

DIPLOMADOLGOZAT

Borbély Zsolt Ottó

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus, Gödöllő
Takarmánybiztonsági tanszék
Takarmányozási és takarmánybiztonsági mérnök Msc

**Fekete katonalégylárva liszt felhasználása brojlercsirke
takarmányozásban**

Belső konzulensek: Balláné Dr. Erdélyi Márta
egyetemi Docens;
Tóth Márk
PhD hallgató

**Belső konzulensek
intézete/tanszéke:** Élettani és Takarmányozástani
Intézet, Takarmánybiztonsági
Tanszék

Készítette: **Borbély Zsolt Ottó**
HKUJLO

Intézet/Tanszék: Nappali tagozat, II. évfolyam
Élettani és Takarmányozástani
Intézet, Takarmánybiztonsági
Tanszék

Gödöllő

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	4
2. Szakirodalmi áttekintés	6
2.1 A szója termesztés jelentősége és fehérjehordozóként betöltött szerepe.....	6
2.1.1 A jövő kihívásai	8
2.2 Halliszt jelentősége és fehérjehordozóként betöltött szerepe	8
2.2.1 A halliszt előállítása és felhasználása	8
2.2.2 Alkalmazás és célállat fajok	8
2.2.3 Halliszt használatának előnyei	9
2.2.4 Hátrányok és kihívások	9
2.3 A rovarfehérje előállításának környezeti hatásai	10
2.3.1 A rovarfehérje előnyei	10
2.3.2 Gazdasági és fenntarthatósági szempontok	11
2.3.3 Hátrányok és kihívások	11
2.3.5 Jövőbeli kilátások	11
2.3.6 Rovarliszt előállításra engedélyezett fajok és potenciáljuk.....	12
2.4 Fekete katonalégységek bemutatása.....	13
2.4.1 Fekete katonalégységek lárvák előállítása.....	14
2.4.2 Lárva tápálóanyag tartalma	15
2.4.3 Takarmányként történő felhasználásának formái és lehetőségei.....	16
2.4.4 Katonalégységek lárvával végzett takarmányozási kísérletek eredményei.....	17
3. Anyag és módszertan	19
3.1 Kísérleti állat	19
3.2 Kísérleti elrendezés és menete.....	20
3.3 Kísérlet során alkalmazott tartástechnológia.....	21
3.4 Takarmány	21
3.5 Vizsgált paraméterek	23
3.5.1 Takarmányvizsgálatok	23
3.5.2 Termelési mutatók	23
3.5.3 Vágási paraméterek	24
3.5.4 Húsminőségi vizsgálatok.....	24
4. Eredmények és értékelésük	29
4.1 Takarmányvizsgálati eredmények	29
4.2 Termelési mutatók	30
4.2.1 Mortalitás.....	30

4.2.2 Súlygyarapodás.....	31
4.3 Takarmányfogyasztás	32
4.4 Takarmányértékesítés	33
4.5 Vágási paraméterek	33
4.6 Húsminőség	35
4.6.1 Szín vizsgálat.....	35
4.6.2 pH vizsgálat	37
4.6.3 Porhanyósság vizsgálat.....	38
4.7.4 Konyhatechnikai veszteségek.....	39
5. Következtetések és javaslatok	39
6. Összefoglalás.....	42
7. Irodalomjegyzék.....	44
8. Köszönetnyilvánítás	49

1. Bevezetés és célkitűzések

A globális élelmiszertermelés előtt álló kihívások, mint a népességnövekedés, az éghajlatváltozás, és a természeti erőforrások korlátozottsága, sürgető megoldásokat igényelnek. Az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) előrejelzése szerint a világ népessége 2050-re elérheti a 9,7 milliárdot, ami várhatóan a húsfogyasztás drámai növekedését vonja maga után (FAO, 2017). A hagyományos állattenyésztési módszerek nemcsak hatalmas mennyiségű vizet és takarmányt igényelnek, hanem jelentős környezeti terhelést is jelentenek, beleértve a széndioxid-kibocsátást és a területhasználatot (Steinfeld mtsai., 2006). Kunal Ahuja és Sarita Bayas (2023) jelentése szerint ezen kihívások hatékony kezelésére egyre inkább a fenntartható alternatívákra van szükség. Ilyen lehet a rovarfehérje előállítás és használata fehérjeforrásként a humán élelmezésben és a takarmányozásban egyaránt. A rovarok tápértéke kiemelkedő; gazdagok fehérjében, vitaminokban és ásványi anyagokban, ráadásul a hagyományos állati élelmiszerekhez viszonyítva közvetlen állattenyésztési formákhoz képest sokkal alacsonyabb környezeti lábnyommal bírnak. Így például egységnyi fehérje előállításához, a tenyésztett rovarok, mint a szöcskék, lisztkukacok vagy a tücskök, csupán negyed annyi takarmányt igényelnek, mint a szarvasmarha (Dennis mtsai., 2010). A rovarok tenyésztéséhez szükséges terület és vízfelhasználás 80%-kal kevesebb, mint a hagyományos állattenyésztés esetében (Van Huis mtsai., 2013). Emellett a rovarok képesek olyan szerves hulladékok feldolgozására is, amelyek az élelmiszeriparból származnak, ezzel hozzájárulva a körkörös gazdasághoz, és jelentős mértékben csökkentve a szerves hulladék mennyiségét (Kunal Ahuja és Sarita Bayas, 2023). Ez az előny az állati termék előállítás területén is jól hasznosítható lehet.

Bár a rovarfehérjék alkalmazásának számos előnye van, a széleskörű elterjedésüket akadályozó tényezők is jelen vannak. A társadalmi elfogadottság alacsony szintje, a fogyasztói hozzáállás és a rovarok fogyasztását övező előítéletek jelentős kihívást jelentenek (Berlianti mtsai., 2020). A rovarokkal kapcsolatos kulturális preferenciák és a megszokott étkezési szokások megváltoztatása hosszútávú folyamatot igényel. Ezen túlmenően a jogi és szabályozási keretek kidolgozása elengedhetetlen ahhoz, hogy a rovarok takarmányként való használata széles körben elfogadott és biztonságos legyen (European Commission, 2018). Az Európai Unió 2017-ben engedélyezte a haltakarmányozási célú rovarliszt felhasználást. Majd 2021-ben engedélyezte a baromfi és sertés takarmányként való felhasználást is. Azonban a hagyományos fehérjehordozóknál magasabb költségek és a nagy kapacitású rovartenyésztő üzemek hiánya miatt egyelőre korlátozott az európai takarmányiparban a rovarlisztek alkalmazása. A

rovaralapú takarmányipar tehát még gyerekcipőben jár, sikeres fejlődése és az élelmiszer-értékláncba való beilleszkedése több tényezőtől is függ. Így a széleskörű hasznosítás feltétele a minőségbiztosítási alapelvek kidolgozása, az ipari volumenű előállítás műszaki feltételeinek kiépítése, valamint az európai gazdálkodók és fogyasztók általi elfogadottsága a legjelentősebb tényezők (Sogari mtsai. 2023).

Diplomadolgozatomban ismertetni szeretném a rovarliszt, mint alternatív fehérjehordozó lehetőségeit a takarmányiparban. Azon belül elsődlegesen a fekete katonalégy (*Hermetia illucens*) fajban rejlő potenciált kívánom elemezni a hagyományos fehérjehordozók (szója, halliszt) kiváltásához kapcsolódóan. A diplomadolgozathoz kapcsolódó kutatómunkám keretében elvégzett takarmányozási kísérlet arra irányult, hogy megvizsgáljam, hogy a katonalégy lárvá liszt akár 4%-os bekeverése a keveréktakarmányban biztonságosan kivitelezhető-e a brojlercsirkék termelési és húsminőségi paramétereinek romlása nélkül. Ezzel eredményeim alátámaszthatják vagy cáfolhatják azt a felvetést, miszerint a rovarliszt és azon belül legfőképp a katonalégy egy biztonságos alternatívát jelenthet a globális fehérje hiány és szója függőség leküzdésére a takarmányiparon keresztül.

2. Szakirodalmi áttekintés

A szakirodalmi áttekintés célja, hogy részletezze a rovarfehérje takarmányozási célú alkalmazásának előnyeit, hátrányait és perspektíváit, valamint a feltételeket, amelyek mentén a rovarok előtérbe kerülhetnek az állattenyésztés jövőjében. Az áttekintés során megvizsgáljuk a rovarok takarmányozásban betöltött szerepét, a gazdasági és környezeti hatásokat, valamint azokat az akadályokat, amelyek a rovarfehérjék széles körű elterjedését akadályozzák.

2.1 A szója termesztés jelentősége és fehérjehordozóként betöltött szerepe

A szója (*Glycine max*) az egyik legfontosabb és legelterjedtebb mezőgazdasági növény a világon. Az utóbbi évtizedekben a szója termelése világszerte robbanásszerű növekedésen ment keresztül, és a globális mezőgazdasági kereskedelem egyik alappillére. A növekvő termesztési volumen mögött számos gazdasági, technológiai és környezeti tényező áll. Ugyanakkor a szója termelésének fokozódása számos negatív környezeti hatással is jár, amelyeket érdemes alaposan megvizsgálni.

A szója globális termelése 2022-re meghaladta a 380 millió tonnát, ami szignifikánsan nőtt az előző évtizedekhez viszonyítva (USDA, 2022). A legnagyobb szójatermelő országok közé az Egyesült Államok, Brazília és Argentína tartozik, ezek együtt a világ termelésének közel 80%-át teszik ki (FAO, 2022). A növekvő kereslet az élelmiszeripar, az ipari feldolgozás és a takarmányozási célú felhasználás iránt egyaránt hozzájárult ahhoz, hogy a szója termőterülete folyamatosan bővüljön. A szója jelentős bevételt jelent a fejlődő országok gazdaságai számára is, mivel a termesztése jövedelmező mezőgazdasági tevékenység. Ugyanakkor a szója globális piaca jelentős volatilitást mutat, ami gyakori áremelkedésekhez és bizonytalansághoz vezet (European Commission, 2020).

A szójatermesztés bővülését több tényező befolyásolja. Ezek között elsődleges szerepe van a népességnövekedésnek és az urbanizációnak. Az ENSZ előrejelzései szerint a világ népessége 2050-re elérheti a 9,7 milliárd főt, ami óriási nyomást gyakorol az élelmiszertermelésre (UN, 2021). A szója, mint energia- és fehérjedús növény, ideális választás a humán ételmezésben a húspótlásra ill. az állattenyésztés hatékonyságának növelésére, különösen a húsfogyasztás növekedése mellett.

Fontos tényező a technológiai fejlődés, különösképpen a géntechnológia és a precíziós mezőgazdaság terjedése, mivel ezek segítségével a gazdák nagyobb hozamot érhetnek el kevesebb erőforrás felhasználása mellett. Az új, génmódosított fajták ellenállóbbak a

kártevőkkel és az időjárási viszontagságokkal szemben, ami szintén a termesztés biztonságának növeléséhez járulhatnak hozzá (Perkins mtsai., 2020).

A szójabab legalább 85%-át génmódosított fajták képviselik, ami a mezőgazdasági termelés fenntarthatóságát kérdőjelezi meg. Ezeknek köszönhetően ugyanis terjed a monokultúrás termesztés, ami a talajminőség romlását és a biodiverzitás csökkenését eredményezi. A GMO szójabab termesztése során alkalmazott intenzív növényvédőszer és műtrágya használat környezeti hatásai egyre inkább aggasztják a tudományos közösséget és a közvéleményt (Tilman mtsai., 2017).

A szója termesztésének kedvezőtlen környezeti és társadalmi hatásai közül az egyik legjelentősebb probléma a biodiverzitás csökkenése, amely a szójaültetvények terjeszkedése miatt következik be. A mezőgazdasági földterületek bővítése gyakran erdőirtással jár, amely nemcsak az élőhelyek elvesztéséhez és a helyi ökoszisztémák destabilizációjához vezet (Barona és mtsai., 2010), hanem a globális szén-dioxid-kibocsátás növekedéséhez is hozzájárul (Laurance mtsai., 2014). A trópusi erdők irtása különösen kritikus problémát jelent Brazíliában, ahol a kérdéses területek jelentős része amazóniai esőerdő.

A szója termesztése emellett negatív hatással van a talaj minőségére és struktúrájára is. A szójára jellemző monokultúrás gazdálkodás ugyanis kimeríti a talajt és növeli a talajerózió kockázatát (Garnett mtsai., 2013). A talaj tápanyagtartalmának csökkenése hosszú távon nemcsak a szójatermesztést, hanem egyéb mezőgazdasági tevékenységek fenntarthatóságát is veszélyezteti.

Ezen hátrányok mellett a szója termesztése a vízkészleteket is megterheli. A szója vízigényes növény, amely komoly környezeti terhelést jelent azokban a régiókban, ahol az öntözés elengedhetetlen. Átlagosan 1 tonna szójabab előállításához körülbelül 1200-1300 tonna víz szükséges (Rittler és Bykova, 2022), amelyet részben a csapadék, talajnedvesség és az öntözés biztosít. A nagy szója termesztő országok jelentős vízkészlettel rendelkeznek, azonban a vízhasználat sok esetben fenntarthatatlan, különösen azokon a területeken, ahol a vízhiány már manapság is gondot okoz (Foley mtsai., 2011).

