

SZAKDOLGOZAT

Moizes Márton szakdolgozat

Moizes Márton

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
alapképzési szakirányú továbbképzési szak

A HÍZOTT LIBAMÁJON MEGJELENŐ SZÍNHIBA OKÁNAK
VIZSGÁLATA

Belső konzulens: Dr. Jónás Gábor
adjunktus

Belső konzulens Majzinger Koppány László
PhD hallgató

Készítette: **Moizes Márton**

Budapest
2023

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés	1
2	Téma kifejtés.....	3
2.1	A lúdról általánosságban	3
2.1.1	A madármáj anatómiája, működése	4
2.2	Hízott máj előállításának története	5
2.2.1	Történelme és kultúrája itthon.....	6
2.3	Hízott libamáj előállításának ismertetése	9
2.3.1	Takarmány ismertetése.....	9
2.3.2	Takarmányban felfedezhető toxinok.....	9
2.3.3	Tömés technológiája	12
2.3.4	Elzsírosodás menete	15
2.3.5	Víziszárnyasok vágástechnológiája.....	16
2.3.6	Hidegbontás.....	16
2.3.7	Erezés technológiája.....	17
2.4	A vágás utáni pigment átalakulások	17
2.4.1	A vágás utáni hemoglobin és mioglobin átalakulása	17
3	Anyag és módszertan	19
3.1	Vizsgálati alapanyag.....	19
3.2	Fülledés vizsgálat	19
3.3	Pigmenttartalom meghatározás.....	19
3.4	Elemanalitikai vizsgálatok.....	20
3.5	Zöldülés előidézése -SH (tiol) csoportot tartalmazó aminosavak (cisztein -CYS, metionin - MET) és H ₂ O ₂ (hidrogén-peroxid) alkalmazásával	22
3.6	Zöldülés előidézése kén-dioxid és hidrogén-peroxid alkalmazásával.....	23
4	Mérési eredmények kiértékelése	25
4.1	Fülledés vizsgálat eredményei.....	25

4.2	Pigmenttartalom meghatározás eredményei	25
4.3	Elemanalitikai vizsgálatok eredményei	26
4.1	Tiol (-SH) csoportot tartalmazó aminosavak (cisztein -CYS, metionin - MET) és H ₂ O ₂ (hidrogén-peroxid) alkalmazásának eredményei	29
4.2	Kén-dioxid (SO ₂) és hidrogén-peroxid (H ₂ O ₂) alkalmazásának eredményei.....	31
5	Összefoglalás	34
6	Irodalomjegyzék	36
6.1	Internetes források:	39

Moizes Márton szakdolgozat

1 Bevezetés

Témaválasztásomat leginkább a gasztronómia szeretete és a felé táplált lelkesedésem inspirálta. Nagyon szeretek főzni érdekes és különleges ételeket, a különböző steak-eken keresztül a rozé kacsamellen át a libamájig.

A libamáj, különösen a hizott libamáj a prémium kategóriájú termékek közé tartozik itthon és Európában is, nem csoda, hogy a fine dining éttermek étlapján kiemelt helyen szerepel. Előételeket és főételeket készítenek belőle, hűtve, melegen füstölve, vagy pástétomként fogyasztják. Franciaországban kiemelkedő a hizott libamáj (Foie gras) fogyasztás.

A hizolás (tömés) vidéki kultúra egyik alap „művelete” évszázadok óta. Az elmúlt években az állatjóléti törvények szigorítása és az egyre növekvő állatvédő szervezetek hatására már erősen szabályozott a nagyüzemi tömés. A tömés mellett még a homár élve megfőzését is támadták, ami ugyan csak a fine dining éttermek egyik alapvető alapanyaga. Hizolás mellett még a vágástechnológiája is érdekes a hizott libáknak. A testeket hidegen bontják, hogy a zsíros májat egészben tudják kivenni, ne legyen folyós az állaga.

A libamájak zöldülése régóta fennálló probléma Európa és világ szinten, de szakmai cikkek, kutatások vagy doktori dolgozatok nagyon kevés született a témában. A színelváltozás eddigi ismereteink alapján mikrobiológiai romlással nem párosul, ízben nem érződik, de nem mutat jól egy olyan terméken, ami bőven 15.000 Ft feletti kilogrammos árral rendelkezik. A problémát az is tovább bonyolítja, hogy nem mindegyik egyeden, nem mindig ugyan ott és nem mindig ugyan olyan színű volt az elszíneződés.

A témában érdeklődésem az is felkeltette, számos kísérlet és tanulmány elérhető a témában, de megoldást egy sem adott. Szakmai cikkek, kutatások vagy doktori értekezések nagyon kevés született a zöldülés témájában. (Szabó *et al.*, 2014) Az elmúlt időszakban újra elkezdték kutatni Egyetemünkön a zöld szín kialakulásának okát, melyben azzal a feltételezéssel élünk, hogy a zöld színanyag a májban lévő hemoglobin és/vagy mioglobin kén tartalmú vegyület és oxigén jelenlétében zöld színű szulfhemoglobinná / szulfmioglobinná alakul.

Célkitűzésem a hizott libamáj felületén megjelenő zöld elszíneződés vizsgálata, azon belül a zöld színanyag azonosítása elemanalitikai módszerrel, a fülledés vizsgálata, valamint a zöld színelváltozás (szulfhemoglobin) előidézése laboratóriumi körülmények között kén

tartalmú anyagok (aminosav és H₂S) alkalmazásával. A zöld elszíneződés ilyen módon történő „előállításával” választ kaphatunk annak kialakulására.

Moizes Márton szakdolgozat

2 Téma kifejtés

2.1 A lúdról általánosságban

A ludak középnagy testű (tojója (nő) 5-6 kg, gúnár (férfi) 6-8 kg) fehér, szürke vagy tarka tollszínnel rendelkező vízimadarak. Tolluk fodros (1. ábra) vagy egyenes (2. ábra), csőrük élénk narancssárga, jól fejlett. Szélén található tüskeszerű szarupupillák képessé teszi legelésre is. Nagy robosztus testfelépítésű, lába vörös színű erőteljes, amelyen úszóhártya található. Törzse hosszúkás, közepesen mély. Melle gömbölyű, háta hosszú. A tojók nyaka rövidebb és vékonyabb, a gúnár nyaka hosszabb, erős és enyhén ívelt. (Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ, no date) (Áprily, 2009)

Az Élelmiszeripari fogalmak II. kiadványban a következő definíciót adták meg a fiatal libára: „*Olyan madár, amelyben a szegycsont vége hajlékony (nem csontosodott el); a vágott állaton a zsírréteg mindenütt vékony vagy mérsékelten vastag; a fiatal liba zsírja speciális táplálásra utaló színű lehet.*” (NAK and Friedrich, 2018)



1. ábra Gúnár magyar fodrosludak (Internet 1)



2. ábra Babati tojó fiókáival (Internet 2)

Költésre való felkészülés már a tél végén kezdetét veszi és olvadás után elfoglalják a fészkelő helyüket. Közép-Európában március végétől április közepéig tart a költési idő. Jellemzően 5-7 tojást tesz a tojó, melyen 27-28 napig kotlik. Fiókáik fészekhagyók, gyorsan fejlődnek, 10 hetes korukra már röpképesek. (Faragó, Kovács and Hajas, 2016)

Általánosságban elfogadott, hogy a ludak voltak az első házasított állatok. Rendszertanilag az *Antidae* családba és az *Anser* nemzetségbe tartozó madarak. A libák házasítása Egyiptomban kezdődött 3000 éve. (Buckland and Guy, 2002) A ludakat

világszerte megtalálhatjuk. Könnyen alkalmazkodnak a hideg vagy meleg klímához. Költöző madarak. (Faragó, Kovács and Hajas, 2016)

Hasznosítása szerint vegyes hasznosítású állat, mert tollát a textil ipar, tojását, húsát és zsiradékát az élelmiszeripar tudja felhasználni.

2.1.1 A madármáj anatómiája, működése

A máj a madarakban a szív mögött, a zúzógyomor, a nemi mirigyek és a vékonybél előtt helyezkedik el. (3. ábra) A testtömeghez viszonyítva a máj tömege fajonként változó. Az egészséges szerv tömege lúdban 85-175 g. Színe a nem hizlalt liba mája vöröses színű, töméses hizlalást követően a zsírtartalomtól függően világossárga, sárgásbarna vagy sárgás rózsaszínű lehet. (Fehér, 2004) A kacsá, valamint a liba hizott mája lágy, törékeny és könnyen reped. (Áprily, 2009) A máj elvezető vénás rendszere a centrális vénával kezdődik, ahonnan a vért a májvénák (*Vena hepatica*) szállítják el. (Fehér, 2004) A máj az intermedier anyagcsere központi szerve, melynek élettani szempontból legfontosabb feladatai az alábbiak:

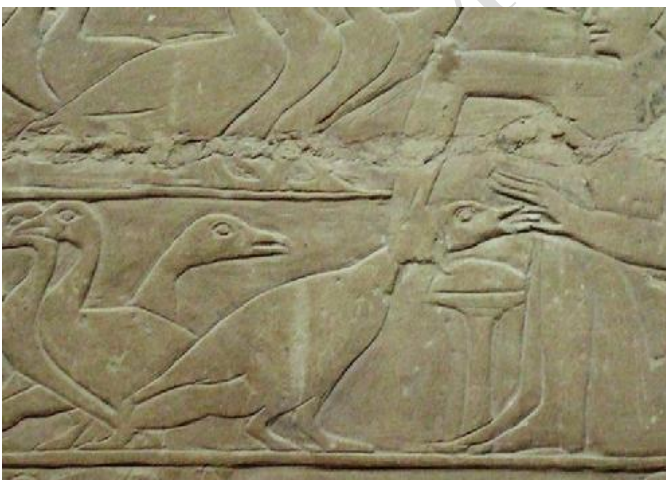
- a) részt vesz a szénhidrát-anyagcserében (glükóz-glikogén transzformáció, glükoneogenezis)
- b) részt vesz a fehérje-anyagcserében, sokoldalú szerepe van az aminosavak, a szérumfehérjék és a véralvadási faktorok szintézisében;
- c) sokoldalú szerepet játszik a zsíryananyagcserében (zsírsav- és lipoproteinszintézis, koleszterol termelés, epesavak szintézise, illetve epetermelés);
- d) a máj emésztéstől független feladata a különböző endogén metabolitok (pl. az epesavak: bilirubin, biliverdin) kiválasztása;
- e) végzi a bélből felszívódó és a szervezetre mérgező anyagok, gyógyszerek lebontását, méregtelenítését (ammónia, toxikus anyagok konjugálása);
- f) a metabolizmushoz szükséges anyagok közül raktározza a glikogént, a vasat, a rezet és egyes vitaminokat (pl. A-, D, és a B12- vitamint)
- g) elsődleges szerepet játszik a hormonok szintézisében (egyes szteroid és peptidhormonok) és kiválasztásában (szteroidhormonok)
- h) embrionális és magzati korban vérképző szervként funkcionál (Áprily, 2009)



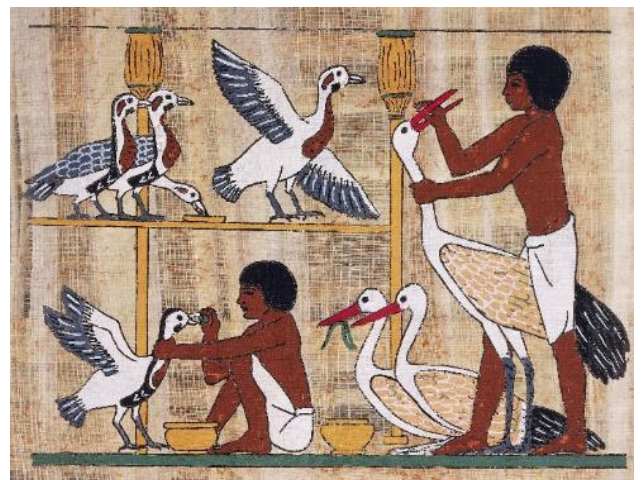
3. ábra A lúdmáj elhelyezkedése (Internet 3)

