

# **SZAKDOLGOZAT**

**Kiss Zoltán Ferenc**

**2024**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Gödöllői Campus**

**Szent István Egyetem**

**Vadgazda mérnök mesterképzési szak**

**A mezőhegyesi dámszarvas (*Dama dama*) populáció  
mikotoxin kitettségének vizsgálata**

**Belső konzulens:** **Dr. Skoda Gabriella**  
tudományos munkatárs  
posztdoktor

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:** **MATE Genetika és  
Biotechnológia Intézet –  
Állatbiotechnológiai**

**Tanszék**

**Külső konzulens:** **Lakatos István**  
Tájegységi Fővadász

**Készítette:** **Kiss Zoltán Ferenc**

**Gödöllő**

**2024**

# TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés .....	1
1.1 Célkitűzés.....	2
2. Irodalmi áttekintés .....	3
2.1. Mikotoxinok.....	3
2.1.1. Aflatoxinok.....	7
2.1.2. Trichotecének .....	7
2.1.3. Zearalenon.....	10
2.1.4. Fumonizin B1 .....	11
2.1.5. A mikotoxinok hatása az állati szervezetekre .....	12
2.2. Az európai dámszarvas ( <i>Dama dama</i> ).....	12
2.3. A kocsányos tölgy ( <i>Quercus robur</i> ) .....	13
2.4. A Nemzeti Ménesbirtok és Tangazdaság bemutatása.....	13
2.4.1. Megalakulástól napjainkig .....	13
2.4.2. Vadgazdálkodás: .....	14
2.5. ELISA módszer.....	16
3. A vizsgálatok módszerei.....	18
3.1. Mintavételezés .....	18
3.2. A minták előkészítése .....	18
3.2.1. A dámszarvas minták előkészítése .....	19
3.2.2. A makkminták előkészítése.....	19
3.3. Immunoassay vizsgálatok .....	19
3.3.1. Totál aflatoxin mérés.....	21
3.3.2. Zearalenon mérés .....	21
3.3.3. Deoxynivalenol mérés.....	22
3.3.4. T-2/HT-2 mérés.....	22
3.3.5. Fumonizin B1 mérés .....	23

3.3.6. Aflatoxin M1 mérés .....	23
3.3.7. Hormonmérések .....	23
3.4. Az adatok kiértékelése .....	24
4. Eredmények és értékelésük .....	25
4.1 Mikotoxinok.....	25
4.1.1 Zearalenon mérés eredményei.....	25
4.1.2. Deoxynivalenol (DON) mérés eredményei.....	29
4.1.3.Aflatoxin mérés eredményei .....	31
4.1.4. Fumonizin B1 mérésének eredményei .....	32
4.1.5 Magzati máj vizsgálata.....	34
4.1.6. T-2 toxin vizsgálati eredményei tej mintákból.....	35
4.2. Makktermések vizsgálatának eredménye .....	35
4.3. Hormonvizsgálatok .....	37
5. Következtetések és javaslatok .....	39
6. Összefoglalás .....	41
7. Köszönetnyilvánítás .....	43
8. Felhasznált irodalom: .....	44
9. Rövidítések jegyzék.....	50
10. Nyilatkozatok .....	51

# 1. BEVEZETÉS

A klímaváltozás révén hazánkban is különböző folyamatokat tapasztalhatunk a természetes életközösségekben. Az egyik ilyen jelenség, hogy a Kárpát-medencétől korábban délre honos különböző állat-, növény-, és gombafajok jelentek meg a hazai flórában, faunában. Ezen fajok térhódítása újabb kihívások elé állítja mind a hazai kutatókat, mind a növénytermesztés, az állattartás, a vadgazdálkodás és a természetvédelem szakembereit.

Az elmúlt években a vadgazdálkodók megnövekedett számban figyeltek meg dámszarvasoknál agancsfejlődési rendellenességeket, és szaporodásbiológiai problémákat. Dr. Ferencziné Dr. Szőke Zsuzsanna és munkatársai ennek a problémának az okát szeretnék volna feltárni, ezért egy átfogó vizsgálat indult a témában több hazai kutatócsoporttal együttműködésben. Az eddigi eredmények alapján a dámszarvasok előbb említett problémái a megnövekedett mikotoxin terhelésnek, illetve a multimikotoxin hatásnak tulajdoníthatók.

A gyorsan változó klimatikus viszonyok egyre jobban kedveznek a Kárpát-medencében új penészgomba fajok megjelenésének és terjedésének is, melyek nemcsak vadgazdálkodási szempontból, hanem humán egészségügyi szempontból is veszélyesek lehetnek. A mikroszkopikus gombák a természetben - így a takarmányokon is - nagy számban fordulnak elő. Szerepük a szerves anyagok lebontásában nélkülözhetetlen. Azonban a fejlődés, és a növekedés bizonyos szakaszaiban, vagy a primer anyagcsere folyamatokkal párhuzamosan úgynevezett másodlagos anyagcsere folyamat zajlik. Ezek a folyamatok leggyakrabban akkor indukálódnak a sejtekben, amikor a gomba valamilyen stresszhelyzetbe kerül, és a növekedéséhez, fejlődéséhez optimális körülmények megváltoznak (Raffai et.al., 2003; Mézes et. al., 2009). A penészgombák ezen másodlagos anyagcsere termékeit nevezzük mikotoxinoknak, melyek pontos szerepét nem teljesen ismerjük, de azt tudjuk, hogy sok közülük jelentős biológiai aktivitással rendelkezik. Az általuk okozott megbetegedéseket nevezzük mikotoxikózisnak. Egyes mikotoxinok erős hatást gyakorolnak az egyedfejlődésre és a szaporodásbiológiára, rákos megbetegedéseket, immunszuppressziót okozhatnak.

Jelenleg több száz mikotoxint tudunk beazonosítani, melyek külön-külön is képesek a szervezetben változásokat előidézni, de együttesen is előfordulhatnak, és kölcsönhatást is gyakorolhatnak egymásra (multimikotoxin hatás). A multimikotoxin hatás pontos

következményeit nehéz megjósolni, de azt elmondhatjuk, hogy ilyen esetben az egyes mikotoxinok kisebb koncentrációja is elég lehet egészségügyi problémák előidézéséhez.

Kutatásaim kereshűtűzében a mezőhegyesi dámszarvas populáció áll, mely Békés vármegye déli részének legkiemelkedőbb állománya. Az itt élő egyedekben előforduló mikotoxin terheltség, és az ebből fakadó elváltozások megjelenése, mint indikátor faj/jelenség, előre vetítheti humán egészségügyi problémák kialakulását.

## 1.1 Célkitűzés

Munkám során a mezőhegyesi dámszarvas populáció mikotoxin kitettségét vizsgáltam. Célom volt az állatokat érő mikotoxin terheltség feltérképezése, és annak hatásainak vizsgálata. Dolgozatomban dámszarvas és - mint természetes táplálékuk, - makktermés minták mikotoxin szintjét vizsgáltam.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. Mikotoxinok

A mikotoxinok penészgombák káros anyagcseretermékei, melyek kedvezőtlenül hatnak az emberi-, állati-, és növényi szervezetekre egyaránt, betegséget és gazdasági veszteséget eredményezve. Az élelmiszerek és a takarmányok mikotoxin szennyezettsége világméretű probléma. Számos különféle vegyület tartozik a penészgombák által termelt toxikus anyagcseretermékek közé, melyek közül az aflatoxinok, trichotecének, zearalenon, fumonizinek, ochratoxinok, ergot alkaloidok jelentik a legfontosabb agrárgazdasági problémát.

A penészgombák másodlagos anyagcseretermék-előállítására egy válaszreakció a kedvezőtlen környezeti viszonyokra, különböző stresszhatásokra. Nem megfelelő tápanyagellátás, túl sok nedvesség, vagy szárazság esetén ezek a vegyületek a védekezést szolgálhatják (Dutton et.al., 2009).

Néhány penészgomba faj képes egynél több típusú toxin termelésére, illetve egy toxint többféle penészgomba faj is termelhet. A mikotoxin termelő gombák számos faja ubikviter, tehát mindenhol előfordulnak a környezetben. Ugyanakkor elmondhatjuk, hogy a mikotoxinok jelenléte leginkább azokat a területeket érinti, ahol a meleg, és nedves éghajlat kedvez a penészgombák fejlődésének, de megtalálhatók a mérsékelt éghajlati viszonyok között is.

Magyarországon a mezőgazdasági szektor is jelentős problémákkal küzd a hőmérséklet emelkedése, az elérhető víztartalmak esetleges hiánya, a gyakori súlyos aszályok, a nedves-száraz periódus fluktuációja miatt. Ezek a megváltozott feltételek egyre kedvezőbbek a gabonaféléken megtelepedő olyan gombafajok számára is, amelyek egyáltalán nem, vagy csak eddig kis mértékben voltak jelen (Zingales et al., 2022). Így a megfelelő mennyiségű, és minőségű termény betakarítás csökkenését nemcsak a kedvezőtlenebbé váló klimatikus viszonyok okozzák, hanem a gabonát fertőző penészgombák növekvő mértékű kolonizációja.

A leggyakrabban előforduló gombanemzetségek a *Fusarium*, *Aspergillus*, és a *Penicillium* fajok. A gabonaféléken főként az aflatoxint termelő *Aspergillus flavus* és *Aspergillus parasiticus*, az ochratoxin A-t (OTA) termelő *Penicillium verrucosum* penészgomba fajokkal találkozhatunk. A *Fusarium* fajok esetében meg kell említenünk a

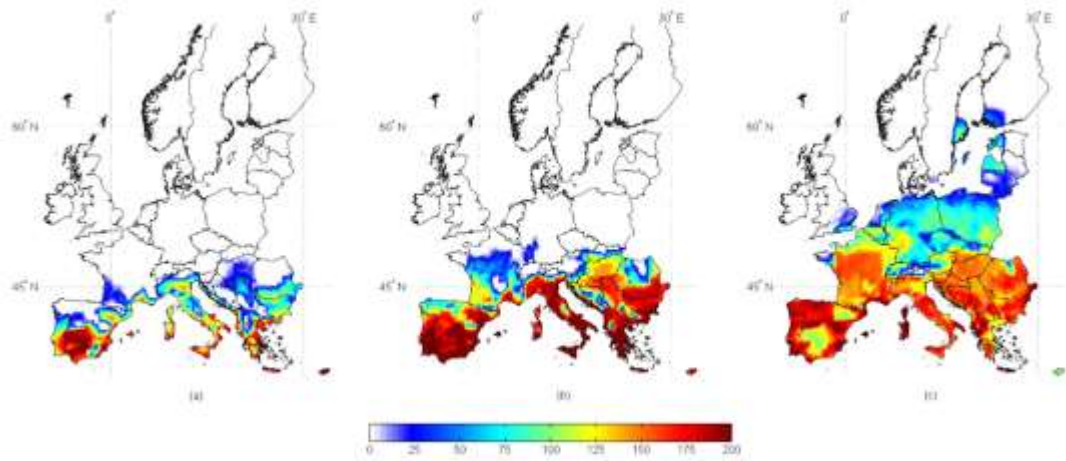
*Fusarium graminearum*ot, mely elsősorban deoxinivalenolt (DON) és zearalenont termel. Emellett az elterjedtebb gombafajok közé tartozik T-2 és HT-2 toxint termelő *Fusarium sporotrichoides* és a fumonizineket termelő *Fusarium moniliform*, melyek anyagcseretermékei jelentős egészségkárosító hatással bírnak (1. táblázat) (Deák et. al., 2006).

1. táblázat A főbb toxintermelő gombák, és az általuk termelt toxinok összefoglaló táblázata. (Logrieco et al., 2002)

<i>Toxintermelő gombák</i>	<i>Termelt mikotoxin(ok)</i>
<i>Fusarium culmorum</i>	DON, 3- AcDON, nivalenol, T-2 toxin, zearalenon
<i>Fusarium graminearum</i>	DON, 3-AcDON, 5-AcDON, nivalenol, zearalenon
<i>Fusarium proliferatum</i>	fumonizin B1, beauvericin, fusarinsav, moniliformin
<i>Fusarium verticillioides</i>	fumonizin B1
<i>Aspergillus nomius</i>	aflatoxin B1, B2, G1, G2, szterigmatocisztin
<i>Aspergillus parasiticus</i>	aflatoxin B1, B2, G1, G2
<i>Aspergillus niger</i>	fumonizin B1, ochratoxin A
<i>Penicillium verrucosum</i>	ochratoxin A
<i>Fusarium sporotrichioides var. minus</i>	diacetoxiszcirpenol (DAS), neosolaniol, HT-2 és T-2 toxin
<i>Aspergillus flavus S törzsek</i>	aflatoxin B1, B2, G1, G2
<i>Aspergillus flavus L törzsek</i>	aflatoxin B1, B2
<i>Aspergillus ochraceus</i>	ochratoxin A

Az aflatoxint termelő *Aspergillus* fajok elterjedése korábban a trópusi-, szubtrópusi területeket érintette, de a növekvő középhőmérséklet következtében már hazánkban is egyre nagyobb méreteket ölt a gabonafélék *Aspergillus* fertőzöttsége, és az aflatoxin szennyezettség megjelenése. Ezt a trendet már Battilani és munkatársai is előrejelezték 2016-ban (1. ábra), mára már több publikáció is foglalkozik a penészgombák elterjedésének vizsgálatával





1. ábra Aflatoxin kontamináció alakulása kukoricában két különböző Szenario szerint. 0-200-ig terjedő skálán az aflatoxin kockázati index (AFI). (a) a helyzet 2016-ban; (b) +2 °C átlag hőmérséklet növekedés esetén; (c) +5 °C átlag hőmérséklet emelkedés esetén az AFI alakulása (Battilani et. al., 2016)

A gombák szekunder anyagcsere termékei az élelmiszertermelés teljes vertikumában megtalálhatóak, mennyiségüket számos biológiai, környezeti, technológiai és emberi tényező befolyásolja.

A gabonák mikotoxin szintjének átfogó vizsgálatát mára több vállalat is végzi (pl. Alltech Hungary Kft.), és egyre nagyobb figyelmet kap a mikotoxin kitétség világszerte az egészségügyi szervezetek által is (WHO) (web 1).

A 2023-as évről szóló Alltech Hungary Kft. beszámoló alapján elmondható, hogy a betakarításhoz közeli esőzések növelték a *Fusarium* fajokhoz kapcsolódó kihívásokat búza, és árpa esetében Észak-, és Nyugat-Európa-szerte. Az árpa mutatja a legnagyobb kockázatot, átlagosan hatféle mikotoxinnal lehet szennyezett mintánként. Általánosságban elmondható, hogy a kukorica mikotoxin kitétsége alacsonyabb, mint a 2022-es évben (amikor is hazánkban kiemelkedő volt az aflatoxin B1 koncentráció: 239 ppb), de azért magas kockázati tartományba esik a közép- és kelet-európai régió.

A *Penicillium* fajok kockázata továbbra is dominál takarmányok esetében. A végső mikotoxin kockázat végtére is függ az adott állatfajtól és az etetett takarmány mikotoxin koncentrációjától és kombinációjától (web 2).