Bár a szója gazdag fehérjében (36-40%), táplálkozási szempontból a hasznosulása nem tökéletes, mivel a benne lévő antinutritív anyagok (pl. lektinek, tripszin inhibitorok) csökkenthetik a tápanyagok felszívódását (Haug és Lantzsch, 1983).

2.1.1 A jövő kihívásai

Bár a szója továbbra is egy fontos fehérjeforrás mind a humán élelmezés, mind az állati termék előállítás területén, a jövőben elengedhetetlen lesz a fenntarthatóbb és környezetkímélőbb alternatívák keresése. A rovarfehérje forradalmának előmozdítása nemcsak a globális élelmezési válságra nyújt megoldást, hanem hozzájárulhat a mezőgazdasági ökoszisztémák helyreállításához is.

Összességében a szója termesztésének hátrányai világosan érzékeltetik, hogy a jövő fehérjeforrásainak nemcsak táplálónak, hanem fenntarthatónak is kell lenniük. A rovarfehérje ígéretes megoldást jelenthet, hogy a fenntartható fejlődés és a globális élelmezési igények egyensúlyba kerüljenek.

2.2 Halliszt jelentősége és fehérjehordozóként betöltött szerepe

A világ mezőgazdasági rendszereiben a takarmányozás a fenntartható állattenyésztés egyik alapköve. A takarmányozás során alkalmazott különféle alapanyagok, mint például a halliszt, kulcsszerepet játszanak az állatok táplálóanyag igényeinek kielégítésében. A halliszt, mint fehérjehordozó, nem csupán tápanyagok forrása, hanem gazdasági előnyöket is biztosít az állattenyésztés számára (Cho és Kim, 2011).

2.2.1 A halliszt előállítása és felhasználása

A halliszt előállítása általában különböző halfajok feldolgozásával történik főtermék vagy feldolgozási melléktermék formájában. A világon évente több millió tonna halat dolgoznak fel, és ennek körülbelül 20%-ából készül halliszt. Az előállított halliszt mennyisége az egyes országok halászati gyakorlatától függ, de a legnagyobb termelés az Egyesült Államokban, Norvégiában és Thaiföldön található (FAO, 2021).

A halliszt táplálóanyag-összetétele rendkívül változatos, azonban általánosságban elmondható, hogy a halliszt fehérjetartalma 60-70% között mozog, míg zsír- és ásványi anyag tartalma is jelentős (NRC, 2011). A halliszt gazdag esszenciális aminosavakban, mint például a metionin és a treonin, így különösen fontos a húshasznú állatok etetésében (Cho és Kim, 2011).

2.2.2 Alkalmazás és célállat fajok

A halliszt alkalmazása széles spektrumot ölel fel az állattenyésztésben. Leginkább baromfi, sertések takarmányozásában használják. Az Európai Unióban használata korlátozott, kérődzőkkel nem etethető. Ugyanakkor a monogasztrikus állatok takarmányozásában több

előnnnyel is jár az etetése. Javítja a baromfi és sertés termelését, valamint a termék minőségére is kedvező hatással van. (Kim és Easter, 2001).

2.2.3 Halliszt használatának előnyei

A halliszt számos előnnnyel rendelkezik az állati takarmányozásban. A halliszt legfontosabb előnye nagy fehérjetartalma és annak kiváló aminosav-összetétele. Ezáltal hatékonyan járul hozzá az állatok termeléséhez. Ezen kívül a halliszt etetése javítja az állatok immunrendszerét, mivel a halakból származó bioaktív vegyületek erősítik az immunválaszkészséget (Cho és Kim, 2011). A halolajat is tartalmazó halliszt gazdag esszenciális zsírsavakban, amelyek fontosak a sejtfunkciók, a hormontermelés és a növekedés szempontjából (Pike, 1999).

2.2.4 Hátrányok és kihívások

Bár a halliszt számos előnnnyel bír, vannak hátrányai és kihívásai is. Az egyik legnagyobb probléma a halászati erőforrások fenntarthatósága, mivel a túlhalászás, valamint az ökológiai hatások aggasztó jelenségek a globális halászatban. Napjainkban a jó minőségű halliszt egyre kevésbé hozzáférhető, ezért az ára is évről évre emelkedik, ami használatát jelentős mértékben korlátozza.

A halliszt minősége is változó lehet a feldolgozási módszerek és az alapanyagok függvényében, hiszen ez befolyásolja táplálóanyag-összetételét, elsősorban a nyersfehérje- és ásványi anyag tartalmát (Islam mtsai., 19970). A máig alkalmazott sóval történő tartósítási mód következtében esetenként igen magas NaCl tartalommal is kell számolni a halliszt tételekben.

Emellett a halliszt allergén anyagokat is tartalmazhat, valamint jellegzetes szaggal és ízzel rendelkezik, ami befolyásolhatja a hallisztet tartalmazó takarmány elfogadását (Cho és Kim, 2011). Az is ismert, hogy nagy mennyiségben etetve ízhibát okozhat az állati termékben – húsban, tojásban (Tsoy és Adushinov, 2020).

Összességében elmondható, hogy a halliszt kiváló potenciállal rendelkezik a takarmányozásban, mint fehérjehordozó. Azonban a fenntarthatósági és minőségi kérdések, miatt alapos megfontolást igényel a felhasználásának módja és mértéke az állattenyésztési gyakorlatban (Cho és Kim, 2011).

2.3 A rovarfehérje előállításának környezeti hatásai

2.3.1 A rovarfehérje előnyei

A világ népességének növekedése és a korlátozottan rendelkezésre álló mezőgazdasági területek miatt sürgető szükség van alternatív fehérjeforrások keresésére. A halliszt és a szójabab használatával kapcsolatos fenntarthatósági és gazdaságossági kérdések miatt folyamatosan keressük ezek kiváltásának lehetőségeit a takarmányiparban. E törekvésben nyújt egy lehetséges megoldást.

A rovar eredetű takarmány alapanyagok elsődlegesen a monogasztrikus állatok takarmányozásában hasznosíthatók, hiszen nyersfehérje-tartalma és aminosav-összetétele potenciálisan alkalmassá teszi a halliszt vagy a szójadara akár teljes mértékű helyettesítésére a termelési paraméterek negatív változása nélkül (Mézes, 2018). Egyúttal fenntarthatóbb módot kínál a gazdasági állatok fehérjeellátására a takarmányiparban.

A rovarfehérje-termelés a fenntarthatóság szempontjából stabilabb megoldást nyújt. Az olyan rendszerek, mint a rovarok szerves hulladékból történő tenyésztése, nemcsak az élelmiszerhulladékok csökkentését szolgálják, hanem a gazdaságos fehérjetermelést is lehetővé teszik (Oonincx mtsai., 2010). Ráadásul a rovarfehérjék, mint pl. a fekete katonalégy (*Hermetia illucens*) és a lisztgubó (*Tenebrio molitor*), nem vagy kevesebb antinutritív anyagot tartalmaznak, és könnyebben emészthetők mint a növényi alternatívák, így az ember és az állat számára is optimálisabb tápanyagellátást biztosítanak (Makkar mtsai., 2014).

A rovarfehérje előállítása számos környezeti előnnyel jár. A rovarok tenyésztése kevesebb földterületet és vizet igényel, mint a hagyományos állattenyésztés. Így például 1 kg csirkehúsból származó fehérje előállításához 2-3x nagyobb területre és 50 %-kal több vízre van szükség a rovarfehérjéhez viszonyítva, vagy a marhahúsból származó fehérje előállítás pedig 8-14x nagyobb földterületet és a rovarfehérjéhez szükséges vízmennyiség ötszörösét igényli (van Huis és Oonincx, 2017).

Emellett a rovarfehérje előállítása ökológiai szempontból is kisebb terhelést jelent a környezetünk számára, mivel a rovarfehérje előállítása során keletkező üvegházhatású gázok mennyisége lényegesen alacsonyabb, mint a hagyományos állattenyésztés során. Így pl. a tücskök és a lisztbogarak tenyésztése során keletkező szén-dioxid-kibocsátás lényegesen alacsonyabb, mint a marhahús előállítása során. A rovarok esetében 1 kg tömeggyarapodásra

számított CO₂ kibocsátás csupán 2-122 g/kg, míg húsmarha esetében ez az érték jóval magasabb 2850g/kg (Oonincx és de Boer, 2012). Például a tücskök tenyésztése során keletkező szén-dioxid-kibocsátás 1 kg fehérje előállítására vetítve 1,57 kg, míg a marhahús esetében ez az érték 27 kg (Oonincx és de Boer, 2012). Azaz a rovarok hatékonyabban alakítják át a szubsztrátot saját anyagaikká, többek között fehérjévé, ami hozzájárul a környezeti terhelés csökkentéséhez.

2.3.2 Gazdasági és fenntarthatósági szempontok

A rovarfehérje előállítása gazdaságilag is előnyös lehet. A rovarok gyorsan növekednek és szaporodnak, ami lehetővé teszi a nagy mennyiségű fehérje előállítását rövid idő alatt. Emellett a rovarok takarmányozása költséghatékony, mivel gyakran hulladékanyagokat használnak fel (Sogari mtsai., 2019). A rovarfehérje előállítása hozzájárulhat a fenntartható élelmiszertermeléshez és a környezeti terhelés csökkentéséhez. Azonban a megfelelő technológiák és gyakorlatok alkalmazása elengedhetetlen a fenntartható rovarfehérje-termelés érdekében (van Huis és Oonincx, 2017).

2.3.3 Hátrányok és kihívások

Bár a rovarfehérje előállítása számos előnnyel jár, vannak kihívások és hátrányok is. A rovarfehérje előállításával kapcsolatos technológiai és szabályozási kihívások közé tartozik a megfelelő tenyésztési és feldolgozási módszerek kidolgozása, valamint a termékek biztonságának biztosítása (Sogari mtsai., 2019). A rovarok tenyésztése során keletkező hulladékok és melléktermékek kezelése is kihívást jelenthet. Emellett a rovarfehérje előállításának környezeti hatásai nagymértékben függenek a tenyésztési és feldolgozási módszerektől, valamint a felhasznált takarmány típusától (van Huis és Oonincx, 2017). Továbbá a rovar fogyasztás megítélése miatt hátrányból induló rovarliszt piac és a még nem teljesen kiforrott technológia magas árat eredményez a piacon. Ezért tehát jelenleg még nem versenyképes alternatíva ár-érték arányban a szójához és halliszthez viszonyítva. Így egyelőre csupán olyan rés piacokat volt képes törni magának, mint például a társállat takarmányozás és állatkerti állatok takarmányellátása (FAO, 2013).

2.3.5 Jövőbeli kilátások

A rovarfehérje előállítása és felhasználása egyre nagyobb figyelmet kap a fenntarthatósági és környezeti előnyei miatt. A jövőben várhatóan növekedni fog a rovarfehérje iránti kereslet, és egyre több kutatás foglalkozik majd a rovarfehérje előállításának optimalizálásával és új felhasználási lehetőségekkel (Sogari mtsai., 2019). A fenntartható

rovarfehérje-termelés érdekében további kutatásokra van szükség a környezeti hatások minimalizálása és a termékek biztonságának biztosítása érdekében (van Huis és Oonincx, 2017).

2.3.6 Rovarliszt előállításra engedélyezett fajok és potenciáljuk

Mézes (2018) közlése szerint az EFSA által 2015-ben végzett részleges toxikológiai vizsgálata során a következő 7 rovarfajt nyilvánította biztonságosnak közvetlen felhasználásra és fehérje előállítás céljából egyaránt: fekete katonalégy (*Hermetia illucens*), házi légy (*Musca domestica*), közönséges lisztbogár (*Tenebrio molitor*), alombogár (*Alphitobius diaperinus*), házi tücsök (*Acheta domesticus*), csíkos tücsök (*Gryllodes sigillatus*) és földi tücsök (*Gryllus assimilis*). Ezek a rovarok magas fehérjetartalommal rendelkeznek, és gazdagok esszenciális aminosavakban, zsírsavakban, vitaminokban és ásványi anyagokban (Sogari mtsai., 2019) (1. táblázat).

Van Huis és munkatársai (2013) szerint a lisztukac nevelés esetében például 1 kg fehérje előállításához 1,7 kg szerves hulladék és 1 m² terület szükséges átlagosan. Ez rendkívül hatékony takarmányértékesítést jelent, hiszen 2 kg szubsztrát biomaszából 1 kg rovar biomsza állítható elő, amely 0,5-es konverziós értéket jelent (Collavo mtsai., 2005).

A rovarok tenyésztése során fontos a megfelelő környezeti feltételek - a hőmérséklet, páratartalom és táplálék - biztosítása. A környezeti hatások minimalizálása és a termelés optimalizálása céljából elsősorban zárt rendszerben valósul meg a rovar tenyésztés (van Huis és Oonincx, 2017).

