

SZAKDOLGOZAT

Név: Mihály Eliora

Szak: Állattenyésztőmérnöki (Bsc)

Szent István Campus

Gödöllő

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

**Szent István Campus, Gödöllő
Állattenyésztő mérnöki Szak (Bsc)**

Önszteatózis technológiájának kialakítása

Belső konzulens: Dr. Kovács-Wéber Mária

Egyetemi docens

Készítette: Mihály Eliora

OI3606

Nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Állattenyésztési Tudományok Intézet,

Állattenyésztés-technológiai és Állatjólleti Tanszék

Gödöllő

2025

Tartalomjegyzék

| | |
|--|-----------|
| 1. BEVEZETÉS..... | 4 |
| 1.1. CÉLKITŰZÉSEK..... | 5 |
| 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS | 6 |
| 2.1. A HÍZOTT MÁJ ELŐÁLLÍTÁSÁNAK TÖRTÉNETI ÉS GAZDASÁGI ÁTTEKINTÉSE | 6 |
| 2.1.1. Ókortól a napjainkig..... | 6 |
| 2.1.2. Magyarországi tradíciók és Hungarikum státusz..... | 7 |
| 2.1.3. Európai és globális piaci trendek..... | 8 |
| 2.2. FIZIOLÓGIAI HÁTTÉR: MÁJZSÍROSODÁS (STEATOSIS) | 10 |
| 2.2.1. Vízimadarak a hízottmáj-termelésben..... | 10 |
| 2.2.2. A steatosis élettani és biológiai alapjai..... | 11 |
| 2.2.3. Májtermelő képességet támogató anatómiai és élettani adottságok..... | 11 |
| 2.2.4. A tömés folyamata és a máj élettani alkalmazkodása | 12 |
| 2.3. ÁLLATJÓLLÉTI ÉS JOGI ASPEKTUSOK..... | 13 |
| 2.3.1. Magyar állatvédelmi törvények és EU-s szabályozás | 13 |
| 2.3.2. Nemzetközi viták, civilszervezetek szerepe és fogyasztói trendek..... | 14 |
| 2.4. ALTERNATÍV TECHNOLÓGIÁK A HÍZOTT MÁJ ELŐÁLLÍTÁSÁBAN..... | 16 |
| 2.4.1. Sejtenyészett máj – biotechnológiai megoldások..... | 16 |
| 2.4.1.1. Külföldi példák és startupok | 17 |
| 2.4.2. Enzimatis, laboratóriumi „májfeltöltés” módszere..... | 19 |
| 2.4.3. Ösztéatózis | 20 |
| 3. ANYAG ÉS MÓDSZER | 23 |
| 3.1. KÍSÉRLETI ÁLLATOK, TAKARMÁNYOZÁS- ÉS TARTÁSTECHNOLÓGIÁJUK | 23 |
| 3.2. VIZSGÁLT PARAMÉTEREK..... | 25 |
| 3.2.1. Testtömeg..... | 25 |
| 3.2.1.1. Nevelés során..... | 25 |
| 3.2.1.2. Tömés és önhízás során – ráhízás..... | 25 |
| 3.2.2. Takarmányfogyasztás és -értékesítés..... | 26 |
| 3.2.3. Elhullás..... | 26 |
| 3.2.4. Vágási értékek..... | 26 |
| 3.2.4.1. Mell-, combtömeg és arány | 26 |
| 3.2.4.2. Máj tömeg és arány..... | 27 |
| 3.2.5. Matematikai és statisztikai analízis..... | 27 |
| 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK..... | 28 |
| 4.1. TESTTÖMEG NEVELÉS SORÁN | 28 |
| 4.2. TESTTÖMEG TÖMÉS ÉS ÖNHÍZÁS SORÁN – RÁHÍZÁS..... | 29 |
| 4.3. TAKARMÁNYFOGYASZTÁS ÉS -ÉRTÉKESÍTÉS | 30 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4.4. | ELHULLÁS | 32 |
| 4.5. | VÁGÁSI ÉRTÉKEK | 33 |
| 4.5.1. | <i>Mell és comb tömege és arányuk a vágótömeghez képest.....</i> | <i>33</i> |
| 4.5.2. | <i>Májtömeg és aránya a vágott tömeghez képest.....</i> | <i>35</i> |
| 4.6. | AZ EGYES MUTATÓK KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉSEK VIZSGÁLATA | 36 |
| 5. | KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK..... | 37 |
| 6. | ÖSSZEFOGLALÁS | 40 |
| 7. | IRODALOMJEGYZÉK..... | 42 |
| 8. | KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS..... | 47 |
| 9. | NYILATKOZATOK..... | 48 |

1. Bevezetés

Az állattartás és a hozzá kapcsolódó tartástechnológia minden faj esetében rendkívül összetett rendszer, amelybe csak nagy felelősséggel és körültekintéssel lehet beavatkozni. Egyetlen tényező megváltoztatása is számos más hatást válthat ki, ezért a szakmai döntések során mindig az állatok jóllétét és a rendszer egészének stabilitását kell szem előtt tartani.

A hízott máj előállításának alapja a szteatóziszra képes genotípus kiválasztása. Ennek megfelelően a sikeres termelés kulcsa a tudatos szelekciós munka, valamint a megfelelő tartás- és takarmányozástechnológia kialakítása. E tényezők határozzák meg, hogy az állat genetikai potenciálja (májtermelő képesség) milyen mértékben aknázható ki, és milyen minőségű termék születik. A cél ebben az esetben a hízott libamáj, amelyet évezredek óta a természet egyik legkülönlegesebb és legnemesebb termékeként tartanak számon.

Magyarországon a libamáj előállítása hosszú múltra tekint vissza, és európai szinten is meghatározó szerepet töltött be az elmúlt évszázadban. Nemzeti értéként 2013 óta hivatalosan is hungarikumként tartjuk számon. Ugyanakkor az előállítás során alkalmazott töméses hízlalás egyre több vitát vált ki, elsősorban az állatvédelmi és etikai megfontolások miatt.

Ezen értékes magyar hagyomány és örökség megőrzése érdekében kulcsfontosságú a libamáj előállításának alternatív és innovatív megközelítéseinek feltárása. Ezeknek az alternatíváknak hatékonyan kell megfelelniük a gazdasági, technológiai és állatjóléti elvárásoknak. Ez a cél jelentős szerepet játszott a kutatásom témájának kiválasztásában.

Személyes tapasztalataim is motiváltak: korábban volt lehetőségem libamájjal kereskedni, és mindig különleges élményt jelentett megtapasztalni, hogy a világ különböző pontjairól éppen emiatt a termék miatt keresik fel hazánkat.

Hitem szerint az embernek felelőssége van abban, hogyan bánik a természettel és az állatokkal. Olyan állattenyésztésben hiszek, amely nem kizsigereli, hanem gondozza és ápolja a természetet. Célom, hogy munkámmal hozzájáruljak ahhoz, hogy a libamájtermelés jövője fenntartható, etikus és versenyképes maradjon.

1.1. Célkitűzések

Célom, hogy megvizsgáljam az asszisztált takarmányozás nélküli hizott máj előállítási lehetőségének alapjait. Ezen belül célom volt annak megállapítása, hogy a kísérlet során alkalmazott genotípus képes-e erre a feladatra. Arra keresem a választ, hogy a megfelelő tartás- és takarmányozástechnológia mellett lehetséges-e a libamáj előállítása kényszeretetés nélkül, természetes úton, az állatok saját táplálkozási hajlamára építve.

Meggyőződésem, hogy ez az irány hosszú távon életképeőbb alternatíva is lehet más technológiákkal szemben. Az ilyen típusú termelési mód egyaránt szolgálja az állatok jóllétét, a fenntarthatóságot és a magyar libamáj hagyományának megőrzését.

Állattenyésztő mérnökként azt gondolom, hogy a tudatos, innovatív és felelős fejlesztések révén Magyarország a jövőben is vezető szerepet tölthet be a hizottmáj-termelésben – immár egy állatbarátabb és korszerűbb megközelítésben.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A hízott máj előállításának történeti és gazdasági áttekintése

2.1.1. Ókortól a napjainkig

A hízott máj (foie gras) a gasztronómia egyik legkiemelkedőbb terméke, amelyet egyedülálló textúrája, gazdag íze és aromája emel a luxusételek kategóriájába. Értékét nem csupán a tápérték, hanem a ritkaság és az előállítási technológia sajátosságai is növelik.

A májhizálás gyakorlata több mint négyezer éves múltra tekint vissza, eredete pedig az ókori Egyiptomhoz köthető. A régészeti leletek, mint például a szakkarai sírfestmények (Kr. e. 2500 körül), már a vízimadarak, főként ludak kézi etetését ábrázolják (Bögre, 1969). Ez a gyakorlat valószínűleg a Nílus menti madárvonulások megfigyeléséből alakult ki, hiszen a vándormadarak természetes őszi elhízása (önszteatózis) már ekkor ismert volt (Guémené & Guy, 2004).

Az egyiptomi technológia a Földközi-tenger térségében terjedt el: a görögök elsősorban hús- és májtermelésre használták, majd a rómaiak tökéletesítették a módszert. A római gasztronómiában a hízott máj (*iecur ficatum*) a fényűzés szimbólumává vált. A libák hizálásához ekkor fügét (latinul *ficus*) használtak, amiből ered a „ficatum” kifejezés. Ez a szó utóbb több modern nyelvben is a máj megnevezésévé vált (pl. francia foie, olasz fegato), ami jól mutatja a római hagyomány nyelvi hatását (Guémené & Guy, 2004). A máj ekkor már exportcikknek számított a birodalmon belül.

A Nyugatrómai Birodalom bukása után a libatömés hagyománya a középkori Európában a zsidó közösségek révén maradt fenn. A vallási előírások miatti sertézsír-tilalom okán a libazsír és a libamáj vált a legfontosabb konyhai zsiradékforrássá. Ez a kulturális beágyazottság segítette a hizálás gyakorlatának továbbélését Közép-Európa egyes régióiban (így Magyarországon, Lengyelországban) és Dél-Franciaországban (Guémené & Guy, 2004).

A reneszánsz és a kora újkor (16–18. század) idején a libamáj ismét az európai elit asztalának részévé vált. Franciaországban, különösen Elzászban és Délnyugat-Franciaországban a libatömés gasztronómiai művészetté fejlődött. A korszak fordulópontja az amerikai eredetű kukorica takarmányként való elterjedése volt. A kukorica hatékonyabbá tette a hizlalást, és alapvetően megváltoztatta a máj zsír-összetételét és ízvilágát (Kozák, 2009). Az ipari forradalom idején megjelentek az első tömőeszközök, amelyek pontosabbá tették a termelést. A liba mellett ekkor jelent meg a pézsmaréce és a mulard hibrid is a termelésben (Guémené & Guy, 2004).

A 20. század második felétől a hizott máj előállítása ipari méreteket öltött, a genetikai szelekció és a takarmányozási technológiák fejlődésével. Fejlettebb hizlalóberendezések és szabványosított feldolgozási láncok jöttek létre (Huang et al., 2012). A termelés döntően Franciaországban és Magyarországon összpontosult, de globálisan is terjedni kezdett. A modernizációt azonban a 21. században egyre erősebb etikai viták kísérik: az állatvédelmi szervezetek a kényszertáplálás ellen tiltakoznak, ami számos európai országban (pl. Németország, Olaszország, Lengyelország) a foie gras előállításának betiltását eredményezte (Rochlitz & Broom, 2017).

2.1.2. Magyarországi tradíciók és Hungarikum státusz

Magyarország számára a hizott máj előállítása, különösen a libamáj esetében, kiemelt gazdasági és kulturális jelentőséggel bír. A lúdtartás hagyománya a Kárpát-medencében a rómaiak (Pannónia) idejéig és a honfoglaló magyarok kultúrájáig nyúlik vissza (Laca, 1962; Hankó, 1943). A természeti adottságok (gazdag vízvilág, legelők), valamint a kukoricatermesztés korai elterjedése kedvezett a lúdtartásnak és a töméses hizlalásnak (Matolcsi, 1982).

A hizott máj szakszerű előállítása a 17-18. századra tehető. Az alföldi városok, mint Hódmezővásárhely, Orosháza és Makó, a libatartás központjaivá váltak (Andrásfalvy, 1971). A 19. század közepén a kukorica széles körű alkalmazása tovább növelte a hatékonyságot. Ekkor kezdődött meg a parlagi magyar lúd nemesítése is, amely a májtermelésre kiválóan alkalmas genotípusokat eredményezett (Báldy, 1958). A libatömés

a vidéki paraszti háztartások, főként a nők, fontos jövedelemszerző tevékenysége volt (Nagy, 1968).

A 20. század második felére a hízott libamáj a magyar agrárgazdaság egyik fő exportcikkévé vált. Az 1960-1980-as évek állami integrációi révén Magyarország Franciaország után a világ második legnagyobb hízottmáj-termelőjévé lépett elő (Kozák, 2009). A „foie gras hongrois” prémium minőségű különlegességként volt ismert Nyugat-Európa piacain (Áprily, 2009).

A hízott liba- és kacsamáj kulturális értékét és nemzeti identitásban betöltött szerepét a 2013-as Hungarikum minősítés ismerte el (Lendvai & Czibolya, 2014). A Hungarikum státusz a magyar gasztronómia, állattenyésztés és kézműves hagyomány csúcsteljesítményét fejezi ki, és elismeri a Szent Márton-napi ételekkel és a karácsonyi libamájjal kapcsolatos vidéki hagyományokat (Baromfi Termék Tanács, 2013). Ez a státusz egyben felelősség is a tradíciók, az állatjóléti elvárások és a fenntartható előállítás megőrzésére.

