szintén arról számoltak be, hogy mind az életképes, mind az elölt *S. cerevisiae* sejtek képesek megkötni az AFBI-et. Úgy tekinthető, hogy még a hővel elölt *S. cerevisiae* sejtek esetében is kialakul az aflatoxinok a sejtfalhoz való kötődése. Az élő sejtek azonban nagyobb arányban (68,4 %-ban) kötötték meg az aflatoxint, mint az elhalt sejtek (58,3 %) 24 óra alatt. Egy összehasonlító vizsgálatban 39.851 tudományos cikket dolgoztak fel (Campagnolo, 2020). Az összehasonlító elemzés során az élesztő AFBI-kötő kapacitását összességében

52.05%-nak találták. Az *in vitro* vizsgálatok előrejelzik a várható *in vivo* eredményeket, de nem egyenértékűek. Az *in vivo* kísérletek ritkábbak, mivel általában nagyon nehéz elvégezni őket. A közelmúltban élesztőkkel végzett tanulmányok azonban *in vivo* jobb eredményeket igazoltak az aflatoxinok megkötnése szempontjából, mint az *in vitro* eredmények (Campagnolo és mtsai, 2020). Ha a mérések/jelek arra utalnak, hogy az aflatoxinon kívül van T2, zearalenon (F2) vagy DON terheltség is, akkor az agyagásvány-alapú toxinkötőn kívül etessünk élesztősejtfal-kivonatot tartalmazó toxinkötőt is!

A teljesség igénye nélkül, segítő szándékkal sorolok fel néhány, az aflatoxin kötésére alkalmas toxinkötőt:

- Mycofix (DSM)
- Toxfin Dry (Kemin Hungary Kft., Agrofeed Kft.)
- Redutox Afla Base, feltárt agyagásványok keveréke (Pro-Feed Kft.)
- Panafed (Panadditív Kft.)
- MMi.S (Impavidus Trade Zrt.)
- TX5 Binding (Neocons Plus Kft.)
- ArraTox Super Fine (Arravis Kft.)
- Ubi Bind Dry (UBM Feed Zrt.)
- Vitafix select (Agrifirm Magyarország Zrt.)
- ToxoMX (Intermix Kft., Agro-Option Kft., Tokaji István)
- Mycosan (Sano - Modern Takarmányozás Kft.)
- NOTOX Afla (Cargill Takarmány Zrt.)
- VitaSorb-Afla (Vitafort Zrt.)
- Sanfed Ultra (Bonafarm-Bábolna Takarmány Kft.)

Ez a cikk nem törekszik a teljességre, sem a toxinkötők tulajdonságainak részletes bemutatására. Nyilván számos fontos információ ki is maradt a cikkből, de talán segítséget nyújthat egy olyan lépéssorozatban, mely során választokat keresünk, fontos anyagi jellegű döntéseket kell hoznunk a telepen, hogy megelőzzük a még nagyobb bajt.