2.2 Hízott máj előállításának története

Feltehetőleg az egyiptomiak voltak az elsők, akik a töméses hizlalást alkalmazták. Erre utal, hogy Szakkarában i.e. 2500-ból feltárt sírköveken a ludak töméses hizlalása látható (4. ábra). A hízott májelőállítás módszerét későbbiekben alkalmazták Görögországban és a római birodalomban is, ahol a tömést főként a zsidó rabszolgák végezték. (Kozák, 2009)



4. ábra Egyiptomi ábrázolás i.e.4000 (Internet 4)



5. ábra Papyrusz ábrázolás az V. dinasztiából (Internet 5)

Mindaddig amíg a kukorica nem volt széles körben ismert és elterjedt takarmány, addig más magas energiatartalmú növényekkel igyekeztek elérni azt, a mája szép nagyra és zsírosra növeкjen. Az egyik legjellemzőbb ilyen takarmányként a fűgét használták, amely a

legalapvetőbb takarmányként szolgált időszámításunk előtt. (5. ábra) (Lendvai and Czibolya, 2014)

Napjainkban ez a tevékenység elterjedt Európa több országában, de fellelhető az amerikai, az afrikai kontinensen, sőt távol keleten is. (Kozák, 2009) A hízott libamáj termelésében Magyarország a világon az első helyen áll. Hazánk a teljes francia import 65-70 %-át teszi ki. További nagy exportőrök Románia, Izrael és Bulgária. (Turcsán, 2001)

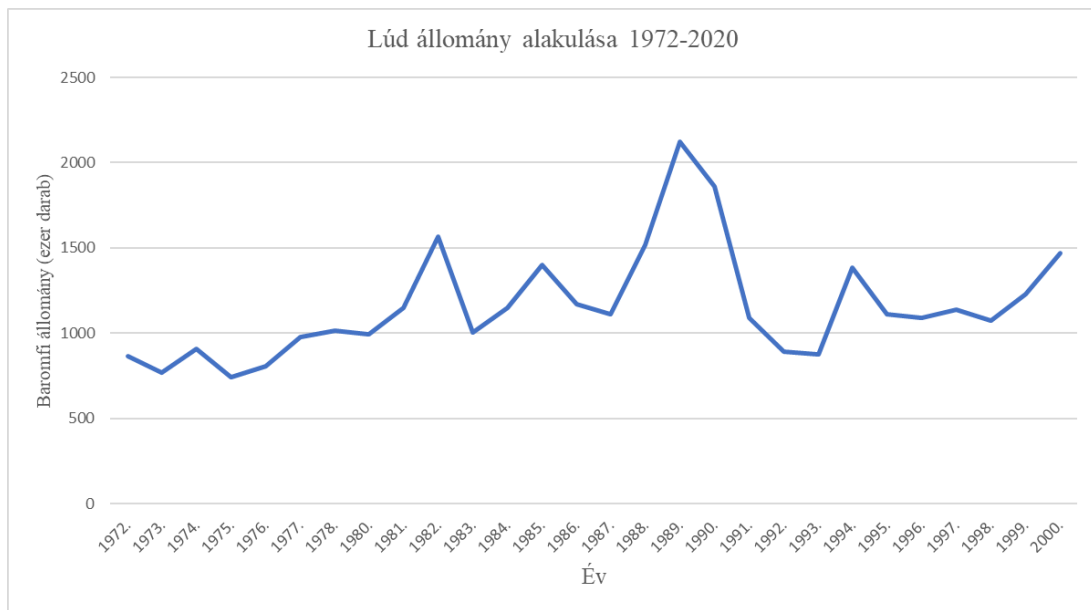
Az exportorientált víziszárnyas ágazat nemzetgazdasági szempontból fontos terület, tradicionális, magas hozzáadott értékű speciális magyar termékekkel. A pecsenye- és húsliba, hízott lúd és hizlalt kacska és pecsenye kacska sok évtizede keresettek Nyugat-Európa meghatározott piacain. Elsősorban Németországban és Franciaországban. (Bogenfürst, 2013)

A termék a termelés visszaesése ellenére hatalmas bevételt jelent az Európai Unió számára. Az Unióban előállított hízott víziszárnyas máj (lúd és kacska) értékesítése **209 millió euró bevételt** eredményezett 2018-ban, ami mintegy 9%-os növekedést jelent a 2017-es évvel korábbi adatokhoz viszonyítva. (Sütő and NAK, 2020)

2.2.1 Történelme és kultúrája itthon

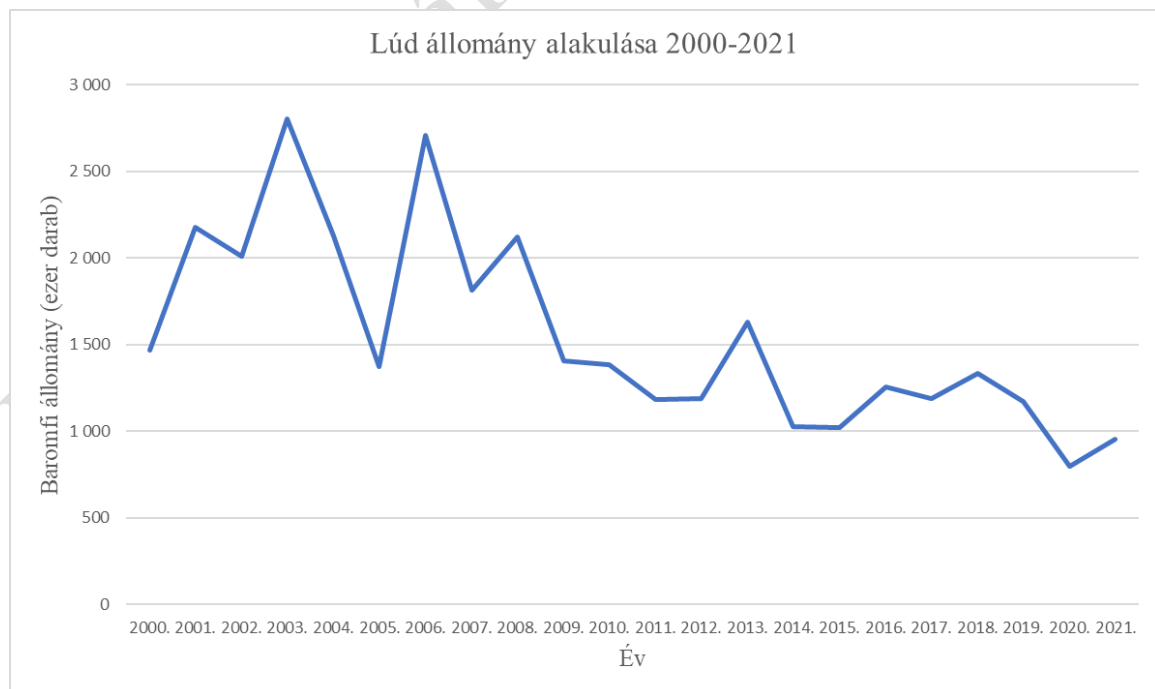
Globális szinten a lúd szerepe más baromfifajokhoz képest csekély. Hazánkban a lúdtenyésztésnek és tartásnak évszázados hagyománya van. (Kozák, 2021) A 11-13. században már egyházi adó fizetése mellett tarthattak csak libákat, később megszabták, hogy az egyház számára adott liba fehér színű legyen. A nemesi családok kedvelt ünnepi étele lett a hízott libamáj, mely már ekkor kiemelkedő kereskedelmi cikke volt Magyarországnak. (Tóásó, 2006)

Magyarország lúdtenyésztése az 1970-es évek második felétől dinamikusan fejlődött. Ez azt eredményezte, hogy az 1980-as évekre Magyarország legnagyobb libamájtermelő- és exportálója lett a világon. (Tóásó, 2006) Ezt alátámasztja KSH által közölt adatsor, melyben évről évre rögzítettésre került a teljes baromfiállomány. Ebből került kiemelésre a lúdállomány.



6. ábra Lúdállomány 1972-2000

Azonban ez a tendencia az elmúlt 10 évben lefelé tendált. (7. ábra) Magyarország víziszárnyas állománya 2015-2020 között erősen hullámzó képet mutatott. Amíg 2015-ben a hazai lúdállomány valamivel több, mint 1 millió példányból állt, a következő években 1,2 és 1,3 millió között mozgott. 2019-ben azonban még nagyobb visszaesés volt tapasztalható a lúdállományban, amely az év során 12%-kal csökkent, így az állatok száma 2019. december 1-jén 1,2 milliót tett ki. A madárinfluenza miatt a 2020-as évben még komolyabb visszaesést regisztrált a KSH. (Szedlák, 2022) (KSH, 2022)



7. ábra Lúdállomány 2000-2021

A hízott libamájat (8. ábra) az Országgyűlés 2013-ban hungarikummá nyilvánította. (Kozák, 2021) Ezek keretei között a jogszabály meghatározást ad arról, hogy „A hungarikum egy olyan kiemelésre méltó értéket jelöl, amely a magyarságra jellemző tulajdonságával, egyediségével, különlegességével és minőségével a magyarság csúcsteljesítményét jelenti” (Lendvai and Czibolya, 2014).



8. ábra Hízott libamáj (Internet 6)

Ahogy fent említettem a lúd az egyik legrégebben házasított (domesztikált) baromfiféle. A faj iparszerűvé tétele a biológiai sajátossága miatt jelentősen később kezdődött a többi baromfihoz képest. Mára már a fajta és hibridek száma szinte végtelen, melyek a termelési igényünket teljesen képesek lefedni. Jellemzően azokból az országokból importáljuk ahová később a kivitel (export) történik. Kiemelkedően fontos, hogy a gazdaságos tenyésztés és feldolgozás kivitelezéséhez helyesen válasszuk meg a fajtákat. Mára már a hazai májlúd állományok döntően francia eredetűek. Innen importáljuk a Sepalm és a Gourmaud hibrideket. Hazai nemesítésű ANABEST G típusú ludak kiemelkedő májtermelő képessége miatt kedvelt itthon. (Áprily, 2009)

2.3 Hízott libamáj előállításának ismertetése

2.3.1 Takarmány ismertetése

Takarmány: „*minden anyag, mely állati tápanyagokat tartalmaz, s e miatt etethető.*” (Bokor, 1893) A takarmány, más néven állati takarmány, az állatállomány számára termesztett vagy kifejlesztett élelmiszer. A modern takarmányokat az összetevők gondos kiválasztásával és keverésével állítják elő, hogy olyan magas tápanyagtartalmú étrendet biztosítsanak, amely egyrészt fenntartja az állatok egészségét, másrészt növeli az olyan végtermékek minőségét, mint az állat húsa, a teje vagy a tojása. (Loosli and Holden, no date)