2.1.3. Európai és globális piaci trendek

A hízottmáj termelése és kereskedelme az elmúlt néhány évtizedben jelentős átalakulásokon ment keresztül, de globálisan továbbra is Európa-centrikus maradt. A modern hízottmáj-ágazat Franciaországban szerveződött meg a 19–20. század fordulóján. Az ország egységes minőségi szabványok, védett eredetmegjelölések és feldolgozói integráció révén vált a világpiac meghatározó szereplőjévé (Huang et al., 2012). Ezzel párhuzamosan Kelet-Európában, főként Magyarországon és Bulgáriában, a libatenyésztés és -hizlalás tradíciói erősödtek meg (Kozák, 2021). A magyar mezőgazdaság a hetvenes évekre a világ legnagyobb libamájtermelőjévé vált, Franciaország mellett a második legfontosabb exportórré (Birkás, 2003), ezzel a hízott libamáj hazánkban nemcsak gazdasági, hanem kulturális jelentőségű termékévé nőtte ki magát.

A 2000-es évek elején a világ hízottmáj-termelése stabilan 25-27 ezer tonna volt, amelynek mintegy 75%-át Franciaország, 8-10%-át Magyarország és 6-8%-át Bulgária adta (Áprily, 2009). Bár a termelés túlnyomórészt kacsamájra épül, a libamáj elsősorban Magyarországon a prémium kategóriát képviselte. A 2010-es évek második feléig az uniós termelés 22-25

ezer tonna között mozgott, azonban a 2020-as évektől több, egymást erősítő tényező fordulatot hozott. A globális és regionális piacot egyszerre korlátozták a nagyszabású madárinfluenza-járványok, a COVID-19 okozta keresletcsökkenés, valamint az állatjóléti szabályozások szigorodása. Ezek a tényezők együttesen jelentős visszaesést eredményeztek, melynek hatására egyes években a francia és magyar termelés 20-30%-kal is csökkent.

A rendelkezésre álló statisztikai adatok alapján 2023-ban az Európai Unió húzottmáj-termelése 13 571 tonnát tett ki, amelyből 12 761 tonna volt kacsamáj és 810 tonna libamáj (Statista, 2024c). A termelés döntő hányadát Franciaország adta, 74,5 %-os részesedéssel, amelyet Bulgária (11,7 %), Magyarország (9,6 %), Spanyolország (4,1 %) és Belgium (0,09 %) követett (Statista, 2024a). Az európai kibocsátás 2021-re jelentősen csökkent a korábbi évtizedekhez képest, amikor a világtermelés még meghaladta a 26 000 tonnát (Statista, 2024e; Statista 2024d). A visszaesés elsősorban a járványügyi és gazdasági hatásokra vezethető vissza, de a 2023-as adatok már mérsékelt helyreállást jeleznek az uniós termelésben. Franciaország részleges felzárkózása, valamint a kelet-európai országok stabil exporttevékenysége hozzájárult ahhoz, hogy 2024-re a termelés volumene ismét növekedő pályára álljon.

A világpiacon az adatok azt mutatják, hogy 2013 és 2021 között a teljes húzottmáj-termelés 18-28 ezer tonna között mozgott, amelyből átlagosan 65-75 %-ot Franciaország, 8-10 %-ot Magyarország és 6-9 %-ot Bulgária biztosított (Statista, 2024;b Statista, 2024d). Ezek a trendek azt jelzik, hogy az európai termelés a korábbi évek visszaesését követően fokozatosan stabilizálódik, miközben a globális piac növekedése mérsékelt, de tartós marad.

A jövőbeni versenyképességet a magasabb feldolgozottsági szint, az állatjóléti tanúsítások és a fenntartható termelési rendszerek bevezetése határozhatja meg. Franciaország továbbra is a piac domináns szereplője maradt, de Magyarország a libamáj-termelésben tarthatná meg vezető pozícióját. A húzott máj jövője az innovatív megoldásokban rejlik, amelyek képesek összeegyeztetni a több évezredes gasztronómiai hagyományt a modern társadalmi elvárásokkal.

2.2. Fiziológiai háttér: májzsírosodás (*steatosis*)

2.2.1. Vízimadarak a hizottmáj-termelésben

A vízimadarakra jellemző, hogy szezonális energiafelhalmozással készülnek a vonulásra vagy a táplálékhiányos időszakokra. E folyamat során a zsírraktározás intenzitása fokozódik (Bairlein és Gwinner, 1994). A szervezet anyagcseréje ilyenkor lipogén irányba tolódik, és a máj kulcsszerepet játszik a trigliceridek előállításában és raktározásában. A természetes szteatózis tehát egy evolúciós adaptáció, amelyet a hizott máj előállítása mesterséges körülmények között felerősít és irányít (Knudsen et al., 2025).

A termelésben a hibridválasztás meghatározza a máj minőségét, zsírsavösszetételét, textúráját, valamint a termelés technológiai paramétereit is (Guémené & Guy, 2004).

A termeléshez leggyakrabban landes-i libát (*Anser anser*), pézsmakacsát (*Cairina moschata*) és ezek hibridjét, illetve a mulardkacsát használják (Baeza et al., 2013). A mulard a házi kacsá (*Anas platyrhynchos*) és a pézsmaréce (*Cairina moschata*) keresztezéséből származik. Steril volta miatt nem szaporítható tovább, de májtermelési teljesítménye, viselkedésének nyugalma és stressztűrése miatt gazdaságilag előnyös (Rochlitz és Broom, 2017). Mindezek miatt, ma a hizottmájból jelentősebb részt (világszerte >90%-ot) a tömött kacsák szolgáltatnak, viszont még nem tudja azt a minőséget produkálni, mint egy liba. A liba mája méretében nagyobb, szerkezetében homogénebb és technológiai szempontból stabilabb, mivel főzéskor kevesebb zsírt veszít, ezért prémium minőségű foie gras előállítására alkalmas. Ezzel szemben a kacsá mája kisebb, lágyabb és zsírosabb, ugyanakkor a termelése gazdaságosabb és technológiailag egyszerűbben kivitelezhető. A két faj közötti alapvető metabolikus különbség abban rejlik, hogy a liba mája kevésbé hatékonyan exportálja a szintetizált lipideket, így azok a hepatocitákban felhalmozódva fokozott mértékű *steatosis* és nagyobb májtömeget eredményeznek, míg a kacsá esetében a lipidek hatékonyabb szekréciója mérsékeltebb zsírfelhalmozódást okoz. Gasztronómiai szempontból a libamáj íze kifinomultabb és lágyabb, míg a kacsámáj karakteresebb, intenzívebb aromájú terméket ad (Baeza et al., 2013).

2.2.2. A *steatosis* élettani és biológiai alapjai

A májzsírosodás (*steatosis hepatis*) a vízimadarakban egy természetes, élettani adaptációs folyamat, amely során a májsejtekben (hepatocitákban) trigliceridek halmozódnak fel (Bairlein & Gwinner, 1994).

A folyamat kiindulópontja a glükóz bőséges jelenléte: a kukoricás tömőtakarmány nagy keményítőtartalma (kb. 70%) miatt a májsejtekbe nagy mennyiségű cukor jut, amelyből *de novo lipogenesis* indul meg, azaz a szénhidrátból zsírsavak keletkeznek. A glükóz a mitokondriumokban piruváttá, majd acetil-koenzim-A-vá (acetyl-CoA) alakul, amely a zsírsavszintézis alapanyaga (Baéza et al., 2013).

A tömés során a májban a zsírsav- és trigliceridképződés annyira felerősödik, hogy a máj már nem tudja ezeket elegendő mértékben kiszállítani a vérbe (VLDL és HDL formájában). Ezért a zsírok a sejtekben maradnak, és apró zsírcseppek formájában egyre jobban felhalmozódnak. Ennek következtében a máj mérete akár tízszeresére is megnőhet, ami a hízottmáj kialakulását eredményezi (Baeza et al., 2013).

A *steatosis* ugyanakkor a vízimadarakban fiziológiás és reverzibilis folyamat: a tömés befejeztével a májsejtek regenerálódnak, a zsírlebontás megindul, és a szerv néhány héten belül visszanyeri normális méretét és működését (Babilé et al., 1996). Tehát a májzsírosodás a vízimadaraknál nem rendellenes állapot, hanem egy fiziológiás adaptációs válasz, amelyet az ember a tömés révén kontrolláltan és gazdasági céllal reprodukál.

2.2.3. Májtermelő képességet támogató anatómiai és élettani adottságok

A lúdfélék nyelőcsőve rendkívül tágulékony és rugalmas, amelyhez egy nagy térfogatú begy (*ingluvies*) kapcsolódik. Ez a szerkezet lehetővé teszi, hogy egyszerre nagy mennyiségű takarmányt vegyenek fel anélkül, hogy a nyelőcső sérülne (Guémené & Guy, 2004). A nyelőcső nyálkahártyáját vastag, több rétegű hám borítja, amely jól ellenáll a mechanikai igénybevételnek. A madarak nyelése reflexes, légzésüket a tág nyelőcső sem akadályozza, mivel a légcső a szájüreg elülső részén nyílik, így az etetés közbeni légzés akadálytalan.

A gyomor és a bélrendszer rövid és hatékony, ami gyors emésztést tesz lehetővé. A máj közvetlenül a portális keringésen keresztül kapja a tápanyagokat, ezért a tömés során bejutó szénhidrátok gyorsan elérik a májsejteket, ahol azonnal megindul a *lipogenezis* (Baéza et al., 2013).

A tömés alatt a vízimadarak anyagcseréje megváltozik, a glükóz- és zsírsav-anyagcsere a májban zajlik le, míg a perifériás szövetek energiafelhasználása csökken. A folyamat során nincs kóros gyulladás vagy nekrotikus elváltozás, mivel a madarak májának nagy regenerációs és antioxidáns kapacitása van (Wei et al., 2024).

2.2.4. A tömés folyamata és a máj élettani alkalmazkodása

A hízott máj előállítására Magyarországon nagy hagyományokra épül. A 20. században a libatömés a háztáji, kézi technológiákból fejlődött ipari szintű, gépesített eljárássá. Korábban kézi tömést alkalmaztak, tölcser vagy cső segítségével. E módszer előnye volt, hogy a tömő a madarakat egyenként ismerte, így a folyamatot az egyedi különbségekhez tudta igazítani, viszont munkaigényes és időigényes volt. A mechanikus és gépi tömés elterjedése nagyüzemi méretű termelést tett lehetővé. Ezek a gépek adagolt mennyiségben juttatják a takarmányt a madár nyelőcsővébe, csökkentve a sérülés kockázatát és biztosítva az egyenletes hizlalást. (Héjja, 1973)

A modern tömőgépek pneumatikus vagy elektromos működésűek, adagolómérővel és biztonsági szeleppel ellátva. A technológia célja ma már nem a kényszerítés, hanem a precíz, kíméletes táplálás, amely a madár természetes anyagcseréjét kihasználva idézi elő a máj zsírlerakódását (Guémené & Guy, 2004).

A libatömés általában 14-18 napig tart, és ezalatt átlagosan 850 grammos májak nyerhetők, ami megfelel a konzervipari igényeknek. A tömés során az állatok 2,3-3,0 kg kukoricát kapnak testtömeg-kilogrammonként, attól függően, hogy a tömés hány napig tart. A kiindulási testtömeghez mérten kaphatnak 12,8-14 kg takarmányt összesen a tömés alatt (Arroyo J., 2012).

A tömés során fellépő oxidatív stressz és oxigénhiány a májsejtek fokozott antioxidáns válaszát váltja ki. Az antioxidáns enzimek, mint a szuperoxid-diszmutáz (SOD), a kataláz (CAT) és a glutation-peroxidáz (GPX) aktivitása nő, ezzel védve a májsejteket a káros oxidatív folyamatoktól (Remignon & Burgues, 2023).

A tömés egy komplex és szabályozott anyagcsere-folyamat, amely során a vízimadarak mája alkalmazkodik a fokozott tápanyagterheléshez. Ez a fiziológiai válasz lehetővé teszi a zsírfelhalmozódást anélkül, hogy kóros elváltozások alakulnának ki.

2.3. Állatjólleti és jogi aspektusok

2.3.1. Magyar állatvédelmi törvények és EU-s szabályozás

Magyarországon a hizott máj előállítását az 1998. évi XXVIII. törvény az állatok védelméről és kíméletéről szabályozza, amely a mezőgazdasági célú állattartás részletes előírásait tartalmazza. A törvény értelmében a hizott máj előállítása nem minősül állatkínzásnak, amennyiben az a jogszabályokban rögzített feltételek szerint történik. A 32/1999. (III. 31.) FVM rendelet részletesen meghatározza a töméses hizlalás feltételeit: a tevékenység kizárólag szakképzett, állatismerettel és megfelelő gyakorlattal rendelkező személyek által végezhető, továbbá csak egészséges, ép testű és jól fejlett madarak vehetők részt a tömésben. A rendelet előírja a folyamatos állatorvosi felügyeletet és a megfelelő takarmányozási gyakorlat alkalmazását is, ezzel biztosítva az állatok jóllétének minimális szintjét (Magyarország, 1998; FVM, 1999).

A NÉBIH által kiadott állatvédelmi szabályozás szerint a hizott máj előállítása csak akkor jogszerű, ha a jogszabályban rögzített állatvédelmi követelmények maradéktalanul teljesülnek. A tartás és takarmányozás során olyan berendezéseket kell alkalmazni, amelyek biztosítják az állatok egészséges, sérülésmentes növekedését, valamint a megfelelő etetési és itatási körülményeket. A takarmány bejuttatására használt cső rugalmas anyagból, például gumiból készülhet, legfeljebb 22 mm átmérővel, és nem érheti el a mirigyos gyomor bejáratát. A hizlalás megkezdése előtt legalább 12 órás pihentetési időszak szükséges. Az állatok elhelyezése történhet mélyalmos vagy rácspadozatos rendszerben, mindkét esetben

biztosítva a száraz pihenőhelyet és a stresszmentes környezetet. A töméses hizlalás során használt technikai eszközöknek (különösen a tömőgépeknek) kíméletes, sérülésmentes működést kell garantálniuk, és biztonsági rendszerrel kell rendelkezniük a túltömés megakadályozására. A hizlalás végén, a szállítást megelőzően legalább hat órával be kell fejezni a tömést, mivel a tömött állatok érzékenyek a szállítási stresszre. Az állatok rakodása és szállítása kizárólag képzett, gyakorlott személyzet által végezhető, figyelembe véve az időjárási és évszakos körülményeket a sérülés és elhullás elkerülése érdekében (NÉBIH, 2020).

