DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Majzinger Koppány László

Gödöllő

2026



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Hízott libamáj zöldülésének vizsgálata élelmiszerminőségi céllal

Majzinger Koppány László

Gödöllő

2026

A doktori iskola

megnevezése: Agrár- és Élelmiszertudományok Doktori Iskola

tudománya: Élelmiszertudományok

vezetője: Prof. Dr. Kovács Melinda
egyetemi tanár, az MTA r. tagja

Témavezető(k): Dr. Friedrich László Ferenc
egyetemi tanár, PhD
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Állatitermék- és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Dr. Jónás Gábor
egyetemi docens, PhD
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Állatitermék- és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

....
Az iskolavezető jóváhagyása A témavezetők jóváhagyása

Nyilatkozat

Alulírott Majzinger Koppány, a „Hízott vízibaromfi máj eltarthatóságának növelése, élelmiszer-biztonság és minőség növelése céljából” című dolgozat készítője, nyilatkozom, hogy a dolgozat készítése során az MTA hatályos Tudományetikai Kódexe alapján, a tématerületemen szükséges kutatási normák és engedélyek tudatában és birtokában jártam el. Ahol nem a saját gondolataim és a saját eredményeim jelennek meg az értekezésben, azt egyértelműen és azonosítható módon jeleztem az értekezésben.

.....
Doktorjelölt

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

A hízott liba- és kacsamáj előállítás nagy hagyományokkal rendelkezik, történetének kezdete évezredekre nyúlik vissza (Fazekas et al., 2022) Már az ókori Egyiptomban is alkalmazott technológia volt az állatok tömése (Liu et al., 2019), a módszer használatával a zsiradék termelést kívánták fokozni. A libamáj ínyencségként történő említése pedig az időszámításunk előtti 4. századra datálható. A legelső európai írásos emlékek a libatartással kapcsolatban a Krisztus utáni 8. századból származnak.

A magyarországi lúdtenyésztéssel kapcsolatos hagyományok több évszázados múltra tekintenek vissza (Molnár et al., 2002), a libatartás meghonosodásának kezdete a 13. századra tehető.

A hízott libamáj mindig is prémium terméknek számított, és napjainkban is kiemelt helyen szerepel a különböző fine dining éttermek étlapjain. A high-end gasztronómia ezen nemes alapanyagát speciális hizlalási eljárással, töméssel állítják elő a termelők. A folyamat során jelentős mennyiségű szénhidrátot tartalmazó takarmányt juttatnak az állatok szervezetébe (Guémené & Guy, 2004; Beaver & Golab, 2022). Az így elfogyasztott élelem mennyisége számottevően nagyobb, mint amit a libák *ad libitum* módon megennének (Skippon, 2013a).

Magyarország meghatározó szereplő a hízott vízibaromfi máj előállítás piacán (2019. évi termelés: 3 523 tonna) (Julien-David & Marcic, 2020).

Az iparág ugyan sokat fejlődött, a gyakorlatban bizonyított számos automatizálási megoldás, azonban a libák nevelése továbbra is jelentős mennyiségű emberi munkát igényel (Gržinić et al., 2023).

Az elmúlt évek eseményei – az aszály sújtotta nyarak, az egymást érő madárinfluenza járványok, COVID-19 járvány, az Ukrajnában kirobbant háború – a termelési költségek emelkedésében mutatkoztak meg (Urak et al., 2024). Mindezen történések a hízott libamáj értékesítési árának nagymértékű emelkedését vonták maguk után.

Minthogy a hízott libamáj rendkívül drága és jelentős exportcikknek számít, szükséges valamennyi olyan tényező vizsgálata, amik negatívan befolyásolhatják a termék minőségét. Különösen fontos továbbá az eltarthatósági idő maximalizálása. A feldolgozók a májakat vákuumcsomagolásba helyezik és jellemzően le is fagyasztják azokat. Azonban gyakran tapasztalható felületi zöld színelváltozás az ilyen módon tárolt májak esetében. A jelenség, érthető módon, komoly ellenérzést vált ki a fogyasztókból és a legtöbben a mikrobiális eredetű romlás egyik jeleként tekintenek rá, végső soron pedig elutasítják a terméket.

A PhD képzés keretében megvalósuló kutatásom célkitűzéseit a nemkívánatos felületi zöld elszíneződés alapján fogalmaztam meg.

Célom volt megállapítani, hogy:

- a vágóhídi feldolgozástechnológiai egyes lépései, különös tekintettel a vágást megelőző itatás, kábítás, a nyaki erek átvágását követő véreztetés, valamint az alkalmazott bontási technológia – zsigerek kiemelése – hogyan befolyásolják a hízott libamáj felületén megjelenő zöldülést,
- mikrobiális tevékenység eredményeként jelenik-e meg a hízott libamáj felületén a zöld színelváltozás, azaz kimutatható-e különbség a zöldült és nem zöldült hízott libamájak mikroflórájának összetétele között (kén-hidrogén termelésre képes törzsek jelenlétének vizsgálata),
- a máj által előállított emulgeáló hatású emésztőnedv, az epe, termelésével összefüggésbe hozható-e a zöldülés,
- kimutatható-e különbség a zöldült és nem zöldült hízott libamájak aminosav-összetételében, elsősorban a ként tartalmazó aminosavak – cisztein, metionin – vonatkozásában,
- az egyes makro-, mikro- és nyomelemek koncentrációja eltér-e a zöldült és nem zöldült májak között,
- a hízott libamáj csomagolás esetén leggyakrabban alkalmazott technológia – vákuumcsomagolás – hogyan befolyásolja a zöld színelváltozás megjelenését.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A kísérletek háttere

Kutatásom során nemcsak laboratóriumi körülmények között hajtottam végre méréseket, hanem hazánk egyik legnagyobb feldolgozó üzemében is végeztem kísérleteket. A Pannon Fine Food Kft. (Orosháza, Magyarország) által üzemeltetett vágóhídon összesen három vágási próbára került sor. Az üzemlátogatások alkalmával többek között a kábítás, a vágás előtti itatás, valamint a bontási technológia hízott libamáj minőségére gyakorolt hatását vizsgáltam.

A libamájak vákuumcsomagolt formában, hűtött körülmények között – 0–3°C –, minden esetben még aznap, jégágyra fektetve érkeztek a mérések helyszínére. Mindhárom kísérlet során fagyasztott körülmények között (–18 °C) történő tárolási próbának vetettem alá a mintákat, mely minden esetben 5 hétig, azaz 35 napig tartott. Ezen időszak alatt, a nulladik napi mérést követően hetente végeztem vizsgálatokat a májakon, azaz összesen hat mérésre kerítettem sort.