1. táblázat: Különböző rovar fajok fehérje és aminosav tartalma (Chufei, és mtsai., 2019)

	<i>Tenebrio molitor</i>	<i>Hermetia illucens</i>	<i>Musca domestica</i>	<i>Musca domestica</i>	<i>Acheta domesticus</i>	<i>Gryllodes silligatus</i>	<i>Gryllus assimilis</i>
Fejlődési stádium	Lárva	Lárva	Báb	Lárva	Imágó	Nimfa	Imágó
Nyersfehérje tartalom (%)	48.00	49.00	62.00	54.00	62.00	56.00	56.00
Esszenciális aminosavak:							
Izoleucin (%)	4.00	4.00	3.50	3.20	2.60	3.70	3.40
Leucin (%)	6.90	6.60	5.30	5.70	4.50	6.90	6.60
Lizin (%)	4.90	5.60	5.20	6.90	3.50	5.30	5.00
Metionin (%)	1.20	1.40	2.60	2.20	0.90	1.60	1.20
Fenilalanin (%)	3.20	3.80	4.20	5.00	1.40	3.10	2.90
Treonin (%)	3.60	3.60	3.20	3.30	2.20	3.50	3.30
Triptofán (%)	1.00	1.10	-	3.20	0.40	0.90	0.70
Valin (%)	5.90	5.60	3.40	4.40	3.70	5.20	5.30
Feltételesen esszenciális aminosavak:							
Arginin (%)	4.50	4.80	4.20	4.90	3.70	5.70	5.80
Hisztidin (%)	2.70	2.60	2.60	2.80	1.60	2.20	2.10
Cisztein (%)	0.60	0.70	0.40	0.40	-	0.90	0.50
Tirozin (%)	5.40	6.00	4.80	5.10	2.50	4.20	4.50

2.4 Fekete katonalégy faj bemutatása

A *Hermetia illucens* a katonalégyfélék (*Stratiomyidae*) családjába tartozó és a kétszárnyúak (*Diptera*) rendjébe sorolt rovar faj. A fekete katonalégy egy a dél-amerikai szavannáról származó faj, amely a mérsékelt égövi, szubtrópusi és trópusi területeken széleskörben elterjedt. Szaprofita életmódot folytat, tehát az elsődleges tápláléka a szerves növényi vagy állati maradványok, melyeket kitűnő hatékonysággal hasznosít. Hőmérséklet optimuma 25 és 30 °C közé esik. A hideggel szembeni gyenge ellenálló képességük miatt nem képesek túlélni Északnyugat-Európában és az 5 °C alatti régiókban. Ez egy nagy méretű, karcsú és fekete színű jellegzetes darázszerű, három testtájjal (fej, tor, potroh) rendelkező faj, barnás színezetű szárnyakkal és fejből kiálló csápokkal, illetve a potrohi részen fehér foltokkal

díszítve. A hímek jellemzően hosszabbak a nőstényeknél (1-2,5 cm), illetve kisebb szaporító szervvel és a szárnyakkal rendelkeznek. A nőstények testhossza 1,2-2 cm, szárnyaik pedig 8-14,8 mm között alakulnak és villaszerű tojócsövükről ismerhetők fel. Négy szakaszból álló életciklussal rendelkeznek, melyek a következők: pete, lárva, báb, imágó (1. ábra). Teljes átalakulással fejlődnek. A kifejlett rovar nem rendelkezik emésztő szervrendszerrel és szájszerve sem alkalmas erre a funkcióra. Élete utolsó ciklusában kizárólag a lárva állapotban gyűjtött zsírraktárait éli fel energiaforrásként. Ebből kifolyólag a tápanyagban leginkább bővelkedő fejlődési stádiumok a lárva és a bábállapot, melyek a biztosított takarmány minőségétől nagymértékben függenek és igen változók lehetnek: 18-33% zsír- és 32-53% fehérjetartalom (Shengyong, és mtsai., 2022).



1. ábra: Fekete katonalégylárva, báb és imágó (<http://>)

A *Hermetica illucens*, vagyis a fekete katonalégylárvája kifejezetten gazdag tápanyagokban, mint például fehérjében és zsírban. Fehérjei kiváló minőségű aminosav garnitúrával rendelkeznek, amely nagyszerű fehérjeforrássá teszik. Emellett szintén említésre méltó az ásványi anyag tartalma is (Shengyong, és mtsai., 2022).

2.4.1 Fekete katonalégylárva előállítása

A fekete katonalégylárvák kiváló biokonverziós képességgel rendelkeznek (75%), ugyanis 4 kg szerves hulladékból 800 g lárva biomassza keletkezik. A konverzió hatékonysága azonban függ a szaporítási és tartási körülményektől (hőmérséklet, páratartalom, oxigén ellátás), illetve a táplálék hasznosítható tápanyagtartalmától. A megfelelő biokonverziós hatékonyság fenntartása érdekében ideális körülményeket kell biztosítani számukra. A nevelési időszak során biztosított hőmérséklet jelentős szerepet játszik a katonalégylárva fejlődésében, ez a

hőmérséklet optimum pedig a már említett 25-30 °C. Képes hatékonyan lebontani és felhasználni különféle szerves hulladékokat, abban az esetben, ha az megfelelő szénhidrát- és fehérjetartalommal rendelkezik (Shahida, és mtsai., 2022).

Ugyan a fekete katonalég könnyen szaporítható és nevelhető bármilyen szerves szubsztráton például: konyhai hulladékon, állati trágyán, növényi vagy állati maradványokon, mezőgazdasági melléktermékeken, vagy akár szalmán (Shengyong, és mtsai., 2022). Az ilyen módon etetett rovarok takarmányozási célú hasznosítását a jelenleg érvényben lévő jogszabályok nem minden esetben engedélyezik, mivel azonos takarmányozási szabályrendszer vonatkozik a tenyésztett rovarokra, mint az élelmiszer termelő egyéb állatainkra. Ebből adódóan húst és halat tartalmazó élelmiszereket, illetve ételmaradékot tiltott felhasználni rovartakarmányként (999/2001 és 1069/2009 EU rendeletek). Azokat a rovarokat, melyeket a jogszabályoktól eltérő módon neveltek csupán biodízel előállításra, vagy talajjavító anyagként lehet felhasználni (Hetényi, 2021).

Egy nőstény katonalég átlagosan 200-700 db, 1 mm-nél kisebb méretű petét képes lerakni, melyek megfelelő hőmérséklet mellett 4 napon belül kikelnek. Úgynevezett „önbegyűjtő” fajról beszélünk, ugyanis a bebábozódást megelőzően feltörnek a szubsztrát felszínére, ezzel jelentősen megkönnyítve a begyűjtésüket nagyüzemi körülmények között. A lárva állapot 18-36 napig is tarthat, ez nagyban függ a nevelő közeg táplálóanyag-tartalmától. A lárva állapot végére akár a 0,5 grammos tömeget és 35 miliméteres testhosszúságot is elérhetik (Hetényi, 2021).

2.4.2 Lárva táplálóanyag tartalma

Liu és mtsai. (2017) leírták, hogy a lárvákat 50-70% nedvességtartalommal rendelkező szubsztráttal célszerű etetni, Hetényi (2021) beszámolójában erre a legmegfelelebbnek a 60%-os nedvesség, és 21% nyersfehérje-tartalmú csirke keveréktakarmányt találta, illetve az ehhez hasonló összetételű takarmányokat javasolta. Továbbá beszámolt arról is, hogy ez a nevelő közeg kedvezően hat a katonalég lárvában jelentős mennyiségben megtalálható antimikrobiális zsírsav – a laurinsav tartalomra, mely a katonalég lárva egyik különlegessége. A laurinsav a lárva összes zsírsav tartalmának mintegy 21,4-49,3%-át adja (Hetényi, 2021). A lárvák nyersfehérje-tartalma elsősorban az életkor és a szubsztrát fehérjetartalmának függvénye. Hetényi (2021) szerint a katonalég lárva nyersfehérje tartalma 38-57% között alakul, Shengyong és munkatársai (2022) szerint azonban 32-53%-os tartományban változik. Emellett szintén jelentős nyerszsírtartalommal is rendelkezik, amelyről Shengyong és társai 18-

33%-os értéket jegyeztek fel. Danieli és mtsai (2019) megfigyelték, hogy 21%-nál nagyobb nyersfehérje tartalommal rendelkező táp etetése már nem növelte a lárvák fehérjetartalmát szignifikáns mértékben, illetve ebben az esetben gyengébb takarmányértékesítésről számoltak be. Tehát az optimalizált takarmányozással és precízen időzített lárvafeldolgozással maximalizálni lehet a nyersfehérje-, nyerszsír- és azon belül a laurinsav-tartalmat (Hetényi, 2021).

2.4.3 Takarmányként történő felhasználásának formái és lehetőségei

A fekete katonalégy lárvájának számos felhasználási módja van a takarmányozásban. A lárvát önmagában is etethető nyers feldolgozatlan, szárított formában. Erre vonatkozóan végeztek etetési kísérletet Seyedalmoosavi, és munkatársai (2022), ahol a brojlercsirkék az evolúció során kialakult természetes táplálkozási szokásuk miatt igen szívesen fogyasztották a rovar lárvát annak teljes fehérje és zsírtartalmával együtt, eredeti formájában.

A legelterjedtebb felhasználási módja a liszt forma, amelynek előállítása a következőképpen zajlik. A begyűjtött lárvákat forró vízzel ölik el és mossák, melyet egy szárítási lépés követ. Ezt követően a kívánt szárazanyag tartalmat elért lárvák egy présgépre kerülnek, ahol a lárvák olaja kinyerésre kerül. A visszamaradt lárvapogácsa őrlését követően megjelenő anyag a rovarliszt, amely többek között baromfi és sertés keveréktakarmányokban használható fehérjeforrásként (Agroloop Hungary Kft., 2024, [http.4](http://www.agroloop.hu)).

A rovarliszt tételek beszerzésénél érdemes figyelmet fordítani annak olajtartalmára is, hiszen nem minden esetben vonják ki a feldolgozó folyamat lépéseként és jelentős energia értéket képvisel. Továbbá megnehezíti a termék eltarthatóságát, ugyanis avasodásra hajlamosít, amely ellen költséges antioxidánsokkal lehet védekezni. Amennyiben a lárvák olaja kinyerésre kerül, a fehérje és egyéb értékes anyagok koncentráltabban jelennek meg a lisztben (2. táblázat). Eközben a kinyert lárvák olaj széleskörben felhasználható energiakiegészítés céljából hal és baromfi takarmányozási célra, illetve társállat keveréktakarmányokban is gyakran megjelenik (kutya, macska) (Wicht és mtsai., 2022).

Értékes zsírsav összetételének köszönhetően kiváló alternatívája a takarmányozásban használatos növényi olajoknak és állati zsíroknak. Magas laurinsav tartalommal rendelkezik (kb. 45%), mely természetes antimikrobiális hatása révén gátló hatást fejt ki a Gram-pozitív baktériumok szaporodására, ezáltal hozzájárulhat az állatok bélflórájának stabilitásához (Agroloop Hungary Kft., 2024, [http.4](http://www.agroloop.hu)).

2. táblázat: kémiai extrahálás hatása a rovarliszt beltartalmi tényezőire (Wicht és mtsai., 2022).

Kezelés	Nedvességtartalom (%)	Fehérje (%)	Zsír (%)	Hamu (%)	Szénhidrát (%)
Teljes lárva	4.14	45.82	25.78	6.85	17.41
Extrahált lárva	6.46	56.11	4.86	11.39	21.19

2.4.4 Katonálégylárvaal végzett takarmányozási kísérletek eredményei

Ugyan a fekete katonálégylárvaliszt a baromfi tápokban nem képes teljes mértékben felváltani a szójalisztet, a 20%-ot nem meghaladó kiegészítés úgy tűnik nem gyakorol negatív hatást a csirkék növekedési teljesítményére, biokémiai mutatóira, sem pedig a húsminőségre (Shengyong, és mtsai., 2022).

Elangovan és munkatársai (2021) brojlercsirkével végeztek katonálégylárva liszt hatásának vizsgálatára irányuló takarmányozási kísérletet. A kísérletet 90 db naposcsibével kezdték, a 3 hétig tartó kísérleti időszak során a madarak 5%-ban rovarlisztet tartalmazó tápot kaptak *ad libitum*. A kísérlet során azt tapasztalták, hogy 5%-os katonálégylárva liszt kezelés nem gyakorolt szignifikáns hatást az állomány termelési paramétereire. Nem befolyásolta a madarak tömeggyarapodását, takarmányfelvételét és takarmányértékesítő képességét sem. (Elangovan, és mtsai., 2021).

Egy másik kísérletben Mazlan és munkatársai (2024) a katonálégylárva liszt kiegészítés hőstresszre gyakorolt hatását vizsgálták. A kísérletet 360 db napos brojlerrel indították, 3 csoportot alakítottak ki. A kontroll csoport mellett a két kísérleti csoport 5, illetve. 10% rovarliszt tartalommal rendelkező takarmányt fogyasztott. A kísérleti időszak 35 napig tartott és a 22. naptól minden csoport hőstressznek volt kitéve. Az eredmények alapján 10%-os katonálégylárva liszt kiegészítés képes csökkenteni a hőstressz kedvezőtlen hatásait, illetve a patogén mikroba számot az emésztőtraktusban. Ugyanakkor az extrahált szójadara kiváltása 10% fekete katonálégylárva liszttel nem befolyásolta a brojler növekedési teljesítményét (Mazlan, és mtsai., 2024).