Amennyiben az előírások megszegésre kerülnek, az állatvédelmi hatóság – jellemzően a NÉBIH, illetve a megyei kormányhivatal – állatvédelmi bírságot szabhat ki, a tevékenységet felfüggesztheti vagy korlátozhatja, súlyos esetben pedig akár három évre meg is tilthatja az előállítását. A döntés ellen közigazgatási per indítható (244/1998. (XII. 31.) Korm. rendelet).

A magyar szabályozási környezet szorosan illeszkedik a szélesebb európai keretekhez. Az Európa Tanács 1999-es ajánlása külön irányelveket fogalmazott meg a hizott víziszárnyasok tartására és hizlására vonatkozóan, hangsúlyozva a fájdalom minimalizálásának és a természetes viselkedéshez való jog biztosításának fontosságát. Magyarország ezen elvekhez igazította hazai gyakorlatát, különösen a tartási környezet, a takarmányozás és a felügyeleti rendszer tekintetében (Council of Europe, 1999).

Az Európai Unióban a hizott máj előállítását és forgalmazását az 543/2008/EK rendelet szabályozza, amely a baromfihúsról vonatkozó marketing-előírásokat és a termék minőségi paramétereit rögzíti. E rendelet határozza meg a hizott máj minimális tömegét: kacsamáj esetében legalább 300 g, libamáj esetében 400 g. Ugyanakkor az EU szintjén nincs egységes álláspont a kényszertáplálásról, ami jogi polarizációt eredményezett a tagállamok között. Míg Magyarországon, Franciaországban és Spanyolországban engedélyezett a gyakorlat, számos tagállamban – például Ausztriában, Németországban, Olaszországban, Lengyelországban és az Egyesült Királyságban – tiltott a foie gras előállítása (European Commission, 2008).

2.3.2. Nemzetközi viták, civilszervezetek szerepe és fogyasztói trendek

A foie gras előállítására körüli társadalmi vita az elmúlt évtizedekben az egyik legélesebb etikai konfliktussá vált az európai élelmiszer-termelésben. A vita középpontjában a kényszertáplálás (gavage) módszere áll, amelynek során a libák és kacsák májában mesterségesen idéznek elő zsírlerakódást. Az eljárás támogatói kulturális, gasztronómiai és gazdasági érvekre hivatkoznak, míg ellenzői az állatjólét és az etikus fogyasztás szempontjait helyezik előtérbe (Rochlitz & Broom, 2017; Guémené & Guy, 2004).

Több európai ország – köztük Németország, Olaszország, Norvégia, Lengyelország és az Egyesült Királyság – az állatvédelmi törvényekre hivatkozva betiltotta a kényszeretétést, illetve a hízott máj forgalmazását (Council of Europe, 1999; Lendvai & Czibolya, 2014). Ezzel szemben Franciaország és Magyarország a terméket nemzeti gasztronómiai örökségként kezeli, amelynek előállítása szigorú szabályozási keretek között továbbra is engedélyezett. Franciaországban 2005-ben a foie gras-t hivatalosan is a kulturális identitás részének nyilvánították, ami a termelés fennmaradását jogilag is megerősítette (Rochlitz & Broom, 2017).

A civil szervezetek kulcsszerepet játszanak a hízott máj társadalmi megítélésének alakításában. Az olyan nemzetközi állatvédelmi szervezetek, mint a Four Paws (Négy Mancs), a Compassion in World Farming (CIWF), vagy a People for the Ethical Treatment of Animals (PETA), kampányaikban a tömés állatjóléti kockázataira, a sérülésekre és a stresszre hívják fel a figyelmet (AVMA, 2017; Rochlitz & Broom, 2017). A „Stop Gavage” mozgalom 2000 után széles körű nemzetközi médiavisszhangot kapott, aminek hatására több kiskereskedelmi lánc (pl. Marks & Spencer, Selfridges) és vendéglátóipari szereplő döntött a foie gras termékek kivezetése mellett (Miele & Evans, 2010).

A média és a közösségi platformok szerepe meghatározó a fogyasztói vélekedések formálásában. Az állatvédő szervezetek kampányai (pl. PETA, Animal Equality, CIWF) és a dokumentumfilmek, mint a „Foie Gras Under Fire” vagy a „The Price of Luxury”, erős érzelmi hatással mutatják be a termelés folyamatát, hozzájárulva a társadalmi diskurzus polarizálódásához ([http9](http://)). A közösségi média által felerősített állatvédelmi tartalmak jelentősen befolyásolják a vásárlói döntéseket, különösen a fiatalabb generációk körében (Clark et al., 2019).

A fogyasztói attitűdök e kérdésben országonként és társadalmi rétegenként is eltérnek. Franciaországban és Magyarországon a hízott máj továbbra is a nemzeti identitás, illetve a gasztronómiai örökség szimbóluma és fogyasztása stabil maradt (Guémené & Guy, 2004; Kozák, 2009). Nyugat-Európában ugyanakkor az etikus és növényi alapú alternatívák iránti kereslet növekszik, és a fogyasztók egyre inkább a „cruelty-free” termékeket részesítik előnyben (Clark et al., 2019). A fenntarthatóság és etikus fogyasztás trendjeinek erősödésével új termékfejlesztési irányok jelentek meg, amelyek a fogyasztói igényekre reagálva igyekeznek összeegyeztetni a gasztronómiai értéket az állatjólléti és fenntarthatósági elvekkel, például az állatkímélő hizlalási módszerekkel vagy a laboratóriumban előállított alternatívákkal.

2.4. Alternatív technológiák a hízott máj előállításában

2.4.1. Sejtenyésztett máj – biotechnológiai megoldások

A sejtenyésztett máj a biotechnológiai élelmiszer-innováció egyik vitatottabb terméke. A technológia lényege, hogy állati eredetű sejteket liba- vagy kacsamájából származó őssejteket laboratóriumi, ellenőrzött körülmények között tenyésztene, anélkül, hogy az állatokat le kellene ölni vagy kényszer etetni. A folyamat során a sejtek bioreaktorban növekednek, ahol tápanyagokban, növekedési faktorokban és oxigénben gazdag közeg biztosítja a sejtosztódást és a szövetek differenciálódását. Az így előállított szövet szerkezete és íze hasonló a hagyományos libamájhoz, ugyanakkor mentes a jelenlegi technológia (tömés) miatti stresszel járó eljárásoktól (Monaco et al., 2024).

A tenyésztett máj fejlesztése és elfogadása azonban nem merül ki pusztán technológiai kérdésekben: kritikus szerepet kap az élelmiszerbiztonság vizsgálata és a szabályozási háttér alakítása. Ebben a kontextusban kiemelten fontos az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) Supporting Publication 2024: EN-8664 dokumentuma, amely az EFSA által 2023 májusában rendezett tudományos kerekasztal eredményeit foglalja össze. A célja: bemutatni az olyan sejtenyésztésből származó élelmiszerek és élelmiszer-összetevők állapotát, technológiai és biztonsági kihívásait, valamint azok lehetséges hatását az EFSA kockázatértékelési módszereire (EFSA, 2024).

A francia GourmeY startup 2024-ben elsőként nyújtott be kérelmet az Európai Unióban a sejttenyésztett libamáj új élelmiszerként való engedélyezésére. A beadványt párhuzamosan Szingapúrban, Svájcban, az Egyesült Királyságban és az Egyesült Államokban is benyújtották. Ez a lépés mérföldkőnek számít, mivel az EU-ban ez az első olyan eljárás, amely tenyésztett hústra vonatkozik (Monaco et al., 2024). A kezdeményezés különösen figyelemre méltó, mivel a foie gras hagyományos előállítását a tömést több mint az EU-tagállamok fele már betiltotta, és egyes országok a termék importját is korlátozzák.

Mindemellett a technológia számos kihívással is szembesül. A sejttenyésztett máj előállítása költséges és technológiailag bonyolult folyamat, amelynek ipari szintű skálázása még nem megoldott. A termék az Európai Unió Novel Food rendelete (EU) 2015/2283 hatálya alá tartozik, amely komplex biztonsági értékelési folyamatot ír elő. A jóváhagyás elhúzódása és a politikai ellenállás (különösen Franciaországban és Olaszországban) tovább lassíthatja a piaci megjelenést (Monaco et al., 2024).

A sejttenyésztett máj fejlesztése túlmutat a gasztronómiai innováción: a technológia hozzájárulhat az állati eredetű termékekkel kapcsolatos etikai viták újragondolásához, valamint az Európai Unió fenntarthatósági és állatjóléti célkitűzéseinek gyakorlati megvalósításához. Az Európai Unió működéséről szóló szerződés (EUMSZ) 13. cikke előírja, hogy az állatokat érző lényként kell kezelni, és az állatjólét szempontjait a mezőgazdasági és élelmiszeripari politikákban is figyelembe kell venni. A sejttenyésztett termékek megjelenése ennek az elvnek a biotechnológiai innovációkon keresztül történő érvényesítését támogathatja (European Parliament & Council, 2015).

2.4.1.1. Külföldi példák és startupok

A sejttenyésztett máj előállítása technológiailag összetett és költséges, de egyre több startup dolgozik a kereskedelmi forgalomba hozatalán.

A párizsi székhelyű GourmeY volt az első vállalat, amely az Európai Unióban 'novel food' engedélyeztetési kérelmet nyújtott be sejttenyésztett hízott májra (Monaco et al., 2024). A cég kacsasejtekből állít elő májat laboratóriumi körülmények között, így az állatok leölése

nélkül képes előállítani a hagyományos foie gras-hoz hasonló terméket. A Gourmey 2024-ben az EU mellett az Egyesült Királyság, Svájc, Szingapúr és az Egyesült Államok piacaira is beadta kérelmét (Good Food Institute, 2024).

A vállalat célja, hogy a technológiai fejlesztések révén jelentősen csökkentse a sejttenyésztett máj előállítási költségeit, és a luxusélelmiszerek szegmensében etikus, állatmentes alternatívát kínáljon. A Gourmey több mint 48 millió USD befektetést gyűjtött össze fejlesztéseihez, és 2025-ben bejelentette, hogy felvásárolja a Vital Meat nevű francia tenyésztett csirkehús-gyártót, ezzel tovább bővítve portfólióját ([http1](#)).

A sydney-i Vow startup szintén kacsasejtekkel és más madárfajok sejtjeivel kísérletezik. A vállalat 2024-ben bemutatta a Forged Gras nevű sejttenyésztett „májtermékét”, amely japán fűrjesejtekből készül, és a hagyományos foie gras-hoz hasonló textúrával rendelkezik ([http2](#)). A Vow termékeit elsőként New Yorkban mutatták be egy exkluzív eseményen, majd Szingapúrban és Hongkongban is tervezi forgalmazni azokat prémium éttermekben ([http3](#)).

A vállalat nemcsak a hagyományos húselekek reprodukcióját célozza, hanem teljesen új gasztronómiai élmények megteremtését is: a Forged by Vow márkanév alatt „újrarendelt húsokat” kíván bevezetni, amelyek nem pontos másolatai a természetes húsnak, hanem innovatív, sejttenyésztésen alapuló kulináris élmények ([http4](#)).

A japán IntegriCulture vállalat 2019-ben elsőként állított elő ehető sejttenyésztett hízott májat, amelyhez teljesen élelmiszer-alapú, szérumentes táptalajt használt ([http5](#)). A cég CulNet rendszerének célja a sejttenyésztett hús előállításának költségcsökkentése és skálázhatóságának növelése. Ez a technológia lehetővé teszi a növekedési faktorok és tápanyagok házon belüli, állati eredetű szérum nélkül történő előállítását ([http 6](#)).

Az IntegriCulture fejlesztései között szerepel a halal tanúsítvánnyal ellátott, etikus foie gras megalkotása is. 2024-ben prototípus-terméküket Japánban mutatták be, ahol laboratóriumi körülmények között tenyésztett kacsamájat szolgáltak fel egy kóstolóeseményen ([http7](#)).

Az izraeli Steakholder Foods és belga leányvállalata, a Peace of Meat közösen fejlesztenek sejttenyésztett hízott májat. A vállalat 3D bioprinting technológiát alkalmaz, amely lehetővé teszi a sejtek rétegezett, szövet-szerű szervezését, ezáltal a hagyományos máj szerkezetének és zsíreloszlásának utánzását ([http8](#)). A kutatás a KU Leuven egyetemmel

együttműködésben zajlik, és célja a sejttenyésztett máj kereskedelmi előállításának optimalizálása (http10).

A brit Meatly startup 2024-ben az elsőként kapott hatósági engedélyt az Egyesült Királyságban sejttenyésztett hús – pontosabban sejttenyésztett csirkehús – állateledelben történő felhasználására (http11). Bár jelenleg csak háziállatok számára készült terméke engedélyezett, a cég hosszú távú célja a humán fogyasztásra szánt sejttenyésztett húsok, köztük a hízott máj fejlesztése és forgalmazása. A Meatly 2025-ben Chick Bites néven piacra dobta az első sejttenyésztett alapú kutyaeledelt, amelyet a Pets at Home kiskereskedelmi hálózatban értékesítenek.

Az Egyesült Államokban, Szingapúrban és Svájcban is folynak fejlesztések és engedélyeztetési eljárások sejttenyésztett hízott májra és más tenyésztett húskészítményekre. Ezek az országok – különösen Szingapúr – a sejttenyésztett élelmiszerek szabályozásában élen járnak. Szingapúr 2020-ban engedélyezte az első sejttenyésztett húst (Eat Just), és azóta több hasonló terméket is jóváhagyott (EFSA, 2024; Good Food Institute, 2024). Az olyan országokban, ahol a hagyományos foie gras előállítását tiltják vagy társadalmi ellenállás kíséri (például az Egyesült Királyságban és Svájcban), a sejttenyésztett alternatívák különösen ígéretesek lehetnek a prémium fogyasztói szegmensben.