Valamennyi kísérlet során szürke landesi libával (*Anser anser*) dolgoztam. A kikelt libákat, az első naptól kezdve, mindvégig zárt istállókban tartották, a hőmérséklet értékét, valamint az egyes rekeszekben tartózkodó egyedek számát az életkori igényeknek megfelelően változtatták, az oxigénellátottságról pedig periodikus szellőztetés formájában gondoskodtak. A szükséges fényt mesterséges megvilágítás formájában biztosították, valamint a relatív páratartalmat is szabályozták.

A nevelési időszak első 8 hetében (1–56. nap) a madarak *ad libitum* módon táplálkoztak a pelletált formában kihelyezett takarmányból, valamint az itatás is *ad libitum* formában valósult meg. A tömésre (57–70. nap) minden hetedik órában került sor. A tömők 160 g-os adaggal indítottak, majd hét napon keresztül egyenletesen növelték a porciók tömegét, végül pedig elérték a 440 g-os adagot. A 64. naptól kezdve a tömési időszak lezárását jelentő 70. napig, a libákat állandó 440 g-os takarmány adagokkal etették. Az itatás a tömési időszak teljes időtartamában *ad libitum* formában történt.

A tömés végén valamennyi liba tömegét egyesével megmérték, az értékek 6400 és 7100 g között mozogtak. Ezután a libákat műanyag ketrecekbe helyezték (3 liba/ketrec), és egy megfelelően szellőztetett teherautóval a vágóhídra szállították.

2.2. Első kísérlet - A vágást megelőző itatás és a különböző zsigerelési technológiák hatásának vizsgálata

Az első kísérlet célja az volt, hogy megvizsgáljam, hogyan befolyásolja a vágást megelőző itatás, valamint a különböző zsigerelési technológiák – hidegbontás, melegbontás – a hízott libamáj minőségét.

A vágóhídon 72 madarat választottam ki véletlenszerűen, majd a szelektált libákat négy csoportba osztottam (18 madár/csoport). A kísérleti csoportokat az **1. táblázat** mutatja be.

1. táblázat: Az első vágási kísérlet során kialakított kísérleti csoportok

	Libák száma	Vágást megelőző itatás	Zsigerelés
1. csoport	18	nem	hidegbontás
2. csoport	18	nem	melegbontás
3. csoport	18	igen	hidegbontás
4. csoport	18	igen	melegbontás

Az itatást 5 mm átmérőjű szilikoncső segítségével és 50 ml-es fecskendőkkel hajtottam végre, 200 ml ivóvíz minőségű csapvizet injektáltam a madarak begyébe. Az itatás után valamennyi madarat két órán keresztül pihentettem, majd sor került a függesztésre. A vágást megelőzően nem történt kábítás.

A libák függesztését követően sor került a nyaki vénák átvágására. A véreztetés során minden liba esetében összegyűjtöttem a testből eltávozó vért. A véreztetés utáni lépések a következő voltak: forrázás (66°C), kopasztás, paraffinozás (53°C), hűtés (16°C), paraffin eltávolítás, lábvágás. A hidegbontásra szánt testeket (1. csoport, 3. csoport) 8 órára –2°C-os hűtőkamrába helyeztem. A hűtési fázis végére a maghőmérséklet 6°C-ra csökkent. Lehűlés után a testeket kizsigerelték, a májakat eltávolították és egyenként megmértem azok tömegét. A melegen bontott testek esetében (2. csoport, 4. csoport), a hűtést követően (16°C), került sor a lábak eltávolítására, a zsigerelésre, valamint a hízott máj kiemelésére. Az így kinyert libamájakat 8 órán át jégágyon tároltam.

Az egyenként történő vákuumcsomagolást megelőzően valamennyi kísérleti csoport esetében mértem a libamájak **hemoglobin-tartalmát** (Drabkin-féle reagens alkalmazásával 540 nm-es hullámhosszon végrehajtott spektrofotometriás meghatározás (Hitachi U-2900 spektrofotométer, Hitachi Ltd., Tokió, Japán)) és **pH értékét** (Testo 206 pH2, Testo GmBh, Bécs, Ausztria), valamint a polietilén (PE) fóliába történő vákuumcsomagolást követően, de a fagyasztást megelőzően sor került a májminták **felületi színezetének** három, előre meghatározott, ponton történő **objektív mérésére** is (Minolta CR 400 hordozható kromaméter, Konica Minolta Inc., Tokió, Japán). Az adatokat CIELab színtérben értékeltem, ahol az L* a világossági tényező, az a* a vörös-zöld színezetet, a b* pedig a sárga-kék színezetet jelöli. A kísérleti csoportok közötti **színinger különbséget** ($\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2}$) is kiszámítottam. A fagyasztás után heti gyakorisággal mértem a minták felületi színét, a tárolási próba végén pedig elvégeztem a **mikrobiológiai vizsgálatot** (baromfik esetében előforduló kénhidrogén termelésre képes törzsek (*Pseudomonas*) jelenlétét vizsgáltam, MALDI-TOF tömegspektrometriás módszerrel, Bruker Corp., Billerica, Egyesült Államok).

A kapott adatokat statisztikai szoftverrel (IBM Corp. 2019. IBM SPSS Statistics for Windows, 26.0 verzió. Armonk, NY: IBM Corp.) értékeltem. A pH és a hemoglobin esetében kéttényezős varianciaanalízist (two-way ANOVA) futtattam. A véreztetés során kapott adatok esetében egytényezős varianciaanalízist (one-way ANOVA) végeztem. A színmérés eredményeit kéttényezős többváltozós varianciaanalízissel (two-way MANOVA) értékeltem. A reziduumok normalitását Shapiro-Wilk teszttel, a szóráshomogenitást pedig Levene teszttel igazoltam. A szignifikancia szintet minden esetben $P \leq 0{,}05$-nek választottam.

2.3. Második kísérlet - A különböző zsigerelési technológiák hatásának célzott vizsgálata

A második kísérlet során, az első kísérlet konzekvenciáira alapozva, célzottan a felületi zöldülés jelensége állt a vizsgálatok középpontjában. Ennek értelmében, a célom az volt, hogy megvizsgáljam a fagyasztott körülmények között tárolt, vákuumcsomagolt hízott libamáj felületén megjelenő nem kívánatos zöld színelváltozás lehetséges kiváltó okait – különös tekintettel a hemoglobin szulfatációja során képződő szulfhemoglobin, valamint az epe zöldülésben betöltött szerepére vonatkozóan.

A második kísérlet alkalmával, a hízott libák feldolgozó üzem területére történő beszállítását követően, véletlenszerűen 60 libát választottam ki. A kísérleti csoportok kialakítása a **2. táblázatban** látható.