Seyedalmoosavi, és munkatársai (2022) keveréktakarmányt és katonálégylárva etettek egymás mellett 90:10, 80:20, 70:30 arányban. Megfigyelték, hogy egy rövid szoktatási időszak (3 nap) után a brojler körülbélül 50x szívesebben fogyasztják a katonálégylárva, mint a hagyományos tápot és úgy találták akár környezet gazdagítás szempontjából is előnyös lehet a

jövőben. Arra a következtetésre jutottak, hogy a brojlerek képesek akár 30% lárva önkéntes felvételére néhány perc lefolyása alatt, amint hozzászoknak. Továbbá lehetőség van az akár 20%-os lárva hányad biztosítására a termelési paraméterek és a táplálóanyag értékesítés romlása nélkül. Azonban a 20%-ot meghaladó mennyiség esetén csökkent fehérje hasznosítási hatékonyságot tapasztaltak, valószínűsíthetően az alacsonyabb energiabevitel miatt (Seyedalmoosavi, és mtsai., 2022).

Zainah és munkatársai (2023) vizsgálatukban a halliszt baromfi takarmányozásban való kiváltásának lehetőségét vizsgálták katonalégy lárva liszt alkalmazásával. Eredményeik alapján a halliszt teljes mértékű rovar liszt helyettesítése, negatív hatást gyakorol a madarak növekedésére és befolyásolta a húsminőséget is (Zainah, és mtsai., 2023).

3. Anyag és módszertan

3.1 Kísérleti állat

Jelenleg a piacot a két leginkább meghatározó és uraló pecsenyecsirke a Ross 308 és a Cobb 500 húshibridek. A kísérletünkben Ross 308 húshibriddel dolgoztunk. A választott hibridet az Aviagen Group tenyésztette ki és a tenyésztői munkájuk eredményeként egy kiváló tulajdonságokkal rendelkező és széleskörben elterjedt hibridet juttattak a piacra.



2. ábra: Ross 308 hibrid (Aviagen, 2018, <http2>.)

A Ross 308 jellegzetesen fehér tollazattal, ovális testformával, kedvező húshozammal, erős és széles lábszerkezettel rendelkező kiváló termelési készségű hibrid. Erőtéljes növekedés, kimagasló takarmányfelvétel és takarmányértékesítő-képesség jellemzi. A tenyésztők próbálták a fogyasztói preferenciákhoz igazítani a hibridet. Ennek eredményeként világos színű és ruganyos bőrrel, kedvező mell és comb mérettel rendelkezik. Jól alkalmazkodik a tartástechnológiai tényezőkhez (hőmérséklet, páratartalom, légmozgás, etető és itató rendszerek). Az ivarok közti csekély különbség miatt vegyes ivarban is könnyen termeltethető fajta. A 6 hetes nevelési időszak végére eléri az átlagos 2,7-2,9 kg vágótömeget.

3. táblázat: Ross 308 általános teljesítmény mutatói (Bábolna, 2024; <http3>.)

Teljesítménymutatók vegyes ivarban						
Nap	Testtömeg	Napi testtömeg gyarapodás	Átlagos napi testtömeg gyarapodás/hét	Napi tak. fogyasztás	Göngyöltett tak. fogyasztás	FCR; tak. értékesítés
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(kg/kg)
7	208	32	23,50	36	170	0,80
14	519	54	44,46	69	548	1,06
21	985	75	66,55	108	1 183	1,20
28	1 573	90	84,07	149	2 102	1,34
35	2 235	97	94,47	185	3 290	1,47
42	2 918	97	97,67	213	4 702	1,61
49	3 583	93	95,04	231	6 270	1,75

3.2 Kísérleti elrendezés és menete

A kutatásunk alapját képező állatkísérletre a Budapest határában elhelyezkedő AgriSearch Hungary Kft. tulajdonát képező kísérleti telepen került sor.

A kísérlet beállítására 2024. május 24-én került sor, az időtartama pedig 42 nap volt, így a kísérleti vágás 2024. július 5-én zajlott le. A kísérletben Ross 308 hibrid, naposcsibéket állítottunk be (n=1050) és vizsgáltuk milyen hatást gyakorol a madarak termelésére a különböző mennyiségben bekevert fekete katonalégység lárva liszt a keveréktakarmányban. Három csoport került kialakításra, egy kontroll (C), amely nem kapott rovarlisztet és konvencionális, kukorica-szója alapú takarmányt fogyasztott a kísérlet ideje alatt. Emellett két kísérleti csoportunk volt. Az egyik keveréktakarmányában 2% fekete katonalégység lárva lisztet szerepeltettünk (KTL2), míg a másikéba 4% fekete katonalégység lárva lisztet kevertünk (KTL4). Minden kísérleti csoportba n=350 egyedet osztottunk, és 14 ismétléssel. A 14 rekesz mindegyikében 25 egyedet helyeztünk el. Az istálló hatás minimalizálása érdekében véletlenszerűen rendeztük el a fülkéket és a különböző csoportokat.

A takarmányellátás egyfázisú takarmányozással zajlott dercés formában. Heti rendszerességgel mértük a takarmányfogyasztást és az aktuális testtömegeket, az ezek alapján számított súlygyarapodást, illetve takarmányértékesítési képességet (0., 7., 14., 21., 28., 35., 42. nap). A július 5-én végzett végső laborvágás alkalmával csoportonként 28 állatot dolgoztunk fel és végeztük el a szükséges méréseket, vizsgálatokat.

3.3 Kísérlet során alkalmazott tartástechnológia

A nevelés a Ross 308-as hibridhez javasolt Aviagen tartástechnológia (teremhőmérséklet, fényprogram, páratartalom, légáramlás) szerint történt. *Ad libitum* takarmányozás és ivóvízellátás került megvalósításra függesztett kialakítású önetető és szelepes önitató rendszer alkalmazásával. A mélyalmos rendszerhez alomanyagként friss, száraz puhafa-forgácsot alkalmaztunk a kedvező nedvszívó képessége miatt, melyet 8 cm-es vastagságban terítettünk szét a fülkék padozatán (3. ábra).



3. ábra: kísérleti baromfi fülkék (fénykép: Borbély Zsolt)

3.4 Takarmány

A 4. táblázatban szerepelnek a három csoport keveréktakarmányának receptúrái, amelyeket a Vitafort Zrt. és a Takarmánybiztonsági Tanszék Közösén állított össze és amelyet a kísérlet helyszínén az Agrisearch Kft gyártott a kísérlethez. A keverékeket *ad libitum* etettük dercés formában a nevelés alatt.

4. táblázat: kísérleti keveréktakarmányok receptúrái

	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%
Összetevők	%	%	%
Koncentrátum 85%-os	85	85	85
Kukorica	5,95	6,6	6,8
Extrahált szójadara	1	0,5	0,5
Full fat szója	7,6	5,6	3,6
Fekete katonalégy lárva	0	2	4
Takarmány mész	0,3	0,15	0
MetAmino	0,1	0,1	0,1
L-Valin	0,05	0,05	0
Összesen:	100	100	100

Az 5. táblázatban kísérleti keveréktakarmányok számított táplálóanyag-tartalma látható. A receptúra összeállítása során arra törekedtünk, hogy a nyersfehérje, az emészthető aminosav és metabolizálható energia koncentráció közel azonos legyen a három keverékben.

5. táblázat: kísérleti keveréktakarmányok számított táplálóanyag-tartalma

Táplálóanyag	Mennyiségi egység	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%
ME baromfi	MJ/kg	12,74	12,80	12,84
Szárazanyag tartalom	%	88,89	88,84	88,79
Nyers fehérje	%	19,96	20,14	20,48
Nyers zsír	%	4,61	4,58	4,55
Nyers rost	%	3,53	3,73	3,94
Nyers hamu	%	5,66	5,63	5,62
Nmka	%	54,25	53,99	53,53
Lizin	%	1,23	1,23	1,24
Emészthető Lizin baromfi	%	1,14	1,14	1,15
Metionin	%	0,61	0,61	0,62
Emészthető Metionin baromfi	%	0,58	0,59	0,59
Metionin+Cisztin	%	0,95	0,95	0,95
Emészthető Metionin+Cisztin baromfi	%	0,90	0,91	0,91

3.5 Vizsgált paraméterek

3.5.1 Takarmányvizsgálatok

A takarmány wendee-i analízisét a Vitafort Labor Kft. végezte el vakon a Magyarországon hatályban lévő szabványoknak megfelelően. A takarmányok wendee-i analízise során vizsgált paraméterek a következők voltak: nedvesség- és illóanyag tartalom (152/2009/EK r. III. m. "A" szabvány), nyersfehérje-tartalom (MSZ EN ISO 16634-1:2009 szabvány), nyersrost-tartalom (152/2009/EK r. III. m. "I" szabvány), nyers olaj- és zsírtartalom (152/2009/EK r. III. m. H szabvány), nyershamu-tartalom (152/2009/EK r. III. m. "M" szabvány). Illetve a baromfi takarmányozásban használatos nulla nitrogénretencióra korrigált látszólagos metabolizálható energia - AMEn (44/2003 FVM 5.m szabvány) meghatározás érdekében összes cukor (152/2009/EK r. III. m. J szabvány) és keményítő tartalom (152/2009/EK r. III. m. L szabvány) vizsgálat is történt.

3.5.2 Termelési mutatók

A kísérlet során heti rendszerességgel egyedileg mérlegeltük a madarakat. Az állatok rekeszekre vonatkoztatott heti takarmányfogyasztását a hét elején takarmánnyal teletöltött önetetők tömege és az egy hét elteltével lemért és feljegyzett önetetők tömegének különbségéből állapítottuk meg (4. ábra). Majd a kapott adatokból napi csoport, illetve egyedi átlagfogyasztást számítottunk. Végül a mért testsúly és takarmányfogyasztás értékek alapján meghatároztuk a csirkék átlagos napi tömeggyarapodását és takarmányértékesítő képességét. Az elhullások napi szinten ellenőrzésre és feljegyzésre kerültek. Az elhullások okát boncolás útján derítettük fel.



4. ábra: Önetető a heti mérlegelés alkalmával (készítette: Borbély Zsolt)

3.5.3 Vágási paraméterek

A 42 napos etetési kísérlet végeztével sor került a laborvágásra, ekkor csoportonként mind a 14 kísérleti rekeszből két-két csirkét választottunk ki véletlenszerűen. Így a vágást követő vizsgálatokat csoportonként 28 egyeden végeztük el. A madarak exterminálása a nyaki érkomplexus diszlokációjával és elvéreztetéssel zajlott. Ezt követően a testeket kopasztó gépbe helyeztük, amely eltávolította a madarak tollazatát. A kopasztás végeztével eltávolítottuk a zsigereket, a fejet, a nyakat, a lábakat és a hasi zsírt, majd megmértük a test tömegét (grill tömeg). A zsigerekből elkülönítettük a zúzót (kiürített, tisztított állapotában) és a májat a későbbi mérésekhez. A laborvágás során a mellcsonttól lefejtett jobb és bal oldali mellfilék, illetve a combok tömegét gramm pontossággal lemértük erre alkalmas mérleg segítségével, illetve a kapott mell és comb tömegek alapján a grill tömeghez viszonyítva kiszámoltuk a testrészek relatív tömegét - százalékos értékeit. Majd a jobb mellfiléket pH, szín és csepegési veszteség mérésének céljából használtuk fel. A bal oldali mellfiléket pedig a későbbi porhanyósság és konyhatechnikai veszteség vizsgálatok céljából lefagyasztottuk.

3.5.4 Húsminőségi vizsgálatok

Ezen vizsgálatok a fogyasztók, a feldolgozóipar és a kereskedelem számára nagy jelentőséggel bíró minőségi jellemzők változásaira irányultak. Ugyanis a vágást követően bizonyos biokémiai változások indulnak meg a húspanban, ebből kifolyólag a húsminőségi

vizsgálatok során a kialakuló kémiai, fizikai és biológiai tulajdonságok együttesét állapítottuk meg. A húsminőségi vizsgálatok során csoportonként 10 egyed mintáival dolgoztunk. Vizsgáltuk a mellfilék pH értékét, színét és színváltozását, valamint csepegési veszteséget, porhanyósságot és konyhatechnikai veszteségeket mértünk. A vizsgálatokat a felületes és mély mellizmokon végeztük (*m. pectoralis superficialis* és *m. profundus*). A pH mérést két alkalommal végeztük el a mellmintákon, *post mortem* a vágás után 15 perccel, illetve 24 órás hűtve tárolást (-4 °C) követően. A hússzín megállapítására irányuló vizsgálatot a mellminták friss vágási felületén végeztük Konica Minolta kromaméter használatával. Majd a felengedett mellizom minták tömegét lemértük az olvadási veszteség meghatározása céljából. Ezt követően a mintákat vákuum csomagolva 80 °C-os fürdetőkádban 72 °C maghőmérséklet eléréig főztük. Majd a minták szobahőmérsékletre történő hűlését követően ismételt mérlegelés során megállapítottuk a főzési veszteséget. Mindezek után 1x1 cm-es hasábokat képeztünk laboratóriumi kés segítségével a főtt mellmintákból a rostok mentén, melyeket nyíróerő mérésnek vetettünk alá.

3.5.4.1. Hússzín vizsgálat

A mellhúsokon történő méréshez Konica Minolta kromamétert használtunk (5. ábra), amely egy reflektancia spektrometrián alapuló mérőműszer. A kromaméter képes olyan színárnyalatbeli eltéréseket, változásokat rögzíteni, melyeket az emberi szem nem képes érzékelni. A színvizsgálatot CIELab (L^* , a^* , b^*) jelrendszer szerint végeztük, melyben az L^* a világosságot, az a^* a piros-zöld színek közötti átmenetet és árnyalatot, a b^* pedig a sárga-kék színek közötti átmenetet és árnyalatot reprezentálja. A CIELab rendszer háromtényezős színekülönbségi képlet használatával a fogyasztói szem számára is észlelhető szempontból értékeltük a húsok színét (1. képlet).