2.4.2. Enzimatis, laboratóriumi „májfeltöltés” módszere

A Baechle és munkatársai (2025) által végzett kutatás egy olyan megoldást mutat be, amely nem kényszerített állatok májából és zsírából állít elő foie gras-szerű pástétomot, hanem más technológiával éri el, hogy a végeredmény hasonlítson a hízott májra. A kulcs az enzimatis zsírkezelés: a kutatók a *Candida rugosa* VII típusú lipáz enzim segítségével módosították a kacsabőr alatti zsírszövetének triglicerid-összetételét. A folyamat során mono-, di- és trigliceridek aránya megváltozott, ami a zsír olvadáspontját, kristályszerkezetét és emulziós viselkedését alapvetően befolyásolta.

A tanulmányban több analitikai technikát alkalmaztak – differenciális pásztázó kalorimetriát (DSC), magmágneses rezonanciát (NMR) és röntgendiffrakciót (XRD) – a zsír fázisváltozásainak és kristálytartalmának mérésére. Az eredmények szerint a lipázzal kezelt

minták szilárd- és kristályos zsírtartalma jelentősen nőtt, ami a foie gras-ra jellemző, lassan olvadó textúra irányába tolta el a terméket. A reológiai mérések kimutatták, hogy a kezelt pástétomok rugalmasabbak és keményebbek lettek, mint a kezeletlen kontrollminták, viselkedésük pedig a valódi foie gras-hoz közelített.

A kutatók CARS-mikroszkópiát (koherens anti-Stokes Raman-szórás) is alkalmaztak, amely roncsolásmentesen vizsgálja az emulziók zsírcsepp-eloszlását. A felvételek megerősítették, hogy az enzimesen módosított zsírból nagyobb, szabálytalan alakú zsírklaszterek alakultak ki, amelyek a fehérjemátrixban perkoláló hálózatot hoztak létre – ugyanaz a mikroszerkezeti jelenség, amely a hízott májak kivételes krémességének és olvadákonyságának fő oka.

A fizikai vizsgálatok mellett a tanulmány biokémiai magyarázatot is ad a jelenségre. A lipáz a trigliceridek hidrolízisét katalizálja, így szabad zsírsavakat és glicerid-származékokat képez, miközben a teljes zsírsavprofil – pl. palmitinsav, sztearinsav, olajsav – lényegében változatlan marad. Az így keletkező elegy polimorf zsírkristályokat tartalmaz, amelyek magasabb olvadásponttal és nagyobb termikus stabilitással rendelkeznek. A tanulmány szerint a 4 órás enzimes kezelésű minta közel azonos olvadási entalpiát és kristálytartalmat mutatott, mint a kényszeretett liba- vagy kacsamáj-zsír.

A kutatás egyik legfontosabb eredménye, hogy az etikus foie gras-pástétom nem igényel semmilyen idegen adalékanyagot – nincs szükség kollagénre, zselatinra, növényi zsírokra vagy emulgeálószerre – mégis képes utánozni a hagyományos termék textúráját. Ez technológiai és fenntarthatósági szempontból is jelentős áttörés: a lipázkezelés pontos szabályozásával elérhető a kívánt olvadási viselkedés, amely az érzékszervi élményt meghatározza.

2.4.3. Önszteatózis

A vízimadarokban a májzsírosodás nem kizárólag a kényszeretelési folyamat eredménye, hanem bizonyos körülmények között spontán módon is kialakulhat. Ezt a jelenséget nevezi a szakirodalom önszteatózissnak vagy spontán májzsírosodásnak, amely természetes

környezeti és élettani ingerek (pl. rövidülő nappalok, szezonális táplálékfelvétel-változás) hatására indul meg (Guy et al., 2013; Fernandez et al., 2019).

A folyamatot laboratóriumi körülmények között az őszi vándorlás előtti környezeti feltételek utánzásával sikerült előidézni: a kutatók rövidített fotoperiódust (napfénycsökkenést) és adagolt takarmányozást alkalmaztak, majd ezt követően kukoricaalapú *ad libitum* etetéssel váltották fel a korábbi restriktíót. Ez az etetési és fényciklus-módosítás hiperfágiát váltott ki, amely néhány héten belül a máj zsírosodásához vezetett a szürkelibáknál (*Anser anser*) (Guy et al., 2013).

A Fernandez et al. (2019) által végzett kísérletben a spontán módon hízott libák májtömege 445–700 g között változott, ami kevesebb, mint a hagyományos kényszeretett libáké (800–1000 g), ugyanakkor a zsírösszetételük kedvezőbb volt: magasabb telítetlen zsírsav-arány (főként oleinsav és linolsav) jellemezte őket. A szenzoros vizsgálatok alapján az ilyen máj világosabb színű, kevésbé krémes, de enyhébb ízű terméket eredményezett, amely fogyasztói szempontból kissé eltér a klasszikus „foie gras”-tól.

A legújabb, Knudsen et al. (2025) által publikált kutatás kiterjesztette a vizsgálatokat az ivarok közti különbségek és a reverzibilitás irányába. A vizsgálat szerint a gácsérok és tojók egyaránt képesek spontán májzsírosodást kialakítani, de a tojók takarmányfelvétele mintegy 22 %-kal alacsonyabb volt. Ennek következtében a tojóknál fehérjehiány és izomtömegcsökkenés lépett fel, miközben a májtömeg-növekedés mértéke hasonló maradt. A májzsírosodás mellett azonban megfigyelték, hogy az ivarszervek fejlődése (ivarmirigyek tömege) gátolt volt, vagyis a rövid fotoperiódus és a magas energiatartalmú, de alacsony fehérjetartalmú étrend késleltette az ivarérés folyamatát.

Már egy régebbi kutatás is megerősítette, hogy az önszteatózis reverzibilis folyamat. Babilé és munkatársai (1998) kísérletben kimutatták, hogy egy 18 napos tömési periódust követően a máj tömege 32 nap múlva visszatért a kontroll értékekhez, míg a vér biokémiai paramérei (lipidszint, májenzimaktivitás) 58 nap után álltak helyre. Az egyedek kis hányadánál (kb. 7%) azonban még ezután is megfigyelhetők voltak enyhe fibrózisra utaló szövettani jelek, ami arra utal, hogy a regeneráció üteme egyedenként eltérő lehet.

A Chapuis és mtsai (2025) által végzett friss genetikai vizsgálat Greylag (szürkeliba) populációkon kimutatta, hogy a megfelelő takarmányozási és fényprogrammal – amely előbb takarmánykorlátozást, majd 10 hét szabad kukoricafogyasztást alkalmaz – a máj elzsírosodása kényszeretetés nélkül is kiváltható. A kísérletekben a máj-, comb- és mellizomtömeg magas öröklődhetőséget ($h^2 = 0,45-0,69$) mutatott, ami erős genetikai potenciált jelez a spontán *steatosis* irányú szelekcióhoz. A májtömeg ráadásul kedvezően korrelált más vágási tulajdonságokkal, például a testtömeggel és combtömeggel, ami lehetővé teszi a gazdaságilag értékes tulajdonságok együttes javítását. A vizuális májosztályozás (szín és textúra alapján) szintén nagy öröklődhetőséget ($h^2 = 0,67$) mutatott. Az eddigi vizsgálatok azt mutatják, hogy bár az alternatív, nem kényszeretetett máj előállítása lehetséges, a termék minősége, a madarak egészségi állapota és szaporodási paramétereinek közötti egyensúly még további kutatást igényel.

3. Anyag és módszer

3.1. Kísérleti állatok, takarmányozás- és tartástechnológiájuk

A kísérletet 2024 őszén a Lab-Nyúl Kft. Alsótoldi telepén, az INTEGRÁL MB 09 hibrid végtermék lúdállomány bevonásával végeztük. A madarak keltetése az AB OVO Kft. telepén történt, majd 2024. október 2-án kerültek a telepre, 20 egyed/fülke elhelyezéssel, 6 ismétlésben a kontroll kezeléshez tartozóan. A vizsgálat során vegyes ivarú, azonos korú állományt használtunk. A nevelési időszak 8 hetes volt. Ezek után két csoportra osztottuk az állományt, az egyiket 2 hét kényszeretetéses, a másik csoportot 6 hét kényszeretetés nélküli hizlalásos technológiába állítottuk.

A tömés menete így zajlott abban a 2 hétben (1. táblázat): Befogás napján 2x tömtek, azutáni 2 nap 3x tömtek, majd naponta 4x volt tömés 6 óránként. A tömés adagja 100 grammról indult és 400 grammig ment fel. Az utolsó 4 napban 5 óránként tömtek, ezért áll meg a tömés adagja 400 g/ liba mennyiségben.

1. táblázat: Tömés menete

| Nap | Tömések száma | Tömések között eltelt idő |
|-------------|---------------|---------------------------|
| 1 (befogás) | 2x | 6 óra |
| 2-3 | 3x | 6 óra |
| 4-9 | 4x | 6 óra |
| 10-13 | 5x | 5 óra |

A tömő takarmány összetétele: 28% szemes kukorica, 70% kukoricadara, 2% premix.

A tömés nélküli csoport takarmányozása 6 héten keresztül zajlott. Az első két hétben napi kétszer, a következő két hétben napi háromszor és az utolsó két héten pedig napi 4x kaptak takarmányt az állatok. Az adagok hétről hétre növekedtek. Az első 4 hétben 200,400 majd 600 grammal növeltük az adagokat, majd az utolsó két hétben 400-400 grammal kaptak többet az előzőhöz képest az alábbiak szerint:

2. táblázat: Tömés nélküli hizlalás menete

| Hét | Tömések száma | Adagok változása |
|-----|---------------|------------------|
| 1 | Napi 2x | x |
| 2 | Napi 2x | $x+200g=y$ |
| 3 | Napi 3x | $y+400g=z$ |
| 4 | Napi 3x | $z+600g=a$ |
| 5 | Napi 4x | $a+400g=b$ |
| 6 | Napi 4x | $b+400g$ |

Vizsgálataink nem minősültek állatkísérletnek a 40/2013-as vonatkozó jogszabály szerint, mivel a gazdasági folyamathoz képest semmilyen hatás nem érte az állapokat, így a Munkahelyi Állatjóléti Bizottság határozatban támasztotta ezt alá a MATE-MKK-2020/22 iktatószámmon.

Az állatokat mélyalmos rendszerben, szecsázott szalmával almozva helyeztük el 2 × 3,15 m-es fülkékben. Az almozás naponta történt a Roto-Grind aprítógéppel előkészített szalmával, amelyet MECA-PULSE szalmázógéppel juttattunk az istállóba. Az istállóban beépített szenzorok mérték a hőmérsékletet, páratartalmat, légsebességet, CO₂- és NH₃-koncentrációt, ezáltal biztosítva az állandó mikroklimatikus viszonyokat.

A takarmányozás önetetős rendszerben zajlott, granulált takarmánykeverék felhasználásával. A takarmánytípusok és azok számított táplálóanyag-tartalma megegyezett a telep standard takarmányozási protokolljával. A nevelés időszakában a Monortáp indító és Monortáp nevelő keveréktakarmányokat alkalmaztuk. Melyeknek összetétele az alábbi volt:

3. táblázat: Indító takarmányösszetétel

| Monortáp indító | | |
|---------------------------|-----------------|-------|
| Nedvesség tartalom | 14,00 | % |
| Nyers fehérje | 20,00 | % |
| Nyers zsír | 3,00 | % |
| Nyers rost | 4,30 | % |
| Nyers hamu | 5,62 | % |
| Lisin | 1,06 | % |
| Metionin | 0,50 | % |
| Kalcium | 1,00 | % |
| Foszfor össz | 0,73 | % |
| Nátrium | 0,15 | % |
| A vitamin | 10000,00 | NE/kg |
| D3 vitamin | 3750,00 | NE/kg |
| Hy-D3 | 0,00 | NE/kg |
| E vitamin | 50,00 | mg/kg |

4. táblázat: Nevelő takarmányösszetétel

| Monortáp nevelő | | |
|---------------------------|-----------------|-------|
| Nedvesség tartalom | 14,00 | % |
| Nyers fehérje | 18,00 | % |
| Nyers zsír | 3,70 | % |
| Nyers rost | 5,40 | % |
| Nyers hamu | 5,00 | % |
| Lisin | 0,97 | % |
| Metionin | 0,46 | % |
| Kalcium | 0,85 | % |
| Foszfor össz | 0,58 | % |
| Nátrium | 0,15 | % |
| A vitamin | 10000,00 | NE/kg |
| D3 vitamin | 3750,00 | NE/kg |
| Hy-D3 | 0,00 | NE/kg |
| E vitamin | 50,00 | mg/kg |

Az etetéshez használt etetők egyenként 150 cm etetőhosszal és beépített mérleggel rendelkeztek, így a takarmányfogyasztás fülkénként napi rendszerességgel rögzíthető volt. Az itatás szelepes önitatóval történt, folyamatos friss vízellátással.

A világítási program az első négy napban 24 órás megvilágítást biztosított, majd a megvilágított órák számát fokozatosan napi egy órával csökkentettük 17 órára, amely a kísérlet végéig állandó maradt. A hőmérsékletet a korcsoport igényeihez igazítottuk: az első napokban 28 °C, majd fokozatosan 18 °C körül stabilizálódott.

Az állatok 10 napos korban *Riemerella anatipestifer* és *Salmonella enterica* elleni vakcinát kaptak (0,5 ml/állat, *subcutan*).

Állatok darabolását a vágóhídi munkatársak végezték, az általuk használt protokoll szerint. A vágott testrészek mérése a vágóhídi mérlegen történt.

3.2. Vizsgált paraméterek

3.2.1. Testtömeg

A testtömeg-mérések heti rendszerességgel történtek VEIT Electronics BAT1 típusú, 5 V DC működésű digitális mérlegen. A méréseket fülkénként végeztük, az eredményeket egyedenként is rögzítettük.

3.2.1.1. Nevelés során

A testtömeg mérése fülkénként történt, minden hét elején. Összesen 9 heti mérés történt. Ezek az adatok egyedenként lettek rögzítve a 6 fülkére lebontva.

