



GYAKORLATI AFLATOXIN- ÚTMUTATÓ 2022.

Dr. Orosz Szilvia
Állattenyésztési
Teljesítményvizsgáló Kft.

Korábbi cikkünkben bemutattuk a kukoricaszilázsok, a szemes kukorica és a nedves kukorica általunk mért aflatoxin-B1-tartalmát a kezdeti állapotok szerint. Ez sem volt biztató, de a legújabb tejadatok szerint sajnos sokkal

rosszabb a helyzet, ugyanis egyre gyakoribb a 250-300 ppt aflatoxin-M1-tartalom a mérési eredmények alapján! Ezen cikkel szeretnénk gyakorlati támpontot adni az okszerű telepi lépések meghatározásához.

1. 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 segítségével jelenthet a konkrét átszámításban:

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

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 emailben) 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 mikotoxin terhelésért felelős takarmánytétel több terhelte takarmány esetében,
- a TMR-t 'optimalizálni' lehet aflatoxin-B1-tartalomra a terhelte tételek mennyiségének változtatásával.

Az 1/a és 1/b ábrán egy olyan példát mutatunk be

a toxinkalkulátor segítségével, amikor több tétel egyszerre terhelte. Látható az is, hogy több takarmány együttes aflatoxin terheltségekor az aflatoxinbevitel megoszlása hogyan alakul a napi takarmányadagban. Erre már lehet formulázni. A toxinkötő biztonságos dózisban való etetése után szabad ezzel a témával foglalkozni, amikor a TMR tehermentesítése és a hosszú távú készletgazdálkodás tervezése a feladat.

1/a ábra Példa több takarmány együttes aflatoxin terheltségének modellezésére a napi takarmányadagban (várható TMR aflatoxin-B1-tartalom és a tej várható aflatoxin-M1-tartalma toxinkötő etetése nélkül)

	Takarmány-alapanyag			Mért
	szárazanyag-tartama	etetett mennyisége		AFB1
	g/kg	eredeti a. kg/nap	sza. kg/nap	ppb (µg/kg)
kukoricaszilázs	350	20	7,0	3,00
nedves kukorica	700	2	1,4	6,00
szárított kukorica	880	4	3,5	4,00
rozsszilázs	290	8	2,3	2,00
lucernaszilázs	380	5	1,9	1,00
Átlag/összeg	446	39	16	

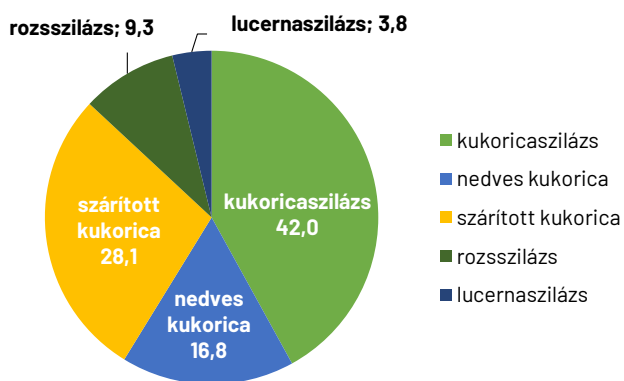
A TMR számított aflatoxin-B1-koncentrációja

	AFB1 ajánlás		Várható AFB1-érték
TMR 12% nedv.ppb (µg/kg)	1,4	TMR 12% nedv.	1,80

Tej számított aflatoxin-M1-koncentrációja

	Átjutás a tejbe %	ppb (µg/kg)	ppt
Britzi M. et al (2013)	4,14	0,05	51,8
Pettersson (1989)	4,02	0,05	50,3
ÁT Kft. (reális maximum)	4,50	0,06	56,3

1/b ábra Példa több takarmány együttes aflatoxin terheltségekor az aflatoxinbevitel megoszlására a napi takarmányadagban, %



	Várható AFB1-bevitel	
	µg/nap	%
kukoricaszilázs	21,0	42,0
nedves kukorica	8,4	16,8
szárított kukorica	14,1	28,1
rozsszilázs	4,6	9,3
lucernaszilázs	1,9	3,8
Átlag/összeg	50,0	100,0

2. 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 légszáraz állapotra adja meg a határértékeket, míg a laborok eredeti anyagra vagy 100% szárazanyagra!