2. táblázat: A második kísérlet során kialakított kísérleti csoportok

	Libák száma	**Zsigerelés**
1. csoport	30	hidegbontás
2. csoport	30	melegbontás

A libák megjelölését követően sor került a függesztésre és a kábítás nélkül végrehajtott vágásra. A véreztetést a következő lépések követték: forrázás, kopasztás, paraffinozás, hidegvizes hűtés, majd paraffin eltávolítás, végül pedig megtörtént a lábvágás.

A levágott állatok 50%-át, 30 hízott libát (2. csoport), melegbontási technológia alkalmazásával azonnal kizsigerelték az üzem dolgozói. Az eltávolított hízott májak tömegét megmértem, majd a májakat 8 órán át jégágyon tároltam, végezetül pedig egyenként PE vákuumcsomagolásba helyeztem azokat.

A hidegbontásra szánt testeket (1. csoport) 8 órára –2°C-os hűtőkamrába helyeztem, majd a 6°C-os maghőmérséklet elérését követően került sor a májak kiemelésére és tömegük meghatározására, végezetül pedig megtörtént a hízott libamájak PE tasakba helyezése és a vákuumzárás.

A fagyasztást követően sor került a májminták **felületi színezetének objektív mérésére** (2.2. alfejezet), utolsó lépésként pedig valamennyi májat lefagyasztottam, és –18°C-on öt hétig tároltam. A tárolási próba során heti gyakorisággal mértem a minták felületi színét, **színinger különbséget** számítottam, a tárolási próba végén **lipidoxidációs vizsgálatot** (TBA szám meghatározás, triklórecetsav (TCA) és tiobarbitursav (TBA) oldatok alkalmazása után 532 nm-es hullámhosszon végrehajtott spektrofotometriás meghatározás (Hitachi U-2900 spektrofotométer, Hitachi Ltd., Tokió, Japán)), **kvalitatív epetartalom meghatározást** (tömény salétromsav (70% HNO_3) alkalmazásával végrehajtott Gmelin-próba) és **elemanalitikai vizsgálatot** végeztem (30%-os hidrogén-peroxid (H_2O_2) oldat jelenlétében történő mikrohullámú roncsolást (CEM MARS 5, CEM Corp., Matthews, Egyesült Államok) követő ICP-OES kvantifikálás (Perkin Elmer Optima 8000 (Perkin Elmer Inc., Waltham, Egyesült Államok)) **aminosavprofilt** (ként tartalmazó aminosavak jelenlétének vizsgálata) (a zsírmentesítést (Soxhlet-extrakció) követően végrehajtott sósav (HCl) jelenlétében végrehajtott fehérje hidrolízis után kivitelezett aminosav analízis (INGOS AAA 400, INGOS s.r.o., Prága, Csehország)) és **fülledést** (kénhidrogén jelenlétének kimutatása) (kénsavval történő (H_2SO_4) feltárást követően végrehajtott ólom-nitrát próba) vizsgáltam.

Az eredmények statisztikai elemzését a 2.2. alfejezetben ismertetett statisztikai szoftver használatával, feltétel vizsgálatokkal és szignifikancia szinten végeztem. A színmérés, a TBA szám meghatározás, az elemanalitika, valamint az aminosavprofil meghatározás esetében is páros t-próbát (Paired-Sample T Test) alkalmaztam.

2.4. Harmadik kísérlet – A kábítás hatásának vizsgálata

A harmadik kísérlet során a vágást megelőző kábítás hatását vizsgáltam. A többek között az állatjólét biztosítása érdekében alkalmazott technológiai lépés célja, hogy az akaratlagos mozgásképességet megszüntesse. A kábítást követően az állat nyugodtan függ a függesztőhorogban, még a véreztetés alatt sem csapkod.

Szükségesnek tartottam megvizsgálni, hogy a kábítás hatással van-e a májból eltávolítható vér mennyiségére, ezáltal pedig a tárolás során bekövetkező, a hízott libamáj felületén megjelenő zöld színelváltozásra.

A feldolgozó üzem területére történő beszállítást követően, a kísérleti tervnek megfelelően, véletlenszerűen ismét 60 hízott libát választottam ki. A kísérleti csoportok kialakítása a **3. táblázatban** látható.

3. táblázat: A harmadik kísérlet során kialakított kísérleti csoportok

	Libák száma	Kábítás
1. csoport	30	Vágást megelőzően kábított
2. csoport	30	Vágást megelőzően nem kábított

Az egyedek megjelölését követően sor került a függesztésre, majd megtörtént az 1. csoportba sorolt hízott libák elektromos kábítására (feszültség: 110 V).

A kábítást követően a 2.3. alfejezetben ismertetett technológiai lépések következtek: vágás, véreztetés, forrázás, kopasztás, paraffinozás, hidegvizes hűtés, paraffin eltávolítás, lábvágás.

A kábítás nélkül levágott hízott libák (2. csoport) esetében az első és második kísérlet során alkalmazott kábítást nem tartalmazó műveletsort követtem. A lábvágást követően, a baromfitesteket (1. és 2. csoport) 8 órára –2°C-os hűtőkamrába helyeztem, majd a 6 °C-os maghőmérséklet elérését követően került sor a májak kiemelésére és tömegük meghatározására. Az egyenként történő vákuumcsomagolást megelőzően mindkét kísérleti csoport (kábított-nem kábított) esetében mértem a hízott libamájak **hemoglobin-tartalmát** (2.2. alfejezet).

A vákuumcsomagolást (PE tasak) követően, de a fagyasztást megelőzően sor került a májminták **felületi színezetének objektív mérésére** is (2.2. alfejezet). A fagyasztás után heti gyakorisággal mértem a minták színét, a tárolási próba végén pedig vizsgáltam a zöldült libamájrészek **oldhatóságát** (acetonos, valamint desztillált vizes extrakciót követő 325-800 nm hullámhossz tartományban végrehajtott spektrofotometriás meghatározás (Hitachi U-2900 spektrofotométer, Hitachi Ltd., Tokió, Japán)), valamint a **csomagolás (oxidatív, reduktív közeg)** zöldülésre gyakorolt **hatását** is (módosított atmoszférás csomagolás: 80% CO_2–20% O_2).

Az eredmények statisztikai elemzését a 2.2. alfejezetben ismertetett statisztikai szoftver használatával, feltétel vizsgálatokkal és szignifikancia szinten végeztem. Mind a színmérés, mind a hemoglobin-tartalom meghatározás esetében páros t-próbát (Paired-Sample T Test) alkalmaztam.