3.2.1.2. Tömés és önhízás során – ráhízás

A testtömeg mérése tömés esetén 3x történt. Befogás előtt, szállítás, illetve vágás előtt egyedenként rögzítve az eredményeket. A tömés nélküli állományt megegyező módon mértük, mint a nevelt állományt. Hét elején, fülkénként az eredményeket egyedenként rögzítve.

Ezekből az adatokból a ráhízást úgy számoltam, a tömött állomány esetében, hogy a szállítás előtti súlyból kivontam a befogáskori súlyt. A nem tömött állománynál az utolsó heti mérésből vontam ki az első heti mérést és így kaptam meg a ráhízást.

3.2.2. Takarmányfogyasztás és -értékesítés

Az etetőkbe épített mérleg segítségével a takarmányfogyasztás mérése fülkénként történt, minden nap 2024.10.03-2024.11.27-ig. Ezt követően a takarmányozás adagoltan zajlott, a tömött, illetve a nem tömött állományban is.

A takarmányértékesítést úgy számoltam, hogy az adott heti takarmányfogyasztás mennyiségét elosztottam az adott csoport heti és előző heti testtömegének különbségével. Így megkaptam, hogy hány kg takarmány szükséges 1 kg testtömeg előállításához.

3.2.3. Elhullás

Az előnevelés időszakában az elhullás megfigyelése fülkénként napi rendszerességgel történt. Az eredmények napi bontásban fülkés leosztásban lettek rögzítve. Az asszisztáltan (nem kényszeretetlen) takarmányozott csoportban ugyanígy történt az adatrögzítés. A tömött állomány létszám rögzítése a csoport mozgatasakor történt, befogásnál, szállítás előtt és vágás előtt.

3.2.4. Vágási értékek

A vágóhídi mérlegen lemerült testrészek arányát vizsgáltuk meg a vágás előtti testtömeghez viszonyítva.

3.2.4.1. Mell-, combtömeg és arány

A vágott testrészek súlyát arányosítottam a vágás előtti súlyhoz, mind a tömött és a nem tömött csoport esetében. Ez a tömött állomány esetében 39 egyed, a nem tömött esetében 59 egyedhez tartozó adatsort dolgoztam fel. Így kaptam meg a két csoportra vonatkozóan az értékes testrészek arányát.

3.2.4.2. Májtömeg és arány

A májtömeget hasonló módon értékeltem, a vágás előtti testtömeghez viszonyítottam. Ebből kaptam meg a relatív májtömeget. Illetve még a 2 hetes töméses és 6 hetes nem töméses technológiával nevelt állomány hízó időszak takarmányértékesítésével vettem össze.

3.2.5. Matematikai és statisztikai analízis

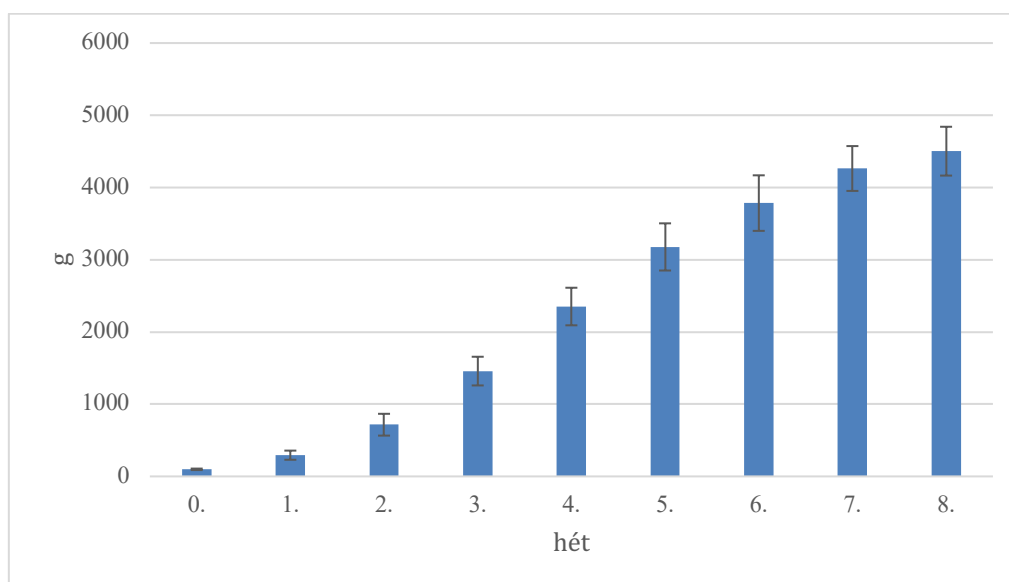
Az adatokat Microsoft excel táblázatban gyűjtöttük. Statisztikai elemzésekre az „R” programot használtuk, ahol Pearson-féle korreláció analízist végeztük a tulajdonságok közötti összefüggések vizsgálatára, majd Holm’s tesztet végeztünk ezek szignifikanciájának igazolására.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Testtömeg nevelés során

Az alábbi grafikon mutatja a 8 hét előnevelési időszak alatti testtömeg alakulását grammban kifejezve.

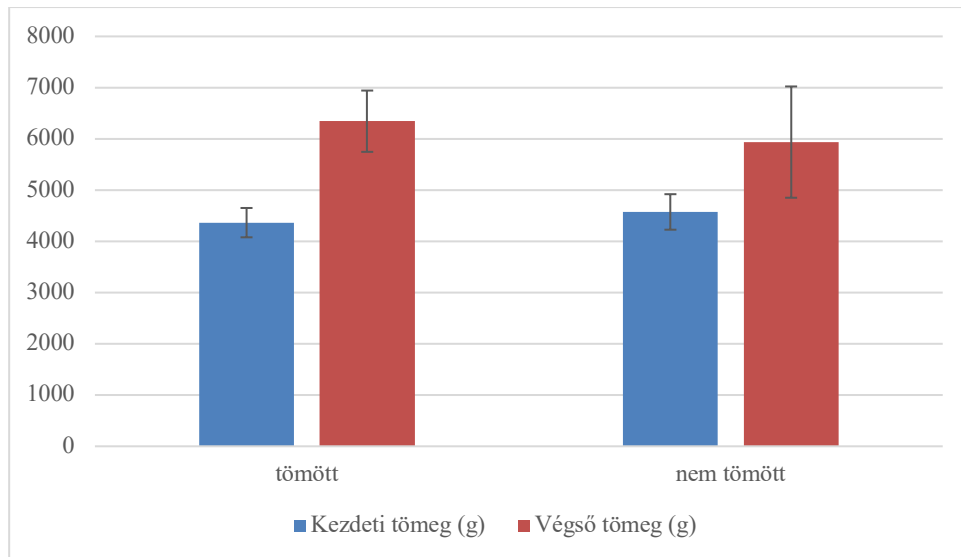
1. ábra: Átlagos testtömeg nevelési időszakban (g/ hét)



Mivel a fülkék között nem volt szignifikáns eltérés, ezért az ismétléseket egyben kezeltem, azok átlagával számoltam. Ebből jól látszik, hogy mindamellet, hogy nem volt ún. „ólhatás”, kiegyensúlyozott volt a nevelési időszak, tehát egy ideális állapotú állománnyal folytattuk a kísérletet. Ez látható a csekély mértékű szórás-értékekből is.

4.2. Testtömeg tömés és önhízás során – ráhízás

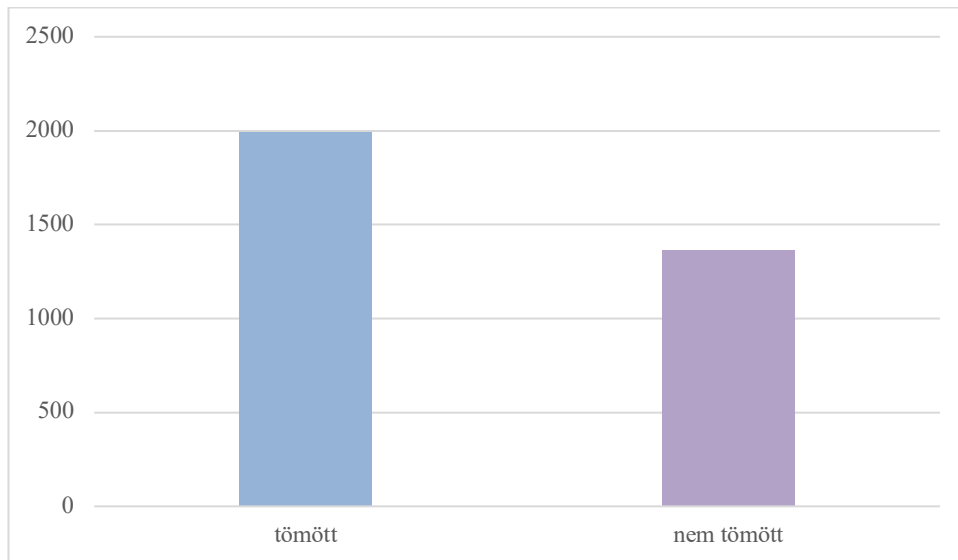
2. ábra: Testtömeg betelepítéskor és vágás előtt



A testtömeg mérések alapján a tömött csoport kezdeti testtömege átlagosan 4365 g, míg az önhízó csoporté 4574 g volt. A csoportokba az egyedeket véletlenszerűen választottuk ki. A tömési és önhízási periódus végére a tömött állomány testtömege átlagosan 6345 g, az önhízó csoporté pedig 5937 g átlag értéket ért el.

A két csoport közötti különbség egyértelműen megmutatkozott a ráhízás mértékében is. A tömött ludak esetében az átlagos gyarapodás 1994 g, míg az önhízó állományban 1363 g volt. Ez azt jelenti, hogy a tömés során a testtömeg-növekedés mintegy 46%-kal haladta meg az önhízó csoportét. A ráhízás mértékét a 3. ábra mutatja. Az átlag ráhízás töméses technológiával 631 grammal több volt, mint az önhízó csoport gyarapodása.

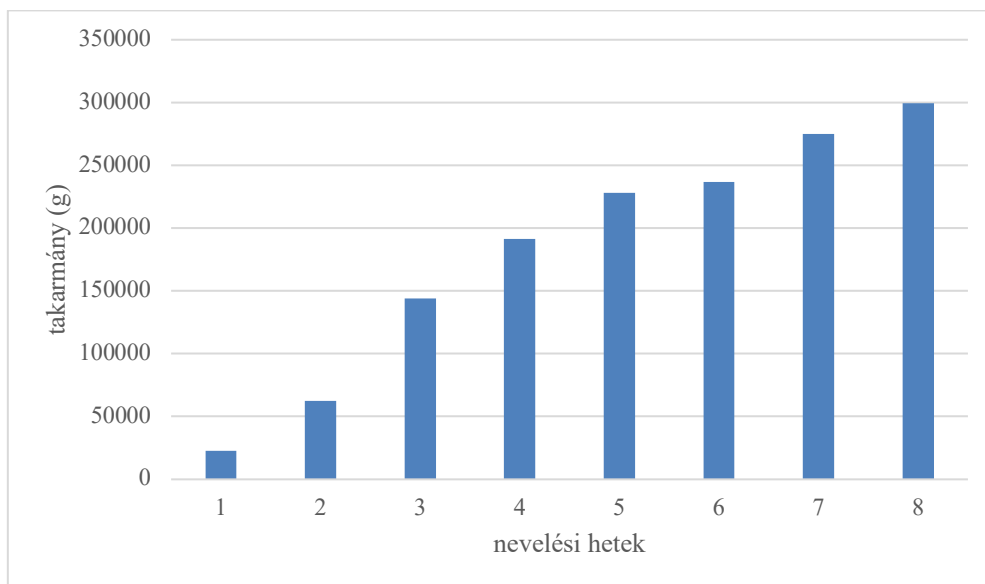
3 ábra: Rázhízás mértéke a két vizsgált technológiában (g) (csoportátlagok alapján)



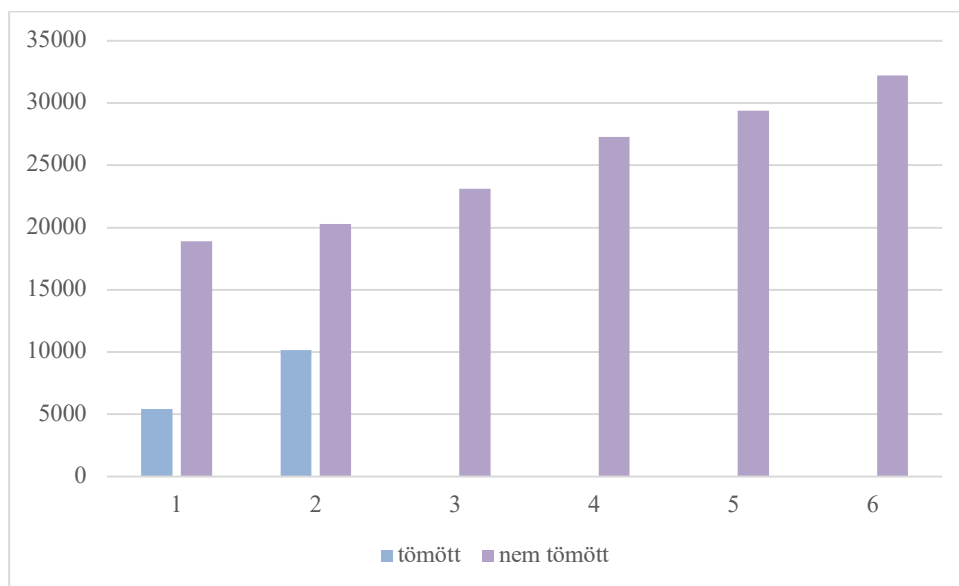
4.3. Takarmányfogyasztás és -értékesítés

A negyedik ábrán jól látható, hogy a nevelés alatt a takarmányfogyasztás megfelel az adott növekedési stádiumban lévő egyedek szükséges és általános takarmányfogyasztási szokásaival.