A mikotoxin termelő gombákat általában két csoportra oszthatjuk: szántóföldi, és raktári penészgombák csoportjára. A szántóföldi növényeken előforduló gombafajok megjelenését nem tudjuk nagymértékben befolyásolni (hacsak nem a megfelelő fajtaválasztással), viszont a raktári penészgombák megjelenését vissza tudjuk szorítani az optimális tárolási körülmények biztosításával. A legjobb védekezés a mikotoxinok (és

penészgomba fertőzés) ellen a megelőzés, hiszen ezek a vegyületek hőstabil, szagtalan, íztelen vegyületek, a hagyományos élelmiszer-, és takarmányelőállítási eljárásokkal nem szüntethető meg károsító hatásuk (Kótiné, et.al. 2015).

Eddig mintegy 1000 mikotoxin típust izoláltak, ezek között nagyszámban fordulnak elő olyan vegyületek, amelyeknek sejtkárosító hatást tulajdonítanak.

Ezek a vegyületek változatos akut, és krónikus hatást tudnak kifejteni az állati szervezetekre fajtól és érzékenységtől függően, emellett komoly humán egészségügyi problémákat is okozhatnak. Olyan káros folyamatokat indíthatnak el, melyek vese- vagy májkárosodáshoz vezetnek, vagy akár rákos elváltozásokat is előidézhetnek. Lehetnek immunszuppresszív hatásúak, lehetnek ideg- és sejtmérgek, mutagének, de akár a hormonháztartás működését is negatívan befolyásolhatják (pl. ösztrogén hatásúak).

Az EU-ban mikotoxinokra vonatkozó hatályos jogszabályok, illetve ajánlások: Regulation (EC) No 1881/2006, Directive 2002/32/EC, Recommendations 2006/576/EC és 2013/165/EU. Ezek alapján szabályozás alá eső vagy ajánlati határértékekkel rendelkező mikotoxinokról beszélünk.

A multimikotoxin szennyezettség felveti a toxinok interakciójának kérdését. Több toxin együttes hatása nem becsülhető meg előre az egyes toxinok önálló hatása alapján, hiszen azok egymás hatását felerősíthetik, vagy antagonistá módon is hathatnak. Az interakció jellegét számos tényező befolyásolja: állatfaj, életkor, toxinkoncentráció, hatás időtartama, az érintett/vizsgált szerv, vizsgálat paramétere, stb. (Grenier et.al., 2011)

Diplomadolgozatomban keretében a következő öt mikotoxin jelenlétét és mennyiségét vizsgáltam dámszarvas mintákban:

- Totál aflatoxin (B1, B2, G1, G2)
- DON
- Zearaleon
- Fumonizin B1
- T-2 toxin

A makkok esetében aflatoxin, DON, Zearalenon szintet vizsgáltam.

### 2.1.1. Aflatoxinok

Az aflatoxinok kategóriájába közel 20 molekula tartozik, közülük 5 darab magas kockázatú toxin ismeretes. Ezek az aflatoxin B1 (AFB1), aflatoxin B2, aflatoxin G1, aflatoxin G2, valamint az aflatoxin M1 (AM1). Ezeket a toxinokat az *Aspergillus* nemzetségbe tartozó gombafajok termelik úgy, mint *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* és *Aspergillus nominus*. Az *A. parasiticus* és *A. pominius* termel mind aflatoxin B és G-t is, míg az *A. flavus* csak aflatoxin B-t (Van Egmond et.al.1991) .

Az aflatoxinok már nagyon kis mennyiségben is mérgező, májkárosító, rákkeltő, a sejtek örökítő anyagát, és a szervezet védekezőrendszerét károsan befolyásoló vegyületek. Az aflatoxin B1 a ma ismert egyik legrákkeltőbb természetben előforduló anyag. Éppen ezért az AFB1 a legjobban vizsgált mikotoxin. Egy hosszútávú vizsgálat során összefüggésbe hozták az emberi májrák kialakulásával (Hussein et. al. 2001). Nagy mennyiségben gyors lefolyású, akut mérgezést is okozhatnak, melynek során a kialakuló súlyos májelégtelenség akár halálhoz is vezethet. Akut aflatoxin mérgezés elsősorban a fejlődő országokban fordul elő, ahol az éghajlat kedvez az *Aspergillus* fajok szaporodásának és a toxintermelődésnek.

A takarmánnyal bevitt aflatoxin csak nagyon kis mennyiségben halmozódik fel az állatok húzában, illetve a belsősegekben, utóbbiak közül elsősorban a májban mutatható ki. A JECFA (a FAO és a WHO élelmiszer szennyezőanyagok és adalékanyagok értékelésével foglalkozó testülete) aflatoxinokra vonatkozó értékelésében vizsgálta a takarmányokból különböző állati termékekbe átkerülő aflatoxin mennyiségét. A vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy adott aflatoxin koncentrációjú takarmány hosszútávú fogyasztása esetén, a takarmány aflatoxin koncentrációjának csupán 14.000-ed része jelenik meg a marhamájban, 1.200-ad része a csirkemájban, 2.200-ad része a tojásban, míg 75-öd része a tehéntejben. Ez azt jelenti, hogy a takarmányban lévő aflatoxin szennyezés, a tejjel ellentétben, más állati termékekben csak igen kis mértékben halmozódik fel. (JECFA 2001)

### 2.1.2. Trichotecének

A mikotoxinok több csoportja közül a trichotecén vázas vegyületeket, (mint a DON-t, nivalenolt, T-2toxint, HT-2 toxint) a *Fusarium* nemzetség több faja is termeli (*F. acuminatum*, *F. equiseti*, *F. poae*, *F. sporotrichoides*, *F. graminearum*).

Ezek a penészgombák képesek szinte valamennyi gabonafélén megtelepedni. Nagyfokú ellenállóképességük következtében toxinjaik jelen vannak állati takarmányokban

és élelmiszerekben, amelyek toxin-szennyezettsége súlyos problémákat és gazdasági károkat okoz mind a fejlődő, mind a fejlett országokban (1. kép, 2. kép).



1. kép Őszi búza *Fusarium* fertőzöttsége (forrás: web3)



2. kép *Fusarium* fertőzés kukoricán (forrás: web4)

Szerkezeti jellemzőik alapján két kategóriába oszthatók fel: trichotecén A és trichotecén B típusú toxinokra. Az A típusú toxinok közé tartoznak az igen mérgező hatású HT-2 és T-2 toxinok. B kategóriába tartozik a deoxynivalenol (DON). (Broekaert et.al. 2015)

Ezek a vegyületek gyakran idéznek elő reprodukciós zavarokat és a női- valamint a hím nemi működésre egyaránt negatív hatással vannak, továbbá a fejlődő magzatot is károsíthatják.

#### 2.1.2.1. Deoxynivalenol (DON)

A toxinnal kapcsolatba hozható tünetek között szerepel az akut lefolyású hányás, hasmenés, hasi fájdalom. (Ghareeb et.al.2015)

A DON általános hatásai között szerepel, hogy az állatok visszautasíthatják a takarmányt (Forsyth et. al. 1977, Pierron et. al. 2016).

Flannery és munkatársai egérkísérletekkel bizonyította, hogy intravénásan adva a 1 és 5 mg/testtömeg kg DON-t 2,5-szeresére nőtt az YY peptid (PYY) szintje, mialatt az állatok nem vettek magukhoz élelmet (Flannery et. al. 2012). Magát a hormont a vékony és a vastagbél választja ki abból a célból, hogy csökkenjen a táplálék felvétele.

Baromfikban a DON felszívódása rendkívül gyorsan történik, főképp a gyomor-béltraktus elülső szakaszain, és a felvett mennyiséghez képest jóval kevesebb jelenik meg a bélsárban (Lun et al., 1988).

A kérődzők étrendje tartalmaz gabonafélékből felvehető keményítőt és fehérjetakarmányokat. Ez a változatos étrend növeli a mikotoxin-kitettség esélyét.

A kérődzők mégis kevésbé érzékenyek a mikotoxinokra, mint a monogasztrikus állatok, mivel a bendőmikrobióta és a bendőkamrában lévő takarmányrészecskék hatékonyan képesek inaktiválni vagy adszorbeálni a toxikus molekulákat, amellyel védik a gazdaállatot (Fink-Gremmels et.al. 2008, Niderkorn et. al. 2007).

Bár a DON nem okoz heveny mérgezést a kérődzőkben, hosszan tartó felvételt követően mégis képes gazdasági károkat okozni, mint például testtömeg gyarapodás elmaradása. (Morgavi et.al. 2007)

Az Európai Unió T-2 és HT-2 toxinokra állapított meg ajánlást, csupán keverék takarmányok esetében, aminek értéke 0,25 mg/kg. Deoxynivalenol esetében az irányelvek 0,9 mg/kg sertéstakarmány esetében, 5 mg/kg kiegészítő takarmányok esetében. (2006)

#### 2.1.2.2. T-2 toxin

A *Fusarium* nemzetség által termelt mikotoxinok közül a T-2 toxin bizonyult a legtoxikusabbnak.

Számos kísérlet bizonyítja sejtkárosító hatását. Egyik legrégebben ismert T-2-indukálta jelenség a lipidperoxidáció fokozása, ezzel együtt a szabadgyök-képződés indukálása (Iwahashi et.al. 1982)

Napjainkig számos vizsgálatot végeztek T-2 toxin haszonállatokra gyakorolt hatásának kimutatására. Ezek a tanulmányok azt mutatják, hogy a toxinra legérzékenyebb állatok a sertések, míg a legkevésbé a kérődzők reagálnak a takarmányban lévő toxikus vegyületekre (Hussein et. al. 2001). Ennek oka a kérődzők bendőjében élő szimbionta

mikroorganizmusok (protozoonok és baktériumok), amelyek a toxin nagy százalékát átalakítják, így biológiai hatásukat semlegesítik.

A T-2 toxin erősen mérgező vegyület, okozhat hányást, hasmenést, szövetelhalást, belsőszervek bevézését, ezenkívül jelentős az immunszuppresszív hatása is. Könnyen okozhatja az állatok takarmány visszautasítását, terméketlenséget és vetélést (Broekaert et.al. 2015)

A T-2 mikotoxin mind a női- mind, pedig a hím nemi működést károsíthatja. (Huszenicza et.al. 2000).

A T-2 toxin képes áthatolni a placentán (Lafarge-Frayssinet et al., 1990; Lakatos et al, 2024), így a fejlődő magzatot károsíthatja. Vemhes egerek szennyezett takarmánnyal történő etetését követően a csecsemőmirigy sorvadását észlelték a magzatokban (Holladay et al.,1993).

### 2.1.3. Zearalenon

A zearalenon endokrin diszruptorként működik a szervezetben. Az endokrin diszruptor (ED) elnevezés egy gyűjtőfogalom. Azok az anyagok viselkednek ED-ként, amelyek egy bizonyos dózisban az állati/emberi szervezetbe kerülve, kémiai szerkezetüknek köszönhetően az endokrin rendszer receptorainak agonistájaként vagy antagonistájaként befolyásolják a hormonális működést. Már igen kis dózisú ED is káros hatással lehet az élőlények hormonrendszerének működésére (Calabrese et. al. 2003).

A zearalenon (ZEA) vagy F2 mikotoxin egy erős hatású mikoösztrógen. erőteljes immunszuppresszív hatással rendelkezik.

A ZEA-mérgezés egyik legismertebb és legjobban kutatott irányvonala az állatok szaporodásbiológiájára kifejtett hatása miatt.

A rendszer működésbeli rendellenességei a szaporítószervek fejlődésén, anatómiáján mutatkoznak meg először. A ZEA hatására korai pubertás, a méh megnagyobbodása, a petefészkek tömegének abnormális növekedése tapasztalható. (Denli et. al. 2015)

A mikotoxin a mellékvese, a pajzsmirigy és az agyalapi mirigy hormontermelő sejtjeit egyaránt károsíthatja.

Egy 2004-ben elvégzett élelmiszerhigiéniai vizsgálat kimutatta, hogy az Európából származó 5010 gabonaminta 32%-a tartalmazott ZEA mikotoxint (Lawrence et.al. 1988). Fazekas és munkatársai 1996-ban Magyarországon végzett felmérése a vizsgált gabonaminták 17%-ában mutatta ki a ZEA-t (Fazekas et. al. 1996)

Legfontosabb és legjobban ismert hatása a szaporodásbiológiai elváltozások előidézése: anösztrusz, álvmehesség, halvaszületések arányának növekedése, esetlegesen a vemhes állat magzatának fejlődésében beálló káros elváltozások (Jócsák et.al. 2017).

A ZEA többféle módon is károsíthatja bizonyos sejtek működését. Különböző állatfajokból származó, petefészkekből, veséből, csontvelőből és májsejtekből előállított sejt kultúrákon végzett kísérletek során bizonyították a ZEA apoptotikus hatását (Bouaziz et al, 2008, Minervini, et al, 2006); emellett a DNS fragmentálódását is előidézheti, rákkeltő hatású, leállíthatja a sejtciklust (Abid-Essefi, s. – Baudrimont, I. et. al. 2003), károsíthatja a kromoszómákat, így elősegíti a mikronukleuszok (sérült kromoszómatermelékek) keletkezését is (Malekinejad, et.al 2006, Ouanes et.al. 2003).

#### 2.1.4. Fumonizin B1

A fumonizinek a nyolcvanas évek óta ismert mikotoxinok, amelyeket négy csoportba (A, B, C, P) sorolhatunk. A ma ismert számos fumonizin közül a FB1-nek van a legnagyobb állat- és humánegészségügyi jelentősége.

A fumonizin B1 (FB1) mikotoxint leginkább a kukoricán megtelepedő *Fusarium verticilloides* és vele rokon gombafajok termelik. Fumonizinekkel szennyezett takarmány fogyasztása többek között agylágyulás (equine leucoencephalomacia) és tüdőödéma kialakulását váltja ki háziállatokban. De az FB1 más és más állatfajokban eltérő elváltozásokat okozhatpl.: lovakban encephalomaláciát okoz, sertésben tüdővízenyőt, patkányokban máj és vese elfajulást, és akár rákot is okozhat. Ezen felül a fumonizinek képesek hatni a bélműködésre, gátolják a nyersfehérje és az aminosavak látszólagos ileális emészthetőségét hízó sertésekben akár rövid (7 nap) vagy hosszabb távú (21 nap) fogyasztás esetén is (Kovács et. al. 2010, Zeebone et.al. 2022).

Sejtkárosító hatásai közül legismertebb a DNS-, RNS-, valamint protein szintézis gátlása és apoptózis indukálása. A T-2 szaporodásbiológiai zavart okozó hatásai is ismertek, többek között a spermaminőség romlását, késleltetett ovulációt, csökkent progeszteron szintet eredményezhet, valamint fetotoxikus hatásait is dokumentálták. (Somoskői et al 2011).