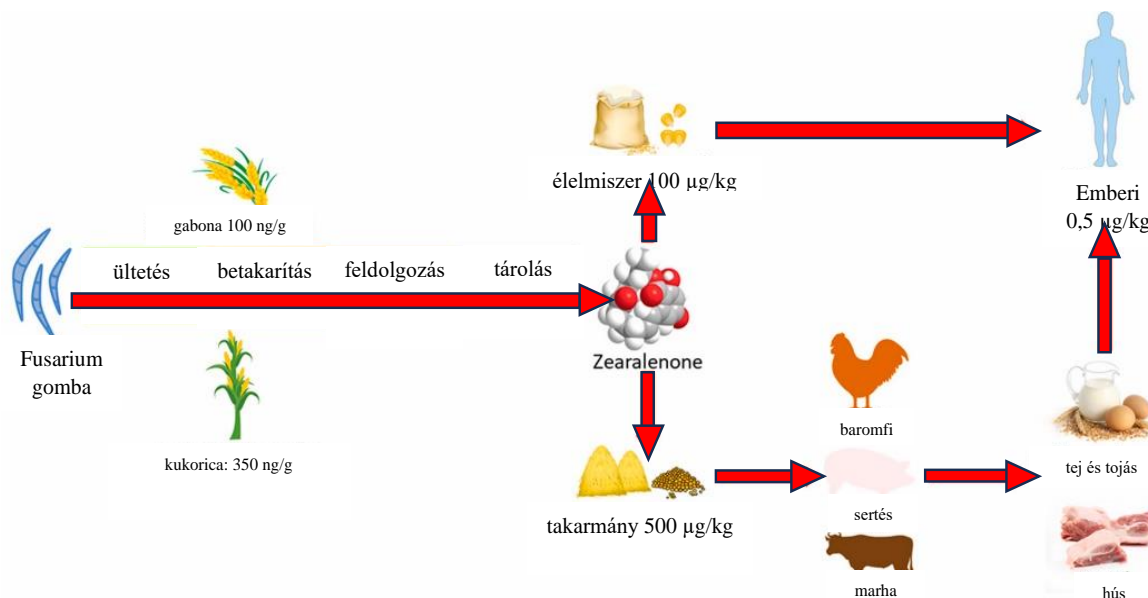
A tömőtakarmányt jellemzően tömő premixnek nevezik. Ezek tartalmazzák a jószág számára nélkülözhetetlen mikro és makró tápanyagokat. A *Víziszárnyas termékek előállításának kódexe* 2011-ben a következő ajánlásokat fogalmazza meg a takarmány minőségével kapcsolatban (BTT, 2011)

- a) „Töméshez csak jó minőségű, megfelelően előkészített takarmányt lehet felhasználni.
- b) A töméshez használt takarmány főként kukoricából és adalékanyagokból áll (0,5% konyhasó, vitaminpremix, takarmánymész és növényi zsiradék).
- c) A tömőtápokban a kukorica gabonamagvakkal vagy szójával helyettesíthető.
- d) A hizlaláshoz használt takarmány penészmentes legyen, idegen anyagokat, állati zsiradékot, állati fehérjét nem tartalmazhat.
- e) A tömőtakarmány, a könnyebb emészthetőség érdekében, megfelelően előkészítve legyen.
- f) Az előkészítés a kukorica párolásával vagy megfelelő áztatásával és az adalékanyagok hozzáadásával történjen.
- g) A kukorica lehet szemes vagy darált formában, vagy a kettő keveréke.
- h) A korszerű tömőgépek a takarmány nedvesítését és bekeverését önműködően végzik.”

2.3.2 Takarmányban felfedezhető toxinok

A takarmányipar egyik, ha nem a legfontosabb és legnagyobb hangsúlyt érdemlő problémája a mikotoxinok (baktériumok által termelt spórák) jelenléte a takarmányanyagokban. A takarmányokban és az élelmiszerekben megjelenő mikotoxinok

hosszú idők óta veszélyeztetik az emberek és a haszonállatok egészségét. Amennyiben jelenlétük a hivatalos vizsgálatok szerint az adott tételben igazolásra kerül, utólag védekezni ellenük lehetséges ugyan, de nehéz, költséges és nem garantálható a toxinmentesség. (Nagy, 2015) (Risa, 2019) (Li et al., 2021) Magyarországon 2015-ben nagymennyiségben találtak mikotoxinokkal fertőzött takarmányokat.



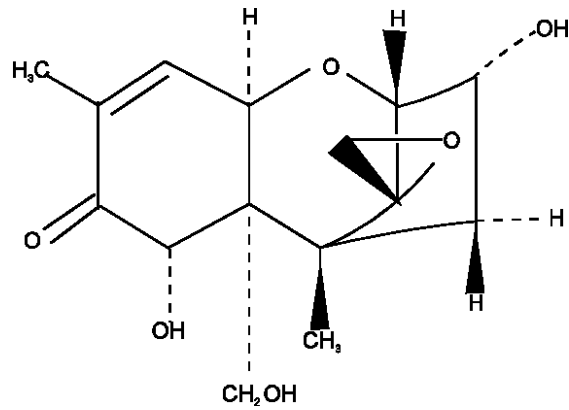
9. ábra Mikotoxinok élelmiszerláncba kerülése (Li et al., 2021)

Feltételezzük, hogy a máj méregtelenítő funkciója miatt a takarmányban található toxinok okozhatják a szervi elszíneződét. A következőkben a 3 takarmányokban leggyakrabban előforduló mikotoxint mutatom be.

A dezoxinivalenol (DON) (10. ábra) a *Fusarium* nemzetségbe tartozó gombák, azaz a *Fusarium culmorum* és a *Fusarium graminearum* által termelt mikotoxin, amely gombák nagy mennyiségben fordulnak elő különböző gabonafélékben (búza, kukorica, árpa, zab és rozs), melyek a takarmányok alapjai. Élelmiszerekben a feldolgozott gabonafélékben (maláta, sör és kenyér) fordul elő leggyakrabban.

Kémiaiilag a trichothecének közé tartozik. A szennyezett gabonafélékben a 3- és 1-5-acetil-DON jelentős mennyiségben (10-20%) fordulhat elő a DON-nal egyidejűleg. A trichothecéneket termelő gombák talajgombák és növénypatogének, amelyek a szántóföldön a terményen nőnek. (Scientific committee on food, 1999)

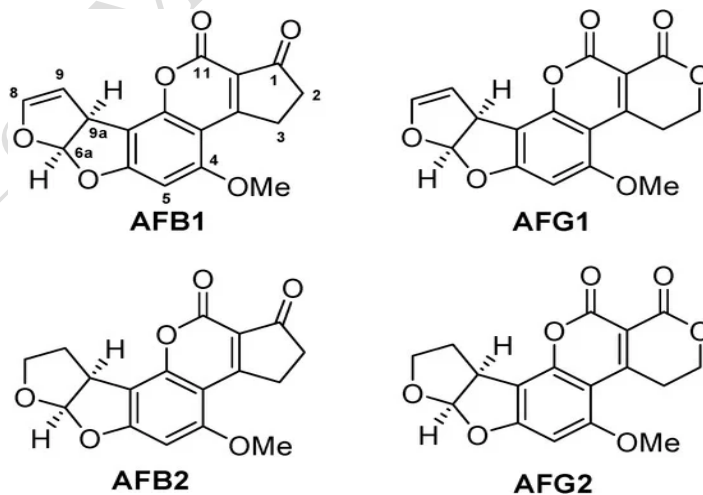
A DON gátolja a DNS és az RNS szintézisét, valamint a riboszómális szintű fehérjeszintézist. (Rotter, Prelusky and Pestka, 1996)



10. ábra Deoxinivalenol kémiai szerkezete (Internet 7)

A baromfik érzékenyebbek a trichotecénekre, mint a kérődzők. A 9 mg DON/kg takarmánytól kezdve a csirkékben negatív hatást váltott ki, míg az 5 mg DON/kg takarmányt kapott csirkéknél nem találtak negatív hatást, ezért 2,5 mg DON/kg takarmányra vonatkozó irányadó értéket javasolnak. (Eriksen and Pettersson, 2004)

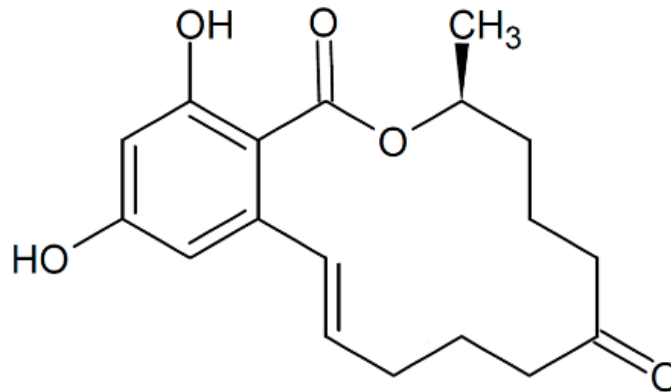
Az aflatoxinokat először az 1960-as évek elején azonosították, amikor Angliában váratlanul több mint százezer pulyka súlyosan megbetegedett, és elpusztult. A vizsgálatok kimutatták, hogy a földimogyoró lisztet tartalmazó takarmányban lévő *Aspergillus flavus* penészgomba által termelt toxin okozta az állatoknál a mérgezést. (NÉBIH, 2013) A 11. ábra a 4 legelterjedtebb aflatoxint mutatja be, melyeket *Aspergillus* fajok termelnek. Elnevezésük fluoreszcenz tulajdonságaikról kapták (B=blue, G=Green)



11. ábra Aflatoxin kémiai struktúrái (Internet 8)

Az aflatoxin B1 és az aflatoxin M1 DNS-károsodást és genotoxicitást előidéző hatását az ecetmuslicákban (*Drosophila melanogaster*) vizsgálták és mutatták ki. (Henry, 2001)

A zearalenon, egy makrociklikus lakton, *Fusarium* fajok - köztük a *F. culmorum*, *F. roseum* – szekunder metabolitjai (másodlagos anyagcsere termékei). Ezek a fajok globálisan megtalálhatóak a melegebb klímájú térségeken termesztett gabonaféléken. Anyagcseréjük során szennyezik a takarmányt és az élelmiszereket a világ szinte minden pontján. (Bagó, 2017) A nem megfelelő tárolás (pl.: magas páratartalom) kedvez a penészgombáknak így képes a takarmányokban is megtelepedni.