4. ábra: Nevelés alatti összes takarmányfogyasztás

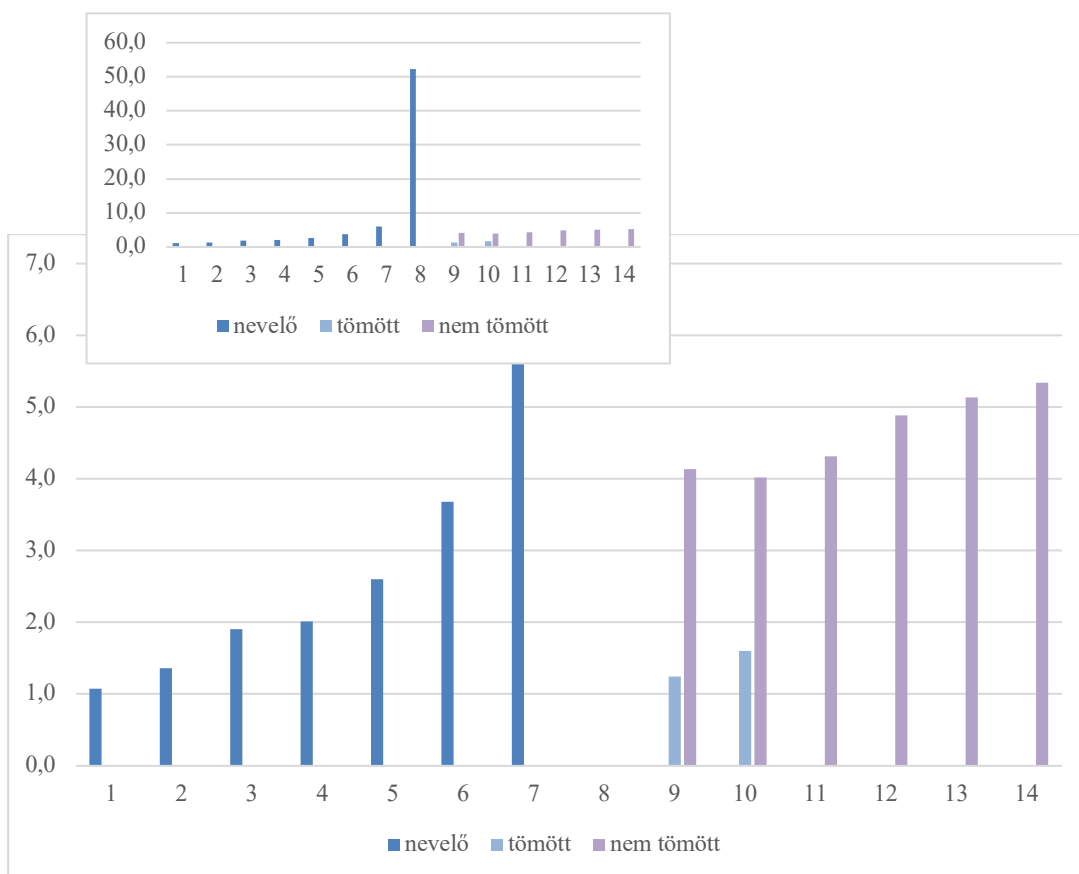


5. ábra: Tömött és nem tömött állományok takarmányfogyasztása (g/hét)



Ugyan különböző mértékben, de mindkét csoportban adagolt takarmányozást folytattunk, de a szemléltetés miatt érdemesnek találtam grafikonon ábrázolni, amit heti bontásban tettem meg.

6. és 7. ábra: Heti és heti korrigált takarmányhasznosítás

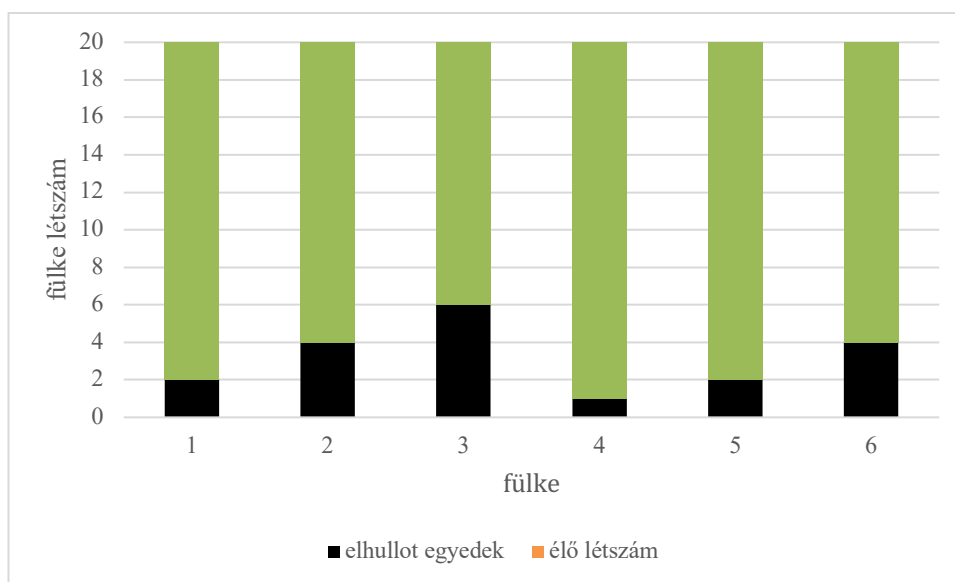


Takarmányértékesítés alakulását mutatja a 6. ábra heti bontásban. A diagramon láthatjuk, hogy a 8. heti takarmányértékesítés abnormálisan kiugrik a többi közül. Ennek az oka jelenleg nem ismert, azonban vélhetően mérési hiba okozta, amit a kiértékelés időpontjában már nem tudunk visszafejteni, kideríteni. Ha ezt a számot kivesszük a diagramból, már egy sokkal kiegyensúlyozottabb takarmányértékesítést figyelhetünk meg a 7. ábrán.

4.4. Elhullás

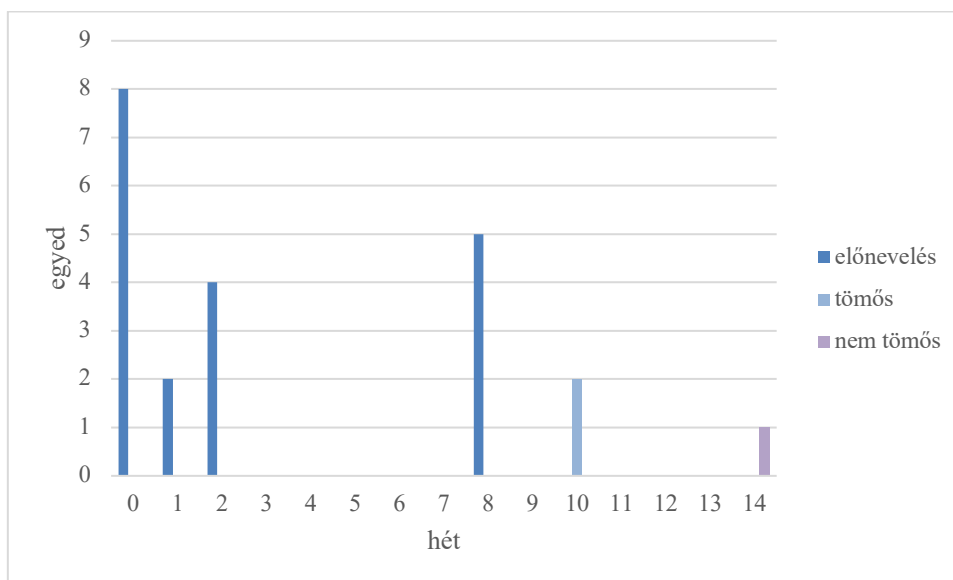
A nevelési periódus alatt az elhullott egyedek száma összesen 19 volt. Az alábbi ábra mutatja fülkénként lebontva a létszám alakulását. Összesen az elhullási arány 1,58 % volt. Az elhullások valamivel több, mint kétharmada (73,68%-a) a nevelés első 3 hetében történt. A fennmaradó közel egyharmad pedig az utolsó héten hullott el.

8. ábra: Nevelési időszak alatti elhullás eloszlása fülkénként (db)



A 6 hét önhízás során csupán 1 db elhullott egyed volt, az utolsó héten. Ez a kísérlet szempontjából 59 élő egyed jelentett. A tömött állományunkban 2 db elhullás volt, tehát összesen 58 tömött állatunk maradt a kísérlet végére. Az alábbi ábra szemlélteti a teljes kísérlet alatt elhullott egyedek számának eloszlását.

.9. ábra: Teljes kísérleti idő alatt elhullt egyedek (db)

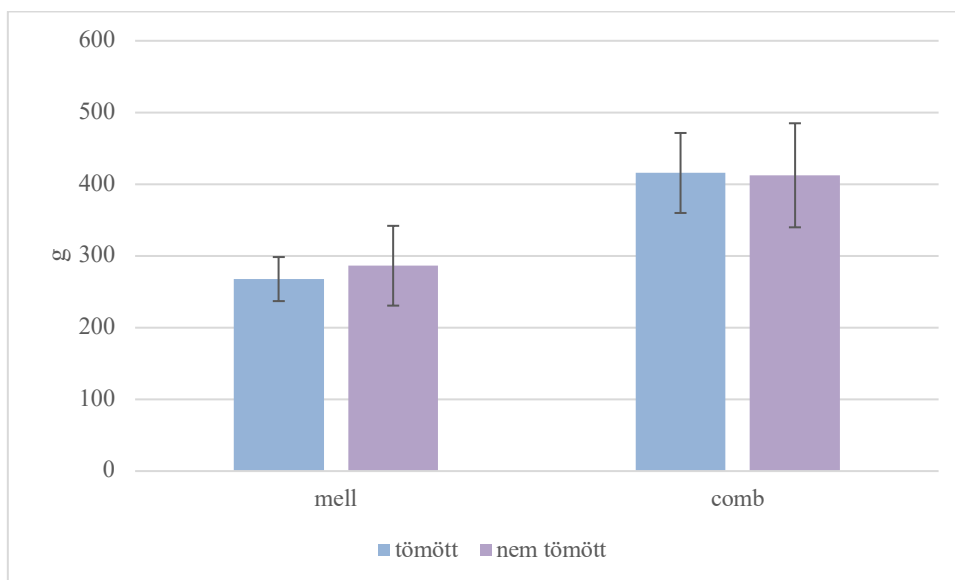


4.5. Vágási értékek

4.5.1. Mell és comb tömege és arányuk a vágótömeghez képest

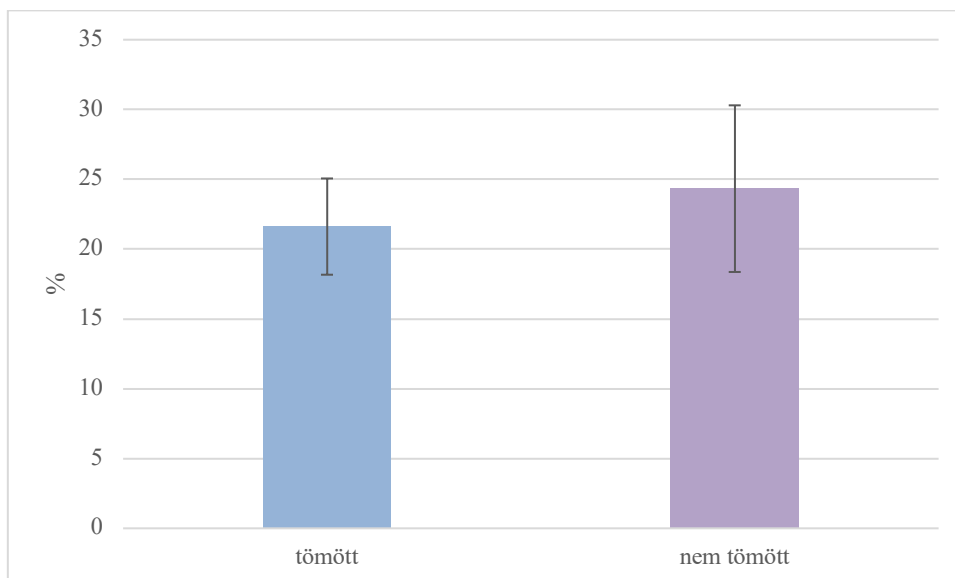
A 10. ábrán szemléltem a két csoport átlagos húsrészek (mell és comb) tömegét. A combtömegben csak minimális különbség volt a két csoport között, azonban a mell tömeg esetében szignifikáns különbséget tudunk detektálni ($p=0,0035$). A nem tömött csoport átlagos melltömege volt egy kissé magasabb. Míg a combtömegnél a tömött csoportnak volt magasabb az átlaga.

10. ábra: Átlagos mell és comb tömeg csoportonként



A testtömeghez viszonyítva, a nem tömött állománynak volt magasabb az értékes húsrészek aránya, mindössze 3%-kal volt magasabb a tömött állományhoz képest, azonban ez is szignifikáns különbséget eredményezett ($p=0,00626$).