### 2.1.5. A mikotoxinok hatása az állati szervezetre

A mikotoxin hatását befolyásolja a fogyasztás időtartama a máj, mint detoxikáló szerv működőképessége, valamint a szervezetben jelenlévő különböző mikotoxinok együttes, vagy egymásra gyakorolt hatása. (Várnagy 2022) A jelenlegi kutatások azt mutatják, hogy az alacsony dózisnak való kitettség nehezen megjósolható mellékhatásokkal jár. A megfigyelt változásokat az alkalmazott dózis és az expozíció időtartama befolyásolja. (Gajceke et .al. 2022)

A mikotoxinok hosszúhatása nőivarú állatokban súlyos terméketlenséget válthat ki. Romlik a vemhesülési arány, és megnő a visszaivarzások száma, álvemhesség alakulhat ki. Növekedhet a holt magzatok száma, az almok szórtsága, újszülött ösztrogén szindróma is kialakulhat.

### 2.2. Az európai dámszarvas (*Dama dama*)

Megjelenése: A gímszarvashoz hasonlítva kisebb, zömökebb testfelépítésű. A bikák átlagos zsigerelt testtömege 55-65 kg, a teheneké 35-40kg, de egyre többször mérnek 90 kg feletti bikákat is. A bikák testtömege barcogás előtt ún. faggyas korban, a teheneké ősszel (november) a legnagyobb. A normális testszínű dām szőrzete rozsdavörös, a bikáké sötétebb. Ez a szín a test felső felére jellemző, melyet pénzérme nagyságú foltok díszítenek. A nyakon és a háton egy sötét ún. hátcsík húzódik, mely a faroknál szétválk és a tükör szegélyét is adja. Ezen kívül előfordul fehér és fekete színváltozata is. (Faragó S. et.al. 2015)

Magyarország területére Mátyás, vagy az Anjou-királyok idején telepítették be. A korábban szorgalmazott telepítési programnak köszönhetően mára csak az összefüggő hegyvidéki erdőségekben nem honos.

Szaporodása: Szeptemberre a fiatal bikák is letisztítják lapát formájú agancsaikat, ez a felhalmozás időszaka is, a bikák faggyas korba lépnek. Szaporodásukat barcogásnak hívjuk, ez november elejéig elhúzódhat. Vemhességi ideje 225-230 nap, a barcogás elhúzódása miatt a borjak május-július eleje között látják meg a napvilágot.

Táplálkozása: Hazai nagyvadfajok egyik „legigénytelenebbike” a táplálék összetételét illetően. Legszívesebben erdei fák rügyeit, hajtásait fogyasztja. Mezőgazdasági kultúrákban rágásával okoz kárt. Legelő típusú táplálkozása van.

Vadgazdálkodási jelentősége: Elsősorban azokra a területekre telepítették be, ahol nincs, vagy gyenge a gímszarvas állománya. Ahol fővadként szerepel, a vadgazdálkodás



alapját képezi, ahol gyengébb állománya található, inkább színező vadfajként szerepel. (Farago S. et.al., 2015)

### 2.3. A kocsányos tölgy (*Quercus robur*)

A kocsánytalan tölgygel (*Quercus petraea*) váltakozva Európa nagyrészen a kocsányos tölgy az uralkodó tölgy faj. Magányosan hatalmas, (35-40m) feltörő ágrendszerű, gömbös/félgömbös, csaknem a törzsig vissza záró lombkoronájú fák.

Törzse sötét szürke, néha bordás kérgű. Levelei rövid nyelűek, mélyen karéjosak, osztottak és vállukon jellemzően „fülecskék” találhatóak.

A porzós barkavirágok kis csomói a lombfakadáskor sárgászöld színűek, a termős virágok barkái rövidebbek. Termései, a makkok hosszú kocsányon pikkelyes csészeszerű kupacsokban fejlődnek. Bőséges termése ellenére csak kevés csírázik ki, a nagyvadak, közülük a dámszarvas is előszeretettel fogyasztja.

A növények, mint ahogy a tölgyek gombafertőzöttségére és toxin terheltségére számos körülmény hatással van, mint például az időjárási viszonyok eltérő alakulása. Emellett a minták toxintartalmát befolyásolja a gyűjtési időpont, a gyűjtési módszer és a tárolási mód. Esetünkben a lombkoronából gyűjtött makkok mikotoxin terheltségének alakulását kívántuk vizsgálni. Szakirodalmi adatok alátámasztják, hogy eltérő gombafajok kolonizációjával találkozhatunk a fáról gyűjtött, és a talajra lehullott makkok megfigyelése során. Ezáltal eltérő típusú mikotoxinok jelenléte mutatható ki a gyűjtés helyétől függően. Míg a talajról gyűjtött mintákból elsősorban *Fusarium* és *Trichoderma* toxintermelő fajokat, és az általuk termelt (másodlagos) anyagcseretermékeket lehet kimutatni, a lombkoronából gyűjtött minták leggyakrabban *Aspergillus* nemzetség általi fertőzöttséget mutatnak (Jankowiak et. al. 2008).

### 2.4. A Nemzeti Ménesbirtok és Tangazdaság bemutatása

#### 2.4.1. Megalakulástól napjainkig

A Nemzeti Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. jogelődje az 1784-ben alapított Mezőhegyesi Ménesbirtok, amely nemcsak Magyarország, hanem Európa legrégebbi állami birtoka. A monarchia uralkodónőjének, Mária Teréziának volt a gondolata, hogy a császári

és királyi hadsereg utánpótlás lóval való ellátása érdekében katonai ménesbirtokot hozzon létre. A birtok Csekonics József vértesskapitány parancsnoklása és tervei alapján 18 127 ha legelő pusztán alakult meg kifejezetten legelőre alapozott lótenyésztés céljából.

1876- Az iparinövény-termesztés, valamint a sertés- és szarvasmarha-tenyésztés beindulásával a birtokon fejlődés vette kezdetét.

A századfordulóra Európa egyik legmodernebb, legnagyobb mezőgazdasági üzeme épült ki saját telefon-, távíró- és kisvasúthálózattal, ipari üzemekkel, mint a kendergyár, cukorgyár, fa- és állatifehérje-feldolgozó, malom, vágóhid, szeszgyárak, szeszfinomítók.

Az I. világháború nem okozott különösebb veszteséget Mezőhegyesnek.

A II. világháború során azonban súlyos veszteségek érték a birtokot. Eszközeit, gépeit, tenyészállatait és egyéb értékeit Ausztriába, végül pedig a bajorországi Bergstettenbe szállították.

A 70-es években állami gazdaságként, majd a mezőhegyesi cukorgyárral 1981-ben végrehajtott egyesítés után, mint mezőgazdasági kombinát, tipikusan szocialista nagyüzemként. A termelési szerkezet négy fő növény termesztésére, négy állatfaj tenyésztésére és a megtermelt, illetve termeltetett alapanyagok részbeni feldolgozására épült.

Fácántenyésztés 1500 db-os fácán törzsállomány tojásával, keltetésével és 15 ezer kihelyezett fácán téli levadásztatásával zajlott.

Itt említhető meg még a kb. 250 db-os dám, a 650 db-os őz- és az ugyancsak vadászati célokat szolgáló vadnyúl-állomány. Valamennyi növény esetében folyt vetőmag-, és valamennyi állatfajnál történt tenyészanyag-előállítás és -értékesítés.

2017. január 1-jétől Nemzeti Ménésbirtok és Tangazdaság Zrt. néven működik tovább. A birtok összterülete 9862 ha, amiből szántóterület 8067 ha. A dolgozói létszám 520-550 fő. (Web 5.)

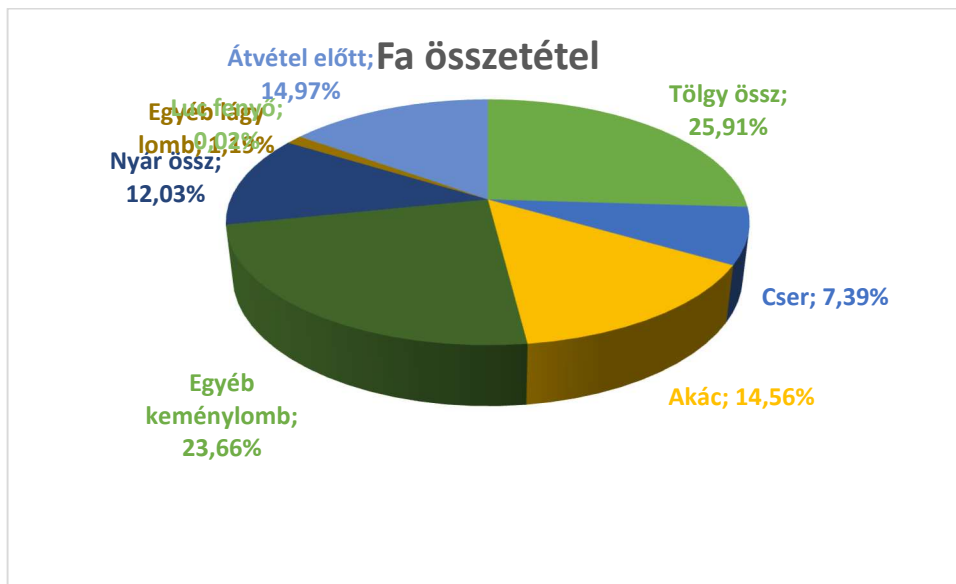
#### 2.4.2. Vadgazdálkodás:

A Nemzeti Ménésbirtok és Tangazdaság Zrt. üzemi vadászterülete Mezőhegyes közigazgatási határát foglalja magába 15465 ha területen. (3. kép)



3. kép 04-955550-103 vadgazdálkodási egység

Erdősültsége 10%, jellemzően tölgyesek, akácok és egyéb kemény lombú erdőkkel szabdalt a terület. (2.Ábra)



2. ábra A mezőhegyesi vadászterület fa összetétele

Fő vadfaja a dámszarvas, az őz, az apróvadak közül a fácán, és mezei nyúl.

A 2022. évben becsült állomány dámszarvas esetében 582 db volt.

A 2022/23. évre vonatkozó állomány becslési adatok a következők (3. ábra):

<b>Vadállománybecslés és vadgazdálkodási terv 2022</b>		
<b>04-955550-103 VG-egység kódszámú vadászterületen</b>		
Vadállomány		Becsült példány
Gímszarvas	bika	
	tehén, ünő	
	borjú	
	összesen	0
Dámszarvas	bika	124
	tehén, ünő	305
	borjú	153
	összesen	<b>582</b>
Őz	bak	220
	suta	300
	gida	270
	összesen	<b>790</b>
Vaddisznó	kan	
	koca	
	süldő	
	összesen	
Mezei nyúl		<b>900</b>
Fácán		<b>1500</b>
Fogoly		

3. ábra 2022.évi vadgazdálkodási terv

A Zrt 8067 hektáron folytat intenzív növénytermesztést, főleg búza, árpa, hibridkukorica vetőmagvak előállításával, de áru és takarmánynövény előállításal is foglalkozik úgy, mint napraforgó, szója, perje félék, lucerna. 5171 hektáron folytat öntözéses gazdálkodást. A folyamatos vízellátottság és a megváltozott klimatikus körülmények hatására megjelent (Európa-szerte) a mikotoxin szennyezettség a megtermelt növények esetében. A vetőmag feldolgozás során a Zrt folyamatosan figyelemmel kíséri az alábbi mikotoxin koncentrációt aflatoxin és DON tekintetében.

## 2.5. ELISA módszer

Az enzimhez kötött immunszorbens assay (ELISA) egy általánosan használt analitikai biokémiai vizsgálat. Antigén-antitest reakción alapuló specifikus és érzékeny módszer, mellyel már nagyon kis koncentrációban jelenlévő antigén sajátságot mutató

molekulák mennyisége is meghatározható. A vizsgálat egy szilárd fázisú enzimimmunpróba (EIA) típusát használja egy ligandum (általában egy fehérje) jelenlétének kimutatására egy folyékony mintában a mérendő fehérje ellen irányuló antitestek segítségével. (Web 3)

A vizsgálat folyamán a mintából származó antigéneket egy felülethez rögzítik. Ezt követően egy antitesttel megkötik az antigént, ezt az antitestet egy enzimhez kötik, így a megfelelő reagens hozzáadásával láthatóvá válik, hogy a minta tartalmazta-e a keresett antigént.

A módszer többféle típusát különböztethetjük meg, az antigén-antitest reakció szerint lehet nem kompetitív, illetve kompetitív módszer, a meghatározás módja szerint lehet szilárd fázisú (heterogén) assay, vagy homogén assay. Számos jelölési lehetőség is elérhető, például radioizotópos, kovalens fluoreszcens, kovalens lumineszcens, kovalens enzim jelölés. (Suleyman 2015)

Vizsgálataink során többnyire indirekt, kompetitív eljárást alkalmaztunk. Az antitestek jelölésére torna peroxidáz (HRP) enzimjelölést alkalmaztunk, melyet kromogén szubsztráttal (TMB) reagáltattunk. A reakció során színváltozás történik, az átalakított kromogén mennyiségét az abszorpciós maximumnál mért optikai denzitás mérésével követhettük.

## 3. A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI

### 3.1. Mintavételezés

Dolgozatomban a mezőhegyesi európai dámszarvas populációjának mikotoxin terheltségét kívántam megvizsgálni. A mintavételezés a Nemzeti Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. üzemi vadászterületén egyéni vadászatok alkalmával, a terület több pontjáról történt. A 2022/23 vadászati év folyamán 8 db dám tehénből sikerült mintát gyűjteni. A mintavételezés az elejtést követően történt vér, májmetszet, izom, tej és bélsár vételezéssel. Egy állatból sikerült magzatot gyűjteni, melynek a májából történt a mintavételezés.

A vérmintát 50 ml-es falcon csövekbe vettem. A vérsavó kicsapódását követően azt egy pipetta segítségével 2 ml-es feliratozott Eppendorf csövekbe helyeztem, majd a vizsgálatokig  $-20\text{ C}^{\circ}$ -on tároltam.

A májmetszetet (egy körülbelül 4x4 cm-es darab) a máj elülső részéből vettem.

Az izom metszetet a comb belsejéről a keresztcsont átmetszésénél vettem. A máj és izom mintákat külön mintavevő tasakokban szintén  $-20\text{ C}^{\circ}$ -on tároltam a vizsgálatokig.

A tejmintákat az elejtést követően zsigerelés előtt 50 ml-es Falcon csövekbe gyűjtöttem.

A bélsár mintákat zsigerelés közben a végbélből vettem.

A tölgymakkokat lehullás előtt a fák alsóbb ágairól vételeztem, majd kupacs nélkül, jól szellőző papírzacskókban tároltam őket a vizsgálatok megkezdéséig.

### 3.2. A minták előkészítése

A minták előkészítési folyamatai, és a kutatás alapját képező vizsgálatok a MATE Genetika és Biotechnológia Intézet, Szaporodásbiológia és Toxikológia csoport laboratóriumaiban történtek. A 004-09/2018 számú MÁB engedélyre hivatkozva (melléklet), a szakdolgozati munka során végzett vizsgálatokhoz speciális állatkísérleti engedélyre nem volt szükség.

### 3.2.1. A dámszarvas minták előkészítése

A dámszarvasból származó felolvasztott máj- és izommintákat késes homogenizátor segítségével daráltuk homogén állagúra. A darált mintákat 50 ml-es Falcon csövekbe helyeztük, melyekből a szükséges méréseknek megfelelő számban 0,5 grammonként mértük szét a vizsgálni kívánt egységeket 2 ml-es Eppendorf csövekbe.