12. ábra Zearaleon kémiai felépítése (Internet 9)

2.3.3 Tömés technológiája

Hazánkban olyan híres libamajtömő körzetek alakultak ki, ahol a töméses hizlalás gyakorlata apáról fiúra szállt. A kézi tömés mellett az 1910-es évektől tömőtölcsér (13. ábra), majd nemsokára a tömőgépek (14. ábra) használata mindennapossá vált a mindennapi tömésben. (Kozák, 2021) A háztáji libatömés az urbanizáció miatt a múlt hagyományai közé kezd visszaszorulni. (Surányi, 2020)



13. ábra Kézi tömőtölcsér (Internet 10)



14. ábra Korszerű tömőgép (Internet 11)

A tömőgép kialakításánál és kiválasztásakor nagy figyelmet kell fordítani, hogy a takarmány adagolásának sebessége szabályozható legyen, mert a nyelési reflex kezdetben lassabb, mint a hizlalási idő vége fele (Áprily, 2009)

A hízottmáj-előállítás céljából tartott lúd tartástechnológiája **felnevelési és hizlalási** szakaszból áll. Az első szakasz a felnevelési időszak. Ez jellemzően 12-15 hét, melynél természetzerű elhelyezés jellemző szabadtartásban (extenzív). Ez olyan tartás mód, mikor az állatok nem ketrecben szorosan egymás mellett vannak elhelyezve, hanem az állat kedve szerint mozoghat a kijelölt területen belül. Ez az időszak az állatok életciklusának 85-90%-át jelenti. A hizlalási időszakban az állatokat zárt, istállózott körülmények között, négy oldalról alacsony határolóelemekkel elkerített, felül teljesen nyitott úgynevezett tömőboxokban (15. ábra) helyezik el, amelyek nem tekinthetők a klasszikus értelemben vett ketrecnek. (NAK, 2020)



15. ábra Ludak tömőboxban (NAK, 2020)

Hasonlóan a kacsák töméséhez a ludaknál is megkülönböztetünk lágydarás, szemes kukoricára alapozott és a kettő kombinációjával történő hizlalást. Az utóbbi a leghatékonyabb, mert ez tölti ki legjobban a nyelőcsövet, illetve kevesebb vizet tartalmaz, mint a lágydarás takarmány. A szemes kukoricát párolják, vagy áztatják tömés előtt. A takarmányhoz 0,5 % konyhasót, kevés zsírt és vitamin premixeket kevernek. (Benk, 2019) (16. ábra) A korai nagyüzemi töméshez képest a tömés leegyszerűsödött. 14-16 napig tart és naponta kétszeri töméssel (tömés + rátömés) megoldható, illetve a kukorica előkészítésének hosszadalmas és bonyolult művelete elmarad a speciális tömőkeverék (premixek) használatának köszönhetően. (Bogenfürst, 2013)



16. ábra Libatömés (Internet 12)

A tömés első hetében 300g később 450g nedves kukoricát adnak az állatoknak. (Áprily, 2009)

A tömés technológiáját az utóbbi időben több állatjóléti szabályozás is korlátozza. A hízottmáj-termelést állatjóléti okok miatt nagyon sokat támadják, leginkább a kényszeretetés folyamatát vélik állatkínzásnak. Ennek a tényének a megalapozására a mai napig nincs tudományosan alátámasztott bizonyíték. (Lendvai and Czibolya, 2014) Az állatok egészségi állapotának megőrzéséről az állategészségügyről szóló törvény (1995. évi XCI. tv.) rendelkezik. Az állatvédelem előírásainak megszegőit a Büntető Törvénykönyv, a BTK-1978. évi IV. tv. (2004. évi X. tv.) és azzal összefüggő jogszabályok alapján büntetik.¹ (Kozák, 2021) A baromfiszektor szakmai szervezete, a Baromfi Termék Tanács Baromfi állatjóléti útmutató és a Víziszárnyas termékek előállításának kódexe című kiadványokban a magyarországi és európai uniós jogszabályok ismertetésével, szakmai ajánlásokkal segíti a termelőket. (Kozák, 2021) Ebben részletesen szabályozzák a tömésre vonatkozó szabályokat. Például.: tömési takarmányok összetétele, vágásiszabályok, maximális egyedszám/m², épületek hőmérséklete és a tömöcső átmérőjét is.

2.3.4 Elzsírosodás menete

A hízott libamáj előállítás alapja, hogy az állat szervezetébe rövid idő alatt olyan nagy mennyiségű szénhidrátot (jellemzően kukoricát) juttatunk be, hogy az általa elért intenzív energia-bevitel a máj elzsírosodását váltsa ki. (Áprily, 2009) A 17. ábra mutatja be, hogy a zsírsejtek a tömés következtében megduzzadnak és a máj színe és mérete, hogy változik a pecsenye májhoz képest. Tehát tömés hatására a pecsenye liba májából a tömés hatására elzsírosodik és a megduzzadt májsejtek miatt hízott máj lesz belőle. A 17. ábra ezt hasonlítja össze. Egy pecsenye liba mája (A) és egy 3 hétig tömött egyed mája (B) látható.



17. ábra A hízott (a) és a pecsenye (b) liba mája (Internet 13)

¹ (Wolters Kluwer Hungary, no date)

A máj tömege jól mérhető, objektív, míg a minősége nehezen mérhető szubjektív tulajdonság. A máj termelőképességet a genotípus (örökletes alap) mellett a környezeti tényezők (például évszak) nagymértékben befolyásolják. (Áprily, 2009)

2.3.5 Víziszárnyasok vágástechnológiája

A modern vágási technológiák lehetővé teszik, hogy az állatokat fájdalommentesen öljék meg, majd a testet feldolgozzák a lehető legmagasabb minőségi standardok szerint. Ezeket jogszabályi szinten szabályozták (1998. évi XXVIII. törvény az állatok védelméről és kíméletéről, 6 § és 12 §). A leggyakrabban alkalmazott modern technológiák során a madár gyorsan és fájdalommentesen hal meg. (József, Gabriella and Dóra, 2019)

A libákat élve szállítják a vágóhidra és elektromosan kábítják, általában 130 mA-es feszültséggel. A nyakvágást jellemzően kézzel, a nyaki artériák (Arteria carotis) és vénák (Vena jugularis) átvágásával végzik. Közvetlenül a kivézetést követően többlépcsős tollazást végeznek (sorra: leforrázás, toleltávolítás, paraffinviaszolás, hűtés, viaszolás, eltávolítás), majd fej nélküli a megmosott és egész, nem kizsigerelt madarakat rozsdamentes acéltartókra helyezik hason fekvő helyzetben. 2°C-ra 24 óráig hűtőkamrákba helyezik. A teljes test hűtése szükséges ahhoz, hogy a maghőmérséklete elérje a 2°C-os hőmérsékletet, ami a máj szempontjából fontos. Ezt nevezik hidegbontásnak. (Szabó *et al.*, 2014)

2.3.6 Hidegbontás

A 2°C-os maghőmérséklet miatt a máj zsírtartalma megszilárdul. A bontás során, mivel fiziológias hőmérsékleten a máj puha, az úgynevezett "meleg bontás" többszörös májkárosodáshoz, deformációhoz és a textúra károsodásához vezethet. Melegedés közben a májszövetek között raktározott zsír megolvad, ezzel nehezítve a bontást és fokozza a higiéniai veszélyt.

A májak osztályozása $\approx 2^\circ\text{C}$ hőmérsékleten történik méret, zsírosság, felületi erek és a színe figyelembevételével. A hideg bontás segít megőrizni a libamáj minőségét és ízét. Ezt követően folyékony nitrogénnel lefagyasztják -35°C -ig, majd vákuumcsomagolják polietilén (műanyag) zsákokba. (Szabó *et al.*, 2014)

2.3.7 Erezés technológiája

A májban fellelhető kapillárisereket állaga miatt könnyen el lehet távolítani. A gyártandó termék határozza meg, hogy az ereket benne hagyják vagy úgy nevezett erezéssel eltávolítják. Ezek az erek, a porhanyós textúrájuk miatt késsel kikaparhatóak, ami nagy szakértelmet igényel. Általában, ha egészben értékesítik a májat az ereket eltávolítják, ha máj, májas, májkrém vagy különböző májkészítményeket gyártanak azokat benne hagyják.

Máj készítmények élelmiszerkönyvi szabályozása: „A megnevezésben „máj”, „májas”, „májkrém” szavakat viselő terméknek legalább 25% (m/m) májat kell tartalmaznia. A „máj”, „májas”, „májkrém” szavakat viselő termék nevében az adott állatfaj nevét (így különösen sertés, marha, borjú, csirke, pulyka, kacs, liba) fel kell tüntetni, ha a termék májtartalmának legalább 70% (m/m) -a az adott állatfajból származik.” (Magyar Élelmiszerkönyv, MÉ 1-3/13-1)

2.4 A vágás utáni pigment átalakulások

Oxidatív stressz során hipervalens hempigmentek képződnek az izmokban és a vérben a mioglobinn és a hemoglobinn reakciója során.

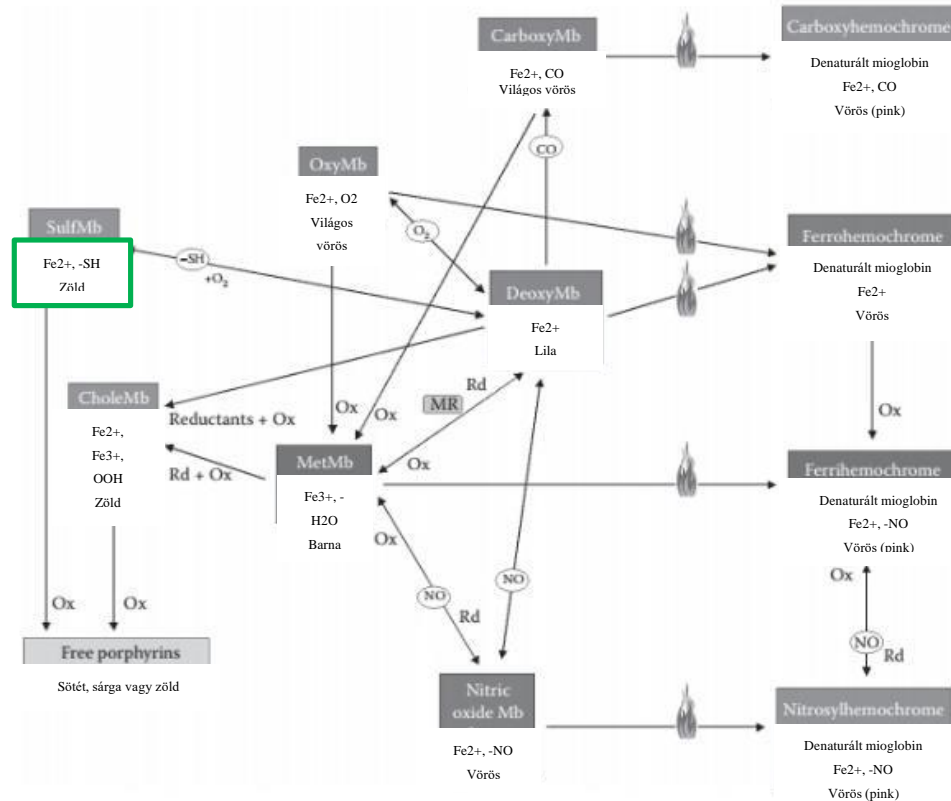
A hús színével kapcsolatos számos vizsgálat kimutatta, hogy a mioglobin (egyfajta vízben oldódó fehérje, amely egyetlen globinból és egy hem-protetikus csoportból áll) felelős a hús színéért. (Wu *et al.*, 2016)

2.4.1 A vágás utáni hemoglobin és mioglobin átalakulása

Az állatok levágása után megszűnik a vérkeringés, illetve az izomszövet oxigénellátottsága, amelynek következménye a redoxipotenciál gyors csökkenése és az anaerob körülmények kialakulása. Ennek eredményeként az izomszövetben két biokémiai folyamat megy végbe. Az anaerob glikolízis következtében pH csökkenés alakul ki, valamint ATP hiánya miatt hullamerevség (rigor mortis) jön létre. (Tanács and Pinney, 2018)

A mioglobin (Mb) általában három formában fordul elő: oximioglobin (OxyMb), dezoximioglobin (DeoxyMb) és metmioglobin (MetMb). (Bekhit *et al.*, 2019) A mioglobin (Mb) bíborvörös színű intracelluláris (sejten belüli) fehérje pigment, ami jellemzően csak nagyon kis koncentrációban, a hús belső részeiben fordul elő. Nagyobb O₂ koncentráció esetén élénkpiros színű oximioglobin (OxyO₂) keletkezik, míg kis O₂ koncentráció mellett

a mioglobinnal. A mioglobin kétértékű vasa háromértékűvé oxidálódik és fakó barnásszürke színű metmioglobinnal (MetMb) képződik. (Laczay, 2008) A metmioglobinnal, mioglobinnal és az oximioglobinnal közötti kémiai folyamatokat a 18. ábra mutatja be.