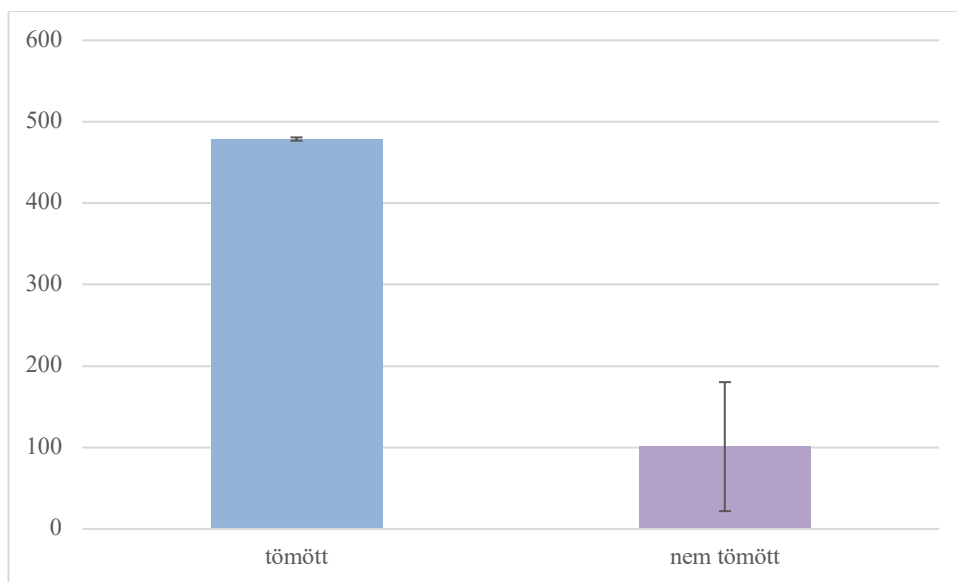
11. ábra: Átlagos értékes húsrészek aránya



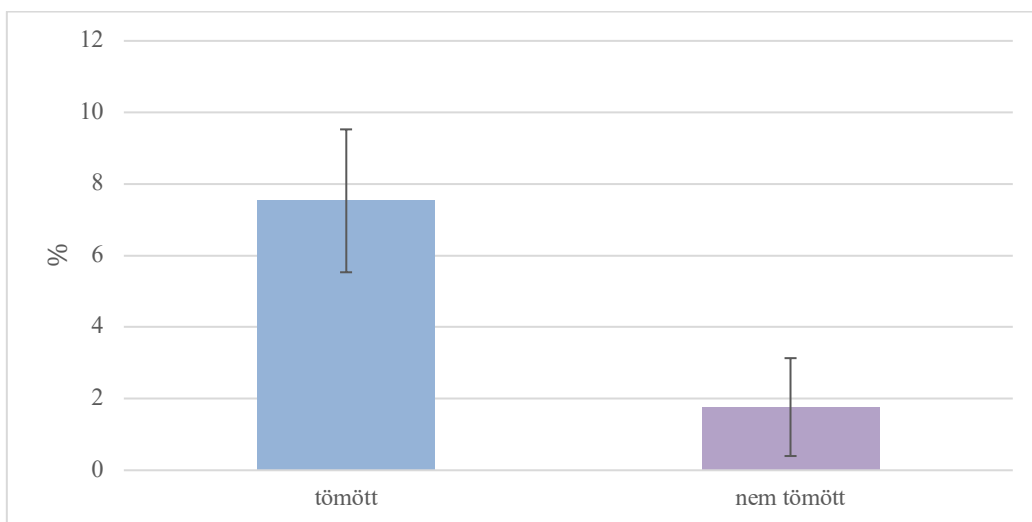
4.5.2. Májttömeg és aránya a vágott tömeghez képest

Az átlagos májttömegben a két csoport között igen nagy volt a különbség ($p=7,57^{-42}$). A tömött csoport májttömege közel 5x nagyobb volt, mint az átlagos nem tömött állományé. A relatív májttömeg vizsgálata folyamán azt számoltam, hogy a máj hány százalékát teszi ki a vágósúlynak. Itt a különbség már nem volt akkora, a tömött máj relatíve a testtömeghez négyszer nagyobb volt, mint a nem tömött állomány átlag relatív májttömege.

12. ábra: Átlagos májttömeg (g)



13. ábra: Átlagos relatív májttömeg



4.6. Az egyes mutatók közötti összefüggések vizsgálata

A x. táblázatban mutatom be azon szoros pozitív, illetve negatív összefüggéseket, amelyek szignifikánsnak bizonyultak. A statisztikai vizsgálatokat a tömött és nem tömött csoportban is elvégeztük.

Meglepő módon az általunk vizsgált tényezők egyikével sem mutatott még közepesen szoros összefüggést sem a máj abszolút és relatív tömege.

Kigyűjtöttük azokat a paraméter párokat, amelyek között szoros, szignifikáns összefüggés volt megfigyelhető. Érdekes módon mindkét csoportban ugyanazon tulajdonság párok mutattak szoros, szignifikáns összefüggést, ezek mértéke is hasonló volt.

5. táblázat: Korrelációk

| Vizsgált paraméterek | | nem tömött | | tömött | |
|--------------------------|------------------------|------------|---------|---------|---------|
| | | p | R | p | R |
| comb tömeg | mell tömeg | <0,0001 | 0,7471 | <0,0001 | 0,7673 |
| értékes húsrészek aránya | ráhízás | <0,0001 | -0,7091 | 0,0007 | -0,6632 |
| értékes húsrészek aránya | szállítás előtti tömeg | <0,0001 | -0,7337 | 0,0007 | -0,6632 |
| ráhízás | szállítás előtti tömeg | <0,0001 | 0,9470 | <0,0001 | 0,9019 |

5. Következtetések és javaslatok

A kiértékelt kísérleti adatok alapján megállapítható, hogy a libák önkéntes takarmányfelvétele mellett is elindulhat a májban a zsír felhalmozódása, vagyis a spontán *steatosis* folyamata. A vizsgálat során a nem tömött csoport májának átlagos tömege megnőtt a pecsenyelibáknál megszokott májtömeghez képest, ami bizonyítja, hogy a faj, jelen esetben az alkalmazott genotípus fiziológiailag alkalmas a tömés nélküli hízásra. Ugyanakkor a tömött állomány májának tömege és homogenitása lényegesen magasabb volt. Ez arra utal, hogy a kényszertöméssel előidézett energia-bevitel a spontán steatosishoz képest jóval hatékonyabban irányítja a tápanyagokat a máj lipidraktározására.

A mért adatok alapján a tömött csoport májának átlagos tömege 450-500g között alakult, míg az önszteatózisos egyedeké az esetek többségében nem érte el a 400 g-os, jogszabályban meghatározott hízott máj-küszöbértéket. Ez a különbség megerősíti, hogy a két technológia közötti fő eltérés az energiahasznosítás hatékonyságában rejlik. A spontán hízó állomány a felvett takarmány nagy részét nem a máj elzsírosodására fordította. De lévén ez a vizsgálat volt az első ezen a téren az adott genotípussal, teljességgel ígéretes a kísérletbe állított ludak teljesítménye.

Ezek az eredmények összhangban állnak Knudsen és munkatársai (2025) megállapításaival, akik kimutatták, hogy a spontán *steatosis* mindkét ivarban kiváltható, de a folyamat kevésbé irányított és egyenletes, mint a tömés során. A jelen kutatás is alátámasztotta, hogy a libák genetikailag képesek a természetes zsírlerakódásra, viszont a folyamat egyedi eltérései miatt a májak mérete és minősége széles tartományban mozog. Ez a variabilitás jelenleg korlátozza az önszteatózis ipari méretű alkalmazását.

A vizsgálat során mért takarmányfelhasználási adatok alapján a spontán hízó csoport egyedei összességében több takarmányt igényeltek a máj hasonló mértékű növekedéséhez, mint a tömött csoport tagjai. Ez a különbség a takarmány energia kevésbé célzott hasznosításával magyarázható. Az eredmény tehát arra utal, hogy az önszteatózis technológia hatékonyságát a jövőben a takarmány-összetétel és az etetési körülmények optimalizálásával lehet javítani.

A saját vizsgálat eredményei azt igazolják, hogy az önszteatózis technológiai és élettani szempontból működőképes alternatíva, azonban gazdasági és termelési hatékonysága jelenleg elmarad a kényszeretetéssel előállított hízott máj szintjétől. A nem tömött májak mérete nem volt kellően egységes, ami ipari feldolgozás szempontjából korlátozó tényező. Ezt támasztja alá Arroyo (2012) is, aki rámutatott, hogy a feldolgozóipar – különösen a konzervgyártás – pontos méret- és homogenitási elvárásokat támaszt a hízott májjal szemben, és a májak közötti nagy szórás a feldolgozhatóságot jelentősen rontja.

Mindemellett a társadalmi környezet egyértelműen a változás irányába mutat. A közösségi médiában és az internetes platformokon megjelenő tartalmak döntő többsége elutasító a tömés szemben, és gyakran erősen érzelmi hangvételben, torzított képet közvetít a termelésről. Mivel a fogyasztók többsége nem rendelkezik pontos ismeretekkel a technológia valós körülményeiről, a társadalmi nyomás tovább fokozódhat. Ezt az ágazat számára gazdasági és imázs szempontból is kezelni kell, mivel az önszteatózison alapuló hízottmáj előállítás alternatívája lehet a kényszeretetéssel előállítottak, azonban inkább – piaci szempontból is – kiegészíti azt, semmint helyettesíti.

A kutatás alapján a legfontosabb következtetés, hogy az önszteatózison alapuló technológia hosszú távon életképes alternatívát jelenthet a libamáj-termelésben, ha a hatékonyságot sikerül javítani. A folyamat optimalizálása érdekében szükség van a takarmány-energia és a nyers táplálóanyag arányok pontos beállítására, a fehérje-kiegészítés vizsgálatára, a fényviszonyok és etetési ciklus szabályozására, valamint olyan genetikai vonalak kiválasztására, amelyek természetes körülmények között is hajlamosabbak a májban történő zsírfelhalmozásra.

Az önszteatózis technológia fejlesztése tehát nemcsak állatjóléti szempontból indokolt, hanem gazdasági és stratégiai érdek is, hiszen a tömés több országban már tiltott, és a nemzetközi nyomás várhatóan tovább növekszik. A magyar libamáj-termelés fennmaradása szempontjából kulcsfontosságú, hogy a szakma időben reagáljon a változó piaci és társadalmi környezetre, és a tudományos kutatások eredményeit gyakorlati fejlesztésekben kamatoztassa.

Összességében a kutatás rávilágított arra, hogy a vízimadarak természetes anyagcseréjére alapozva lehetséges kényszeretétéstől mentes hízott májat előállítani, azonban a technológia

jelenleg fejlesztés alatt áll. A jövőbeni vizsgálatoknak a hatékonyság növelésére, a májminőség javítására és a termékpiaci elfogadottság erősítésére kell irányulniuk. Az önszteatózis a magyar libamáj-termelés jövőjének egyik lehetséges kulcsa lehet – egy olyan átmeneti megoldás, amely a hagyományos értékeket és az új etikai elvárásokat képes egyensúlyba hozni.

6. Összefoglalás

A hízott máj előállításának alapja a szteatózisra képes genotípus kiválasztása. Ennek megfelelően a sikeres termelés kulcsa a tudatos szelekciós munka, valamint a megfelelő tartás- és takarmányozástechnológia kialakítása. E tényezők határozzák meg, hogy az állat genetikai potenciálja (májtermelő képesség) milyen mértékben aknázható ki, és milyen minőségű termék születik.

Céлом, hogy megvizsgáljam az asszisztált takarmányozás nélküli hízott máj előállítási lehetőségének alapjait. Ezen belül céлом volt annak megállapítása, hogy a kísérlet során alkalmazott genotípus képes-e erre a feladatra. Arra keresem a választ, hogy a megfelelő tartás- és takarmányozástechnológia mellett lehetséges-e a libamáj előállítása kényszeretetés nélkül, természetes úton, az állatok saját táplálkozási hajlamára építve.

Munkámban 8 hét mélyalmos nevelési időszakot követően a vizsgálatba bevont 120 Integrál MB 09 végtermék hibrid egyed felét tömésbe állítottuk (tömött), míg a másik fele adagolt takarmányozásban részesült, önkéntes takarmányfelvétel mellett (nem tömött). Vizsgálatunk kiterjedt az állatok testtömeg-gyarapodására, takarmányfogyasztására és -értékesítésére mind a nevelési, mind a tömési/önhízási folyamat alatt. Vizsgáltuk a vágás során az értékes húsrészek és a máj abszolút tömegét és a vágótömeghez viszonyított arányát, továbbá összefüggésvizsgálatot végeztünk a vizsgált paraméterek között.

Az állomány a nevelési időszakban elvárható értékeket mutatott. Megállapítható, hogy önkéntes takarmányfogyasztás mellett is elindulhat az állatok májának elzsírosodása, azonban ennek mértéke nem minden esetben éri el a jogszabályban foglalt 400g-os határt. Azonban elmondható, hogy a vizsgálat eredményei azt mutatják, hogy a vizsgált hibrid végtermék egyedei alkalmasak lehetnek az önszteatózissal előállított hízottmáj termelésére, mivel ezekben a libákban a természetes zsírfelhalmozódás kiváltható a takarmányozás és a környezeti feltételek módosításával. Az is teljesen nyilvánvalóvá vált, hogy az egyébként is nagy költségekkel járó hízottmáj előállítás ráfordítás igénye a nagymértékű többlet takarmányfelhasználás miatt még költségesebbé válik, azonban olyan unikális termék lenne előállítható, amellyel a kényszeretetéssel előállított termékek elvesztett piacait lehetne visszahódítani.

Összességében az önszteatózis jelenleg még kísérleti stádiumban lévő technológia, de vizsgálati eredményeink, továbbá vizsgálaton óta szerzett ismeretek jól mutatják, hogy a vízimadarak természetes anyagcseréjére alapozva lehetséges kényszeretetés nélküli hízott májat előállítani. A jövőbeni kutatásoknak a takarmány-összetétel finomhangolására, a fotoperiódus és etetési ciklus, illetve takarmányadagok optimalizálására, valamint a máj minőségi paramétereinek (méret, textúra, érzékszervi tulajdonságok) javítására kell irányulniuk.