A felolvasztott bélsár minták egy grammonként kerültek szétosztásra 15 ml-es csövekbe. Az azonnal fel nem használt mintákat  $-20\text{ C}^\circ$  tároltuk az egyes mérésekig.

A kiolvasztott tejmintákat 30 percig  $4\text{ C}^\circ$ -on, 4000 g-n centrifugáltuk. A centrifugálás eredményeként a minták három fázisra különültek el: egy alsó szilárd fázis, középső folyadékfázis, és egy felső zsíros fázis keletkezett. A vizsgálatokhoz a középső fázisra volt szükségünk, melyet úgy értünk el, hogy a felső zsíros réteget keresztül szűrtük egy 1000  $\mu\text{l}$ -es pipettaheggyel, hogy hozzáférhetővé váljon a folyadékfázis. Utána tiszta heggyel átpipettáztuk a felülúszó részt 2 ml-es feliratozott Eppendorf csövekbe, mennyiségtől függően egységes aliquotokat képezve.

A hormonmérések vérmintákból történtek, melyekhez a mintagyűjtést követően a vérminták sejtes-, és plazma állományát centrifuga segítségével választottuk szét. A vizsgálatok során a vérplazma került felhasználásra. Mint minden mintát, a mikotoxin mérésekig a vérplazmákat is  $-20\text{ C}^\circ$ -on tároltuk.

### 3.2.2. A makkminták előkészítése

A begyűjtött kupacs nélküli makktermések egészét takarmánydaráló (Janke & Kunkel) segítségével őröltük finom porrá, majd 50 ml-es Falcon csövekbe helyeztük át. A mintákat öt grammonként mértük szét, melyeket  $-200\text{ C}^\circ$ -on tároltuk a további felhasználásig.

## 3.3. Immunoassay vizsgálatok

A vizsgálandó minták mikotoxin tartalmának mennyiségi meghatározására ELISA (enzyme-linked immunoassay/enzimhez kötött immunszorbens próba) alapú kompetitív immunoassay méréseket végeztünk, a piacon kapható kitek segítségével.

A dámszarvasból származó máj- és izommintákból a mérések megkezdése előtt extraktumot készítettünk. A kimért mintákat tartalmazó csövekbe egy-egy acélgolyót helyeztünk, majd a vizsgálandó toxintól függően kétszeres mennyiségű (1 ml) extrakciós oldatot adtunk. Aflatoxin és DON esetében 23 % etanol, FB1 és T-2/HT-2 estében 70% metanol jelentette az extrakciós oldatot. Zearalenon mérés előtt a mintákhoz 750 µl nátrium-acetátot és 2 µl β-glükuronidáz/arilszulfatáz enzimet adtunk a mintákhoz (Roche Diagnostic, LOT: 36799622), majd 37 C°-on 3 órán keresztül inkubáltuk a kapott elegyet. Ezután a zearalenon mérések előtt a mintákhoz szintén adtunk acélgolyót, majd kétszer 20 másodpercig homogenizáltuk a mintákat homogenizátor segítségével. Ezt követően a mintákat síkrázógépen, 250 rpm-en ráztuk 20 percig, majd 15 percig, 4 C°on, 6000 g-n centrifugáltuk. Az így keletkezett felülúszó réteg képezte a mérendő extraktumot, amit feliratozott 1,5 ml-es Eppendorf csövekbe pipettáztuk.

A tejminták mikotoxin mérései előtt a mintákból nem volt szükséges külön extraktumot készíteni. A mintákat felolvasztás után 5 percig 8000 g-n centrifugáltuk 4 C°-on minden toxinmérés esetében.

A vérmintákat felolvasztás után 10 percig 4 C°-on, 8000 g-n centrifugáltuk, majd a felülúszót 1,5 ml-es Eppendorf csövekbe pipettáztuk át.

A tej- és a vérminták esetében is a centrifugálás során keletkezett felülúszóval dolgoztunk tovább a mikotoxin méréseknél.

A bélsár mintákból mérés előtt szerves oldószer (Aflatoxin, és DON esetében 23 % etanol, zearalenon estében 70 %-os metanol) segítségével extraktumot készítettünk. Egy percig vortexeltük az oldatot, majd síkrázógépen, 250 rpm-en ráztuk 20 percig. Rázás után a mintákat centrifugáltuk 15 percig, 4 C°-on, 6000g-n. Az így keletkezett felülúszó réteg képezte a mérendő extraktumot, amit átpipettáztunk feliratozott 1,5 ml-es Eppendorf csövekbe.

Az öt grammonként kimért makk minták esetében 100%-os metanol és acetonitril hozzáadásával készítettünk extraktumot, amit síkrázógépen 20 percig 250 rpm-en ráztunk. Rázás után az oldatot szűrőpapír segítségével tisztítottuk meg a makroszkópikus részekről.

A vizsgálatok során az abszorbancia meghatározását Thermo Labsystems Multiskan EX készülékkel végeztük minden toxin esetében 450 nm-en.



### 3.3.1. Totál aflatoxin mérés

A vizsgálni kívánt minták totál aflatoxin szintjének megállapításához Toxi-Watch (Soft Flow Kft.) immunoassay kitet használtunk. A minták extraktumait hígítva vittük fel az ELISA plate-ekre. A szervminták esetében ötszörös, a bélsárminták esetében tízszeres, a makkminták esetében tízszeres hígítást alkalmaztunk. A vizsgálatok során kétszeres ismétléssel dolgoztunk. A plate-re először a standard oldatsort vittük fel, majd wellenként 50 µl-t a mintákból. A minták után az AFLA–HRP konjugátumot, majd az anti–aflatoxin antitestet vittük fel 50 µl/well mennyiségben, 8 csatornás pipettával. A plate-et 150 rpm rázatás mellett 30 percig sötétben inkubáltuk. Az inkubációt követően a wellék tartalmát (10%-os hipót tartalmazó) gyűjtőtartályba ürítettük, majd háromszor átmostuk 200 µl mosófolyadékkal wellenként. A mosási folyamat utolsó lépéseként plate-et nedvszívó papírhoz ütögettük. Ezután 150 µl szubsztrátot mértünk a wellékbe nyolccsatornás pipetta segítségével, majd újabb inkubáció következett tíz percig (fénytől védve, szobahőmérsékleten). A megfelelőkék színreakció megjelenésekor 50 µl stop folyadékkal (1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) leállítottuk a reakciót, mely sárga színváltozással járt.

### 3.3.2. Zearalenon mérés

A zearalenon szint meghatározásához Ridascreeen (R-Biopharm, Art. No. R1401) kitet alkalmaztunk. A máj-, bélsár-, és makkmintákat az előző bekezdésben leírt módon hígítottuk. A tejminták hígítása 2:1 arányban történt hígítópufferrel. A 96-lyukú microtiter plate-re először a standard oldatokat vittük fel, majd a hígított mintákat. Mind a standard minták, mind a vizsgálandó minták esetében 50 µl mennyiséget alkalmaztunk. A méréseket kétszeres ismétlésben végeztük. A minták felvitele után wellenként 50 µl konjugátum oldatot vittünk fel nyolccsatornás pipetta segítségével, majd a plate-et fóliával lezártuk, majd két órán át inkubáltuk fénytől elzárva, 37 C°-on 150 rpm rázatás mellett.

Az inkubáció után átmostuk a plate-et, wellenként 250 µl desztillált vízzel (DW) az előző bekezdésben leírtakhoz hasonlóan. A mosás után 50 µl szubsztrátot és 50 µl chromogent mértünk a wellékbe, melyet 30 perc inkubáció követett szobahőmérsékleten, fénytől védve. Az inkubáció alatt kék színreakció ment végbe, melyet 100 µl stop folyadék (1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) hozzáadásával állítottunk le.

### 3.3.3. Deoxynivalenol mérés

A mintákban található deoxynivalenol mennyiségi meghatározásához Toxi-Watch (Soft Flow Kft.) kvantitatív, kompetitív immuoassay kitet használtunk. Az előző fejezetekben leírtakhoz hasonlóan ebben az esetben is először a 6 pontos standard oldatokat vittük fel a plate-re kétszeres ismétlésben, wellenként 50 µl mennyiségben. Ezt követte a minták felvitele (50 µl/well), majd a DON–HRP konjugátum hozzáadása (50 µl/well). Ezután rögtön 50 µl/well anti–DON antitest oldatot adtunk hozzá a reakcióhoz. A plate-t filmmel lezártuk, alufóliával lefedtük, majd 30 percig inkubáltuk 37 C°-on 150 rpm rázatás mellett.

Az inkubáció után eltávolítottuk a wellekben lévő folyadékot, majd átmostuk a plate-et, 200 µl mosófolyadékkal (15 ml 10X koncentrátum + 135 ml DW). A mosást háromszor ismételtük meg. Ezt követően 150 µl szubsztrátot pipettáztunk a plate-re, majd 10 percig inkubáltuk szobahőmérsékleten, fénytől védve. A megfelelő kék szín megjelenése után 50 µl stop folyadékkal leállítottuk a reakciót.

### 3.3.4. T-2/HT-2 mérés

A tejminták T-2/HT-2 szintjének meghatározáshoz Bio-Shield T-2/HT-2 (ProGnosis Biotech) kitet használtunk. Az előkészítési folyamat eredményeként kapott zsírtalanított tejmintákat 35%-os metanollal ötszörösére hígítottuk. A mikrowell tartóra megegyező számú hígítási microwellt, és antitesttel bevont mikrotiter well-t helyeztünk. Minden hígítási wellbe 200 µl T-2/HT-2 detektáló oldatot mértünk. Ezekbe a wellbe a standard-, és a hígított mintákból egyaránt 100 µl-t pipettáztunk két ismétlésben. A mintákat pipettázás segítségével alaposan összekevertük, majd az így kapott elegyet (100 µl) az antitesttel bevont wellbe juttattuk. Tíz perc szobahőmérsékleten történő inkubálás után a mosás következett 300 µl (1X) mosó oldattal. Összesen négyszer mostuk a platet ezzel a folyadékkal, majd 100 µl TMB szubsztrát oldatot mértünk a wellbe. Ezt öt perc inkubáció követte szobahőmérsékleten, fénytől védve. Utolsó lépésként 100 µl stop folyadék hozzáadásával állítottuk le a reakciót.

### 3.3.5. Fumonizin B1 mérés

Fumonizin B1 mikotoxin szintet bélsár-, máj- és tejmintákból mértünk Toxi Watch (Soft Flow Kft.) segítségével. FB1 mérés esetén a tejmintákat nem hígítottuk. A standard oldatokból és a vizsgálandó mintákból egyaránt 50 µl-t a megfelelő wellbe mértük két ismétlésben. Ezt követően 50 µl konjugátum oldatot pipettáztunk az egyes wellbe, majd 50 µl antitest oldatot adtunk minden egyes mintához. A plate-t lefedtük, majd 37 C°-on inkubáltuk sötétben 30 percen keresztül. Az inkubációt követően 200 µl mosófolyadékkal háromszor mostuk a plate-t. Mosás után 150 µl szubsztrát oldatot pipettáztunk a wellbe, majd legalább 15 percig inkubáltuk szobahőmérsékleten (20–25 C°), sötétben. A megfelelő kék színreakció elérése után 50 µl stop oldattal állítottuk le a reakciót.

### 3.3.6. Aflatoxin M1 mérés

A tejben található aflatoxin M1 (AM1) szint meghatározásához Toxi-Watch AM1 (Soft Flow Kft.) immunoassay ELISA kitet alkalmaztunk. AM1 mérés esetén nem volt szükség a tejminták hígítására. Első lépésként felvittük a standard sort alkotó oldatokat a plate-re, 75 µl/well mennyiségben, két ismétlésben. Ezt követően wellenként 75 µl mintát pipettáztunk a microtiter plate-re, majd 25 µl Aflatoxin– HRP konjugátum oldatot adtunk a mintákhoz. Fénytől és párolgástól védve, a plate-et 37 C°-on 150 rpm rázatás mellett 60 percig inkubáltuk. Az inkubációs idő lejárta után a plate-t öt ismétlésben átmostuk 250 µl hígított mosófolyadékkal (15 ml 10X koncentrátum + 135 ml DW). Minden egyes mosás után a folyadékot gyűjtőedénybe ürítettük és határozott mozdulatokkal nedvszívó anyaghoz ütögettük a plate-et. A mosási folyamat után a wellbe pipettáztuk a szubsztrát oldatot (150 µl/well) 8 csatornás pipettával, majd 20 perc szobahőmérsékleten és sötétben történő inkubáció következett. A szubsztrát által kiváltott kék színreakciót 50 µl stop folyadék hozzáadásával állítottuk le, melynek hatására szalmasárga színváltozás történt.

### 3.3.7. Hormonmérések

A hormonszintek meghatározása minden esetben vérmintákból történt NovaTec immunoassay kitek segítségével, a gyártó utasításainak megfelelően.

### 3.3.7.1. Tesztoszteron és ösztrogén (E2) mérés

A standard-, és a vizsgálni kívánt mintákból egyaránt 25 µl-t pipettáztunk a megfelelő wellékbe, két ismétlésben. Ezt követően 100 µl konjugátum oldatot adtunk a mintákhoz. A platet lefedtük, majd 37 C°-on inkubáltuk. Tesztoszteron mérés esetében egy óráig, E2 esetén két óráig tartott az inkubációs idő. Az inkubáció után 300 µl hígított mosófolyadékkal mostuk a platet a már korábban ismertetett módon. A mosást követően 100 µl TMB szubsztrát oldatot pipettáztunk a wellékbe, majd tesztoszteron esetében 15 percig, E2 esetében 30 percig szobahőmérsékleten inkubáltuk a platet sötétben. Végezetül 100 µl stop oldattal állítottuk le a reakciót.

### 3.3.7.2. Progeszteron (P4) mérés

A standard-, és a vizsgálandó mintákból 20-20 µl-t pipettáztunk a megfelelő wellékbe, szintén két ismétlésben. Ezt követően 200 µl progeszteron-HRP konjugátumot juttatunk a mintákhoz. A lefedett platet egy órán keresztül 37 C°-on inkubáltuk. Ezt követően 300 µl mosófolyadékkal mostuk a platet a már előzőleg ismertetett módon. A mosást követően 100 µl TMB szubsztrátot pipettáztunk a wellékbe, majd 15 percig szobahőmérsékleten inkubáltuk fénytől védve. Végezetül 100 µl stop oldattal állítottuk le a reakciót.