18. ábra Az interkonverzió fő újtjai a mioglobinnal különböző formái között. (Hui, 2012)

A szulfmioglobinnal (SulfMb, zölddel jelölve) kialakulásához tiol csoport (-SH), mioglobinnal és alacsony oxigén tenzió szükséges (a szulfhemoglobinnal kialakulása ugyanilyen reakció úton történik). A kénhidrogén származhat kénhidrogént termelő mikroorganizmusokból vagy egyszerű diffúzióval a béltraktusból a bontás előtti előhűtés során. A 18. ábra információt ad arról is, hogy a SulfMb -SH (tiol) csoportot tartalmaz. (Hui, 2012) Ez a tiol csoport származhat a tömőtakarmányban kiegészítő aminosavként használt kén tartalmú ciszteinnal és metion aminosavakból. A SulfMb kialakulásához szükséges O_2 a liba levágását követően egy ideig a máj maradék szöveti oxigénjéből, vagy szöveti hidrogénperoxidból (H_2O_2) állhat rendelkezésre.

3 Anyag és módszertan

3.1 Vizsgálati alapanyag

A vizsgált májakat a partner Pannon Fine Food Kft-től kaptam vizsgálatra. Ezeknek nagyrésze alakjából adódóan kereskedelmi forgalomban való értékesítésre nem alkalmas, de a vizsgáltak elvégzésére tökéletes. Fagyasztott vákuumcsomagolt libamájakkal dolgoztam. Dolgozatomban csak hizottlibamájakkal dolgoztam, melyek zöldült és nem zöldült májakat tartalmazott.

3.2 Fülledés vizsgálat

A fülledés detektálására a májmintákon ólomnitrát-próbát végeztem. Ezzel a vizsgálattal csak a fülledés tényét lehet megállapítani, mennyiségi meghatározásra nem használható. Feltételezésünk az volt, hogy a májak enyhe fülledése és a májban a véreztetés után maradt vértartalom együttesen idézik elő a színváltozást.

A fülledés vizsgálatához diónyi májszeleteket felaprítottunk, ezt követően 100ml-es Erlenmeyer-lombikba helyeztük ujjnyi vastagságban. Ezután 5 V/V %-os kénsavoldatot öntünk rá addig, hogy éppen ellepje a mintát. A csiszolatos dugós lombikhoz 10 térfogatszázalékos ólomnitráttal átitatott szűrőpapírcsíkot helyezünk, a folyadékszinttől 1-2 mm-re. Fülledés esetén a májmintából felszabaduló kén-dioxid hatására a szűrőpapírcsík 15-20 perc alatt be barnul.

3.3 Pigmenttartalom meghatározás

A pigmenttartalom vizsgálatával azt vizsgáltam, hogy a máj zöldült és nem zöldült része között van-e különbség az összes pigmenttartalom tekintetében. A mérés közvetve a vér mennyiségéről nyújt információt Alapanyagként fagyasztott, zöldült libamájat használtam. A minta előkészítést az alábbiak szerint végeztem:

5 g mennyiségű mintát vettem a máj felületizöldült és nem zöldült részeiből kb. 1 mm vastagságban. Ezekhez főzőpohárban 20 ml acetont, majd 0,5 ml HCl adtam és összekevertem. Ezt követően 1 órán át, hűtőben (+3°C) tartottam a mintákat. A feltárt mintákat szűrőpapíron átszűrtem és a szűrletet 10 mm úthosszúságú üveg küvettában spektrofotométerrel (Hitachi U2400, Hitachi Corp., Japán) vizsgáltam. A minták összes pigmenttartalmát (Marcon et al., 2019) és (Koniecko, 1985) alapján a 640 nm-nél mért

abszorbancia értékéből számoltam. A mérések során vak mintaként 0,5 ml HCl és 20 ml aceton elegyet használtam. Az így kapott abszorbancia értékéből kiszámítottam az abszorpciós koefficiens, majd az optikai sűrűség értékét. A teljes pigment tartalom kiszámítása innen már csak egy lépésre volt, az optikai sűrűséget beszoroztuk 680-al, majd osztottuk a bemért minta tömegével (Koniecko, 1985).

3.4 Elemanalitikai vizsgálatok

Az elemanalitikai méréseket azért végeztünk, hogy azonosíthassuk a zöld színanyag alkotó elemeket. A megbízó Pannon Fine Food Kft. munkatársai már észlelték a zöld elszíneződés különböző árnyalatait (sötétebb és erősebb zöld), de felmerült, hogy a nem kívánt színhibát mindig ugyanaz a vegyület okozza, csak eltérő tónusban jelenik meg a máj különböző részein.

Első lépésben egy zöldült májból (19. ábra) az alábbi helyekről vettem mintát az elemanalitikai vizsgálat elvégzéséhez

1. a nagy lebeny borda felőli részéről kb. 0,5 mm vastagságban lekapart zöldült rész
2. a nagy lebeny alsó, belső szervek felőli részéről, kb. 0,5 mm vastagságban lekapart zöldült rész
3. a máj epehólyag felőli részéről, nagyjából 0,5mm vastagságban lekapart zöldült rész
4. kontroll mintaként a máj belsejéből vettem mintát mivel a meghatározáshoz használt máj felületén nem volt olyan rész, ami nem mutatott zöld elszíneződést

Az elemanalitikai meghatározást a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézetben az Alkalmazott Kémia Tanszéken végezték, ICP-OES (20. ábra) technikával, EPA Method 6010C:2007 alapján.



19. ábra Fagyasztott zöldült libamáj elemanalitikai vizsgálatra. (Saját felvétel)

A beérkezett minták zöld részéből fagyasztva szárítás (lyofilizálás) után történt a bemérés. Az elemanalitikai méréshez 0,5g lyofilizált májra volt szükség. A lyofilizált libamáj mintákat analitikai mérlegen történő bemérést követően roncsolásnak vetették alá. A művelet oxidáló savkeverék jelenlétében, mikrohullámmal történt szabvány szerint. (MSZ EN 13805:2015) A szabvány szerint a kimért 0,5g mintákat 5ml tömény salétromsavban hagyták állni 1 éjszakán át. Másnap 3 ml 30%-os hidrogén-peroxidot adtak a mintákhoz, majd mikrohullámú roncsolóban roncsolták azokat. A roncsolás a következők szerint ment: 20 perc alatt 17,24 bar (250psi) nyomás, 15 percig tartja a nyomást, majd 20 perc alatt „visszahűl” a rendszer. A kihűlést követően 25 ml-re hígították a mintákat. A mintákat ezután feltárták tekintjük és ICP-OES mérés alá vethetőek.



20. ábra Perkin Elmer Optima 8000 ICP-OES készülék (Tanszéki felvétel)

A vizsgált elemek következők voltak: As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Zn, Ba, Na, K, Ca, Mg és Sr.

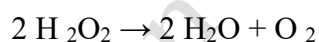
3.5 Zöldülés előidézése -SH (tiol) csoportot tartalmazó aminosavak (cisztein -CYS, metionin - MET) és H₂O₂ (hidrogén-peroxid) alkalmazásával

A szulfhemoglobin kialakulásához szükség van O₂-re, valamint kéntartalmú -SH csoportra. Feltettük a kérdést, hogy ezen tények fényében képesek vagyunk-e mesterségesen előidézni a zöld elszíneződést egy olyan libamájon, amely-nem mutat színváltozást. A méréssel a zöldülés mesterséges előidézése volt a célunk úgy, hogy cisztein és metionin vizes oldatát vittünk fel a máj felületére hidrogén-peroxiddal.

Bemért anyagok:

- cisztein vizes oldat (0,1 g cisztein + 10 ml csapvíz)
- metionin vizes oldat (0,1 g metionin + 10 ml csapvíz)

Az 1%-os hidrogén-peroxid (H₂O₂) oldatra az oxigén képződés miatt volt szükség. A hidrogén-peroxidban található peroxo-kötés kötési energiája nem túl magas, ezért a hidrogén-peroxid erősen bomlásra hajlamos vegyület. Bomlásakor, hőfejlődés közben, víz és oxigén képződik:



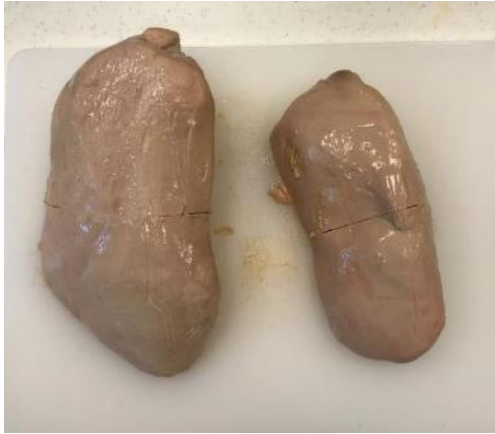
Legelőször lebenyeire bontottuk a kísérlet során használt hízott libamájakat. A lebenyekből 1,5 cm-es szeleteket vágunk, melyeket tálcán helyeztünk el. Ezekre 2ml mennyiségű ciszteint (CYS) és metionint (MET) és az oxigén képződés elősegítése miatt 1 %-os H₂O₂ oldatot vittem fel.

A folyamat befejező lépéseként vákuumsomagolásba helyeztük az elkészített mintákat. Erre azért volt szükség, mert az ipari tapasztalatok alapján jellemzően a vákuumsomagolt májknál fordult elő a zöld elszíneződés. A májakat 1 hétig hűtött körülmények között tároltuk, majd 3 hétig fagyasztóba helyeztük. A tárolás közben szemrevételezéssel ellenőriztük a mintákat.

A zöldült májrészek szemrevételezésén felül a pihentetés után műszeresen is Minolta Chroma mater CR-400 típusú CIE Lab színmérővel mértem L*, a* és b* értékeket, melyet táblázatba rögzítettem, mely adatokból diagrammon ábrázoltam a színmérés eredményeit.

3.6 Zöldülés előidézése kén-dioxid és hidrogén-peroxid alkalmazásával

A vizsgált májakat kiterítettük jobb és bal lebenyre ahogyan a 21. ábra mutatja. A mintákat bevontuk 1 %-os H_2O_2 oldattal az oxidációhoz szükséges oxigén biztosítása miatt. Ezt követően a lebeny egyik felét háztartási folpack fóliával lefedtük, mintegy kontroll mintát képezve.



21. ábra A kinyitott májlebenyek (saját felvétel)



22. ábra Májak az exsikkátorban (saját felvétel)

Ezek után a májakat exsikkátorba helyeztük (22. ábra) és borászati kénlap (forgalmazó: Harmath Ker, Bt.) elégetésével képeztünk kén-dioxidot a máj körül (23. ábra)



23. ábra Hidrogén-peroxiddal előkezelt libamáj kén-dioxiddal történő kezelése (Saját felvétel)

A vizsgálat végső lépéseként vákuumcsomagolásba helyeztük az elkészített mintákat. Ezeket 1 hétig hűtött körülmények között helyeztük el, majd 3 hétig fagyaszott körülmények között tároltuk. Ez időtartam alatt szemrevételeztük a mintákat.

Moizes Márton szakdolgozat

4 Mérési eredmények kiértékelése

4.1 Fülledés vizsgálat eredményei

A szűrőpapír csíkot a behelyezés után 20 perccel vizsgáltuk meg. A vizsgálat eredményét a 24. ábra mutatja.



24. ábra Nem zöldült (balra) és zöldült (jobbra) hízott libamáj fülledés vizsgálata 20 perccel a dugózás után (Saját felvétel)

A zöldült máj felett elhelyezett szűrőpapír, melyet ólomnitrát oldattal átitattam, elbarnult, míg a színhiba által nem érintetlen máj felett elhelyezett papíron nem volt észlelhető változás. Ezekből következtethetünk arra, hogy a kén-hidrogén jelenlétét sikerült igazolni a zöldült májban.