1. egyenlet: CIELab három tényezős színmegkülönböztetési képlet

$$\Delta E^*_{ab} = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$$



5. ábra: Konica Minolta kromaméter (fénykép: Borbély Zsolt)

3.5.4.2. pH vizsgálat

A hús pH értékének változása a *post mortem* glikolízis függvénye. Az eleven állat húsának pH értéke 7 feletti tartományban van, majd a vágást követően az anaerob glikolízis eredményeként csökken. A halál utáni glikolízis során az izmokban jelenlévő glikogénből tejsav képződik anaerob enzimes bontás útján. A folyamat lefolyásának sebessége az izmok glikogén és glükóz tartalmának, valamint a tárolási hőmérsékletnek a függvénye. A vágást követő felgyorsult anaerob enzimes bontás következtében a mellizomzat pH értéke már egy óra elteltével 5,8 alá csökken. Késleltetett glikolízis esetében (hűtve tárolás) a pH 6,2 feletti értéken maradhat. Az ilyen kémhatású mellhús kedvezőbb víztartó képességgel rendelkezik (szaftosabb), mint az 5,8 pH értéknél alacsonyabb tételek. Általános körülmények között a pH változása a vágástól számított 24 órával megszűnik. A pH érték és annak változásai határozzák meg az esetleges fogyasztói szempontból igen nagy fontossággal bíró húsérési hibákat, húsjellegeket. Ilyen húsérési hiba a PSE (pale, soft, exudative) – halvány, puha, szakadékony, vizenyős hústípus. Ilyen esetben a hús elveszti a vízkötő, vízmegtartó képességét, levet enged, illetve a főzés/sütés során nagy mértékű vízvesztiséget produkál. A PSE jelenség azzal magyarázható, hogy a húsban jelenlévő glikogén gyorsan akár 45 perc lefolyása alatt elbomlik, ezáltal nagy mennyiségű tejsav gyülemlik fel, amely a pH-t negatív irányba tolja el ($\leq 5,8-6,0$). Továbbá előfordulhat az úgynevezett DFD húshiba is (dark, firm, dry), amely sötét színű, feszes állományú, levet nem eresztő, ragadós tapintású hústípus. Kialakulásának oka jellemzően a magas glikogén szint az izomban, mely korlátozott pH-csökkenést indukál. Jellemzően a vágást megelőző fizikai megterhelés és pihentetés hiánya váltja ki. A DFD húsérési hiba jellemzője a vágás után 12-48 órával mérhető végső 6,0-6,2 pH. A pH-mérést két alkalommal végeztük

mellizomból vett mintákkal HI 99163 pH-mérő műszerrel (6. ábra), *post mortem* a vágás után 15 perccel, illetve 24 órás hűtve tárolást (-4 °C) követően a mély mellizomban. A készülék szűrő elektródáját az izomba szúrtuk, majd a kijelzőn megjelenő értéket feljegyeztük.



6. ábra: HI 99163 pH-mérő műszer ([http.5](http://5))

3.5.4.3. Porhanyósság vizsgálat

A porhanyósság a hús rágása során szerzett érzékszери benyomásának szubjektív megítélése a fogyasztó által. Azonban műszeres mérési eredményekkel objektív módon is jellemezhető tényező.

A -18 °C hőmérsékletű fagyasztást követően felengedett mellizom mintákat vákuum csomagolva 80 °C-os vízfürdőben – Wisd (Witeg) digital Fuzzy Control System (WB-22) - 72 °C maghőmérséklet eléréséig főztük (7. ábra).



7. ábra: Wisd (Witeg) digital Fuzzy Control System (WB-22) vízfürdő (fénykép: Borbély Zsolt)

Majd a mintákat hagytuk kihűlni, miután elérték a szobahőmérsékletet 1x1 cm vastagságú és 4-6 cm hosszúságú hasábokat képeztünk laboratóriumi kés segítségével a főtt mellmintákból a rostok mentén. A hasábokat Warner-Bratzler pengével felszerelt TA XT Plus nyíróerő-érték mérő műszerbe helyeztük (8. ábra), amely képes pontosan meghatározni a hasábok átvágásához szükséges nyíróerőt (kg).



8. ábra: Warner-Bratzler pengével felszerelt TA XT Plus nyíró-erő analízátor (fénykép: Borbély Zsolt)

3.5.4.4. Konyhatechnikai veszteségek

A csepegési veszteséget a laborvágás során mérlegelt és feljegyzett súlyadatok és a 24 órán keresztül +4 °C hőmérsékleten függesztve tárolt kis mellizom (*m. pectoralis minor*) minták tömegének különbsége alapján számítottuk ki.

Az olvasztási veszteséget a fagyasztást megelőzően mért súly és a - 18 °C hőmérsékleten fagyasztva tárolt minták felengedését követően azok ismételt mérlegelésével meghatározott súly adatok alapján számítottuk ki.

Főzési veszteség meghatározása során mértük a főzés előtt a minta súlyát, majd főzés és hűlés után. Majd a két értékből kiszámítottuk a főzési veszteséget, amelyet a minta kiindulási súlyára vonatkoztattunk.

Végül az olvasztási és főzési veszteségek összegeként kiszámítottuk a teljes veszteséget minden kísérleti csoport esetében.

Mind a négy veszteség számítása során százalékos formában határoztuk meg azt.

4. Eredmények és értékelésük

Az adatok kiértékelését és elemzését SAS 9.1.3 for Windows statisztikai analízátor software használatával végeztük. A varianciaanalízist Bonferroni teszttel végeztük, a szignifikanciát pedig 5%-os megbízhatósággal kalkuláltuk.

4.1 Takarmányvizsgálati eredmények

Az 6. táblázatban látható a kísérletben használt keveréktakarmányok mért táplálóanyag-tartalma. Amint az látható, a metabolizálható energia koncentráció minimális eltérést mutatott a csoportok között, de a nyersfehérje-tartalom szórása is 1%-on belül mozog. Így megállapítható, hogy a kísérletben felhasznált keveréktakarmányok gyakorlati szempontból azonos energia- és fehérjetartalmúnak tekinthetők.

6. táblázat: Vitafort Labor Kft. takarmányvizsgálati eredményei

Vizsgálati paraméter	Mértékegység	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%
AMEn baromfi	MJ/kg	12,2	12,3	12,4
Nedvesség- és illóanyag-tartalom	% (m/m)	11,3	11,0	11,1
Nyersfehérje-tartalom	% (m/m)	19,8	19,0	19,4
Nyers olaj- és zsírtartalom	% (m/m)	4,5	4,58	4,32
Nyersrosttartalom	% (m/m)	3,88	3,9	3,98
Nyershamutartalom	% (m/m)	5,81	5,54	5,54
Cukortartalom	% (m/m)	4,9	4,9	4,7
Keményítőtartalom	% (m/m)	41,6	43,0	43,5

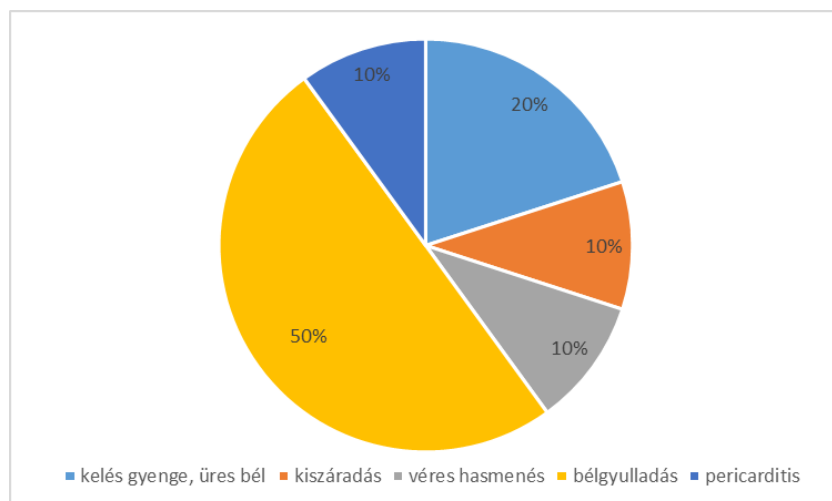
4.2 Termelési mutatók

4.2.1 Mortalitás

A nevelési időszak alatt naponta begyűjtésre kerültek az esetlegesen elpusztult csirkék, majd az elhullás okát boncolással állapítottuk meg. Egyik kísérleti csoport esetében sem tapasztaltunk számottevő mortalitást. A teljes kísérleti időszak alatt összesen 10 egyed pusztult el, az elhullások okának százalékos megoszlását a 9. ábra szemlélteti. A 3 csoport összes egyedszámából (n=1050) és az elhullott madarak számából 0,95%-os mortalitási rátát állapítottam meg. Csoportokra vonatkozóan is elvégeztem a számítást és a következő eredményeket kaptam. A kontroll (n=350) és a KTL-2% (n=350) csoportok esetében négy – négy egyed pusztult el, mely 1,14%-os mortalitást jelent. A KTL-4% csoportban csupán két madár esett ki, amely 0,57%-os mortalitást jelent. Az elhullások heti alakulását a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat: kísérleti időszak alatt tapasztalt elhullások (db)

	1.hét	2. hét	3. hét	4. hét	5.hét	6. hét
Kontroll	2	0	1	0	0	1
KTL-2%	0	1	1	1	0	1
KTL-4%	0	2	0	0	0	0
Heti elhullás	2	3	2	1	0	2



9. ábra: elhullások okainak százalékos megoszlása

4.2.2 Súlygyarapodás

Az 8. táblázatban a három kísérleti csoport heti átlagolt élősúly adatai láthatók. A táblázat értékeit megfigyelve látható, hogy szignifikáns eltérés nem mutatkozott a testsúlyok alakulásában. Illetve, hogy a katonalégylárva liszt sem 2, sem pedig 4%-os mennyiségben nem befolyásolta a madarak fejlődését a kísérlet során.

8. táblázat: heti átlagos élősúly (g/madár)

Testtömeg (g)					
	Kezelés			RSD	P-érték
	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%		
1. nap	41,3	41,4	41,7	2,26	0,0642
7. nap	169	167	170	24,0	0,3230
14. nap	423	419	427	48,5	0,0969
21. nap	826	815	823	122	0,4743
28. nap	1304	1298	1318	206	0,4093
35. nap	1834	1856	1861	284	0,4094
42. nap	2407	2391	2425	352	0,4442

A 9. táblázat a madarak heti átlagos súlygyarapodását tartalmazza. A táblázat értékei alapján megállapítható, hogy egyik kezelés sem befolyásolta a madarak testsúly-gyarapodását a kísérlet során, hiszen szignifikáns eltérés nem jelentkezett. Sem negatív, sem pozitív hatásról nem számolhatók be az eredmények alapján a súlygyarapodás tekintetében.

9. táblázat: heti átlagos testsúly gyarapodás (g/nap)

Testtömeg gyarapodás (g/nap)					
	Kezelés			RSD	P-érték
	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%		
1-7. nap	18,3	17,9	18,4	0,73	0,2780
7-14. nap	36,2	35,9	36,7	1,17	0,2236
14-21. nap	57,6	56,3	56,5	2,90	0,4565
21-28. nap	68,3	69,0	70,8	6,24	0,5813
28-35. nap	75,7	79,6	77,6	7,58	0,4092
35-42. nap	81,9	76,6	80,6	7,74	0,1743
1-42. nap	56,3	55,8	56,7	1,03	0,1440

4.3 Takarmányfogyasztás

A 10. táblázat a madarak heti takarmányfelvételét kívánja bemutatni. Szignifikáns eltérés ($p < 0,05$) figyelhető meg a felvett takarmány mennyiségében a 28-35. nap közötti időszakban (5. élethét). A táblázat értékeit vizsgálva látható, hogy az eltérés a két kezelt csoport között volt tapasztalható szignifikáns mértékben. A KTL-4% csoport produkált kiugró értéket a KTL-2% csoporthoz viszonyítva, azonban a kontroll csoporttól nem tértek el számottevően. Több statisztikai értelemben véve jelentős eltérés nem mutatkozott a kísérlet során a takarmányfelvétel tekintetében.

10. táblázat: átlagos napi takarmányfogyasztás (g/nap); azonos sorban eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak ($p < 0,05$)

Takarmány felvétel (g/nap)					
	Kezelés			RSD	P-érték
	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%		
1-7. nap	21,3	21,2	21,3	0,40	0,6940
7-14. nap	43,7	42,8	43,4	1,27	0,1396
14-21. nap	82,5	82,9	82,7	3,44	0,9478
21-28. nap	137	136	135	6,00	0,8000
28-35. nap	145ab	144b	150a	6,13	0,0269
35-42. nap	189	182	182	22,1	0,6600
1-42. nap	103,0	101,4	102,3	3,61	0,5408

A 11. táblázat a csoportok összes a kísérlet teljes ideje alatt fogyasztott takarmány mennyiségét szemlélteti.