## 3.4. Az adatok kiértékelése

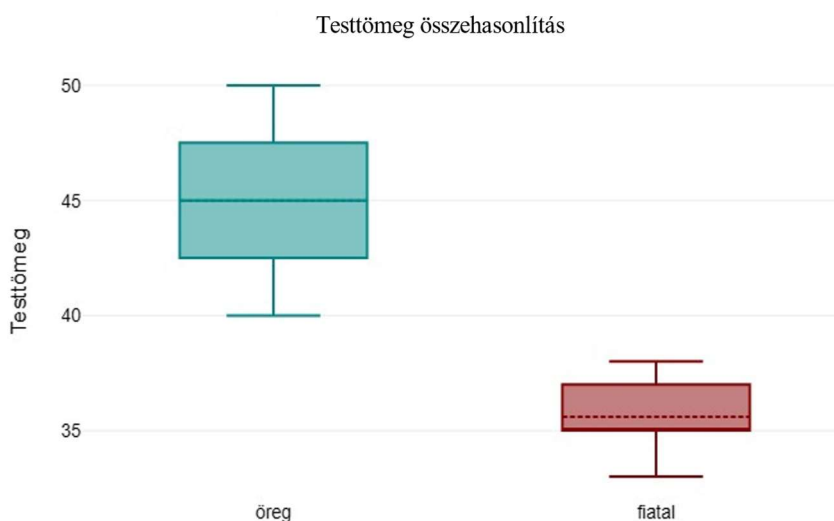
A Thermo Labsystems Multiskan EX készülék által mért optikai denzitás (Optical Density/OD) értékek kiértékelésére, és a standard/kalibrációs görbe felvételéhez ELISA Evaluation Tool (Soft Flow) programot használtunk. A program által kiadott adatokat MS Excelben elemeztük tovább. A statisztikai számítások elvégzésére DATAtab programot használtunk.

## 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### 4.1 Mikotoxinok

Összesen nyolc állatból történt mintavételezés. Az egyéni vadászatok alkalmával elejtett nőstény állatokból máj-, izom-, bélsár-, és tejmintákat, és egy esetben magzati máj mintát gyűjtöttem. A megvizsgált egyedek mintáiban mért különböző mikotoxin szintek nagy eltéréseket mutatnak, ezért azok eredményeit külön-külön mutatom be.

A mintagyűjtés alkalmával idősebb (4-10 évesek) és fiatal állatoktól egyaránt gyűjtöttünk mintákat. Az állatok életkora is meghatározó lehet a toxinterhelés hatásainak megjelenésében, hiszen testtömegük is eltérő, szignifikáns különbség mutatkozik a fiatal és idős állatok testtömege között ( $p$  érték= 0,008) (4. ábra).



4. ábra A dämtehenek testtömegeinek alakulása fiatal és idős korban.

#### 4.1.1 Zearalenon mérés eredményei

A Zearalenon méréséknél is elmondható, hogy nagy szórás mutatkozik az egyes egyedek mintái között. A mérés bélsárból, tejből és májmintából történt. A tejminta vételezés több esetben nem volt kivitelezhető, mert az elejtett egyednek már nem volt teje (meddőség miatt, illetve találokztam olyan tehénnel, amelyiktől nem tudtam tejet levenni, de vemhesült

volt, abban az évben nem vezetett borjat). Legmagasabb ZEA értéket bélsárból tudtuk kimutatni: 26,94 ng/g. Ez az érték magasnak mondható a többi mintához képest, de a klinikai tüneteket okozó 2000 ng/g értékhez viszonyítva még ez is alacsony szintnek számít. A kutatáshoz tartozó korábbi mérések alapján is nagyarányú szórás volt kimutatható, a Tolna és Somogy vármegyei dóm állományokban 0-350 ng/g ZEA értékeket mértek a munkatársak (Plank et.al 2023). Ugyanakkor elmondható, hogy az általam vizsgált egyedek között a bélsár esetében minden mintából kimutatható volt zearalenon. Egy állatból nem sikerült a bélsár mintavételezés: a 00324903 számú tehén végbél szakasza üres volt így, nem volt lehetséges a releváns minta gyűjtése.

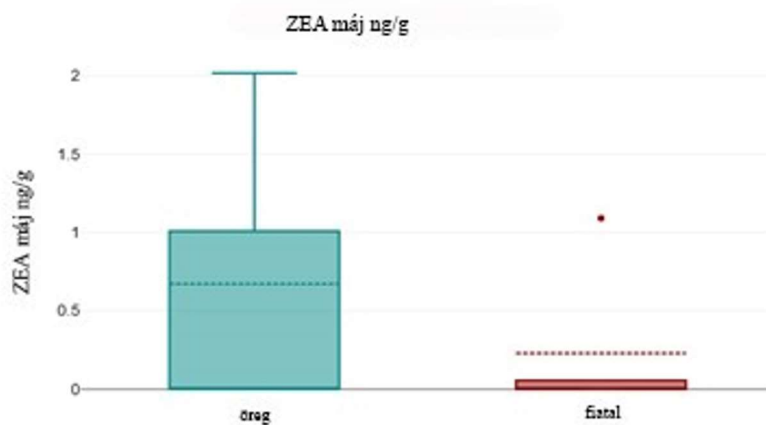
A nyolc vizsgált egyed közül négyből sikerült tejmintát gyűjteni. Ezen minták közül egy esetben sikerült zearalenont kimutatni 0,81 ng/ml koncentrációban.

A májminták esetében három állatból sikerült zearalenont kimutatni (2. táblázat).

2. táblázat ZEA szint mérésének eredményei

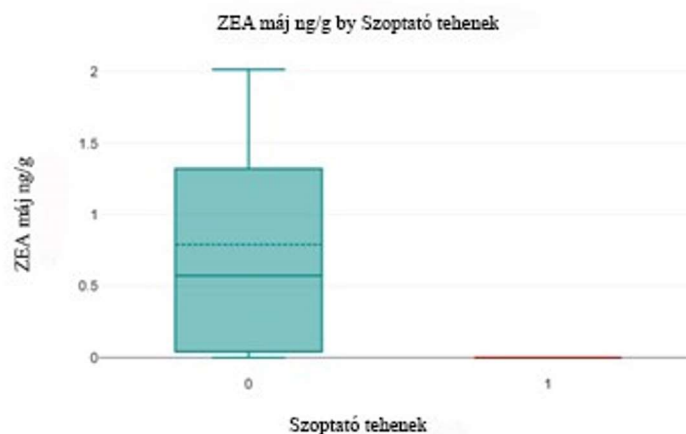
<b>Vadazonosító (Krotália)</b>	<b>ZEA bélsár ng/g</b>	<b>ZEA tej ng/ml</b>	<b>ZEA máj ng/g</b>
00324873	0,05	0	0
00324874	1,18	0,81	0
00324887	4,16	0	0
00324888	9,68	nincs	0,056
00324892	22,77	nincs	1,09
00324896	6,26	nincs	0
00324902	26,94	nincs	2,015
00324903	nincs	0	0
<b>Átlag</b>	<b>10,15</b>	<b>0,20</b>	<b>0,40</b>
<b>Szórás</b>	<b>10,61</b>	<b>0,41</b>	<b>0,76</b>

A fiatal és idős állatok csoportja között nem volt szignifikáns különbség a máj zearalenon szintjét illetően (5. ábra), nagy szórás látható az értékek között, és az alacsony mintaszám is nehezíti a szignifikancia igazolását.



5. ábra Az idős és fiatal állatok májában mért zearalenon szintek összehasonlítása.

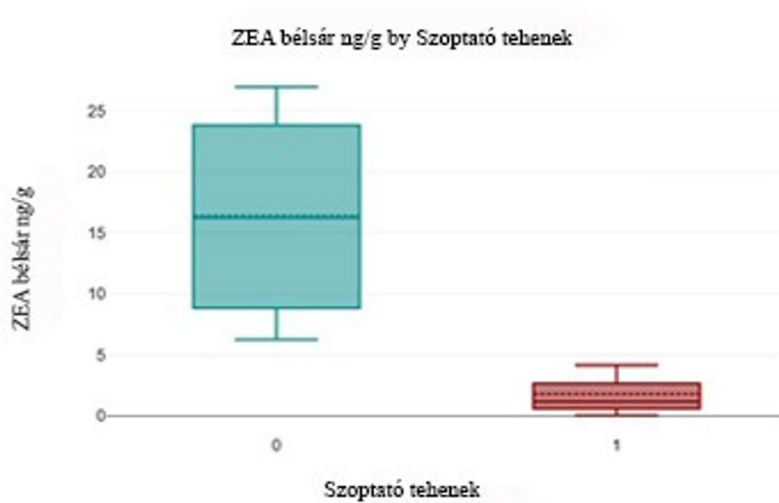
Ezzel ellentétben, megfigyeltük, hogy a szoptató és nem szoptató tehenek között szignifikáns különbség van a máj zearalenon szintjét illetően (6. ábra). Az adatokat Mann-Whitney nem paraméteres próbával hasonlítottuk össze ( $p=0,047$ ). A szoptató állatoknál a zearalenon nem halmozódott fel a májban, a tejtermelés segít üríteni a zearalenont az anyaállatok szervezetéből (Suleyman A, 2015). Ezzel párhuzamosan elmondható, hogy az utódok zearalenon kitétsége igen korán megkezdődik, hiszen már az anyatej fogyasztásakor találkoznak a mikotoxinnal.



6. ábra A zearalenon szint alakulása a májban a szoptató, és nem szoptató egyedek között, ahol 0 csoport jelöli a nem szoptató, és 1 a szoptató tehenek csoportját.

A bélsár vizsgálatánál nem tudtunk szignifikáns különbséget kimutatni a szoptató és nem szoptató anyák csoportja között, ugyanakkor jól látszik a trend, miszerint a nem

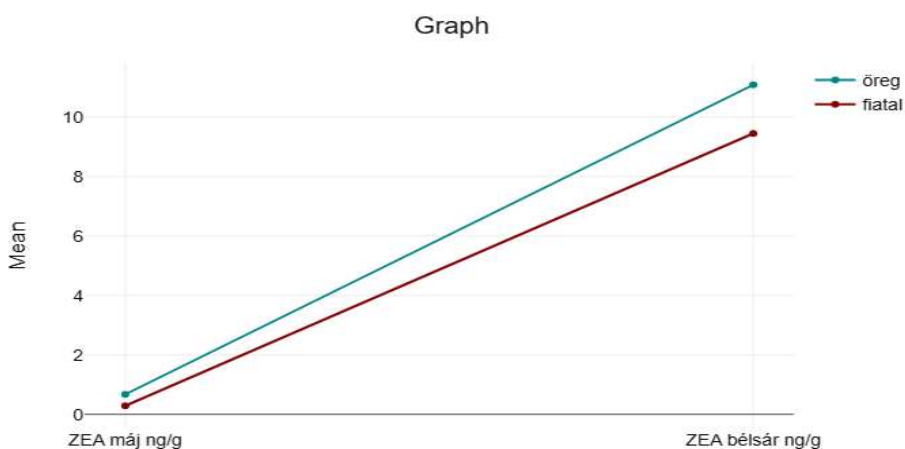
tejtermelő tehenelekben, magasabb a ZEA szint, mint a tejelő nőtényekben (7. ábra). Az adatok összehasonlítására t-tesztet végeztünk, a p érték 0,058.



7. ábra A zearalenon szint alakulása a bélsárban a szoptató, és nem szoptató egyedek között, ahol 0 csoport jelöli a nem szoptató, és 1 a szoptató tehének csoportját.

A korosztályokat tekintve nem látunk szignifikáns különbséget a máj és a bélsár ZEA tartalmát varianciaanalízissel (ANOVA) vizsgálva, ugyanakkor a bélsárban mért totál zearalenon szint szignifikánsan magasabb, mint a májban mért mikotoxin szint (Bonferroni post-hoc teszt,  $p=0,04$ ) (8. ábra).

Három esetben detektáltunk ZEA-t a máj mintákban. Ezek az értékek a bélsárhoz viszonyítva kis százalékot mutattak 0,57%, 4,78% valamint 7,48%. 9ng/g bélsár érték alatt nem tartalmazott a máj minta ZEA-t.



8. ábra A máj és a bélsár zearalenon szintjének alakulása a korosztályok között.



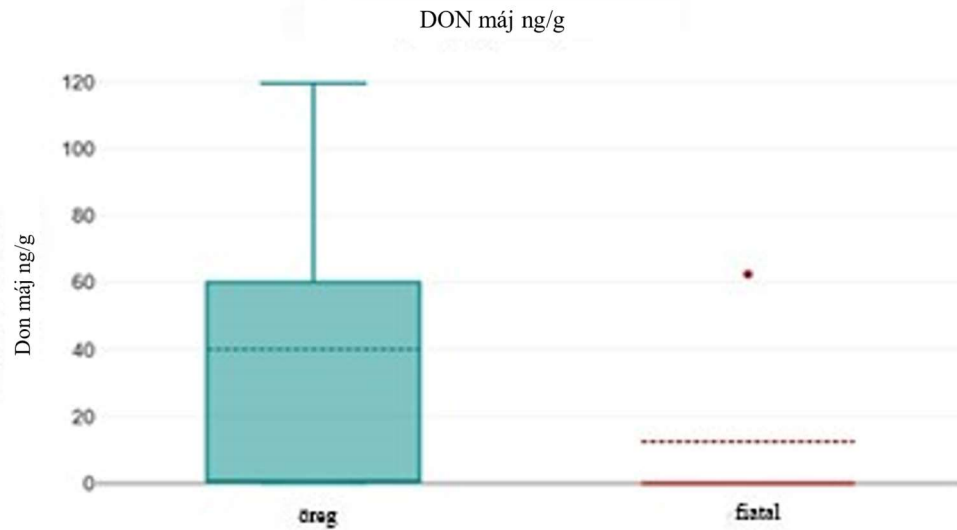
#### 4.1.2. Deoxynivalenol (DON) mérés eredményei

A DON toxin mérés eredményeire is elmondható, hogy nagy szórást mutatnak az értékek az egyes egyedek, és egyes minta típusok között. A mérés szintén bélsár, máj és tej mintákból történt. A legmagasabb értékeket ebben az esetben is bélsárból tudtuk kimutatni (461,19 ng/g). Egy esetben tapasztaltuk, hogy a bélsárminta nem, de a máj minta tartalmazott kimutatható mennyiségű DON toxint, míg tej esetében mind a négy mintában kimutatható volt a toxin szennyezettség (3. táblázat)

3. táblázat A DON toxin szint mérésének eredményei

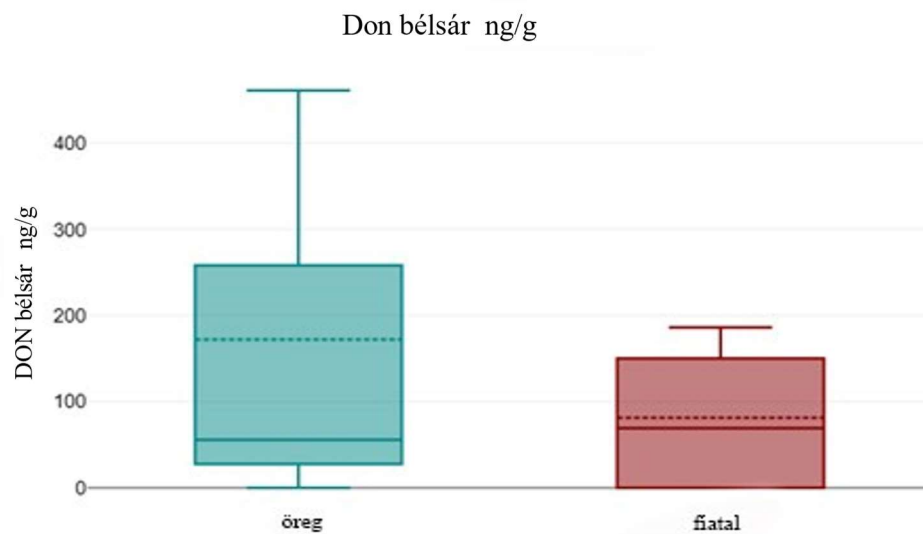
<b>Vadazonosító (Krotália)</b>	<b>DON bélsár ng/g</b>	<b>DON máj ng/g</b>	<b>DON tej ng/ml</b>
00324873	461,19	0,52	25,25
00324874	138,34	0	4,36
00324887	186,20	0	13,63
00324888	0,00	0	nincs
00324892	0,00	0	nincs
00324896	0,00	119,6	nincs
00324902	55,56	0	nincs
00324903	nincs	62,52	0,62
<b>Átlag</b>	<b>120,19</b>	<b>22,3</b>	<b>10,97</b>
<b>Szórás</b>	<b>167,57</b>	<b>44,79</b>	<b>10,98</b>

A korosztályok között nincs szignifikáns különbség a máj DON tartalmát illetően (9. ábra). Mann-Whitney próbával hasonlítottuk össze a csoportokat.