Az aflatoxintartalom összeadódik, ezért több terhelte tétel esetében az alábbi számok érvényüket veszítik! Ekkor kell elővenni a mikotoxinkalkulátort, 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
TMR (25 kg/nap/tehén szá.-felvétel mellett nagytejűben)	>2 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (Pettersson képlettel) >1,8 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (ÁT Kft.) >1,2 – 1,8 µg/kg (ppb) légszáraz állapotra vonatkoztatva (a vonatkozó rendeletben ez a mértékegység van megadva)
Kukoricaszilázs (min. 7 kg/nap szá.-felvétel mellett nagytejű adagban (25 kg/nap/tehén szá.-felvétel mellett))	>7 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (Pettersson képlettel) >6,4 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (ÁT Kft.) >5,6 – 6,2 µg/kg (ppb) légszáraz állapotra vonatkoztatva (a vonatkozó rendeletben ez a mértékegység van megadva)
Szemes kukorica (min. 4 kg/nap szá.-felvétel mellett nagytejű adagban (25 kg/nap/tehén szá.-felvétel mellett))	>14 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (Pettersson képlettel) >12 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (ÁT Kft.) >10,6 – 12,3 µg/kg (ppb) légszáraz állapotra vonatkoztatva (a vonatkozó rendeletben ez a mértékegység van megadva)
Légszáraz abrakkeverék – táp (min. 12 kg/nap szá.-felvétel mellett) a nagytejű adagban (25 kg/nap/tehén szá.-felvétel mellett)	>4,5 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (Pettersson képlettel) >4,2 µg/kg (ppb) szárazanyagra vonatkoztatva (ÁT Kft.) >3,7 – 4,0 µg/kg (ppb) légszáraz állapotra vonatkoztatva (a vonatkozó rendeletben ez a mértékegység van megadva)

3. 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 a mérvadók (3. táblázat). Mivel az aflatoxinmérést az etetés előtt kell elvégezni, és a terhelt tétéleket 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 kecskéknél 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), kecskéknél (a tejelő kecskéknél 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



4. Mikotoxinkötők

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



- A **bentonit** egy vulkánikus eredetű alumínium-szilikát, ami 50-90%-ban montmorillonit. Több rétegű kristályszerkezete SiO_2 -tetraéderekből és Al_2O_3 -oktaéderekből áll. A belső rétegek pozitív, míg a külső rétegek negatív töltésűek. Víz jelenlétében a lamellák elválnak és térfogatuk megnő. Egy publikált, 2011-es kísérletben (Bočarov Stančić és mtsai, 2018; Food and Feed Research) a bentonit 96,9%-ban kötötte az aflatoxin B1-et (3,0 pH és 6,8 pH értékeken, szemcsemérete pedig 15 μm alatt volt 75%-ban). A mikotoxinok mellett (Huwig és mtsai., 2001), képes megkötni fémeket és az ammóniát is (Adamović és mtsai., 2009).
- A **zeolitok** alkáli- és alkáliföldfém ionok hidratált alumínium-szilikátjai, amelyek végtelen háromdimenziós kristályszerkezettel rendelkeznek. Képesek vizet veszíteni vagy befogadni, kationokat cserélni a szerkezet jelentős megváltoztatása nélkül. A már említett és publikált 2011-es kísérletben (Bočarov Stančić és mtsai, 2018) a zeolit 95,5%-ban kötötte az aflatoxin B1-et (3,0 pH és 6,8 pH értékeken, szemcsemérete 13 μm alatt volt 49%-ban).
- Megemlítenék egy harmadik típusú vegyületet is. A **diatomit** tengeri környezetben képződött üledék. Ez a toxinkötő kis méretű, egysejtű algák héjából álló anyag, mely nagy porozitású. A magas szilícium-dioxid tartalom miatt nagy adszorpciós kapacitással rendelkezik. A diatomitot bizonyos mikotoxinkötők előállításához használják komponensként (Whitlow, 2006). A már említett kísérletben 94,97%-ban kötötte az aflatoxin B1-et (3,0 pH és 6,8 pH értékeken, szemcsemérete 12 μm alatt volt 95%-ban).

Fontos tudni, hogy a korszerű, **élesztősejtfal-kivonat** nagy hatékonysággal köti a Fusarium gomba által termelt mikotoxinokat (T2, zearalenon, DON), de **sokkal kisebb hatékonyságú az aflatoxinok tekintetében**. Ezért aflatoxinterhelés esetében ne használjunk olyan toxinkötőt, ami tartalmaz élesztősejtfal-kivonatot is. Ha a tej aflatoxintartalmát 10-30 ppt között tudjuk tartani folyamatosan, és a mérések/jelek arra utalnak, hogy van T2, zearalenon (F2) vagy DON terheltség is, akkor az agyagásvány-alapú toxinkötőn kívül etessünk élesztősejtfal-kivonatot tartalmazó toxinkötőt is. Hadd tegyem hozzá, hogy a Fusarium gomba a nedves, párás szántóföldi körülményeket kedveli, ami miatt kicsi a valószínűsége, hogy idén nyáron jelentős mértékben szaporodott volna kukoricaállományokban.