4.2 Pigmenttartalom meghatározás eredményei

A pigmenttartalom eredményeket a 1. táblázat tartalmazza, amelyből az látható, hogy minimális eltérés mutatkozik a zöldült és nem zöldült májrészek összes pigmenttartalmában. Ebből arra lehet következtetni, hogy a máj zöldült és nem zöldült része között nincs számottevő különbség a vértartalom tekintetében.

1. táblázat Pigmenttartalom meghatározás eredményei

	hullámhossz (nm)	ABS	összes pigmenttartalom (ppm)
zöldült rész	639,5	0,192	60,26
nem zöldült rész	639,0	0,191	57,74

4.3 Elemanalitikai vizsgálatok eredményei

Az elemanalitikai mérés célja az volt, hogy makro és mikro elemek között van-e eltérés a májrészek között. A vizsgálathoz fagyasztott vákuumcsomagolt májakat használtunk fel.

Az ICP-OES műszeres analitikai mérések eredményét a 2. táblázat tartalmazza

2. táblázat Az elemanalitikai vizsgálat eredményei

As	B	Ba	Ca	Cd	Co	Mo
mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
<2,5	<0,5	<0,5	32	<0,5	<0,5	<0,5
<2,5	<0,5	<0,5	35	<0,5	<0,5	<0,5
<2,5	<0,5	0,6	41	<0,5	<0,5	<0,5
<2,5	<0,5	<0,5	39	<0,5	<0,5	<0,5
Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na
mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
<0,5	45	55	2100	140	2,9	630
<0,5	46	51	2200	140	2,6	670
<0,5	49	61	2400	140	2,2	690
<0,5	50	49	1800	130	0,7	620
Ni	P	Pb	Sr	Zn		
mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg		
<0,5	2300	<0,5	<0,5	12		
<0,5	2300	<0,5	<0,5	13		
<0,5	2400	<0,5	<0,5	14		
<0,5	2200	<0,5	<0,5	13		

Az elemanalitikai vizsgálat eredményeiben csak három elem esetében mutatott számottevő eltérést a zöldült és a nem zöldült területek között. A zöldülés által nem érintett és a zöldüléssel érintett májminták között a vas (Fe), a kálium (K) és mangán (Mn) esetében volt tapasztalható számottevő koncentráció különbség.

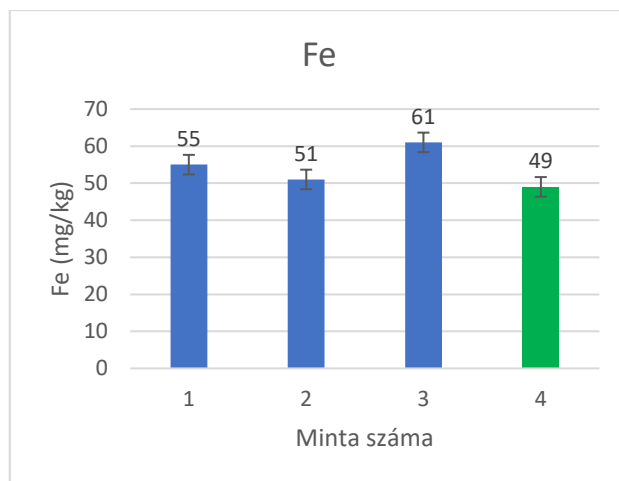
A három komponens (Fe, K, Mn) a takarmányok fő szervesetlen alkotó elemei. A vas és mangán mikro azaz nyomelem a kálium pedig szervalkotó makrokomponens.

Kálium a szervezet belső egyensúlyának, különösen a sav-bázis állapotának fenntartásában játszik szerepet. Jelen van a sejtekben, vérben és szövetnedvekben egyaránt. Általában a növényi eredetű takarmányok elérik a káliumszükségletet, mivel általában több káliumot tartalmaznak, mint amennyire az állatoknak szükségük van. A meghatározás során kapott kálium értékeket a 25. ábra mutatja. (Sváb, 2008)



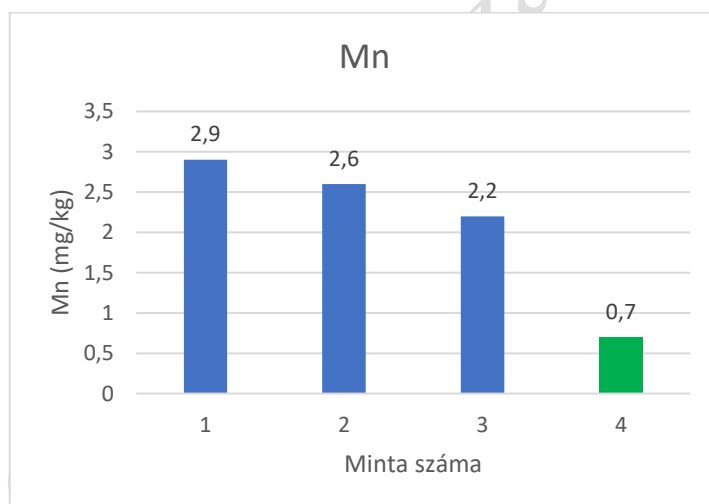
25. ábra Elemanalitikai vizsgálat eredményei, kálium (kékekkel a színhiba nélküli májak eredményei, zölddel a teljesen elszíneződött máj eredményei)

Vas a szervezet mikroelemei közül a legnagyobb mennyiségben fordul elő. Fontos szerepet játszik az oxigén megkötésében és szállításában, és néhány enzim is tartalmaz vasat. Különösen a fiatal és növekvő állatok számára jelentős a vasszükséglet. Általában csak krónikus vérvesztés esetén alakulhat ki vashiány, ahol a vér lebomlása biztosítja a vas szükségletet. (Sváb, 2008)



26. ábra Elemanalitikai vizsgálat eredményei, vas (kékkel a színhiba nélküli májak eredményei, zölddel a teljesen elszíneződött máj eredményei)

Mangán megtalálható valamennyi sejtben, és a mangánhiány kialakulásához hozzájárulhat, hogy a takarmány nagy vastartalma gátolhatja a mangán felszívódását. Túl magas mangántartalom a zöldtakarmányban akár vérszegénységet is okozhat. (Sváb, 2008)



27. ábra Elemanalitikai vizsgálat eredményei, mangán (kékkel a színhiba nélküli májak eredményei, zölddel a teljesen elszíneződött máj eredményei)

A máj zöld elszíneződésében a bemutatott elemek közül a vasnak lehet szerepe. Azonban, ahogy azt a 26. ábra is mutatja, a zöldült és nem zöldült májrészek vastartalma között jelentős különbség nem mutatkozott. A kálium és mangán esetében nagyobb különbség látható, de ezek a jelenlegi ismeretek szerint nem hozhatók összefüggésbe a zöld elszíneződéssel. A mérések eredményei alapján arra következtek, hogy a zöldülés okának takarmányozási irányból történő megközelítése (is) indokolt.

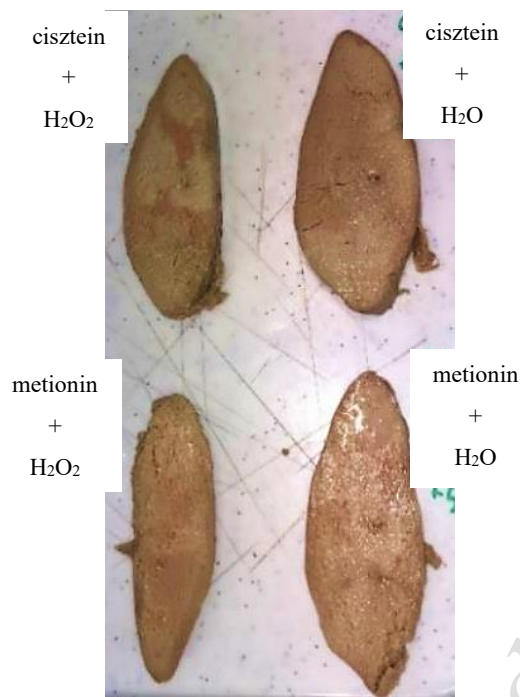
4.1 Tiol (-SH) csoportot tartalmazó aminosavak (cisztein -CYS, metionin - MET) és H_2O_2 (hidrogén-peroxid) alkalmazásának eredményei

Azért a ciszteint és metiont választottam, mert ahogyan az irodalmi áttekintésben is említettem takarmánykiegészítőként használják a tömőtakarmányban, továbbá kén tartalmú csoportot tartalmaznak, amely felelős lehet a zöld elszíneződés kialakulásáért.

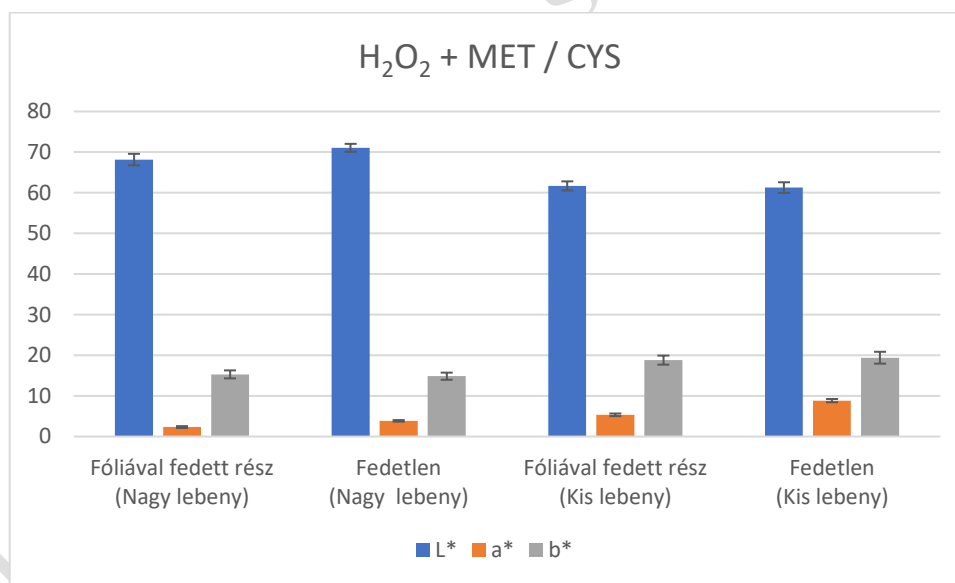


28. ábra A csepegtetés utáni 3-5 perc. A ciszteines minta elszíneződött.

A cisztein és metionin felvitelét követő 3-5 perc pihentetés után sem a ciszteines, sem a metioninos minta nem mutatott zöld színváltozást (28. ábra). A csepegtést követő 10-15 perc után azonban a cisztein minimálisan elszínezte a mintát, de feltehetőleg csak a hidrogén-peroxid oxidáló hatásának tudható be. A metioninos minta esetében is hasonló színváltozás látható (29. ábra).



29. ábra A csepegtetés utáni 10-15. perc. A színváltozás tovább erősödik



30. ábra: Hidrogén-peroxiddal és kéntartalmú aminosavakkal kezelt hízott libamájak műszeres színérésének eredményei.

A zöldült májrészeket szemrevételezésen felül a pihentetés után műszeresen is Minolta Chroma mater CR-400 típusú CIE Lab színmérővel mértem L*, a* és b* értékeket, melyet táblázatba rögzítettem, mely adatokból diagrammon ábrázoltam a színmérés eredményeit. Ezeket a 30. ábra mutatja.