9. ábra DON tartalom idős és fiatal dántehenek májában.

A bélsár deoxynivalnol tartalmát vizsgálva sem mutattunk ki szingifikáns különbséget a fiatal és öreg tehének között. (10. ábra)

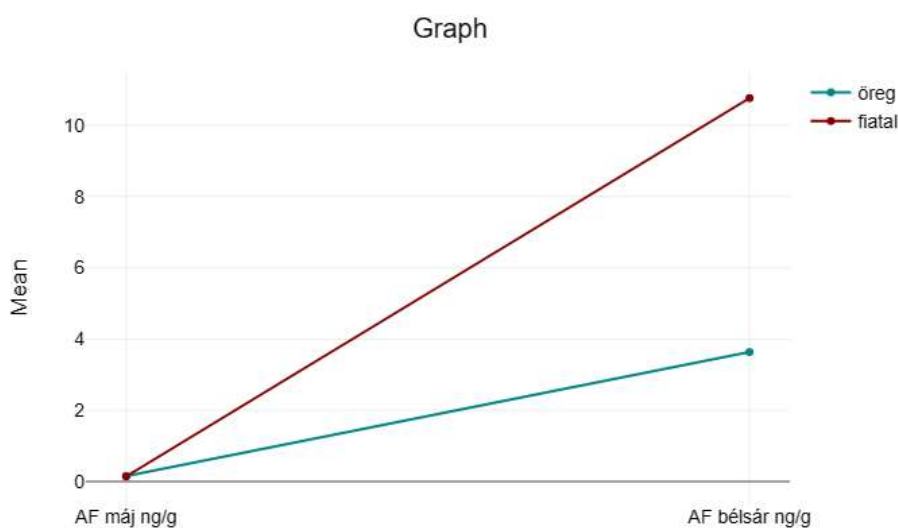


10. ábra Deoxynivalenol szint a bélsárban fiatal és idős állatok csoportjaiban.

### 4.1.3. Aflatoxin mérés eredményei

A begyűjtött minták kivétel nélkül tartalmaztak aflatoxint. A máj, bélsár és izom mintákban totál aflatoxint, tejben aflatoxin M1 szintet mértünk. Az emlősök tejében csak az aflatoxin B1 hidroxilált metabolitja az AFM1 jut át. Legmagasabb aflatoxin metabolit értéket a tejmintákban találtunk. Egy esetben kimagasló, 431,09 ng/ml AFM1 koncentrációt mutattunk ki, ennél az egyednél találtuk a bélsárminták között a legmagasabb totál aflatoxin értéket is (28,64 ng/g). Az izom és máj minták nem mutattak nagy eltérést a mért értékekben. Korábbi vizsgálatok alkalmával a bélsár mintákból tudtak kimutatni 3,54 ng/g értéket (Plank et al., 2023). Humán egészségügyi szempontból a 20 ng/g érték a meghatározó. Ezt a határértéket meghaladó aflatoxin szintet egy egyed (00324887) bélsár és tej mintáinak esetében detektáltuk.

Az aflatoxin máj és bélsár, valamint izom minták vizsgálata során nem találtunk szignifikáns különbséget a fiatal és öreg korosztály között variancia analízissel (ANOVA), viszont a máj és bélsár aflatoxin tartalma között szignifikáns eltérés mutatkozik Mann-Whitney U test elvégzése során ( $p=0,01$ ). A bélsárral ürül az aflatoxin, szerencsére csak kevés raktározódik az állatok májában (11. ábra).



11. ábra Aflatoxin szint máj és bélsár mintákban a különböző korcsoportokban

A szoptató és nem szoptató tehenek csoportjait összevetve nem találtunk szignifikáns eltérést sem a bélsár, sem az izom, sem pedig a máj minták között. (4.táblázat)

4. táblázatAz Aflatoxin szint mérésének eredményei

<b>Vadazonosító (Krotália)</b>	<b>AF máj ng/g</b>	<b>AF bélsár ng/g</b>	<b>AF izom ng/g</b>	<b>AF M1 tej ng/ml</b>
00324873	0,17	2,69	0,38	14,62
00324874	0,00	1,21	0,00	14,00
00324887	0,31	28,64	0,41	431,9
00324888	0,00	10,20	0,25	nincs
00324892	0,26	3,01	0,05	nincs
00324896	0,29	4,37	0,40	nincs
00324902	0,00	3,85	0,13	nincs
00324903	0,14	nincs	0,20	0
<b>Átlag</b>	<b>0,15</b>	<b>7,71</b>	<b>0,23</b>	<b>114,93</b>
<b>Szórás</b>	<b>0,13</b>	<b>9,66</b>	<b>0,16</b>	<b>210,88</b>

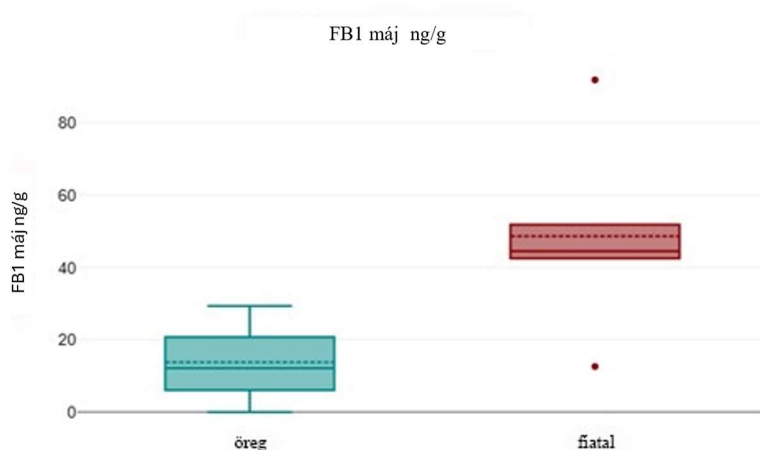
#### 4.1.4. Fumonizin B1 mérésének eredményei

A vizsgált egyedek mintái nagy eltérést mutattak. A fumonizin mérések alkalmával is a 00324887-es egyed mintáiban detektáltunk kimagasló értéket. Legmagasabb értéket nála a bélsár mintából mutattuk ki 1565,95 ng/g. Májminták közül is ennél az egyednél figyeltük meg a legmagasabb (91,87ng/g) értéket. Az említett állattól származó tejmintában, viszont nem tudtunk kimutatni FB1 mikotoxint. A fumonizin B1 jelen volt minden bélsár mintában, viszont egy esetben a máj mintában nem mértünk detektálható szintű mikotoxint (5. Táblázat). Ennél az egyednél (00324873) alacsony volt a fumonizin B1 a bélsárban, nem akkumulálódott a mikotoxin a májban, annak ellenére, hogy egy öreg állattól származnak a minták. A fumonizin B1 képes a tejjel kiválasztódní, mégis csak egy esetben mutattunk ki FB1 jelenlétet a vizsgált tejmintákban.

5. táblázat FB1 toxin szint mérésének eredményei máj, bélsár és tej mintákból

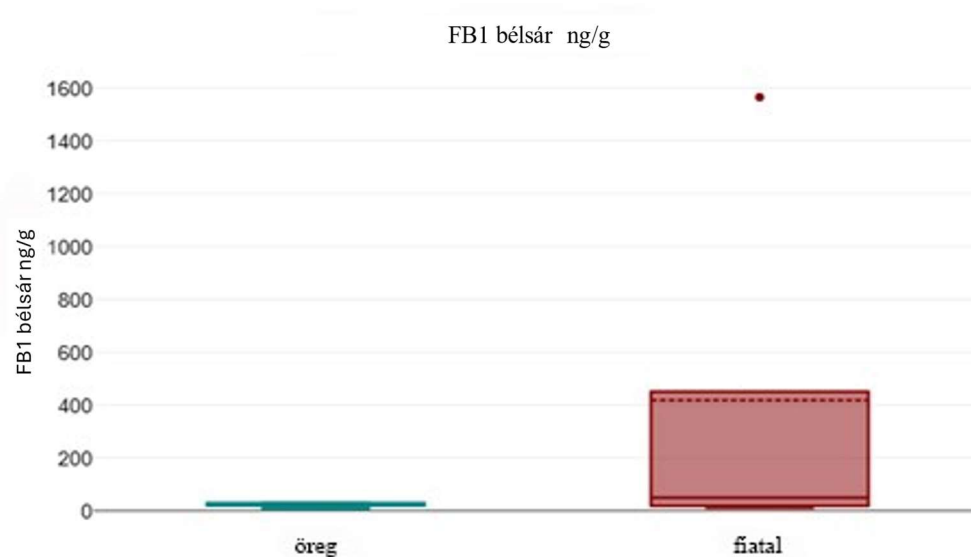
Vadazonosító (Krotália)	FB1 bélsár	FB1 máj	FB1 tej ng/ml)
00324873	9,08	0	0
00324874	20,20	44,46	7,68
00324887	1565,95	91,87	0
00324888	79,68	42,54	nincs
00324892	11,12	51,83	nincs
00324896	29,36	12,10	nincs
00324902	30,69	29,36	nincs
00324903	nincs	12,57	0
<b>Átlag</b>	<b>249,44</b>	<b>35,59</b>	<b>1,92</b>
<b>Szórás</b>	<b>581,01</b>	<b>29,14</b>	<b>3,84</b>

Az idős és fiatal egyedek csoportját összehasonlítva az FB1 mikotoxin esetében nem találtunk szignifikáns különbséget a májmintákban ( $p=0,07$ ). Ennek oka lehet, az alacsony egyedszám, illetve a fiataloknál található kiugró értékek (12. ábra).



12. ábra Fuminizin B1 szint alakulása a májmintákban a korcsoportok között.

A bélsár mintákat összehasonlítva elmondhatjuk, hogy itt sincs szignifikáns különbség a korosztályok között az FB1 mikotoxint tekintve (13. ábra).



13. ábra A bélsár FB1 tartalmának összehasonlítása a korcsoportok között.

#### 4.1.5 Magzati máj vizsgálata

Egy esetben tudtam megfelelő fejlettségi állapotban lévő magzattól májmintát venni. Az anyaállat a 00324902 krotália számú tehén volt. A magzati máj vizsgálata során mind a négy toxin kimutatható volt (aflatoxin, ZEA, DON, FB1). Érdekességként tapasztaltuk, hogy az összes májminta közül a magzati májban mértünk legmagasabb értéket zearalenon és aflatoxin tekintetében. A magzati máj DON szintje 43,28 ng/g volt, míg az anya mintájából nem tudtunk kimutatni deoxynivalenolt. Az FB1 szint az anyaállatban magasabb volt, mint a magzatban (6. táblázat).

Lakatos és munkatársai 2024-ben megjelenő cikkében az anyaállatok és a magzatok mikotoxin szintjeit hasonlították össze. Azt figyelték meg, hogy a zearalenon szint szignifikánsan magasabb volt a magzatok májában, mint az anyaállatokéban (hét mintavételi hely között hat esetben). A vizsgálataink során mi is ezt tapasztaltuk. Az aflatoxin szint közel azonos volt az anyai és magzati mintákban, a DON vizsgálatát követően pedig azt tapasztalták, hogy az anyákban volt magasabb a mikotoxin szint. Egy magzati máj elemzéséből messzemenő következtetéseket nem lehet levonni, inkább érdekességként egészíti ki a dámtehenek mintáinak mikotoxin vizsgálatát. (6. táblázat)

6. táblázat Magzat és anyaállat eredményeinek összehasonlítása

	<b>ZEA máj ng/g</b>	<b>AF máj ng/g</b>	<b>DON máj ng/g</b>	<b>FB1 máj</b>	<b>DON bélsár ng/g</b>
Magzat máj	<b>3,73</b>	<b>1,60</b>	<b>43,28</b>	<b>5,57</b>	
00324902 anya	2,015	0,00	0	29,36	55,56

#### 4.1.6. T-2 toxin vizsgálati eredményei tej mintákból

A T-2/HT-2 mikotoxint csak a tejmintákban mértük, mivel a májból, izom és bélsár mintából rendkívül gyorsan kiürül így az onnan mért értékek nem mutattak volna pontos képet. A vizsgált időtartamban négy tehéntől sikerült tejmintát gyűjtenem, ezek mindegyikében kimutatható volt a T-2 mikotoxin. Elmondható azonban, hogy egyik mintában sem haladta meg a 200 ng/g értéket, így a szennyezettség alacsonynak mondható. (7. táblázat)

7. táblázat T-2/HT-2 toxin szint mérésének eredményei

<b>Vadazonosító (Krotália)</b>	<b>T-2/HT-2 tej (ng/mL)</b>
00324873	1,64
00324874	1,22
00324887	0,58
00324903	0,51
<b>Átlag</b>	<b>0,98</b>
<b>Szórás</b>	<b>0,54</b>

#### 4.2. Makktermékek vizsgálatának eredménye

Munkatársaink korábbi vizsgálatainak során azt tapasztalták, hogy táplálkozás szempontjából a hazai dámszarvasok szakirodalomnak megfelelő táplálékot fogyasztottak. Zömében gabona-, és kukorica magvakat, zöld növényi részeket (termesztett és szabadon

megtalálható növények leveleit, kérgeit). A bendőtartalomban megtalálhatók voltak makktermések maradványai is, melyek magas DON, ZEA és FB1 értékeket mutattak. Ez alapján feltételeztük, hogy a makktermések mikotoxintartalmával érdemes foglalkozni, hiszen a toxinterhelésnek kitett dámszarvas állományunk természetes táplálékát képezik.

Megvizsgáltuk a területen található kocsányos tölgy makkterméseinek mikotoxin tartalmát is. Aflatoxin, DON, és zearalenon szintjét kívántuk meghatározni a makkmintákból. A kupacs nélküli makktermések gyűjtése egy alkalommal történt a fák ágairól, a vizsgált (Mezőhegyes és környéke) terület különböző pontjairól. A termések épek látszóttak, kivéve a 4.erdő 09.15. jelölésű minta, az gubacsdarázs által károsított minta volt. Mindegyik minta magas értékeket mutatott a vizsgált toxinokra. (8. táblázat)

A kutatás során más területekről gyűjtött makkminták értékei is nagy szórtságot mutattak, abban a vizsgálatban a mintát a főlről szedték az ország különböző pontjain. Azokban a mintákban is kimutatható volt a zearaleon (382,7ng/g), a DON (505,4 ng/g) és a T-2 toxin (131,135 ng/g), az aflatoxin értéke (17,7 ng/g) ott nem haladta meg az egészségügyi határértéket (50ng/g) (Plank et al,2023). Összehasonlítva az általam lombkorona szintből gyűjtött mintákkal más eredmények mutatkoztak.