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

- Toxfin Dry (Kemin Hungary Kft., Agrofeed Kft.)
- Redutox Afla Base, feltárt agyagásványok keveréke (Pro-Feed Kft.)
- Panafed (Panadditiv 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 (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.)
- Zoolit-Universal (nem toxinkötőként forgalmazzák, régi neve: Zeolit-Universal, Geoprodukt Kft.)
- Minazel Z (Vitacarb Kft., Szeged)



5. Javasolt lépések aflatoxin terheléskor

1. Első lépés: amennyiben a tej aflatoxin-M1-tartalma kritikusán megemelkedik, akkor az aflatoxint legjobban kötő, tisztán **agyagásvány-alapú toxinkötő adagját emeljük meg és dozírozzuk túl.** 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 ez a legfontosabb, gyors lépés. Mivel rövid ideig javasolt ez a túldozírozás, ezért a tehenekre ez nem jelent veszélyt.
2. Második lépés: találjuk meg a szennyezett tételt/ tétéleket (valószínűleg kukoricaszilázs, száraz kukorica vagy nedves kukorica, esetleg kukorica alapú melléktermék).
3. Harmadik lépés: ha már ismerjük a takarmányok aflatoxin terheltségét, akkor az alábbiak szerint járjunk el.
 - A szennyezett takarmányt **ne etessük**, amennyiben ez lehetséges.
 - 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 ideai aflatoxin terhelte kukoricaszilázs (ekkor a két megnyitott fal állapota kritikus lehet, de télen a hideg a gombákat gátolja a szaporodásban).
 - **Tartsuk az agyagásvány-alapú mikotoxinkötő dózist úgy, hogy a tej aflatoxintartalma 10-30 ppt között maradjon.** Mérjük folyamatosan a tej aflatoxin-M1-tartalmát és igazítsuk hozzá a toxinkötő dózist.
 - Figyeljünk arra is, hogy az **aflatoxintartalom állandóan változik** a takarmányokban a kukoricaszemek heterogén eloszlása miatt. Így a toxinkötő dózist időnként újra kell majd állítani a mért takarmány- és tejeredmények alapján!
 - A **száritott kukorica tisztítása** jelentősen csökkenti az aflatoxintartalmat a toxinterhelte, sérült, töppedt szemek kirostálása által. **A hőkezelés az Aspergillus gomba további szaporodását állítja meg, de a már meglévő toxinterheltséget nem csökkenti önmagában.** A terhelte nedves kukorica tétéleken nem lehet már segíteni.
- **Ne felejtjük el, hogy nem csak a kukorica lehet aflatoxinterhelte.** 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 aflatoxinterheltségének? 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 mikotoxinkalkulátor, hogy mérlegelni tudjuk a különböző terhelte tétélek jelentőségét és így napi adagját a TMR-ben!
- Az *Aspergillus* alapvetően raktári penész, ezért a nem megfelelően tárolt, beázott, bemelegedett, nem gázosított **tavalyi tétéleken is előfordulhat az aflatoxin nagyobb mennyiségben!**
4. Emellett amennyiben a mikotoxinkötőt 100 g/nap érték felett kell etetnünk tartósan, akkor **érdemes a mikroelem panel dózist emelni** az adagban (az aflatoxinkötők egy része megkötheti a Zn-t és a Mn-t).
5. 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 melegező szilázsban. Ez elsősorban majd áprilistól lesz érvényes, amikor melegeedik az idő.

Ez a cikk nem törekszik a teljességre, sem a toxinkötők tulajdonságainak részletes bemutatására előnyeikkel-hátrányaikkal. Nyilván számos fontos információ ki is maradt a cikkből, de talán segítséget nyújthat egy olyan lépéssorozatban, mely során válaszokat keresünk, vagy fontos anyagi jellegű döntéseket kell hozni a telepen, és jó lenne mindezt tudatosan, okszerűen végigvinni.

Reméljük már kel a fű és az őszi vetésű gabona a földeken...