Amikor a két lebeny értékeit vizsgáljuk, egyértelmű különbséget tapasztalhatunk mind a világossági tényező (L^*), mind a vörös (a^*) és sárga (b^*) színezet adatai tekintetében. Azonban amikor külön-külön szemléljük a lebenyek értékeit az egyes aminosavak (cys, met) között, nem látható számottevő különbség. Ez arra utal, hogy a két aminosav hasonló színű lehet, és a jelentős különbségek inkább a lebenyek közötti általános tulajdonságokban mutatkoznak meg, mintsem az egyes vizsgálat aminosavak saját színjellemzőiben.



31. ábra: Hidrogén-peroxiddal és kén-tartalmú aminosavakkal kezelt hizott libamájak szemrevételezése a hűtött raktározást követően (Saját felvétel)

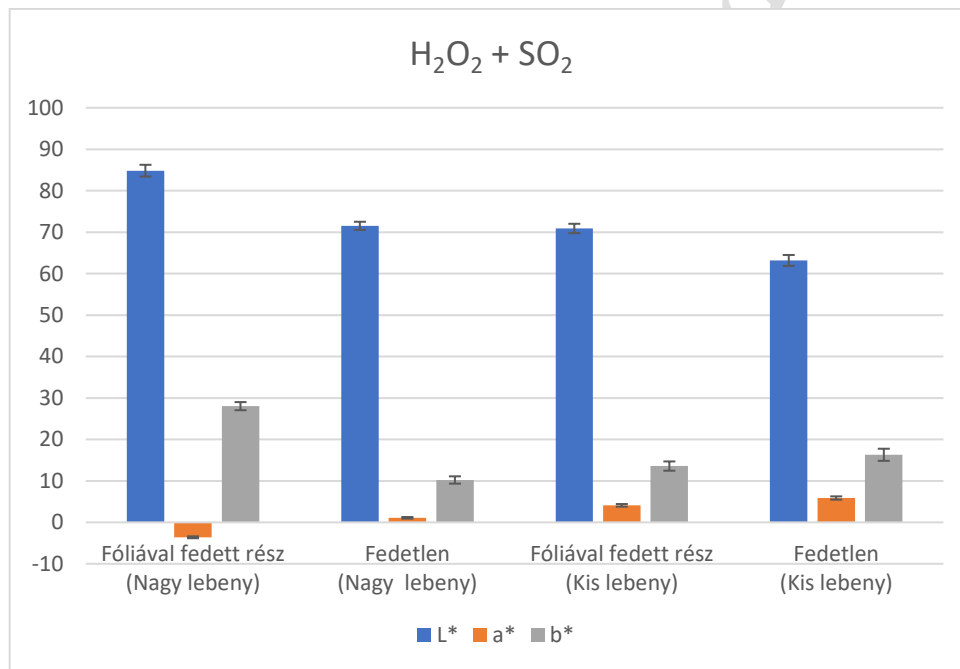
A kezelt májak (31. ábra) szabad szemmel történő vizsgálata során nem észleltünk színbeli elváltozást, tehát megállapíthatjuk, hogy az aminosavak alkalmazásával nem sikerült mesterségesen előidézni a zöldülést. A vizsgálat eredményei alapján úgy tűnik, hogy az aminosavak nem váltottak ki színváltozást a májban, és a kezelés hatására a szokásos szín és megjelenés megmaradt.

4.2 Kén-dioxid (SO_2) és hidrogén-peroxid (H_2O_2) alkalmazásának eredményei

A májmintákat erőteljesen színezte a kéngáz kezelés (32. ábra)



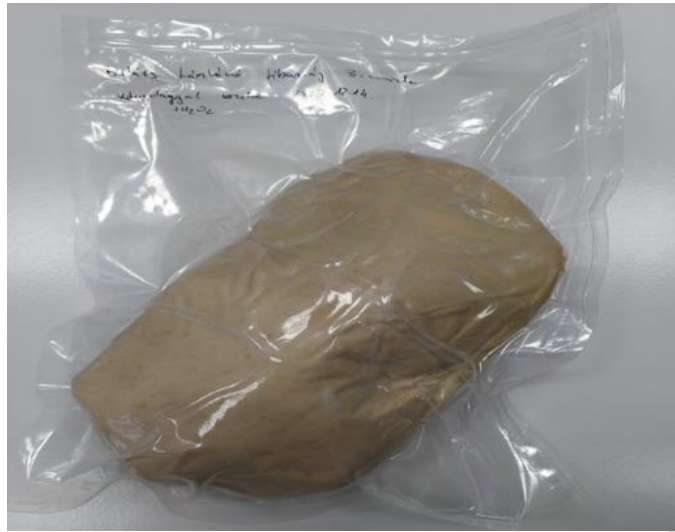
32. ábra Májminták közvetlen a kén-dioxidos kezelést követően (Saját felvétel)



33. ábra Hidrogén-peroxiddal és kén-dioxiddal kezelt hizott libamájak műszeres színérésének eredményei

A zöldült májrészeket műszeresen, Minolta Chroma mater CR-400 típusú CIE Lab színmérővel mértem L*, a* és b* értékeket, melyet táblázatba rögzítettem, mely adatokból diagrammon ábrázoltam a színérés eredményeit. A mérési eredményeket a 33. ábra tartalmazza.

Egyértelmű különbség mutatkozik mindkét lebeny esetében a fóliával fedett és fedetlen részek között minden mért paraméter tekintetében. A legkifejezőbb adatot a nagy lebeny fóliával fedett része mutatja, mivel a vörös színezet (a*) negatív értéket mutatott, ami egyértelműen jelzi, hogy a májrész kifejezetten bezöldült.



34. ábra: Kén-dioxiddal kezelt hizott libamáj a hűtve történő tárolást követően (Saját felvétel)

A fóliával fedett máj érzékszervi és műszeres vizsgálata alapján erőteljesen zöldült.

A kísérlet folyamán a hidrogén-peroxid és kén-dioxid egymást követő alkalmazásával sikerült előidézni a zöld színváltozást. Ugyanakkor ahhoz, hogy megértsük, miért csak a fóliával fedett rész zöldült erőteljesen, további vizsgálatokra van szükség.



35. ábra Az ismételt vizsgálati máj szemrevételezésekor készült felvétel. (Saját felvétel)

5 Összefoglalás

Általánosságban elfogadott, hogy a ludak voltak az első domesztikált állatok. Házasításuk 3000 éve kezdődött Egyiptomban. Testük középnagy tojója 5-6kg míg gúnárja 6-8kg. Költöző madarak, de könnyen alkalmazkodnak a hideg vagy meleg klímához. Vegyes hasznosítású állatok, tollát, húsát, zsiradékát és máját is feldolgozzák. A madármáj a szív mögött a zúzógyomor, a nemi mirigyek és a vékonybél előtt helyezkedik el. A nem hizlalt liba mája vörös színű, hizlalté a zsírtartalomtól függően sárgásbarna vagy sárgás rózsaszín. Textúrája lágy, törékeny, könnyen reped. A szerv lapvető feladata a méregtelenítés (intermedier anyagcsere). Hazánk világelső helyen áll a hizott libamáj termelésben. Magas hozzáadott értékű élelmiszerként exportáljuk Franciaországba és Németországba. Globális szinten a lúd szerepe más baromfifajokhoz képest csekély. Évszázados hagyománya van a fajta tenyésztésének itthon. A tömés technológiája eleinte kézzel majd az 1910-es évekre már gépesítve történt. A tömés célja, hogy minél több szénhidrátot juttassanak az állat tápcsatornájába. A tömés tömőboxokban végzik. A tömő takarmány napjainkban egy speciális keverék már, mely tartalmazhat toxinokat. A legelterjedtebbek a DON, az AFLA és a ZEA. A tömés 14-16 napig tart. Ezután kezdik el feldolgozni a ludakat. A vágástechnológiájában a hidegbontás kulcsfontosságú. Ilyenkor a testeket 2 °C-ra hűtik a nagyvágás után és a máj minőségének megőrzése érdekében 24 órára a megadott hőmérsékleten tartják. A vágás után a májban pigmentátalakulások figyelhetőek meg. Szulfhemoglobin képződhet melyhez kénhidrogén, hemoglobin és alacsony oxigéntenzió szükséges. A tiol csoport, mely a takarmányból származhat cisztein és metioninből is szerepet vállalhat a szulfhemoglobin kialakulásában. A vizsgálatokat a konzorciumi partneről kapott fagyasztott, vákuumcsomagolt májakon végeztem. Fülledés vizsgálat során egy ólomnitrát-próbát végeztem el, mely mennyiségi meghatározásra nem, de a fülledés tényének megállapítására alkalmas. Az előkészített májak felett ólomnitráttal átitatott papírtörülőt függesztettem és a zöldült minták felett bebarnult. Ezekből megállapítottam, hogy sikerült igazolni a kén-hidrogén jelenlétét a zöldült májakon. Pigmenttartalom meghatározás során a két máj (zöldült és nem zöldült) közötti pigmenttartalom különbséget vizsgáltam. A minta előkészítést követően spektrofotométerrel végeztem vizsgálatokat. A kapott eredményekből látszódik, hogy minimális eltérés mutatkozik a zöldült és nem zöldült májrészek teljes pigment tartalmában. Az elemanalitikai vizsgálatok célja az egyik mikro és makro elemek közti eltérés kimutatása volt ICP-OES meghatározással. A roncsolt és feltárt mintákban As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Zn, Ba, Na, K, Ca, Mg és Sr-ot

mértem. Számottevő különbség Mn, Fe és K-ban mutatkozott. Takarmányokban mindhárom komponens előfordul. A zöldülést először hidrogén-peroxiddal és aminosavakkal (cisztein, metionin) próbáltam meg előidézni. Az előkészített májknál az első csoportra csak aminosav vizes oldatát helyeztem a másikkra aminosavat és H₂O₂-t. Elszíneződés látható volt, de feltehetőleg csak a hidrogén-peroxid oxidáló hatása látszódott. A zöldülést kén-gázos közegben is vizsgáltam. Egy borászati kénlap elégetésével próbáltam a kén-gázt biztosítani a zöldülés előidézéséhez. A májakat lebenyeire bontottam és H₂O₂-t vittem fel a felületükre. Egy kontroll mintát biztosítottam úgy, hogy fóliával tekertem be az egyik máj tetejét. A kénlapot egy exsikkátorban gyújtottam meg és 30 percig hagytam állni. Ezt követően vákuumsomagoltam és 3 hét után szemrevételeztem a mintákat. Érdekes volt tapasztalni, hogy a fóliába tekert májakon tapasztaltunk színváltozást.

6 Irodalomjegyzék

Áprily S. (2009) 'A MÁJTERMELI KÉPESSÉGET ÉS A MÁJMINISÉGET BEFOLYÁSOLÓ EGYES TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA LÚDFAJBAN'.

Bagó B. (2017) 'EGY ISMERT MIKOTOXIN, A ZEARALENON HATÁSA FEJLŐDŐ KISAGYI SEJTEK ÖSZTROGÉN ÉS PAJZSMIRIGYHORMON RECEPTORFEHÉRJÉINEK EXPRESSZIÓJÁRA'.

Bekhit, A. *et al.* (2019) 'Meat Colour: Chemistry and Measurement Systems', in, pp. 211–217. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22419-0>.

Benk, Á. (2019) 'Baromfitenyésztés - Jegyzet', https://eta.bibl.u-szeged.hu/2436/1/Baromfiteny%C3%A9szt%C3%A9s_EFOP-3.5.1-16-2017-00004.pdf [Preprint]. Available at: https://eta.bibl.u-szeged.hu/2436/1/Baromfiteny%C3%A9szt%C3%A9s_EFOP-3.5.1-16-2017-00004.pdf.