3. EREDMÉNYEK ÉS AZOK MEGBESZÉLÉSE

3.1. Első kísérlet - A vágást megelőző itatás és a különböző zsigerelési technológiák hatásának vizsgálata

Az eltávolított vér mennyiségének tekintetében nem volt szignifikáns különbség az itatott és nem itatott csoportok között (P = 0,765). A hízott libák testében található vér több, mint 50%-a távozott el a véreztetés során, az érték átlagosan 4,2% volt az élőtömegre vonatkozóan. A vágást megelőző itatás nem befolyásolta szignifikáns mértékben a kivérzés sebességét (P = 0,426) sem.

Az itatás szignifikáns mértékben csökkentette a hízott libamájak hemoglobin-tartalmát (P < 0,001). A legvalószínűbb magyarázat a jelenségre az, hogy az itatás során a libák szervezetébe jutatott víz a testben található vért hígította, így az kevésbé volt viszkózus, mint a nem itatott példányok vére. Az erek nem szűkültek be, ezáltal a keringés fokozódott. Ezzel szemben a zsigerelés hatása nem volt szignifikáns (P = 0,656).

Az itatásnak nem volt szignifikáns hatása sem a májak világosságára (L*) (P = 0,715). sem a vörös színezetre (a*) (P = 0,979), sem pedig a sárga színezetre (b*) (P = 0,964), azonban a hidegbontás szignifikáns hatást gyakorolt mindegyik színösszetevőre (P < 0,001). Valamennyi tényező esetében a 21. napon detektáltam a statisztikailag igazolható csökkentést, ennek alapján a színelváltozás kialakulása a 14. és 21. nap közé volt tehető. Szignifikáns színinger (ΔE*) különbség (P < 0,001) volt kimutatható a 21. naptól kezdve a hidegen és melegen zsigerelt csoportok között. Az 5 < ΔE* értékek az emberi szem által jól érzékelhető, nagy színkülönbséget jelölték.

Az eredmények azt mutatták, hogy sem az itatásnak (P = 0,225), sem pedig a különböző bontási technikáknak (P = 0,606) nem volt szignifikáns hatása a hízott libamájak pH értékének alakulására. A vágást megelőző itatás elsődleges célja a vágóállatok megnyugtatása. Kísérletem során azonban az itatás nyugtató hatását egyáltalán nem sikerült igazolni, ugyanis az itatott és nem itatott egyedek májának pH értéke nem különbözött szignifikáns mértékben. A zsigereléssel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy hidegbontás esetén nem képződnek savas vagy lúgos karakterű vegyületek a hűtési fázis alatt, következésképp kijelenthető, hogy a hízott libamáj pH értékét nem befolyásolja a zsigerelés módja.

A mikrobiológiai vizsgálat eredményeinek értelmében, a májmintákban *Escherichia coli, Brochothrix thermosphacta, Carnobacterium maltaromaticum* és *Aeromonas bestiarum* mikrobák jelenléte volt kimutatható. Az *Escherichia coli* faj képviselői csak a hűtés nélkül, melegbontási technikával zsigerelt májakban voltak detektálhatók, azonban a *Brochothrix thermosphacta*, a *Carnobacterium maltaromaticum* és az *Aeromonas bestiarum* fajok megjelenése független volt a

zsigerelés módjától, mind a meleg, mind a hideg eljárás során eltávolított májakban megtalálhatók voltak. *Pseudomonas* nemzetségeshez tartozó törzs egyetlen májminta esetében volt detektálható.

3.2. Második kísérlet - A különböző zsigerelési technológiák hatásának célzott vizsgálata

A hidegbontás és a 35 napos fagyasztott körülmények között történő tárolás kombinációja szignifikáns hatást gyakorolt valamennyi CIELab színösszetevő értékére (L* ($P \leq 0,05$), a* ($P < 0,001$), b* ($P \leq 0,05$)). A hidegbontott libamájak sötétebbek lettek, és zöldes elszíneződés jelent meg a felületükön, ezzel szemben a melegbontási technikával zsigerelt madarak májának esetében nem volt statisztikailag igazolható különbség a kezdeti értékhez képest. Az első kísérlet során tapasztaltakhoz hasonlóan, a szignifikáns eltérést a 21. napon detektáltam, tehát a színelváltozás kialakulása a 14. és 21. nap közé volt tehető. Szignifikáns színinger (ΔE*) különbség ($P < 0,001$) volt kimutatható a 21. naptól kezdve a hidegen és melegen zsigerelt csoportok között. Az $5 < \Delta E^*$ értékek az emberi szem által jól érzékelhető, nagy színkülönbséget jelölték.

Az eredmények értelmében nem mutatkozott szignifikáns mértékű különbség, a zöldült és nem zöldült májak között a lipid oxidációt jellemző TBA szám értékek tekintetében ($P = 0,326$). A zöldült libamájminták átlagos TBA szám értéke 1,552 mg MDA/kg máj volt, a nem zöldült mintáké pedig 1,492 mg MDA/kg máj. Ez alapján kijelenthető, hogy a zöld színelváltozás hátterében feltehetően nem lipid oxidációs folyamatok állnak.

A Gmelin-féle gyűrűpróba pozitív reakciót produkált a kontrollminta – hízott liba epéjéből készített extraktum – esetében, azonban a májmintákból készített kivonatok vizsgálatának eredménye valamennyi esetben negatívnak bizonyult. Ez alapján az a következtetés vonható le, hogy az epe színét adó festékanyagok – bilirubin, biliverdin – nem voltak jelen a vizsgált, zöldülés által érintett májmintákban, ami azt jelenti, hogy a zöld színelváltozás oka, nagy valószínűség szerint nem a zöldessárga árnyalatú epe.

Az elemanalízis eredményeinek értelmében a zöldült és nem zöldült májminták között mindössze három kémiai elem tekintetében mutatkozott szignifikáns különbség. A mérés a kálium (K), a vas (Fe) és a mangán (Mn) esetében jelzett statisztikailag kimutatható eltérést ($P \leq 0,05$). A felsorolt három elem közül a vas játszhat szerepet a hízott libamáj zöld elszíneződésében, azonban, a kísérleti csoportok közötti, az egyes mintavételi helyek esetében kimutatott szignifikáns különbség ellenére, nem volt olyan mértékű koncentráció különbség a vas vonatkozásában, ami magyarázatul szolgálhatna a zöld szín megjelenésére. A kálium és a mangán esetében tapasztalt különbségek indokolhatnák a felületi zöld színelváltozás megjelenését, azonban jelenlegi ismereteim szerint ezen ásványi anyagok nem állnak összefüggésben a jelenség kialakulásával.