A totál aflatoxin értéke három esetben meghaladta a humán egészségügyi határértéket (20 ng/g). A legmagasabb AF szint a gubacsdarázs által károsított mintában volt észlelhető (49,0ng/g), ez jól mutatja, hogy a roncsolt makktermésben könnyebben telepednek meg a penészgombák, ami magasabb mikotoxin szennyezettséggel párosulhat. A battonyai úti mintát kontroll mintának szántam. A vizsgált tölgyfa Mezőhegyes belterületén található, mégis az ép makkok közül ennek a mintának volt legmagasabb értéke.

DON tekintetében a károsított makkminta mutatta a legkisebb értéket, ezt követte a belterületi minta. A külterületről gyűjtött ép makkok mintáiban sem haladta meg a 2000 ng/g humán egészségügyi határértéket az eredmény. Legmagasabb értéke a 73.-i úti 2. mintának volt (1760,84 ng/g).

A ZEA tekintetében nem volt akkora szórás, mint a dám tehenekből vett minták esetében. Itt is elmondható, hogy minden mintából kimutatható volt ZEA szennyezettség, de sehol sem haladta meg a 2000 ng/g humánegészségügyi határértéket. (8. táblázat)



8. táblázat Makk minta mérésének eredményei

<b>Minta</b>	<b>AF ng/g</b>	<b>DON ng/g</b>	<b>ZEA ng/g</b>
Makk Mhegyes 4.erdő 08.30	16,7	1289,2	83,69
Makk Mhegyes 4.erdő 09.15	49,0	442,24	124,95
Battonyai út 09.15	27,1	657,2	93,92
73 út_1-es 09.15	14,4	856,04	96,53
73 út_2-es 09.15.	12,1	840	108,78
73 út_3-as 09.15.	22,5	1760,84	160,31
<b>Átlag</b>	<b>23,62</b>	<b>974,25</b>	<b>111,36</b>
<b>Szórás</b>	<b>13,59</b>	<b>476,12</b>	<b>27,85</b>

### 4.3. Hormonvizsgálatok

A dámtehenekből származó mintákból progeszteron (P4), ösztrogén (ösztradiol, E2) és tesztoszteron szintjét vizsgáltuk meg. Az öt állatból származó vérmintát decemberben és januárban gyűjtöttem, a párzási időszak végét követően. A vizsgált egyedek vérmintáiban tesztoszteron szint nem volt kimutatható, korábbi vizsgálatok alkalmával detektáltak szarvastehenek esetében. (9. táblázat)

A progeszteron vizsgálat során két egyed mutatott magas szintet (2,66 és 7,07 ng/ml), a többi minta nem, vagy csak nagyon kis mértékben tartalmazta a hormont.

Az ösztrogén (E2) hormon főleg a petefészekben termelődik, megfelelő szintje szükséges a petesejt éréséhez, a fogamzáshoz, valamint a másodlagos nemi jellegek kialakulásában és fenntartásában is részt vesz. Vemhesség alatt megnő az ösztrogén szint, mivel a placenta is termelni kezdi a hormont. A mérhető minták közül mindegyik minta tartalmazott ösztrogént. Kimagasló értéket egy egyednél sem mértünk, a legmagasabb érték is 50 ng/ml alatt volt. A vizsgált egyedek mindegyike vemhes volt, négy esetben fordult elő, hogy nem volt teje az egyednek két esetben fiatal állat lévén valószínűleg első vemhesség

volt, két esetben viszont öreg egyedek voltak, az előző évben valószínűleg nem vezettek borjat. A hormonszintek a vehem építés során változnak.

A progeszteron a női menstruációs ciklus szabályozásában és az egészséges vemhesség kialakulásában játszik szerepet. Sárgatest hormonnak is nevezik, ez a név abból fakad, hogy a petefészkekben megrepedt tüsző helyén kialakuló sárgatest termeli, de termeli a mellékvese kéreg és a vemhesség korai szakaszától kezdődően a placenta is. Zsírszövetben tárolódik, ebből következik, hogy a vemhesség ideje alatt folyamatosan változik a szintje.

Az ösztrogén szerepe a másodlagos nemi jelleg kialakulásában jelentős, a vemhesség alatti szerepe ma még nem tisztázott, de feltételezhető, hogy a magzati szervfejlődésért felelős.

9. táblázat Hormon szint mérésének eredményei

<b>Vadazonosító (Krotália)</b>	<b>P4 ng/ml</b>	<b>E2 pg/ml</b>	<b>Tesztoszteron n</b>	<b>Elejtés dátuma</b>
00324873	0	13,80	0	20.dec
00324888	0	12,59	0	06.jan
00324892	2,66	13,37	0	30.dec
00324896	0,46	42,04	0	24.dec
00324902	7,07	15,96	0	03.jan
<b>Átlag</b>	<b>2,04</b>	<b>19,55</b>	<b>0,00</b>	
<b>Szórás</b>	<b>3,02</b>	<b>12,63</b>	<b>0,00</b>	

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A vizsgálat során gyűjtött kevés mintaszám még nem ad okot messzemenő következtetések levonására, de mindenféleképpen rávilágít arra, hogy a vizsgált állomány mikotoxin terheltsége valós. A forrás és kutatásra felhasználható idő rövidege miatt csak a 2022/23-as vadászati évben elejtett teheneket mintáztuk, átfogóbb képet kaphattunk volna, ha több év mintáit tudnánk összehasonlítani. Az állományban jellemzően még nem jelentek meg a klinikai tünetek. Az elejtett dántehenek 76 %-a volt vemhes a vizsgált időszakban, az azt követő vadászati évben ez a szám 87 % volt (saját megfigyelés). Az agancstő rothadás még csak kis százalékban van jelen az állományban, az elejtett egyedek testtömege átlagosnak mondható egy-egy kirívó esettel évente. 90 kg-ot meghaladó zsigerelt testtömegű bika és 65 kg-ot meghaladó tehén 1-1 esett a területen 2023/24-es vadászati évben.

A mikotoxin szintek évről évre eltérőek lehetnek, mert azok szintjét nagyban befolyásolja, hogy az adott területen milyenek voltak az adott évben az időjárási viszonyok, a mezőgazdasági kultúra és az ott kialakult mikroklíma.

A vizsgálat során minden egyed valamely mintájából sikerült mikotoxint kimutatni. Bélsár esetében a ZEA, AF és FB1 toxin minden esetben jelen volt. Az elfogyasztott takarmány összetett vizsgálata nélkül (pl. bendőtartalom vizsgálat) nem lehet megmondani, hogy az egyedek milyen táplálékot fogyasztottak. Erre vonatkozóan már történt vizsgálat, ahol azt találták a munkatársak, hogy számos elfogyasztott növény minta közül a kukorica bírt a legmagasabb toxinszennyezéssel, zearalenon szintje (616,5 ng/g), DON értéke (16090,8 ng/g) magas volt, emellett aflatoxin, T2 és FB1 is kimutatható volt a mintában. A takarmánynövények magas toxinszintje mellett felfigyeltek a bendőtartalomban azonosított makk mikotoxinszintjére is. (Lakatos I. et. al. 2022)

A kimutatott értékek nagy szórást mutattak (az elejtések is viszonylag nagy területen történtek). Aggodalomra adhat okot az a tény, hogy a legtöbb egyedben egyszerre több mikotoxin is jelen volt, ezáltal jobban kitettek a multimikotoxikózisnak, immunszuppresszív hatásuk miatt fogékonyabbá válhat a populáció egy esetleges megbetegedéssel szemben, továbbá szaporodás biológiai problémákhoz vezethet. Jól látszik az általam végzett fentebb említett megfigyelésből, hogy a 2022/23-as aszályos időszakot is magába foglaló vadászati évben -10 % eltérés volt a vemhesült tehenek tekintetében a rá következő 2023/24-es vadászati évhez képest.

A máj és izom mintákból kimutatott értékek utalhatnak arra, hogy az elfogyasztott táplálékból kevés mikotoxin szívódik fel vagy épül be a szervezetbe. A bélsár minták magasabb mért értéke is arra enged következtetni, hogy a táplálékkal felvett mikotoxin csak kis hányada szívódik fel. Megfigyelhető volt, hogy a szoptató tehenek ZEA szintje kevesebb volt a nem szoptató tehenekéhez képest, ennek oka, hogy a laktáció elősegíti a ZEA ürülését. Szoptató tehenek esetében a máj ZEA értéke minden esetben 0 ng/g volt. Érdekes megfigyelés, hogy a begyűjtött magzat mája is tartalmazott mikotoxinokat, sok esetben magasabb koncentrációban, mint az anyaállat mája. A zearaleonról tudjuk, hogy átjut a placentán, ezzel károsíthatja a megszületendő magzatot. Sajnos aflatoxin is megjelent a magzat májszövetében (magasabb koncentrációban, mint az anyaállatban), tehát a placentán való átjutás igazolt. A mikotoxinok káros hatása már az anyaméhben érheti a utódokat, melyek csökkent fitnesszel jöhetnek a világra. Az általunk vizsgált magzat májában magasabb ZEA, DON és aflatoxin értéket mutattunk ki, mint az anyaállat májában. A anyatejen keresztül is éri a fiatal egyedeket mikotoxin terhelés, ahogy ezt vizsgálataink is alátámasztották (pl. aflatoxin M1: 431,9 ng/ml). Tehát nemcsak a vadászati szempontból értékes egyedek, hanem a fiatal állatok, illetve a vemhes nőstények egészségét szemelőtt tartva érdemes lenne monitoringozni az állományt érő mikotoxin terhelést, hiszen a mikotoxinokkal való találkozás már az anyaméhben megtörténik.

A hormonvizsgálatok során a mért értékek a vemhességi stádiumnak megfelelően alakultak.

Összességében elmondható, hogy az alapvető kérdésre választ kaptam. A mikotoxin kitettség valós veszély a mezőhegyesi dám populációra, ma még nem okoz szemmel látható károsodást, de figyelemmel kell kísérni az állomány egészségügyi paraméterei mellett a lehetséges takarmányok mikotoxin tartalmát, az állatok mikotoxin-terheltségét. A jövőben érdemes lenne minden évben elvégezni egy 10-15 mintából álló mikotoxin vizsgálatot a magzat-anyaállat tekintetében is. Ezáltal egy olyan kutatási alap képződhetne, ami választ adhat a mikotoxinok hatásaira.

Továbbá törekedni kell a kiegészítő takarmányozásra használt anyagok minél jobb minőségének elérésére. Régi bevett szokás, hogy a raktárakban megmaradó, vetőmagüzemi hulladékot (pl.: tört szem) vadtakarmányozási felhasználására adják. Ez nem minden esetben jó a vad számára sem, meg kell vizsgálni a területre kijuttatott takarmányt. A tört szem könnyebben fertőződik raktári penészgombával, ezáltal nagyobb eséllyel tartalmaz különféle mikotoxinokat.

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az egyre gyorsuló éghajlatváltozás hatására, amit a fokozódó emberi tevékenység idéz elő, a mikotoxinokat termelő penészgomba fajok elterjedési területe egyre jobban északi irányba húzódik.

Az ipari forradalom óta fokozódó ipari tevékenységből adódóan egyre több szénmonoxid és üvegházhatású gáz kerülnek a Föld légterébe. Bár egyre több klíma védelmi egyezmény és megállapodás születik, a korábban kibocsájtott káros anyagok hatásait már nem tudjuk mérsékelni, megszüntetni. Ennek hatására a mezőgazdaságban is káros folyamatok indultak el az elmúlt években. Hazánkban is egyre nagyobb problémát okoz a mezőgazdasági kultúrákban megjelenő mikotoxin szennyezettség.

Korábban ez a jelenség a mediterrán és szubtrópusi vidékeken volt megfigyelhető. Az ott megtalálható humán- és állatpopulációk a hosszú évek alatt adaptálódtak a mikotoxin kitettséghez. Ez a folyamat a penészgombák gyors ütemű terjedésével nem jött létre természetes úton az újonnan érintett területeken. Hazánkban eddig is jelen voltak *Fusarium* toxinok, de az újonnan megjelenő aflatoxin terheléssel együtt már komolyabb egészségügyi kockázatot jelent a penészgomba metabolitok jelenléte. A mikotoxinoknak való hosszútávú kitettség különböző megbetegedéseket okozhatnak, ilyenek például a máj- és vese károsodások, immunrendszeri problémák, különböző hormonális zavarok, szaporodásbiológiai elváltozások ezért már az Európai Unió szigorú szabályozásokat vezetett be a mikotoxinok egyes élelmiszer-, takarmányalapanyagok koncentrációjára vonatkozóan.

Vizsgálataim során a 2022/23.-évben a Nemzeti Ménesbirtok és Tangazdaság Zrt. üzemi vadászterületén elejtett dámszarvas tehének mikotoxin kitettségét vizsgáltam. Az elejtett egyedek májából, izomszövetéből vér és ürülék, valamint tejmintáiban vizsgáltam öt leggyakrabban előforduló mikotoxin szintjét (aflatoxin, ZEA, DON, FB1, T-2 toxin). Emellett a területen megtalálható kocsánytalan tölgyekből vett makkminták esetleges szennyeződését is vizsgáltam, három mikotoxinra nézve (aflatoxin, DON, ZEA)

A kutatás során képet kaptunk a mezőhegyesi dámszarvas populáció mikotoxin kitettségének valós veszélyéről. Eredményeink azt mutatják, hogy a mikotoxin szennyezettség jelen van a vizsgált állományban. Többféle mikotoxint sikerült egyidejűleg kimutatni az egyes egyedek mintáiból.

Az általunk mért toxin értékek nagy szórást mutattak a vizsgált egyedekben, ami valószínűleg az egyes egyedek mikotoxintartalmú-táplálék fogyasztása és toleranciájuk különbségének köszönhető. Feltűnő azonban, hogy minden esetben a bélsár minta tartalmazta a legmagasabb értéket, ugyanakkor azt is bizonyítottuk, hogy már az anyatejben is megjelennek a mikotoxinok. Egy esetben vizsgáltunk magzati májat is, mely többféle mikotoxinból is tartalmazott kimutatható értéket. Ez bizonyítja, hogy az anyaállat által elfogyasztott mikotoxin a magzat szervezetébe is beépül. Nem elhanyagolható megfigyelés, hogy az állatok mintái egyszerre több mikotoxint is tartalmaztak. A multimikotoxin hatás következménye nehezen megjósolható, de több hazai dámvad populációban nagyobb számban megfigyelhető negatív jelenségeket (pl. agancstő rothadás, vemhesülési problémák stb.) alapul véve érdemes lenne ellenőrzés alatt tartani mikotoxin terheltséget.