Bogenfürst F. (2013) 'A VÍZISZÁRNYAS ÁGAZAT HELYZETE ÉS JÖVİBENI KILÁTÁSAI MAGYARORSZÁGON'.

Bokor, J. (1893) *A Pallas nagy lexikona*. Available at: <https://mek.oszk.hu/00000/00060/html/098/pc009850.html#5> (Accessed: 10 September 2023).

BTT (2011) 'Víziszárnyas termékek előállításának kódexe', https://mbtt.hu/mediatar/fajlok/regebbi_fajlok/btt_kodex_kesz [Preprint].

Buckland, R.B. and Guy, G. (2002) *Goose Production*. Food & Agriculture Org.

Eriksen, G.S. and Pettersson, H. (2004) 'Toxicological evaluation of trichothecenes in animal feed', *Animal Feed Science and Technology*, 114(1), pp. 205–239. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.08.008>.

Faragó S., Kovács G. and Hajas P.P. (2016) 'NYÁRI LÚD (*Anser anser*) FAJKEZELÉSI TERV MAGYARORSZÁGON = MANAGEMENT PLAN FOR GREYLAG GOOSE (*Anser anser*) IN HUNGARY', *Magyar Vízivad Közlemények*, 28, pp. 81–114. Available at: https://doi.org/10.17242/MVvK_28.03.

Fehér G. (2004) *Az Állatok Funkcionális Anatómiája*. Available at: <https://www.scribd.com/document/99936095/Feher-Gyorgy-Az-allatok-funkcionalis-anatomiaja> (Accessed: 13 September 2023).

Henry (2001) *AFLATOXIN M1*. Available at: <https://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v47je02.htm> (Accessed: 10 September 2023).

Hui, Y.H. (2012) *Handbook of Meat and Meat Processing, Second Edition*. CRC Press.

József D.C., Gabriella D.Z. and Dóra B. (2019) 'ÁLLATI EREDETŰ ALAPANYAGOKAT FELDOLGOZÓ ÉLELMISZERTECHNOLÓGIÁK'.

Koniecko, E.S. (1985) *Handbook of meat analysis*. Avery Pub. Group. Available at: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Handbook+of+meat+analysis&author=Koniecko%2C+Edward+S.&publication_year=1985 (Accessed: 13 December 2022).

Kozák J. (2009) 'A HÍZOTT MÁJ TERMELÉSE ÉS PIACI KIHÍVÁSAI', 5.

Kozák J. (2021) 'Áttekintés a magyar lúdtenyésztés múltjáról', *Animal Welfare = Etológia és Tartástechnológia*, vol. vol. 17. (2021) issue 2. ISSN 17868440. Available at: <https://doi.org/10.17205/SZIE.AWETH.2021.2.132>.

KSH (2022) 19.1.1.29. *Baromfiállomány*. Available at: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0029.html (Accessed: 5 November 2023).

Laczay, P. (2008) *Élelmiszer-higiéniá, élelmiszer biztonság*. Available at: <https://docplayer.hu/31862060-Elelmiszer-higienia-elelmiszer-biztonsag.html> (Accessed: 16 September 2023).

Lendvai E. and Czibolya A. (2014) 'A hizott libamáj fogyasztásának aktuális kérdései'.

Li, L. *et al.* (2021) 'Male reproductive toxicity of zearalenone—meta-analysis with mechanism review', *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 221, p. 112457. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112457>.

Loosli, J. and Holden, P. (no date) *Feed, Livestock, Crops & Animals*. Available at: <https://www.britannica.com/topic/feed-agriculture> (Accessed: 2 October 2023).

Magyar Élelmiszerkönyv (MÉ 1-3/13-1) 'A RÉSZ ÁLTALÁNOS RENDELKEZÉSEK'.

Marcon, A.V. *et al.* (2019) 'Pork quality after electrical or carbon dioxide stunning at slaughter', *Meat Science*, 156, pp. 93–97. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.022>.

Nagy F. (2015) 'Mikotoxinok a keveréktakarmányokban'. Available at: <http://hdl.handle.net/2437/217536> (Accessed: 10 September 2023).

NAK (2020) 'TANULMÁNYOK A KETRECES ÁLLATTARTÁSRÓL II.', <https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/3857-tanulmanyok-a-ketreces-allattartasrol-ii/file>. Available at: <https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/3857-tanulmanyok-a-ketreces-allattartasrol-ii/file>.

NAK and Friedrich, L. (2018) 'Élelmiszeripari alapfogalmak II.'

NÉBIH (2013) 'Az aflatoxin szennyezettség csökkentésének lehetőségei az élelmiszerláncban', https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21384/aflatoxinok_az_elelmiszerlancban.pdf/9f16f504-6646-4208-ae99-ce3ec5ec1583 [Preprint].

Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ (no date) 'Lúd fajták – NBGK'. Available at: <https://www.nbgk.hu/lud-fajtak/> (Accessed: 1 October 2023).

Risa A. (2019) 'Aflatoxin B1 és zearalenon bakteriális detoxifikációja élő sejtettkel és sejtmentes kivonatokkal'.

Rotter, B.A., Prelusky, D.B. and Pestka, J.J. (1996) 'Toxicology of deoxynivalenol (vomitoxin)', *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 48(1), pp. 1–34. Available at: <https://doi.org/10.1080/009841096161447>.

Scientific committee on food (1999) 'OPINION ON FUSARIUM TOXINS', https://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out44_en.pdf [Preprint].

Surányi B. (2020) 'A takarmányozás és gyakorlata a magyar agrárkultúrában'.

Sütő, Z. and NAK (2020) 'Tanulmányok az európai unióban a ketreces tartás jövőbeni betiltásának várható következményeiről a magyar állattermék-előállításra',

[https://press.mater.uni-](https://press.mater.uni-mate.hu/14/1/NAK_tanulmanykotet_final_2020%2005%2020_OK.pdf)

[mate.hu/14/1/NAK_tanulmanykotet_final_2020%2005%2020_OK.pdf](https://press.mater.uni-mate.hu/14/1/NAK_tanulmanykotet_final_2020%2005%2020_OK.pdf) [Preprint].

Sváb, M. (2008) 'A takarmányok kémiai összetétele',

https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepesesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetenciak_merési_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/20_1713_007_101115.pdf [Preprint].

Szabó, A. *et al.* (2014) 'Investigation of the Background of Greening of Fatty Goose Liver (Foie Gras) during Prolonged Frozen Storage under Vacuum: Analysis of Foie Gras Greening', *Journal of Food Quality*, 37(3), pp. 213–218. Available at:

<https://doi.org/10.1111/jfq.12087>.

Szedlák, L. (2022) 'Egyre kevesebb van ebből az állatból Magyarországon: vészesen fogy az állomány', <https://www.agrarszektor.hu/allat/20220210/egyre-kevesebb-van-ebbol-az-allatbol-magyarorszagon-veszesen-fogy-az-allomany-35683>. Available at:

<https://www.agrarszektor.hu/allat/20220210/egyre-kevesebb-van-ebbol-az-allatbol-magyarorszagon-veszesen-fogy-az-allomany-35683>.

Tanács, L. and Pinnyey, S. (2018) 'MEZŐGAZDASÁGI TERMÉKEK FELDOLGOZÁSA 2. ÁLLATI EREDETŰ NYERSANYAGOK FELDOLGOZÁSA',

https://oszkdk.oszk.hu/storage/00/02/72/07/dd/1/EFOP343_AP2MGK_jegyzet_tanacs_lajos_et_al_mezogazdasagi_termek_feldolgozasa_20181214.pdf [Preprint].

Tóásó S. (2006) 'EU-konform Hízott libamáj előállítás hazai megoldásának ökonómiai kérdései'.

Turcsán, Z. (2001) *INFLUENCE OF BREED, FORCE-FEEDING TECHNOLOGY AND STUNNING METHOD ON LIVER, CARCASS AND MEAT QUALITY OF FATTENED GEESE*. Available at: <http://doktori.uni-sopron.hu/id/eprint/248/3/angol.pdf>.

Wolters Kluwer Hungary (no date). Available at:

<https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99500091.TV> (Accessed: 11 September 2023).

Wu, W. *et al.* (2016) 'Towards muscle-specific meat color stability of Chinese Luxi yellow cattle: A proteomic insight into post-mortem storage', *Journal of Proteomics*, 147, pp. 108–118. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2015.10.027>.

6.1 Internetes források:

- Internet 1: <https://burst-diszbaromfi-farm3.webnode.hu/fodros-lud/>
- internet 2: <https://egy.hu/kult/kozeledik-a-marton-nap-de-tudod-e-miert-gogos-gunar-a-gedeon-111962#>
- internet 3: <https://www.sciencephoto.com/media/947574/view>
- internet 4: <https://cratefreeusa.org/foie-gras-production-cruelty/>
- internet 5: <https://www.atlasobscura.com/articles/ancient-foie-gras-debate>
- internet 6: <https://www.foodinno.com/product/foie-gras-duck-b-grade-ref-5-lobe-5-1-25-lba/>
- internet 7: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Impact-of-the-Fusarium-Toxin-Deoxynivalenol-on-Awad-Ghareeb/e51ba3c880b8d16475b07fac62231926201d950d/figure/0>
- Internet 8: <https://www.mdpi.com/1420-3049/23/7/1638>
- Internet 9: https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-Zearalenone_fig1_325934127
- Internet 10: <https://konyhaaprocikk.hu/konyhai-eszkozok-141/libatomo-es-kacsatomo-194>
- Internet 11: <https://lakatosuzemkiskunmajsa.business.site/>
- Internet 12: <https://www.bernerzeitung.ch/kalifornien-verbietet-die-foie-gras-616242661812>
- Internet 13: https://www.researchgate.net/figure/Comparison-of-livers-and-liver-tissue-sections-between-overfed-and-control-geese-A_fig4_275975184

Szerzői nyilatkozat

Alulírott **Moizes Márton**, BSc Élelmiszermérnöki, nappali tagozatos hallgató kijelentem, hogy a „**A hízott libamájon megjelenő színhiba okának vizsgálata**” című szakdolgozat a saját munkám eredménye. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

Budapest, 2023.11.02



a hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Moizes Márton JRNDAK konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

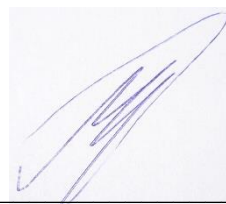
A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre **javaslom** / **nem javaslom.**

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2023.11.02.



belső konzulens



belső konzulens

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Moizes Márton
A Hallgató Neptun kódja: JRNDAK
A dolgozat címe: A hízott libamájon megjelenő színhiba okának vizsgálata
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Állattermék és Élelmiszertartósítási Tanszék

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a 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 szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. 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 könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023.11.02.



Hallgató aláírása

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek Dr. Jónás Gábornak a szakdolgozat elkészítésében nyújtott segítségével. Munkámat szakmai tudásával, hasznos tanácsokkal és észrevételeivel segítette. Jókainé Dr. Szatura Zsuzsannának és a Kémia Tanszéknek az elemanalitikai vizsgálatban nyújtott segítségével. Majzinger Koppánynak a vizsgálatokban nyújtott segítségével és Csordás Mártonnak a szakmai kiegészítésekért.

Végezetül szeretném megköszönni szüleimnek és testvéremnek, hogy mindvégig támogattak és segítséget nyújtottak a szakdolgozatom elkészítése során.

Moizes Márton szakdolgozat