11. táblázat: csoportok teljes takarmányfogyasztása a 6 hetes nevelés alatt

	g	kg
Kontroll	3804750	3804,75
KTL-2%	3783362	3783,36
KTL-4%	3801560	3801,56

4.4 Takarmányértékesítés

A 12. táblázat a brojlerok átlagos takarmányértékesítő képességét kívánja reprezentálni. A táblázat értékeit tekintve megfigyelhető, hogy egyik kezelés hatására sem volt statisztikailag igazolható eltérés a madarak takarmány konverziójának vonatkozásában. A kezelések nem befolyásolták sem negatív, sem pozitív irányban a vizsgálati paramétert.

12. táblázat: átlagos takarmányértékesítés (kg takarmány/kg élősúly)

Takarmány értékesítő képesség (kg/kg)					
	Kezelés			RSD	P-érték
	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%		
1-7. nap	1,17	1,18	1,16	0,05	0,6747
7-14. nap	1,21	1,19	1,18	0,06	0,4990
14-21. nap	1,44	1,47	1,47	0,10	0,6318
21-28. nap	2,01	2,00	1,92	0,17	0,2950
28-35. nap	1,93	1,83	1,94	0,21	0,3150
35-42. nap	2,32	2,41	2,26	0,33	0,4569
1-42. nap	1,83	1,82	1,81	0,07	0,6646

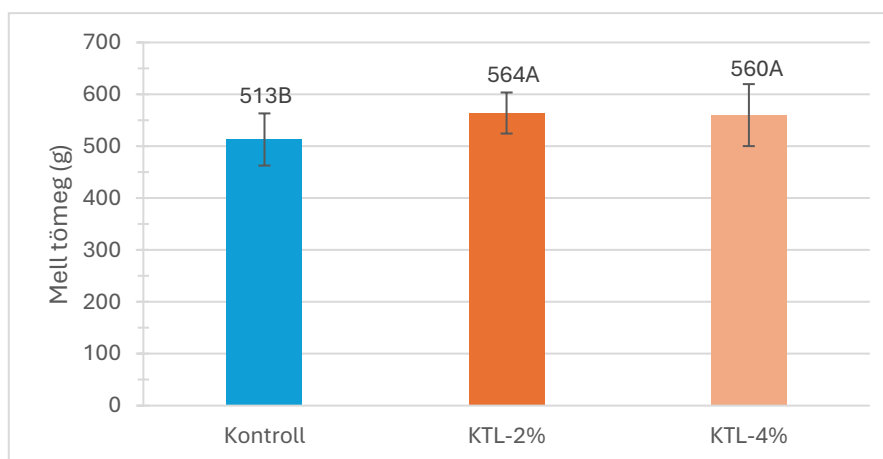
4.5 Vágási paraméterek

A vágás során megmértük a következő testrészek és szervek súlyát és a grillsúlyra vetített százalékos arányát: mell, comb, máj, zúzó. A vágósúlyt a madarak vágást közvetlenül megelőző mérlegelése során rögzítettük. A grill súlyt a vér és zsigerek, lábak, fej és a nyak eltávolítását követően ismételt mérlegeléssel állapítottuk meg, majd a mért értékből élősúlyra vetítve kiszámításra került a grill súly százalékos aránya is. A mellek és combok mérlegelését követően, azok százalékos arányát szintén grill súlyra vetítve állapítottuk meg. A mérési eredmények kiértékelését és átlagolását követően az alábbi eredményeket kaptam.

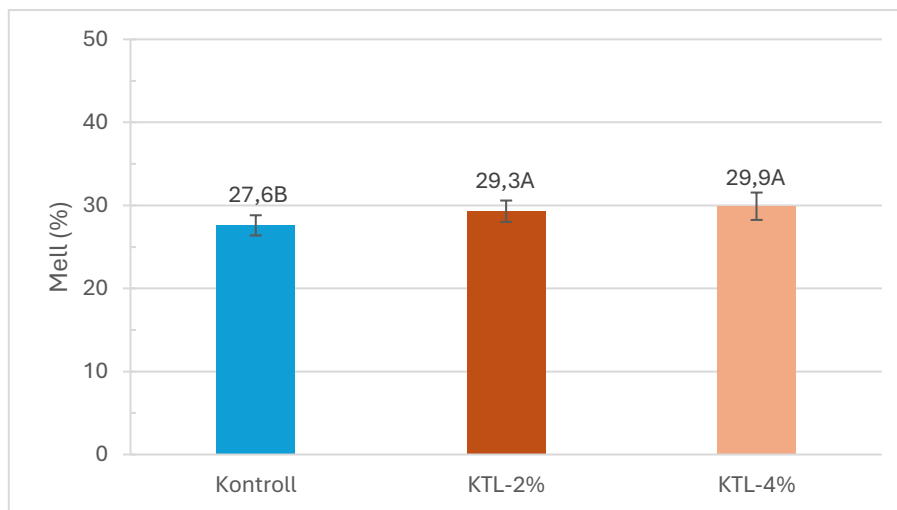
A 13. táblázat értékeit vizsgálva megállapítható, hogy a kezelések (KTL-2%; KTL-4%) erősen szignifikáns eltérést produkáltak $p < 0.001$ szignifikancia szinten a mellparaméterek esetében. A fekete katonalégy lárvá lizsttel kezelt csoportok mellsúlya és mellhús kihozatali aránya jelentős mértékben nagyobb volt, mint a kontroll csoport esetében. A kezelések a többi vágási paraméterre nem gyakoroltak sem negatív, sem pedig pozitív hatást, tehát nem befolyásolták azokat.

13. táblázat: Vágási paraméterek átlagolt eredményei; azonos sorban eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak Mell (g) esetében $p < 0.001$ szignifikancia szinten; Mell (%) esetében $p < 0.0001$ szignifikancia szinten

	Kezelés			RSD	P-érték
	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%		
Vágó tömeg (g)	2704	2794	2722	213	0,2501
Grill tömeg (g)	1859	1929	1875	150	0,1877
Grill (%)	68,8	69,0	68,9	1,74	0,8766
Mell (g)	513B	564A	560A	50,6	0,0004
Mell (%)	27,6B	29,3A	29,9A	1,40	<0,0001
Comb (g)	566	577	571	54,1	0,7761
Comb (%)	30,5	29,9	30,4	1,44	0,2418
Máj (g)	39,6	40,9	37,4	6,03	0,0987
Máj (%)	2,14	2,12	2,01	0,32	0,2746
Zúzó (g)	25,9	26,1	25,2	3,65	0,6125
Zúzó (%)	1,40	1,36	1,35	0,21	0,6152



10. ábra: csoportonként mért mell tömegek ábrázolása; az eltérések $p < 0.001$ szignifikancia szinten jelentek meg; az eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak



11. ábra: grill tömegekhez viszonyított mellhúsok arányának ábrázolása; az eltérések $p < 0,0001$ szignifikancia szinten jelentek meg; az eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak

4.6 Húsminőség

4.6.1 Szín vizsgálat

A 14. táblázatban látható értékek a vágás után 15 perccel végzett színvizsgálat során kapott átlagolt adatok. Statisztikailag szignifikáns eltérés nem mutatkozott a vizsgálat során, tehát a kezelés nem gyakorolt statisztikailag igazolható hatást a vizsgálati paraméterre.

14. táblázat: a hússzínmérés átlagolt eredményei a vágás után 15 perccel

Szín vizsgálat					
15 perc	Kezelés			RSD	P-érték
	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%		
L*	64,4	65,1	64,4	2,91	0,8406
a*	11,5	10,9	10,0	1,66	0,1581
b*	12,3	12,3	11,2	1,24	0,0873

A 15. táblázatban a szintén CIELab (L*, a*, b*) jelrendszer szerint vágás után 24 órával végzett átlagolt mérési eredmények láthatók. Statisztikai értelemben véve szignifikáns eltérés egyik csoport esetében sem jelent meg. Ebből következtethetően a kísérleti kezelés nem gyakorolt jelentős hatást a vizsgálati paraméterre.

15. táblázat a hússzínmérés átlagolt eredményei a vágás után 24 órával

Szín vizsgálat					
24 óra	Kezelés			RSD	P-érték
	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%		
L*	62,8	63,2	62,7	2,85	0,9033
a*	12,20	11,6	12,5	1,57	0,4350
b*	12,6	13,6	12,9	1,78	0,5098

16. táblázat: A vizuális érzékelés és a ΔE^*_{ab} színekülönbség kapcsolata

Értéktartomány	Szemmel érzékelhető eltérés
$\Delta E^*_{ab} \leq 0,5$	Nem észrevehető
$0,5 \leq \Delta E^*_{ab} \leq 1,5$	Alig észrevehető
$1,5 \leq \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$	Észrevehető
$3,0 \leq \Delta E^*_{ab} \leq 6,0$	Jól észrevehető
$6,0 \leq \Delta E^*_{ab}$	Nagy

17. táblázat: CIELab három tényezős színmegkülönböztetési képletével kapott eredmények a vágás után 15 perccel mért adatok alapján

Csoportok	ΔE^*_{ab}
Kontroll - KTL-2%	0,9
Kontroll - KTL-4%	1,9
KTL-2% - KTL-4%	1,3

A 17. táblázat értékeit összevetve a vizuális értékeléshez szükséges tartományokkal (16. táblázat) megállapítható, hogy a katonalégység lárva lisztet 2%-os koncentrációban fogyasztó csoport mellhús mintái szabad szemmel „alig észrevehető” színváltozást produkáltak a kontroll mintákhoz viszonyítva. A rovarlisztet 4%-os koncentrációban fogyasztó csoport már szabad szemmel „észrevehető” tartományba esett a kontroll mintákhoz hasonlítva. A két kezelt csoport között azonban „alig észrevehető” eltérés alakult ki a vágás után 15 perccel mért vizsgálati eredmények alapján. Ez a hússzín vizsgálat eredményei alapján abból adódik, hogy a KTL-4% csoport egyedeinek húsa a piros és sárga színtartományban mind a kontroll, mind a KTL-2% csoportnál kisebb értéket mutatott.

18. táblázat: CIELab három tényezős színmegkülönböztetési képletével kapott eredmények a vágás után 24 órával mért adatok alapján

Csoportok	ΔE^*_{ab}
Kontroll - KTL-2%	1,2
Kontroll - KTL-4%	0,4
KTL-2% - KTL-4%	1,2

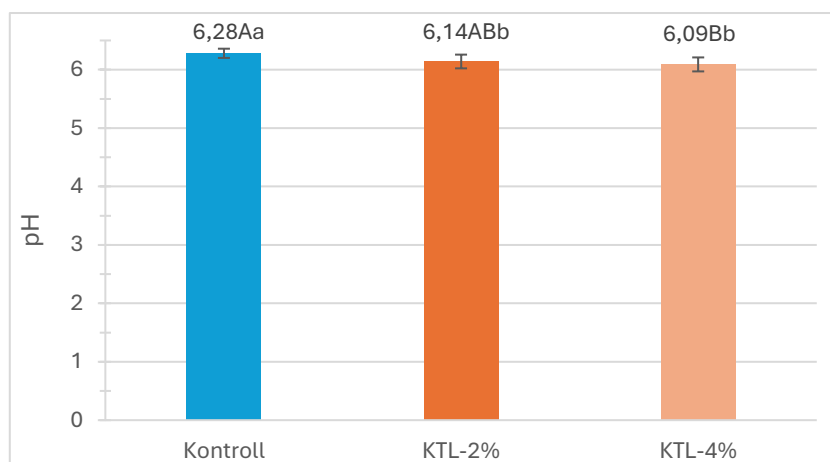
A vágás után 24 órával vizsgált szín paramétereit (18. táblázat) összevetve a vizuális értékeléshez szükséges tartományokkal (16. táblázat) látható, hogy a rovarlisztből 2%-ban részesült állatállomány értéke a kontrollcsoportéhoz viszonyítva és a két kezelt csoport összehasonlítása szintén a szabad szemmel „alig észrevehető” kategóriába esik. A 4%-ban lárvaliszttel takarmányozott csoport mintáinak színe emberi szem számára nem érzékelhető eltérést produkált a kontroll mintákkal összehasonlítva.

4.6.2 pH vizsgálat

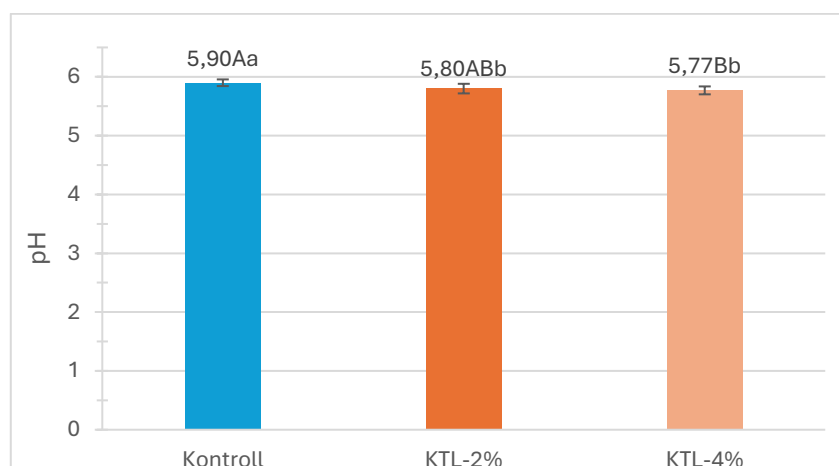
A 19. táblázatban a vágás után 15 perccel, illetve 24 órával végzett pH mérés eredményei láthatók. A pH érték méréséhez a bal mellhúst használtuk, mivel annak vastagsága lehetővé teszi a pontos és reprezentatív érték megállapítását. Mindkét mérés esetében szignifikáns eltérést tapasztaltunk $p < 0,005$ szignifikancia szinten. A vágás után 15 perccel végzett mérési eredményeket vizsgálva látható, hogy a KTL-4% csoport eredménye szignifikáns mértékben eltér a kontroll csoport értékétől. A KTL-2% csoport értéke azonban hasonló a másik két csoport értékeihez statisztikai szempontból. 24 órával a vágás után végzett pH mérés eredményei is hasonló tendenciát mutatnak a korábbi mérési adatokhoz. A KTL-4% csoport szignifikáns mértékben eltért a kontroll csoporttól. A KTL-2% csoport értéke pedig ebben az esetben is hasonló a további két csoport táblázati értékéhez. Az adatok alapján arra lehet következtetni, hogy a katonalégy lárva liszt jelenléte a keverék takarmányban 4%-os koncentrációban jelentősen befolyásolta a hús pH viszonyait a vágást követő időszakban.