A jövőben különös tekintettel kell lenni az állomány mikotoxin kitétségének csökkentésére. Nagy gondossággal kell kiválasztani a kiegészítő takarmányozásra használt tételeket. A vadállományunk mikotoxin terheltségének vizsgálata nemcsak vadgazdálkodási szempontból fontos. A dámszarvasok húsa, illetve az abból származó készítmények emberi fogyasztásra kerülnek, tehát humánegészségügyi szempontból is fontos kérdés az állatok mikotoxin kitétsége.

## 7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom Dr Ferencziné Dr. Szőke Zsuzsannának és Dr. Skoda Gabriellának, hogy lehetővé tették szakdolgozatom elkészülését. Továbbá A MATE-GBI-ÁBT Szaporodásbiológia és Toxikológia Csoport valamennyi munkatársának.

Köszönettel tartozom Lakatos István tájegységi fővadász Úrnak külső konzulensi munkájáért.

Szeretném megköszönni családomnak, különösképpen feleségemnek támogatásáért, türelméért egész egyetemi képzésem során, támogatásuk nélkül ez a szakdolgozatom sem készülhetett volna el.

## 8. FELHASZNÁLT IRODALOM:

1. A.SH. HUSSEIN,JEFFREY M BRASEL, TOXICITY, METABOLISM, AND IMPACT OF MYCOTOXINS ON HUMAN AND ANIMALS NOVEMBER 2001 TOXICOLOGY 167(2):101-34 DOI:10.1016/S0300-483X(01)00471-1
2. Abid-Essefi, s. – Baudrimont, I. et al.: DnA fragmentation, apoptosis and cell cycle arrest induced by zearalenone in cultured DOK, vero and Caco-2 cells: prevention by vitamin E. Toxicology, 2003. 192. 237–248. DOI:10.1016/S0300-483X(03)00329-9
3. Balogh K., Fodor J. Erdélyi M. Ancsin Zs., Mézes M.: Különböző dózisú T-2 és HT-2 toxin adagolásának hatása a nevelési időszakban bojlereknél. – Animal welfare, etológia és tartástechnológia V.5/4. (2009.) 418-422 oldal
4. Bouaziz, C. – sharaf el dein, O. et al.: Different apoptotic pathways induced by zearalenone, T-2 toxin and ochratoxin A in human hepatoma cells. Toxicology, 2008. 254. 19–28. DOI:10.1016/j.tox.2008.08.020
5. Broekaert, N., Devreese, M., De Baere, S., De Backer, P., & Croubels, S. (2015). Modified :Fusarium mycotoxins unmasked: from occurrence in cereals to animal and human excretion. Food and Chemical Toxicology, 17-35 DOI: 10.1016/j.fct.2015.02.015
6. Calabrese, E. J. – Baldwin, L. A.: Toxicology rethinks its central belief. Nature, 2003. 421. 691–692. DOI:10.1038/421691a
7. Deák T. (2006): Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó. 127.
8. Denli, M. – Blandon, J. C. et al: Efficacy of activated diatomaceous clay in reducing the toxicity of zearalenone in rats and piglets. J. Anim. Sci., 2015. 93. 637. DOI:10.2527/jas2014-7356
9. Dr. Raffai Pál: Állathigiénia (2003) Agroinform kiadó Budapest 343p
10. Dr. Skoda G., Lakatos I., Strancziger Sz., Márkus R.? Babarcsi R., Molnár Zs.? Tóth A., Dr Szemethy L., Dr. Szőke Zs. – Dámszarvas gyomortartalmának mikotoxin szennyezettség vizsgálata. – Budapest Magyar Biológiai Társaság (2022) 128p.pp. 99. 1 p.
11. Dutton, M.F. (2009) The African Fusarium/maize disease. Mycotoxin Res., 25: 29–39. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12550-008-0005-8>



12. Faragó, S. (2015): Vadászatiállattan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 542 p.
13. Fazekas, B. – Kis, M. – Hajdu, E. T.: Data on the contamination of maize with fumonisin B1 and other fusariotoxins in Hungary. *Acta Vet. Hung.*, 1996. 44. 25–37
14. Fink-Gremmels, J.: The role of mycotoxins in the health and performance of dairy cows. *Vet. J.*, 2008. 176. 84–92. DOI:10.1016/j.tvjl.2007.12.034
15. Flannery, B. M. – Clark, E. S. – Pestka, J. J.: Anorexia induction by the trichothecene deoxynivalenol (vomitoxin) is mediated by the release of the gut satiety hormone peptide YY. *Toxicol. Sci.*, 2012. 130. 289–297. DOI:10.1093/toxsci/kfs255
16. Forsyth, D. M. – Yoshizawa, T. et al.: Emetic and refusal activity of deoxynivalenol to swine. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1977. 34. 547–552 DOI: 10.1128/aem.34.5.547-552.1977
17. Gajeczka M., Zielonka L., Babuchowski A., Gajeczka T. (2022): Exposure to Low Zearalenone Doses and Changes in the Homeostasis and Concentrations of Endogenous Hormones in Selected Steroid-Sensitive Tissues in Pre-Pubertal Gilts. *MDPI Toxins*, 14, 790, 18 p DOI: 10.3390/toxins14110790
18. Ghareeb, K., Wageha, A., Böhm, J., & Zebeli, Q. (2015). Impacts of the feed contaminant deoxynivalenol on the intestine of monogastric animals: Poultry and swine. *Journal of Applied Toxicology*. DOI:10.1002/jat.3083
19. Grenier, B., Oswald, I.P. (2011) Mycotoxin co-contamination of food and feed: meta-analysis of publications describing interactions. *World Mycotoxin J.*, 4. 285-313. DOI: 10.3920/wmj2011.1281
20. Holladay, S. D., Blaylock, B. L. et al.: Fetal thymic atrophy after exposure to T-2 toxin: selectivity for lymphoid progenitor cells. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 1993. 121. 8–14 DOI:10.1006/taap.1993.1122
21. Huszenicza, Gy., Fekete, S., Szigeti, G., Kulcsár, M., Fébel, H., Kellems, R. O., Nagy, P., Cseh, S., Veresegyházy, T., Hullár, I.: Ovarian consequences of low dose peroral fusarium (T-2) toxin in a ewe and heifer model. *Theriogenology*, 2000. 53. 1631–1639 DOI:10.1556/004.2016.037
22. Iwahashi, M.: Mechanism of cytotoxic effect of T-2 toxin in protozoa. *Proc. Assoc. Jpn. Mycotoxin*, 1982. 4. 23–30.
23. JECFA (2001): Aflatoxin M1 JECFA 47, 2001. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v47je02.htm> 2013.05.10.

24. Jócsák G.,- Kiss D. S.,-Tóth I.-Bárány Z.-Zsarnovszky A.- Frenyó V. L.: A zearalenon mint mikotoxin káros hatásai az emlős szervezetben- Magyar Állatorvosok Lapja 2017. Január 139. 55-63.
25. Kótiné S. J., Dégen L. (2015): A tejelő tehén takarmányában leggyakrabban előforduló mikotoxinok,„Mérgező gombák” másképp. V. Állategészség és Takarmányozás - Taktox2015
26. Kovács M. (Szerk) (2010): Aktualitások a mikotoxin kutatásban. Agroinform Kiadó, Budapest, 156 p
27. Lafarge-Frayssinet, C., Chakor, K. et al.: Transplacental transfer of T2 toxin: Pathological effect. J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol., 1990. 10. 64–68
28. Lakatos I, Márkus R, Szőke Zs, Nagy N, Babarcsi B, Kutyáncsánin D, Stranczinger Sz, Szemethy L.:Növényevők (dámszarvas – *Dama dama*, őz - *Capreolus capreolus* és mezei nyúl - *Lepus europaeus*) táplálék összetételének meghatározása mikotoxin tartalom meghatározás céljára.In: Soltész, Zoltán (szerk.) XIII. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia „Klímaváltozás: trendek, veszélyek és megoldások” : Absztrakt kötet Budapest, Magyarország : Magyar Biológiai Társaság (2022) 128 p. pp. 76-76. , 1 p
29. Logrieco A., Mulé G., Moretti A., Bottalico A. (2002), „Toxicogenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe”, *European Journal of Plant Pathology* Vol. 108, pp. 597-609 DOI:10.1023/A:1020679029993
30. Lun, A. K. – Young, L. G. et al.: Effects of feeding hens a high level of vomitoxin-contaminated corn on performance and tissues residues. *Poult. Sci.*, 1986. 65. 1095–1099. DOI:10.3382/ps.0651095
31. Malekinejad, H. – Maas-Bakker, r. – Fink-Gremmels, J.: species differences in the hepatic biotransformation of zearalenone. *Vet. J.*, 2006. 172. 96–102. DOI:10.1016/j.tvjl.2005.03.004
32. Minervini, F. – Giannoccaro, A. et al.: Influence of mycotoxin zearalenone and its derivatives (alpha and beta zearalenol) on apoptosis and proliferation of cultured granulosa cells from equine ovaries. *Reprod. Biol. Endocrin.*, 2006. 4. 62. DOI:10.1186/1477-7827-4-62
33. Morgavi, D. P. – Riley, R. T.: An historical overview of field disease outbreaks known or suspected to be caused by consumption of feeds contaminated with *Fusarium* toxins. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2007. 137. 201–212. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2007.06.002

34. Niderkorn, V. – Morgavi, D. P. et al.: Screening of fermentative bacteria for their ability to bind and biotransform deoxynivalenol, zearalenone and fumonisins in an in vitro simulated corn silage model. *Food Addit. Contam.*, 2007. 24. 406–415. DOI:10.1080/02652030601101110
35. Ouanes, Z. – Abid, s. et al.: Induction of micronuclei by Zearalenone in vero monkey kidney cells and in bone marrow cells of mice: protective effect of vitamin E. *Mutat. Res./Gen. Toxicol. Environ. Mutag.*, 2003. 538. 63–70. DOI: 10.1016/s1383-5718(03)00093-7
36. P. Battilani, P. Toscano, H. J. Van der Fels-Klerx, A. Moretti, M. Camardo Leggieri, C. Brera, T. Robinson. (2016). Aflatoxin B1 contamination in maize in Europe increases due to climate change. *Europe: Scientific Reports*. <https://www.nature.com/articles/srep24328>
37. Pierron, A. – Alassane-Kpembé, I. – Oswald, I. P.: Impact of two mycotoxins deoxynivalenol and fumonisin on pig intestinal health. *Porcine Health. Manag.*, 2016. 2. 21. doi: 10.1186/s40813-016-0041-2
38. Plank P, Skoda G.: A hazai nagyvadak természetes tápláléknövényeinek mikotoxin analízise – Gödöllő 2023.
39. Somoskői Bence – T-2 mikotoxin hatása egérembriók in vitro fejlődésére Magyar Állatorvosok Lapja 134(10) 614-619 2012 Október
40. Suleyman Aydin (2015): A short history, principles, and types of ELISA, and our laboratory experience with peptide/protein analyses using ELISA \*Firat University, School of Medicine, Department of Medical Biochemistry (Firat Hormones Research Group), 23119 Elazig, Turkey 2015
41. V. Zingales, M. Taroncher, P. A. Martino, M-J. Ruiz, F. Caloni: Climate Change and Effects on Molds and Mycotoxins Veronica Zingales <https://www.mdpi.com/2072-6651/14/7/445>
42. Van Egmond, H.P. (1996): “Mycotoxins in food: analysis, detection and legislation”, 261-269. p., In: Samson, R.A., Hoekstra, E.S., Frisvad, J.C., Filtenberg, O. (Eds): *Introduction to Food Borne Fungi*, Centraalbureau voor Schimmelcultures 2.1.1-1996
43. Várnagy L., (Szerk.) (2002): *Állategészség védelem*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 336 p.

44. Zeebone, Y., Kovacs, M., Bóta, B., Halas, V. (2022): The Effect of Dietary Fumonisin Exposure on Apparent Ileal Digestibility of Amino Acids in Fattening Pigs. *Agriculture*. 12. [1720.10.3390/agriculture12101720](https://doi.org/10.3390/agriculture12101720).

## Internetes hivatkozások:

1. Web1: <https://www.alltech.com/hu-hu/about/events/2023-european-harvest-analysis>
2. Web 2: <https://www.alltech.com/sites/default/files/2023-12/hu-eu-multi-eha-2023-report-a4-13846.pdf>
3. Web3: <https://portal.nebih.gov.hu/-/kozok-erdek-a-mikotoxin-szennyezés-megelőzése?>
4. Web4.:[https://index.hu/tudomány/2009/06/30/nem\\_kell\\_rettegnunk\\_a\\_fuzariumtol/](https://index.hu/tudomány/2009/06/30/nem_kell_rettegnunk_a_fuzariumtol/)
5. Web5: <https://mezohegyesbirtok.hu/>

## 9. RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉK

- **AF** Aflatoxin
- **AM1** Aflatoxin M1
- **DON** Deoxynivalenol, Vomitoxin
- **ED** endokrin diszruptor
- **ELISA** Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
- **FAO** Food and Agriculture Organization of the United Nations
- **FB1** Fumonizin B1
- **JECFA** Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
- **OTA** ochratoxin A-t (OTA)
- **T-2** T-2 toxin
- **WHO** World Health Organization
- **ZEA** Zearalenon

## 10. NYILATKOZATOK


### NYILATKOZAT

Kiss Zoltán Ferenc (hallgató Neptun azonosítója: B9P2X2) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: Gödöllő, 2024 év április hó 25. nap

  
belső konzulens

## NYILATKOZAT

### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kiss Zoltán Ferenc  
A Hallgató Neptun kódja: B9P2X2  
A dolgozat címe: A mezőhegyesi dámszarvas (*Dama dama*) populáció mikotoxin kitettségének vizsgálata  
A megjelenés éve: 2024  
A konzulens intézetének neve: MATE- Genetika és Biotechnológia Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Állatbiotechnológiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kiskunfélegyháza, 2024. április 25.

  
Hallgató aláírása



NAIK MBK MÁB-azonosító: 004-09/2018

## NAIK MÁB JEGYZŐKÖNYV

Cég megnevezése:	NAIK-Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet
Cég címe:	2100, Gödöllő, Szent-Györgyi Albert u. 4
Időpontja:	2018-09-25

### Szarvas mintagyűjtés véleményezése és engedélyezése:

Dr. Szőke Zsuzsanna kérelemmel fordult a Munkahelyi Állatvédelmi Bizottsághoz, hogy véleményezzék az országos szarvas mintavételi tervet, ami szerint a szövetminták vadásztársaságoktól, vadfeldolgozóktól kerülnének begyűjtésre. Állatkísérletek nem lesznek, a mindenkori jogszabályok betartása mellett a már nem élő állatokból lenne szövetminta eltávolítva, mikotoxin, glifozát és szteroid analízisekhez, valamint újgenerációs szekvenálásokhoz.

### Jelen vannak:

Dr. Bognár Gábor, Dr. Stéger Viktor, Dr. Hoffmann Orsolya Ivett, Dr. Bodrogi Lilla, Dr. Bender Balázs, Németh Andrea, Udri Ágnes

### A MÁB véleménye:

- I) Nem szükséges állat kísérleti engedély kérni, mert nem minősül állat kísérletnek a terepen végzett már elpusztult állatokból a minta eltávolítása.
- II) A bizottság megszavazta 7 igennel a mintavételi kérelmet.

Gödöllő,

2018-09-25



Dr. Stéger Viktor  
NAIK MÁB elnök