A vizsgálat nem vezetett szignifikáns mértékű különbséghez a kéntartalmú aminosavak tekintetében. A felületi zöldülés által érintett májmintákban a metionin aránya 2,78% volt, a nem zöldült májminták esetében 2,95% volt (P = 0,274). a ciszteiné 1,21%. A zöldült hízott libamájakban a cisztein aránya 1,21% volt, a nem zöldült hízott libamájminták esetében 1,00% (P = 0,187). A mérés során kapott eredményeket vizsgálva nem volt tapasztalható olyan mértékű különbség a kéntartalmú aminosavak vonatkozásában, amely magyarázattal szolgálna a nemkívánatos elszíneződés kialakulására. Kijelenthető, hogy a hemoglobin szulfatációjához szükséges kéntartalmú csoport vélhetően nem aminosav eredetű.

A zöldült libamájminták esetében pozitív színreakciót mutatott az ólom-nitrát próba, azonban a nem zöldült májminták vizsgálata negatív reakciót eredményezett. Megállapítható tehát, hogy a zöldült hízott libamájakban a kénhidrogén – kéntartalma révén a szulfhemoglobin képződéshez szükséges egyik fő tényező – jelenléte a fülledési teszt során megerősítésre került, azonban a nem zöldült hízott májminták nem tartalmaztak kénhidrogént.

3.3. Harmadik kísérlet – A kábítás hatásának vizsgálata

A statisztikai elemzés során megállapítást nyert, hogy a kábításnak nem volt szignifikáns hatása a májak világosságára (L*) (P = 0,347), sem a vörös színezetre (a*) (P = 0,421), sem pedig a sárga színezetre (b*) (P = 0,324). A mindkét kísérleti csoport esetében tapasztalt csökkenést, valamennyi színösszetevő vonatkozásában, először a 21. napon detektáltam, kialakulása azonban ismételten a 14. és 21. nap közé volt tehető. Kijelenthető, hogy a színparaméterek értékének csökkenése a kábítás alkalmazásától függetlenül következett be. A számított színinger különbség (ΔE^*) esetében nem volt kimutatható szignifikáns eltérés (P = 0,325) egyetlen mérési időpontban sem az öt héten át tartó fagyasztva tárolás folyamán. A $1 < \Delta E^* < 2$ értékek az emberi szem által alig érzékelhető színeltérést jelölték.

Az eredmények értelmében a nyaki erek átvágását megelőzően alkalmazott kábításnak nem volt szignifikáns hatása (P = 0,426) a májminták hemoglobin-, ezáltal vértartalmára. A rendelkezésre álló szakirodalmi források értelmében a megfelelően kivitelezett kábítás nemcsak megkönnyíti a forrázást követő kopasztás kivitelezését, hanem tökéletesebb elvérzést is tesz lehetővé, azonban a kísérlet alkalmával nem volt tapasztalható a vágástechnológiai lépés kivérzésre gyakorolt hatékonyságnövelő effektusa. Az elektromos kábítás nélkül, valamint a kábítást követően vágott egyedek májának hemoglobin-tartalma közel megegyezőnek bizonyult, azaz tulajdonképpen azonos mennyiségű vért sikerült eltávolítani a tömés következtében elzsírosodó belső szervből a különböző kísérleti csoportokba tartozó hízott libák esetében.

Az apoláros oldószerrel (aceton) történt extrakciót követően, a spektrumok felvétele során, azt tapasztaltam, hogy a zöldült és a nem zöld májminták ugyanazon hullámhosszok esetében

eredményeztek abszorpciós csúcsokat, azonban az elnyelési maximum értékek, ha nem is számottevő mértékben, de eltértek a két esetben. Az acetonnal történő kivonással megegyező módon, desztillált víz alkalmazása esetén is szinte azonos lefutású spektrumokhoz vezetett az optikai vizsgálat, ugyanakkor két különbség is mutatkozott az apoláros és poláros oldószer felhasználásával végrehajtott extrakciók esetében. Egyrészt az abszorbancia értékek tekintetében volt látható eltérés az aceton használatával végrehajtott kivonáshoz képest, valamint a mérés egyáltalán nem eredményezett elnyelési csúcsértéket.

Az oxidatív, reduktív közeg hatásának vizsgálatakor, az emberi szem által is jól érzékelhető volt, hogy már a felengedtetést követően, a máj felületén korábban még egyértelműen észlelhető zöldülés jelentősen mérséklődött, tehát valószínűsíthető, hogy a fagyasztásnak köze van a zöld színelváltozáshoz. A MAP csomagolás (80% CO_2–20% O_2) kialakítását követően, az oxigénnel történő érintkezés hatására a zöldülés tovább mérséklődött, a libamájminták folyamatosan nyerték vissza eredeti színüket. A kísérlet végére, négy óra leteltét követően, a kezdetben tapasztalható zöld színelváltozás teljesen eltűnt, kijelenthető tehát, hogy az oxigén jelenléte gátló hatást fejt ki a nemkívánatos elszíneződésre.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az első kísérlet eredményei alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a vágást megelőző itatás alkalmazása a máj vértartalmának csökkentése szempontjából ugyan előnyös, azonban az ipari léptékben történő kivitelezés nehezen megvalósítható, és a vélelmezett nyugtató hatása egyáltalán nem érvényesült. A különböző bontási technológiákkal eltávolított libamájakon végzett mérések eredményei alapján azt a következtetést tudtam levonni, hogy a hidegbontás alkalmazása ugyan megóvja a májat a mechanikai sérülésektől, azonban hozzájárul a felületi zöld színelváltozás kialakulásához. A mikrobiológiai vizsgálat eredményeinek értelmében azt állapítottam meg, hogy a zöldülés elsődleges okozójaként számontartott szulfhemoglobin képződéséhez szükséges kénhidrogén jelenléte nem utólagos mikrobiológiai kontamináció eredménye.

A második kísérleti során tapasztaltak – a felületi színelváltozás vonatkozásában – megerősítették az első kísérlet eredményeinek értelmében levont következtetést. A hidegbontás alkalmazása hozzájárul a zöldülés létrejöttéhez. A Gmelin-teszt során nem mutattam ki bilirubint a zöldült hízott libamájakból vett mintákban, ez alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a nemkívánatos felületi elszíneződés nem az epetermelésre vezethető vissza, hanem vér-eredetű lehet. Az elemanalitikai vizsgálat során nyert eredmények arra engedtek következtetni, hogy a zöldülés hátterében nem az egyes makro-, mikro- és nyomelemek állnak. Az aminosavprofil meghatározás értelmében a kéntartalmú aminosavak – cisztein és metionin – nem funkcionának kéndonorként, ezáltal pedig nem vesznek részt a hemoglobin szulfatációjának folyamatában. A fülledésvizsgálat elvégzését követően megállapítottam, hogy a zöldülés megjelenésének hátterében elsősorban a szulfhemoglobin képződése állhat, ugyanis a zöldült májmintákban kénhidrogén jelenlétét detektáltam, ami a szulfhemoglobin indukálta zöldülés egyik feltétele.