7. Irodalomjegyzék

1. 244/1998. (XII. 31.) Korm. rendelet az állatvédelmi bírságról.
2. Andrásfalvi B. (1971): Állattartás. In: Juhász A. (szerk.): Tápé története és néprajza. Magyar Néprajz nyolc kötetben 327-360. old In: Baromfi Termék Tanács (2013): Javaslat a hízott libából előállított termékek Hungarikumok Gyűjteményébe történő felvételre, Hungarikum Bizottság, Budapest.
3. Áprily Sz., (2009). A hízott máj-termelés gazdasági és társadalmi vonatkozásai Magyarországon. Kaposvári Egyetem.
4. Arroyo, J. (2012). Influence de l'alimentation sur les performances des oies et la durabilité du système de production du foie gras : effets de la substitution du maïs par du sorgho et de la forme de présentation de l'aliment.
5. AVMA (2017). Backgrounder on foie gras production and animal welfare. American Veterinary Medical Association.
6. Babilé, R., Auvergne, A., Dubois, J.P., Bénard, G., Manse, H., (1998). Réversibilité de la stéatose hépatique chez l'oie. In Knudsen, C., Combes, S., Cauquil, L., Bernadet, M-D., Fernandez, X., Ricaud, K., et al. (2025). Spontaneous steatosis stimulation in geese induces liver fattening but impacts sexual maturation and muscle growth in a sex-dependent manner. *Animal*, 19, 101533.
7. Baechle, M., Marques, A.M.L., Via, M.A., Clausen, M.P. és Vilgis, T.A. (2025) Foie gras pâté without force-feeding. *Physics of Fluids*, 37(3), 037196. DOI: 10.1063/5.0255813
8. Baeza, E., Marie-Etancelin, C., Davail, S., & Diot, C. (2013). La stéatose hépatique des palmipèdes. *Productions Animales*, 26(5), 403–414.
9. Báldy B. (1958): Házimadarak (Domestic birds). In: Magyarország állatvilága, XXI. kötet, Akadémiai Kiadó Budapest. In: Baromfi Termék Tanács (2013): Javaslat a hízott libából előállított termékek Hungarikumok Gyűjteményébe történő felvételre, Hungarikum Bizottság, Budapest.
10. Bairlein, F., & Gwinner, E. (1994). Nutritional mechanisms and temporal control of migratory energy accumulation in birds. *Annual Review of Nutrition*, 14, 187–215.
11. Baromfi Termék Tanács (2013): Javaslat a hízott libából előállított termékek Hungarikumok Gyűjteményébe történő felvételre, Hungarikum Bizottság, Budapest.
12. Birkás E. (2003) Magyarország piacvezető-pozíciója megőrzésének lehetőségei és feltételei a világ libamáj piacán; Doktori (PhD) értekezés; Mosonmagyaróvár

13. Bögre J., 1969: A libamáj és termelése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
14. Chapuis, H., Ruer, T., Arroyo, J., Bernadet, M.-D., Blanchet, M., Bonnefont, C. M. D., Gouraud, P., Hazard, A., Mathiaud, A., Molette, C., Raybaud, C., & Fernandez, X. (2025). Genetic parameters of slaughter traits measured on Greylag geese after induction of spontaneous liver steatosis. *Animal*, 19, 101689. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2025.101689>
15. Clark, B., Stewart, G. B., Panzone, L. A., Kyriazakis, I., & Frewer, L. J. (2019). Citizens, consumers and farm animal welfare: A meta-analysis of willingness-to-pay studies. *Food Policy*, 83, 141–150.
16. Council of Europe (1999). Recommendation Concerning Muscovy Ducks and Their Hybrids. Standing Committee, Strasbourg.
17. EFSA (European Food Safety Authority). (2024). Cell culture-derived foods and food ingredients: EFSA Scientific Colloquium 27 (Supporting Publication 2024: EN-8664). EFSA. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2024.EN-8664>
18. Európai Bizottság. (2008). A Bizottság 543/2008/EK rendelete (2008. június 16.) a baromfira vonatkozó egyes forgalmazási előírások tekintetében az 1234/2007/EK tanácsi rendelet végrehajtási szabályainak meghatározásáról. Az Európai Unió Hivatalos Lapja, L 157, 46–87. o.
19. European Parliament & Council. (2015). Regulation (EU) 2015/2283 of 25 November 2015 on novel foods (Official Journal L 327, 11 December 2015). EUR-Lex.
20. Fernandez, X., Lazzarotto, V., Bernadet, M.D., & Manse, H. (2019). Comparison of the composition and sensory characteristics of goose fatty liver obtained by overfeeding and spontaneous fattening. *Poultry Science*, 98(12), 6149–6160. <https://doi.org/10.3382/ps/pez289>
21. FVM (1999). 32/1999. (III.31.) FVM rendelet a hízott máj előállításának feltételeiről.
22. Good Food Institute. (2024). State of the industry report: Cultivated meat, seafood and ingredients 2024.
23. Guémené, D., & Guy, G. (2004). The past, present and future of force-feeding and “foie gras” production. *World’s Poultry Science Journal*, 60(4), 463–477. <https://doi.org/10.1079/WPS200322>
24. Guy, G., Fortun-Lamothe, L., Bénard, G., & Fernandez, X. (2013). Natural induction of spontaneous liver steatosis in Greylag Landaise geese (*Anser anser*). *Journal of Animal Science*, 91(2), 455–464.

25. Hankó B. (1943): Magyar háziállataink. Budapest, Magyar Szemle Társaság, 78. In: 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>.
26. Héjja S. (1973). Libamáj előállítás Magyarországon és az ehhez szükséges berendezések. *Agrártudományi Közlemények*, 32, 233–240.
27. Huang, J. F., Pingel, H., Guy, G., Łukaszewicz, E., Baéza, E., & Wang, S. D. (2012). A century of progress in waterfowl production, and a history of the WPSA Waterfowl Working Group. *World's Poultry Science Journal*, 68(3), 551-563. DOI: 10.1017/S0043933912000645
28. Knudsen, C., Combes, S., Cauquil, L., Bernadet, M-D., Fernandez, X., Ricaud, K., et al. (2025). Spontaneous steatosis stimulation in geese induces liver fattening but impacts sexual maturation and muscle growth in a sex-dependent manner. *Animal*, 19, 101533. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2025.101533>
29. Kozák J. (1987): A vertikális kapcsolatok és az érdekeltség fejlesztési lehetőségei a lúdgazdaságban. Kandidátusi értekezés. Agrártudományi Egyetem Agrárgazdaságtani Tanszék, Gödöllő, 208. In: 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>.
30. Kozák J (2009): A hizott máj termelése és piaci kihívásai. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*. Vol. 5 Issue 4. 532-546 old.
31. Kozák, J. (2021). Áttekintés a magyar lúdtenyésztés múltjáról. *Animal Welfare – Etológia és Tartástechnológia*, 17(2), 132–140. <https://doi.org/10.17205/SZIE.AWETH.2021.2.132>
32. Laca B. (1962): Lúdtenyésztés. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 153. In: 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>.
33. Lendvai E. and Czibolya A. (2014) 'A hizott libamáj fogyasztásának aktuális kérdései'.
34. Magyarország (1998). 1998. évi XXVIII. törvény az állatok védelméről és kíméletéről. *Magyar Közlöny*.

35. Mártha Zs. (1978): Libamáj a magyar gazdaságtörténetben. In: Takáts I. (szerk.): Magyar Mezőgazdasági Múzeum Közleményei 1975-1977. MÉM Kutatás és Oktatás Ellátási Központ Szolgáltató Üzeme (Kellás), Budapest, 357-396. In: 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>.
36. Matolcsi J. (1982): Állattartás őseink korában. Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 332. In: 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>.
37. Miele, M., & Evans, A. (2010): When foods becomicse animals: Ruminations on ethics and responsibility in care-full practices of consumption. *Ethics, Policy & Environment*, 13(2), 171–190.
38. Monaco, A., Purnhagen, K. P., & Reinhardt, T. (2024). Cultivated Foie Gras flies into Europe – prepare for legal disruption. *European Law Blog*. <https://doi.org/10.21428/9885764c.cff9f420>
39. Nagy Gy. (1968): Paraszti állattartás a Vásárhelyi-pusván. Népr. K. XIII. 1-2 sz. Budapest Magyar Néprajz nyolc kötetben. In: Baromfi Termék Tanács (2013): Javaslat a hizott libából előállított termékek Hungarikumok Gyűjteményébe történő felvételre, Hungarikum Bizottság, Budapest.
40. NÉBIH. (2020). A hizott máj előállításának állatvédelmi szabályai. Pest Megyei Kormányhivatal.
41. Pioche, T., Skiba, F., Bernadet, M.-D., Seiliez, I., Massimino, W., Houssier, M., et al. (2020). Kinetic study of the expression of genes related to hepatic steatosis, glucose and lipid metabolism, and cellular stress during overfeeding in mule ducks. *American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 318(2), R453–R467
42. Remignon, H. & Burgues, J. (2023): Foie gras production and hepatic physiology in overfed ducks. *INRAE Review of Animal Science*.
43. Rochlitz, I. & Broom, D.M. (2017). The welfare of ducks during foie gras production. *Animal Welfare*, 26(2), 119–132. DOI: 10.7120/09627286.26.2.135
44. Statista (2024a). Distribution of the European production of foie gras in 2023
45. Statista (2024b). Distribution of the volume of foie gras produced worldwide between 2013 and 2021, by country

46. Statista (2024c). Production of foie gras in the European Union in 2023, by type (in tons)
47. Statista (2024d). Production volume of foie gras worldwide from 2013 to 2021 (in tons)
48. Statista (2024e). Volume of foie gras produced worldwide between 2013 and 2021, by country (in tons)
49. Wei R, Teng Y, Han C, Wei S, Li L, Liu H, Hu S, Kang B and Xu H (2024) Multi-omics reveals goose fatty liver formation from metabolic reprogramming. *Front. Vet. Sci.* 11:1122904. doi: 10.3389/fvets.2024.1122904

Internetes források

- http1: <https://www.foodnavigator.com/Article/2025/10/15/cultivated-meat-merger-gourmey-buys-vital-meat>
- http2: <https://www.businesswire.com/news/home/20241119533968/en>
- http3: <https://www.wired.com/story/you-can-now-buy-lab-grown-foie-gras-vow-cultivated-meat>
- http4: <https://www.forgedbyvow.com>
- http5: <https://integriculture.com>
- http6: <https://agfundernews.com/integriculture-debuts-animal-free-serum-tech-to-radically-reduce-cultivated-meat-costs>
- http7: <https://www.greenqueen.com.hk/integriculture-lab-grown-meat-cell-cultured-duck-foie-gras-japan>
- http8: <https://steakholderfoods.com>
- http9: <https://www.peta.org/issues/animals-used-for-food/animals-used-for-food-factsheets/foie-gras> [Letöltés dátuma: 2025. október 12.]
- http10: <https://peaceofmeat.com>
- http11: <https://www.foodnavigator.com/Article/2024/07/17/Meatly-gets-UK-approval-for-use-of-cultivated-meat-in-pet-food>

8. Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Dr. Kovács-Wéber Máriának, belső témavezetőmnek, hogy bizalmat szavazott nekem, és bár viszonylag későn találtam rá a témára, mégis vállalta a közös munkát. Hálás vagyok, hogy mindvégig mellettem állt – akár személyesen az irodában, két telefonhívás között váltott segítő mondataival segített túllendülni a nehézségeken. Nagyra értékelem kitartását, munkamorálját és emberségét; köszönöm, hogy nemcsak oktatóként, hanem mentorként is megismerhettem.

Köszönöm Dr. Heincinger Mónikának, külső témavezetőmnek, hogy lehetőséget adott a kutatásba való bekapcsolódásra, és mindvégig segítőkész, türelmes és támogató volt. Külön köszönöm, hogy a felmerülő nehézségeket mindig közösen igyekeztünk megoldani.

Köszönettel tartozom Dolányi Ágnesnek a kísérleteket lebonyolította, valamint Pap Tibor István tudományos segédmunkatársnak a telepi mintavételek során végzett munkájáért.

Hálás vagyok Dr. Szabó Rubina Tündének, az Állattenyésztési Tudományok Intézet munkatársának, aki segített a statisztikai elemzésekben.

Köszönöm a Lab-Nyúl Kft. munkatársainak, hogy biztosították a vizsgálatok helyszínét. Köszönettel tartozom továbbá az Integrál Zrt.-nek, amiért lehetőséget kaptam, hogy csatlakozzak pályázati munkájukhoz.

Kutatásom a GINOP-PLUSZ-2.1.1-21-2022-00126 azonosító számú, „Antibiotikum mentes, prémium libamáj előállítás tenyésztés-tartástechnológiájának fejlesztése” című projekt keretében valósult meg.

Végül, de nem utolsósorban, szeretném kifejezni hálámat a családomnak, különösen a szüleimnek a feltétlen szeretetért és támogatásért, amellyel végig mellettem álltak.

Mindenkinek, aki bármilyen módon hozzájárult ahhoz, hogy ez a dolgozat elkészülhessen, és aki végigolvasva figyelmével megtisztelt, őszintén és szívből mondok köszönetet.

9. Nyilatkozatok

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat
III. Hallgatói Követelményrendszer
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat
6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója
4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat


NYILATKOZAT

MIHÁLY ELIÓRA (név) (hallgató Neptun azonosítója: 013606)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*³

Kelt: 2025 év 10 hó 31 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /

diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: MIHÁLY ELIÓRA
A Hallgató Neptun kódja: 013606
A dolgozat címe: Összetartóis technológiájának kialakítása
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Allattenyésztési Tudományok Intézet
A konzulens tanszékének neve: Allattenyésztési-technológiai és Allatjóléti Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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 mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: 2025 év 10 hó 30 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

| | |
|--|--|
| Hallgató neve: | Mihály Eliora |
| Neptun-kódja: | OI36O6 |
| Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel): | <input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: TDK |
| Tantárgy neve/kódja*: | Tudományos diákköri pályamunka |
| A munka címe: | Alternatív lehetőségek vizsgálata a hízott máj termelésében |

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

| A felhasználás célja | Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója | Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik) |
|--------------------------------------|--|---|
| Idegennyelvű szakirodalmak fordítása | Chat GTP – 4o | Irodalmi áttekintés |
| Nyelvi korrektúra | Chat GTP – 4o | Irodalmi áttekintés |
| Szerkezet- és stílusjavaslatok | Chat GTP – 4o | Bevezetés, Irodalmi áttekintés |

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

| A felhasználás célja | Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége | Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma | A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma |
|----------------------|--|---|---|
| | | | |

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Gödöllő, 2025. október 28


.....
Hallgató aláírása


.....
Konzulens/Témavezető aláírása