19. táblázat: pH mérés eredményei a vágást követő 15 perc és 24 óra elteltével; azonos sorban eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak ($p < 0,05$), a „nagy” és „kis” betű jelölések a különböző értékek közötti eltérést és annak fokát jelölik.

pH	Kezelés			RSD	P-érték
	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%		
15 perc	6,28Aa	6,14ABb	6,09Bb	0,11	0,0014
24 óra	5,90Aa	5,80ABb	5,77Bb	0,07	0,0018



12. ábra: vágást követő 15 perccel végzett pH mérés eredményeinek ábrázolása; az eltérések $p < 0,05$ szignifikancia szinten jelentek meg; az eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak ($p < 0,05$), a „nagy” és „kis” betű jelölések a különböző értékek közötti eltérést és annak fokát jelölik.



13. ábra: vágást követő 24 órával végzett pH mérés eredményeinek ábrázolása; az eltérések $p < 0,05$ szignifikancia szinten jelentek meg; az eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak ($p < 0,05$), a „nagy” és „kis” betű jelölések a különböző értékek közötti eltérést és annak fokát jelölik.

4.6.3 Porhanyósság vizsgálat

A 20. táblázat a porhanyósság vizsgálat eredményeit szemlélteti. Megfigyelhető, hogy a két kezelt csoport mellmintáinak átmetszéséhez némileg kisebb nyíróerőre volt szükség a kontroll mintákhoz viszonyítva, azonban statisztikailag igazolható különbséget nem tapasztaltunk a vizsgálat során. Az eredmények arra engednek következtetni, hogy a kezelés nem befolyásolja a vizsgálati paramétert jelentős mértékben, sem negatív, sem pedig pozitív irányban.

20. táblázat: A nyíróerő értékének alakulása az egyes csoportokban

	Kezelés			RSD	P-érték
	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%		
Nyíró erő (kg/cm ²)	1,62	1,58	1,54	0,32	0,6356

4.7.4 Konyhatechnikai veszteségek

A 21. táblázatban láthatóak a konyhatechnikai veszteségek átlagolt mérési eredményei. Egyik csoport esetében sem tapasztaltunk statisztikailag igazolható eltérést a vizsgálat során. A csepegési veszteség esetében a táblázat értékeit szemlélve látható, hogy a rovarlisztrel kezelt csoportok értékei minimálisan kisebbek voltak, mint a kontroll csoport vesztesége, azonban a különbség elhanyagolható mértékű. Az olvasztási veszteség tekintetében a kezelt csoportok nagyobb veszteséget produkáltak a kontrollnál, azonban az eltérés mértéke nem volt statisztikailag igazolható. A főzési veszteség vizsgálata során ugyan 1-2% eltérést tapasztaltunk a csoportok között, viszont ez T-próbával nem volt igazolható mértékű. A teljes veszteség megállapítása és elemzése során is jelen volt 1-2% eltérés a csoportok között, azonban ez statisztikai értelemben vett szignifikáns különbséget nem jelentett. A konyhatechnikai veszteségeket összegezve, tehát megállapítható, hogy a 2%, illetve 4% koncentrációjú rovarliszt bekeverés szignifikáns hatást nem gyakorolt a vizsgált paraméterre.

21. táblázat: Konyhatechnikai veszteségek átlagolt eredményei

Veszteségek	Kezelés			RSD	P-érték
	Kontroll	KTL-2%	KTL-4%		
Csepegési veszteség (%)	4,07	3,96	3,93	1,01	0,9516
Olvasztási veszteség (%)	7,07	7,42	7,44	1,62	0,8457
Főzési veszteség (%)	27,3	28,4	29,2	2,62	0,2664
Teljes veszteség (%)	34,4	35,8	36,7	3,57	0,3526

5. Következtetések és javaslatok

Kísérletünkben a katonalégy lárvá liztet 2 és 4%-ban alkalmaztuk. Bár a szakirodalomban ennek az alternatív fehérjeforrásnak a vizsgálatáról már több eredmény is rendelkezésre áll, azok elsődlegesen a termelési paraméterekre irányultak. Kísérletünk fő célja az volt, hogy a jelenlegi beszerzési lehetőségeket és árakat figyelembe véve gyakorlati szempontból is elfogadható arányban bekeverve vizsgáljuk hatásait.

A kísérleti keveréktakarmányok összeállítása során arra törekedtünk, hogy a kontroll és a két kísérleti keveréktakarmány táplálóanyag-tartalma egalizált legyen, így vethető össze leginkább a katonalégylárva liszt hatása. A takarmányvizsgálatok eredményei alapján a kísérletben használt keveréktakarmányok azonos metabolizálható energia- és nyersfehérje-tartalommal rendelkeztek.

A kísérlet során az elhullás mindvégig alacsony szinten mozgott a teljes kísérletre vetítve az értéke 1% alatt maradt. Ez kiváló eredmény. Ilyen körülmények között az a tény, hogy a katonalégylárva liszt nagyobb arányú bekeverése esetén kevesebb – fele annyi – elhullást tapasztaltunk a többi csoporthoz viszonyítva, nehezen értékelhető. Eredményünk összecseng az irodalomban található kísérleti eredményekkel (Ipema és mtsai, 2020).

A termelési paraméterek eredményei arra utalnak, hogy az általunk alkalmazott dózisban (2-4%) a fekete katonalégylárvaliszt, mint alternatív fehérjehordozó nem okoz számottevő változást Ross 308 hibrid brojler állomány testsúlyának, súlygyarapodásának, takarmányfogyasztásának és takarmányértékesítésének alakulásában. Így a megadott bekeverési arány mellett biztonságosan alkalmazható az extrahált szójadara és full fat szója részleges helyettesítésére. Ez megfelel a szakirodalmi adatoknak, mely szerint maximálisan 50%-os helyettesítési arány alkalmazható (Baderuddin és mtsai, 2024).

A vágást követő húsminőségi vizsgálatok eredményei alapján szignifikáns eltérést a pH alakulásában találtunk. Eszerint az alkalmazott rovarliszt etetés hatására a két kezelt csoport mintái alacsonyabb pH értéket mutattak, tehát a kezelés befolyásolta a vizsgálati paramétert. Az alacsonyabb pH feltehetően a húsban jelenlévő glikogén gyorsabb bomlása és az ennek eredményeként képződő tejsav mennyiségének tulajdonítható. Ez a hatás kedvezőnek tekinthető, mivel mind közvetlenül a vágás után, mind a 24 órás hűtve tárolást követően az optimális tartományban (5,6-6,1) mozgott a hús kémhatása, de ezen belül a savanyúbb kémhatás, javítja az eltarthatóságot. Ugyanakkor érdekes módon ez az eltérés nem befolyásolta a hús víztartó képességét, hiszen mind a csepegési veszteség, mind a konyhatechnikai veszteségek hasonlóan alakultak mindhárom csoportban.

A kísérlet során tapasztalt legjelentősebb változás a melltömegek és a mell kihozatali arányban mutatkozott. Hiszen már 2-4%-ban biztosított katonalégylárva liszt is szignifikánsan nagyobb mellhús kihozatalt eredményezett a konvencionális szója alapú keveréktakarmányon nevelt brojlerkekhez viszonyítva. Ez valószínűsíthetően a lárvaliszt kedvező aminosav

garnitúrájának köszönhető. Erre vonatkozóan indokoltnak tartom további kísérletek lebonyolítását magasabb lárvaliszt bekeveréssel, melyek lehetővé tennék a még előnyösebb mellhús termelés vizsgálatát.

Összességében eredményeim alapján megállapítható, hogy a fekete katonalégy lárva liszt biztonsággal alkalmazható brojlercsirke takarmányozásában az általam alkalmazott 2-4% dózisban bekeverve a termelési paraméterek változása nélkül. A jövőben célszerű lenne nagyobb arányú alkalmazásának vizsgálata. Hiszen a gyártási technológia kapacitásának növekedésével várhatóan csökkenni fog a rovarliszt bekerülési költsége és ilyen körülmények között mindenképpen nagy jelentősége lesz azoknak a kísérleti eredményeknek, amelyek az etethetőség felső korlátját célozzák.

6. Összefoglalás

A globális népességnövekedés megnövekedett élelmiszer szükségletet vonz magával, melyet az élelmiszer termelés mértékének, vagy hatékonyságának növelésével lehet ellensúlyozni. A magasabb termelési elvárások azonban jelentős terhet rónak az állattenyésztésre és az állati termék előállításra, melyek alapját a takarmányozás jelenti. Jelenleg a konvencionális fehérje hordozók, mint a szója és a halliszt iránt globális szinten megnövekedett a kereslet, amely azok áremelkedéséhez, illetve hiányához vezet. Ezen problémára válaszul megjelentek a piacon úgynevezett alternatív fehérjeforrások. Ezek között tartjuk számon a rovarokat, melyek fogyasztása bizonyos kultúrákban évszázadokra visszatekintő múlttal rendelkezik. Számos állati és emberi fogyasztásra is alkalmas rovarfajt ismerünk, melyek alkalmazása ugyan tudományos vizsgálatokkal történő alátámasztást igényel, azonban remek alternatívát jelenthetnek a jövőben. A rovarok, mint potenciális fehérjeforrás elsősorban a monogasztrikus állatok takarmányellátásában jelenthetnek megoldást. Jelenleg 7 az Európai Unió által is elfogadott és regisztrált rovarfajt lehet takarmányozási célra hasznosítani, melyek közül a fekete katonalégy (*Hermetia illucens*) tűnik az egyik legígéretesebbnek.

Diplomamunkám fő célja volt megvizsgálni milyen hatást gyakorol a fekete katonalégy lárvájából készülő fehérjében gazdag liszt a brojlersirkék termelési paramétereire és a húsminőségre. Erre vonatkozóan végeztünk egy 42 napig tartó etetési kísérletet 1050 egyedszámú, szexált Ross 308 kakas napos brojlerállománnyal az AgriSearch Hungary Kft. állattartó telepén. A kísérlet 3 vizsgálati csoporttal zajlott, 350 egyed/csoport beállításban egyfázisú *ad libitum* takarmányozással. A kontroll (K) állomány kereskedelmi kukorica-szója alapú baromfi keveréktakarmányt fogyasztott a kísérlet ideje alatt. A két kísérleti csoport keveréktakarmányába pedig 2% (KTL2), illetve 4% (KTL4) fekete katonalégy lárv lisztet kevertünk úgy, hogy a keverékek nyersfehérje, emészthető aminosav és metabolizálható energia koncentrációja azonos legyen. A 6 hetes nevelés alatt figyelemmel kísértük a termelési mutatók alakulását (súlygyarapodás, takarmányfogyasztás, takarmányértékesítés), folyamatos adatgyűjtés mellett. A nevelési időszak végén (42. napon) sor került a laborvágásra, melynek során rögzítettük a vágási paraméterek alakulását (vágó- és grill súly, mell, comb, máj és zúzó súly, illetve ezek grill súlyra vetített %-os arányait). Majd a laborvágást követően végeztünk húsminőségi vizsgálatokat (pH, szín, porhanyósság, konyhatechnikai veszteségek). A mérési eredmények kiértékelését követően a következő kísérleti eredményekről számolhattunk be. A

fekete katonalégy lárva liszt nem okozott változást a termelési paraméterekben. A kezelés hatására csökkent a hús pH-ja ($p < 0,05$). Ennek gyakorlati jelentősége fogyasztói, illetve feldolgozóipari szempontból lehet. Emellett a rovarlisztet 2%-os koncentrációban (KTL2: 29,3%), illetve 4%-os dózisban (KTL4: 29,9%) fogyasztó brojlerek szignifikáns mértékben ($p < 0,0001$) nagyobb mellhús kihozatalt produkáltak a kontroll (K: 27,6%) állományhoz viszonyítva.

Az elért eredményeim alapján indokoltnak tartom további vizsgálatok elvégzését nagyobb fekete katonalégy lárva liszt bekeverési arány mellett, mivel így bővíülhetne ismeretünk a rovarliszt hatásaival kapcsolatban. Továbbá a mellkihozatal növelésében rejlő potenciál további vizsgálata is fontos lenne takarmányozási és fogyasztói oldalról egyaránt.