A harmadik kísérlet eredményei alapján arra a konzekvenciára jutottam, hogy a vágást megelőző kábítás alkalmazására elsősorban az állatok védelme és kímélete okán van szükség, nem pedig a véreztetés hatékonyságának növelése miatt, ugyanis a kábított és kábítás nélkül leölt libák májának hemoglobin-tartalma nem mutatott statisztikailag igazolható különbséget. Továbbá megállapítottam, hogy a kábítás alkalmazása nincs hatással a felületi zöldülés megjelenésére, mert az elszíneződés mindkét kísérleti csoport esetében azonos arányban jelentkezett. Az oxidatív-reduktív közeg hatásának vizsgálata során azt a következtetést tudtam levonni, hogy az oxigén jelenléte gátló hatást fejt ki a hízott libamáj felületén kialakuló zöldülésre.

A PhD képzés keretein belül megvalósuló vágási kísérletek során szerzett tudásanyag és tapasztalatok alapján megállapítottam, hogy van lehetőség a nemkívánatos felületi zöld színelváltozás megelőzésére, azonban ehhez a gyakorlatban alkalmazott feldolgozástechnológia

egyes lépéseinek módosítására van szükség, valamint a csomagolási metódust is meg kell változtatni. A hidegbontás alkalmazása ugyan kíméletes a hízott libamájhoz, azonban az előhűtés alatt nemcsak a hőmérséklet csökkenése következik be, hanem a libák béltraktusában termelődő kéntartalmú vegyületeket testszerte történő diffúziója is megtörténhet. Ezen ként tartalmazó komponensek pedig, a kutatásom eredményeinek értelmében, hozzájárulhatnak a hízott libamájak felületi zöldülésének bekövetkezéséhez.

Mindezek alapján arra a következtetésre jutottam, hogy az alkalmazott hidegbontási technológia helyett, hűtés nélkül, úgynevezett melegbontás útján lenne célszerű kiemelni a tömés következtében elzsírosodó, a szervezet méregtelenítéséért felelős belső szervet, ezzel megelőzve a kóros emésztés során fejlődő, kéndonorként viselkedő vegyületek testben történő szétáramlását.

A mindennapi gyakorlat során alkalmazott feldolgozástechnológia módosításán túl, a csomagolással kapcsolatban is érdemes lenne változtatást eszközölni a feldolgozóknak annak érdekében, hogy megelőzzék a zöld színelváltozás létrejöttét. Ugyanis a kísérletsorozat eredményeit értékelve, valamint a rendelkezésre álló szakirodalmi forrásokat tanulmányozva arra a következtetésre jutottam, hogy a zöldülés jelensége egyértelműen összefügg a terméket körülvevő környezet oxigéntenziójával.

Javaslatom szerint, a hízott libamájakat érdemes lenne oxigént is tartalmazó módosított atmoszférás, úgynevezett MAP (modified air packaging) csomagolásban elhelyezni, ezáltal lehetőség nyílna a hízott libamáj minőségét hátrányosan érintő színelváltozás megelőzésére. Az oxigén jelenlétének következtében minden bizonnyal csökkenne ugyan a hízott libamájak eltarthatósági ideje, valamint megnőne a jelentős mennyiségben lipideket tartalmazó termék oxidáció, hétköznapi nevén avasodás, iránti affinitása, azonban a zöldülés megelőzésének révén hatalmas előnyre tennének szert az iparág képviselői, és a színelváltozás elkerülése nagymértékben csökkentené a termékkel kapcsolatos fogyasztói kifogások számát.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megállapítottam, hogy a nyaki erek átvágását megelőzően két órával kivitelezett itatás – csőrön át adagolt 200 ml csapvíz – nem befolyásolta szignifikáns mértékben sem a véreztetés sebességét, sem pedig a véreztetés során a testből eltávolítható vér mennyiségét, ugyanakkor szignifikáns mértékben csökkentette a hízott szürke landesi libák májának hemoglobin-tartalmát és a pH értékét. Továbbá megállapítottam, hogy a vágóhídi feldolgozás során alkalmazott zsigerelési technológia – hideg- és melegbontás – sem befolyásolta szignifikáns mértékben a hízott szürke landesi libák májának pH értékét.
2. Megállapítottam, hogy az ipari gyakorlatban alkalmazott, előhűtést követő zsigerelés – hidegbontás – alkalmazása a polietilén (PE) vákuumcsomagolásba elhelyezett, 35 napig, -18 °C-on tárolt hízott libamájminták esetében felületi zöld színelváltozást eredményezett, ugyanakkor az előhűtés nélkül zsigerelt – melegen bontott – hízott libamájak esetében szignifikáns mértékű színelváltozás nem volt kimutatható a kiindulási paraméterekhez képest.
3. Megállapítottam továbbá, hogy a felületi zöld színelváltozás megjelenése nem azonnali, hanem a tárolás során később jelentkezik, a vizsgálataim alapján a tárolási próbák 14. és 21. napja között alakult ki.
4. Megállapítottam, hogy a nyaki erek átvágását megelőzően alkalmazott folyadékos-elektromos kábítás (kábító feszültség: 110 V) nem befolyásolta szignifikáns mértékben a hízott szürke landesi libák májának hemoglobin-tartalmát.
5. Megállapítottam, hogy az előhűtést követően zsigerelt – hidegen bontott –, polietilén (PE) vákuumcsomagolásba elhelyezett, 35 napig, -18 °C-on történő tárolási próba végére felületi zöldülést mutató hízott libamájak színelváltozásának oka nem lipid oxidációs mechanizmusra vezethető vissza, ugyanis a lipid oxidáció mértékét jellemző TBA szám érték vonatkozásában nem volt kimutatható szignifikáns eltérés a zöldült és nem zöldült – melegen bontott – májak között.
6. Megállapítottam, hogy az előhűtést követően zsigerelt – hidegen bontott –, polietilén (PE) vákuumcsomagolásba elhelyezett, 35 napig, -18 °C-on történő tárolási próba végére felületi zöld elszíneződést mutató hízott libamájak, a felengedtetést és a 80% CO_2 – 20% O_2 gázelegyet tartalmazó MAP csomagolás kialakítását követően, 4 óra alatt visszanyerték eredeti színüket.

IRODALOMJEGYZÉK

Beaver, B. V., & Golab, G. C. (2022). *The Veterinarian's Guide to Animal Welfare*. Elsevier.

Fazekas, Á., Vincze, J., Herczeg, B., & Béres, B. S. (2022). A libamáj és a libamáj alapú termékek vásárlási és fogyasztási preferenciáinak vizsgálata. *Journal of Central European Green Innovation*, *10*(2), 63–76.

Gržinić, G., Piotrowicz-Cieślak, A., Klimkowicz-Pawlas, A., Górny, R. L., Ławniczek-Wałczyk, A., Piechowicz, L., Olkowska, E., Potrykus, M., Tankiewicz, M., Krupka, M., Siebielec, G., & Wolska, L. (2023). Intensive poultry farming: A review of the impact on the environment and human health. *Science of The Total Environment*, *858*, 160014. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160014

Julien-David, D., C. Marcic. (2020). Chapter 6 - Food, nutrition and health in France. Nutritional and Health Aspects of Food in Western Europe. Nutritional&Health Aspect-Traditional&Ethnic Food. pp. 109-131.

Liu, Y. H., Zhu, X. Y., Huang, L. Q., Jia, Y. X., & Xia, Z. F. (2019). Effects of force-feeding on immunology, digestive function and oxidative stress in the duodenal and jejunal mucosa of Pekin ducks. *Animal*, *13*(10), 2199–2206. https://doi.org/10.1017/S1751731119000612

Molnár M., Bogenfürst F., Molnár T., & Almási A. (2002). The effects of the domestication on the behaviour of goose under intensive conditions. *Acta Agraria Kaposváriensis*, *6*(2), 287–287.

Guémené, D., & Guy, G. (2004). The past, present and future of force-feeding and "foie gras" production. *World's poultry science journal*, *60*(2), 210–222.

Skippon, W. (2013a). The animal health and welfare consequences of foie gras production. *The Canadian Veterinary Journal*, *54*(4), 403–404.

Urak, F., Bilgic, A., Florkowski, W. J., & Bozma, G. (2024). Confluence of COVID-19 and the Russia-Ukraine conflict: Effects on agricultural commodity prices and food security. *Borsa Istanbul Review*, *24*(3), 506–519. https://doi.org/10.1016/j.bir.2024.02.008

PUBLIKÁCIÓS LISTA

Q1-Q4 besorolással rendelkező folyóiratcikkek

Majzinger, K. L., Jónás, G., Surányi, J., Zimborán, Á., Kiskó, G., Taczman-Brückner, A., Friedrich, L. F. (2024). Effect of watering before slaughter and the evisceration method on the quality characteristics of fattened goose liver. POULTRY SCIENCE, 103(12). http://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104454 **D1**

Majzinger, K., Kovács-Bányász, B., Horváth-Mezőfi, Z., Pósa, E., Csehi, B., Hitka, G., Nyulas-Zeke, I. C. (2025). The Effects of High Hydrostatic Pressure Treatment on the Quality Characteristics and the Protein Structure of Vacuum-Packed Fresh Pork and Wild Boar Meats. APPLIED SCIENCES-BASEL, 15(4). http://doi.org/10.3390/app15041766 **Q2**

Hidas, K. I., Dalmadi, I., **Majzinger, K. L.**, Visy, A., Varga-Tóth, A., Németh, C., & Nyulas-Zeke, I. C. (2026). Controlling Freeze–Thaw Gelation of Egg Yolk via Enzymatic Treatment. GELS (BASEL), 12(5), 430. http://doi.org/10.3390/gels12050430 **Q1**

Jónás, G., Visy, A., Dalmadi, I., **Majzinger, K.**, Krzyzewsky, N., Barkó, A., Friedrich, L. (2024). Evaluation of the Effects of Electrical and Carbon Dioxide Stunning Methods on Quality Attributes of Pork Meat. APPLIED SCIENCES-BASEL, 14(22). http://doi.org/10.3390/app142210410 **Q2**

Barkó, A., Pásztor-Huszár, K., Mednyánszky, Z., Varga-Tóth, A., Csurka, T., **Majzinger, K.**, Hidas, K. I. (2025). Effect of high hydrostatic pressure treatment on rehydrated egg white powder. PROGRESS IN AGRICULTURAL ENGINEERING SCIENCES, 21(1), 169–181. http://doi.org/10.1556/446.2025.00185 **Q3**

Horváth-Mezőfi, Z., Bátor, E., Szabó, G., Göb, M., Sasvár, Z., Nguyen, L. L. P., Zsom, T. (2023). Effect of 1-MCP treatment on tomato photosynthetic chlorophyll activity during storage. PROGRESS IN AGRICULTURAL ENGINEERING SCIENCES, 19(S1), 17–25. http://doi.org/10.1556/446.2023.00078 **Q3**

Q1-Q4 besorolással nem rendelkező folyóiratcikkek

Majzinger, K., Hidas, K., Visy, A., Barkó, A., Horváth-Mezőfi, Z., Friedrich, L., & Jónás, G. (2022). HHP-kezelés hatása mangalicahúsok és -szalonnák minőségi jellemzőire. HÚS: A MAGYAR HÚSIPAR SZAKMAI FOLYÓIRATA : AZ ORSZÁGOS HÚSIPARI KUTATÓINTÉZET FOLYÓIRATA, ú.f.1(1–2), 34–40. http://doi.org/10.56616/meat.3416

Karina, I. H., Ildikó, C. N. Z., Adrienn, V. T., Anna, V., Annamária, B., Zsuzsanna, H.-M., **Koppány, L. M.**, László, F. F., Csaba, N. (2022). Teljes tojáslé reológiai, kalorimetrikus és funkcionális tulajdonságainak változása a fagyasztás során. HÚS: A MAGYAR HÚSIPAR SZAKMAI FOLYÓIRATA : AZ ORSZÁGOS HÚSIPARI KUTATÓINTÉZET FOLYÓIRATA, ú.f.1(1–2), 45–50. http://doi.org/10.56616/meat.3354

Nemzetközi konferencia absztraktok

Majzinger, K. L., Lehota, V., Moncon Farr, H., Jónás, G., & Friedrich, L. F. (2025). COMPARISON OF THE HEMOGLOBIN CONTENT OF FATTENED GOOSE LIVERS AFFECTED AND NONAFFECTED BY GREENING. In BiosysFoodEng 2025 6th International Conference on Biosystems and Food Engineering Book of Proceedings.

Majzinger, K. L., Mednyánszky, Z., Lehota, V., , M. F., Jónás, G., & Friedrich, L. F. (2025). Determination of Sulfur-containing Amino Acid Content in Fattened Goose Livers Affected and Non-affected by Greening. In 5th FoodConf - International Conference on Food Science, Technology and Innovation - Book of Abstracts (p. 102).

Majzinger, K. L., Lehota, V., Jónás, G., & Friedrich, L. F. (2025). The Effect of High Hydrostatic Pressure Treatment on the Surface Discoloration of Fattened Goose Liver. In BOOK OF ABSTRACTS - 6TH INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY CONFERENCE FOR YOUNG RESEARCHERS (p. 142).