7. Irodalomjegyzék

- Arnold , v. H., Joost , v. I., Harmke, K., Esther , M., Afton , H., Giulia , M., & Paul , V. (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security. . *FAO FORESTRY PAPER (171)*. Rome: Food and agriculture organization of the united nations.
- Arnold, v. H., & Dennis, G. O. (2017). The environmental sustainability of insects as food and feed. , 37, 43. *Agronomy for Sustainable Development*.
- Arnold, v. H., Itterbeeck, Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security. (171.). Rome: FAO Forestry Paper, 201.
- Az Európai Parlament és a Tanács. (2001. május 22). 999/2001/EK rendelete egyes fertőző szivacsos agyvelőbántalmak megelőzésére, az ellenük való védekezésre és a felszámolásukra vonatkozó szabályok megállapításáról.
- Baderuddin, S., David, L., Wester, T., & Morel, P. (2024). Influence of different levels of black soldier fly larvae meal on growth performance and carcass quality of broiler chickens. *Livestock Science* volume 290. 105588, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187114132400194X?via%3Dihub>.
- Barona E., R. N. (2010). Global and regional drivers of tropical deforestation. *Environmental Research Letters. Environmental Research Letters*.
- Berlianti , P., Benedikt , J., & Katrin, Z. (2020). Insects as food and feed: The role of consumer acceptance in market development. *Food Quality and Preference*, 80, 103805.
- Chufei , T., Ding , Y., Huaijian, L., Hongwu, S., Chuanjing, L., Lanjun, W., & Fanfan, L. (2019). Edible insects as a food source: a review. *Food Production, Processing: Open Access*.
- Collavo, A., Glew, R., Huang, Y., Chuang, L., Bosse, R., & Paoletti , M. (2005). Ecological implications of minilivestock: Potential of insects, rodents, frogs and snails: House cricket small-scale farming. *Science Publishers, New Hampshire*, 519–544.
- Commission, E. (2018). Regulation (EU) 2017/2469 of the European Parliament and of the Council.
- Commission, E. (2020). *EU Agricultural Outlook for Markets and Income*.
- Danieli, P. P., Lussiana, C., Gasco, L., Amici, A., & Ronchi, B. (2019). The Effects of Diet Formulation on the Yield, Proximate Composition, and Fatty Acid Profile of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Prepupae Intended for Animal Feed. *Animals*, 9, 178.
- Dennis, G. O., Joost, v. I., Marcel, J. H., Henry, v. B., Joop, J. v., & Arnold, v. H. (2010). An Exploration on Greenhouse Gas and Ammonia Production in Animal Feed and Human Food Production.
- Elangovan, V. A., Udayakumar, A., Saravanakumar, M., Vaibhav , B. A., Mohan, M., Mahesh , S. Y., . . . Raghavendra , B. (2021). Effect of black soldier fly, *Hermetia*

- illucens* (Linnaeus) prepupae meal on growth performance and gut development in broiler chicken. *International Journal of Tropical Insect Science*, Volume 41, pages 2077–2082,.
- FAO. (2017). The future of food and agriculture – Trends and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 180/60p, Rome.
- FAO. (2021). Fisheries and Aquaculture Statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2022). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Forrás: FAO STAT: <https://www.fao.org/4/t0532e/t0532e02.htm>
- FAO. (2022). The State of Food and Agriculture: Leveraging Food Systems for Inclusive Rural Transformation.
- Foley, J., Ramankutty , N., & Brauman , K. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478 (7369), 337-342 p.
- Garnett, T., Godfray, H., & Tzeng, D. (2013). Sustainable intensification in agriculture: the only way forward?
- Giovanni , S., Oddon, B. S., Laura , G., Arnold , v. H., Spranghers, T., & Mancini, S. (2023). Recent advances in insect-based feeds: from animal farming to the acceptance of consumers and stakeholders. 73rd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Porto, Portugal, June 2023, 1p.
- Giovanni, S., Mario, A., Ilara, B., Silvia, C., & Laura, G. (2019). The Potential Role of Insects as Feed: A Multi-Perspective Review. *Animals*, 9(4).
- Hetényi, N. (2021). *A FEKETE KATONALÉGY (HERMETIA ILLUCENS) NAGYÜZEMI TENYÉSZTÉSE*. Állatorvostudományi Egyetem: ÁLLATTENYÉSZTÉS ÉS TAKARMÁNYOZÁS.
- http.1. (2024). *Fekete katonalégy lárva, báb és imágó*. Forrás: <https://hulloeleseg.hu/termek/katonalegy/>
- http.2 . (2018). *Aviagen* . Forrás: Tartástechnológiai kézikönyv: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQG-2x5TTTmRBn7zyXNoZ1PalGt7gECXajwLg&s>
- http.3 BÁBOLNA BROJLER Kft. (2024). *Bábolna Brojler 1789*. Forrás: <https://www.brojler.hu/termekek/>
- http.4 Agroloop Hungary Kft. (2024). *www.agroloop.eu*. Forrás: Technológia: <https://www.agroloop.eu/technologia/>
- http.5. (2024). *HI 99163 pH-mérő műszer*. Forrás: HANNA INSTRUMENTS: <https://www.hannainstruments.co.uk/food-and-drink/2237-hi-98163-portable-ph-meter-for-meat>
- Ipema, F. A., Bokkers, A. E., Gerrits, J. W., Kemp, B., & Bolhuis , E. J. (2020). Long-term access to live black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) stimulates activity and

- reduces fearfulness of broilers, without affecting health. *Scientific Reports* volume (10) 17428 (2020) , <https://www.nature.com/articles/s41598-020-74514-x>.
- Jonh-Hoon, C., & In-Ho, K. (2011). Fish meal – nutritive value. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* (95), 685–692.
- Kunal , A., & Sarita , B. (2023). *Edible Insects Market Size - By Product (Beetles, Caterpillars, Grasshoppers, Bees, Wasps, Ants, Scale Insects & Tree Bugs), Application (Flour, Protein Bars, Snacks)*. Forrás: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/edible-insects-market>
- Laurance, W. F., & Balmford, A. (2014). A global strategy for fighting biodiversity loss. *Nature*.
- Laurance, W., & Balmford , A. (2014). A global strategy for fighting biodiversity loss. *Nature*, 580, 320-324.
- Liu, X., Chen, X., Wang, H., Yang, Q., Rehman, U. K., Li, W., . . . Zheng, L. (2017). Dynamic changes of nutrient composition throughout the entire life cycle of black soldier fly. *PLoS One*, 12(8):e0182601.
- Makkar, H. S., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State of Play on Insects as Animal Feed. *FAO*.
- Makkar, P. H., Gilles , T., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). *State of the art on use of insects as animal feed*. Forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840114002326>
- Marco , M., Achille , S., Francesco , G., Andrea , D., Carola , L., Manuela , R., & Laura , G. (2018). Effect of rearing substrate on growth performance, waste reduction efficiency and chemical composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98,, 5776-5784.
- Mazlan, F. N., Miswan, A. N., Ahmad, S., Hassim, A. H., Jamien, S. E., Hew , W., . . . Idrus, Z. (2024). Black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal for heat-stressed broiler chicken: its effects on gut health, stress biomarkers, and growth performance. *Italian Journal of Animal Science* .
- Mekonnen , M., & Hoekstra, A. (2010). The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. *Value of Water Research Report Series No. 48*. UNESCO-IHE Institute for Water Education.
- Mézes , M. (2018). A rovarfehérje, mint a fehérjeellátás új alternatívája. *Állattenyésztés és takarmányozás*, 67 (4), 287-296 p.
- NRC. (2011). *Nutritional requirements of fish*. National Academies Press.
- Oonicx, G. D., & Boer, J. I. (2012). Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans. A life cycle assessment. *PLOS ONE*, 7,51145.
- Oonincx, G. D., Itterbeeck, v. J., Heetkamp, J. M., Brand, v. H., Loon, J. J., & Arnold , v. H. (2010). An exploration on greenhouse gas and ammonia emissions from insect breeding. *PLOS ONE*, 5(12), e14445.

- Perkins, R., & Nehring, R. (2020). *Agricultural Biotechnology: A Comprehensive Overview*.
- Rittler, L., & Bykova, O. (2022). Water use and irrigation in soybean. Legume Hub, https://www.legumehub.eu/is_article/water-use-and-irrigation-in-soybean/.
- Seyedalmoosavi, M., Mielenz, M., Görs, S., Wolf, P. J., Daş, G., & Metges, C. C. (2022). Effects of increasing levels of whole Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) larvae in broiler rations on acceptance, nutrient and energy intakes and utilization, and growth performance of broilers. *Poultry Science*; Volume 101, Issue 12.
- Shahida , A. S., Ristow, B., Rahayu, T., Nugroho , S. P., Nasih , W. Y., Khoirun , N., . . . Nagdalian, A. (2022. Március). Black soldier fly larvae (BSFL) and their affinity for organic waste processing. *Waste Management*.
- Shengyong, L., Nittaya , T., Jariya , S., Weerada , M., Boontum , S., Thakun , S., . . . Pramote , P. (2022). Nutritional Composition of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) and Its Potential Uses as Alternative Protein Sources in Animal Diets: A Review. (old.: 17). Basel, Switzerland: MDPI.
- Sung, W. K., & Robert, E. (2001). Nutritional value of fish meals in the diet for young pigs. *Journal of Animal Science*.
- Syed Rizwan Ali Shah, & Ibrahim Sadi Çetingül. (2022). *Nutritive Value of Black Soldier Fly (Hermetia illucens) as Economical and Alternative Feedstuff for Poultry Diet*. *Journal of World's Poultry Research*.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. (2017). Global Food Demand and the Sustainable Intensification of Agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Tsoy, Z., & Adushinov, D. (2020). Effect of fish feed concentrate on egg production of laying hens. *E3S Web of Conferences* Volume 175.
- United Nations. (2021). *World Population Prospects*. Forrás: <https://population.un.org/wpp/Graphs/>
- USDA. (2022). *World Agricultural Supply and Demand Estimates. United States Department of Agriculture*. 28 p. Forrás: <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/wasde0824.pdf>
- Vilela, S. J., Andrew, N., & Ruhnke, I. (2019). *Insect protein in animal nutrition*. Forrás: *Animal Production Science* 59 (11) 2029-2036: <https://doi.org/10.1071/AN19255>
- Wicht, M. M., Bongisiwe , Z., Mshayisa, V. V., & Wyk, v. J. (2022). The Nutritional Quality and Structural Analysis of Black Soldier Fly Larvae Flour before and after Defatting. MDPI, Basel, Switzerland.
- Zainah , N., Muhammad , K., Abas , K., Ashraf , L., Ssepuuya, G., Magala, H., . . . Mugerwa, S. (2023. Július). Optimal substitution of black soldier fly larvae for fish in broiler chicken diets. *Scientific African*.
- 999/2001 EU rendelet: Az Európai Parlament és a Tanács 999/2001/EK rendelete (2001. május 22.) egyes fertőző szivacsos agyvelőbántalmak megelőzésére, az ellenük való védekezésre és a felszámolásukra vonatkozó szabályok megállapításáról.; 1069/2009

EU rendelet: Az Európai Parlament és a Tanács 1069/2009/EK rendelete (2009. október 21.) a nem emberi fogyasztásra szánt állati melléktermékekre és a belőlük származó termékekre vonatkozó egészségügyi szabályok megállapításáról és az 1774/2002/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről (állati melléktermékekre vonatkozó rendelet)

8. Köszönetnyilvánítás

A kísérletet a **2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-00300** Rovar alapú fehérjetakarmány fenntartható, hulladékmentes gyártási technológiájának kifejlesztése és takarmányozási felhasználása gazdasági haszonállatokkal a körforgásos gazdaság modell szerint című projekt támogatásával végeztük el. Ezúton köszönöm a Vitafort Zrt-nek, mint konzorcium vezetőnek, hogy engedélyezte, hogy diplomadolgozatomat a projekt részeként megvalósult kísérletre alapozzam.

Szeretném megköszönni Podmaniczky Bélának és az AgriSearch Hungary Kft.-nek, hogy lehetővé tette, hogy részt vegyek a kísérlet végrehajtásában.

Köszönöm a Magyar Agrár -és Élettudományi Egyetem; Szent István Campus, Takarmánybiztonsági tanszék munkatársainak a laborvágás alkalmával végzett fáradhatatlan és precíz munkáját.

Továbbá szeretnék köszönetet mondani, Balláné Dr. Erdélyi Mártának, hogy szakértelmével és tanácsaival segítette munkámat és Tóth Márknak a húsminőségi vizsgálatokban, illetve statisztikai értékelésben való aktív segítségét és iránymutatását.

Végül szeretném megköszönni családom és barátaim támogatását, amely hozzásegített diplomamunkám létrejöttéhez.

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: BORBÉLY ZSOLT OTTÓ
A Hallgató Neptun kódja: HKU3LO
A dolgozat címe: FEKETE KATONALEGY LÁBVÁLLÁST FELHASZNÁLÁSA
A megjelenés éve: 2024 BROFLERCSIRKE TAKARMÁNYOZÁSBAN
A konzulens intézetének neve: ÉLETTANI ÉS TAKARMÁNYOZÁSTANI INTÉZET
A konzulens tanszékének a neve: TAKARMÁNYBIZTONSÁGI 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.

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

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

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

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

Kelt: 2024 év NOVEMBER hó 04. nap

Készítve
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

NYILATKOZAT

BORBÉLY ZSOLT OTTÓ (név) (hallgató Neptun azonosítója: HKL1310)
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 nem³

Kelt: 2024 év NOVEMBER hó 04 nap

Béni József | Tóth Mária
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.