Majzinger, K., Lehota, V., Méhes, A., Moncon Farr, H., & Jónás, G. (2025). INVESTIGATION OF HYDROGEN SULFIDE (H2S) PRODUCING MICROORGANISMS IN FATTENED GOOSE LIVERS AFFECTED BY GREENING. In Tavaszi Szél Konferencia / Spring Wind Conference 2025. Absztrakt kötet (p. 64).

Majzinger, K. L., Friedrich, L. F., Németh, C., & Jónás, G. (2022). Effect of high hydrostatic pressure treatment on the quality charasteristics of mangalica flesh and bacon. In 4th George Olah Conference - Abstract Book (pp. 45–45).

Koppány, L. M., Karina, I. H., Anna, V., Annamária, B., Zsuzsanna, H.-M., László, F., & Gábor, J. (2022). Effect of HHP treatment on lipid oxidation processes in mangalica bacon. In 4th FoodConf - International Conference on Food Science and Technology. Book of Abstracts (p. 89).

Majzinger, K. L., Hidas, K., Visy, A., Horváth-Mezőfi, Z., Sasvár, Z., & Jónás, G. (2024). Effect of high hydrostatic pressure on the quality characteristics of a chickpea-based pate. In II. Magyar Agrártudományi Doktoranduszok Szimpóziuma 2024 (pp. 78–78).

Hannah, M. F., Béla, U., **Koppány, M.**, Balázs, C., Tamás, B., & Ildikó, N.-Z. (2025). Effect of feeds containing black soldier fly larvae on meat quality of african catfish. In Doktoranduszok Fenntarthatósági Szimpóziuma - Absztraktkötet (p. na).

Hannah, M. F., Ildikó, N.-Z., Balázs, C., **Koppány, M.**, & Tamás, B. (2025). Effects of Black Soldier Fly Meal Inclusion on Protein Denaturation in African Catfish (Clarias Gariepinus). In BOOK OF ABSTRACTS - 6TH INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY CONFERENCE FOR YOUNG RESEARCHERS (pp. 136–136).

Hannah, M. F., **Koppány, M.**, Enkhbold, M., Balázs, C., Tamás, B., Béla, U., & Ildikó, N.-Z. (2025). Biochemical Separation of Myofibrillar and Sarcoplasmic Proteins from African Catfish Fed Black Soldier Fly Meal. In 5th FoodConf - International Conference on Food Science, Technology and Innovation - Book of Abstracts (pp. 107–107).

Hannah, M. F., Béla, U., **Koppány, M.**, Csorbai, B., Bartucz, T., & Nyulas-Zeke, I. (2025). COMPARISON OF RAW AND FRIED AFRICAN CATFISH MEAT SUPPLEMENTED WITH BLACK SOLDIER FLY MEAL. In BiosysFoodEng 2025 6th International Conference on Biosystems and Food Engineering Book of Proceedings.

Lehota, V., **Majzinger, K. L.**, Jónás, G., Friedrich, L., Tormási, J., & Abrankó, L. (2025). Determination of the protein nutritional value of meat products and study of the effect of protein supplementation. In BiosysFoodEng 2025 6th International Conference on Biosystems and Food Engineering Book of Proceedings.

Lehota, V., **Majzinger, K. L.**, Friedrich, L., & Abrankó, L. (2025b). Phosphate Replacing Potential of Apple Pomace in Sausages. In 5th FoodConf - International Conference on Food Science, Technology and Innovation - Book of Abstracts.

Horváth-Mezőfi, Z., Sándor, A., **Majzinger, K.**, Zsom, T., & Hitka, G. (2025). Comparative Evaluation of Gaseous and MicrobubbleBased 1-Methylcyclopropene Treatments on the Postharvest Ripening of Green-Harvested Tomatoes. In BOOK OF ABSTRACTS - 6TH INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY CONFERENCE FOR YOUNG RESEARCHERS (p. 68).

Lehota, V., **Majzinger, K. L.**, Friedrich, L., & Abrankó, L. (2025c). Phosphate Replacing Potential of Polyphenol-Extracted Apple Pomace in Sausages. In BOOK OF ABSTRACTS - 6TH INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY CONFERENCE FOR YOUNG RESEARCHERS (p. 119).

Gábor, J., Eszter, B., **Koppány, M.**, Anna, V., Karina, H., Annamária, B., & László, F. (2022). Effect of high hydrostatic pressure and heat treatment sequence on color, texture and water holding capacity of meat batter. In 4th FoodConf - International Conference on Food Science and Technology. Book of Abstracts (p. 61).

Anna, V., Gábor, J., Zsuzsanna, H.-M., Karina, I. H., Annamária, B., **Koppány, L. M.**, & László, F. (2022). Examination of the effect of relative humidity on different properties of pork loin during curing and ageing. In 4th FoodConf - International Conference on Food Science and Technology. Book of Abstracts (p. 81).

Karina, I. H., Csaba, N., Anna, V., Annamária, B., Zsuzsanna, H.-M., Adrienn, V.-T., **Koppány, L. M.**, László, F. F., Ildikó, C. N.-Z. (2022). The effect of different sucrose concentrations on the rheological and functional properties of frozen-thawed liquid egg yolk. In 4th FoodConf - International Conference on Food Science and Technology. Book of Abstracts (p. 94).

Juan, P. A. B., **Koppány, M.**, Gábor, J., László, F., & Zoltan, K. (2023). Determination of the blood content in fattened goose liver as an important quality parameter by means of NIR spectroscopy. In 21st International Conference on Near Infrared Spectroscopy: Book of Abstracts (pp. 78–79).

Sasvár, Z., Horváth-Mezőfi, Z., Szabó, G., Göb, M., Le Phuong Nguyen, L., **Majzinger, K.**, Hitka, G. (2023). Effect of 1-MCP preharvest treatment on apple quality characteristics at harvest time and during storage. In BiosysFoodEng 2023 5th International Conference on Biosystems and Food Engineering Book of Proceedings.

Horváth-Mezőfi, Z., Szabó, G., Göb, M., Sasvár, Z., Le Phuong Nguyen, L., **Majzinger, K.**, Zsom, T. (2023). Effect of 1-MCP treatment on tomato photosynthetic chlorophyll activity during storage. In BiosysFoodEng 2023 5th International Conference on Biosystems and Food Engineering Book of Proceedings.

Magyar nyelvű konferencia absztraktok

Lehota, V., **Majzinger, K.**, Friedrich, L., & Abrankó, L. (2025a). Különböző almatörköly-készítmények foszfát-helyettesítő képessége vörösáruk esetében. In A 2025. évi Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly (LOV) Tudományos Ülés összefoglalói (p. 77).